

MINISTERSTVO PÔDOHOSPODÁRSTVA SLOVENSKEJ REPUBLIKY  
LESNÍCKY VÝSKUMNÝ ÚSTAV ZVOLEN



# ZDRAVOTNÝ STAV LESOV SLOVENSKA

SPRÁVA Z MONITORINGU 2002



ZVOLEN, NOVEMBER 2002

## TITULNÝ LIST ÚLOHY ÚČELOVEJ ČINNOSTI

- 1. Číslo a názov úlohy podľa prílohy k zmluve:** 1.07 - Čiastkový monitorovací systém lesy
- 2. Zodpovedný riešiteľ:** Dr. Ing. Tomáš Bucha  
**Gestor za MP SR-SL:** Ing. Eduard Greppel  
**Spoluriešitelia:** RNDr. Ing. Jozef Mind'áš, PhD.  
Ing. Jozef Pajtík  
Ing. Pavel Pavlenda, PhD.  
Ing. Hana Pavlendová  
Ing. Tibor Priwitzer, PhD.  
Ing. Jozef Ištoňa  
Ing. Mária Pačutová
- 4. Riešiteľské pracovisko:** Lesnícky výskumný ústav Zvolen
- 5. Druh správy:** Správa za úlohu pre prístupové kroky SR do EÚ
- 6.. Doba riešenia:** 01.01.2002 - 31.12.2002
- 7. Dátum oponentúry:**
- 8. Kľúčové slová:** monitoring, zdravotný stav, ICP Forests, ČMS Lesy
- 9. Anotácia:** V správe sú uvedené informácie o problematike monitoringu lesných ekosystémov. V jednotlivých kapitolách sú zosumarizované výsledky prieskumu zdravotného stavu korún na národnej úrovni a európskej úrovni v roku 2002 (2001) a ich vývoj od roku 1987, kvantifikovaný je vplyv defoliácie na prírastok. Uvedené sú výsledky multitemporálnych analýz zmien stavu lesa z družicových snímok z oblasti Spiša, Kysúc, Oravy, Vysokých Tatier, Nizkých Tatier a oblasti Považského Inovca, Tríbeča, Vtáčnika, Štiavnických vrchov, Žiarskej a Hornonitrianskej kotliny. Analyzované sú údaje z intenzívneho monitoringu z prieskumov opadu, pozemnej vegetácie, pôdnych roztokov, kvality ovzdušia a depozície, fenologických pozorovaní a letokruhových analýz.

**Počet:** 96 strán, 77 obrázkov, 59 tabuliek

# OBSAH

<b>1. ÚVOD</b>	<b>5</b>
<i>Ciele riešenia v roku 2002</i>	5
<b>2. PROBLEMATIKA</b>	<b>6</b>
2.1 AKTUALIZÁCIA ZÁMEROV BUDOVANIA ČMS LESY V ROKU 2001 <i>(Dr. Ing. T. Bucha)</i>	6
<b>3. EXTENZÍVNY MONITORING</b>	<b>7</b>
3.1 METODIKA MONITOROVACÍCH PRÁČ <i>(Ing. J. Pajčík)</i>	7
<i>Úvod</i>	7
<i>Metodika</i>	7
3.2 VÝSLEDKY	9
3.2.1 Stav koruny <i>(Ing. J. Pajčík)</i>	9
<i>Defoliácia</i>	9
<i>Zmena sfarbenia</i>	11
<i>Kombinácia defoliácie a zmeny sfarbenia asimilačných orgánov</i>	11
<i>Vývoj zdravotného stavu v rokoch 1987-2002</i>	12
<i>Priemerná defoliácia drevín v rokoch 1988-2002</i>	13
<i>Dynamika zmien zdravotného stavu lesa</i>	16
<i>Defoliácia vo vzťahu k typu poškodenia</i>	16
<i>Plodivosť</i>	18
<i>Trend vývoja zdravotného stavu lesa</i>	18
<i>Porovnanie dosiahnutých výsledkov podľa doteraz používanej             a novonavrhnutej metodiky (Ing. M. Pačutová)</i>	20
3.2.2 Vývoj a kvantifikácia zmien hrúbkového prírastku <i>(Ing. J. Pajčík)</i>	24
3.2.3 Vyhodnotenie zdravotného stavu lesa a jeho zmien z družicových snímok Landsat <i>(Dr. Ing. T. Bucha)</i>	26
<i>Podkladový materiál</i>	26
<i>Metodika a výsledky riešenia</i>	26
<i>Interpretácia výsledkov</i>	28
3.3. PANEURÓPSKY MONITOROVACÍ SYSTÉM <i>(Ing. J. Pajčík)</i>	35
<i>Politické pozadie</i>	35
<i>Programové ciele</i>	35
<i>Štruktúra monitoringu</i>	35
<i>Výsledky hodnotení v roku 2001</i>	35
<i>Vývoj defoliácie hlavných druhov drevín</i>	38
<b>4. INTENZÍVNY MONITORING</b>	<b>42</b>
4.1 PREDMET INTENZÍVNEHO MONITORINGU <i>(RNDr. Ing. J. Mind'áš, PhD.)</i>	42
<i>Sledované parametre</i>	42
4.2 CHARAKTERISTIKY PLÔCH <i>(Ing. J. Pajčík)</i>	43
4.3 MONITORING KVALITY OVZDUŠIA A DEPOZÍCIE	61
<i>(RNDr. Ing. J. Mind'áš, PhD., Ing. H. Pavlendová)</i>	
<i>Ozón</i>	61
<i>Oxid siričitý</i>	66
<i>Oxidy dusíka</i>	66
<i>Index regionálneho znečistenia</i>	67
<i>Monitoring depozície</i>	68
4.4 KVANTITATÍVNA A KVALITATÍVNA ANALÝZA OPADU <i>(Ing. T. Priwitzer, PhD.)</i>	70
<i>Metodický postup</i>	71

<i>Štruktúra a dynamika opadu</i>	71
<i>Chemické zloženie opadu</i>	73
4.5 HODNOTENIE PRÍZEMNEJ VEGETÁCIE ( <i>Ing. J. Ištoňa</i> )	73
4.6 FENOLOGICKÉ POZOROVANIA LESNÝCH DREVÍN ( <i>Ing. T. Priwitzer, PhD.</i> )	75
<i>Metodika riešenia a experimentálny materiál</i>	75
<i>Priebeh jarých fenofáz</i>	75
<i>Priebeh jesenných fenofáz</i>	76
4.7 LETOKRUHOVÉ ANALÝZY ( <i>Ing. J. Pajčík, Ing. M. Pačutová</i> )	77
<i>Metodika a postup riešenia</i>	77
<i>Experimentálny a podkladový materiál</i>	78
<i>Dosiahnuté výsledky</i>	78
4.8 HODNOTENIE VLASTNOSTÍ PÔDNEHO ROZTOKU ( <i>Ing. P. Pavlenda, PhD.</i> )	91
4.9 REŽIM VLHKOSTI PÔDY V NÍŽINNÝCH POLOHÁCH ( <i>Ing. J. Ištoňa</i> )	92
4.10 ZHRNUTIE POZNATKOV INTENZÍVNEHO MONITORINGU	94
( <i>RNDr. Ing. J. Mind'áš, PhD.</i> )	
<b>5. ZÁVER</b>	<b>94</b>
<b>6. LITERATÚRA</b>	<b>95</b>

## SUMÁR

Predkladaná správa poskytuje informácie o zdravotnom stave lesov na Slovensku v roku 2002, národnom a celoeurópskom vývoji od roku 1987. Vychádza z údajov extenzívneho celoplošného národného monitoringu na 111 TMP v sieti 16x16 km, z údajov z 8 monitorovacích plôch intenzívneho monitoringu, z údajov z 5942 TMP transnárodnej európskej siete programu ICP Forests a 866 TMP z Paneurópskeho programu intenzívneho monitoringu. Záujemcom bude prístupná na domovskej stránke Strediska ČMS Lesy: <http://frisweb.fris.sk/CmsLesy>.

Hlavné poznatky dosiahnuté v roku 2002:

### POZNATKY Z EXTENZÍVNEHO MONITORINGU

- Z celkového počtu 4207 sledovaných stromov v roku 2002 bolo 24,8 % stromov hodnotených ako poškodené, tj. mali defoliáciu väčšiu ako 25 % (stup. defoliácie 2 až 4).
- Horšia situácia je u ihličnatých stromov, kde poškodených je 40,4 %, pri listnatých iba 14,4 % stromov. Po roku 2001, kedy došlo k veľkému nárastu podielu listnatých stromov s defoliáciou väčšou ako 25 % (26,9 % oproti 13,9 % v roku 2000), sa v roku 2002 ich zdravotný stav opätovne zlepšil takmer na úroveň roku 2000.
- Priemerná defoliácia všetkých drevín spolu je 22,2 %, ihličnatých 26,9 % a listnatých 19,0 %.
- V roku 2002 došlo k zlepšeniu zdravotného stavu listnatých drevín oproti roku 2001, zmeny zdravotného stavu ihličnatých drevín boli štatisticky nevýznamné. V tomto roku bol zaznamenaný extrémne nízky podiel listnatých stromov, ktoré v porovnaní s predchádzajúcim rokom zhoršili svoj zdravotný stav (9 %).
- 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 dlhodobo agát a jedľa.
- V roku 2002 oproti roku 2001 bolo pozorované signifikantné zlepšenie zdravotného stavu vyjadrené pomocou defoliácie len u listnatých drevín (buka, hraba a javora), signifikantné zhoršenie nebolo zaznamenané ani u jednej dreviny.

- Oblasťami s dlhodobou najhorším zdravotným stavom lesov na Slovensku sú Orava a spišskotatranská oblasť.
- Plodivosť lesných drevín v roku 2002 bola nízka. Vyššie hodnoty plodivosti boli zaznamenané len u borovice (38,2 %).

#### **POZNATKY Z INTENZÍVNEHO MONITORINGU**

- Môžeme konštatovať, že aj napriek poklesu emisií síry a dusíka v Európe dochádza iba k pozvoľnému znižovaniu obsahu polutantov v zrážkach a depozícia je tak určovaná hlavne úhrnami zrážok v jednotlivých rokoch.
- Na základe analýzy prekračovania kritických záťaží pre acidifikačnú síru a dusík a pre nutrificačný dusík očakávame pretrvávajúci vplyv kyslej depozície síry a dusíka na lesné ekosystémy strednej Európy vrátane Slovenska (približne na 1/3 plochy lesov) minimálne v priebehu nasledujúcich desiatich rokov
- Lesné ekosystémy Slovenska spadajú v rámci Európy do oblasti s najvyšším prekračovaním indexu AOT 40 a ďalších kritických hodnôt pre troposferický ozón a je predpoklad, že takáto situácia bude naďalej pretrvávať najmä vo vyšších nadmorských výškach (nad 800 m n.m.)
- Parciálne poznatky o pôsobení meteorologických a klimatických činiteľov na zdravotný stav lesných porastov ukazujú na ich nezanedbateľný význam a vo vzťahu k doterajšiemu vývoju klímy na území Slovenska je možné očakávať najmä negatívny vplyv zhoršujúcej sa vodnej bilancie v prvom až štvrtom vegetačnom stupni.
- Na základe výsledkov získaných pri fenologických pozorovaniach môžeme skonštatovať, že začiatok vegetačného obdobia – pučanie vegetatívnych púčikov, na jednotlivých sledovaných TMP v roku 2001, spadá u listnatých drevín a smrekovca, do druhej dekády apríla až začiatku mája, obdobie zalistovania drevín trvá od konca apríla do druhej polovice mája. Od polovice mája sú listnaté dreviny a smrekovec na všetkých TMP plne olistené. Fenofáza žltnutie listov začína v tretej dekáde septembra u všetkých listnatých drevín. Začiatok opadu listov je rozložený do obdobia od začiatku po koniec októbra. Obdobie úplného opadu listov nastupuje koncom októbra až do začiatku decembra, pričom najskôr opadnú buky a najneskôr duby.
- Dendrochronologické analýzy poukázali na kladný vplyv zrážok počas vegetačného obdobia a teplôt počas konca vegetačného obdobia predchádzajúceho roka na veľkosť prírastku na TMP v nižších polohách. Na prírastok stromov vo vyšších polohách priaznivo vplyvajú predovšetkým teploty na začiatku a počas vegetačného obdobia. Negatívne sa prejavuje vplyv zrážok v zimných mesiacoch.



## 1. ÚVOD

Čiastkový monitorovací systém lesy (ČMS lesy) je jedným z 10 ČMS zabezpečujúcich komplexný monitoring životného prostredia v SR. ČMS lesy vykonáva monitoring zdravotného stavu lesných ekosystémov, metodické usmernenie monitorovacích aktivít smerom na regionálne, účelové, resp. lokálne monitorovacie systémy, zabezpečenie vzájomnej harmonizácie aktivít participujúcich organizácií v rámci ČMS a väzieb na ostatné ČMS v rámci celoplošného monitorovacieho systému a spracovanie údajov ČMS v parciálnom informačnom systéme vrátane distribúcie informácií užívateľom.

Úlohy stanovené na rok 2002 napĺňajú uznesenie vlády SR číslo 7 z 12.1.2000 o koncepcii dobudovania komplexného monitorovacieho a informačného systému v životnom prostredí a pre rok 2002 boli konkretizované lesníckou sekciou MP SR a MŽP SR. Riešená problematika vyplýva z pretrvávajúceho ohrozenia lesných ekosystémov stresovými faktormi, najmä atmosférickým znečistením. Národný program monitoringu zdravotného stavu lesných ekosystémov sa realizuje v sieti trvalých monitorovacích plôch (TMP) 16x16 km od roku 1987 (extenzívny monitoring), a na 8 výskumných trvalých monitorovacích plochách od roku 1998 (intenzívny monitoring). Obidve úrovne monitoringu sú súčasťou s európskej siete monitorovacích plôch v rámci programu

UN-ECE ICP Forests a programu EÚ Paneurópsky program intenzívneho monitoringu. Predkladaná správa "Zdravotný stav lesov Slovenska" poskytuje informácie o zdravotnom stave lesov na Slovensku v roku 2002, národnom a celoeurópskom vývoji od roku 1987 a taktiež syntetizuje poznatky získané v oblasti výskumu za celé obdobie monitoringu od roku 1987. Európske výsledky sú spracované z údajov z 5942 TMP transnárodnej európskej siete programu UN-ECE ICP Forests a 866 TMP z Paneurópskeho programu intenzívneho monitoringu. Správa je určená orgánom štátnej správy ako podkladový materiál pre rozhodovacie procesy v oblasti ochrany lesov a lesného hospodárstva. Zároveň je informačnou bázou pre pracovníkov výskumu i lesnej prevádzky obsahujúcou súhrnné informácie o stave a vývoji hlavných indikátorov charakterizujúcich zdravotný stav lesných ekosystémov. Údaje a výsledky z monitoringu v roku 2002 budú poskytnuté koordinačným centrom programov ICP Forests v Hamburgu (SRN) a Paneurópskemu programu intenzívneho monitoringu vo Wageningene (Holandsko). Správa bude poskytnutá MP SR, 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://frisweb.fris.sk/CmsLesy>.

### Ciele riešenia v roku 2002

- Pokračovať v monitorovacích prácach a prieskumoch zameraných na objasnenie vplyvu znečisteného ovzdušia a dopadov klimatických zmien na lesné ekosystémy. Práce realizovať v paneurópskej sieti extenzívneho a intenzívneho monitoringu.
- Komplexne spracovať výsledky extenzívneho monitoringu v sieti 112 trvalých monitorovacích plôch (TMP) a intenzívneho monitoringu na 8 TMP.
- Priebežne aktualizovať banku dát a parciálny informačný systém Strediska ČMS Lesy na Internete.
- Zabezpečiť činnosť Strediska ČMS Lesy a koordináciu prác na národnej úrovni a spoluprácu s paneurópskymi štruktúrami (Paneurópsky program intenzívneho monitoringu, program UN/ECE ICP Forests).



## 2. PROBLEMATIKA

### 2.1 AKTUALIZÁCIA ZÁMEROV BUDOVANIA ČMS LESY V ROKU 2002

Na národnej úrovni sme pokračovali v prácach súvisiacich s aktualizáciou informačného systému monitoringu (ISM). MŽP SR začiatkom roka zadalo úlohu, aktualizovať internetové stránky jednotlivých ČMS podľa jednotnej obsahovej náplne. Cieľom bolo dosiahnuť taký funkčný ISM, ktorý zabezpečí prístup k vybraným údajom z monitoringu v SR podľa stanovených okruhov užívateľov. S aktualizovanou stránkou Strediska ČMS lesy je sa možné oboznámiť na adrese: <http://frisweb.fris.sk/CmsLesy> alebo na <http://www.fris.sk/sk/index.htm>.

Na medzinárodnej úrovni je kľúčová otázka prípravy novej rezolúcie o programe monitoringu. Platnosť Council Regulation No. 3528/86 o začiatku programu o Ochrane lesov pred atmosférickým znečistením (Protection of Forests against Atmospheric Pollution) bola predĺžená do konca roku 2003. DG Agriculture európskej komisie bude zodpovedať za program až do jeho skončenia. DG Environment v súčasnosti pripravuje novú EÚ Scheme s cieľom zabezpečiť hladký prechod programu k aktualizovanému zameraniu. Do Európskeho Parlamentu by mal byť v roku 2002 predložený návrh novej Council

Na základe Projektu zavedenia kontroly a riadenia kvality v ČMS Lesy, vypracovaného v roku 2001 sme pokračovali v dobudovaní systému. Zamerali sme sa na dobudovanie archívu vzoriek a metrologické ošetrovanie metodík pre analýzu vzoriek zrážkových vôd a pôdneho roztoku.

Na základe požiadavky MP SR sme participovali na príprave integrovaného GIS rezortu pôdohospodárstva (IGIS RP). Pripravili sme návrhy pre integráciu vybraných údajov monitoringu do IGIS RP.

#### Regulation „*Monitorovania lesov a environmentálnych interakcií*“

Podľa predbežnej verzie návrhu nová rezolúcia bude pokrývať nové aspekty vychádzajúce z relevantných politických rozhodnutí napr. ministerské konferencie o ochrane lesov, ktoré prispievajú k účinnejšej aktualizácii lesníckej politiky. Taktiež poskytne dôležité informácie súvisiacim oblastiam akými sú znečistenie ovzdušia, biodiverzita, klimatické zmeny. Návrh novej schémy poskytne základ pre hodnotenie lesných ekosystémov na širšej báze vychádzajúc z 3 hlavných pilierov:

1. Monitoring vplyvu znečistenia ovzdušia na lesy ostáva hlavným a nosným prvkom novej regulácie.
2. Druhým pilierom je monitoring lesných požiarov .
3. Tretí pilier je založený na rozvoji nových monitorovacích aktivít na základe vedeckých poznatkov zo štúdií, demonštračných projektov a experimentov. Pôjde o postupnú realizáciu nových aktivít pričom v súčasnej dobe nie sú tieto aktivity bližšie špecifikované. Očakáva sa, že z veľkej časti pôjde o implementáciu pôvodne uvažovanej III úrovne monitoringu, ktorá bola zameraná na hĺbkovú štúdiu vzťahov v lesných ekosystémoch.

Monitorovacie aktivity by mali byť implementovaná v rámci viacročných národných programov, pričom sa predpokladá

spolufinancovanie monitorovacích aktivít členských krajín EÚ na 50%.

## 3. EXTENZÍVNY MONITORING

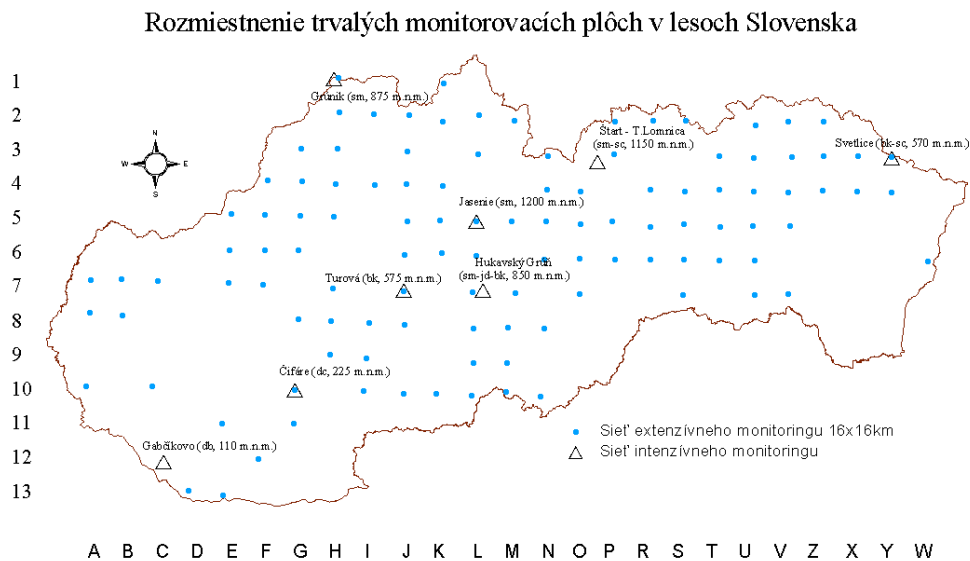
### 3.1. METODIKA MONITOROVACÍCH PRÁČ

#### Úvod

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. 3.1.). 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 2002 sa hodnotenie zdravotného stavu lesných drevín uskutočnilo v dňoch 29.7.–9.8. na 111 TMP. Hodnotenia sa zúčastnilo 5 dvojčlených pracovných skupín. Z dôvodu vyťaženia plochy sa nevykonalo hodnotenie na TMP E13. Celkový počet hodnotených stromov bol 5076, do vyhodnotenia zdravotného stavu bolo zahrnutých 4207 stromov sociálneho postavenia 1 a 2 podľa KRAFTA.



**Obr. 3.1** Mapa trvalých monitorovacích plôch

#### Metodika

V rámci každoročného hodnotenia drevinovej zložky sa hodnotia všetky označené stromy (aj stromy vrastavé a podúrovňové). Do spracovania údajov (hodnotenie defoliácie, zmien sfarbenia, prírastku) sú v tejto správe zahrnuté len stromy nadúrovňové a úrovňové (stromy biosociologické postavenia 1 a 2 podľa KRAFTA). Na každej

drevine sme v roku 2002 hodnotili nasledovné parametre:

- biosociologické postavenie (1-5) podľa KRAFTA,
- 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. 3.1 Stupne defoliácie**

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

Pri sfarbení asimilačných orgánov sa v percentách hodnotí množstvo listov (ihlíc) so zmeneným sfarbením s presnosťou na 5 %. Na základe

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

**Tab. 3.2 Stupne sfarbenia**

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

Podľa medzinárodne platnej metodiky je výsledný stav stromov daný vzájomnou kombináciou

stupňa defoliácie a stupňa sfarbenia, a to podľa nasledovnej tabuľky:

**Tab. 3.3 Kombinácia sfarbenia a defoliácie**

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

Plodivosť sa hodnotí štvorčlennou stupnicou: žiadna, slabá, stredná, silná.

Radiálny prírastok za obdobie medzi dvomi rokmi sa vypočíta z obvodov kmeňa v  $d_{1,3}$ .

Poškodenie 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 č. 3.4.

Tab. 3.4 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 pôdných 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

Metodologické detaily sú podrobne popísané v ICP Forests Manuáli (UN/ECE, 1998), v Council Regulation (EEC) No. 3528/86, v materiále Basic documents for the

implementation of the intensive monitoring programme of forest ecosystems in Europe (EC DG VI, Brusel 1998) a v národnom manuáli metodík (Bucha a kol., 1998).

## 3.2 VÝSLEDKY

### 3.2.1 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. 3.6 a obr. 3.2 sú uverejnené výsledky rozdelené do 10%-ných tried defoliácie, z dôvodu podať podrobnejšiu informáciu rozdelení hodnôt defoliácie.

Tabuľky 3.5 a 3.6 a obr. 3.2 udávajú percentuálne zastúpenie drevín v jednotlivých stupňoch defoliácie resp. v defoliačných triedach. Listnaté dreviny lepšie odolávajú nepriaznivým faktorom ako dreviny ihličnaté, čo súvisí okrem iného aj s rozdielnou dobou pretrvávania asimilačných orgánov. Kým listnaté dreviny obnovujú asimilačné orgány každoročne, u ihličnatých pretrvávajú niekoľko rokov, takže hodnotenú defoliáciu ovplyvňuje aj poškodenie, ku ktorému došlo pred niekoľkými rokmi. Hrab a buk boli v celom doterajšom priebehu monitoringu najmenej poškodzovanými drevinami na Slovensku. V minulom roku bola zaznamenaná zvýšená de-

foliácia buka a hraba spôsobená ich vysokou plodivosťou v niektorých oblastiach Slovenska, ale tá sa v roku 2002 opäť vrátila na úroveň predchádzajúcich rokov. Najviac poškodenými drevinami (s najväčším podielom v stupňoch 2-4) sú ihličnaté dreviny, predovšetkým smrekovec a jedľa, ale vysoký podiel je aj u borovice a smreka. Smrek a jedľa patria permanentne medzi najviac poškodené dreviny, ktorých zdravotný stav sa nezlepšuje ani v klimaticky priaznivých rokoch. Na vysokom poškodení smrekovca sa čiastočne podieľa aj malý rozsah výberu stromov, ktorý nereprezentuje celoslovenské pomery. Oproti roku 2001 sa v tomto roku znížil podiel v stupni defoliácie 2-4 u všetkých sledovaných druhov listnatých drevín. K zlepšeniu došlo aj u skupiny ostatných listnatých drevín, kde sa na vysokom poškodení podieľajú predovšetkým prestarnuté porasty agáta, ktoré už mali byť v obnove.

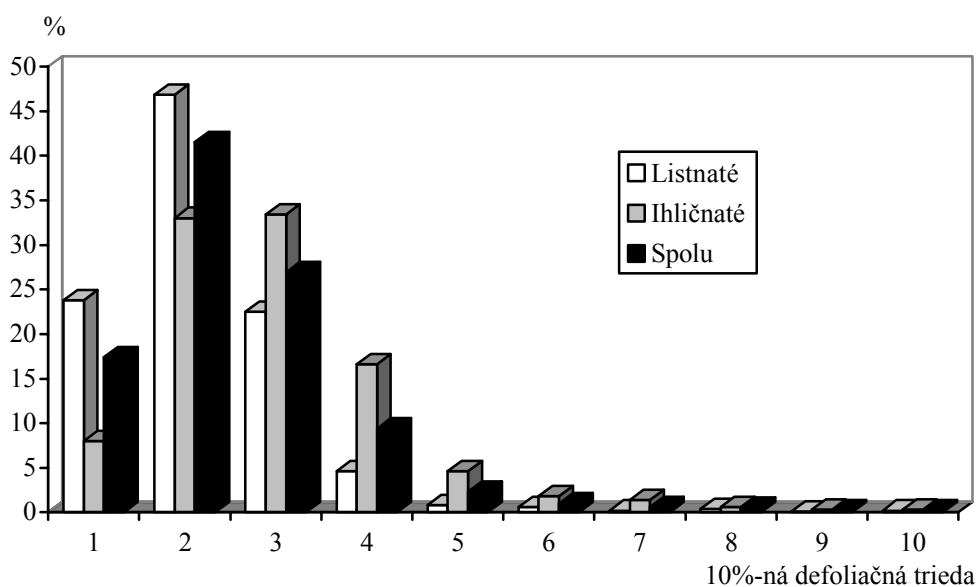
Na obr. 3.2 je znázornené rozdelenie stromov do defoliačných tried. Defoliačné triedy 1-3 (defoliácia 0-30 %) zahrňujú až 85,8 % zo všetkých stromov. Podiel stromov s defoliáciou väčšou ako 50 % je iba 2,5 %.

Tab. 3.5 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	28,9	65,4	5,6	0,1	0,0	71,1	5,7	1382
Dub	5,8	66,5	27,5	0,2	0,0	94,2	27,7	499
Hrab	31,8	59,7	8,5	0,0	0,0	68,2	8,5	283
Ostatné listnaté	20,7	44,6	29,7	4,2	0,8	79,3	34,7	357
Listnaté spolu	23,5	62,1	13,6	0,7	0,1	76,5	14,4	2521
Smrek	8,3	53,7	35,2	2,4	0,4	91,7	38,0	1052
Jedľa	5,5	45,0	47,0	2,0	0,5	94,5	49,5	200
Borovica	9,1	51,1	37,6	2,2	0,0	90,9	39,8	364
Smrekovec	4,3	41,4	52,9	1,4	0,0	95,7	54,3	70
Ihličnaté spolu	7,9	51,7	37,8	2,3	0,3	92,1	40,4	1686
Spolu	17,3	57,9	23,3	1,3	0,2	82,7	24,8	4207

Tab. 3.6 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	29,3	51,3	17,9	1,1	0,1	0,1	0,1	0,0	0,0	0,1	1382
Dub	5,8	44,5	37,3	10,0	1,6	0,6	0,2	0,0	0,0	0,0	499
Hrab	31,8	50,6	14,8	2,1	0,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	283
Ost. list.	21,0	30,3	25,8	12,9	2,2	2,8	0,6	2,5	0,8	1,1	357
List.spolu	23,8	46,8	22,5	4,6	0,8	0,6	0,2	0,4	0,1	0,2	2521
Smrek	8,4	35,5	31,3	16,2	3,6	2,2	1,4	0,6	0,4	0,4	1052
Jedľa	5,5	26,5	34,0	22,0	8,0	1,5	1,5	0,5	0,0	0,5	200
Borovica	9,1	30,7	36,8	14,3	5,8	1,1	1,1	0,8	0,3	0,0	364
Smrekovec	4,3	25,7	45,7	20,0	2,9	0,0	1,4	0,0	0,0	0,0	70
Ihl. spolu	8,0	33,0	33,4	16,6	4,6	1,8	1,4	0,6	0,3	0,3	1686
Spolu	17,4	41,5	26,9	9,4	2,3	1,0	0,6	0,5	0,2	0,2	4207



Obr. 3.2 Podiel stromov v jednotlivých defoliačných triedach

## 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 3.7 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. V roku 2002 sa v agregovanom stupni sfarbenia 1-4 nachádzalo malé percento stromov (iba 1,9 % zo všetkých stromov). Zmena sfarbenia asimilačných orgánov bola pozorovaná predovšetkým na ihličnatých drevinách, najväčšia bola u jedle (7,5 %) a u borovice (7,4 %). U listnatých stromov sa zmena sfarbenia asimilačných orgánov vyskytovala iba veľmi zriedkavo (na 0,7 % pozorovaných jedincoch) hlavne v skupine ostatných listnatých drevín a na duboch.

**Tab. 3.7** 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	1381
Dub	99,0	0,6	0,4	0,0	0,0	1,0	0,4	499
Hrab	100,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	283
Ost. list.	96,9	2,8	0,0	0,0	0,3	3,1	0,3	357
List. spolu	99,3	0,6	0,1	0,0	0,0	0,7	0,1	2521
Smrek	98,2	0,8	0,2	0,5	0,3	1,8	1,0	1052
Jedľa	92,5	7,5	0,0	0,0	0,0	7,5	0,0	200
Borovica	92,6	7,4	0,0	0,0	0,0	7,4	0,0	364
Smrekovec	100,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	70
Ihl. spolu	96,4	3,0	0,1	0,3	0,2	3,6	0,6	1686
Spolu	98,1	1,6	0,1	0,1	0,1	1,9	0,3	4207

## Kombinácia defoliácie a zmeny sfarbenia asimilačných orgánov

Tabuľka 3.8 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 3.5 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. 3.8** 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	28,9	65,4	5,6	0,1	0,0	71,1	5,7	1382
Dub	5,8	66,5	27,3	0,4	0,0	94,2	27,7	499
Hrab	31,8	59,7	8,5	0,0	0,0	68,2	8,5	283
Ost. list.	20,7	44,6	29,7	4,2	0,8	79,3	34,7	357
List. spolu	23,5	62,0	13,6	0,8	0,1	76,5	14,5	2521
Smrek	8,3	53,7	35,2	2,4	0,4	91,7	38,0	1052
Jedľa	5,5	45,0	47,0	2,0	0,5	94,5	49,5	200
Borovica	9,1	51,1	37,6	2,2	0,0	90,9	39,8	364
Smrekovec	4,3	41,4	52,9	1,4	0,0	95,7	54,3	70
Ihl. spolu	7,9	51,7	37,8	2,3	0,3	92,1	40,4	1686
Spolu	17,3	57,8	23,3	1,4	0,2	82,7	24,9	4207

## Vývoj zdravotného stavu v rokoch 1987 - 2002

Tabuľka 3.9 udáva zastúpenie ihličnatých, listnatých a všetkých drevín v jednotlivých stupňoch defoliácie od začiatku vykonávania monitoringu v roku 1987 po rok 2002 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. 3.9 Vývoj zastúpenia jednotlivých druhov drevín v stupňoch defoliácie

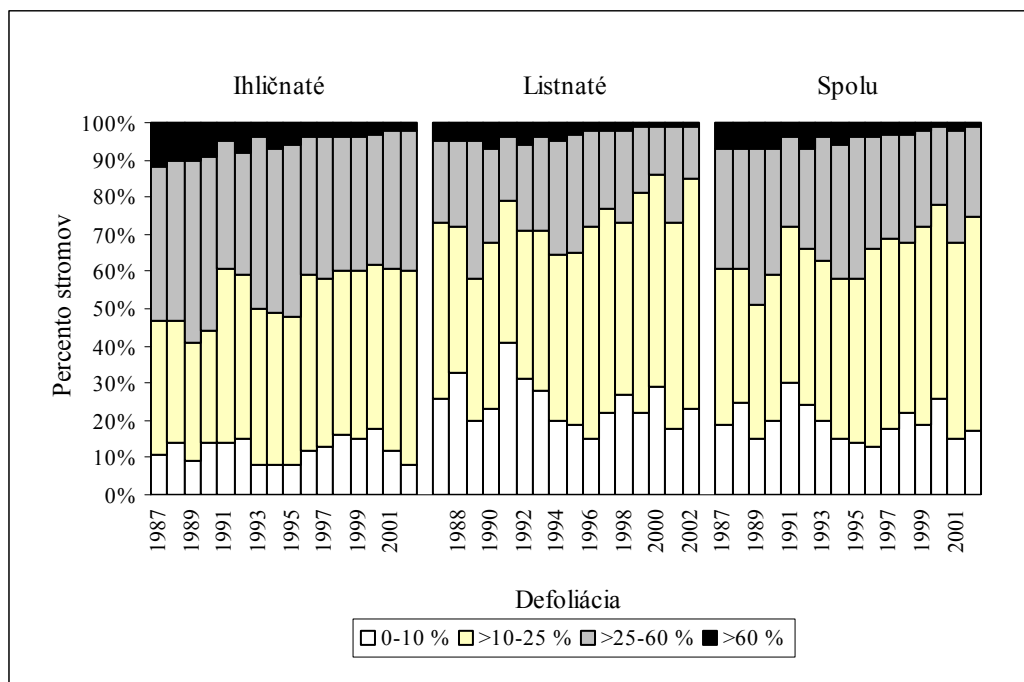
Rok	Dreviny	Zastúpenie stromov v stupňoch defoliácie v %							
		0	1	2	3	4	1-4	2-4	3-4
1987	ihličnaté	11	36	41	11	1	89	53	12
	listnaté	26	47	22	5	0	74	27	5
	spolu	19	42	32	7	0	81	39	7
1988	ihličnaté	14	33	43	9	1	86	53	10
	listnaté	33	39	23	5	0	67	28	5
	spolu	25	36	32	6	1	75	39	7
1989	ihličnaté	9	32	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

**Pokračovanie tab. 3.9. 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
1999	ihličnaté	15	45	36	3	1	85	40	4
	listnaté	22	59	18	1	0	78	19	1
	spolu	19	53	26	1	1	81	28	2
2000	ihličnaté	18	44	35	2	1	82	38	3
	listnaté	29	57	13	1	0	71	14	1
	spolu	25	52	22	1	0	75	23	1
2001	ihličnaté	12	49	37	1	1	88	39	2
	listnaté	18	55	26	1	0	82	27	1
	spolu	16	53	30	1	0	84	31	1
2002	ihličnaté	8	52	38	2	0	92	40	2
	listnaté	23	62	14	1	0	77	15	1
	spolu	17	58	24	1	0	83	25	1

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

ihličnatých drevín je od roku 1996 ustálený s podielom stromov v stupni poškodenia 2-4 v rozpätí od 38 do 42 %. Na obrázku 3.3 je znázornené zastúpenie ihličnatých, listnatých a všetkých drevín spolu v jednotlivých stupňoch poškodenia od začiatku monitoringu v roku 1987.



**Obr. 3.3 Zastúpenie drevín v jednotlivých stupňoch defoliácie**

### Priemerná defoliácia drevín v rokoch 1988 - 2002

Tabuľka 3.10 udáva základné štatistické veličiny: aritmetický priemer defoliácie a strednú chybu určenej priemernej defoliácie vypočítané pre dvojstupňový výber, od roku 1988 do

roku 2002. 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.

**Tab. 3.10** Vývoj priemernej defoliácie podľa drevín v rokoch 1988 - 2002 a dosiahnutá presnosť ich určenia pri 68 %-nej spoľahlivosti

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

Drevina	Priemerná defoliácia v % ± stredná chyba							
	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002
Buk	20,6±1,1	19,8±0,7	18,3±0,8	16,2±0,9	17,6±0,6	14,9±0,6	20,7±0,8	16,5±0,5
Dub	30,6±1,2	30,3±1,5	28,0±1,8	30,8±1,6	25,6±1,1	23,3±0,9	24,0±0,7	23,4±1,0
Hrab	21,8±2,0	18,9±0,8	14,1±1,0	15,7±1,5	14,7±1,7	14,2±1,1	22,7±2,6	16,4±1,1
Jaseň	33,4±4,3	29,6±3,5	22,8±1,8	27,6±3,3	23,5±1,4	22,9±2,5	24,4±2,3	24,0±1,9
Javor	28,0±2,6	23,2±1,5	22,4±2,0	21,8±1,5	20,2±1,7	16,5±1,5	20,7±1,9	17,5±1,4
Agát	48,4±6,1	42,7±4,0	37,0±4,5	45,7±6,2	34,6±4,1	39,8±3,7	37,3±6,7	36,1±5,2
List. spolu	25,3±1,2	23,8±0,9	21,5±0,9	21,8±1,2	20,4±0,8	18,3±0,8	22,3±0,9	19,0±0,8
Smrek	31,9±1,1	26,7±1,1	28,0±1,1	27,2±1,1	28,5±1,2	28,2±1,2	26,5±1,0	26,5±0,9
Jedľa	31,6±3,0	32,8±2,4	33,7±2,3	29,3±3,1	28,6±2,8	28,3±2,9	28,8±1,8	29,3±1,7
Borovica	32,8±1,9	31,2±1,5	24,8±1,1	25,4±1,5	21,6±1,1	22,0±1,3	24,7±1,3	26,4±1,5
Smrekovec	27,6±1,7	25,2±3,2	24,7±2,5	23,4±3,5	24,5±1,2	20,3±1,5	26,3±2,6	27,4±2,5
Ihlič. spolu	32,0±0,9	28,3±0,9	27,7±0,9	26,8±1,0	26,8±1,0	26,5±1,0	26,3±0,8	26,9±0,8
Spolu	28,1±0,9	25,7±0,7	24,1±0,7	23,9±0,9	23,0±0,7	21,6±0,8	23,9±0,7	22,2±0,7

Na overenie štatistickej významnosti výberových priemerov jednotlivých drevín bola testovaná hypotéza o rovnosti priemerných defoliá-

cií v rokoch 2001 a 2002. Výsledky sú uvedené v tabuľke 3.11.

Tab. 3.11 Test zhody priemerných defoliácií jednotlivých drevín v rokoch 2001 a 2002

Drevina	Počet stromov celkom	$\bar{x}$	$s_{\bar{x}}$	$\bar{x}_1 - \bar{x}_2$	$r_{1,2}$	$S_{(\bar{x}_1 - \bar{x}_2)}$	$t$
SM 2001	1108	26,5	1,0				
SM 2002	1052	26,5	0,9	0,0	0,82	0,583	0,000
JD 2001	155	28,8	1,8				
JD 2002	200	29,3	1,7	+0,5	0,88	0,866	0,577
BO 2001	387	24,7	1,3				
BO 2002	364	26,4	1,5	+1,7	0,75	1,019	1,668
SC 2001	64	26,3	2,6				
SC 2002	70	27,4	2,5	+1,1	0,56	2,394	0,459
IHL 2001	1714	26,3	0,8				
IHL 2002	1686	26,9	0,8	+0,6	0,80	0,489	1,227
BK 2001	1389	20,7	0,8				
BK 2002	1382	16,5	0,5	-4,2	0,61	0,635	6,614**
DB 2001	489	24,0	0,7				
DB 2002	499	23,4	1,0	-0,6	0,60	0,785	0,764
HB 2001	296	22,7	2,6				
HB 2002	283	16,4	1,1	-6,3	0,57	2,166	2,908**
JS 2001	87	24,4	2,3				
JS 2002	88	24,0	1,9	-0,4	0,83	1,282	0,312
JV 2001	52	20,7	1,9				
JV 2002	53	17,5	1,4	-3,2	0,55	1,618	1,977**
AG 2001	121	37,3	6,7				
AG 2002	133	36,1	5,2	-1,2	0,69	4,884	0,245
LIST 2001	2527	22,3	0,9				
LIST 2002	2521	19,0	0,8	-3,3	0,66	0,702	4,700**
Σ 2001	4241	23,9	0,7				
Σ 2002	4207	22,2	0,7	-1,7	0,74	0,497	3,421**

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

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

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

V roku 2002 došlo k zlepšeniu priemerných defoliácií u všetkých hodnotených listnatých drevín. Zlepšenie priemernej defoliácie u duba, jaseňa a agáta však nie je štatisticky významné. U ihličnatých drevín nedošlo k štatisticky významným zmenám v priemernej defoliácii. V roku 2002 bolo v porovnaní s rokom 2001 pozorované **signifikantné zlepšenie** (pri  $P = 95\%$ ) u **buka** o  $4,2\%$  (určené s presnosťou  $\pm 0,5\%$ ), **hraba** o  $6,3 \pm 1,1\%$ , a u **javora** o  $3,2 \pm 1,4\%$ . Výrazné zlepšenie defoliácie týchto drevín zapríčinilo, že aj v kategórii listnaté dreviny spolu došlo k **signifikantnému zlepšeniu defoliácie** o  $3,3 \pm 0,8\%$  a aj **celkový zdravotný stav všetkých drevín sa štatisticky významne zlepšil o  $1,73 \pm 0,7\%$** . Zmena defoliácie v roku 2002 oproti roku 2001 vyjadruje tzv. brutto zmenu, ktorá nastala tak zmenou stavu korún, ako aj vplyvom ťažby, dopĺňania stromov, alebo presunom z kategórie nehodnotených stromov do kategórie hodnote-

ných a naopak (jedná sa predovšetkým o zmenu sociologického postavenia, pretože hodnotené sú iba stromy sociologického postavenia 1 a 2 podľa Krafta). Netto zmena – zmena ku ktorej došlo v skúmanom období na rovnakom súbore stromov je zlepšenie o  $1,65\%$ . Rozdiel medzi brutto a netto zmenou ( $0,08\%$ ) je zapríčinený zlepšením priemernej defoliácie vplyvom ťažby o  $0,13\%$ , vplyvom prechodu stromov z kategórie hodnotených do kategórie nehodnotených o  $0,08\%$  a zhoršením priemernej defoliácie vplyvom dopĺňania stromov o  $0,10\%$  a vplyvom prechodu stromov z kategórie nehodnotených do kategórie hodnotených o  $0,03\%$ . S cieľom overiť štatistickú významnosť rozdielov výberových priemerov bola testovaná hypotéza o rovnosti priemerných defoliácií v jednotlivých rokoch. Výsledky sú uvedené v tabuľke 3.12.

Tab. 3.12 Test zhody priemerných defoliácií v jednotlivých rokoch

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

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

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

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

Na základe testu hypotézy o rovnosti výberových aritmetických priemerov možno usúdiť, že v rokoch 1989, 1992, 1994 a 2001 došlo skutočne k zhoršeniu zdravotného stavu lesov na Slovensku. Naopak k štatisticky významnému zlepšeniu zdravotného stavu oproti predchádzajú

júcemu roku došlo v rokoch 1990, 1991, 1996, 1997, 2000 a 2002. V rokoch 1993, 1995, 1998 a 1999 nedošlo k štatisticky významným zmenám oproti predošlému roku, a preto ich môžeme považovať za náhodné.

## Dynamika zmien zdravotného stavu lesa na TMP

Tabuľka 3.13 vyjadruje dynamiku zmien zdravotného stavu lesov vyjadrenú prostredníctvom zmien podielu stromov zaradených do jednotlivých stupňov defoliácie za obdobie 1995-2002. 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 2002 oproti roku 2001 13 % stromov zhoršilo svoj zdravotný stav, 67 % hodnotených stromov ostalo na tom istom stupni

defoliácie a 20 % stromov svoj stav zlepšilo. **Celkove došlo k zlepšeniu zdravotného stavu hodnotených stromov oproti roku 2001, ktoré bolo zapríčinené zlepšením zdravotného stavu listnatých drevín.** Pozornosť si zaslúži podiel hodnotených stromov, ktoré ostali na tom istom stupni defoliácie a ktorý je najväčší za celé sledované obdobie a tiež **extrémne nízky podiel listnatých stromov, ktoré zhoršili svoj zdravotný stav (9 %).**

## 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 3.14 uvádza počet stromov, ktoré sú poškodené jednotlivými typmi poškodenia a podiel poškodených stromov s defoliáciou väčšou ako 25 % na celkovom množstve poškodených stromov v danom type poškodenia.

Tab. 3.13 Dynamika zmien zdravotného stavu v rokoch 1995 až 2002

Časť	Pre- sun	1995-96			1996-97			1997-98			1998-99			1999-2000			2000-01			2001-02		
		Ihl. %	List. %	Sp. %	Ihl. %	List. %	Sp. %	Ihl. %	List. %	Sp. %	Ihl. %	List. %	Sp. %	Ihl. %	List. %	Sp. %	Ihl. %	List. %	Sp. %	Ihl. %	List. %	Sp. %
I.	0-0	4	11	8	6	7	7	8	12	11	8	15	12	9	15	13	8	14	11	6	13	10
	0-1	3	8	6	5	7	6	5	8	7	7	12	10	5	7	6	10	14	12	6	5	5
	0-2	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	1	2	2	0	0	0
	0-3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0-4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
II.	1-0	6	4	5	6	13	10	7	13	10	6	6	6	8	13	11	4	4	4	2	8	6
	1-1	27	25	32	28	36	33	30	30	30	29	34	32	29	41	36	30	37	34	37	43	40
	1-2	7	8	8	13	8	10	9	13	11	10	7	8	9	5	7	11	16	14	11	4	6
	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	1	1	1	2	1	1	2	2	0	1	1	1	0	1	1	0	0	0	2	1
	2-1	17	14	15	11	12	12	11	8	9	10	14	12	10	10	10	9	4	6	10	14	13
	2-2	27	16	21	23	12	17	24	11	16	24	10	16	24	8	14	25	7	14	26	9	15
	2-3	1	0	0	1	1	1	2	1	1	1	0	1	1	0	1	0	0	0	1	0	1
	2-4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
IV.	3-0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	3-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	3-2	2	1	2	1	0	0	1	0	1	2	1	1	1	0	1	1	0	0	0	1	1
	3-3	2	1	1	2	1	1	2	1	1	1	0	1	1	0	1	1	1	1	1	0	1
	3-4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
V.	4-4	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	N	1760	2440	4200	1697	2380	4077	1677	2489	4166	1740	2476	4216	1657	2505	4162	1712	2527	4239	1623	2498	4121
	Zlepšenie	27	20	23	19	28	24	20	23	22	18	21	20	20	23	22	14	9	11	13	26	20
	Bez zmeny	61	64	62	60	56	58	63	54	58	62	59	60	64	64	64	64	58	61	69	65	67
	Zhoršenie	12	16	15	21	16	18	17	23	20	20	20	20	16	13	14	22	33	28	18	9	13
	Celk. zmena		-8			-6			-2			0			-8			+17			-7	

Tab. 3.14 Výskyt jednotlivých typov poškodenia na hodnotených stromoch

Typ poškodenia	Výskyt poškodenia		Defoliácia > 25 %	
	počet stromov	% z celkového počtu	počet stromov	% z napadnutých stromov
zver	10	0,2	4	40
hmyz	240	4,7	73	30
huby	298	5,8	77	26
abiotické činitele	134	2,6	49	37
ťažbová činnosť	206	4,0	76	37
oheň	0	0,0	0	0
epifyty	36	0,7	25	69
SPOLU	804	15,7	263	34

Z celkového počtu 5076 hodnotených stromov bol na 15,7 % zistený aspoň 1 typ poškodenia. Najviac poškodzovanou drevinou je dub, hrab a agát, najmenej poškodzovanou borovica, jedľa a buk. Najväčší

podiel na vysokom poškodení duba a hraba mal v roku 2002 listožravý hmyz. Poškodenie koruny a kmeňa pre jednotlivé drevinu je uvedené v tabuľke 3.15.

Tab. 3.15 Poškodenie koruny a kmeňa

Drevina	Percento stromov
Smrek	13,2
Jedľa	8,0
Borovica	5,8
Buk	12,1
Dub	33,1
Hrab	33,1
Agát	17,2

Každoročne je najviac stromov poškodených priamou činnosťou človeka (ťažbová činnosť) a hubami. V roku 2002 sa vyskytol vysoký podiel poškodenia listožravým hmyzom. Po ňom nasleduje poškodenie abiotickými škodlivými činiteľmi. Vplyv jednotlivých druhov poškodenia na zvyšovanie defoliácie je približne rovnaký. Zhruba môžeme povedať, že každý tretí poškodený strom má defoliáciu väčšiu ako 25 %. Obrázok 3.4 znázorňuje

### Plodivosť

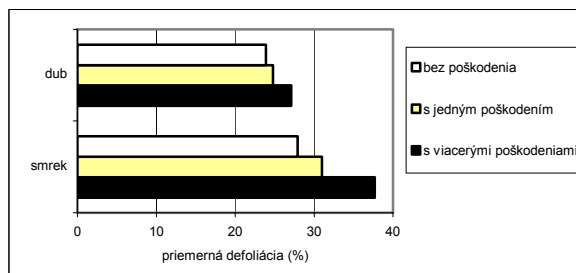
Plodivosť bola hodnotená štvorčlennou stupnicou: žiadna ( ), slabá (C), stredná (B) a silná (A). Najvyššia plodivosť bola v roku 2002 pozorovaná u borovice (plodilo 38,2 % pozorovaných stromov). Slabú plodivosť mal dub (11,9 %). Ostatné dreviny mali plodivosť

Tab. 3.16 Plodivosť drevín v roku 2002

Drevina	Počet stromov				Počet stromov celkom	Plodivosť v %
	A	B	C	Spolu A-C		
smrek	3	3	17	23	1368	1,7
jedľa	0	1	3	4	226	1,8
borovica	31	83	32	146	382	38,2
buk	2	5	7	14	1632	0,9
dub	0	19	45	64	537	11,9
hrab	1	1	1	3	393	0,7

### Trend vývoja zdravotného stavu lesa

Trend vývoja pre jednotlivé dreviny, pre skupinu ihličnatých drevín, listnatých drevín a spolu je možné určiť na základe tabuľky 3.10, ktorá udáva priemernú defoliáciu drevín v rokoch 1988 - 2002. Predpokladaný vývoj zdravotného



Obr. 3.4 Priemerná defoliácia smreka a duba vo vzťahu k počtu poškodení

závislosť medzi priemernou defoliáciou a počtom jednotlivých druhov poškodenia pre dreviny smrek a dub. Priemerná defoliácia stromov stúpa s počtom poškodení. Stromy bez poškodenia kmeňa alebo koruny majú priemernú defoliáciu nižšiu ako stromy s jedným druhom poškodenia. Najväčšiu priemernú defoliáciu majú stromy s viacerými druhmi poškodenia.

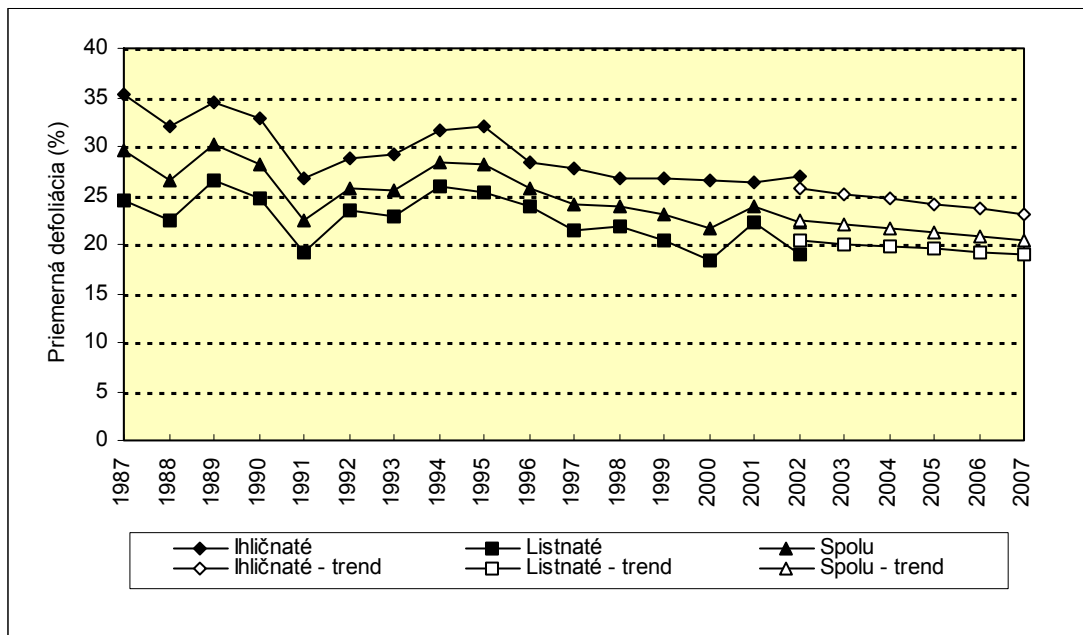
menšiu ako 2 %, to znamená, že defoliácia v tomto roku nebola ovplyvnená plodivosťou drevín.

Tabuľka 3.16 uvádza plodivosť jednotlivých druhov drevín v roku 2002.

ihličnaté dreviny:	SAO = 1056,11 - 0,515 * rok,	r = -0,8021,	t = 5,026	t <sub>0.05(14)</sub> = 2,145
listnaté dreviny:	SAO = 621,86 - 0,300 * rok,	r = -0,5709,	t = 2,602	t <sub>0.05(14)</sub> = 2,145
spolu:	SAO = 856,80 - 0,417 * rok,	r = -0,7337,	t = 4,040	t <sub>0.05(14)</sub> = 2,145

Vývoj zdravotného stavu lesných drevín je znázornený na obrázku 3.5. 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 0,52 %, pri listnatých sa zlepši o 0,30 % a spolu sa zdravotný stav ročne zlepši o 0,42 %. 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

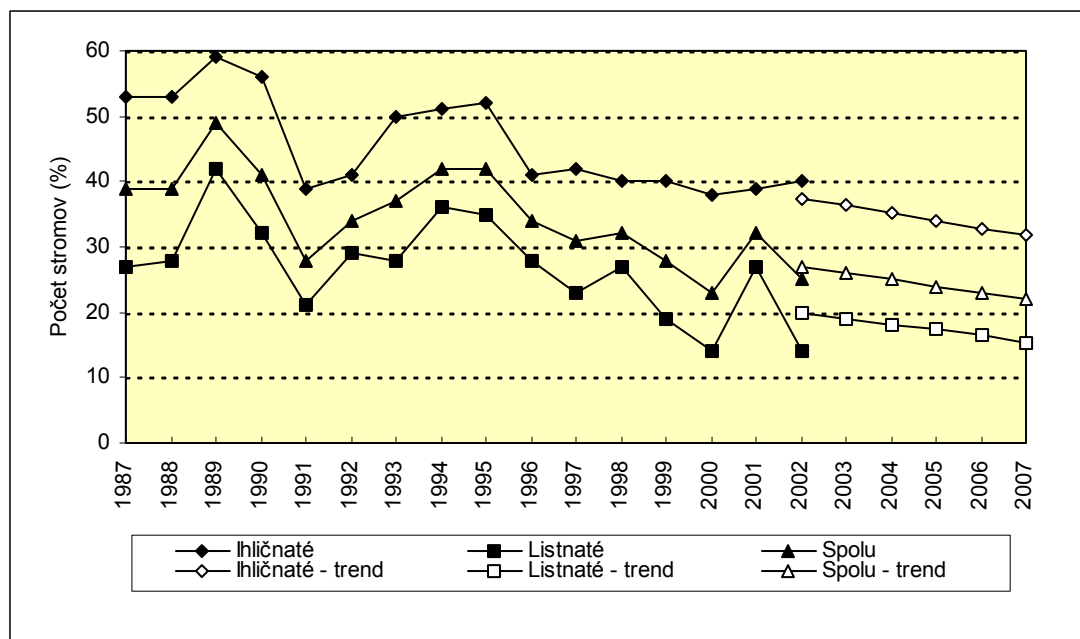
vyplýva, že za obdobie rokov 1987-1996 sa hodnota poškodenia všetkých drevín spolu pohybovala v rozmedzí hodnôt 25-30 %. Výnimku tvorí iba klimaticky veľmi priaznivý rok 1991, kedy hodnota klesla pod 25 %. **V posledných šiestich rokoch došlo k zlepšeniu zdravotného stavu a priemerná defoliácia všetkých drevín klesla pod 25 %. Ihličnaté dreviny majú od roku 1996 vyrovnané hodnoty priemernej defoliácie (26,3-28,3 %), pri listnatých drevinách dochádza medzi jednotlivými rokmi k väčším výkyvom.** Možno konštatovať, že zdravotný stav lesov Slovenska za posledných 10 rokov je stabilizovaný, výkyvy v jednotlivých rokoch sú spôsobované predovšetkým klimatickými faktormi.



Obr. 3.5 Vývoj priemernej defoliácie a prognóza trendu do roku 2007

Zastúpenie stromov v stupňoch defoliácie 2-4 pre skupinu ihličnatých drevín, listnatých drevín a spolu je možné určiť na základe tabuľky 3.9. Prognóza trendu do roku 2007 je vypočítaná pomocou jednoduchej lineárnej regresie ako v predchádzajúcom prípade a znázornená na obrázku 3.6. Trend a jeho významnosť udávajú nasledovné rovnice. Na základe záporných hodnôt regresných koeficientov možno usudzovať na znižovanie počtu stromov stredne a silne po-

škodených, 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.



Obr. 3.6 Vývoj zastúpenia stromov v stupni poškodenia 2-4 a prognóza trendu do roku 2007

ihličnaté dreviny:	zast% = 2292,62 - 1,126 * rok,	r = -0,7438,	t = 4,164	$t_{0.05(14)} = 2,145$
listnaté dreviny:	zast% = 1851,26 - 0,915 * rok,	r = -0,5766,	t = 2,641	$t_{0.05(14)} = 2,145$
spolu:	zast% = 2087,91 - 1,029 * rok,	r = -0,6964,	t = 3,631	$t_{0.05(14)} = 2,145$

## Porovnanie dosiahnutých výsledkov podľa dosiaľ používanej a novonavrhnutej metodiky

Súčasný monitorovací systém zdravotného stavu lesov SR v sieti 16 x 16 km hodnotí charakteristiky zdravotného stavu lesa bez ohľadu na rozdielnu hustotu lesných porastov. Na trvalých monitorovacích plochách (TMP) sa hodnotí cca 50 stromov, teda reprezentatívnosť jednotlivých TMP pre celé monitorované územie sa mení v závislosti už od spomínanej hustoty lesných porastov. To spôsobuje systematické chyby vo výsledných odhadoch charakteristik zdravotného stavu (ŠMELKO, 2000). Na ich odstránenie boli navrhnuté nové biometrické modely a algoritmy spracovania, a to pre stanovenia relatívnych podielov stromov v jednotlivých stupňoch poškodenia (0, 1, 2, 3 a 4) a priemernej defoliácie vrátane rámcov presnosti a spoľahlivosti.

Vyhodnotili sme ako sa prejaví rozdielna reprezentatívnosť TMP a nový biometrický model spracovania údajov na charakteristikách zdravotného stavu lesov SR, odvodeného nielen z počtu stromov, ale aj od charakteristik zohľadňujúcich ich rozmery (kruhovú základňu). Práca je zameraná na porovnanie doterajšej metodiky vyhodnocovania pri nezoh-

ľadnení rozdielnej reprezentatívnosti TMP a nového variantu zohľadňujúceho rozdielnu reprezentatívnosť TMP určených z priamo zisteného počtu (M) a kruhovej základne (G) všetkých stromov na TMP.

Na riešenie sa využila databáza údajov zo 104 plôch v sieti 16 x 16 km, kde sú k dispozícii počty všetkých stromov (M) nachádzajúcich sa na jednotlivých TMP (t.j. na výmere 0,25 ha) a im zodpovedajúce kruhové základne (G) v členení podľa drevín. Pre vyhodnotenie sa použili údaje z monitorovacích prác z roku 2002.

Relatívne podiely stromov v stupňoch poškodenia charakterizujú stratu asimilačných orgánov (SAO) korún stromov ako kvalitatívnu veličinu. Zisťujú sa buď pre každý stupeň poškodenia podľa medzinárodnej klasifikácie 0, 1, 2, 3 a 4 alebo pre určité zoskupenia týchto stupňov.

Relatívne podiely ( $p_i$ ) v uvedených stupňoch poškodenia sa určili dvojako:

- Podľa počtu stromov (váhy - M) a podľa kruhovej základne (váhy - G)

$$\bar{p} = \frac{\sum M_i \cdot p_i}{\sum M_i}$$

resp.  $\bar{p} = \frac{\sum G_i \cdot p_i}{\sum G_i}$

$M_i$  - počet všetkých stromov i-tej TMP v poradí  $i=1, 2, 3 \dots n$

$p_i$  - relatívne podiely v stupňoch poškodenia pre každú TMP

$G_i$  - kruhová základňa všetkých stromov TMP v poradí  $i=1, 2, 3, \dots, n$

Priemerné hodnoty defoliácie celého súboru hodnotených stromov sa určili dvojako:

- Podľa počtu stromov (váhy- M) a podľa kruhovej základne (váhy - G)

$$\bar{y} = \frac{\sum_{i=1}^n M_i \cdot \bar{y}(m)_i}{\sum_{i=1}^n M_i} \quad \text{resp.}$$

$$\bar{y} = \frac{\sum_{i=1}^n G_i \cdot \bar{y}(g)_i}{\sum_{i=1}^n G_i}$$

$\bar{y}(m)_i$  - priemerné hodnoty defoliácie pre každú TMP (i) s ohľadom na počet stromov

$\bar{y}(g)_i$  - priemerné hodnoty defoliácie pre každú TMP (i) s ohľadom na kruhovú základňu

## Zhrnutie a výsledky

Pri porovnaní charakteristík zdravotného stavu lesov SR odvodeného pomocou obidvoch variant riešenia sa zistili nasledovné rozdiely:

- Relatívny podiel stromov v stupňoch poškodenia podľa navrhutej varianty **pri zohľadnení počtu stromov** (Tab. 3.18) a doteraz používanej metódy (Tab. 3.17) je pre všetky dreviny v stupni defoliácie 0 (so SAO  $\leq 10$  %) o 2 % nižší a v stupňoch 2+3+4 (SAO  $>25$  %) o 1 % nižší. V členení podľa drevín najväčšie zmeny nastali u hraba, kde jeho celkový podiel v stupňoch 2+3+4 stúpol o 88,6 % a u duba,

kde naopak jeho podiel v spomínaných stupňoch klesol o 23,5 %, čo znamená kladnejšie hodnotenie jeho zdravotného stavu. Zlepšenie zdravotného stavu sa prejavilo pri novom hodnotení ešte u dreveniny buk o 7,1 % a pre ostatné dreviny nastáva zhoršenie, najviac pre kategóriu drevín ostatné listnaté o 14,3 %. Priemerná defoliácia korún stromov pre všetky dreviny a celý súbor TMP sa zväčší o 1,8 %. Z drevín sa priemerná defoliácia najviac zväčšila u hraba o 18,9 % a agáta o 11 % (Tab. 3.21).

- Porovnaním charakteristík zdravotného stavu lesa podľa navrhutej varianty a používanej **pri zohľadnení kruhovej základne** sa relatívny podiel stromov pre všetky dreviny v stupni defoliácie 0 zníži o 2 % a pre agregovaný stupeň 2-4 o 1,8 % (Tab. 3.19 a Tab. 20). Z drevín opäť najvýraznejšie zhoršenie zdravotného stavu nastalo v stupni defoliácie 0 u hraba a to o 84 % a smrekovca o 18 %, k najväčšiemu zlepšeniu došlo u dreveniny buk o 16,7 % pre stupeň 2-4. Priemerná defoliácia korún stromov pre všetky dreviny a celý súbor TMP sa oproti uvádzaným výsledkom zväčší o 4,1 %. Pri hodnotení priemernej defoliácie pre jednotlivé dreviny najväčšie zmeny nastali u drevín javor 22 %, agát 11 % a dub 11 %.
- Podľa ŠMELKA (2001) oveľa väčšie rozdiely budú v rámcoch presnosti určenia priemerných podielov  $\bar{p}$  a priemernej defoliácie  $\bar{y}$ . Stredná chyba  $s_{\bar{p}}$  sa zväčší rádovo 3,2-krát, stredná chyba  $s_{\bar{y}}$  zhruba 1,2-krát.
- Celkovo možno konštatovať, že
  - pri zavedení novej metodiky dochádza k výsledkom, ktoré zdravotný stav lesov SR hodnotia negatívnejšie
  - keďže celkové diferencie uvedené v predchádzajúcich bodoch sú rôzne v závislosti od drevín, bolo by potrebné zaviesť novú metodiku zhodnocovania údajov
  - ako najvhodnejší variant pri zavedení novej metodiky pre zistenie charakteristík zdravotného stavu lesov SR je hodnotenie prostredníctvom parametrov zohľadňujúcich aj rozmery stromov (kruhovej základne a nepriamo aj stanoviskovej plochy)



**Tab. 3.17** *Percentuálne zastúpenie jednotlivých druhov drevín v stupňoch poškodenia podľa používanej metódy*

Drevina	Stupeň poškodenia						
	0 0-10 %	1 11-25 %	2 26-60 %	3 61-99 %	4 100%	1+2+3+4	2+3+4
Buk	28,5	65,9	5,5	0,1	0,0	71,5	5,6
Dub	5,8	66,5	27,5	0,2	0,0	94,2	27,7
Hrab	32,7	59,4	7,9	0,0	0,0	67,3	7,9
Ostatné listnaté	21,0	44,0	30,0	4,2	0,8	79,0	35,0
Listnaté spolu	23,2	62,2	13,8	0,7	0,1	78,6	14,6
Smrek	8,6	52,9	35,7	2,4	0,4	91,4	38,5
Jedľa	5,9	44,1	47,9	1,6	0,5	94,1	50,0
Borovica	9,4	53,5	34,7	2,4	0,0	90,6	37,1
Smrekovec	4,5	40,9	53,1	1,5	0,0	95,5	54,6
Ihličnaté spolu	8,3	51,4	37,7	2,3	0,3	91,7	40,3
Spolu	17,4	58,0	23,1	1,3	0,2	82,6	24,6

**Tab. 3.18** *Percentuálne zastúpenie jednotlivých druhov drevín v stupňoch poškodenia podľa navrhovanej metódy pri zohľadnení počtu 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
Buk	32,1	62,7	5,1	0,1	0,0	67,9	5,2
Dub	7,4	71,4	21,1	0,1	0,0	92,6	21,2
Hrab	18,5	66,6	14,9	0,0	0,0	81,5	14,9
Ostatné listnaté	12,5	46,5	33,8	6,0	1,2	87,5	41,0
Listnaté spolu	22,5	61,9	14,2	1,2	0,2	77,5	15,6
Smrek	8,0	52,2	35,9	3,5	0,4	92,0	39,8
Jedľa	6,6	40,4	49,7	2,9	0,4	93,4	53,0
Borovica	5,1	55,5	37,2	2,2	0,0	94,9	39,4
Smrekovec	8,5	36,5	55,0	0,0	0,0	91,5	55,0
Ihličnaté spolu	7,7	50,6	38,3	3,1	0,3	92,3	41,7
Spolu	17,1	58,6	22,4	1,7	0,2	82,9	24,3

**Tab. 3.19** *Percentuálne zastúpenie jednotlivých druhov drevín v stupňoch poškodenia podľa používanej metódy pri zohľadnení kruhovej základne*

Drevina	Stupeň poškodenia						
	0 0-10 %	1 11-25 %	2 26-60 %	3 61-99 %	4 100%	1+2+3+4	2+3+4
Buk	25,6	67,2	7,1	0,1	0,0	74,4	7,2
Dub	3,0	59,3	37,4	0,3	0,0	97,0	37,7
Hrab	38,7	54,9	6,4	0,0	0,0	61,3	6,4
Ostatné listnaté	10,9	49,5	34,1	4,9	0,6	89,1	39,6
Listnaté spolu	21,0	63,1	15,2	0,6	0,1	79,0	15,9
Smrek	7,4	51,7	38,5	2,0	0,4	92,6	40,9
Jedľa	6,1	47,0	44,9	1,6	0,4	93,9	46,9
Borovica	11,0	50,6	35,5	2,9	0,0	89,0	38,4
Smrekovec	3,3	50,6	44,6	1,5	0,0	96,7	46,1
Ihličnaté spolu	7,6	50,8	39,3	2,0	0,3	92,4	41,6
Spolu	14,9	57,6	26,0	1,3	0,2	85,1	27,5

**Tab. 3.20 Percentuálne zastúpenie jednotlivých druhov drevín v stupňoch poškodenia podľa navrhovanej metódy pri zohľadnení kruhovej základne**

Drevina	Stupeň poškodenia						
	0 0-10 %	1 11-25 %	2 26-60 %	3 61-99 %	4 100%	1+2+3+4	2+3+4
Buk	26,8	67,2	5,9	0,1	0,0	73,2	6,0
Dub	2,5	57,3	40,1	0,1	0,0	97,5	40,2
Hrab	26,8	61,4	11,8	0,0	0,0	73,2	11,8
Ostatné listnaté	7,0	52,2	34,4	5,5	0,9	93,0	40,8
Listnaté spolu	19,9	64,2	15,0	0,8	0,1	80,1	15,9
Smrek	7,5	53,5	36,7	2,0	0,3	92,5	39,0
Jedľa	6,8	43,7	46,6	2,5	0,4	93,2	49,5
Borovica	6,3	53,4	37,6	2,7	0,0	93,7	40,3
Smrekovec	3,7	41,9	54,4	0,0	0,0	96,3	54,4
Ihličnaté spolu	7,3	51,9	38,4	2,1	0,3	92,7	40,8
Spolu	14,6	58,4	25,4	1,4	0,2	85,4	27,0

**Tab. 3.21 Priemerná defoliácia drevín**

Drevina	$\bar{y} \pm s_{\bar{y}}$	$\bar{y}(m) \pm s_{\bar{y}}(m)$	$\bar{y}(g) \pm s_{\bar{y}}(g)$
Buk	16,5 ± 0,52	16,0 ± 0,86	16,8 ± 0,59
Dub	23,4 ± 0,99	22,0 ± 1,36	26,0 ± 1,32
Hrab	16,4 ± 1,22	19,5 ± 1,25	17,1 ± 1,51
Agát	36,1 ± 5,19	40,3 ± 5,54	40,1 ± 4,82
Javor	22,0 ± 1,36	15,3 ± 3,47	17,1 ± 3,52
Jaseň	26,1 ± 1,93	23,6 ± 2,45	24,2 ± 1,86
Listnaté spolu	19,1 ± 0,79	19,7 ± 1,24	19,9 ± 0,88
Smrek	26,6 ± 1,02	27,5 ± 1,35	26,5 ± 1,07
Jedľa	29,4 ± 1,81	30,0 ± 2,49	29,4 ± 2,85
Smrekovec	27,5 ± 2,76	26,7 ± 4,00	26,7 ± 3,01
Borovica	25,9 ± 1,56	26,9 ± 1,30	27,0 ± 1,49
Ihl.spolu	26,8 ± 0,80	27,5 ± 1,07	26,9 ± 0,88
Spolu	22,1 ± 0,71	22,5 ± 0,99	23,0 ± 0,70

### SÚHRNNÉ POZNATKY

Na základe výsledkov hodnotenia stavu koruny od roku 1987 doteraz možno konštatovať:

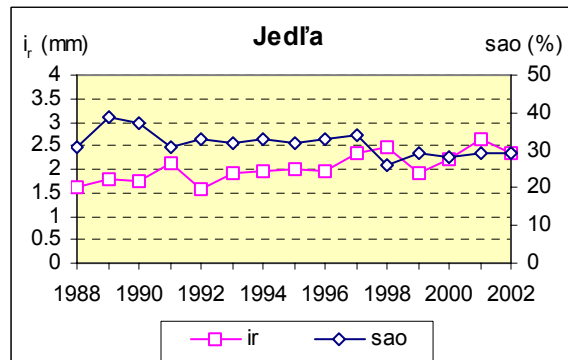
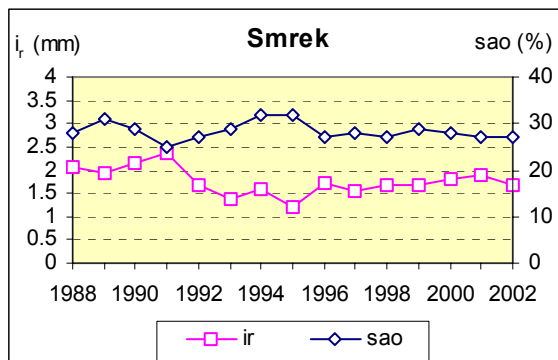
- Z celkového počtu 4207 sledovaných stromov v roku 2002 bolo 24,8 % stromov hodnotených ako poškodené, tj. mali defoliáciu väčšiu ako 25 % (stup. defoliácie 2 až 4).
- Horšia situácia je u ihličnatých stromov, kde poškodených je 40,4 %, pri listnatých iba 14,4 % stromov. Po roku 2001, kedy došlo k veľkému nárastu podielu listnatých stromov s defoliáciou väčšou ako 25 % (26,9 % oproti 13,9 % v roku 2000), sa v roku 2002 ich zdravotný stav opätovne zlepšil takmer na úroveň roku 2000.
- Priemerná defoliácia všetkých drevín spolu je 22,2 %, ihličnatých 26,9 % a listnatých 19,0 %.
- V roku 2002 došlo k zlepšeniu zdravotného stavu listnatých drevín oproti roku 2001, zmeny zdravotného stavu ihličnatých drevín boli štatisticky nevýznamné. V tomto roku bol zaznamenaný extrémne nízky podiel listnatých stromov, ktoré v porovnaní s predchádzajúcim rokom zhoršili svoj zdravotný stav (9 %).

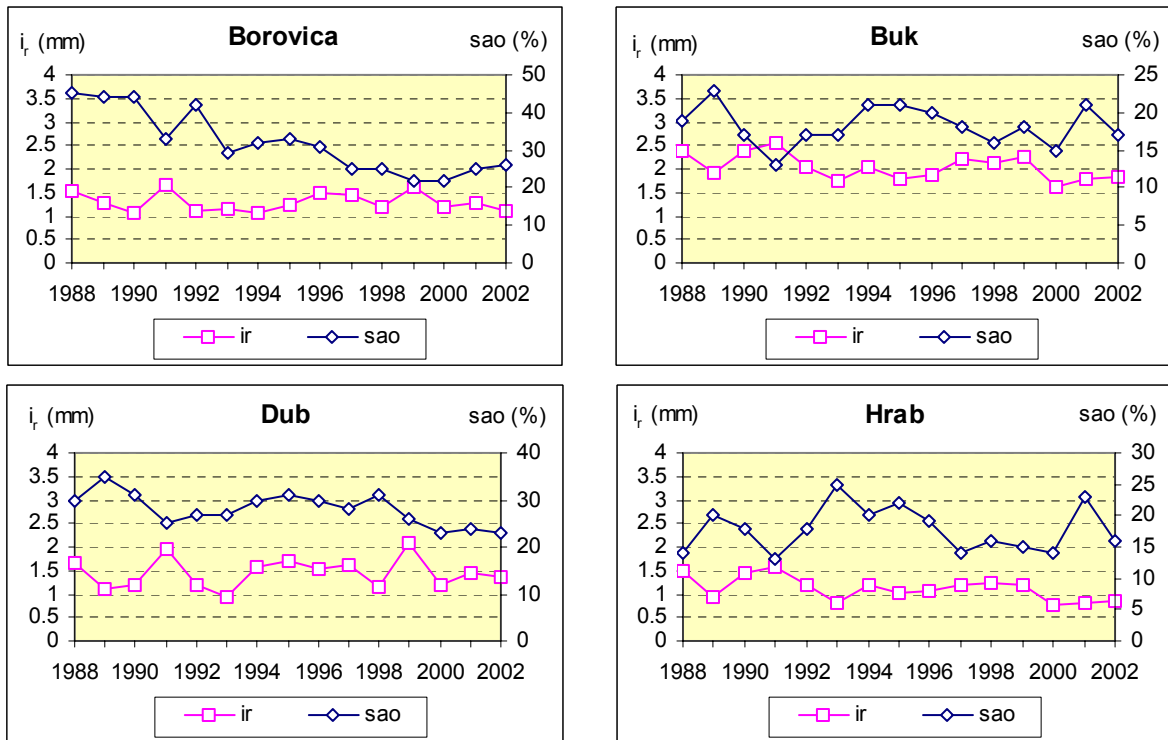
- Štatistický rozbor na hladine významnosti  $\alpha=0,05$  preukázal štatistickú významnosť trendu zlepšovania pre kategóriu ihličnatých aj listnatých drevín. Príčinou najväčších výkyvov v jednotlivých rokoch sú klimatické faktory, plodivosť a u niektorých drevín (hlavne duba) prítomnosť listožravého 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 väčšiemu 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 dlhodobo agát a jedľa.
- V roku 2002 oproti roku 2001 bolo pozorované signifikantné zlepšenie zdravotného stavu vyjadrené pomocou defoliácie len u listnatých drevín (buka, hraba a javora), signifikantné zhoršenie nebolo zaznamenané ani u jednej dreviny.
- Oblasťami s dlhodobo najhorším zdravotným stavom lesov na Slovensku sú Orava, spišsko-tatranská oblasť a časť prevažne agátových lesov v oblasti južného Slovenska.

### 3.2.2 Vývoj a kvantifikácia zmien hrúbkového prírastku

Zhoršenie zdravotného stavu lesov sa nepriaznivo prejavuje na produktivite lesných porastov. Z taxačných veličín sa najväčší význam prisudzuje hrúbkovému prírastku, pretože ide o základný a ľahko zistiteľný komponent objemového prírastku. Na obr. 3.7 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.

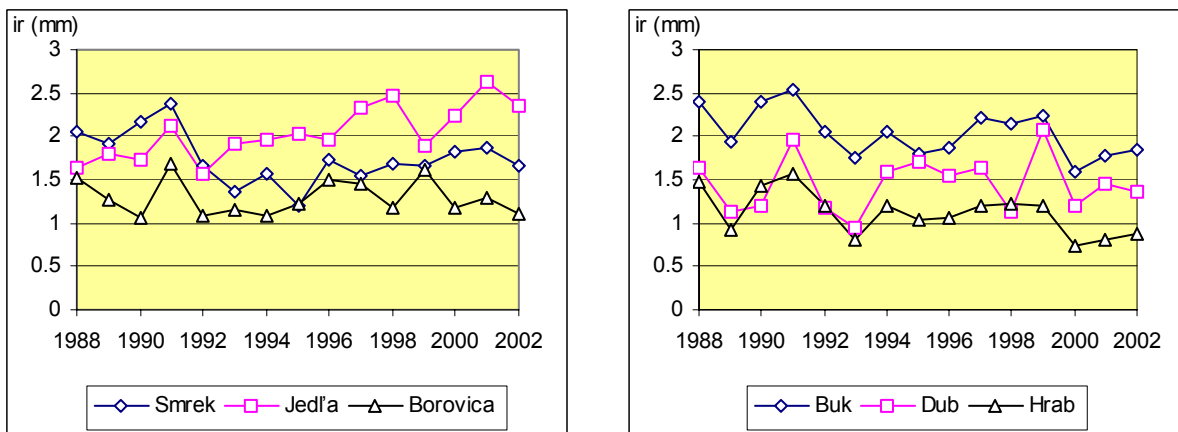




**Obr. 3.7** Vývoj radiálneho hrúbkového prírastku ( $i_r$ ) a defoliácie v rokoch 1988-2002

Na obrázku 3.8 je znázornený vývoj priemerného radiálneho hrúbkového prírastku vybraných druhov listnatých a ihličnatých drevín v rokoch 1988-2002. Vývoj hrúbkového prírastku u jednotlivých druhov listnatých drevín je veľmi podobný (u buka a hraba skoro totožný). Najväčší prírastok bol u týchto drevín dosiahnutý v roku 1991, najmenšie hrúbkové prírastky boli v rokoch 1989, 1993 a 2000.

Vývoj hrúbkového prírastku u jednotlivých druhov ihličnatých drevín je odlišný. Borovica má vývoj hrúbkového prírastku podobný ako listnaté dreviny. Smrek a jedľa majú svoj špecifický vývoj hrúbkového prírastku. Prírastok drevín v nižších vegetačných stupňoch je viac závislý od množstva atmosférických zrážok, ako prírastok drevín v horských polohách, kde zvyčajne nedochádza k deficitu zrážok.



**Obr. 3.8** Vývoj priemerného radiálneho hrúbkového prírastku vybraných druhov drevín

### 3.2.3 Plošné vyhodnotenie zdravotného stavu lesa a jeho zmien z družicových snímok Landsat

#### Podkladový materiál

Pri vyhodnotení zdravotného stavu lesa a jeho zmien sme vychádzali z veľkoplošnej klasifikácie poškodenia lesov zo satelitných snímok Landsat z 3 časových období: 1990-1992, 1995-1996 a 2000-2001. Snímky z rokov 1990 až 1996 boli získané z družice Landsat 5, vy-

bavenej skenerom Thematic Mapper. Snímky z roku 2000 sú z družice Landsat 7, vybavenej skenerom Enhanced Thematic Mapper Plus (ETM+). Zoznam satelitných scén, použitých k analýze je v tabuľke 3.21.

**Tab. 3.21 Zoznam scén Landsat TM (ETM+) použitých pri klasifikácii poškodenia lesov**

	Číslo scény	Dátum snímania (1990-1992)	Dátum snímania (1995-1996)	Dátum snímania (2000-2001)	Nasnímkované územie
1	186/26	30.07.1992	07.06.1996	10.06.2000	východné Slovensko
2	187/26	06.08.1992	01.08.1996	20.08.2000	východné Slovensko
3	188/26	23.07.1990	21.07.1995	26.05.2001	stredné Slovensko
4	188/27	23.07.1990	-	-	stredné Slovensko – južná časť
5	189/26	31.08.1990	12.06.1996	2.08.2000 *	západné Slovensko
6	189/27	31.08.1990	12.06.1996		západné Slovensko – južná časť

\* Plávajúca scéna zachytávajúca územie Slovenska z originálnych scén 189/26 a 189/27

#### Metodika a výsledky riešenia

Modely spektrálnej odraznosti pre odhad poškodenia lesov pre jednotlivé roky boli odvodené pomocou dvojfázového regresného výberu, kombináciou údajov zo satelitnej snímky a terénnych hodnotení prevažne na trvalých monitorovacích plochách. Použitá bola metóda viacnásobnej krokovej regresie, pomocou ktorej sme hľadali najoptimálnejšie

premenné pre regresné modely. Tieto sme aplikovali pri klasifikácii poškodenia na mozaikovaných satelitných scénach na celom území Slovenska vo všetkých troch časových obdobiach 1990, 1995 a 2000. Parametre regresných modelov pre klasifikáciu poškodenia v jednotlivých rokoch sú uvedené v tabuľke 3.22.

**Tab 3.22 . Parametre regresných modelov pre klasifikáciu poškodenia zo satelitných snímok**

Obdobie	Korelačný koeficient medzi údajmi zo satelitnej snímky a terénnymi hodnoteniami defoliácie	Absolútna a relatívna stredná chyba	Rozsah výberu
1990-1992	0,71	± 9,8 (35,5 %)	108 plôch
1995-1996	0,70	± 8,9 (47,4 %)	220 plôch
2000-2001	0,82	± 10,2 (39,9 %)	103 plôch

Porasty boli klasifikované do stupňov poškodenia na základe percentuálneho zastúpenia stromov v jednotlivých stupňoch poškodenia. Prevzali sme klasifikačnú stupnicu využívanú pri klasifikácii poškodenia lesov zo

satelitných snímok Landsat TM v Českej republike (STOKLASA, 1993). Porasty veľmi silne poškodené a porasty odumierajúce sme zlúčili do jednej kategórie.

**Tab. 3.23** *Stupne poškodenia porastu*

Kategória	Stupeň poškodenia porastu	Slovný popis stupňov poškodenia porastu
1	0	zdravé porasty
2	0/1	porasty s prvými príznakmi poškodenia
3	1	porasty mierne poškodené
4	2	porasty stredne poškodené
5	3a	porasty silne poškodené
6	3b	porasty veľmi silne poškodené až odumierajúce

Pre určenie zmeny zdravotného stavu lesov sme uplatnili metódu postklasifikačného porovnania (metóda delta). Metóda je založená na nezávislej klasifikácii zdravotného stavu lesov v dvoch monitorovaných obdobiach a následnom porovnaní výsledkov klasifikácie na úrovni pixel ku pixelu alebo segment ku segmentu.

Výsledky klasifikácie zdravotného stavu lesov k obdobiám 1990-1992, 1995-1996 a 2000-2001 sú uvedené v tabuľke 3.25 podľa lesných oblastí (VLADOVIČ, 1996). V tabuľke sú uvedené priemerné defoliácie, percentuálny podiel stromov silne a veľmi silne poškodených porastov. Výpočet týchto ukazovateľov poškodenia vychádza zo súboru pixelov, ktoré boli klasifikované k danému roku ako les. Uvedený prístup dáva základnú statickú informáciu o zdravotnom stave k danému roku avšak neumožňuje dostatočne presne kvantifikovať zmeny zdravotného stavu lesa. V druhej polovici tabuľky sú uvedené výsledky kvantifikácie zmien medzi obdobiami 1990-1996 a 1990-2000, keď za základ bol braný stav k roku 1990. To umožňuje podchytiť aj také zmeny, pri ktorých dochádza k odlesneniu resp. k takému zníženiu množstva lesnej biomasy, že pixel nie je klasifikovaný ako les. Takýmito prípadmi sú napríklad veterné kalamity, požiare, holoruby, snehové kalamity, holožery listožravých škodcov.

Klasifikácia zmien je veľmi citlivá na presnú rektifikáciu snímok z rôznych období. Vzájomný posun snímok vedie k chybnej kvantifikácii zmien predovšetkým na okrajoch lesných porastov. Vo vnútri porastov je tento posun menej výrazný vzhľadom na silnú autokoreláciu hodnôt odraznosti susediacich pixelov. Pri kvantifikácii zmien sme z toho dôvodu zvolili prístup segmentácie obrazu pomocou mediánového filtra o okne 3 x 3 pixely. Takýmto spôsobom sme eliminovali plošne malé zmeny spôsobené nepresnosťou rektifikácie snímok. Eliminované boli zároveň maloplošné zmeny spôsobené napríklad výchovnými zásahmi, prebierkami, maloplošné holoruby, zmeny v zdravotnom stave, veľkosť ktorých bola menšia ako dvojnásobná veľkosť pixela. Zachované ostali plošne významnejšie zmeny v stave lesa o približnej veľkosti nad 0,5 ha.

Nastavenia prahovej hodnoty hranice významnosti zmeny defoliácie na 13 % vychádzalo z úvahy, že zmena defoliácie sa môže považovať za významnú, ak rozdiel v defoliácii medzi dvomi rokmi je väčší ako chyba jeho určenia. Defoliácia pre jednotlivé roky boli odvodená s chybou okolo  $\pm 9\%$ . Podľa zákona o prenášaní chýb je celková chyba približne  $\pm 13\%$ .

**Tab. 3.24** *Určenie prahových hodnôt pre kvantifikáciu zmien defoliácie*

Kategória	Popis zmeny – kvantifikácie zmeny defoliácie
1	Výrazné zlepšenie zdravotného stavu: zníženie defoliácie o 26 % a viac
2	Zlepšenie zdravotného stavu: zníženie defoliácie 13 až 26 %
3	Nevýznamné zlepšenie zdravotného stavu: zníženie defoliácie 0 až 13 %
4	Nevýznamné zhoršenie zdravotného stavu: zvýšenie defoliácie 0 až 13 %
5	Zhoršenie zdravotného stavu: zvýšenie defoliácie 13 až 26 %
6	Výrazné zhoršenie zdravotného stavu: zvýšenie defoliácie 26 % a viac, vrátanie odlesnenia

## Interpretácia výsledkov

Pre hodnotenie zdravotného stavu porastov je dôležitým ukazovateľom výskyt kategórie 5 a 6 - silne a veľmi silne poškodené porasty (stupeň poškodenia porastu 3a a 3b). Podľa tohto ukazovateľa dlhodobu nepriaznivý stav zaznamenávame v lesných oblastiach 29 – Hornádska kotlina 32 – Západné Beskydy, 33 – Stredné Beskydy, 36 – Horehronské podolie, 42 – Levočské vrchy, 43 – Podtatranská kotlina, 44 – Skorušínske vrchy a 47 – Tatry. Problematické je hodnotenie zdravotného stavu v lesnej oblasti 1 - Záhorská nížina, kde napríklad po výchovných zásahoch vplyvom spektrálnych vlastností piesčitého podložia dochádza k nadhodnocovaniu poškodenia. K určitému nadhodnocovaniu poškodenia dochádza aj v oblastiach s nízkou lesnatosťou akými sú prakticky všetky kotliny. Spôsobené je to tým, že aj malé nepresnosti v klasifikácii lesných porastov napríklad v okolí vodných tokov sa prejavujú na náraste poškodenia. K nadhodnocovaniam tu dochádza aj na rozhraniach lesných porastov s poľnohospodárskymi pozemkami.

V jednotlivých rokoch je možné sledovať zhoršenia zdravotného stavu predovšetkým v oblastiach s dominanciou listnatých drevín. Napríklad v roku 1990 to bolo premnoženie listožravých škodcov v lesných oblastiach na západnom Slovensku, v roku 1996 najmä v južných oblastiach východného Slovenska.

Premnoženie biotických škodcov v určitom roku sa prejaví aj pri posudzovaní zmien zdravotného stavu. V druhej polovici tabuľky sú uvedené výsledky zmien stavu lesa medzi obdobiami 1990-1996 a 1990-2000. Pri interpretácii výsledkov sme zmeny v rozsah  $0 \pm 13\%$  (kategória 3 a 4) považovali za nepreukazné, nevýznamné. Z toho dôvodu sú v tabuľke 3.25 spojené do jednej kategórie. Dôležitý je výskyt kategórií 5 a 6. Kategória 5 zhoršenie zdravotného stavu indikuje zvýšenie defoliácie porastov. Toto sme zaznamenali najmä v lesných oblastiach východného Slovenska. Kategória 6 výrazné zhoršenie zdravotného stavu sa vzťahuje najmä na výskyt kalamít a holožerov. Z porovnania rokov 1990-2000 vyplýva, že kalamitami najviac postihnutými oblasťami boli 1 - Záhorská nížina, 5 – Považský Inovec, 29 Hornádska kotlina, 36 Horehronské podolie, 38 – Veporské vrchy, 42 – Levočské vrchy, 43 – Podtatranská kotlina. Do tejto kategórie sú však zahrnuté aj veľkoplošné holuby a rozsiahle požiare, najmä v lesnej oblasti 1 - Záhorská nížina.

Na obrázkoch 3.9 – 3.16 sú graficky dokumentované dôsledky pôsobenia biotických, abiotických a antropogénnych škodlivých činiteľov vo forme mapiek zmien stavu lesa medzi obdobiami 1990-1996 a 1990-2000 a to pre lesné oblasti najviac poškodené a lesné oblasti s najväčším výskytom kalamít.

**Tab. 3.25 Výsledky klasifikácie zdravotného stavu lesov a zmien v rokoch 1990, 1996 a 2000 podľa lesných oblastí**

Kód a názov lesnej oblasti	Výmera lesov k 1990 v ha	Lesiatosť v %	Priemerná defoliácia v % (SAO) Zastúpenie silne a veľmi silne poškodených porastov v % (trieda 5 + 6)						Kvantifikácie zmien (zastúpenie jednotlivých kategórií zmien v %)									
			1990		1996		2000		1990-1996					1990-2000				
			SAO	5+6	SAO	5+6	SAO	5+6	1	2	3+4	5	6	1	2	3+4	5	6
			01 Záhorská nížina, Dyjsko–moravská niva	45221	31,3	35,2	21,9	29,3	10,5	27,0	11,3	7,5	21,7	70,0	0,8	0,0	4,6	22,2
02 Podunajská nížina	60672	6,3	31,4	19,6	19,7	1,4	20,4	7,1	1,9	9,1	56,3	26,4	6,3	13,5	34,1	50,5	1,0	1,0
03 Burda	1424	70,6	32,5	12,4	20,9	0,0	-	-	23,8	37,5	36,9	1,0	0,9	-	-	-	-	-
04 Východoslovenská nížina	17328	5,2	18,8	0,3	28,7	10,3	22,1	6,7	0,7	3,1	77,3	16,4	2,5	0,7	5,1	88,1	4,6	1,5
05 Považský Inovec	30589	73,3	26,0	7,0	23,4	1,3	20,7	4,8	5,5	29,1	65,0	0,3	0,0	2,3	19,2	73,0	1,8	3,8
06 Hornonitrianska kotlina	11531	14,5	27,3	7,9	22,9	1,8	21,7	7,3	4,7	23,2	71,6	0,4	0,2	2,7	21,4	75,5	0,3	0,1
07 Trábeč	34857	73,0	26,9	7,4	21,8	1,3	19,6	4,2	7,9	37,2	54,6	0,3	0,1	3,7	18,2	76,8	0,6	0,6
08 Žiarska kotlina	2751	7,6	29,2	13,6	23,4	2,4	21,4	7,0	5,7	26,2	67,8	0,1	0,1	3,8	23,2	72,5	0,4	0,1
09 Krupinská planina, Ostrôžky	54511	43,1	21,4	5,2	22,0	2,0	20,8	6,1	4,9	18,5	76,2	0,2	0,1	2,8	9,2	80,1	6,2	1,8
10 Juhoslovenská kotlina, Gemerská pahorkatina	35479	18,4	26,4	7,5	24,1	3,3	25,3	6,9	8,2	22,2	68,8	0,6	0,2	2,7	7,6	84,0	4,5	1,1
11 Cerová vrchovina	23255	47,3	23,1	5,6	22,9	2,0	23,7	6,8	4,9	16,5	78,2	0,3	0,1	1,8	5,0	87,7	4,6	0,9
12 Košická kotlina, Abovská pahorkatina	16667	11,6	20,3	0,3	29,8	13,0	23,8	5,4	0,1	1,3	73,8	21,1	3,6	0,1	2,0	95,6	1,9	0,3
13 Malé Karpaty	57425	73,8	29,9	10,6	26,6	7,4	23,3	5,3	7,3	25,4	59,9	5,6	1,8	3,5	22,2	72,6	1,3	0,3
14 Myjavská pahorkatina	7284	21,6	31,1	12,4	24,7	2,4	23,0	7,3	7,3	27,3	65,2	0,1	0,0	6,4	33,8	59,2	0,3	0,3
15 Biele Karpaty	38752	54,2	23,1	4,6	23,8	1,9	21,9	6,1	3,3	11,6	84,4	0,5	0,1	2,1	8,6	87,0	1,7	0,6
16 Považské podolie	8952	12,5	31,8	15,1	26,3	4,8	24,1	10,0	6,2	22,4	71,2	0,2	0,0	7,3	31,5	60,6	0,3	0,2
17 Zvolenská kotlina	19405	22,4	24,1	6,5	24,7	3,7	25,9	8,3	4,4	16,7	78,1	0,4	0,3	0,7	2,8	93,2	2,8	0,5
18 Revúcka vrchovina, Rožňavská kotlina	59955	52,7	24,4	5,0	23,7	1,7	20,7	5,2	2,6	12,5	84,4	0,3	0,1	2,0	8,0	88,2	1,4	0,4
19 Slovenský kras	16280	58,9	22,3	3,6	28,3	6,5	21,6	4,6	1,1	4,8	89,4	4,4	0,3	0,9	5,6	92,3	0,9	0,3
20 Slanské vrchy, Zemplínske vrchy	43642	77,4	16,7	0,1	25,2	3,1	21,1	3,7	0,2	2,4	92,3	4,9	0,2	0,1	1,3	93,6	4,7	0,3
21 Nízke Beskydy	179260	40,1	18,3	0,3	27,3	4,3	24,5	6,7	0,4	3,0	93,3	2,8	0,5	0,2	1,8	89,8	7,4	0,9
22 Šarišská vrchovina, Spišskošarišské medzihorie	19297	21,9	22,8	0,9	27,1	4,5	26,1	8,4	0,7	4,2	93,4	1,5	0,2	0,6	3,7	93,1	2,0	0,6
23 Javorníky	63798	67,2	26,7	6,2	27,2	3,8	24,7	8,6	2,7	8,5	88,2	0,5	0,1	1,7	8,6	87,4	1,7	0,5
24 Žilinská kotlina	6654	9,6	31,1	11,7	29,0	7,0	24,6	10,0	2,3	8,0	88,9	0,7	0,2	4,3	22,2	71,6	0,9	1,0
25 Strážovské vrchy, Súľovské vrchy	81151	74,1	25,5	6,2	25,4	2,8	22,2	5,3	2,5	12,2	84,8	0,5	0,1	1,8	9,5	88,0	0,6	0,2

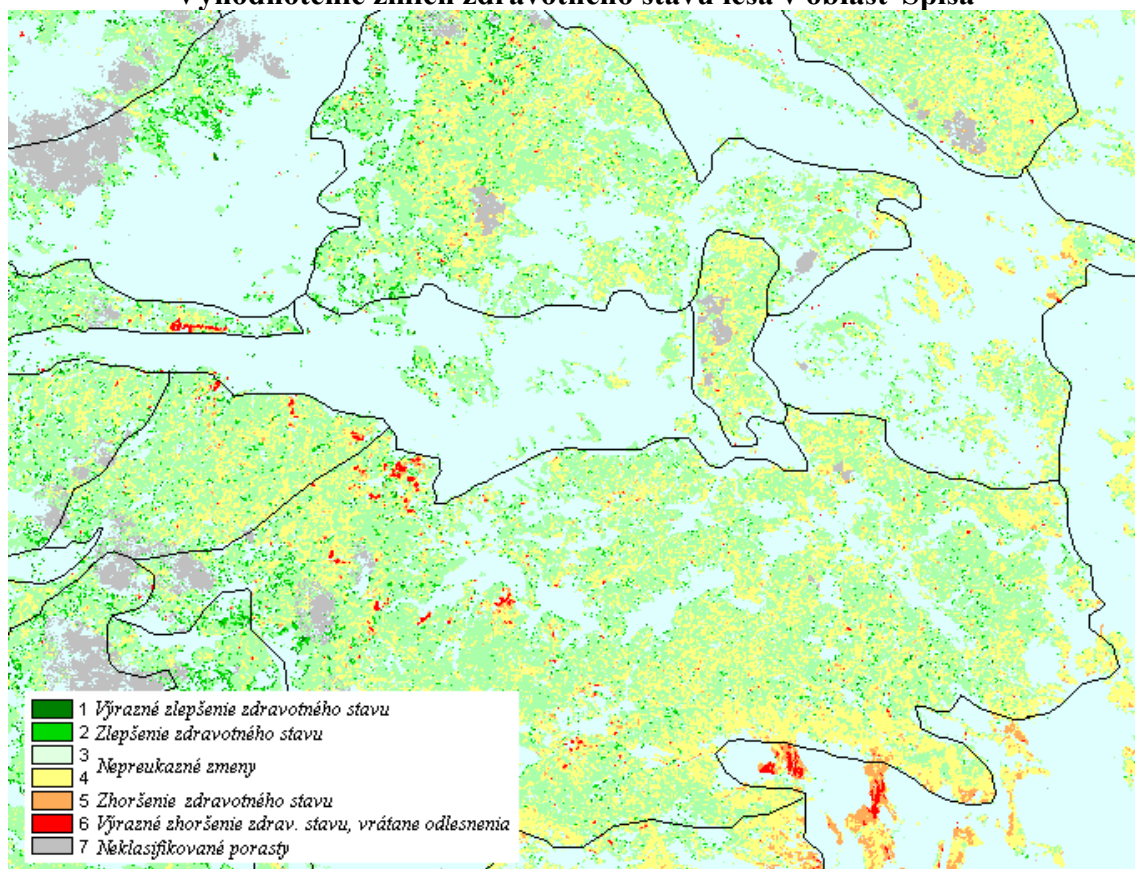


## Pokračovanie tabuľky 3.25

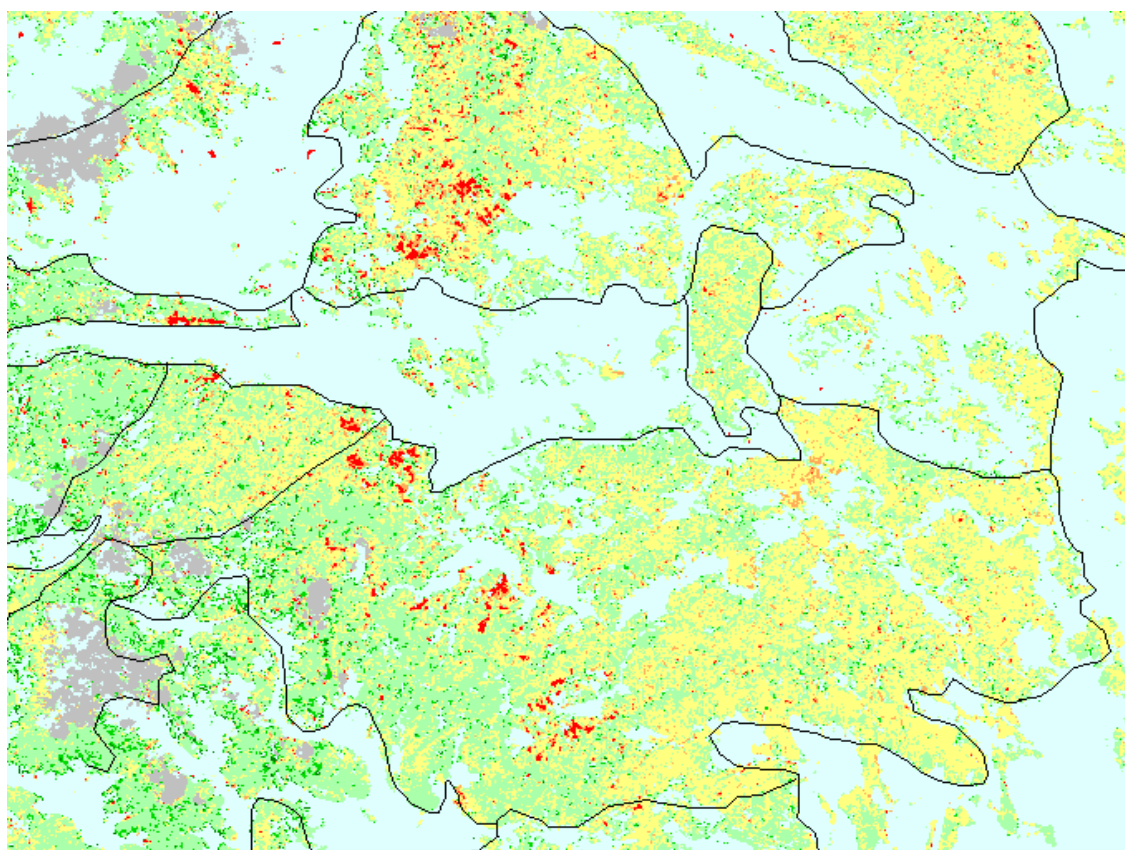
Kód a názov lesnej oblasti	Výmera lesa k 1990 v ha	Les- natosť v %	Priemerná defoliácia v % (SAO) Zastúpenie silne a veľmi silne poškodených porastov v % (trieda 5 + 6)						Kvantifikácie zmien (zastúpenie jednotlivých kategórií zmien v %)									
			1990		1996		2000		1990-1996					1990-2000				
			SAO	5+6	SAO	5+6	SAO	5+6	1	2	3+4	5	6	1	2	3+4	5	6
			26 Turčianska kotlina	8621	5,7	28,6	9,7	25,8	4,1	22,6	9,4	4,1	13,2	82,2	0,2	0,2	4,0	18,7
27 Štiavnické vrchy, Javorie, Pliešovská kotlina, Pohronský Inovec, Vtáčnik, Kremnické vrchy	145448	62,3	21,5	3,9	22,3	1,3	20,1	4,8	3,7	16,3	79,6	0,3	0,1	1,3	8,6	86,5	2,8	0,8
28 Volovské vrchy, Čierna hora	119577	76,5	23,4	1,8	27,5	4,8	25,0	8,9	0,4	3,1	94,3	1,6	0,6	0,5	3,1	92,1	3,0	1,2
29 Hornádska kotlina	9714	15,7	30,7	7,4	30,1	10,1	31,8	19,6	2,3	7,8	86,3	1,9	1,6	2,2	6,6	83,5	5,1	2,7
30 Vihorlatské vrchy	32405	87,3	14,0	0,1	27,0	4,1	22,4	3,6	0,1	1,0	91,2	6,9	0,8	0,1	0,3	81,5	17,0	1,1
31 Bukovské vrchy	33295	79,0	13,7	0,2	26,1	4,1	21,1	4,3	0,8	3,8	90,3	4,6	0,4	0,2	1,4	80,8	16,1	1,5
32 Západné Beskydy	21158	47,7	29,2	9,7	28,7	6,0	29,8	15,4	4,2	10,7	84,6	0,4	0,1	1,4	5,0	89,5	3,4	0,7
33 Stredné Beskydy	86128	47,7	28,1	6,1	27,1	3,7	28,7	11,9	4,4	11,9	83,1	0,5	0,1	0,9	5,1	88,9	4,2	0,9
34 Malá Fatra, Žiar	58975	70,6	24,2	4,1	26,4	3,6	22,8	6,5	2,2	8,1	89,0	0,6	0,1	1,2	6,4	90,2	1,8	0,4
35 Veľká Fatra, Starohorské vrchy, Chočské vrchy	82379	76,6	23,6	4,0	26,5	3,6	26,0	8,9	1,4	6,6	91,6	0,4	0,1	0,7	3,9	87,2	7,5	0,8
36 Horehronské podolie	12197	26,6	25,0	6,0	26,4	5,2	27,1	14,1	4,0	12,4	82,6	0,6	0,3	2,4	7,9	78,1	7,3	4,3
37 Poľana	12406	69,8	20,3	2,7	23,4	2,5	24,5	7,5	3,1	12,9	83,8	0,1	0,1	0,7	3,0	88,2	7,5	0,7
38 Veporské vrchy, Stolické vrchy	99393	70,6	22,9	4,2	23,5	2,6	21,0	7,1	3,6	15,6	80,1	0,5	0,3	2,5	10,8	81,8	2,6	2,3
39 Spišsko-gemerský kras	29913	92,4	25,4	5,5	27,7	5,6	25,3	8,3	1,0	5,4	92,7	0,7	0,2	1,2	4,7	90,6	2,8	0,7
40 Branisko	5837	68,0	24,5	0,4	28,7	5,1	26,3	8,7	0,1	1,2	97,3	1,2	0,2	0,1	1,5	96,6	1,4	0,4
41 Východné Beskydy	34098	62,8	21,9	1,4	26,7	3,6	24,7	7,5	0,9	5,3	92,6	0,9	0,2	0,6	3,3	91,0	4,2	0,9
42 Levočské vrchy, Bachureň, Spišská Magura, Ždiarska brázda	68045	59,9	26,7	5,3	27,7	5,5	28,8	13,7	2,8	9,2	86,7	1,0	0,3	1,2	4,4	85,6	6,1	2,6
43 Podtatranská kotlina	27442	19,3	30,3	8,8	28,5	4,6	28,8	13,5	4,9	14,9	79,6	0,4	0,3	2,4	9,1	81,0	4,0	3,4
44 Oravská kotlina	3374	11,9	31,9	11,9	26,9	5,0	30,3	14,1	3,1	15,9	79,3	0,9	0,8	0,5	4,1	92,1	1,8	1,5
45 Skorušinské vrchy, Zuberská brázda	13248	36,7	29,2	6,1	26,6	3,7	29,0	11,4	5,4	16,7	77,6	0,2	0,1	1,0	5,6	90,6	2,3	0,4
46 Nízke Tatry, Kozie chrbyty	106741	83,1	25,9	4,0	27,7	4,2	26,5	9,2	1,9	6,9	90,8	0,3	0,2	1,4	5,0	88,9	3,9	0,8
47 Tatry	30240	66,1	29,4	5,1	29,1	4,6	28,8	9,8	1,4	7,2	91,2	0,0	0,1	0,8	5,9	90,6	2,3	0,4
Spolu SR	1976774		24,3	5,2	25,6	3,9	24,0	7,7	3,3	11,6	82,5	2,1	0,5	1,8	8,1	85,1	3,9	1,1

Výmera lesa bola určená z klasifikácie lesa na satelitných snímkach z rokov 1990-1992, lesnatosť bola prevzatá z Lesných oblastí Slovenska (Vladovič, 1996)

Vyhodnotenie zmien zdravotného stavu lesa v oblasti Spiša

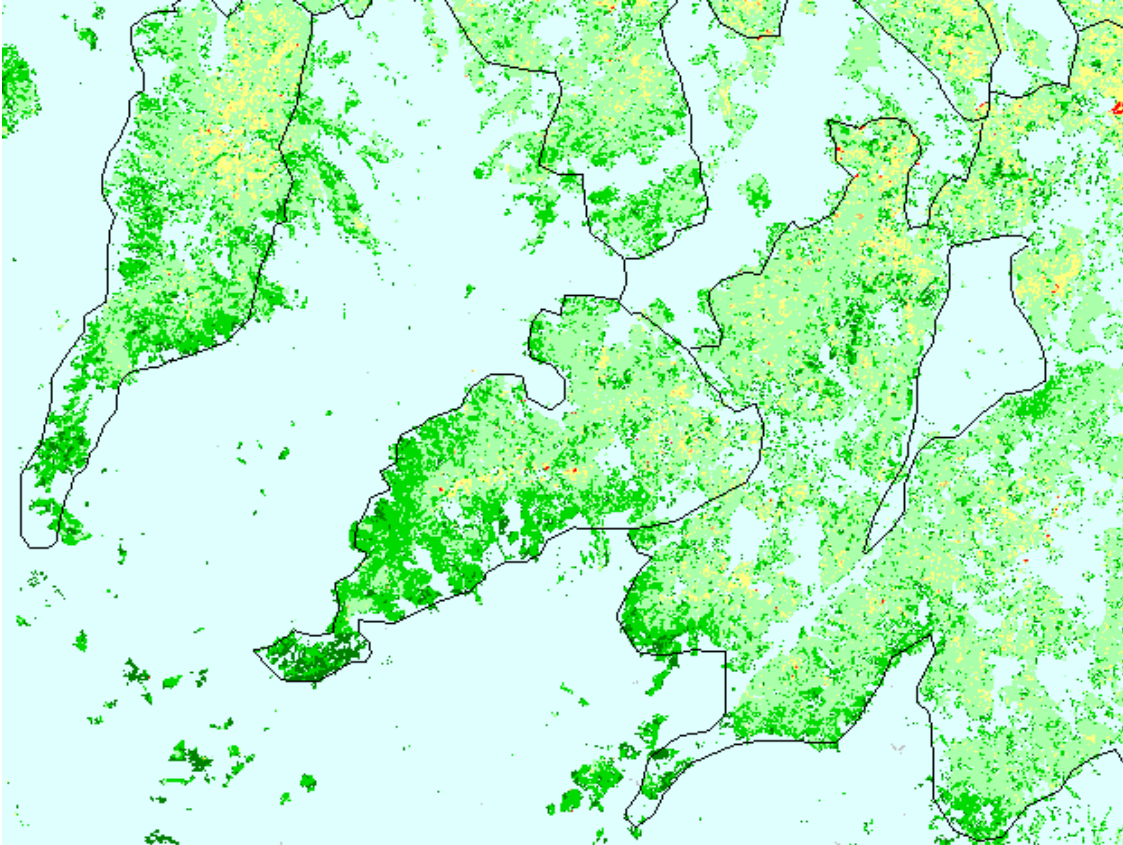


Obr. 3.9 Zmeny za obdobie 1990-1996

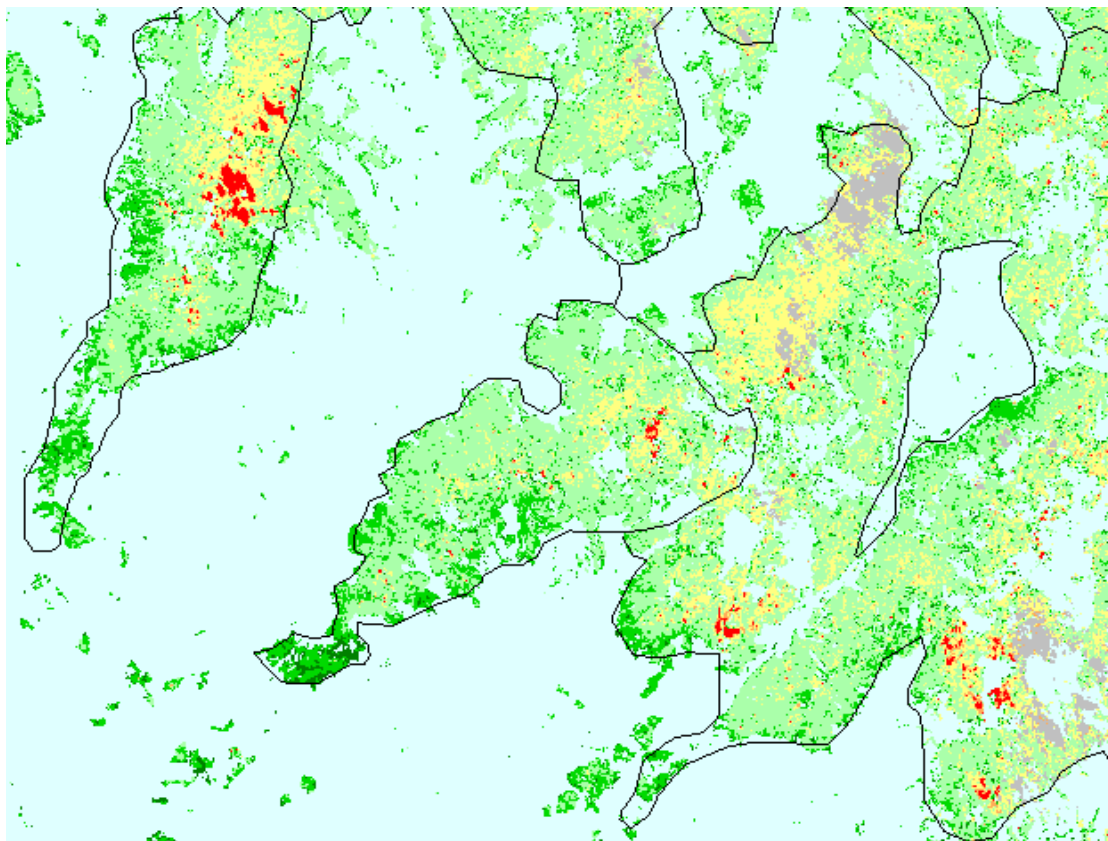


Obr. 3.10 Zmeny za obdobie 1990-2000

**Vyhodnotenie zmien zdravotného stavu lesa v oblastiach Považského Inovca, Tríbeču, Vtáčnika, Štiavnických vrchov, Žiarskej a Hornonitrianskej kotliny**

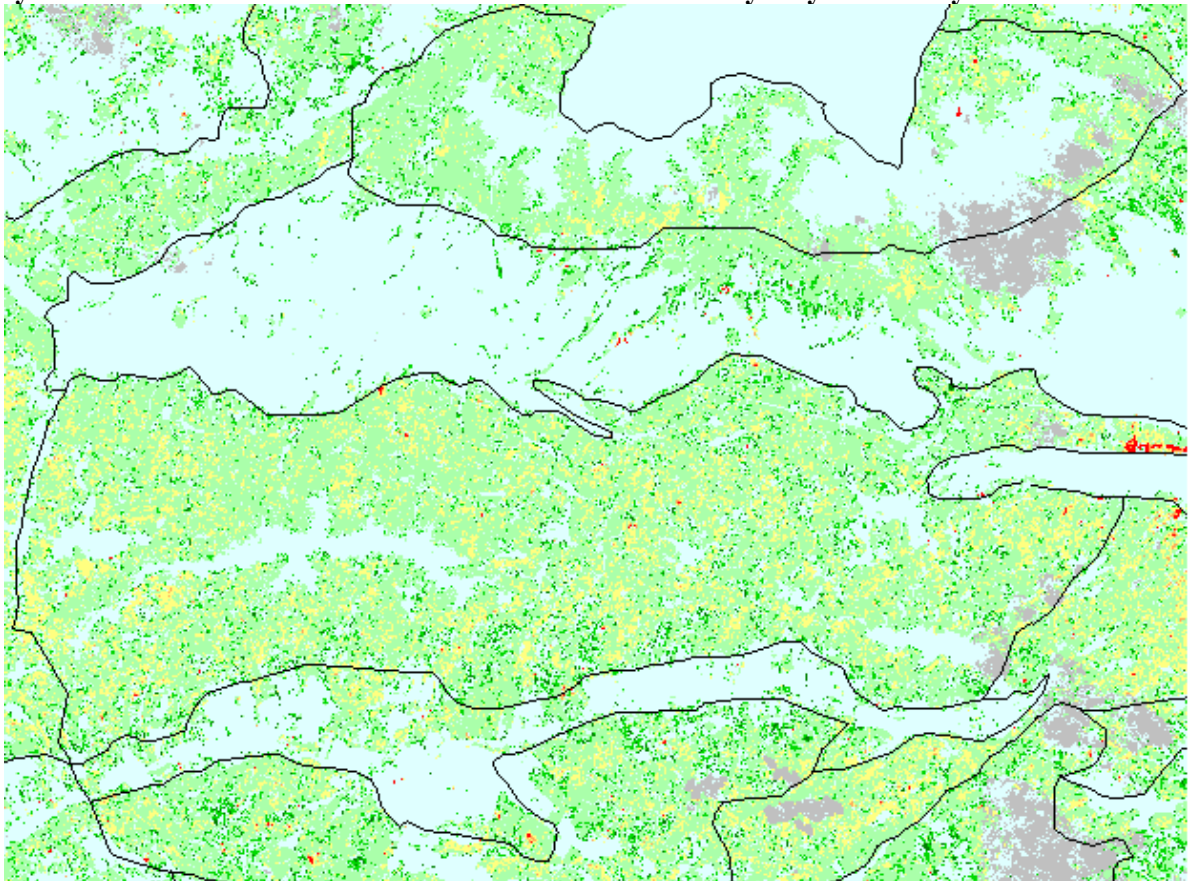


*Obr. 3.11 Zmeny za obdobie 1990-1996*

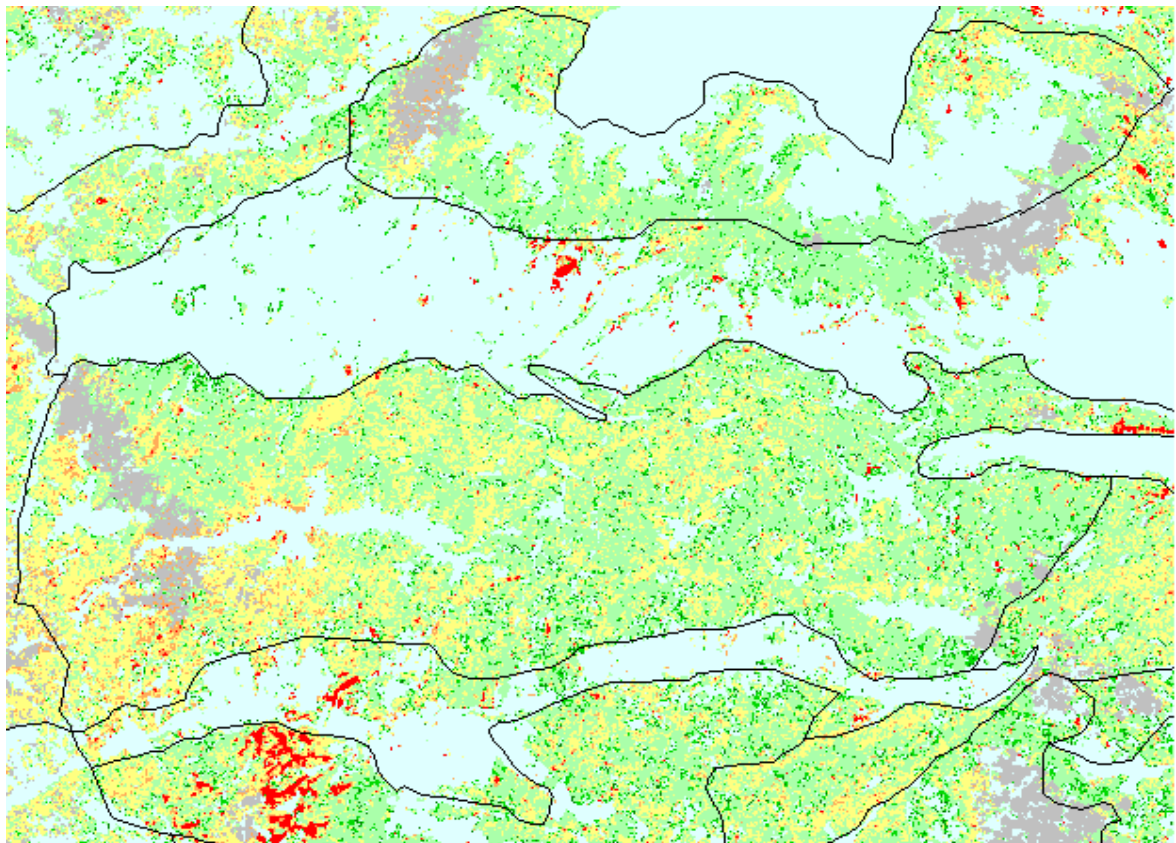


*Obr. 3.12 Zmeny za obdobie 1990-2000*

**Vyhodnotenie zmien zdravotného stavu lesa v oblasti Vysokých a Nízkych Tatier**

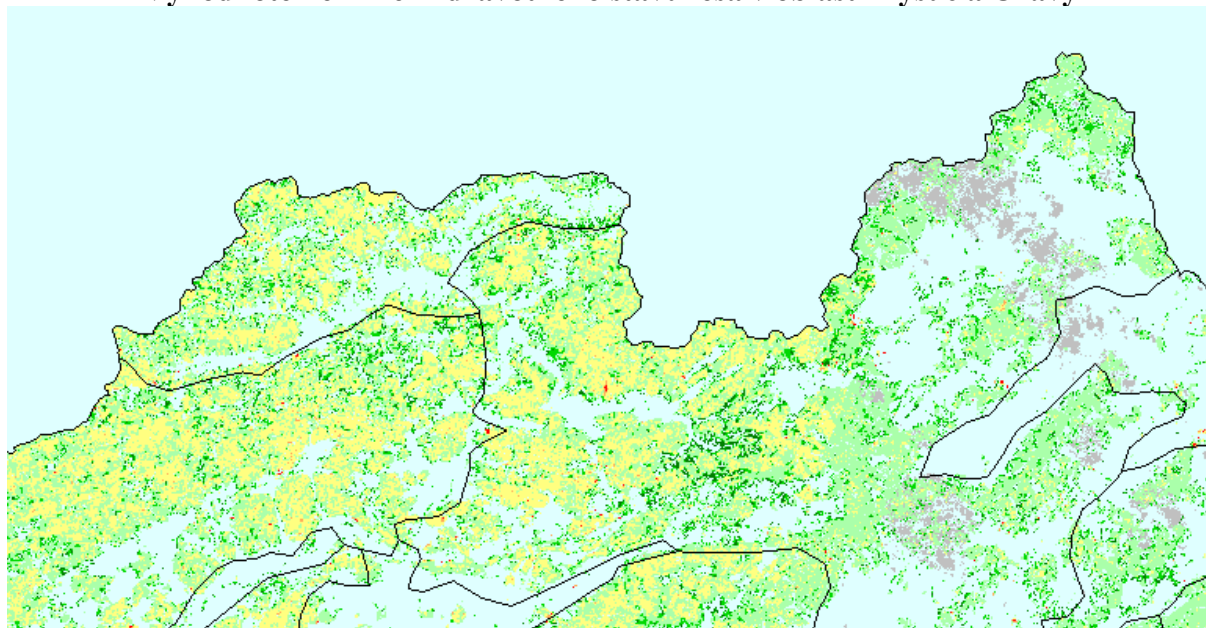


*Obr. 3.13 Zmeny za obdobie 1990-1996*

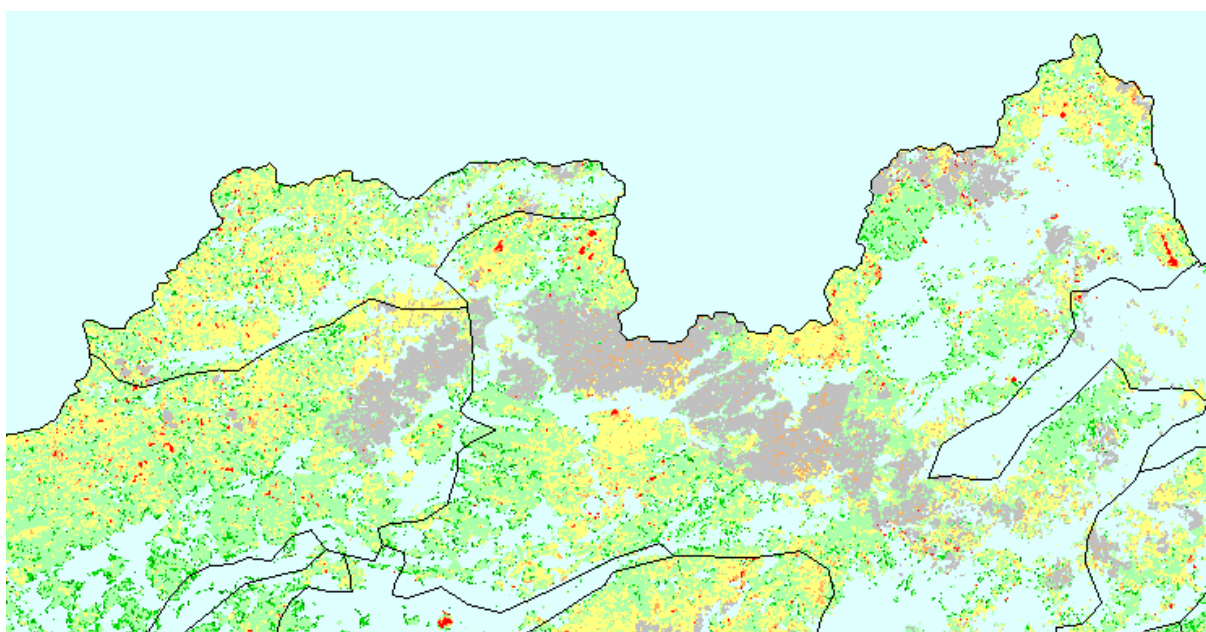


*Obr. 3.14 Zmeny za obdobie 1990-2000*

### Vyhodnotenie zmien zdravotného stavu lesa v oblasti Kysúc a Oravy



*Obr. 3.15 Zmeny za obdobie 1990-1996*



*Obr. 3.16 Zmeny za obdobie 1990-2000*

## 3.3 PANEURÓPSKY MONITOROVACÍ SYSTÉM

### Politické pozadie

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 atmosferickým znečistením (Protection of Forests against Atmospheric Pollution). Odvtedy ICP Forests a EÚ úzko spolupracujú pri monitorovaní vplyvu atmosferického 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 38 krajín. Jednotlivé krajiny prispievajú k uskutočneniu spoločného cieľa, ktorým je čisté ovzdušie na európskej a na národných úrovniach.

### Programové ciele

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 merítku (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;
- prispieť k výpočtom kritických úrovní
- spolupracovať s ostatnými enviromentálnymi 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

### Štruktúra monitoringu

Prednosťou siete na úrovni I je jej reprezentatívnosť a veľké množstvo sledovaných stromov (135839 na 5942 TMP) v sieti 16x16 km po celej Európe. Na úrovni I je každoročne prevádzané hodnotenie koruny. Navyše pôdne a/alebo listové analýzy sa vykonávajú na

väčšine plôch. Na intenzívny monitoring úrovne II bolo vybraných 866 monitorovacích plôch v najdôležitejších lesných ekosystémoch zúčastnených krajín. Na týchto plochách sa meria viacero kľúčových faktorov pre jednotlivé druhy drevín a stanovišť.

### Výsledky hodnotení v roku 2001

Výsledky z národných programov v roku 2001 v rámci transnárodnej monitorovacej siete, ktorá zahŕňa iba TMP v sieti 16x16 km boli poskytnuté 30 krajinami. Vychádzajú z celkového počtu 5942 trvalých monitorova-

cích plôch, na ktorých bolo hodnotených 132350 stromov. Výsledky sú zhrnuté v tabuľke 3.28 podľa údajov zo správy Forest condition in Europe, Results of the 2001 Large-scale Survey (UN/ECE a EC, 2002).

Priemerná defoliácia v roku 2001 bola 20,1 %. Z hlavných druhov mali najväčšiu defoliáciu *Quercus robur* a *Q. petraea* (24,9 %), za nimi nasleduje *Fagus sylvatica* (20,7 %), *Picea abies* (19,4 %) a *Pinus silvestris* (19,1 %). 22,4 % zo všetkých hodnotených stromov bolo hodnotených ako poškodené (v stupňoch poškodenia 2-4). Podiel poškodených listnatých drevín (24,4 %) bol väčší ako podiel poškodených ihličnatých drevín (21,0 %). V členských štátoch EÚ bolo v roku 2001 18,9 % poškode-

ných stromov (o 1,3 % vyšší ako v predchádzajúcom roku). Bol nižší ako v celej Európe, pretože územia s najväčšou defoliáciou sa nachádzajú hlavne v nečlenských štátoch EÚ, konkrétne v častiach strednej a východnej Európy. Medzi poškodením listnatých drevín medzi členskými a nečlenskými štátmi EÚ je minimálny rozdiel (23,4 % resp. 24,4 %). Výraznejší je rozdiel medzi ihličnatými drevinami (15,9 % a 21,0 %). Tieto skutočnosti dokumentuje obr. 3.17 a tab. 3.27.

**Tab. 3.27 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.	31,8	44,8	76,6	20,5	2,0	0,9	23,4	20,8	15	32403
	Ihlič.	45,3	38,8	84,1	14,2	1,2	0,5	15,9	16,8	15	47068
	Spolu	39,8	41,3	81,1	16,7	1,5	0,7	18,9	18,4	15	79471
Európa spolu	<i>Buk</i>	32,0	42,8	74,8	22,9	1,6	0,7	25,2	20,7	20	11780
	<i>Dub</i>	19,7	46,4	66,1	30,6	2,1	1,2	33,9	24,9	20	8514
	List.	31,0	44,6	75,6	21,4	2,0	1,0	24,4	21,1	20	53514
	<i>Smrek</i>	38,7	35,5	74,2	23,6	1,9	0,3	25,8	19,4	15	26322
	<i>Bor.</i>	32,2	50,0	82,2	16,1	1,0	0,7	17,8	19,1	15	35321
	Ihlič.	35,3	43,7	79,0	18,8	1,4	0,8	21,0	19,3	15	78836
	Spolu	33,6	44,0	77,6	19,9	1,6	0,9	22,4	20,1	15	132350

Priestorová distribúcia poškodenia lesov v Európe v roku 2001 vyjadrená pomocou percenta poškodených stromov je na obrázku 3.18. 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 2001 vyjadrená pomocou priemernej defoliácie na TMP je na obrázku 3.19.

Výsledky hodnotenia sfarbenia asimilačných orgánov uvádza tabuľka 3.29. V rámci celej Európy vykazuje 7,6 % všetkých drevín sfarbenie väčšie ako 10 %.

Výsledky hodnotenia poškodenia stromov jednotlivými škodlivými činiteľmi uvádza tabuľka 3.30. Najviac stromov je poškodených hmyzom (9,9 %), hubami (6,6 %) a abiotickými činiteľmi (5,6 %).

Tab. 3.28 Výsledky hodnotenia defoliácie v roku 2001 v Európe

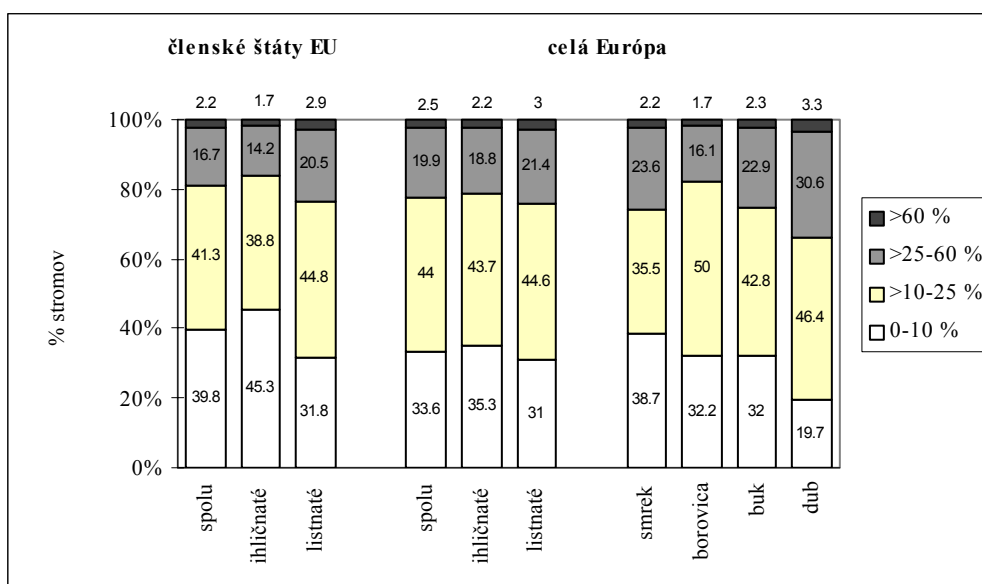
Štát	Počet hodnotených stromov	Stupne poškodenia				
		0	1	2	3+4	2+3+4
Albánsko	6480	51,5	38,3	9,2	1,0	10,2
Anglicko	8184	32,4	46,5	19,8	1,3	21,1
Belgicko	3374	42,1	40,0	16,0	1,9	17,9
Bielorusko	9652	18,0	61,3	19,4	1,3	20,7
Bulharsko	4323	31,6	34,6	25,5	8,3	33,8
Česká rep,	6808	11,3	36,6	51,3	0,8	52,1
Dánsko	1248	58,6	34,0	5,4	2,0	7,4
Estónsko	2136	49,0	42,5	7,0	1,5	8,5
Fínsko	8579	56,8	32,3	10,0	0,9	10,9
Francúzsko	10373	44,2	35,5	18,7	1,6	20,3
Grécko	1792	38,8	39,5	17,1	4,6	21,7
Holandsko	231	56,3	23,8	19,5	0,4	19,9
Chorvátsko	1941	36,1	38,9	22,0	3,0	25,0
Írsko	420	55,2	27,4	13,1	4,3	17,4
Juhoslávia	2674	65,2	20,8	8,9	5,1	14,0
Lichtenštajn.		bez údajov				
Litva	6664	14,6	73,7	9,9	1,8	11,7
Lotyšsko	8695	18,2	66,2	13,9	1,7	15,6
Luxembursko		bez údajov				
Maďarsko	26808	37,0	41,8	16,3	4,9	21,2
Moldavsko	14058	32,4	30,7	27,5	9,4	36,9
Nemecko	13478	35,7	42,4	20,8	1,1	21,9
Nórsko	7891	32,0	40,8	23,6	3,6	27,2
Poľsko	23600	9,9	59,5	28,8	1,8	30,6
Portugalsko	4320	46,3	43,6	9,4	0,7	10,1
Rakúsko	7002	57,7	32,6	8,5	1,2	9,7
Rumunsko	110190	62,5	24,2	12,0	1,3	13,3
Rusko <sup>b)</sup>	2966	41,7	48,5	8,6	1,2	9,8
Slovensko	4241	15,5	52,8	30,0	1,7	31,7
Slovinsko	984	31,4	39,7	24,3	4,6	28,9
Španielsko	14880	28,9	58,1	9,7	3,3	13,0
Švajčiarsko	1073	33,7	48,1	11,0	7,2	18,2
Švédsko	16442	52,1	30,4	14,8	2,7	17,5
Taliano	7351	20,3	41,3	34,2	4,2	38,4
Turecko		bez údajov				
Ukrajina	1685	6,1	54,3	37,6	2,0	39,6

b) Leningradský a Pskovský región

Tab. 3.29 Percentá stromov v jednotlivých triedach sfarbenia

	Dreviny	Zmena sfarbenia					Počet stromov	
		0-10 %	>10-25 %	>25-60 %	>60 %	mŕtve		
EÚ	listnaté	92,4	4,8	1,4	0,5	0,9	7,6	32403
	ihličnaté	94,1	4,1	1,1	0,2	0,5	5,9	47068
	spolu	93,3	4,4	1,3	0,3	0,7	6,7	79471
celá Európa	listnaté	92,3	5,0	1,5	0,3	0,9	7,7	53514
	ihličnaté	92,5	4,7	1,9	0,2	0,7	7,5	78836
	spolu	92,4	4,8	1,7	0,3	0,8	7,6	132350





Obr. 3.17 Zastúpenie drevín v jednotlivých stupňoch poškodenia v Európe

Tab. 3.30 Percentá stromov s jednotlivými typmi poškodenia

Typ poškodenia	celá Európa			EÚ		
	nehodnotené	hodnotené ako nepoškodené	hodnotené ako poškodené	nehodnotené	hodnotené ako nepoškodené	hodnotené ako poškodené
Zver	57,1	42,0	0,9	39,0	59,8	1,2
Hmyz	45,4	44,7	9,9	34,0	53,6	12,4
Huby	46,0	47,4	6,6	35,7	57,6	6,7
Abiotické vplyvy	46,6	47,8	5,6	35,4	57,6	7,0
Činnosť človeka	46,9	49,3	3,8	36,1	60,1	3,8
Oheň	49,0	50,6	0,4	37,6	62,0	0,4
Rozpoznateľné znečistenie ovzdušia	59,9	37,7	2,4	59,8	40,2	-
Iné	45,3	47,5	7,2	36,2	56,8	7,0

### Vývoj defoliácie hlavných druhov drevín

Vývoj priemernej defoliácie pre vybrané druhy lesných drevín v Európe v rokoch 1989-2001 je uvedený v tabuľke 3.31 a znázornený na obrázku 3.20. Časový vývoj zdravotného stavu lesov v Európe, ktorý je vyjadrený pomocou

defoliácie je vyhodnocovaný na súbore tých istých stromov v danom časovom intervale („Common Sample Trees“ (CSTs)), aby bol vylúčený vplyv ťažby, dopĺňania stromov a pod.

*Obr. 3.18 Priestorová distribúcia poškodenia lesov v Európe v roku 2000 vyjadrená prostredníctvom percenta stromov zaradených do stupňa poškodenia 2-4*

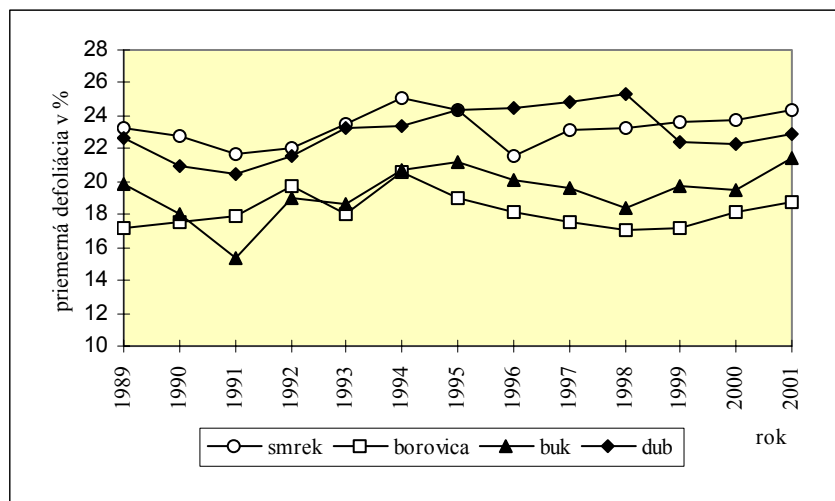
*Obr. 3.19 Priestorová distribúcia lesov v Európe v roku 2000 vyjadrená pomocou priemernej defoliácie na TMP*

Tab. 3.31 Vývoj priemernej defoliácie podľa drevín v rokoch 1989-2001 na súbore CSTs<sub>89</sub> a jej stredná chyba

Rok	Drevina			
	Buk	Dub	Smrek	Borovica
1989	19,8 ± 0,27	22,7 ± 0,47	23,2 ± 0,31	17,2 ± 0,32
1990	18,0 ± 0,24	20,9 ± 0,43	22,8 ± 0,31	17,6 ± 0,33
1991	15,4 ± 0,23	20,5 ± 0,40	21,7 ± 0,26	17,9 ± 0,27
1992	19,0 ± 0,27	21,6 ± 0,38	22,0 ± 0,24	19,7 ± 0,31
1993	18,6 ± 0,25	23,2 ± 0,39	23,5 ± 0,27	18,0 ± 0,25
1994	20,7 ± 0,25	23,4 ± 0,39	25,1 ± 0,29	20,6 ± 0,27
1995	21,2 ± 0,25	24,4 ± 0,43	24,4 ± 0,30	19,0 ± 0,25
1996	20,1 ± 0,22	24,5 ± 0,40	21,6 ± 0,27	18,2 ± 0,24
1997	19,6 ± 0,22	24,8 ± 0,43	23,1 ± 0,28	17,5 ± 0,24
1998	18,4 ± 0,23	25,3 ± 0,43	23,2 ± 0,29	17,0 ± 0,23
1999	19,7 ± 0,22	22,4 ± 0,39	23,6 ± 0,30	17,2 ± 0,22
2000	19,5 ± 0,25	22,3 ± 0,39	23,7 ± 0,29	18,1 ± 0,23
2001	21,4 ± 0,25	22,9 ± 0,40	24,3 ± 0,28	18,8 ± 0,26

Od roku 1989 do roku 1994 dochádzalo ku zvyšovaniu priemernej defoliácie sledovaných druhov drevín (výnimočný je rok 1991, mimoriadne priaznivý z celoeurópskeho pohľadu ale aj z hľadiska vývoja priemernej defoliácie lesov SR). Ako už bolo vyššie spomenuté, v roku 1995 došlo u všetkých druhov drevín k stabilizácii zdravotného stavu na najvyššej úrovni poškodenia. U jednotlivých sledovaných druhov je vývoj priemernej defoliácie mierne odlišný. Kým

smrek a borovica dosiahli maximálnu hodnotu priemernej defoliácie v roku 1994 a odvtedy je ich stav viac-menej stabilizovaný, u buka dochádza naďalej k miernemu zhoršovaniu zdravotného stavu, v roku 2001 bola u buka zaznamenaná najvyššia priemerná defoliácia od roku 1989. U duba dochádzalo ku každoročnému zhoršovaniu až do roku 1998, v ďalších troch rokoch sa jeho zdravotný stav zlepšil a stabilizoval.



Obr. 3.20 Vývoj priemernej defoliácie lesných drevín v Európe

Celkovo možno výsledky hodnotení stavu koruny v roku 2001 zhrnúť do nasledovných bodov:

- Viac ako 20 % zo 132350 hodnotených stromov v roku 2001 bolo hodnotených ako poškodené.
- Stromy, ktoré sú hodnotené od začiatku monitoringu vykazovali nepretržité zhoršovanie v priebehu rokov 1986 až 1995. Po tomto období došlo k zlepšeniu zdravotného stavu pozorovaných drevín.
- Defoliácia buka a borovice v rámci Európy nemá jednoznačný trend, ale sa líši v závislosti od meniacich sa podmienok v rôznych regiónoch.
- Medzi najviac vplyvajúce faktory sa zaraďujú nízke zrážky, napadnutie hmyzom a hubami a taktiež aj znečistenie ovzdušia. Zatiaľ čo depozícia síry koreluje s vysokou defoliáciou, vplyv dusíka nie je jednoznačný: závisí na pôdnom a lesnom type, buď prevládajú jeho fertilizačné alebo jeho acidifikačné vplyvy.

## 4. INTENZÍVNY MONITORING

### 4.1 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 prostredníctvom ich akumulácie (accumulation), uvoľňovania (release) a vyluhovania (leaching).*
- *Zhodnotiť kritické záťaže 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 súčinnosti s pôsobením ďalších stresových faktorov a stanovištných podmienok.*
- *Zhodnotiť dôsledky budúcich scenárov vývoja znečistenia ovzdušia na stav a vývoj lesných ekosystémov.*

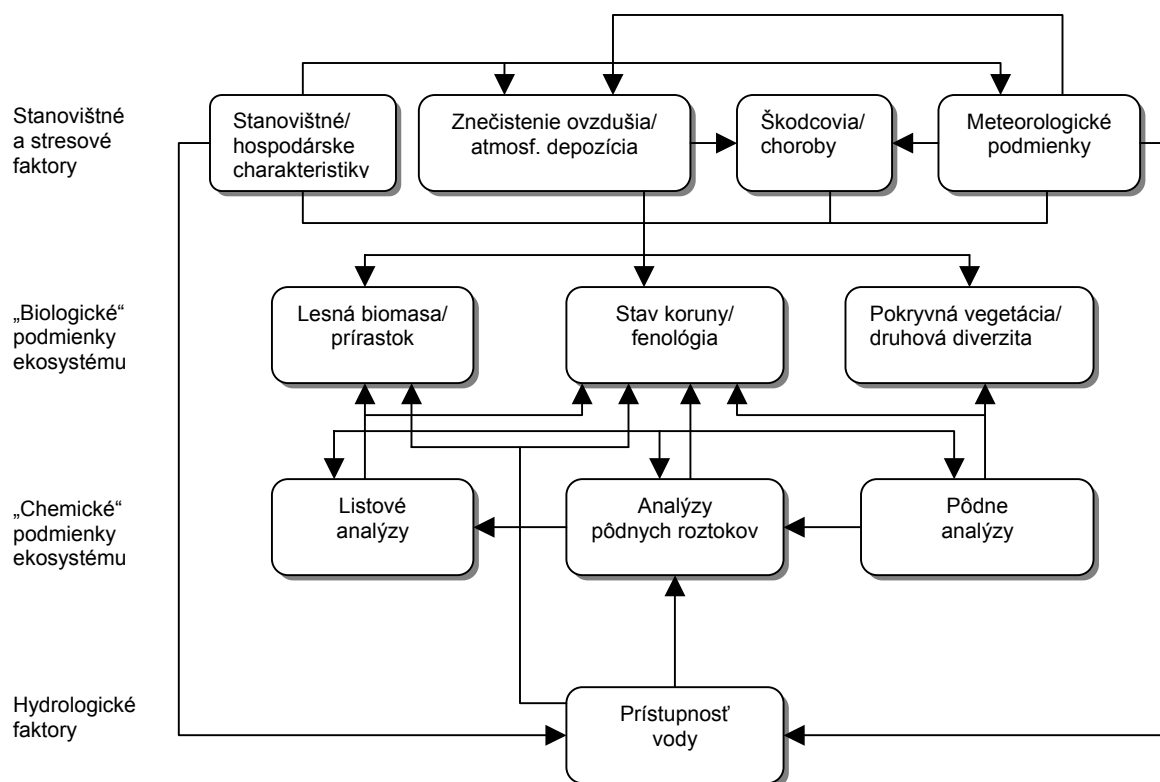
Vzťahy medzi stanovištnými a stresovými faktormi a stavom lesných ekosystémov podľa

Forest Condition in Europe, 2001 Executive Report sú znázornené na obr. 4.1.

### Sledované parametre

Merania intenzívneho kontinuálneho monitoringu lesných ekosystémov, tzv. druhá úroveň monitoringu sa v rámci Európy vykonávajú na 866 TMP. **Obsahom programu sú kontinuálne a intenzívne hodnotenia stavu koruny, pevnej a kvapalnej zložky pôdy, listov, sledovanie prírastku, meranie depozícií látok do lesných ekosystémov a sledovanie meteorologických parametrov**, s výhľadom na 15 až 20 rokov. Na území Slovenskej republiky sa v rámci ČMS Lesy vykonávajú uvedené merania na 8 trvalých monitorovacích plochách, sedem 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, t.j. na dubiny, bučiny, smrekovo-jedľové bučiny a smrečiny. Monitorovacie plochy boli umiestnené do oblastí mimo priameho lokálneho vplyvu imisií. Plochy sú vybrané tak, aby reprezentovali homogénnu časť lesa, a aby boli od okraja porastu vzdialené minimálne na vzdialenosť strednej výšky hlavnej dreviny.

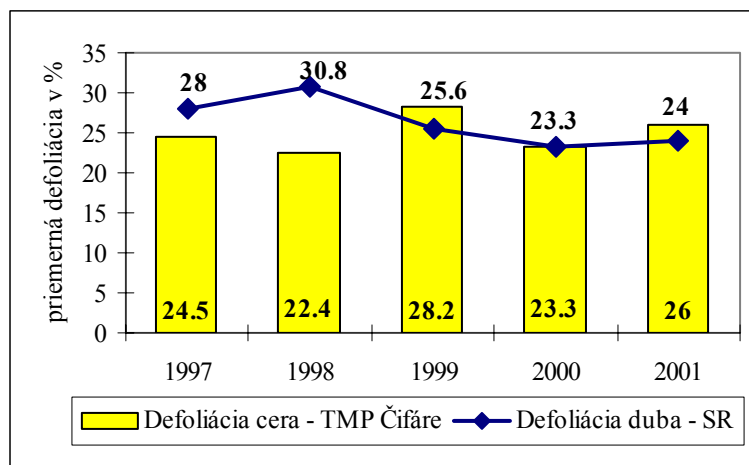


Obr. 4.1 Vzťahy medzi stanovištnými a stresovými faktormi a stavom lesných ekosystémov

## 4.2 CHARAKTERISTIKY PLÔCH

### 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	80
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



Obr. 4.2 Defoliácia cera na TMP Čifáre v rokoch 1997-2001

Tab. 4.1 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

**TMP 201 – Čifáre – Fytocenologický zápis prízemnej vegetácie**

Trofický rad geobiocénov: mezotrofný. Vegetačný stupeň: dubový.

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

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 jednozemenný	1	1
	<i>Rosa canina</i> L.,	ruža šíповá	+	+
	<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 hrabolistý	-	-
	<i>Pyrus communis</i> L. emend. Burgsd.,	hruška obyčajná	-	-
	Bylinná	<i>Brachypodium sylvaticum</i> (Huds.) P. Beauv.,	mrvica lesná	+1 <sup>-2</sup>
<i>Poa nemoralis</i> L.,		lipnica hájna	+1	+1
<i>Poa angustifolia</i> L.,		lipnica úzkolistá	+ <sup>1</sup>	+ <sup>1</sup>
<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	+ <sup>1</sup>	+1

Vrstva (etáž)	Názov druhu		Pokryvnosť	
	latinský	slovenský	31.5.1999	15.7.1999
	<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	-	+
	<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.,	pľháva dvojdomá	-	-
	<i>Vincetoxicum hirsutum</i> Medik.,	luskáč lekársky	-	-
	<i>Cruciata laevipes</i> Opiz,	krížavka chlpatá	-	-
	<i>Astragalus glycyphyllos</i> L.,	kozinec sladkolistý	-	-
	<i>Ficaria bulbifera</i> Holub,	blyskáč cibul'katý	-	-
	<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.,	srdcovník obyčajný	-	-

Tab. 4.2 Vývoj priemernej defoliácie a dosiahnutá presnosť jej určenia pri 68 %-nej spoľahlivosti

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

Tab. 4.3 Vývoj priemerného radiálneho hrúbkového prírastku ( $i_r$ )

Drevina	Priemerný radiálny hrúbkový prírastok ( $i_r$ ) v mm ± stredná chyba				
	1997	1998	1999	2000	2001
Cer	-	0,64 ± 0,04	1,73 ± 0,12	1,32 ± 0,05	0,64 ± 0,04

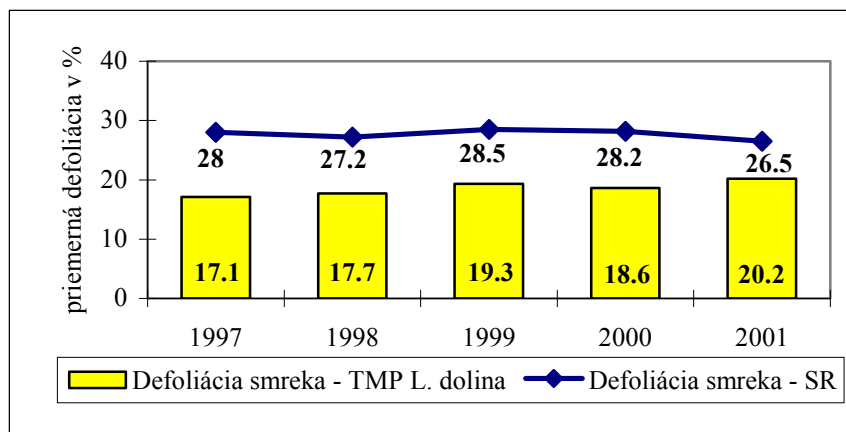
Rozdiely priemernej defoliácie duba cerového v sledovanom období sú malé. V roku 1999

bola zaznamenaná najvyššia defoliácia, ale takisto aj najvyšší radiálny hrúbkový prírastok.



## 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



Obr. 4.3 Defoliácia smreka na TMP Lomnístá dolina v rokoch 1997-2001

Tab. 4.4 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

Tab. 4.5 Vývoj priemernej defoliácie a dosiahnutá presnosť jej určenia pri 68 %-nej spoľahlivosti

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

Tab. 4.6 Vývoj priemerného radiálneho hrúbkového prírastku ( $i_r$ )

Drevina	Priemerný radiálny hrúbkový prírastok ( $i_r$ ) v mm $\pm$ stredná chyba				
	1997	1998	1999	2000	2001
Smrek	-	1,59 $\pm$ 0,09	1,18 $\pm$ 0,08	1,75 $\pm$ 0,07	1,84 $\pm$ 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.

### TMP 203 -Lomníšťa dolina -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.

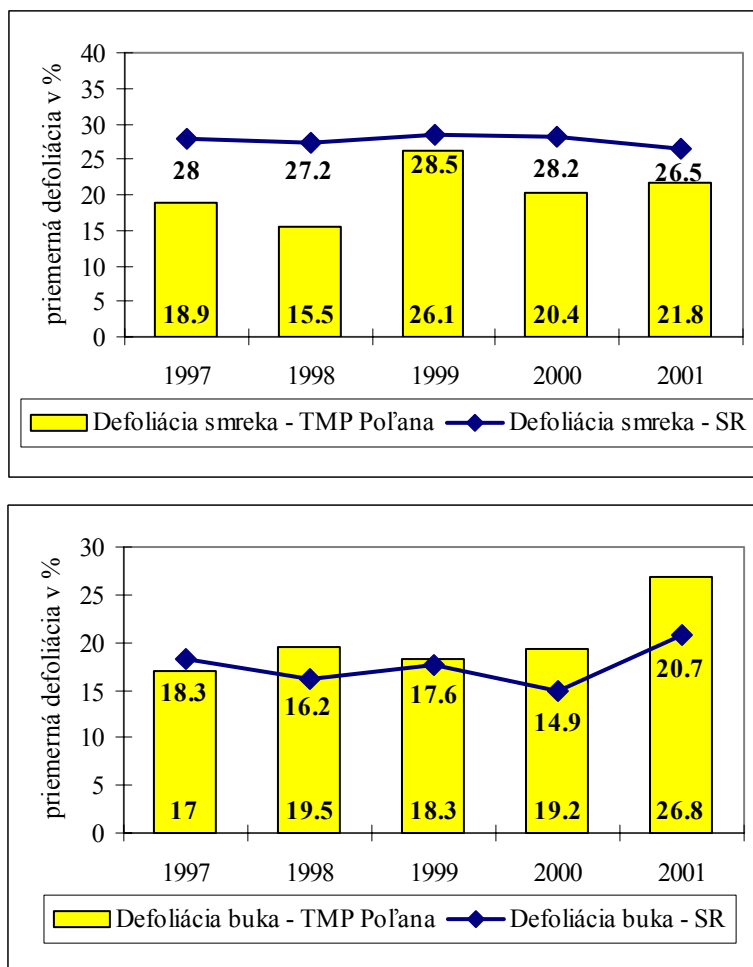
Celková pokryvnosť podrastu v %: letný aspekt 55, kry 0, byliny 55, pozemné machy 0,1

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.,	vřbovka 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.,	přhľava 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 alpská,	-
	<i>Solidago virgaurea</i> L.,	zlatobyl' 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 subalpský	-

Vrstva	Názov druhu		Pokryvnosť 17.8.1999
	latinský	slovenský	
	<i>Acetosa arifolia</i> (All.) Schur,	štíav alpínsky	-
	<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	+
	<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



Obr. 4.4 Defoliácia smreka a buka na TMP Poľana v rokoch 1997-2001

Tab. 4.7 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

Tab. 4.8 Vývoj priemernej defoliácie a dosiahnutá presnosť jej určenia pri 68 %-nej spoľahlivosti

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

Tab. 4.9 Vývoj priemerného radiálneho hrúbkového prírastku ( $i_r$ )

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

Rozdiely priemernej defoliácie buka v jednotlivých rokoch sú malé, u smreka dochádza v jednotlivých rokoch k väčším výky-

vom (hlavne v roku 1999, kedy bola zaznamenaná najvyššia priemerná defoliácia).

### TMP 204 – Poľana – 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,

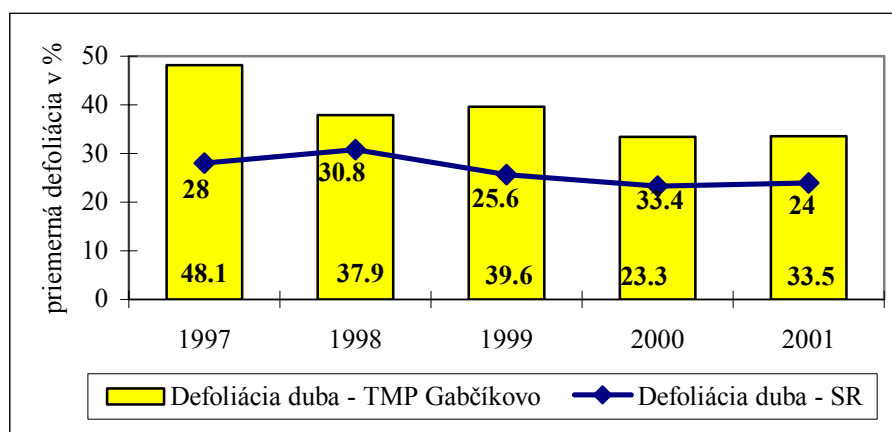
letný aspekt 80, kry 40, byliny 40, pozemné machy 0.

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>	-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 rozložené	-	+
	<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 cibul'konosná	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>-3</sup>
	<i>Athyrium filix-femina</i> (L.) Roth,	papradka samičia	+1	+1
	<i>Dryopteris filix-mas</i> (L.) Schott,	papraď 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 trvaca	+	+
	<i>Paris quadrifolia</i> L.,	vranovec štvorlistý	-	-
	<i>Urtica dioica</i> L.,	pŕhľava dvojdomá	-	+
	<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	+	+	

Vrstva	Názov druhu		Pokryvnosť	
	latinský	slovenský	25.5.1999	19.8.1999
	<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

### TMP 205 - Gabčíkovo

Základné charakteristiky plochy	
Rok založenia	1997
Zemepisná šírka	47°53'38"
Zemepisná dĺžka	17°35'46"
LZ	Palárikovo
LHC	Gabčíkovo
JPRL	65a
Nadmorská výška	110 m
Expozícia	R
Sklon	0 %
Výmera plochy	0,25 ha
Počet stromov	104
Vek	50
Rad	C
St	Querceto-Fraxinetum
Lesný typ	952 – Žihľavová brestová jasenina s hrabom
Pôdny typ	Fluvizem modálna, karbonátová
Zastúpenie	db 100 %
Bonita	+1
Výchovné zásahy	bez zásahu



Obr. 4.5 Defoliácia duba na TMP Gabčíkovo

Tab. 4.10 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	Dub	0	7	78	12	3	7	93	15
1998	Dub	3	23	62	8	4	26	74	12
1999	Dub	0	20	73	7	0	20	80	7
2000	Dub	1	41	52	2	4	42	58	6
2001	Dub	0	38	56	0	6	38	62	6

Tab. 4.11 Vývoj priemernej defoliácie a dosiahnutá presnosť jej určenia pri 68 %-nej spoľahlivosti

Drevina	Priemerná defoliácia v % ± stredná chyba				
	1997	1998	1999	2000	2001
Dub	48,1 ± 1,8	37,9 ± 2,0	39,6 ± 1,6	33,4 ± 1,9	33,5 ± 1,9

Tab. 4.12 Vývoj priemerného radiálneho hrúbkového prírastku ( $i_r$ )

Drevina	Priemerný radiálny hrúbkový prírastok ( $i_r$ ) v mm ± stredná chyba				
	1997	1998	1999	2000	2001
Dub	-	0,97 ± 0,10	2,11 ± 0,12	-	-

TMP s veľkou priemernou defoliáciou. Vysoká defoliácia v roku 1997 bola zapríčinená prítomnosťou listožravého hmyzu. V roku 1999

bola podobne ako na iných TMP pozorovaná vyššia defoliácia ako v iných rokoch.

### TMP 205 – Gabčíkovo – Fytocenologický zápis prízemnej vegetácie

Edaficko-hydrický rad geobiocénov: subor „c“ – nitrofilný. Vegetačný stupeň: dubový.

Skupina lesných typov: Querceto-Fraxinetum s prechodom do Ulmeto-Fraxinetum

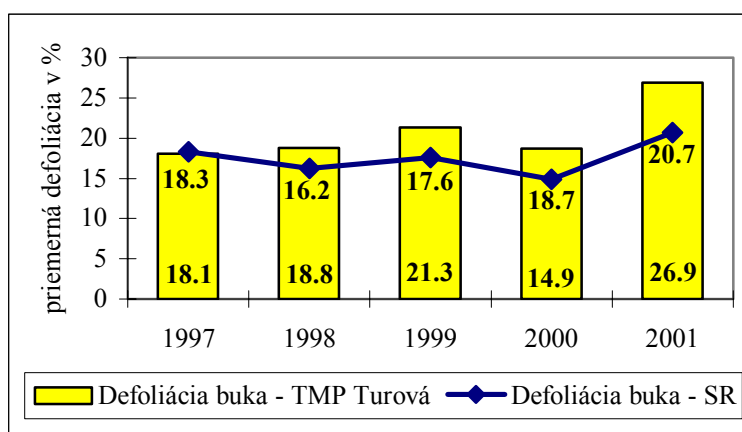
Celková pokryvnosť podrastu v % : jarný aspekt 40, kry 35, byliny 10, pozemné machy 0, letný aspekt 55, kry 50, byliny 5, pozemné machy 0.

Vrstva	Názov druhu		Pokryvnosť	
	latinský	slovenský	26.3.1999	28.7.1999
Stromová	<i>Quercus robur</i> L.,	dub letný	76	76
	<i>Acer pseudoplatanus</i> L.	javor horský	10	10,2
	<i>Fraxinus excelsior</i> L.,	jaseň štíhly	0,5	0,5
	<i>Acer campestre</i> L.	javor poľný	2	2,2
Krovinná	<i>Acer pseudoplatanus</i> L.	javor horský	+	+
	<i>Acer plantanoides</i> L.	javor mliečny	-	-
	<i>Corylus avellana</i> L.,	lieska obyčajná	1	1
	<i>Euonymus europaeus</i> L.,	bršlen európsky	-	-
	<i>Viburnum opulus</i> L.,	kalina obyčajná	-	-
	<i>Ulmus carpiniifolia</i> Gled.	brest hrabolistý	-	-
	<i>Fraxinus angustifolia</i> Vahl,	jaseň úzkolistý	1	1
	<i>Staphylea pinnata</i> L.	klokoč perovitý	1	1
	<i>Sambucus nigra</i> L.	baza čierna	-2	-2
	<i>Cornus sanguinea</i> L.	svib krvavý	1	1
	<i>Padus avium</i> Mill.,	čremcha obyčajná	-2	+2
	<i>Hedera helix</i> L.,	brečtan popínavý	+1	+1
	<i>Negundo aceroides</i> Moench,	javorovec jaseňolistý	-	-
Bylinná	<i>Scilla bifolia</i> L.,	scila dvojlistá	1/-2	.
	<i>Arum alpinum</i> Schott et Kotschy,	áron alpský	+1	+
	<i>Aegopodium podagraria</i> L.,	kozonoňa hostcová	+	-
	<i>Ficaria bulbifera</i> Holub,	blyskáč cibulkatý	+	.
	<i>Viola hirta</i> L.,	fialka srstnatá	+	+
	<i>Gagea lutea</i> (L.) Ker Gawl.,	krivec žltý	+	.
	<i>Corydalis cava</i> (L.) Schweigg. et Körte,	chochlačka dutá	+	.
	<i>Polygonatum latifolium</i> Desf.,	kokorík širokolistý	-	+
	<i>Impatiens noli-tangere</i> L.,	netýkavka nedotklivá	-	+
	<i>Geranium robertianum</i> L.,	pakost smradľavý	.	+
	<i>Circaea lutetiana</i> L.,	čarovník obyčajný	.	+

Vrstva	Názov druhu		Pokryvnosť	
	latinský	slovenský	26.3.1999	28.7.1999
	<i>Paris quadrifolia</i> L.,	vranovec štvorlistý	-	+
	<i>Rubus caesius</i> L.,	ostružina ožinová	+	+

### 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



Obr. 4.6 Defoliácia buka na TMP Turová



Tab. 4.13 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	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

Tab. 4.14 Vývoj priemernej defoliácie a dosiahnutá presnosť jej určenia pri 68 %-nej spoľahlivosti

Drevina	Priemerná defoliácia v % $\pm$ stredná chyba				
	1997	1998	1999	2000	2001
Buk	18,1 $\pm$ 0,8	18,8 $\pm$ 0,8	21,3 $\pm$ 0,6	18,7 $\pm$ 0,6	26,9 $\pm$ 0,9

Tab. 4.15 Vývoj priemerného radiálneho hrúbkového prírastku ( $i_r$ )

Drevina	Priemerný radiálny hrúbkový prírastok ( $i_r$ ) v mm $\pm$ stredná chyba				
	1997	1998	1999	2000	2001
Buk	-	1,23 $\pm$ 0,06	2,02 $\pm$ 0,08	1,34 $\pm$ 0,05	1,02 $\pm$ 0,06

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).

### TMP 206 – Turová – Fytcenologický zápis prízemnej vegetácie

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

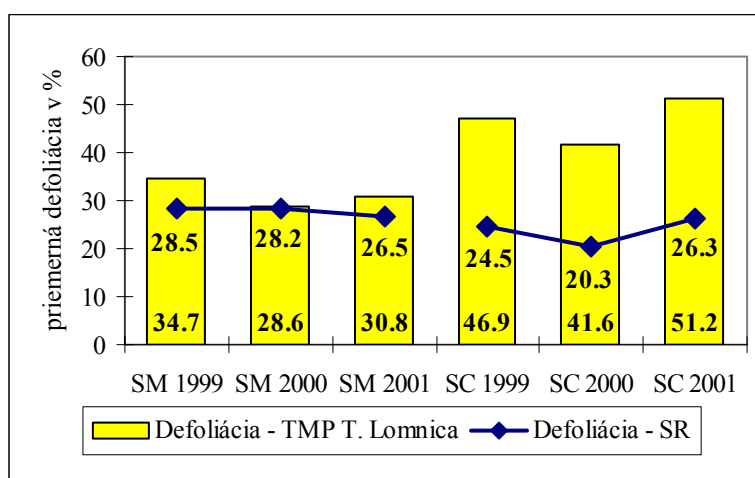
Skupina lesných typov: Fagetum pauper nst, (Fp nst), lesný typ: 3313 – zubačková bučina nižšieho stupňa.

Celková pokrývnosť 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		Pokrývnosť	
	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
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 samčcia	-	-
	<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	-	-

## 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)
Slť	Lariceto-Piceetum
Lesný typ	6141- Sutinová smrekovcová smrečina časť 6145 – Živná smrekovcová smrečina nst.
Pôdny typ	Ranker podzolový, ranker kambizemný
Zastúpenie	bk 60 %, sc 40 %, jd +, (LHP sm 95 %, sc 5 %)
Bonita	sm 8, sc 4
Výchovné zásahy	bez zásahu



Obr. 4.7 Defoliácia smreka a smrekovca na TMP Tatranská Lomnica v rokoch 1999-2001

Tab. 4.16 Vývoj zastúpenia drevín v stupňoch poškodenia

Rok	Dreviny	Zastúpenie stromov v stupňoch poškodenia 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

Tab. 4.17 Vývoj priemernej defoliácie a dosiahnutá presnosť jej určenia pri 68 %-nej spoľahlivosti

Drevina	Priemerná defoliácia v % ± stredná chyba			
	1998	1999	2000	2001
Smrek	-	34,7 ± 1,7	28,6 ± 1,4	30,8 ± 1,4
Smrekovec	-	46,9 ± 2,4	41,6 ± 2,7	51,2 ± 2,7

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. Priemerná defoliácia stromov na tejto monitorovacej ploche je vysoká u oboch zastúpených drevín.

### TMP 207 – TANAP – 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 pokryvnosť podrastu v %: letný aspekt 97, kry 0,3, byliny 45, pozemné machorasty 75.

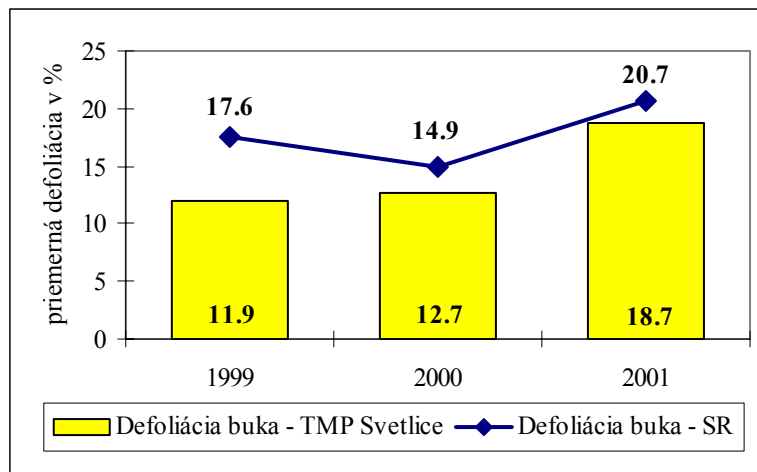
Vrstva	Názov druhu		Pokryvnosť 26.8.1999
	latinský	slovenský	
Stromová	<i>Picea abies</i> (L.) H. Karst.,	smrek obyčajný	73
	<i>Larix decidua</i> Mill.,	smrekovec opadavý	20
	<i>Pinus sylvestris</i> L.,	borovica lesná	1.5
	<i>Abies alba</i> Mill.,	jedľa biela	1.0
Krovinná	<i>Sorbus aucuparia</i> L.,	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 chlpkatý	+
	<i>Avenella flexuosa</i> (L.) Parl.,	metluška 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 alpinska	+ <sup>1</sup>
	<i>Maianthemum bifolium</i> (L.) F. W. Schmidt,	tôňovka dvojlístá	+1
	<i>Athyrium filix-femina</i> (L.) Roth,	papradka samičia	+1
	<i>Gymnocarpium dryopteris</i> (L.) Newman,	peračina dúbavová	+ <sup>1</sup>
	<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</i> subsp. <i>lobelianum</i> (Bernh.) Arcang.,	kýchavica biela Lobelova	+
	<i>Cicerbita alpina</i> (L.) Wallr.,	mliečivec alpský	-
	<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 štvorlístý	-
	<i>Chrysosplenium alternifolium</i> L.,	slezinovka striedavolistá	+ <sup>1</sup>
	<i>Caltha palustris</i> L., (subsp. <i>laeta</i> )	záružlie močiarné -horské	+ <sup>1</sup>
<i>Viola biflora</i> L.,	fialka dvojkvetá	+ <sup>1</sup>	
<i>Senecio subalpinus</i> W. D. J. Koch,	starček subalpský	-	

Vrstva	Názov druhu		Pokryvnosť 26.8.1999
	latinský	slovenský	
	<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.) Rchb.,	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> (Schr.) T. J. Kop.,	merík (zobákovitý)	+ <sup>1</sup>
	<i>Plagiommium affine</i> (Blandow ex Funck) T. J. Kop.,	merík príbuzný	-
	<i>Plagiochila asplenoides</i> (L. emend. Taylor) Dumort.,	papraďovka slezinníkovitá	+ <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

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



Obr. 4.8 Defoliácia buka na TMP Svetlice v rokoch 1999-2001

Tab. 4.18 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

Tab. 4.19 Vývoj priemernej defoliácie a dosiahnutá presnosť jej určenia pri 68 %-nej spoľahlivosti

Drevina	Priemerná defoliácia v % ± stredná chyba			
	1998	1999	2000	2001
Buk	-	11,9 ± 0,4	12,7 ± 0,4	18,7 ± 0,5

Tab. 4.20 Vývoj priemerného radiálneho hrúbkového prírastku ( $i_r$ )

Drevina	Priemerný radiálny hrúbkový prírastok ( $i_r$ ) v mm ± stredná chyba			
	1998	1999	2000	2001
Buk	-	-	1,35 ± 0,07	1,63 ± 0,09

**TMP 208 – Svetlice – 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
Bylinná	<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
	<i>Carex pilosa</i> Scop.,	ostrica chlpatá	+/+2	+/+2 <sup>-3</sup>
	<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	-	-
	<i>Dentaria bulbifera</i> L.,	zubačka cibuľkonosná	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,	paprad' samčia	+	+
	<i>Dryopteris dilatata</i> (Hoffm.) A. Gray,	paprad' rozložená	-	-
	<i>Mycelis muralis</i> (L.) Dumort.,	šalátovka múrová	+	+
	<i>Scrophularia nodosa</i> L.,	krtičník hľuznatý	-	-
	<i>Urtica dioica</i> L.,	píhľava dvojdomá	-	-
	<i>Mercurialis perennis</i> L.,	bažanka trvacia	-	-
	<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 platanooides</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**

<b>Základné charakteristiky plochy</b>	
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

**Tab. 4.21 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

**Tab. 4.22 Vývoj priemernej defoliácie a dosiahnutá presnosť jej určenia pri 68 %-nej spoľahlivosti**

Drevina	Priemerná defoliácia v % ± stredná chyba			
	1998	1999	2000	2001
Smrek	-	-	-	28,8 ± 1,0

**Tab. 4.23 Vývoj priemerného radiálneho hrúbkového prírastku ( $i_r$ )**

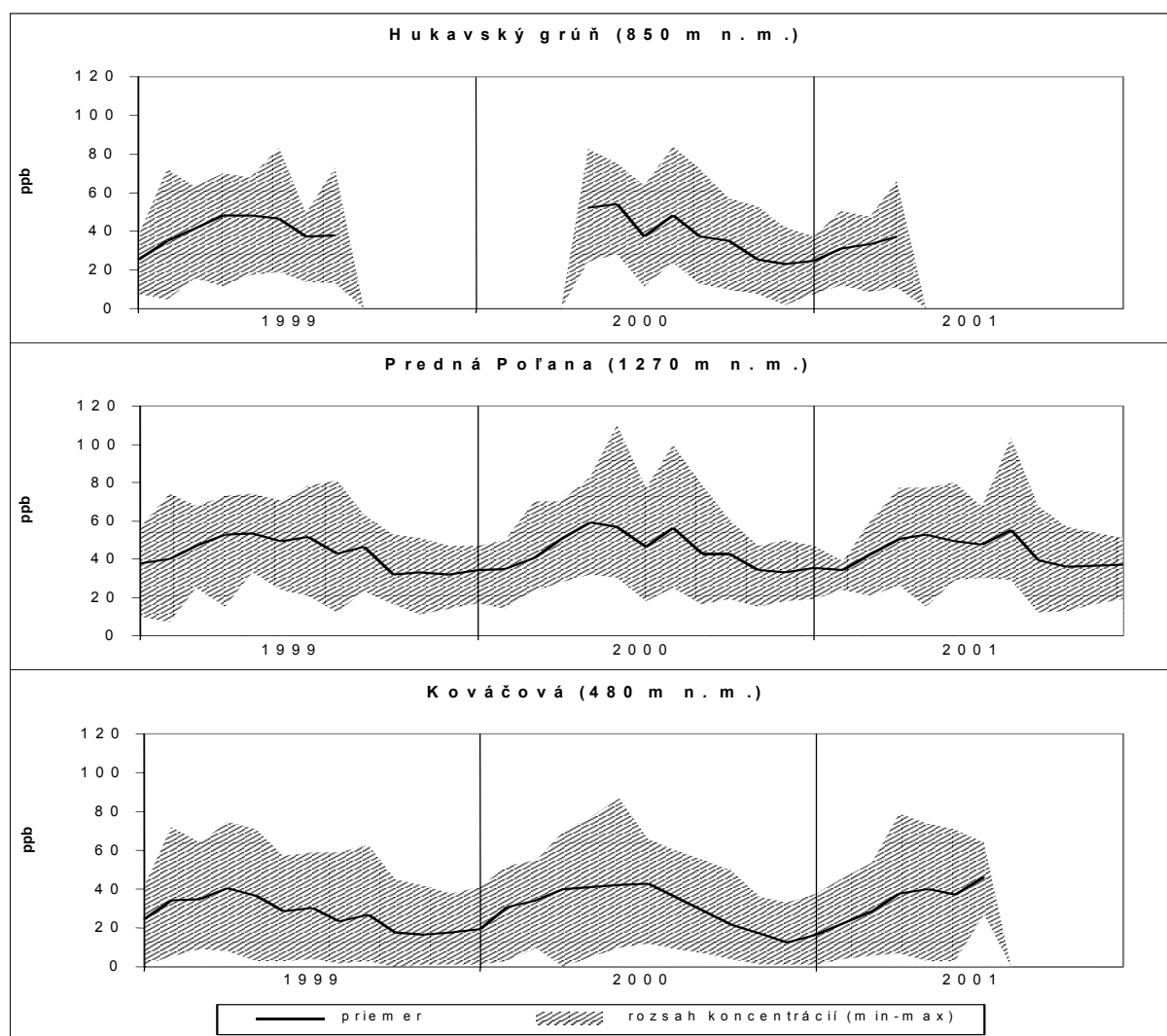
Drevina	Priemerný radiálny hrúbkový prírastok ( $i_r$ ) v mm ± stredná chyba			
	1998	1999	2000	2001
Smrek	-	-	-	1,60 ± 0,28

## 4.3 MONITORING KVALITY OVZDUŠIA A DEPOZÍCIE

### Ozón

Počas obdobia merania 1999 – 2001 vykazovali koncentrácie ozónu na všetkých troch lokalitách typický ročný priebeh s minimálnymi priemernými mesačnými koncentraciami v zimnom období (október – december) a maximálnymi priemernými mesačnými koncentraciami v jarnom až letnom období s jednoduchým alebo dvojitým maximum (apríl – máj, august) v závislosti od meteorologických podmienok v danom roku.

Maximálne krátkodobé koncentrácie (polhodinové priemery) dosahovali najvyššie hodnoty takisto v jarnom až letnom období (máj – august), pričom vo fotochemicky priaznivých rokoch 2000 a 2001 na lokalite Predná Poľana prekročovali hodnoty 100 ppb. Priebeh priemerných mesačných koncentrácií v období rokov 1999 – 2001 spolu s rozsahom meraní je znázornený na obrázku 4.9.

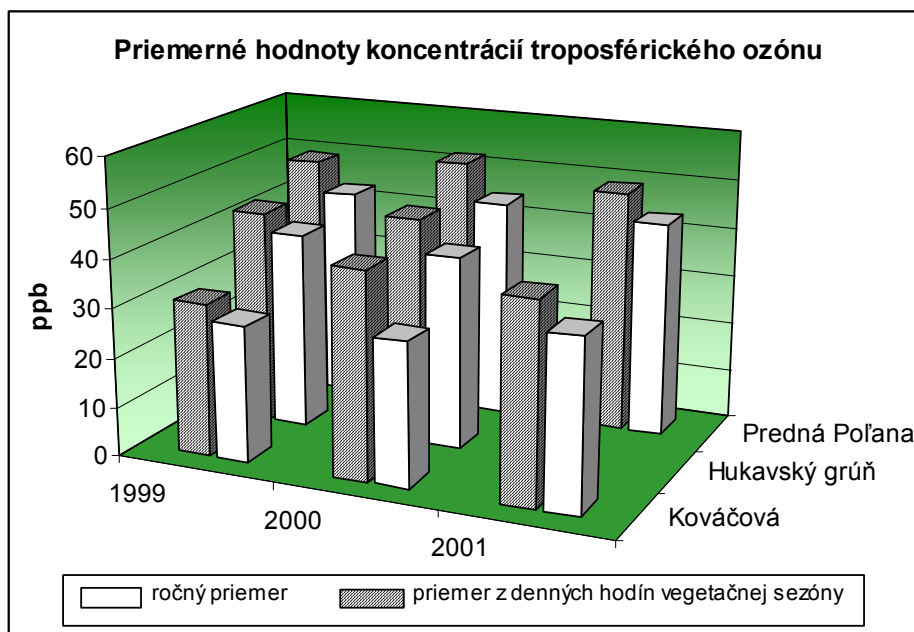


**Obr. 4.9** Priebeh priemerných mesačných koncentrácií troposférického ozónu na lokalitách Hukavský grúň, Predná Poľana a Kováčová v období 1999 – 2001



Hodnoty priemerných ročných koncentrácií a priemerných koncentrácií denných hodín vegetačnej sezóny v období 1999-2001 na troch lokalitách sú znázornené na (Obr. 4.10). Priemerné ročné koncentrácie sa pohybovali v rozpätí 27,7 - 44,3 ppb v závislosti od nadmorskej výšky a meteorologických podmienok v danom roku, pričom najvyššie hodnoty boli

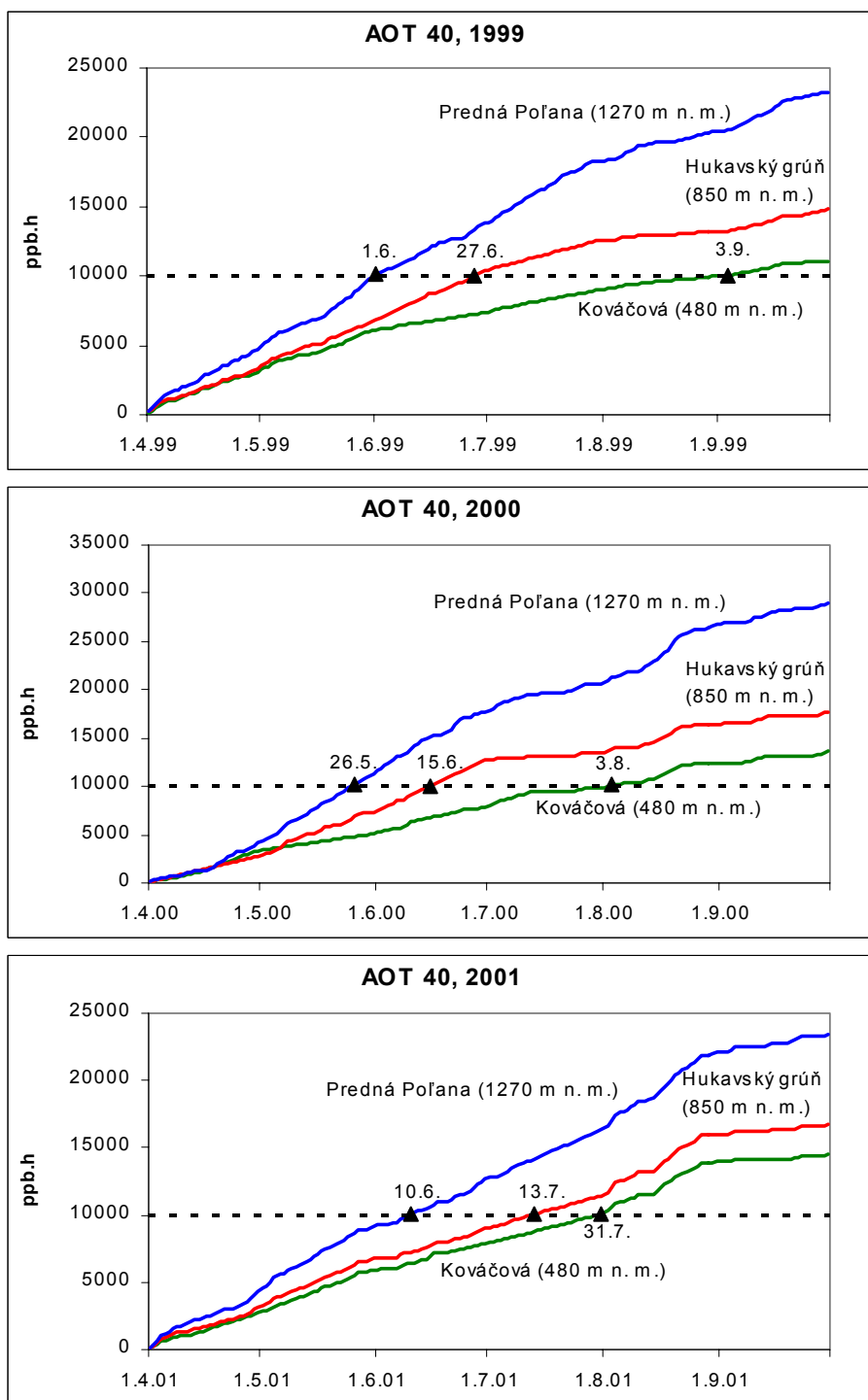
dosahované v roku 2000. Hodnoty priemerných koncentrácií z denných hodín vegetačného obdobia sa pohybujú približne o 3-6 ppb vyššie, v rozpätí 31-52 ppb. Limitná hodnota 25 ppb pre priemer z denných hodín vegetačnej sezóny bola prekračovaná na všetkých troch lokalitách počas celého obdobia merania.



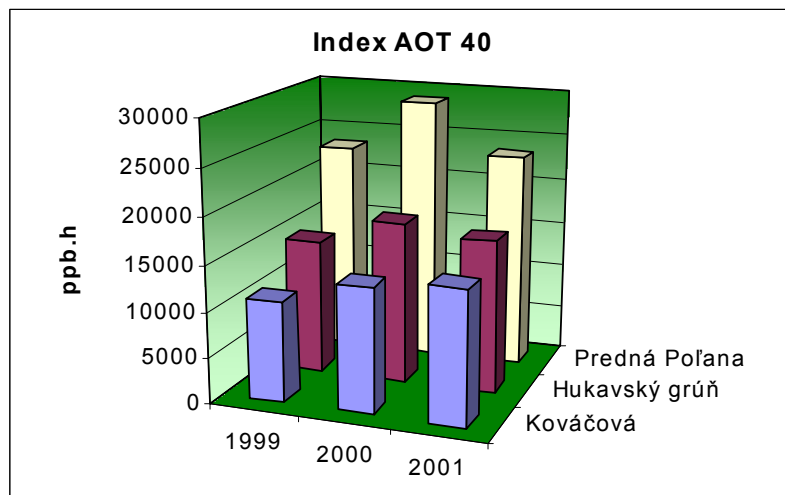
**Obr. 4.10** Priemerné hodnoty ročného priemeru koncentrácií troposférického ozónu a priemeru z denných hodín vegetačnej sezóny na lokalitách Kováčová, Hukavský grúň a Predná Poľana v období 1999 – 2001

Vývoj indexu AOT 40 počas vegetačnej sezóny v jednotlivých rokoch merania 1999 - 2001 všetkých troch lokalitách je znázornený na obrázku 4.11., sumy indexu AOT 40 v tom istom období sú na obrázku 4.12. Hodnoty indexu AOT40 sa pohybovali v rozpätí od 11061 do 28923 ppb.h, takisto ako pri priemerných ročných koncentráciách a priemerných koncentráciách z denných hodín vegetačnej sezóny boli najvyššie hodnoty dosiahnuté v roku 2000.

Kritická úroveň indexu AOT 40, ktorej hodnota je pre lesné ekosystémy stanovená na 10000 ppb.h, bola prekročená na všetkých troch lokalitách počas všetkých troch rokov merania. Vo vyšších nadmorských výškach (lokalita Predná Poľana – 1270 mn.m. a Hukavský grúň – 850 m n.m) je táto hodnota prekračovaná pravidelne už v prvej polovici vegetačnej sezóny (Obr. 4.11).



Obr. 4.11 Sezónny vývoj indexu AOT 40 na lokalitách Kováčová, Hukavský grúň a Predná Poľana v rokoch 1999 – 2001



**Obr. 4.12** Hodnoty indexu AOT 40 na lokalitách Kováčová, Hukavský grúň a Predná Poľana v období 1999 - 2001

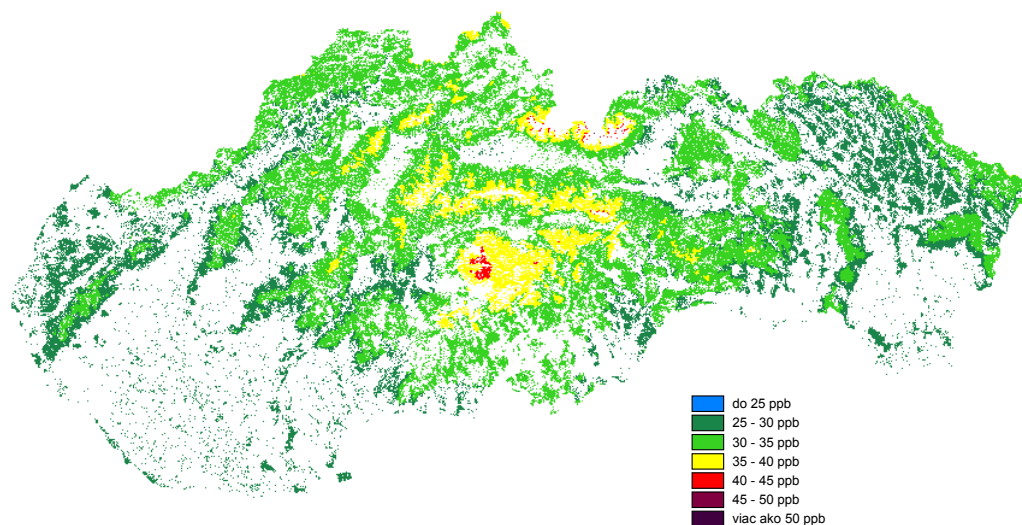
Pri zisťovaní prekračovanií kritických úrovni jednotlivých plynných polutantov (troposférického ozónu, oxidu siričitého a oxidov dusíka) na 111 TMP I. úrovne sme použili metódu priestorového modelovania, vzhľadom k tomu, že na Slovensku na území lesných ekosystémov, resp. voľnej krajiny, je doposiaľ veľmi málo monitorovacích staníc, ktoré používajú automatické analyzátory, alebo pasívne metódy.

Modelovanie nám čiastočne zjednodušil fakt, že koncentrácie daných plynných polutantov

vykazujú pomerne silnú závislosť od nadmorskej výšky.

Koncentrácie oxidov síry a dusíky sú uvádzané v  $\mu\text{g.m}^{-3}$  (hmotnostná jednotka), koncentrácie troposférického ozónu sú udávané v ppb (parts per billion – objemová jednotka), vzhľadom k častejšiemu využívaniu tejto jednotky v súvislosti s ozónom.

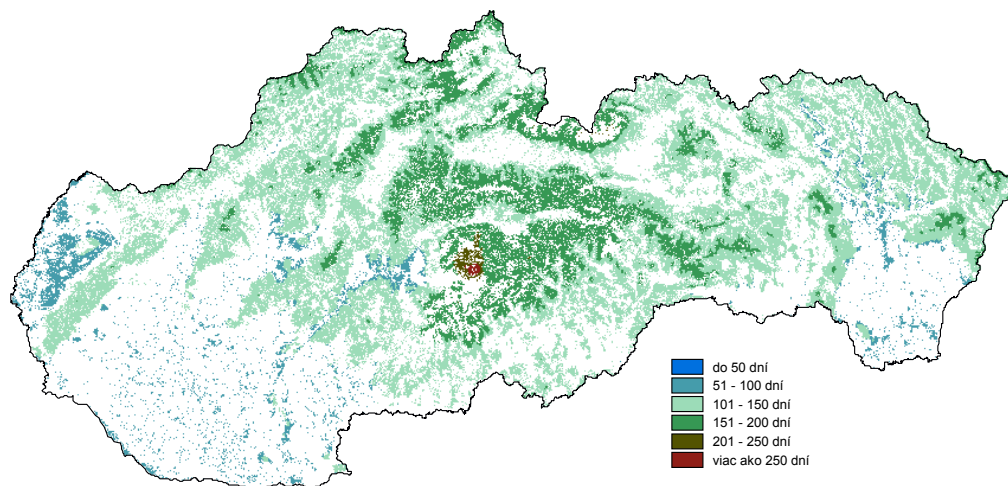
Na nasledujúcich mapkách (Obr. 4.13) je znázornené rozloženie priemerných koncentrácií ozónu z rokov 1995 – 2000 na území lesov SR.



**Obr. 4.13** Priemerné koncentrácie troposférického ozónu za obdobie 1995 – 2000

Prekračovanie krátkodobých imisných limitov sme samostatne graficky vyhodnocovali iba pre 24-hod priemer, ktorého kritická úroveň je 32,5 ppb. Kritická úroveň pre 1-hod priemer 100 ppb býva prekračovaný pomerne zriedkavo, iba na niektorých monitorovacích stani-  
ciach, a to najmä v závislosti od fotochemických podmienok v danom roku. Naproti tomu kritická úroveň 32,5 ppb pre 24-hod priemer býva prekračovaná bežne aj na moni-

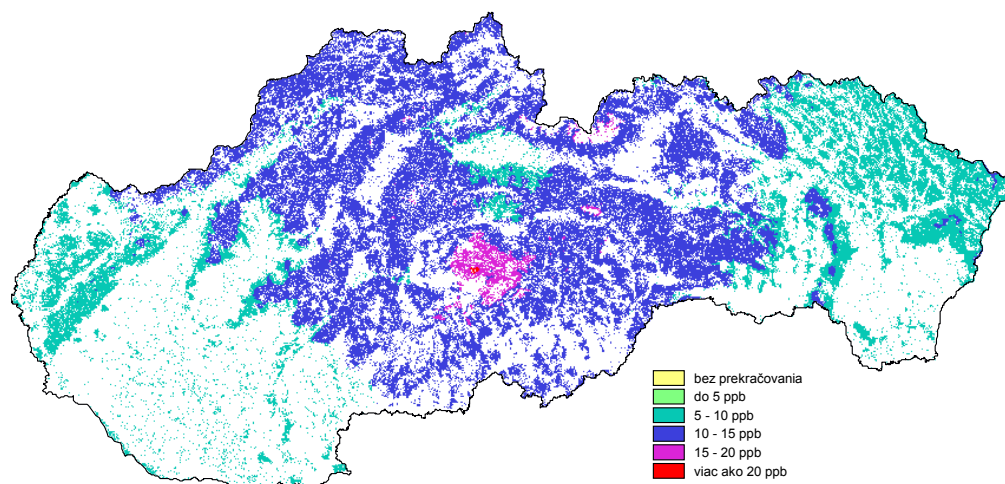
torovacích staniaciach s nižšou nadmorskou výškou. Vo fotochemicky priaznivých rokoch, ako bol napr. 1999 je potom táto hodnota pravidelne prekračovaná počas celej vegetačnej sezóny. Na nasledujúcej mapke (Obr. 4.14) je znázornené priemerné prekračovanie imisného limitu pre 24-hod priemer v období rokov 1995 - 2000, vyjadrené počtom dní v roku, kedy priemerná koncentrácia ozónu presiahla hod-  
notu 32,5 ppb.



**Obr. 4.14 Priemerné prekračovanie kritickej úrovne 32,5 ppb pre 24-hod priemer v rokoch 1995 – 2000 na území lesov SR**

Prekračovanie imisného limitu 25 ppb pre denné hodiny vegetačnej sezóny z obdobia 1995 – 2000 je vyhodnotené na nasledovnom obrázku (Obr. 4.15). Z neho vyplýva, že táto

kritická úroveň je prekračovaná pravidelne na celom území lesov SR, a to aj vo fotochemicky menej priaznivých rokoch.

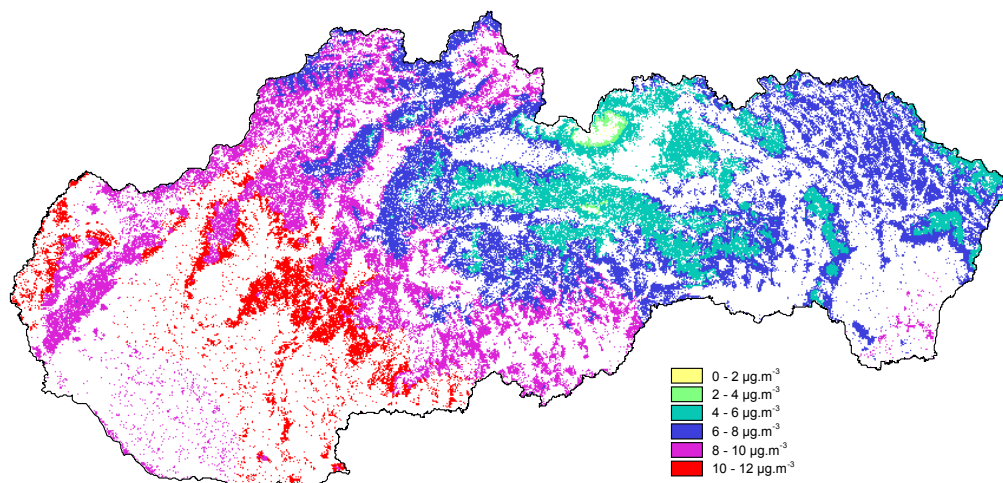


**Obr. 4.15 Priemerné prekračovanie kritickej úrovne 25 ppb pre priemer z denných hodín vegetačného obdobia v rokoch 1995 – 2000 na území lesov SR**

## Oxid siričitý

Priemerné koncentrácie oxidu siričitého v období 1995 – 2000 sú znázornené na obr. 4.16. Koncentrácie sa pohybovali od 1 do 10

$\mu\text{g}/\text{m}^3$ . Limitná hodnota ročného priemeru je 20 resp.  $15 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .



**Obr. 4.16 Priemerné koncentrácie oxidu siričitého v období 1995 – 2000 na území lesov SR**

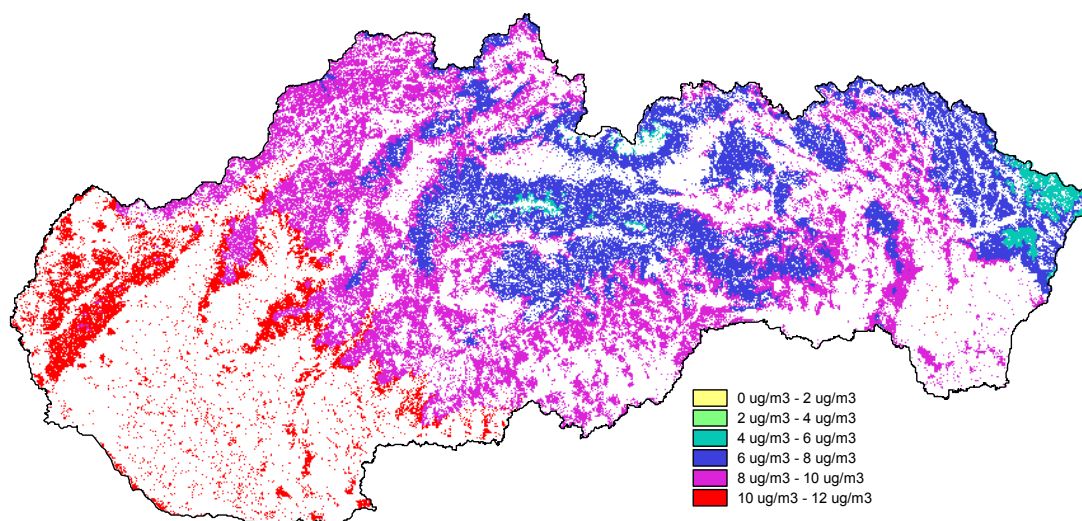
Z prezentovaných výsledkov je zrejmé, že v súčasnosti nie sú prekračované kritické úrovne oxidu siričitého na celej ploche lesov SR. Treba však poznamenať, že tento model celkom nereprezentuje reálne pole znečistenia ovzdušia oxidom siričitým, nakoľko tento

modelový postup neumožňuje celkom zohľadniť vplyv väčších lokálnych zdrojov znečistenia ovzdušia. Toto bude možné až v prípade aplikácie celoplošného rozptylového modelu, ktorý sa v súčasnosti vyvíja na SHMÚ a k dispozícii bude až v roku 2003.

## Oxidy dusíka

Priemerné koncentrácie oxidov dusíka v období 1995 – 2000 sú znázornené na obr. 4.17. Koncentrácie sa pohybovali spravidla od

2 do  $12 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Limitná hodnota ročného priemeru je  $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .



**Obr. 4.17 Priemerné koncentrácie oxidov dusíka v období 1995 – 2000 na území lesov SR**

Z prezentovaných výsledkov je zrejme, že v súčasnosti nie sú prekračované kritické úrovne oxidov dusíka na celej ploche lesov SR. Treba však poznamenať, že tento model, podobne ako u SO<sub>2</sub>, celkom nereprezentuje reálne pole znečistenia ovzdušia oxidmi dusíka. Tento modelový postup neumožňuje celkom

zohľadniť vplyv väčších lokálnych zdrojov znečistenia ovzdušia ako aj vplyv dopravy. Toto bude možné až v prípade aplikácie celoplošného rozptylového modelu, ktorý sa v súčasnosti vyvíja na SHMÚ a k dispozícii bude až v roku 2003.

### Index regionálneho znečistenia ovzdušia

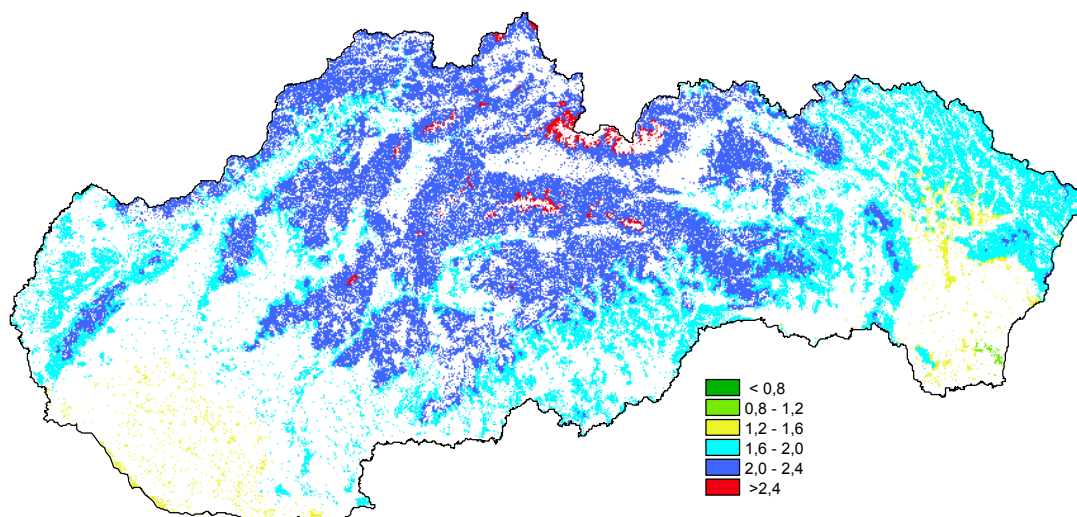
Index regionálneho znečistenia ovzdušia (IRZO) v sebe integruje hodnotenie znečistenia ovzdušia pre tri hlavné znečisťujúce komponenty: oxidy síry, dusíka a ozónu, pričom ako váhy sú použité hodnoty kritických úrovní pre

lesné ekosystémy. Celkové výsledky plošného mapovania IRZO sú znázornené na obr. 4.18, ktoré je klasifikované podľa nasledovnej tabuľky hodnôt:

Hodnota IRZO	Stav znečistenia ovzdušia
menej ako 0,8	zanedbateľné
0,8-1,2	slabé
1,2-1,6	mierne
1,6-2,0	stredné
2,0-2,4	silné
viac ako 2,4	veľmi silné

Z výsledkov je zrejme, že približne polovica územia lesov Slovenska sa nachádza v oblasti silného až veľmi silného regionálneho znečis-

tenia ovzdušia. Je to spôsobené predovšetkým vysokými hodnotami indexu AOT40 pre ozón.



**Obr. 4.18** Priemerné hodnoty indexu regionálneho znečistenia ovzdušia v období 1995 – 2000 na území lesov SR

## Monitoring depozície

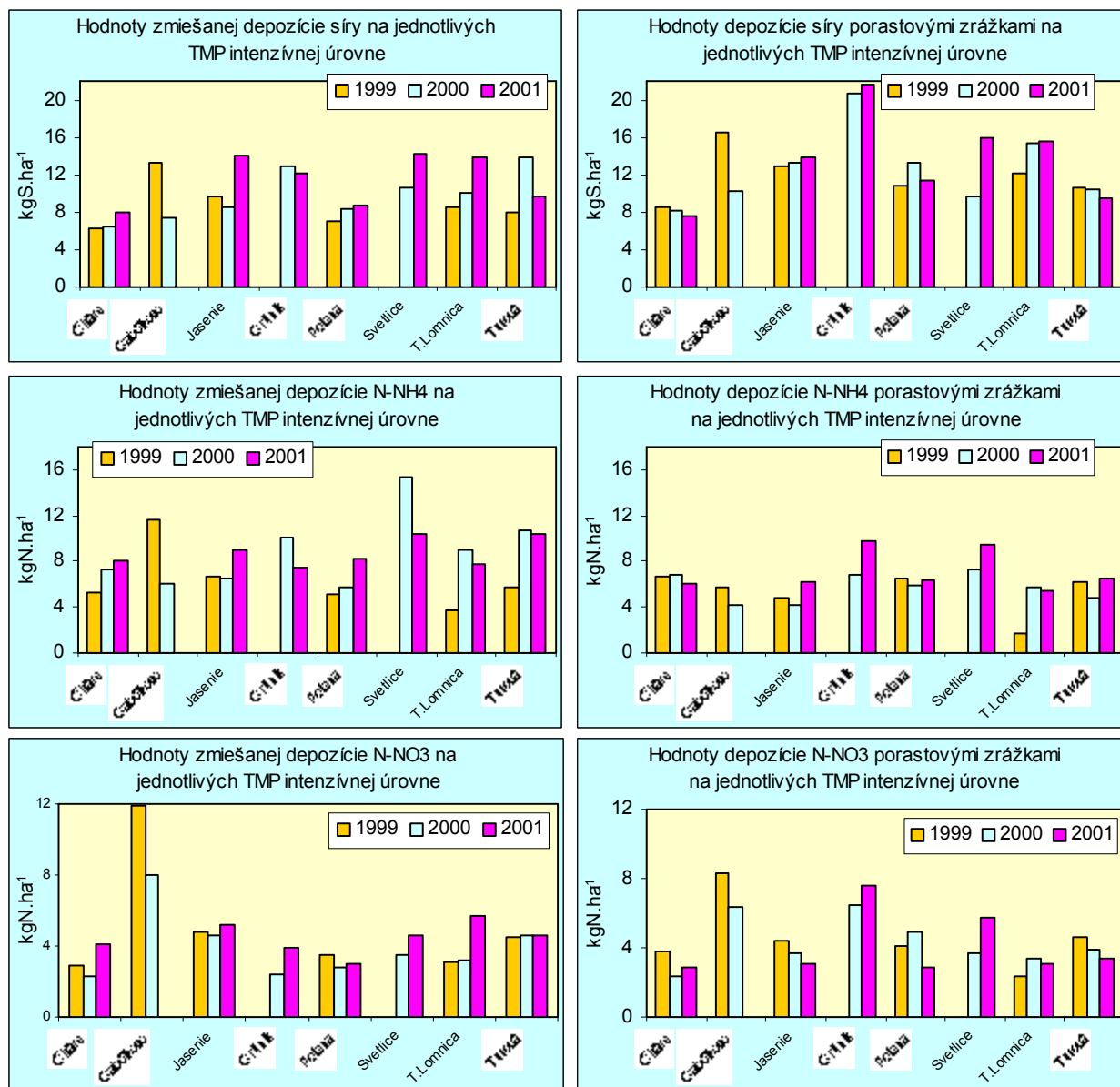
V rámci riešenia projektu sa zabezpečoval kontinuálny monitoring depozície na 8 plochách intenzívnej úrovne v 14 dňových intervaloch. V tejto správe prezentujeme výsledky za roky 1999, 2000 a 2001. Rok 2002 ešte nemá ukončené merania.

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. 4.19. Hodnoty depozície síry na voľnej ploche sa pohybovali v intervale 6-15  $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ , pričom najvyššie hodnoty sa spravidla vyskytli v roku 2001. Najnižšie depozície síry na voľnej ploche sa vyskytovali v Čifároch a na Poľane, vyššiu depozíciu síry v Gabčíkove v roku 1999 treba spájať s pravdepodobným lokálnym vplyvom. Depozícia síry porastovými zrážkami je vyššia oproti voľnej ploche a pohybuje sa v rozpätí 8-21  $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ , pričom najvyššie hodnoty dosahuje na plochách Grúnik, Jasenie a Tatranská Lomnica.

Hodnoty depozície amoniakového dusíka sú na voľnej ploche vo všeobecnosti o niečo vyššie ako depozície nitrátového dusíka. Najvyššia depozícia  $\text{N-NH}_4^+$  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 nepozoru-

jeme. Celkové depozície dusíka sa pohybovali na voľnej ploche v intervale 12-24  $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ , v porastových zrážkach je to o niečo menej.

V depozíciách bázičných katiónov (obr. 4.20) dominujú hodnoty depozície draslíka, ktoré sa na voľnej ploche pohybujú spravidla do hodnoty 15  $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ , výnimočne však aj nad 40  $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$  (Gabčíkovo, T. Lomnica). Hodnoty depozície vápnika na voľnej ploche sa pohybujú spravidla v intervale 4-8  $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ , u horčika je to v rozpätí 1-3  $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ . U všetkých troch spomínaných bázičných katiónov pozorujeme zvýšenie ich obsahu v porastových zrážkach, pričom najmarkantnejšie je to v prípade draslíka. Vo všeobecnosti však tieto hodnoty v prípade bázičných katiónov musíme hodnotiť opatrne, nakoľko hodnoty namerané v porastových zrážkach nemôžeme priamo stotožňovať s hodnotami celkovej depozície báz. Hodnoty v porastových zrážkach sú však 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 (MINĎAŠ 2001) a postupne bude vyhodnotený pre všetky plochy intenzívneho monitoringu.



Obr. 4.19 Ročné hodnoty zmiešanej depozície a depozície porastovými zrážkami  $S-SO_4^{2-}$ ,  $N-NH_4^+$ ,  $N-NO_3^-$  na plochách intenzívnej úrovne monitoringu v rokoch 1999-2001





Obr. 4.20 Ročné hodnoty zmiešanej depozície a depozície porastovými zrážkami bázických kationov ( $Ca_2^+$ ,  $Mg_2^+$ ,  $K^+$ ) na plochách intenzívnej úrovne monitoringu v rokoch 1999-2001

#### 4.4 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 Lomnistá dolina. V tejto správe prezentujeme čiastkové výsledky štruktúry, chemického zloženia a dynamiky opadu z monitorovacej plochy Poľana – Hukavský grúň získané pri meraniach v roku 2001.

## Metodický postup

TMP Poľana – Hukavský grúň reprezentuje zmiešaný smrekovo-jedľovo-bukový lesný porast vo veku cca 100 rokov. Sledovanie kvantity a kvality opadu na tejto ploche začalo v apríli roku 2001. Opad bol 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 (0,55 ha) nerovnomerne, v celkovej počte 10 ks. Opad bol vyberaný nepravidelne cca 1x mesačne, v čase opadu asimilačných orgánov (október – november) každé dva týždne. Celkovo sme na TMP Poľana – Hukavský grúň v roku 2001 uskutočnili deväť odberov. 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 jed-

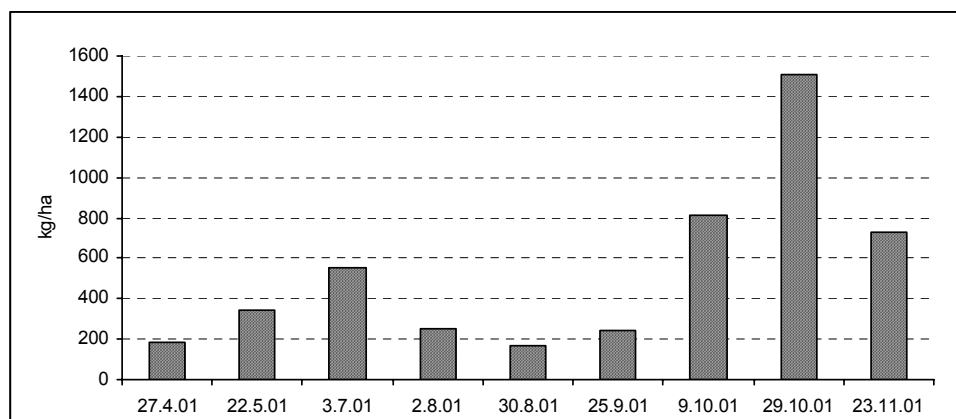
notlivé frakcie vysušené pri 80 °C na konštantnú hmotnosť, čím bola stanovená suchá hmotnosť jednotlivých frakcií opadu a to pre každý opadomer ako aj odber, ktorá bola prepočítaná a vyjadrená v kg/ha.

Chemickú analýzu opadu sme urobili pre každú frakciu opadu a pre každý opadomer zo vzoriek zosypaných dohromady za celé obdobie odberu. Koncentrácia jednotlivých elementov v každej frakcii opadu bola stanovená zo sušiny, ktorú sme dostali 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 obr. 4.21 je uvedená sezónna dynamika celkového opadu na TMP Poľana – Hukavský grúň. Z jej priebehu vidieť, že najväčší prísun (800 – 1450 kg/ha) organického materiálu na pôdu v smrekovo-jedľovo-bukovom lesnom ekosystéme bol v priebehu októbra, kedy dochádza k opadu asimilačných orgánov listnatých drevín. Celkovo za obdobie od apríla do konca novembra spadlo do tohto ekosystému

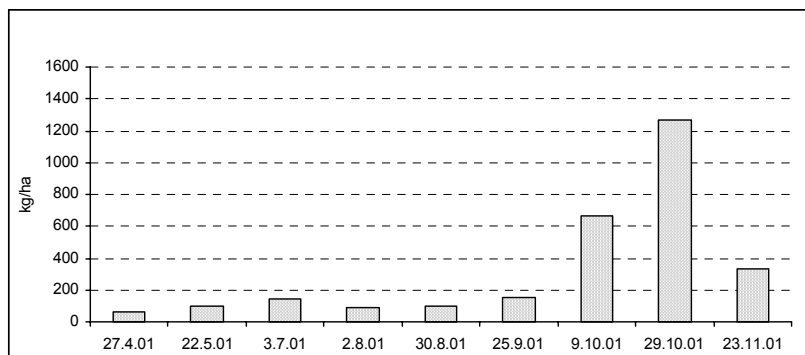
v priemere 4799 kg opadu na hektár, pričom množstvo opadu sa pohybovalo od 3704 do 6060 kg/ha. V celkovom opade predstavovala frakcia asimilačné orgány priemerne 2909 kg/ha, frakcia drevo 601 kg/ha a frakcia zvyšok 1289 kg/ha.



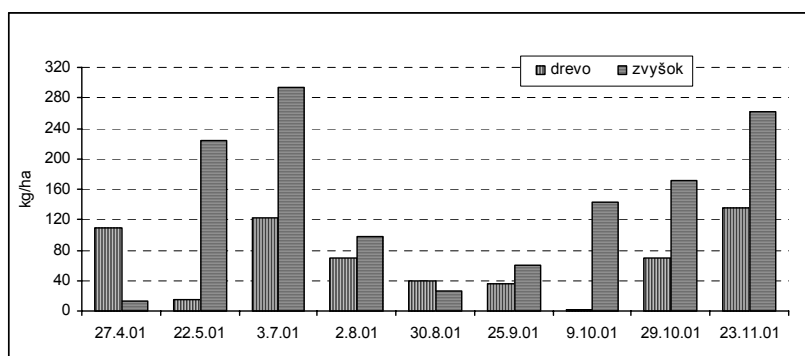
**Obr. 4.21** Množstvo opadu (kg/ha) zachyteného na TMP Poľana – Hukavský grúň pri jednotlivých odberoch v priebehu roka 2001

Dynamika jednotlivých frakcií opadu je zdokumentovaná na obrázku 4.22 (asimilačné orgány) a na obrázku 4.23 (drevo a zvyšok). Množstvo opadu z asimilačných orgánov sa

v jednotlivých odberoch sa pohybovalo od 65 do 1265 kg/ha, z dreva od 2 do 135 kg/ha a frakcia zvyšok predstavovala množstvá od 13 do 293 kg/ha.



**Obr. 4.22** Množstvo asimilačných orgánov zastúpených v opade (kg/ha) na TMP Poľana – Hukavský grúň pri jednotlivých odberoch v priebehu roka 2001



**Obr. 4.23** Množstvo dreva a frakcie „zvyšok“ zastúpených v opade (kg/ha) na TMP Poľana – Hukavský grúň pri jednotlivých odberoch v priebehu roka 2001

Percentuálne zastúpenie jednotlivých frakcií v opade v rámci každého odberu je uvedené v tabuľke 4.24. Z údajov je zrejmé, že kým pri odberoch v máji a v júli prevažovala frakcia zvyšok, v zostávajúcich odberoch (koniec augusta až koniec novembra) prevažovala v opade frakcia asimilačné orgány. Frakciu zvyšok v uvedených 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. 4.24 je možné vidieť významnejší podiel tejto frakcie najmä pri prvom odbere a jeho kolísanie počas celého obdobia odberov. Toto kolísanie je možné vysvetliť opadom drevných častí najmä v dôsledku silného vetra.

**Tab. 4.24** Percentuálne zastúpenie jednotlivých frakcií opadu

	27.4.01	22.5.01	3.7.01	2.8.01	30.8.01	25.9.01	9.10.01	29.10.01	23.11.01
asimilačné orgány	35	30	25	34	60	61	82	84	46
drevo	58	5	22	27	24	15	0	5	18
zvyšok	7	66	53	39	16	25	18	11	36

## 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 tabuľkách 4.25 a 4.26 sú zrejmé množstvá makro a mikroelementov ako aj ťažkých kovov, ktoré sa prostredníctvom opadu dostali na pôdu v smrekovo-jedľovo-bukovom lesnom poraste za sledované obdobie. Ak hod-

notíme vstup jednotlivých prvkov opadom na pôdu vidíme že, na prvom mieste, čo sa týka množstva, je C – 2329 kg/ha, po ňom nasledujú v zostupnom poradí N – 115 kg/ha, Ca – 50 kg/ha, K – 33 kg/ha, S – 8 kg/ha, Mg - 7 kg/ha, P - 3,5 kg/ha, Zn – 2 kg/ha a Mn – 1,5 kg/ha. Ostatné prvky predstavujú vstupné množstvá menšie ako 1 kg/ha v nasledovnom poradí Fe, Al, Na. Ťažké kovy spolu s bórom predstavovali vstupné množstvá len niekoľko desiatok gramov na hektár, a to v nasledovnom poradí B, Cu, Pb, Cd, Hg.

**Tab. 4.25 Obsah makroelementov v jednotlivých frakciách opadu**

		N	S	C	P	Ca	Mg	K	Na	Fe	Al
		kg/ha	kg/ha	kg/ha	kg/ha	kg/ha	kg/ha	kg/ha	kg/ha	kg/ha	kg/ha
asimilačné orgány	x	62.0	4.3	1402.4	1.5	35.2	4.9	23.2	0.39	0.40	0.27
	s <sub>x</sub>	7.4	1.1	164.5	0.3	8.1	1.3	9.7	0.06	0.08	0.08
drevo	x	8.6	1.1	293.4	0.3	7.8	0.7	3.3	0.05	0.14	0.16
	s <sub>x</sub>	4.8	0.6	195.7	0.2	7.6	1.0	6.5	0.05	0.05	0.09
zvyšok	x	44.1	2.2	632.6	1.8	6.7	1.5	6.3	0.11	0.48	0.54
	s <sub>x</sub>	24.4	1.2	263.2	0.9	2.4	0.6	4.2	0.04	0.19	0.33
spolu		114.7	7.7	2328.5	3.5	49.6	7.1	32.7	0.55	1.02	0.97

**Tab. 4.26 Obsah mikroelementov a ťažkých kovov v jednotlivých frakciách opadu**

		Zn	Mn	B	Pb	Cd	Cu	Hg
		kg/ha	kg/ha	kg/ha	kg/ha	kg/ha	kg/ha	kg/ha
asimilačné orgány	x	0.43	1.14	0.05	0.0072	0.000429	0.026	0.0001797
	s <sub>x</sub>	0.12	0.18	0.01	0.0013	0.000217	0.005	0.0000242
drevo	x	0.11	0.10	0.01	0.0032	0.000159	0.006	0.0000152
	s <sub>x</sub>	0.05	0.06	0.01	0.0012	0.000105	0.005	0.0000086
zvyšok	x	1.40	0.25	0.02	0.0073	0.000540	0.020	0.0000328
	s <sub>x</sub>	0.66	0.07	0.01	0.0025	0.000205	0.007	0.0000119
spolu		1.93	1.49	0.08	0.0178	0.0011	0.0523	0.0002

Vysvetlivky: x – aritmetický priemer, s<sub>x</sub> - smerodajná odchýlka

Čo sa týka obsahu makro a mikroelementov a ťažkých kovov v jednotlivých frakciách opadu, z údajov v tab. 4.25 a 4.26, vidíme, že najväčšie množstvá N, S, C, Ca, Mg, K, Na, Mn a Cu sme zistili v asimilačných orgánoch,

ťažké kovy Pb, Cd, Hg a B boli vo väčších množstvách zistené v dreve a najvyššie zastúpenie P, Fe, Al a Zn bolo nájdené vo frakcii zvyšok.

## 4.5 HODNOTENIE PRÍZEMNEJ VEGETÁCIE

V rámci intenzívnych monitorovacích aktivít ICP hodnotenia a monitorigu znečisteného ovzdušia na lesy (UN-ECE, Manual, part VIII, 1998) 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 diversity lesa, významná úloha vegetácie v cykľujúcom vodnom i živinovom režime, silná interakcia vegetácie s inými biotickými

zložkami a využitie vegetácie ako idikátora pre špecifické ciele, napr. pre kalkulácie imisných kritických záťaží,

- **vegetácie 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 oddeli 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 na odhad pokryvnosti jednotlivých druhov podrastu používame Braun-Blanquetovu kombinovanú stupnicu abundancie a dominancie zjemnenú Zlatníkom pomocou znamienok – a + v stupni 2 až 5 (tab. 4.27).

**Tab. 4.27 Zjemnená stupnica početnosti a pokryvnosti**

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

Podľa vegetačnej rozdielnosti sa na väčšine plôch robili jarne a letné fytozázpisy, ktoré sú uvedené v charakteristikách plôch. Podľa vzoru požiadavky (manuál, časť 8, forma 10a a 10b), sme vypočítané priemerné hodnoty pokryvnosti druhov s ďalšími údajmi uložili do databázového súboru podľa číselných kódov druhov a v kópii s dotazníkom ho zaslali do strediska FIMCI v Holandsku. V tomto roku sme na troch vybraných plochách II. úrovne založili po 30 malých plôšok (1 až 2 m<sup>2</sup>), na ktorých sa v priebehu roka bude podrobnejšie sledovať, hodnotiť a spresňovať druhová pokryvnosť, vzrast druhov, diverzita a početnosť

najmä vzácných a riedko sa vyskytujúcich druhov, študovať sociabilita a populačná dynamika fytoocenóz. 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 je podľa MARHOLDA a HINDÁKA (1998).

## 4.6 FENOLOGICKÉ POZOROVANIA LESNÝCH DREVÍN

Fenológia skúma časový priebeh významných, periodicky sa opakujúcich životných prejavov rastlín, tzv. fenologických fáz, v závislosti od komplexu podmienok vonkajšieho prostredia, najmä od počasia a podnebia (KOLEKTÍV AUTOROV 1993). Fenologické opisy poskytujú ekologicky cenné informácie o priemernom trvaní vegetačného obdobia s olistením rastlin-

ných druhov v danej oblasti a o miestnych a meteorologicky určených rozdieloch v dátumoch udávajúcich začiatky dôležitých javov. Fenológia ako veda nie je však obmedzená len na opisné datovanie javov, ale pokúša sa aj o objasnenia vplyvov, ktoré tieto javy spôsobujú (LARCHER 1988).

### Metodika riešenia a experimentálny materiál

Jednotlivé fenologické pozorovania sme vykonávali na 8 trvalých monitorovacích plochách II. úrovne. Pri pozorovaniach sme sa koncen-

trovali na nasledovné fenofázy (rozdiely sú medzi listnatými a ihličnatými drevinami):

Fenologické fázy	
ihličnaté dreviny	listnaté dreviny a smrekovec
<ul style="list-style-type: none"> <li>• začiatok pučania</li> <li>• prvé májové výhonky</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• začiatok pučania</li> <li>• zalistovanie (začiatok a všeobecné)</li> <li>• jásne 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 (PREUHLER 1999) a podľa stupnice vypracovanej Slovenským hydrometeorologickým ústavom (BRASLAVSKÁ A KAMENSKÝ 1996).

Za počiatkový deň fenologických pozorovaní v roku 2001, sme vybrali prvý marec, pričom pozorovania sme vykonávali v pravidelných dvojtýždňových intervaloch. Za nástup feno-

fázy 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 sme 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 letný a dub cerový, smrek obyčajný a smrekovec opadavý.

### Priebeh jarných fenofáz

Výsledky časového priebehu fenofáz odsledovaných na jednotlivých monitorovacích plochách úrovne II. (TMP) v roku 2001 uvádzame v tab. 4.28. Na základe získaných výsledkov môžeme skonštatovať, že začiatok vegetačného obdobia - pučanie vegetatívnych púčikov, na jednotlivých sledovaných TMP v roku 2001, spadá u listnatých drevín a smrekovca, do druhej dekády apríla až začiatku mája, pričom

najskôr začínal rašiť buk spoločne s javorom horským a dubom cerovým, po nich s miernym oneskorením jaseň a smrekovec. Výnimku tvorí dub letný, ktorý začína pučať už prvej marcovej dekáde. TMP so zastúpením duba sa nachádza v Gabčíkove (patrí do najteplejšej oblasti Slovenska), v ktorej nie je takýto skorý začiatok pučania drevín nijako výnimočný.

Tab. 4.28 Fenologické fázy lesných drevín na TMP – úrovně II sledované v roku 2001

Názov plochy	Drevina	Začiatok pučania	Prvé májové výhonky	Zalíšovanie		Letné žltnutie	Žltnutie listov		Opad listov	
				Začiatok	Všeobecné		Začiatok	Všeobecné	Začiatok	Koniec
Poľana	bk	24.4.		2.5.	10.5.		25.9.	1.10.	1.10.	25.10.
Poľana	jvh	24.4.		2.5.	10.5.		25.9.	9.10.	9.10.	25.10.
Poľana	js	2.5.		10.5.	22.5.				9.10.	18.10.
Čifáre	dbc	25.4.			3..5.		25.9.	26.10.	26.10.	
Turová	bk	22.4.		25.4.	3..5.		28.9.		12.10.	
Svetlice	bk	13.4.		23.4.	26.4.	24.7.				
Gabčíkovo	dbl	4.3.		23.4.	3..5.		10.10.	17.10.	7.11.	1.12.
Poľana	sm		22.5.							
L. dolina	sm	30.5.	18.6.							
T. Lomnica	sm		26.5.							
T. Lomnica	smc	1.5.		7.5.	13.5.	26.8.	5.10.	9.10.	17.10.	22.10.
Grónik	sm		17.5.							

Po rozpuku listových púčikov dochádza k rýchlemu rozvoju asimilačného aparátu drevín, pričom celkovo možno tento proces nazvať ako fáza zalíšovania drevín. Výsledky uvedené v tab. 4.28 nevykazujú výrazné rozdiely v dĺžke trvania zalíšovania medzi sledovanými drevinami. Celkovo možno povedať, že táto fáza trvala u jednotlivých drevín od 4 do 12 dní. Najkratšie trvanie zalíšovania sme zistili u buka v roku 2001 na TMP Svetlice (4 dni). Z výsledkov tiež vyplýva, že obdobie zalíšovania 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.

Hlavným zástupcom ihličnatých drevín pri fenologických pozorovaniach bol smrek, ktorý bol sledovaný na štyroch TMP (Poľana, L. dolina, Grónik a T. Lomnica). U smreka sme pozorovali dve fenofázy – začiatok pučania a prvé májové výhonky (PMV). Celkovo možno za obdobie pučania smrekov označiť druhú a tretiu májovú dekádu. Nasledujúca fenofáza prvé májové výhonky spadá u smrekov na jednotlivých TMP do obdobia od začiatku mája až do prvej polovice júna, pri-

čom najskorší nástup tejto fenofázy sme zaznamenali na TMP Grónik a najneskôr dosiahli túto fenofázu smreky na TMP L. dolina. Smreky na TMP Poľana a TMP T. Lomnica dosahujú túto fenofázu v rovnakom čase (rozdiel 4-5 dní). Podobne ako rozvoj asimilačného aparátu sú pre lesné dreviny veľmi dôležité aj nasledujúce fenofázy. Úplným rozvojom listov nastáva pre opadavé listnaté dreviny dôležité obdobie, kedy sú listy fyziologicky dospelé a vykazujú maximálny fotosyntetický výkon. Dĺžka trvania fázy plného olistenia, samozrejme spolu s inými faktormi, je rozhodujúca pre celkovú produkciu dreviny. Túto skutočnosť potvrdzujú aj HICKS A CHABOT (1985), ktorí uvádzajú, že čistá ročná produkcia opadavých drevín závisí od trvania teplej sezóny, počas ktorej sú stromy plne olistené. Dĺžka tejto fenofázy sa na pozorovaných TMP pohybovala u buka v rozpätí od 155 do 160 dní, u smrekovca 158 dní, pričom najdlhšie trvanie sme zaznamenali u duba letného 216 dní. Okrem toho dĺžka trvania obdobia plného olistenia, je dôležitá nielen z hľadiska celkového rastu a produkcie lesných drevín, ale môže ovplyvniť napr. aj kvantitu a kvalitu podkorunových zrážok.

## Priebeh jesenných fenofáz

Obdobie fotosyntetickej činnosti listov býva ukončené ďalšou fenofázou, ktorou je žltnutie listov. Na sledovaných TMP sa fenofáza žltnutie listov začínala v tretej dekáde septembra u všetkých listnatých drevín, výnimkou bol len jaseň, u ktorého sme fenofázu žltnutia listov v roku 2001 nezaznamenali (viď tab. 4.28).

V tomto roku došlo u tejto dreviny k opadávanu listov bez ich predchádzajúceho žltnutia. Počas pozorovaní sa nám potvrdili rozdiely v nástupe žltnutia listov medzi jednotlivými drevinami. Najskorší nástup žltnutia asimilačného aparátu sme zistili u bukov a javorov na TMP Poľana a Turová, potom nasledovali

smrekovce na TMP T. Lomnica a najneskôr začali žltnúť duby na TMP Gabčíkovo. Čo sa týka dĺžky trvania farebných zmien asimilačných orgánov (žltnutie, červenanie, hnednutie), najdlhšie trvanie tejto fenofázy sme zaznamenali u duba cerového (cca 30 dní). V porovnaní s touto drevinou bolo trvanie tejto fenofázy u buka len 5 až 14 dní. CHALUPA (1969) uvádza, že fáza sfarbovania listov brezy, duba a buka trvá väčšinou 4-9 dní.

Za konečné fázy fenologického kalendára možno označiť začiatok opadu až úplný opad listov. Z výsledkov uvedených v tab. 4.28 je zrejmé, že v prípade jedincov buka skôr začali opadať listy na TMP Poľana v porovnaní s TMP Turová. U ostatných sledovaných drevín (najmä jvh a js) sme oproti buku zaznamenali neskorší (cca 7 - dňový) začiatok opadu listov. Celkove bol začiatok opadu listov u jednotlivých drevín rozložený do obdobia od začiatku po koniec októbra. Obdobie úplného

opadu listov u jednotlivých drevín na TMP nastupuje koncom októbra až do začiatku decembra, pričom najskôr opadnú buky a najneskôr duby. Zaujímavým z hľadiska úplného opadu listov je dub cerový, ktorého listy opadnú často až v zimných mesiacoch nasledujúceho roka. Dátum začiatku opadu aj jeho skončenia vymedzuje celkovú dĺžku trvania opadu listov. Táto bola všeobecne najdlhšia u bukov na TMP Poľana a u dubov v Gabčíkove (20 - 24 dní), v porovnaní napr. so smrekovcom u ktorého dochádza k rýchlejšiemu opadu ihlič (5 - 7 dní).

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

## 4.7 LETOKRUHOVÉ ANALÝZY

Prírastok je dendrometrická veličina charakterizujúca rast stromov a porastov. Prostredníctvom jeho sledovania možno získať ďalšie informácie vypovedajúce o stave jednotlivých stromov a celého porastu a ich zmien v čase. Vývoj prírastku je možné retrospektívne zisťovať metódou letokruhovej (resp. kmeňovej analýzy). V posledných desaťročiach sa vo svete ale aj u nás venuje veľká pozornosť zisťovaniu vplyvu klimatických faktorov na prírastok počas života jedinca, pričom jednotliví autori využívajú dendroklimatologické vyhodnotenie vývrvtov alebo kotúčov a výpočet funkcie odozvy (response function) (KROUPOVÁ 2001, ROLLAND 1998, FELIKSIK a WILCZYŃSKI 1998, 1999, OBERHUBER a KOFER 2000, ANFODILLO et al. 1998, ĎURSKÝ a PAVLIČKOVÁ 1998). Najčastejšie sa pri dendrochronologických analýzach použí-

vajú programy, ktoré sú produktom Laboratory of Tree-Ring Research, Arizonskej univerzity v Tucson. Jedná sa o program na krížové datovanie a kontrolu datácie COFECHA autorov HOLMES, ADAMS a FRITTS (1986), program na detrendáciu a indexáciu (štandardizáciu) sérií ARSTAN tých istých autorov a program na dendroklimatologické vyhodnotenie PRECON (FRITTS (1996)). Program PRECON je vlastne štatistickým programom na prevedenie korelačnej analýzy a môže byť nahradený väčšinou súčasných štatistických programov (napr. STATISTICA, SPSS a pod.). Výsledkom dendrochronologických analýz sú jednak priemerné letokruhové chronológie, ktoré vyjadrujú vývoj prírastku a prírastkové minimá a maximá, jednak korelácia širok letokruhov s klimatickými faktormi a funkcia odozvy.

### Metodika a postup riešenia

Letokruhová analýza bola vykonaná z vývrvtov, ktoré boli odobraté na jar roku 2002 pred začatím rastového procesu. Jednotlivé letokruhové série (časové rady širok letokruhov), ktoré boli pre jednotlivý strom vypočítané ako aritmetický priemer z oboch vývrvtov boli synchronizované metódou krížového datovania a následne boli opravené nepravidelnosti

v tvorbe letokruhov. Datácia a oprava sérií boli vykonané v programe DAS. Týmto programom boli vypočítané významné prírastkové minimá a maximá (roky s výrazne nízkym resp. vysokým prírastkom). Ďalším krokom letokruhovej analýzy bola indexácia – odstránenie vekového trendu z časovej rady širok letokruhov prevedením absolútnych hodnôt ši-



rok letokruhov na hodnoty letokruhových indexov, čím sa eliminuje vplyv veku stromu a bonity porastu. Indexácia bola vykonaná v programe DAS, pričom bola z ponúkaných rastových funkcií vybratá tá, ktorá najlepšie aproximovala trend (vo väčšine prípadov to bola mocninová funkcia štvrtého rádu). Pre dendroklimatologické vyhodnotenia boli využité údaje SHMÚ z najbližších meteorologických staníc. Dendroklimatologické vyhodnotenie spočívalo v porovnaní mesačných klimatických dát (priemerných mesačných teplôt a mesačných úhrnov zrážok) s radou letokruhových indexov pre jednotlivé vývrty. Veľkosť prírastku vyjadrená formou indexu bola postupne korelovaná s hodnotami klimatických parametrov v zadanej sekvencii mesiacov (15 mesiacov, od júla predošlého roku až do septembra roku, kedy sa daný letokruh vytvoril). Súčasťou dendroklimatologického vy-

hodnotenia bol aj výpočet funkcie odozvy (response function, FRITTS 1976) za použitia radov meteorologických prvkov. Jedná sa o mnohonásobnú regresiu, kde vstupnými parametrami sú indexovaná šírka letokruhu v danom roku, priemerné mesačné teploty a mesačné úhrny zrážok v danom období 15 mesiacov, celkom teda do modelu vstupuje 31 premenných. Výpočty boli prevedené v programe SPSS a samotným výpočtom predchádzala štandardizácia všetkých premenných. Ak sú premenné štandardizované, potom vo výpočtoch sa korelačný koeficient zhoduje s regresným koeficientom. Response function bola vypočítaná zvlášť pre každú letokruhovou sériu. Jej výpočet pre celú sadu sérií nebol prevedený, pretože hoci sa pri nej dosiahne vysoký koeficient determinácie model je nestabilný.

## Experimentálny a podkladový materiál

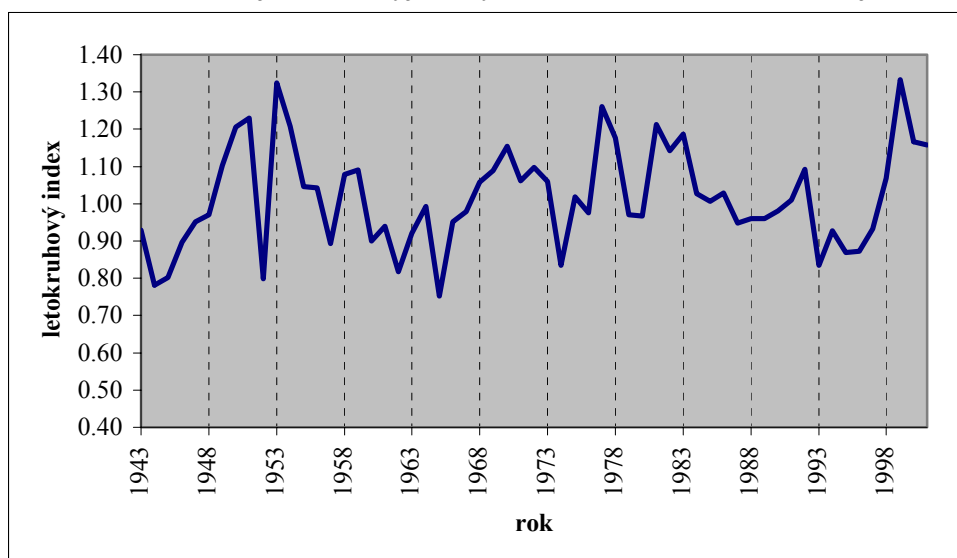
Vývrty pre účely letokruhových analýz boli odobraté metódou štandardne používanou v rámci ICP Forests. To znamená, že vývrty boli odoberané zo stromov mimo samotnej plochy, aby nedošlo k poškodeniu stromov na ploche. Bolo vybraných 24 úrovňových stromov bez poškodenia kmeňa s hrúbkou blízko strednej hrúbke porastu, z ktorých sa odobrali

dva vývrty v smere po svahu a proti svahu. Letokruhová séria pre daný strom bola vypočítaná ako aritmetický priemer z príslušných dvoch vývtov. Vývrty boli vybrúsené a šírky letokruhov zmerané s presnosťou na 0,01 mm pomocou digitálneho poziciometra KUTSCHENREITER.

## Dosiahnuté výsledky

### TMP Jasenie - Lomnístá dolina

Vývoj prírastku smreka na danej lokalite, vyjadrený formou letokruhového indexu je na obr. 4.24.



Obr. 4.24 Priemerná letokruhová chronológia smreka z TMP Jasenie

Po vzostupe prírastku v rokoch 1944 až 1951 došlo v roku 1952 k prudkému poklesu. Tento rok je spolu s rokmi 1955, 1960, 1974 a 1993 výrazným prírastkovým minimom. Hlboký pokles prírastku pripočítavame nízkemu úhrnu zrážok vo vegetačnom období. V apríli až auguste roku 1952 tvoril úhrn zrážok iba 49 % z dlhodobého priemeru v tomto období. V roku

Dendroklimatický model bol pre všetky plochy zostavený ako jednotlivo stromový a je nasledovného tvaru:

$${}_1I_n = {}_1R_m * {}_mK_n \quad (1)$$

V ďalšom kroku sa redukoval počet klimatických faktorov iba na štatisticky významný počet (s) o ktorých môžeme povedať (P = 90 %), že ovplyvňujú tvorbu hrúbkového prírastku. Vlastná redukcia sa uskutočnila F-tes-

Významnosť jednotlivých klimatických faktorov sa vyjadrila pomocou priemerného klad-

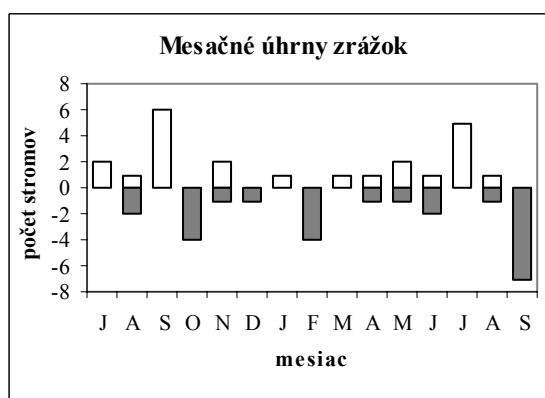
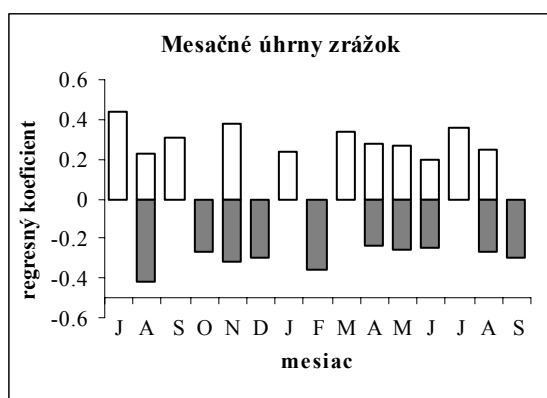
1953 došlo k výraznému vzostupu prírastku. Tento rok spolu s rokmi 1958, 1981 a 1999 patrí k výrazným prírastkovým maximám. Kolísanie veľkosti prírastku je vcelku pravidelné, nedochádza k hlbokému poklesu alebo nárastu na dlhšie obdobie. Ku krátkodobému nárastu došlo v období rokov 1981-1983 a 1999-2001, ku krátkodobom poklesu v rokoch 1993-1996.

kde:  ${}_1I_n$  ...vektor letokruhovových indexov  
 ${}_1R_m$  ..vektor regresných koeficientov  
 ${}_mK_n$ ..matica klimatických premenných  
 n .... počet skúmaných rokov  
 m ... počet klimatických charakteristík

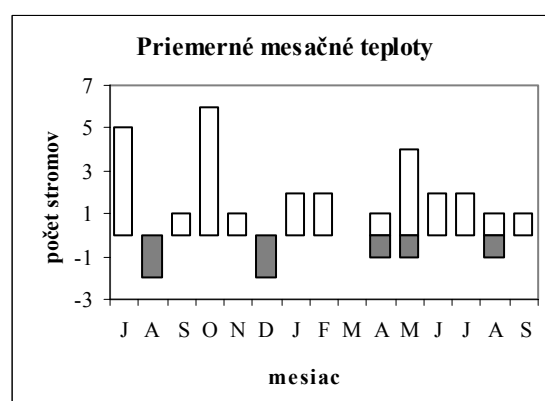
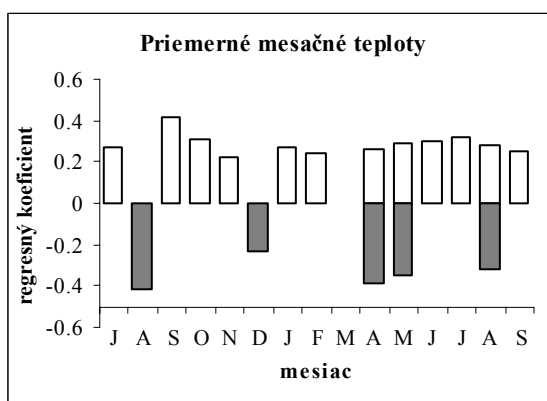
tom významnosti regresných koeficientov. Dendroklimatický model možno potom formulovať nasledovne:

$${}_1I_n = {}_1R_s * {}_sK_n \quad (2)$$

ného resp. záporného regresného koeficientu a ich počtu a je znázornená na obr. 4.25 a 4.26.



Obr. 4.25 Prehľad vplyvu mesačných úhrnov zrážok na prírastok smreka na TMP Jasenie

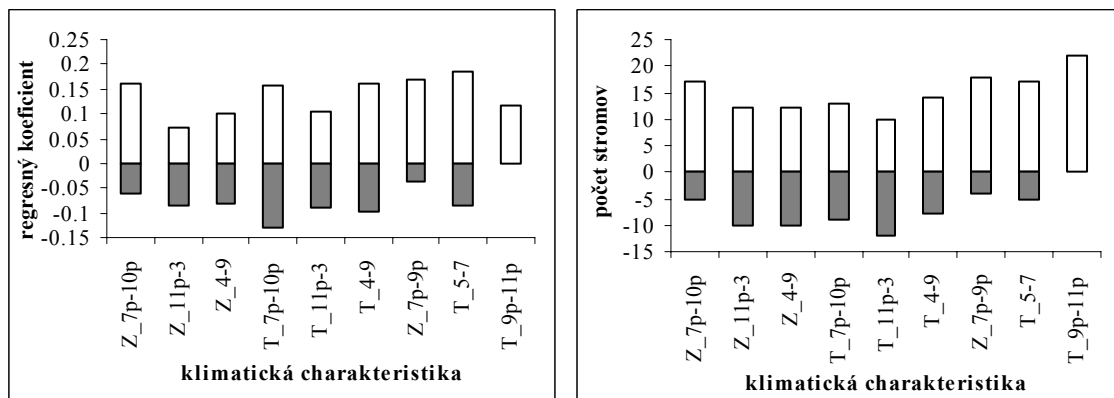


Obr. 4.26 Prehľad vplyvu priemerných mesačných teplôt na prírastok smreka na TMP Jasenie

Následne boli klimatické faktory kumulované do skupín a dendroklimatický model bol vypočítaný podľa tvaru (1), to znamená, pre všetky kumulované klimatické faktory bez ich redukcie. Významnosť jednotlivých klimatických faktorov sa vyjadrila podobne ako v predchádzajúcom prípade pomocou priemer-

ného kladného resp. záporného regresného koeficientu a ich počtu. Znázornená je na obr. 4.27.

Výsledky ukázali, že aj v rámci malej plochy existuje veľká variabilita sily vplyvu klimatických faktorov na rast jednotlivých stromov.



Obr. 4.27 Prehľad vplyvu jednotlivých klimatických faktorov na prírastok smreka na TMP Jasenie

Z výsledkov dendroklimatickej analýzy rastu smreka na monitorovacej ploche Jasenie – Lomníštá dolina je možné urobiť nasledujúce závery:

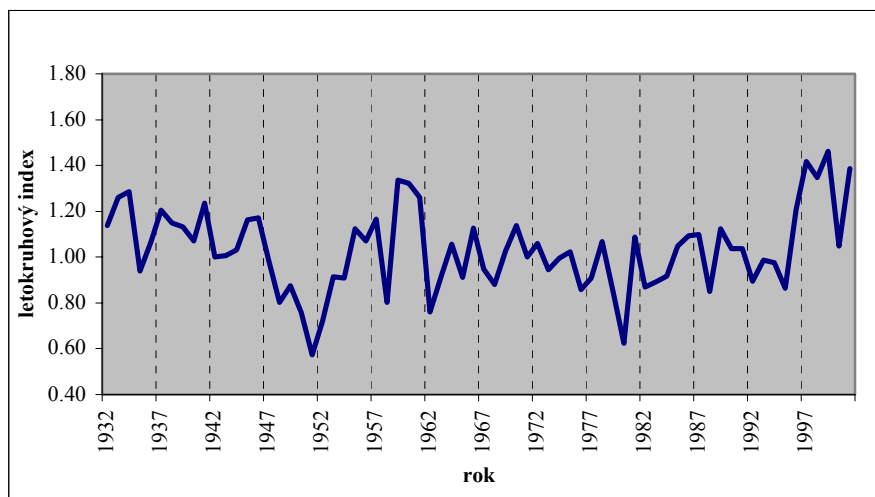
- najväčší pozitívny vplyv na veľkosť prírastku majú teploty vo vegetačnom období (máj - júl) a zrážky na konci vegetačného obdobia predchádzajúceho roka (júl – september)
- u všetkých stromov majú pozitívny vplyv na prírastok teploty na jeseň predchádzajúceho roka (september – november), avšak sila ich vplyvu nie je taká veľká ako v oboch predtým spomínaných prípadoch
- u niektorých stromov došlo k negatívnej reakcii na teploty v auguste a decembri predchádzajúceho roka.

#### Vysvetliky k označeniu x-ovej osi v grafoch letokruhových analýz:

J, A, S, ..., J, A, S	mesiace v poradí od júla predchádzajúceho roka do septembra aktuálneho roka
Z_7p-10p	úhrn zrážok od júla predchádzajúceho roka do októbra predchádzajúceho roka
Z_11p-3	úhrn zrážok od novembra predchádzajúceho roka do marca aktuálneho roka
Z_4-9	úhrn zrážok od apríla aktuálneho roka do septembra aktuálneho roka
T_7p-10p	priemerná mesačná teplota od júla predchádzajúceho roka do októbra predchádzajúceho roka
T_11p-3	priemerná mesačná teplota od novembra predchádzajúceho roka do marca aktuálneho roka
T_4-9	priemerná mesačná teplota od apríla aktuálneho roka do septembra aktuálneho roka

#### TMP Poľana

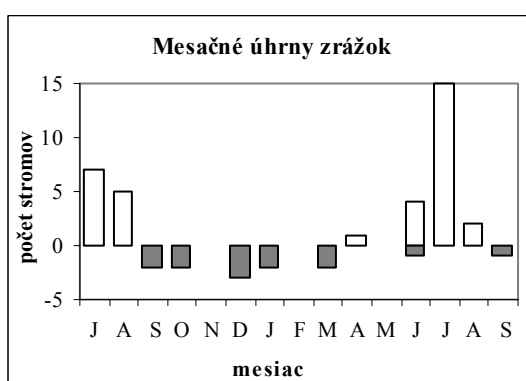
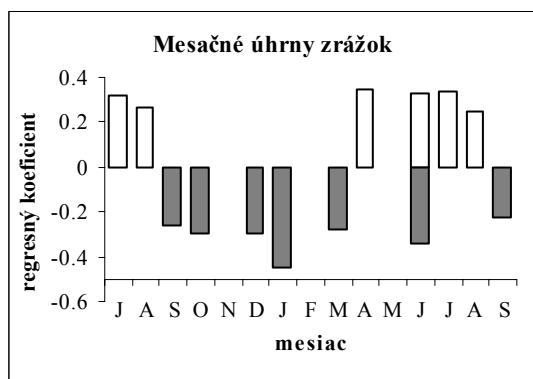
Vývoj prírastku smreka na danej lokalite, vyjadrený formou letokruhového indexu je na obr. 4.28.



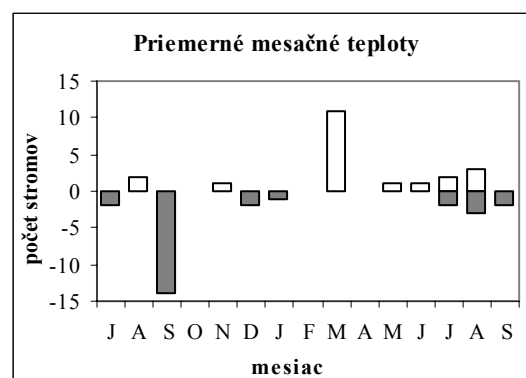
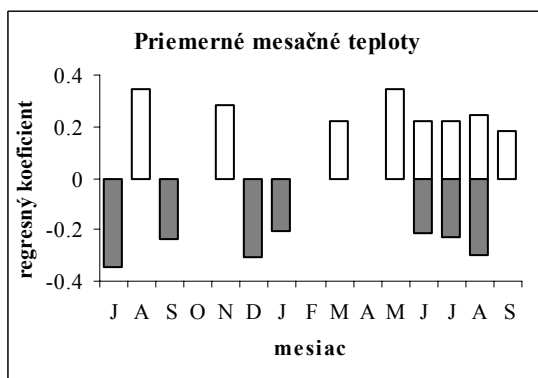
**Obr. 4.28** Priemerná letokruhová chronológia smreka z TMP Poľana

Dendrochronologická analýza bola na všetkých plochách vykonaná rovnakým spôsobom ako na TMP Jasenie – Lomníštá dolina. Výsledky

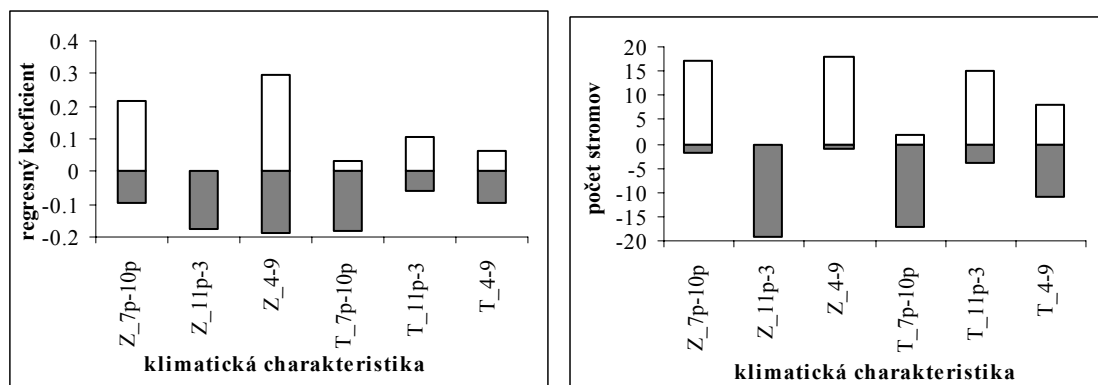
za jednotlivé monitorovacie plochy sú uvedené na obrázkoch 4.28 – 4.55 a v stručnom zhodnotení pre každú TMP.



**Obr. 4.29** Prehľad vplyvu mesačných úhrnov zrážok na prírastok smreka na TMP Poľana



**Obr. 4.30** Prehľad vplyvu priemerných mesačných teplôt na prírastok smreka na TMP Poľana



Obr. 4.31 Prehľad vplyvu jednotlivých klimatických faktorov na prírastok smreka na TMP Poľana

Z výsledkov dendroklimatickej analýzy rastu smreka na monitorovacej ploche Poľana je možné urobiť nasledujúce závery:

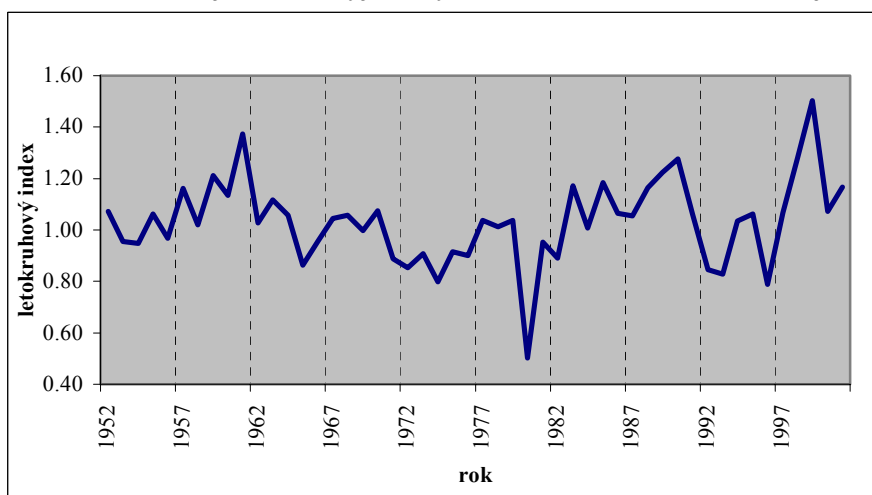
- najväčší pozitívny vplyv na veľkosť prírastku majú zrážky vo vegetačnom období (jún-august) a zrážky na konci vegetačného obdobia predchádzajúceho roka (júl-august)
- výrazný pozitívny vplyv na prírastok má teplota v marci, veľmi negatívny

teplota v septembri predchádzajúceho roka

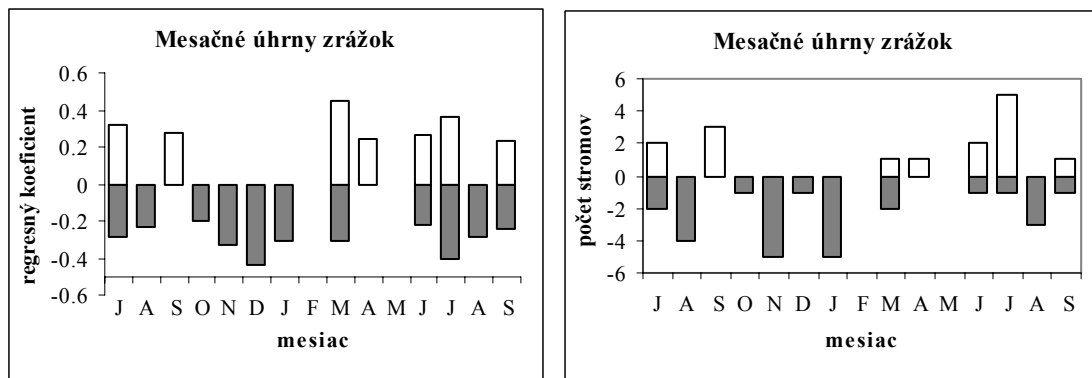
- u niektorých stromov sa prejavuje negatívny vplyv zrážok v zimných mesiacoch (od novembra predchádzajúceho roka do marca). Je to zapríčinené pravdepodobne tým, že ak cez zimu napadne veľa snehu, skráti sa vegetačné obdobie nasledujúceho roka.

## TMP Grónik

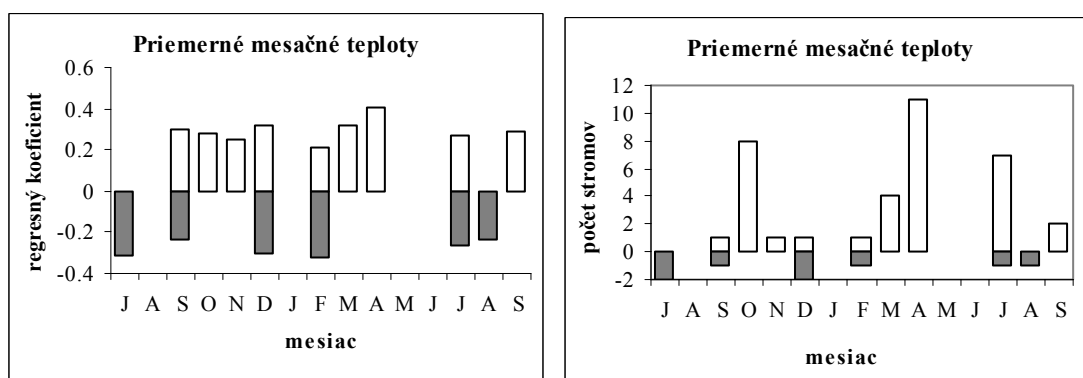
Vývoj prírastku smreka na danej lokalite, vyjadrený formou letokruhového indexu je na obr. 4.32.



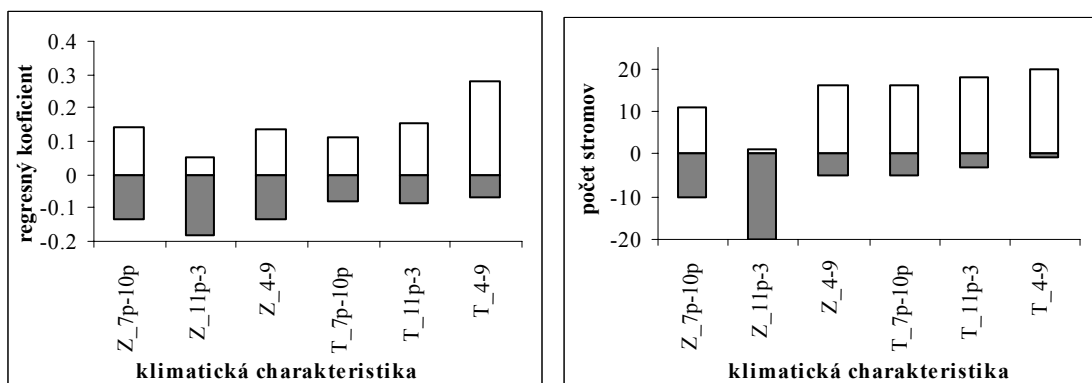
Obr. 4.32 Priemerná letokruhová chronológia smreka z TMP Grónik



Obr. 4.33 Prehľad vplyvu mesačných úhrnov zrážok na prírastok smreka na TMP Grónik



Obr. 4.34 Prehľad vplyvu priemerných mesačných teplôt na prírastok smreka na TMP Grónik



Obr. 4.35 Prehľad vplyvu jednotlivých klimatických faktorov na prírastok smreka na TMP Grónik

Z výsledkov dendroklimatickej analýzy rastu smreka na monitorovacej ploche Grónik je možné urobiť nasledujúce závery:

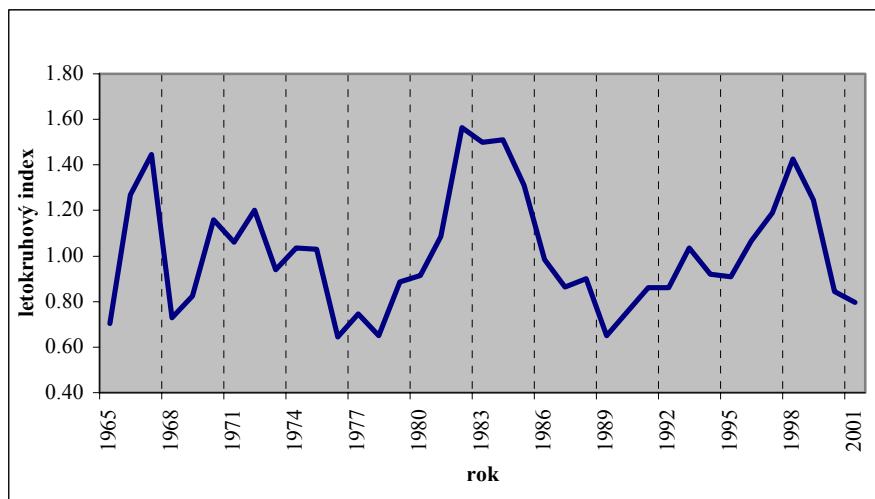
- najväčší pozitívny vplyv na veľkosť prírastku majú teploty v marci, apríli a

v júli, ale aj teplota v októbri predchádzajúceho roka

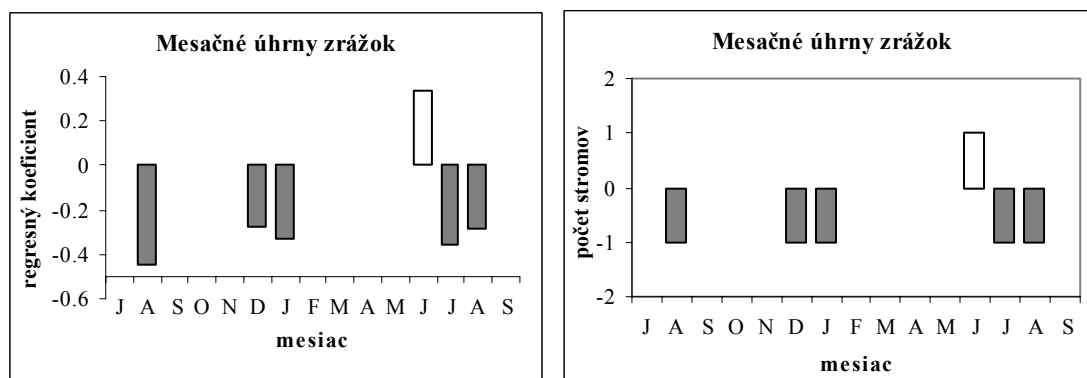
- podobne ako na TMP Poľana sa prejavil negatívny vplyv zrážok v zimných mesiacoch (november - marec)

## TMP Svetlice

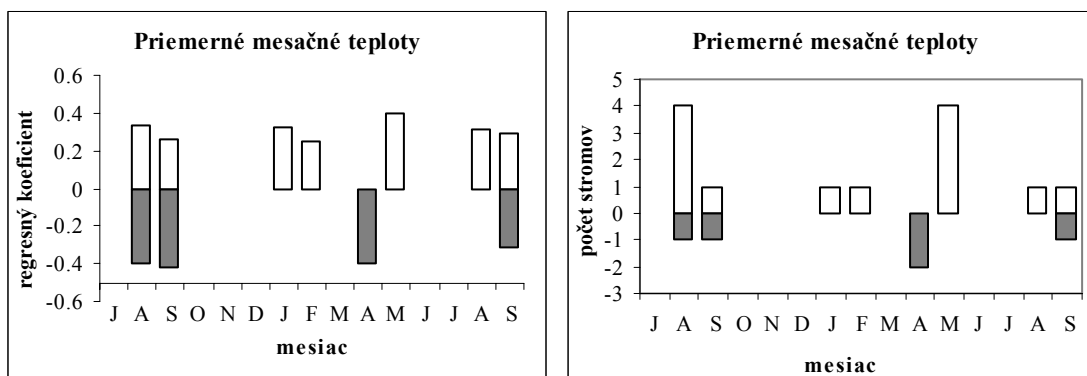
Vývoj prírastku buka na danej lokalite, vyjadrený formou letokruhového indexu je na obr. 4.36.



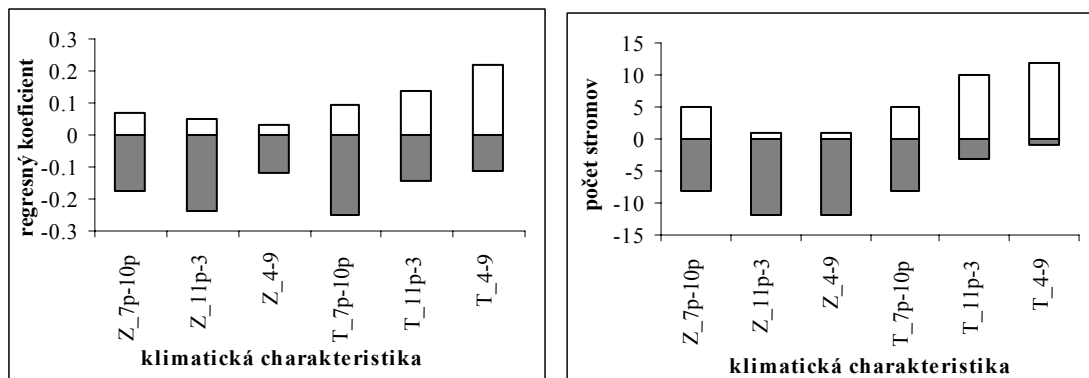
Obr. 4.36 Priemerná letokruhová chronológia buka z TMP Svetlice



Obr. 4.37 Prehľad vplyvu mesačných úhrnov zrážok na prírastok buka na TMP Svetlice



Obr. 4.38 Prehľad vplyvu priemerných mesačných teplôt na prírastok buka na TMP Svetlice



Obr. 4.39 Prehľad vplyvu jednotlivých klimatických faktorov na prírastok buka na TMP Svetlice

Z výsledkov dendroklimatickej analýzy rastu buka na monitorovacej ploche Svetlice je možné urobiť nasledujúce závery:

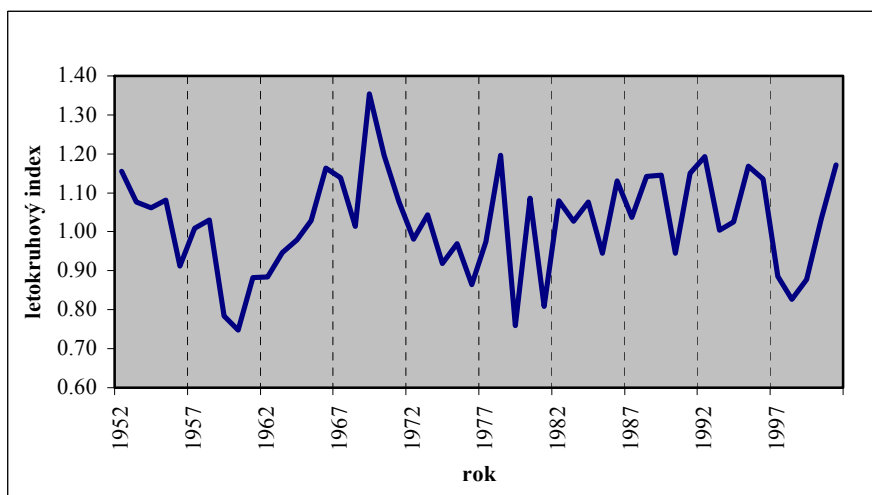
- najväčší pozitívny vplyv na veľkosť prírastku majú teploty vo vegetačnom

období (predovšetkým teplota v mesiaci máj)

- podobne ako na predchádzajúcich monitorovacích plochách, aj tu sa prejavil nepriaznivý vplyv zrážok počas zimných mesiacov.

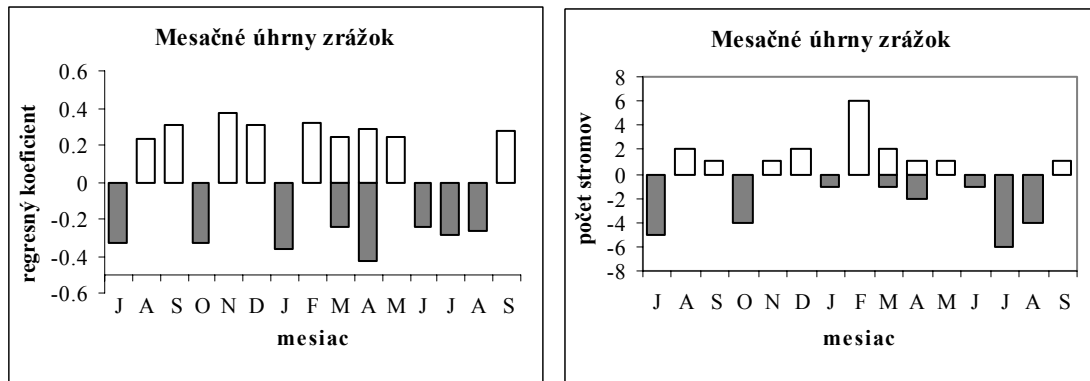
## TMP Gabčíkovo

Vývoj prírastku duba na danej lokalite, vyjadrený formou letokruhového indexu je na obr. 4.40.

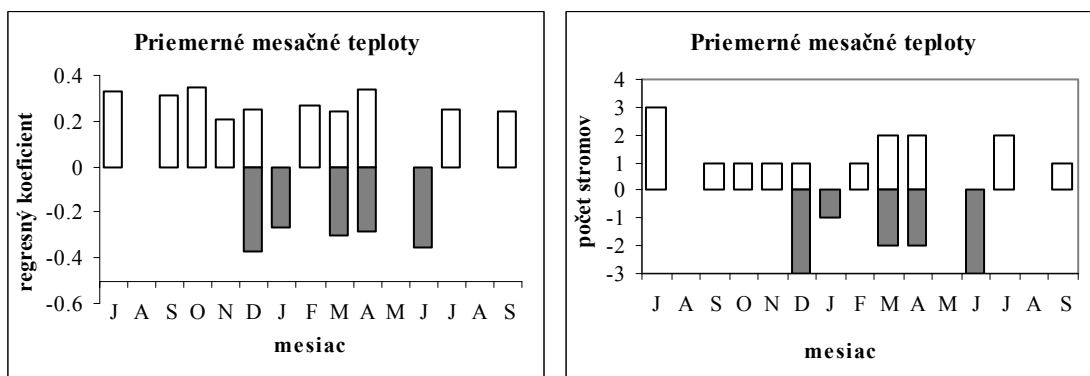


Obr. 4.40 Priemerná letokruhová chronológia duba z TMP Gabčíkovo

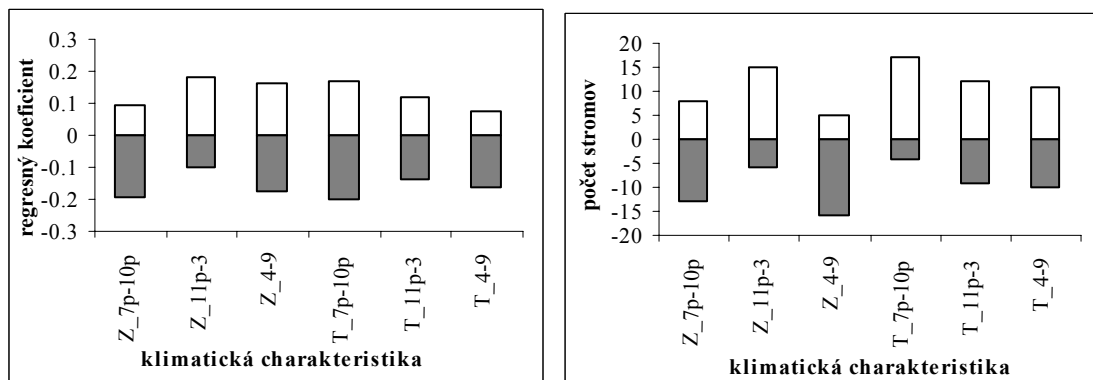




Obr. 4.41 Prehľad vplyvu mesačných úhrnov zrážok na prírastok duba na TMP Gabčíkovo



Obr. 4.42 Prehľad vplyvu priemerných mesačných teplôt na prírastok duba na TMP Gabčíkovo



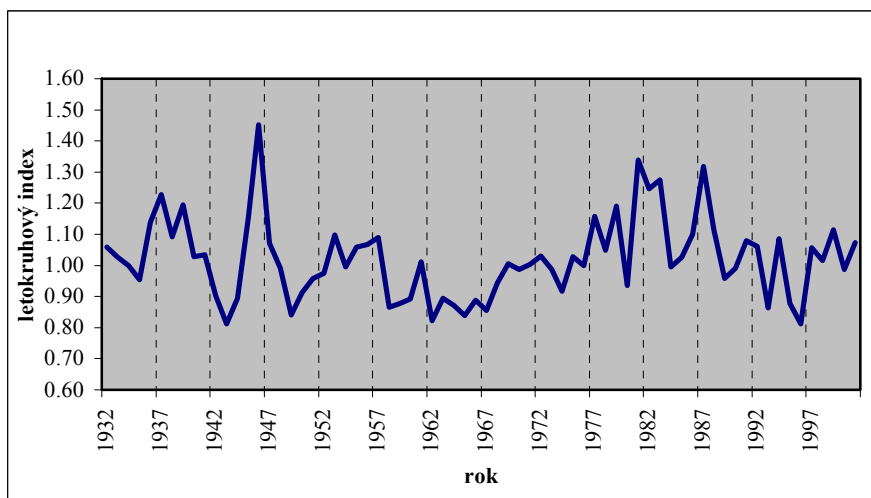
Obr. 4.43 Prehľad vplyvu jednotlivých klimatických faktorov na prírastok duba na TMP Gabčíkovo

Z výsledkov dendroklimatickej analýzy rastu duba na monitorovacej ploche Gabčíkovo je možné urobiť nasledujúce závery:

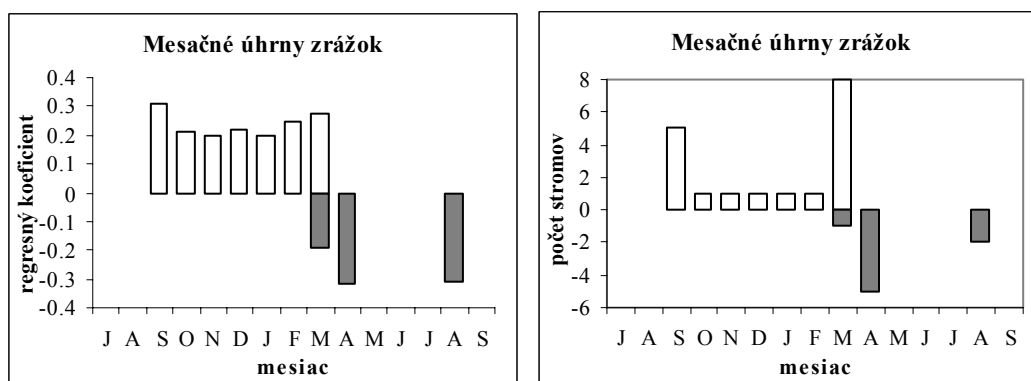
- najväčší pozitívny vplyv na veľkosť prírastku majú teploty na konci vegetačného obdobia predchádzajúceho roka
- vplyv zrážok je ťažko komentovať, pretože na tejto ploche je výrazný vplyv výšky hladiny podzemnej vody, napriek tomu však možno konštatovať pozitívny vplyv množstva zrážok v zimnom období (november - február)

## TMP Tatranská Lomnica

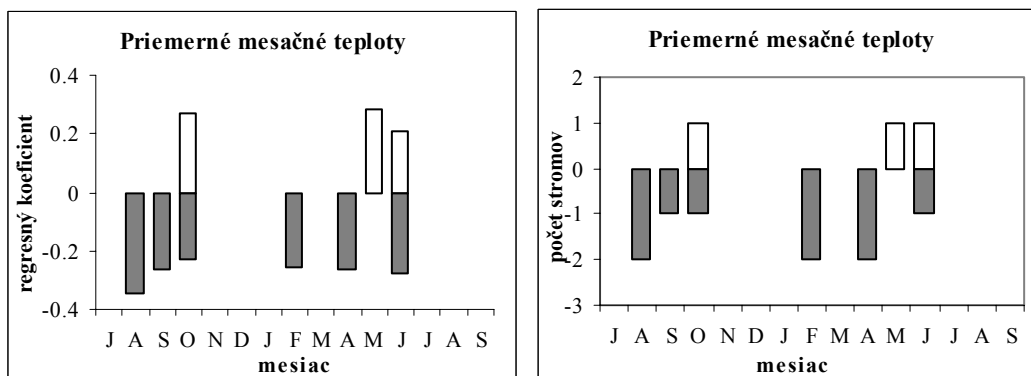
Vývoj prírastku smreka na danej lokalite, vyjadrený formou letokruhového indexu je na obr. 4.44.



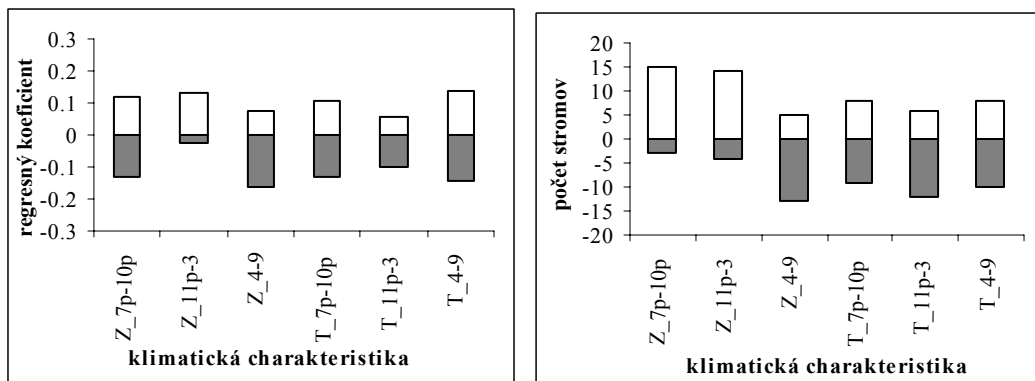
Obr. 4.44 Priemerná letokruhová chronológia smreka z TMP Tatranská Lomnica



Obr. 4.45 Prehľad vplyvu mesačných úhrnov zrážok na prírastok smreka na TMP T. Lomnica



Obr. 4.46 Prehľad vplyvu priemerných mesačných teplôt na prírastok smreka na TMP T. Lomnica



Obr. 4.47 Prehľad vplyvu jednotlivých klimatických faktorov na prírastok smreka na TMP T. Lomnica

Z výsledkov dendroklimatickej analýzy rastu smreka na monitorovacej ploche Tatranská Lomnica je možné urobiť nasledujúce závery:

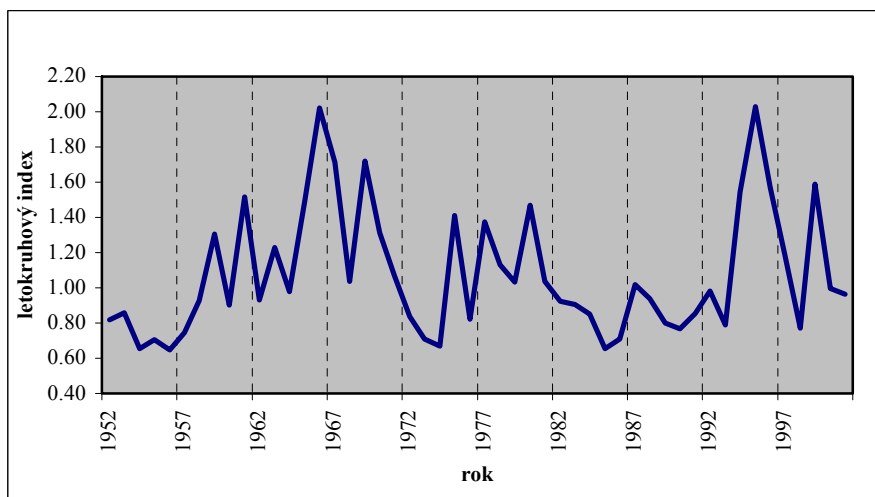
- najväčší pozitívny vplyv na veľkosť prírastku má množstvo atmosferických

zrážok počas marca aktuálneho roka a septembra predchádzajúceho roka

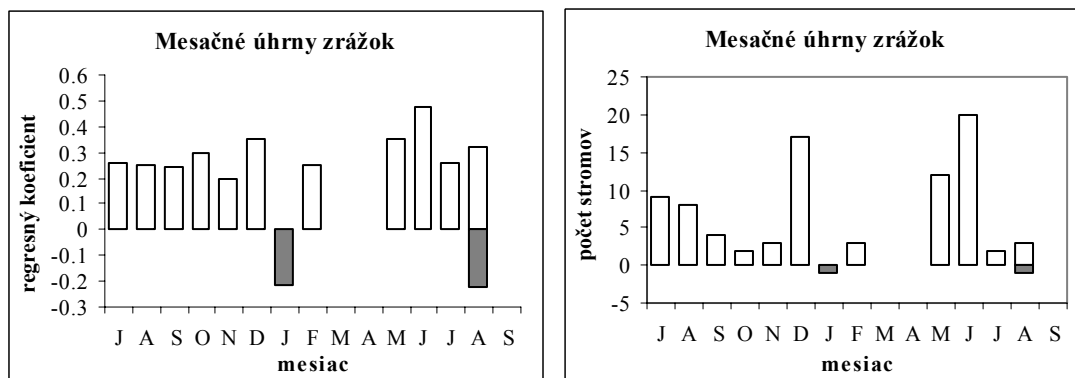
- vplyv teplôt nie je taký významný ako vplyv zrážok

## TMP Čifáre

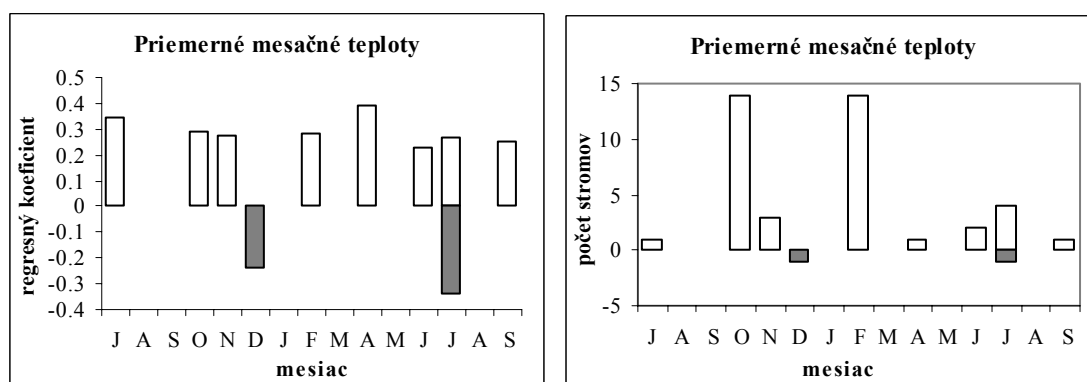
Vývoj prírastku cera na danej lokalite, vyjadrený formou letokruhového indexu je na obr. 4.48.



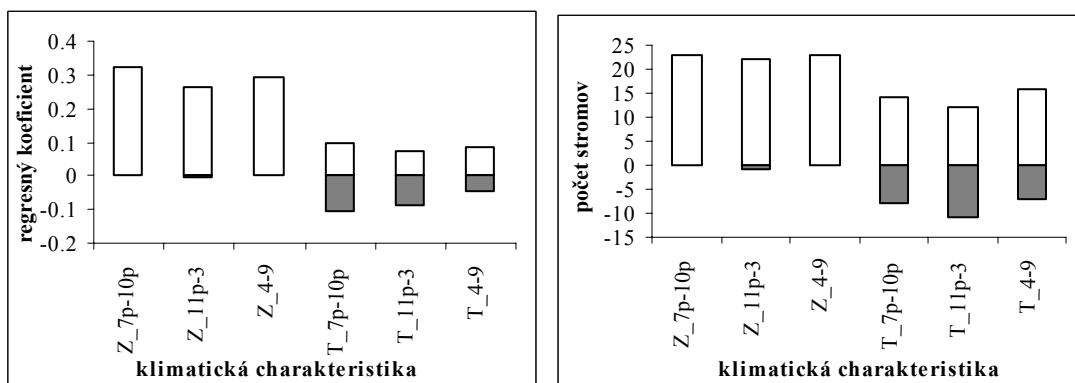
Obr. 4.48 Priemerná letokruhová chronológia cera z TMP Čifáre



Obr. 4.49 Prehľad vplyvu mesačných úhrnov zrážok na prírastok cera na TMP Čifáre



Obr. 4.50 Prehľad vplyvu priemerných mesačných teplôt na prírastok cera na TMP Čifáre



Obr. 4.51 Prehľad vplyvu jednotlivých klimatických faktorov na prírastok cera na TMP Čifáre

Z výsledkov dendroklimatickej analýzy rastu cera na monitorovacej ploche Čifáre je možné urobiť nasledujúce závery:

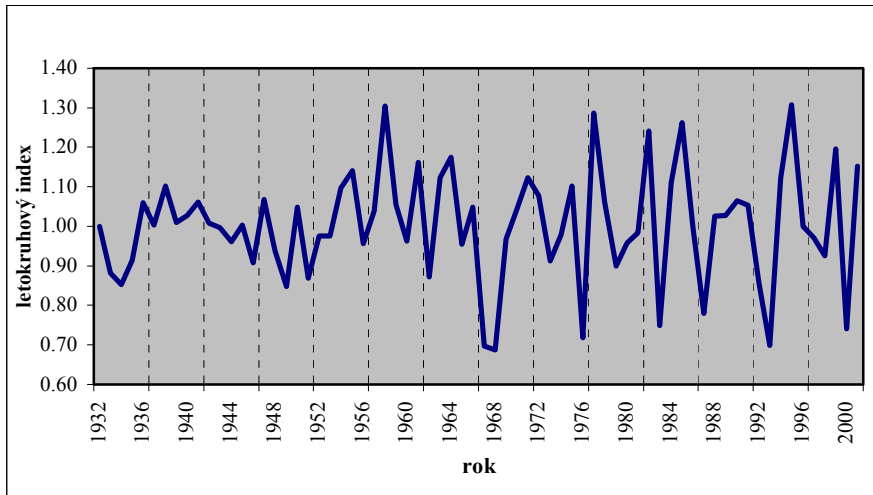
- najväčší vplyv na veľkosť prírastku má množstvo atmosférických zrážok počas celého roka, pričom najväčší vplyv

majú zrážky počas vegetačného obdobia (v mesiacoch máj a jún)

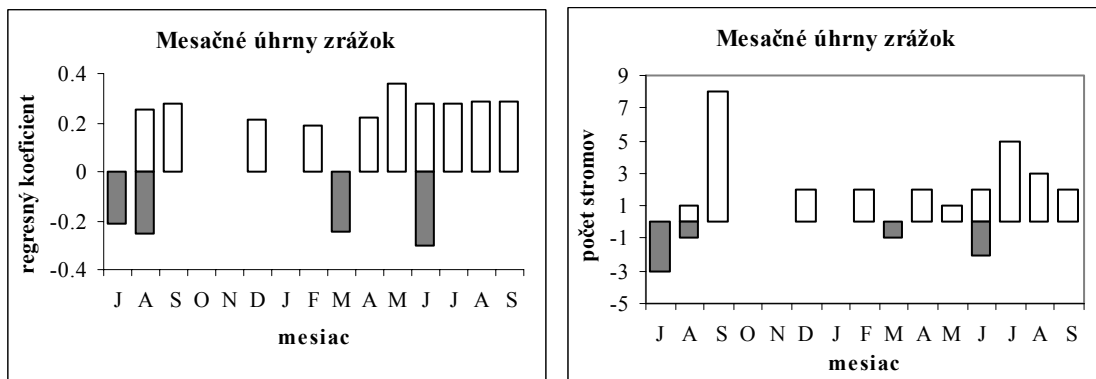
- vplyv teplôt nie je taký významný ako vplyv zrážok, najväčší pozitívny vplyv na veľkosť prírastku má teplota v októbri predchádzajúceho roka a teplota vo februári

## TMP Turová

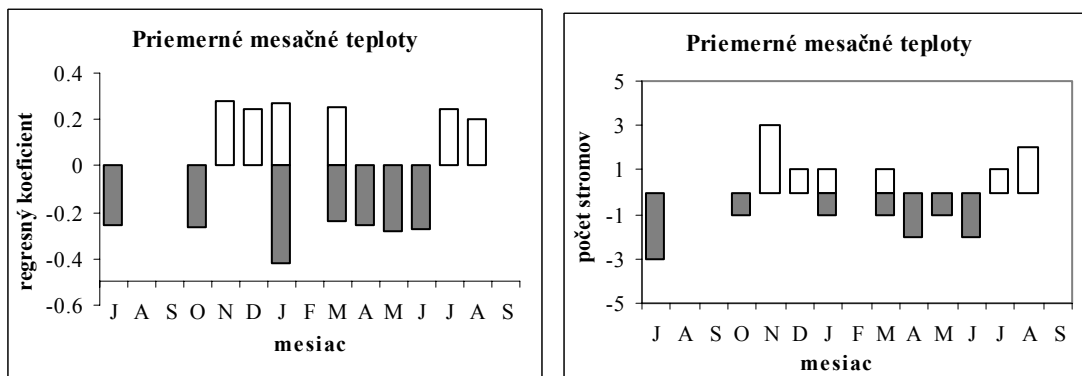
Vývoj prírastku buka na danej lokalite, vyjadrený formou letokruhového indexu je na obr. 4.52.



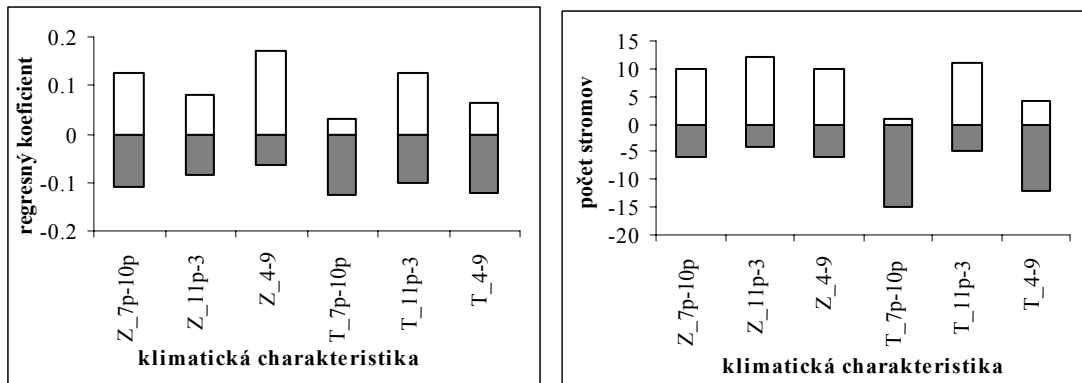
**Obr. 4.52** Priemerná letokruhová chronológia buka z TMP Turová



**Obr. 4.53** Prehľad vplyvu mesačných úhrnov zrážok na prírastok buka na TMP Turová



**Obr. 4.54** Prehľad vplyvu priemerných mesačných teplôt na prírastok buka na TMP Turová



Obr. 4.55 Prehľad vplyvu jednotlivých klimatických faktorov na prírastok buka na TMP Turová

Z výsledkov dendroklimatickej analýzy rastu buka na monitorovacej ploche Turová je možné urobiť nasledujúce závery:

- najväčší vplyv na veľkosť prírastku má množstvo atmosferických zrážok počas vegetačného obdobia (apríl - sep-

tember), výrazný je aj vplyv zrážok v septembri predchádzajúceho roka

- zaujímavý je negatívny vplyv teploty v mesiacoch apríl až jún, pre tvorbu prírastku je zrejme priaznivejší vlhký a chladnejší priebeh týchto mesiacov

## 4.8 HODNOTENIE VLASTNOSTÍ PÔDNEHO ROZTOKU

Pre získanie podrobnejších informácií o vplyve pôdných vlastností na lesné dreviny a o hydrobiochemickej bilancii prvkov v lesnom ekosystéme v kontexte vplyvu znečisteného ovzdušia na lesy sa zahrnul medzi hodnotené zložky v rámci intenzívneho monitoringu aj pôdny roztok (soil solution, soil water). Na TMP Poľana – Hugavský Grúň sme mohli nadviazať na výsledky z predchádzajúceho obdobia, ktoré boli čiastočne zhrnuté v správe za rok 1999 (BUCHA a kol. 1999), na ďalších dvoch plochách boli lyzimetre inštalované počas roka 2000.

Na rozdiel od informácií o pevnej zložke pôdy, ktoré sú získavané v intervale odberov vzoriek 5 resp. 10 rokov, v prípade pôdneho roztoku možno hodnotiť vývoj aj počas roka v intervale 2 týždňov, k rovnakému času ako vzorky zrážkových vôd.

V súlade s manuálom sa vo vzorkách stanovuje pH, koncentrácie  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{NH}_4^+$ , koncentrácie bázičných katiónov a niektoré ťažké kovy. Z nových výsledkov tu uvádzame prehľad o koncentráciách ťažkých kovov, ktoré boli namerané vo vzorkách pôdneho roztoku počas roka 2001.

Namerané hodnoty koncentrácií ťažkých kovov v pôdnom roztoku možno hodnotiť ako súčasť vstupných údajov pre hodnotenie toku (flux) prvkov v ekosystéme, ale aj priamym porovnaním s kritickými hodnotami. Kritické limity pre ťažké kovy v pôdnom roztoku možno definovať rôzne (podobne ako v organickej vrstve - pokrývkovom humuse alebo v minerálnej pôde). Stanovujú sa z hľadiska indikácie spomalenia rozkladu organickej hmoty, vplyvu na pôdne bezstavovce, na redukciu mikrobiálnej biomasy, priameho vplyvu na koreňky a na mykorízu a pod. Závisia tiež na iných pôdných vlastnostiach (obsah humusu, obsah ílu a pod.). Podľa výsledkov rôznych autorov RADEMACHER (2001) môžu mať negatívny účinok na rastliny nasledovné koncentrácie v pôdnom roztoku: meď  $>25 \mu\text{l-l}$ , zinok  $>200 \mu\text{l-l}$ , olovo  $>(50)200 \mu\text{l-l}$ , kadmium  $>(10)20 \mu\text{l-l}$ .

V nasledovnej tabuľke sú uvedené mediánové hodnoty koncentrácií jednotlivých ťažkých kovov v pôdnom roztoku pre jednotlivé plochy a odberové hĺbky.

TMP	Hĺbka (cm)	Cu	Zn	Pb	Cd
Poľana - Hukavský grúň	0	7	24	6	2,0
	18	10	10	2	1,2
	55	5	13	2	1,5
Lomnistá dolina (Jasenie)	0	13	36	8	2,4
	12	13	41	7	4,7
Grónik (Klokočov)	0	12	38	12	3,8
	15	14	43	18	4,9
	35	8	32	12	4,7

Stredné hodnoty teda neprekračujú vyššie uvedené limitné hodnoty. V konkrétnych vzorkách počas roka však na TMP Grónik boli zistené koncentrácie vyššie než dané limitné hodnoty, a to pre meď a pre olovo.

Hodnotili sme tiež závislosť koncentrácie daného kovu v pôdnom roztoku od jeho obsahu v pevnej zložke pôdy a od pH. Z výsledkov v danom súbore meraní vyplý-

nulo, že koncentrácia daného ťažkého kovu v pôdnom roztoku len čiastočne korešpondovala s jeho celkovým obsahom v pôde, ale vo všeobecnosti bola najvyššia vo vzorkách z TMP Grónik s výrazne najkyslejšou pôdou (v pôdnom roztoku pre odberovú hĺbku 15 cm hodnota pH počas celého roka prakticky neprekročila hranicu 4,0 a väčšinou sa pohybovala blízko 3,5).

## 4.9 REŽIM VLNKOSTI PÔDY V NÍŽINNÝCH POLOHÁCH

Komplexné hodnotenie mechanizmu poškodzovania lesných porastov imisiami, najmä v suchých a teplých oblastiach sa nezaobíde bez poznania vodného režimu lesných pôd. Voda obzvlášť v týchto lesných ekosystémoch je rozhodujúcim ekologickým a fyziologickým činiteľom. Nedostatok vody v pôde sa prejavuje v oslabení ich fyziologickej činnosti a následne i v znížení celkovej hmotovej produkcie i odolnosti proti biotickým škodcom.

Podstatný podiel na zhoršenom zdravotnom stave lesov v nížinných polohách je spôsobený nielen imisnou záťažou, ale aj nedostatkom vody v pôde i extrémne výkyvy v jej existenčných limitných zásobách, a to najmä počas vegetačného obdobia.

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, ílovitohlinitá a len v povrchovej vrstve hlinitejšia, stredne hlboká (do 90 cm), tuhšia, v letných mesiacoch presýchavá so zhoršenými vodovzdušnými pomermi.

Vlhkosť pôdy na ploche sledujeme celoročne v dvoj až štvortýždňových intervaloch s použitím gravimetrickej metódy, ktorá je spracovaná 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).

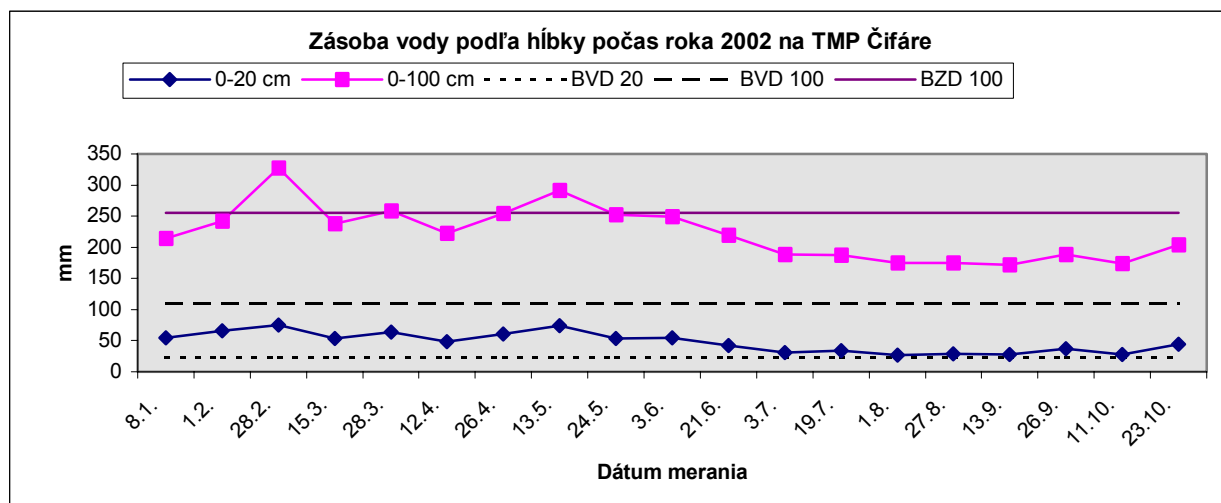
V tab. 4.29 sú uvedené výsledky meraní počas roka 2002, ktoré obsahujú zistené obsahy vody v pôde vyjadrené hmotnostnými % vlhkosti v hĺbke 10 a 40 cm a zásobou vody (v mm) pre povrchovú (0-20 cm) vrstvu pôdy a pre celý fyziologický profil (0-100 cm). Ich dynamika je zvýraznená grafickým zobrazením na obrázku 4.56 a 4.57.

Z obr. 4.56 je zrejme, že hmotnostné % vlhkosti do 40 cm sa od januára do polovice júna pohybovalo v rozpätí 15 až 30 %. V druhej polovici júna pokleslo na 10 % a do konca septembra kolísalo medzi 10 až 15 %. Primerane k % vlhkosti sa pohybovala aj zásoba vody v pôde. Zásoba vody v celej fyziologickej hĺbke (0-100 cm), počas zimných a jarných mesiacov do začiatku júna väčšinou kolísala okolo BZD (zhruba 250 mm). Jej maximálna zásoba už koncom februára takmer dosiahla MKK (334 mm). V druhej polovici júna poklesla pod hodnotu BZD a v auguste pri maximálnom poklese na hodnotu 175 mm a nikdy neklesla na hodnotu BV. Počas celého leta i na začiatku jesene sa pohybovala v pásme BZD a BV. Optimálne vlhkosťné podmienky boli len v zimných a jarných mesiacoch.

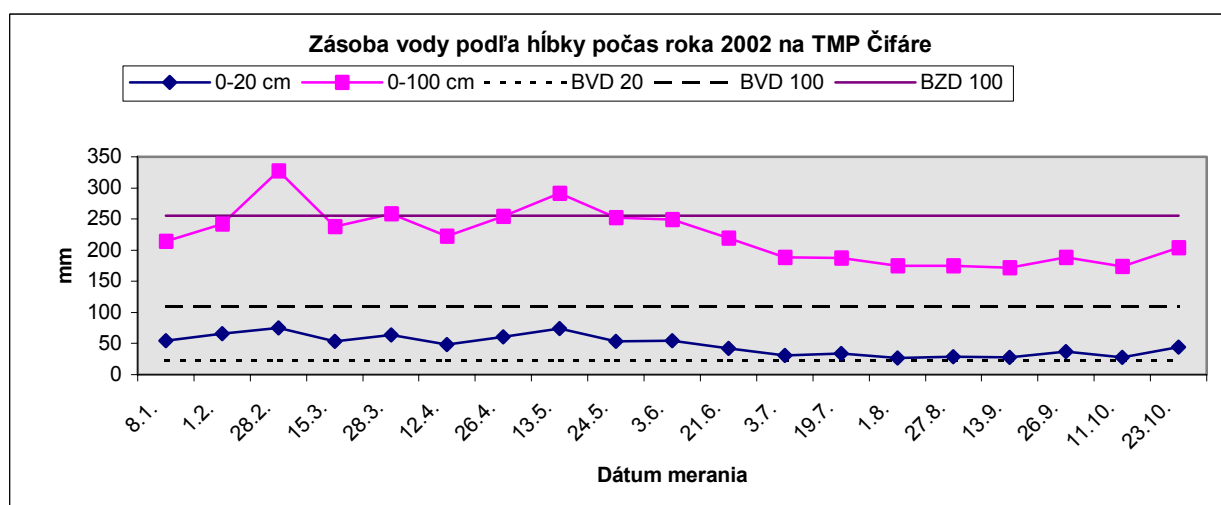
Teplejšie augustové obdobie, najmä v prvej polovici sa viac prejavilo v presychaní povrchovej časti pôdy (0-20 cm) počas ktorého v nej zásoba vody poklesla takmer na BV.

**Tab. 4.29 Hmotnostné % vlhkosti pôdy v hĺbke 10, 40 cm a zásoba vody (mm) v 0-20 cm a 0-100 cm na TMP Čifáre počas roka 2002**

Dátum merania	1.2.	28.2.	15.3.	28.3.	12.4.	26.4.	13.5.	24.5.	3.6.	21.6.	3.7.	19.7.	1.8.	27.8.	13.9.	26.9.
Vlhkosť v 10 cm	24,9	31,5	21,2	24,5	18,4	23,2	31,1	21,3	21,9	15,9	12,0	14,1	9,5	10,6	11,1	16,8
Vlhkosť v 40 cm	15,5	23,8	18,1	19,9	16,7	19,4	22,3	18,2	18,6	15,9	13,3	13,6	12,2	12,9	11,9	13,4
Zásoba vody 0-20 cm	66	76	54	64	48	61	74	54	55	42	31	34	27	29	28	37
Bod vädnutia 0-20 cm	22,8															
Zásoba vody 0-100 cm	242	328	237	259	222	254	291	253	250	220	189	188	175	175	172	187
Bod vädnutia 0-100 cm	109,3															



**Obr. 4.56 Dynamika vlhkosti pôdy podľa hmotnostných % vlhkosti v hĺbke 10 a 40 cm**



**Obr. 4.57 Hydrolimity a zásoba vody počas roka 2002 pre hĺbku 0-20 a 0-100 cm**



## 4.10 ZHRNUTIE POZNATKOV INTENZÍVNEHO MONITORINGU

Aj napriek komplikovanosti funkčných vzťahov a väzieb v lesných ekosystémoch a ich odozvy na vplyv znečistenia ovzdušia je možné niektoré poznatky zovšeobecniť a formulovať ich nasledovne:

- Môžeme konštatovať, že aj napriek poklesu emisií síry a dusíka v Európe dochádza iba k pozvoľnému znižovaniu obsahu polutantov v zrážkach a depozícia je tak určovaná hlavne úhrnmi zrážok v jednotlivých rokoch
- Na základe analýzy prekračovania kritických záťaží pre acidifikačnú síru a dusík a pre nutričnú dusík očakávame pretrvávajúci vplyv kyslej depozície síry a dusíka na lesné ekosystémy strednej Európy vrátane Slovenska (približne na 1/3 plochy lesov) minimálne v priebehu nasledujúcich desiatich rokov
- Lesné ekosystémy Slovenska spadajú v rámci Európy do oblasti s najvyšším prekračovaním indexu AOT 40 a ďalších kritických hodnôt pre troposferický ozón a je predpoklad, že takáto situácia bude naďalej pretrvávať najmä vo vyšších nadmorských výškach (nad 800 m n. m.)
- Parciálne poznatky o pôsobení meteorologických a klimatických činiteľov na zdravotný stav lesných porastov ukazujú na ich nezanedbateľný význam a vo vzťahu k doterajšiemu vývoju klímy na území Slovenska je možné očakávať najmä negatívny vplyv zhoršujúcej sa vodnej bilancie v prvom až štvrtom vegetačnom stupni.

- Na základe výsledkov získaných pri fenologických pozorovaniach môžeme skonštatovať, že začiatok vegetačného obdobia – pučanie vegetatívnych púčikov, na jednotlivých sledovaných TMP v roku 2001, spadá u listnatých drevín a smrekovca, do druhej dekády apríla až začiatku mája, obdobie zalíšovania drevín trvá od konca apríla do druhej polovice mája. Od polovice mája sú listnaté dreviny a smrekovec na všetkých TMP plne olistené. Fenofáza žltnutie listov začína v tretej dekáde septembra u všetkých listnatých drevín. Začiatok opadu listov je rozložený do obdobia od začiatku po koniec októbra. Obdobie úplného opadu listov nastupuje koncom októbra až do začiatku decembra, pričom najskôr opadnú buky a najneskôr duby.
- Dendrochronologické analýzy poukázali na kladný vplyv zrážok počas vegetačného obdobia a teplôt počas konca vegetačného obdobia predchádzajúceho roka na veľkosť prírastku na TMP v nižších polohách. Na prírastok stromov vo vyšších polohách priaznivo vplývajú predovšetkým teploty na začiatku a počas vegetačného obdobia. Negatívne sa prejavuje vplyv zrážok v zimných mesiacoch.

## 5. ZÁVER

ČMS lesy pokračoval v roku 2002 v naplňaní úloh vyplývajúcich zo schváleného štatútu, platných zákonných ustanovení a pokynov sekcie lesníckej MP SR a MŽP SR pri budovaní informačného systému monitoringu. Realizovali sme prieskumy, ktoré umožnili prehliadnúť poznatky o priestorovom a časovom vývoji stavu lesov v oblasti hodnotenia stavu koruny a prírastku, monitoringu pôd, pôdnych roztokov, fenologických pozorovaní a chemizmu opadu. Pokračovalo mapovanie prízemnej ve-

getácie, mapovanie kritických záťaží a úrovni síry a dusíka a monitorovanie ozónu. Pre celoplošné hodnotenie zdravotného stavu a jeho zmien boli využité satelitné snímky Landsat. Všetky výsledky budú zverejnené pre širokú odbornú verejnosť na stránke strediska ČMS lesy. V nasledujúcom roku v súvislosti s prijatím novej rezolúcie o ochrane lesov v európskom parlamente očakávame, že bude potrebné pokračovať v aktivitách na II. úrovni monitoringu s posilnením prieskumov depozí-

cie, monitorovanie ozónu, monitorovanie pozemnej vegetácie s prepojením na celoeurópske programy zaoberajúce sa uhlíkovým a dusíkovým cyklom v lesných ekosystémoch. Potrebne je prijať rozhodnutie o účasti Slovenska na riešení problematiky biodiverzity v rámci ČMS Lesy. Mienime pokračovať vo výskume zmien pôdneho prostredia vplyvom acidifikácie a klimatických zmien. Potrebne bude v tejto súvislosti pripraviť a realizovať opakovaný odber a chemickú analýzu pôd na TMP

I úrovne. Ďalšou prioritou bude zlepšenie kvality meraní a kvality kontroly v jednotlivých prieskumoch. Stratégiu hodnotenia dát zameriame na integrované hodnotenie vzťahov medzi parametrami, opisujúcimi stav lesa a významnými stresovými faktormi. Naďalej chceme rozvíjať aplikácie DPZ, predovšetkým pri celoplošnom hodnotení zdravotného stavu lesov a ich širšej integrácie údajov s údajmi Lesníckej ochrannárskej služby a Ekoprieskumu lesa.

## 6. LITERATÚRA

1. ANFODILLO, T. – CARRER, M. – RENTO, S. – URBINATI, C., 1998: Long and short term growth dynamics of *Picea abies* (L.) Karst, *Larix decidua* Mill., *Pinus cembra* (L.) and climatic factors: First results of an integrated study at the timberline in eastern Italian Alps. *Écologie* 29 (1-2), s. 253-259.
2. BUCHA, T. - MAŇKOVSKÁ, B. - MINĎÁŠ, J. - MOLNÁROVÁ, H. - PAVLENDÁ, P. - PAJTÍK, J. - RAŠI, R. - VARGA, L., 1999: Zdravotný stav lesov Slovenska. Správa z monitoringu 1999. Zvolen, LVÚ 1999, 48 s.
3. BRASLAVSKÁ, O. - KAMENSKÝ, L., 1996: Fenologické pozorovanie lesných rastlín. Metodický predpis. SHMÚ Bratislava. 22 s.
4. ĎURSKÝ, J. – PAVLIČKOVÁ, A., 1998: Dendroklimatický model borovice lesnej na Záhorskej nížine. *Acta Facultatis Forestalis Zvolen*, XL, 1998, s. 85-97
5. FELIKSIK, E. – WILCZYŃSKI, S., 1998: Dendroclimatological research on the Douglas fir (*Pseudotsuga menziesii* Franco) from northeastern Poland. *Lesnictwo* z. 27, s. 49-57
6. FELIKSIK, E. – WILCZYŃSKI, S., 1998: Influence of climatic conditions on the annual ring increment of the Weymouth pine (*Pinus strobus*L.). *Lesnictwo* z. 28, s. 17-25.
7. FELIKSIK, E. – WILCZYŃSKI, S., 1999: Influence of thermal and pluvial conditions on the radial increment of the Austrian pine (*Pinus nigra* Arnold). *Acta Agraria et Silvestria. Series Silvestris*. 37, s. 3-10
8. FRITTS, H. C., 1976: *Tree ring and climate*, London, New York, San Francisco, Academic Press, 567 s.
9. FRITTS, H. C., 1996: *Users Manual for Program Precon* (distribúované spoločne s programom)
10. HANČINSKÝ, L., 1972: *Lesné typy Slovenska*. *Príroda*, Bratislava 307 s.
11. 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
12. HOLMES, R. L. – ADAMS, R. K. – FRITTS, H. C., 1986: *Users Manual for Program Arstan*, in *Tree-Ring Chronologies of Western North America: California, eastern Oregon and northern Great Basin*, Laboratory of Tree-Ring Research, The University of Arizona, s. 41-49
13. HOLMES, R. L. – ADAMS, R. K. – FRITTS, H. C., 1986: *A Users Manual for Program COFECHA*, in *Tree-Ring Chronologies of Western North America: California, eastern Oregon and northern Great Basin*, Laboratory of Tree-Ring Research, The University of Arizona, s. 50-65
14. CHALUPA, V., 1969: Počátek, trvání a ukončení vegetační činnosti u lesních dřevin. In: *Práce VÚLHM*, zv. 37, Zbraslav - Strnady, VÚLHM, s. 41-68
15. KOLEKTÍV AUTOROV, 1993: *Meteorologický slovník výkladový a terminologický*. Praha, Min. Živ. Prostředí ČR, 594 s.
16. KROUPOVÁ, M., 2001: *Letokruhová analýza smrku na vybraných plochách intenzivního monitoringu programu ICP*

- Forests. In: Monitoring zdravotního stavu lesa v České republice. Ročenka programu ICP Forests 2001, VÚLHM Jíloviště-Strnady, s.78-85.
17. LARCHER, W., 1988: Fyziologická ekologie rostlin. Vydání 1., Academia Praha, 368 s.
  18. MARHOLD, K., HINDÁK, F., et al., 1998: Zoznam nižších a vyšších rastlín Slovenska. Vydavateľstvo akadémie vied, Bratislava, s. 230-688.
  19. OBERHUBER, W. – KOFLER, W., 2000: Topographic influences on radial growth of Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) at small spatial scales. *Plant Ecology* 146, s. 231-240.
  20. PREUSHLER, T., 1999: Manual on methods and criteria for harmonized sampling, assessment, monitoring and analysis of the effects of air pollution on forest. Part IX, Phenological Observation. UNECE, 35 p.
  21. RADEMACHER, P., 2001: Atmospheric Heavy Metals and Forest Ecosystems. UN/ECE, Geneva 76 pp.
  22. ROLLAND, CH. – PETITCOLAS, V. – MICHALET, R., 1998: Changes in radial tree growth for *Picea abies*, *Pinus cembra* and *Pinus uncinata* near the alpine timberline since 1750. *Trees* (1998) 13, s. 40-53.
  23. 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.
  24. ŠMELKO, Š, 2000: Zdokonalenie metodiky matematicko-štatistického spracovania a hodnotenia výsledkov monitorovania zdravotného stavu lesov SR v sieti 16x16 km. Záverečná správa za prvú (teoretickú) časť výskumnej úlohy LVÚ č. 1620. Zvolen, 34 s.
  25. ŠMELKO, Š, 2001: Praktické overenie nového biometrického modelu spracovania údajov z TMP v sieti 16x16 km. Záverečná správa za druhú časť výskumnej úlohy LVÚ Zvolen č. 1620 Zdokonalenie metodiky matematicko-štatistického spracovania a hodnotenia výsledkov monitorovania zdravotného stavu lesov SR v sieti 16x16 km. Zvolen, 17 s.
  26. TUŽINSKÝ, L., 1998: Výskum pôdy v luvizemí dubového ekosystému vo vzťahu k atmosferickým zrážkam. *Lesnícky časopis – Forestry Journal*, 44 (1-2), s. 87-99
  27. UN/EC, 2002: Cause-effect Relationships of Forest Ecosystems. Joint Report by ICP Forests and ICP Integrated Monitoring. PCC Hamburg, PCC Helsinki, 46 pp.
  28. 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.
  29. UN-ECE and EC, 2002: Forest Condition in Europe. Results of the 2001 Large-scale Survey. 2002 Technical Report. Geneva and Brussels, 99 s.
  30. UN-ECE and EC, 2002: The Condition of Forests in Europe. 2002 Executive Report. Geneva and Brussels, 35 s.
  31. VLADOVIČ, J., a kol., 1994: Lesné oblasti Slovenska, Lesoprojekt Zvolen, 500 s.
  32. ZLATNÍK, A., 1959: Přehled slovenských lesů podle skupin lesních typů. *Spisy lab. biogeocenologie a typologie lesa*, LF-VŠZ Brno, č. 3, 178 s.
  33. ZLATNÍK, A., 1976: Lesnická fyto-cenologie. Státní zemědělské nakladatelství Praha, 495 s.