

MINISTERSTVO PÔDOHOSPODÁRSTVA SLOVENSKEJ REPUBLIKY
LESNÍCKY VÝSKUMNÝ ÚSTAV ZVOLEN



ZDRAVOTNÝ STAV LESOV SLOVENSKA

Správa z monitoringu 2001



TITULNÝ LIST ÚLOHY ÚČELOVEJ ČINNOSTI

1. **Úloha účelovej činnosti:** Čiastkový monitorovací systém lesy
2. **Zodpovedný riešiteľ:** Dr. Ing. Tomáš Bucha
Spoluriešitelia : Ing. Jozef Ištoňa
RNDr. Ing. Jozef Mind'áš, PhD.
Ing. Hana Molnárová
Ing. Pavel Pavlenda, PhD.
Ing. Jozef Pajčík
Ing. Rastislav Raši
3. **Gestor za MP SR-SL:** Ing. Eduard Greppel
4. **Riešiteľské pracovisko:** Lesnícky výskumný ústav Zvolen
5. **Druh správy:** Odpočet úlohy účelovej činnosti
- 6.. **Doba riešenia:** 01.01.2001 - 31.12.2001
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 2001 (2000) 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 Záhoria a Malých Karpát. Analyzované sú údaje z intenzívneho monitoringu v oblasti monitoringu pôdnej zložky, merania depozícií a ozónu tak na národnej ako aj na európskej úrovni.

Počet: 51 strán, 30 obrázkov, 47 tabuliek, 2 prílohy

OBSAH

1. ÚVOD	5
2. PROBLEMATIKA	5
2.1 AKTUALIZÁCIA ZÁMEROV BUDOVANIA ČMS LESY V ROKU 2001 <i>(Dr. Ing. T. Bucha)</i>	5
2.2 MEDZINÁRODNÁ KOOPERÁCIA V ROKU 2000 <i>(Dr. Ing. T. Bucha)</i>	6
3. EXTENZÍVNY MONITORING	7
3.1 METODIKA MONITOROVACÍCH PRÁČ <i>(Ing. J. Pajtík)</i>	7
<i>Úvod</i>	7
<i>Metodika</i>	7
<i>Kalibračný kurz</i>	9
3.2 VÝSLEDKY	9
3.2.1 Stav koruny <i>(Ing. J. Pajtík)</i>	9
<i>Defoliácia</i>	9
<i>Zmena sfarbenia</i>	11
<i>Kombinácia defoliácie a zmeny sfarbenia asimilačných orgánov</i>	12
<i>Vývoj zdravotného stavu v rokoch 1987-2001</i>	12
<i>Priemerná defoliácia drevín v rokoch 1988-2001</i>	14
<i>Dynamika zmien zdravotného stavu lesa</i>	17
<i>Defoliácia vo vzťahu k typu poškodenia</i>	17
<i>Plodivosť</i>	19
<i>Trend vývoja zdravotného stavu lesa</i>	19
3.2.2 Vývoj a kvantifikácia zmien hrúbkového prírastku <i>(Ing. J. Pajtík)</i>	21
3.2.3 Vyhodnotenie zmien stavu lesa z družicových snímok Landsat TM v oblasti Záhoria a Malých Karpát <i>(Dr. Ing. T. Bucha)</i>	23
3.3. PANEURÓPSKY MONITOROVACÍ SYSTÉM <i>(Ing. J. Pajtík)</i>	27
<i>Politické pozadie</i>	27
<i>Programové ciele</i>	27
<i>Štruktúra monitoringu</i>	27
<i>Výsledky hodnotení v roku 2000</i>	28
<i>Vývoj defoliácie hlavných druhov drevín</i>	33
4. INTENZÍVNY MONITORING	34
4.1 PREDMET INTENZÍVNEHO MONITORINGU <i>(RNDr. Ing. J. Mind'áš, PhD.)</i>	34
<i>Sledované parametre</i>	35
4.2 VÝVOJ ZNEČISTENIA OVZDUŠIA NA SLOVENSKU A V EURÓPE <i>(RNDr. Ing. J. Mind'áš, PhD., Ing. H. Molnárová)</i>	37
<i>Oxidy síry a dusíka</i>	37
<i>Kritické záťaže síry a dusíka</i>	37
<i>Troposférický ozón</i>	38
4.3 ČIASTKOVÉ VÝSLEDKY Z PLÔCH INTENZÍVNEHO MONITORINGU	42
<i>Defoliácia a radiálny hrúbkový prírastok (Ing. J. Pajtík)</i>	42
<i>Hodnotenie stavu pôd na plochách intenzívneho monitoringu (Ing. P. Pavlenda, PhD.)</i>	46
<i>Režim vlhkosti pôdy v nížinných polohách (Ing. J. Ištoňa)</i>	47
<i>Monitorovanie opadu lesných drevín</i>	49

4.4 ZHRNUTIE POZNATKOV INTENZÍVNEHO MONITORINGU LESOV (<i>RNDr. Ing. J. Mind'áš, PhD.</i>)	50
5. ZÁVER	50
6. LITERATÚRA	51
PRÍLOHY	
PRÍLOHA 1 - INFORMÁCIE O REGIONÁLNYCH MONITORINGOCH <i>Monitorovanie vplyvu Vodného diela Gabčíkovo na lesné ekosystémy</i>	
PRÍLOHA 2 - PREHĽAD MERANÍ	

SUMÁR

Predkladaná správa poskytuje informácie o zdravotnom stave lesov na Slovensku v roku 2001, 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 6040 TMP transnárodnej európskej siete programu ICP Forests a 863 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 2001:

POZNATKY Z EXTENZÍVNEHO MONITORINGU

- Z celkového počtu 4241 sledovaných stromov v roku 2001 bolo 31,7 % stromov hodnotených ako poškodené, tj. mali defoliáciu väčšiu ako 25 % (stupeň defoliácie 2 až 4).
- Horšia situácia je u ihličnatých stromov, kde poškodených je 38,7 %, pri listnatých 26,9 % stromov. V roku 2001 došlo k veľkému nárastu podielu listnatých stromov s defoliáciou väčšou ako 25 % (už spomenutých 26,9 % oproti 13,9 % v roku 2000).
- Priemerná defoliácia všetkých drevín spolu je 23,9 %, ihličnatých 26,3 % a listnatých 22,3 %.
- Po rokoch 1997-2000, kedy bolo pozorované zlepšovanie zdravotného stavu lesov a v roku 2000 bol zaznamenaný najlepší zdravotný stav lesov Slovenska od začiatku monitoringu, došlo v roku 2001 k zhoršeniu zdravotného stavu.
- Zdravotný stav listnatých lesov Slovenska je stabilizovaný. Štatistický rozbor na hladine významnosti $\alpha=0,05$ preukázal štatistickú významnosť trendu zlepšovania pre kategóriu ihličnatých drevín a všetky dreviny spolu. Výrazný vplyv na zhoršenie zdravotného stavu listnatých drevín v roku 2001 mala silná plodivosť hraba a buka.
- 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, v roku 2001 však tieto dreviny dosiahli aj vplyvom silnej plodivosti úroveň ostatných listnatých drevín. Drevinami s najväčšou defoliáciou boli agát, jedľa a smrek.
- V roku 2001 oproti roku 2000 bolo pozorované signifikantné zlepšenie zdravotného stavu len u smreka, signifikantné zhoršenie u borovice, smrekovca, buka, hraba a javora. Zmeny stavu u ostatných drevín v porovnaní s rokom 2000 nie sú štatisticky významné (pri $P = 95\%$) a uvedené zmeny možno považovať za náhodné.
- Netto zmena – zmena ku ktorej došlo v skúmanom období na rovnakom súbore stromov je zhoršenie o 2,6 %. Brutto zmena (zhoršenie priemernej defoliácie o 2,3 %) je taká zmena, ku ktorej došlo zmenou stavu korún a vplyvom ťažby a dopĺňania stromov. Rozdiel medzi brutto a netto zmenou (0,3 %) je zapríčinený zlepšením priemernej defoliácie vplyvom ťažby.
- V roku 2001 boli klimatické podmienky priaznivejšie ako v predchádzajúcom veľmi suchom roku, čo sa prejavilo na zvýšení hrúbkových prírastkov u všetkých druhov drevín.
- V roku 2001 bola pozorovaná silná plodivosť u borovice (plodilo 52,5 % stromov) a jedle (34,7 %). Silnú plodivosť, ktorá ovplyvnila aj defoliáciu mal buk (25,9 %) a hrab (36,8 %).

POZNATKY Z INTENZÍVNEHO MONITORINGU

- Môžeme konštatovať, že aj napriek poklesu emisií síry a dusíka v Európe očakávame pretrvávajúci vplyv kyslej depozície síry a dusíka na lesné ekosystémy strednej Európy vrátane Slovenska minimálne v priebehu nasledujúcich desiatich rokov.
- Lesné ekosystémy Slovenska spadajú v rámci Európy do oblasti s najvyšším prekračovaním indexu AOT 40 pre troposferický ozón a je predpoklad, že takáto situácia bude naďalej pretrvávajúca.
- 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.

1. ÚVOD

Vláda SR svojím uznesením číslo 7 z 12.1.2000 o koncepcii dobudovania komplexného monitorovacieho a informačného systému v životnom prostredí vytvorila predpoklady pre kontinuálne pokračovanie v realizácii národných monitorovacích programov pokrývajúcich najdôležitejšie zložky životného prostredia. Na tomto základe lesnícka sekcia ministerstva pôdohospodárstva Slovenskej republiky zadala v roku 2001 LVÚ Zvolen na riešenie účelovú činnosť "Čiastkový monitorovací systém lesy". Riešená problematika vyplýva z pretrvávajúceho ohrozenia lesných ekosystémov stresovými faktormi, predovšetkým atmosférickým znečistením. Národný program monitoringu zdravotného stavu lesných ekosystémov sa realizuje na Slovensku na 2 úrovniach. Extenzívny monitoring v sieti trvalých monitorovacích plôch (TMP) 16x16 km od roku 1987, intenzívny monitoring na 8 výskumných trvalých monitorovacích plochách od roku 1998. 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 2001, národnom a celoeurópskom vývoji od roku 1987 a taktiež syntetizuje poznatky získané v oblasti výskumu

za celé obdobie monitoringu od roku 1987. Vychádza z údajov extenzívneho národného monitoringu na 112 TMP v sieti 16x16 km, údajov zo 8 monitorovacích plôch intenzívneho monitoringu. Európske výsledky sú spracované z údajov z 6040 TMP transnárodnej európskej siete programu UN-ECE ICP Forests a 863 TMP z Paneurópskeho programu intenzívneho monitoringu. Správa je určená pre potreby Sekcie lesníckej MP SR a 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 2001 budú poskytnuté koordináčnym 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 aj ostatným záujemcom na domovskej stránke Strediska ČMS Lesy: <http://frisweb.fris.sk/CmsLesy> alebo na <http://www.fris.sk/sk/index.htm>.

2. PROBLEMATIKA

2.1 AKTUALIZÁCIA ZÁMEROV BUDOVANIA ČMS LESY V ROKU 2001

V roku 2001 mala končiť platnosť nariadenia Council Regulation (EEC) No. 3528/86 o Ochrane lesov pred atmosférickým znečistením (Protection of Forests against Atmospheric Pollution). Európska komisia zatiaľ nepripravila nové nariadenie, došlo však k ročnému predĺženiu starého. V rámci Európskej komisie zodpovednosť za novú legislatívnu normu prešla s DG Agriculture na DG Environment. V roku 2003 sa očakáva jej prijatie, pričom objasnenie vplyvu znečisteného ovzdušia na lesné ekosystémy ostane hlavnou úlohou programu. Program sa rozšíri o ďalšie

aktivity súvisiace s naplnením princípu trvalo udržateľného rozvoja, akými sú problematika biodiverzity lesných ekosystémov, klimatických zmien a problematika bilancie uhlíka v lesných ekosystémoch. Tieto okruhy sa na Slovensku riešia zatiaľ samostatne, nezávisle na ČMS Lesy. V Európskom meradle je zrejماً snaha využiť údaje z monitoringu pre skvalitnenie a zobjektívnenie riešenia uvedených problematik. Je potrebné reagovať na európsky vývoj (vznik pracovnej skupiny pre biodiverzitu v rámci ICP Forests) a v rámci národného programu monitoringu posilniť monitorovanie po-

zemnej vegetácie a monitorovanie opadu. Konkrétne ide najmä o podrobné bilancie zásob uhlíka v lesných pôdach a lesnej vegetácii, spresnenie informácií o kolobehu uhlíka, dusíka, bázických kationov a ťažkých kovov prostredníctvom monitorovania opadu lesných drevín a jeho transformácii do pôdy. Ďalej je potrebné rozšíriť monitoring biotických zložiek lesných ekosystémov pre potreby vyhodnocovania indexov biodiverzity a spresniť údaje o abiotickom prostredí (najmä sledovaním meteorologických veličín) pre potreby adresného monitorovania zmien klímy a ich odrazu v lesných ekosystémoch.

Na národnej úrovni na základe uznesenia vlády Slovenskej republiky číslo 7 z 12.1.2000 o Koncepcii dobudovania komplexného monitorovacieho a informačného systému v životnom prostredí bol MŽP SR zadaný na vypracovanie **Projekt zavedenia kontroly a riadenia kvality v ČMS Lesy**. Jeho obsahom je analýza súčasného stavu systému kontroly a riadenia kvality ČMS Lesy a návrhu základných rámcov dobu-

dovania systému. Prostredníctvom zavedenia systému manažérstva kvality chce Stredisko Čiastkového monitorovacieho systému Lesy zabezpečiť kvalitu prác, dosiahnutie vysokej odbornosti a spoľahlivosti práce, neustrannosti, objektivity meraní a hodnotení. Cieľom je dosiahnuť v rámci ČMS Lesy taký rozsah a kvalitu prác, ktorá je zrovnateľná s pracoviskami podobného zamerania v krajinách EÚ. S projektom je sa možné oboznámiť na domovskej stránke Strediska ČMS : <http://frisweb.fris.sk/CmsLesy> alebo na <http://www.fris.sk/sk/index.htm>.

V náväznosti na vlnajúcu aktualizáciu projektov ČMS bola SAŽP Banská Bystrica poverená aktualizáciou Informačného systému monitoringu (ISM). Aktualizácia pozostáva z časti Analýza a z časti Návrh a realizácia. Na aktualizácii projektu ISM sa podieľajú aj pracovníci jednotlivých stredísk ČMS, s cieľom dosiahnuť funkčný ISM, ktorý zabezpečí prístup k vybraným údajom z monitoringu v SR podľa stanovených okruhov užívateľov.

2.2 MEDZINÁRODNÁ KOOPERÁCIA V ROKU 2001

V roku 2001 boli v rámci spolupráce s medzinárodnými monitorovacími systémami (UN/ECE ICP Forests, Paneurópsky program intenzívneho monitoringu lesných ekosystémov) realizované nasledovné pracovné aktivity :

- Účasť na 17. hlavnom pracovnom stretnutí programu UN/ECE ICP Forests 19.-23.5., Ennis, Írsko.
- Účasť na 10. rokovaní expertného panelu pre lesné pôdy, 21.-25.2., Varšava, Poľsko.
- Účasť na 1. pracovnom stretnutí expertov pre opad v lesných ekosystémoch, 3.-7.3., Fontainebleau, Francúzsko.
- Účasť na medzinárodnom interkalibračnom kurze hodnotenia stavu koruny pre strednú a východnú Európu, 18. - 22. jún, Luhačovice, Česká republika.

- Účasť na 7. rokovaní expertného panelu pre listové analýzy v rámci ICP Forests, 8.-12.9., Parkano, Fínsko.
- Účasť na pracovnom stretnutí Hodnotenie kvality depozičných meraní, 12.-17.5., Ispra, Taliansko.
- Účasť na 6. pracovnom stretnutí Paneurópskeho programu intenzívneho monitoringu a pracovnom stretnutí vedeckej poradnej skupiny programu, 18.-21.9.2001, Heerenveen, Holandsko.

Podrobne sa možno oboznámiť s priebehom pracovných ciest a výsledkami rokovaní v jednotlivých cestovných správach uložených v knižnici LVÚ Zvolen.

3. EXTENZÍVNY MONITORING

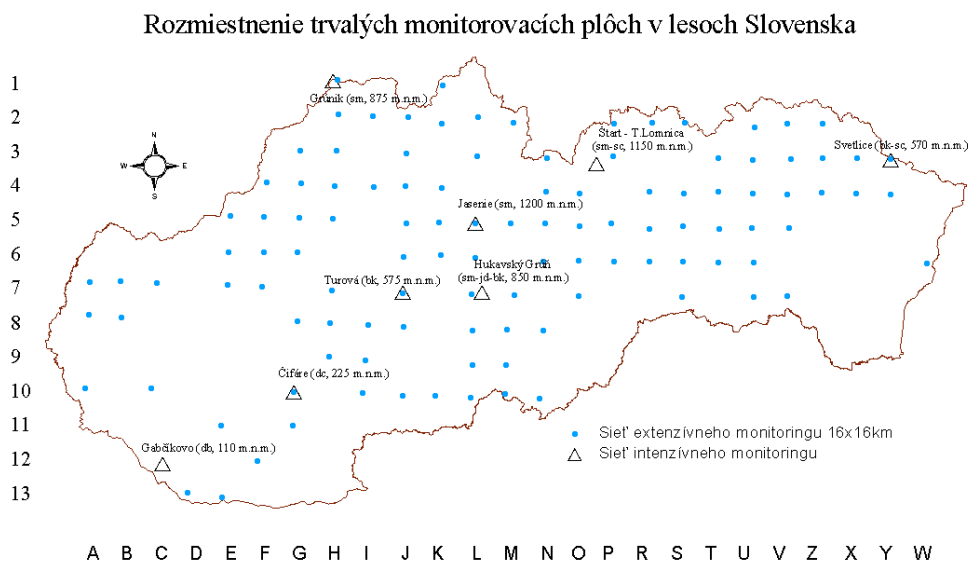
3.1. METODIKA MONITOROVACÍCH PRÁČ

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 2001 sa hodnotenie zdravotného stavu lesných drevín uskutočnilo v dňoch 30.7.–10.8. na 110 TMP. Hodnotenia sa zúčastnilo 5 dvojjedenných pracovných skupín. Z dôvodu ťažby sa nevykonalo hodnotenie na TMP E13 a T3. Celkový počet hodnotených stromov bol 5054, do vyhodnotenia zdravotného stavu bolo zahrnutých 4241 stromov biosociologického postavenia 1 a 2 podľa Krafta.

V roku 2001 sa vykonala v rámci inventarizácie plôch stabilizácia rohov, priemerovanie všetkých stromov na ploche a odmeranie výšok pre odvodenie výškového grafikonu. Cieľom týchto prác bolo získať podkladové údaje pre objektivizáciu hodnotenia zdravotného stavu vo vzťahu k zásobe, rastovej ploche a počtu stromov. Za tým účelom sa odvodil a testuje nový biometrický model zhodnotenia výsledkov monitoringu.



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 2001 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 zaokrúhľením na 5 %. Na základe SAO sú jednotlivé stromy zatriedované do stupňov poškodenia podľa nasledovnej tabuľky v zmysle metodiky ICP Forests programu.

Tab. 3.1 *Stupne poškodenia*

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

Pri sfarbení asimilačných orgánov sa v percentách hodnotí množstvo listov (ihlic) so zmeneným sfarbením so zaokrúhľením na 5 %. Na zá-

klade 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 %	mŕtve

Podľa medzinárodne platnej metodiky je výsledný stav stromov daný vzájomnou kombiná-

ciou stupňa poškodenia a stupňa sfarbenia, a to podľa nasledovnej tabuľky:

Tab. 3.3 *Kombinácia sfarbenia a defoliácie*

Stupeň poškodenia	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
Hodnotenie stavu koruny	ročne	ročne
Pôdne analýzy (pevná zložka)	po 5 rokoch	po 10 rokoch
Pôdne roztoky		priebežne
Listové analýzy	po 5 rokoch	každé 2 roky
Prírastok	ročne	ročne
Depozícia		priebežne
Meteorologické parametre		priebežne
Fytcenologické hodnotenie		po 5 rokoch

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

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

Kalibračný kurz

Hodnotenie zdravotného stavu lesov Slovenska sa vykonáva podľa metodiky medzinárodného programu ICP Forests. Toto hodnotenie je založené na subjektívnom odhade straty asimilačných orgánov jednotlivými hodnotiteľmi a je vždy zaťažené chybami. Pred zahájením terénnych prác sa každoročne uskutočňuje tréningový kalibračný kurz. V roku 2001 účastníci kalibračného kurzu, ktorý sa uskutočnil v dňoch 26.-27. júla hodnotili defoliáciu piatich drevín (sm, jd, bo, bk, db). Cieľom bolo zjednotenie hodnotenia na jednu úroveň. Za optimálny stav

môžeme považovať ten, kedy rozdiely v hodnotení medzi jednotlivými hodnotiteľmi nie sú štatisticky významné. Kalibračný kurz odhalil tendencie niektorých hodnotiteľov podhodnocovať resp. nadhodnocovať stratu asimilačných orgánov, a to na základe jednofaktorovej analýzy variácie, ktorou sa testovalo, či rozdiely medzi aritmetickým priemerom defoliácie (po vylúčení extrémnych hodnôt) a hodnoteniami jednotlivých hodnotiteľov sú štatisticky významné.

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 jedinca (genetické, klimatické a stanovištné vplyvy, vplyv znečistenia ovzdušia a iné). Výsledky uverejnené v správe sú uvádzané v medzinárodne stanovenej 5-triednej stupnici poškodenia, 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 poškodenia resp. v defoliačných triedach. List-

naté 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. Avšak v roku 2001 bola u týchto drevín zaznamenaná **zvýšená defoliácia spôsobená ich silnou plodivosťou** v niektorých oblastiach Slovenska. Najviac poškodenými drevinami (s najväčším podielom v stupňoch 2-4) je sku-

pina ostatné listnaté, jedľa, smrekovec a smrek. Na vysokom poškodení skupiny ostatných listnatých drevín sa podieľajú predovšetkým prestarnuté porasty agáta, ktoré už mali byť v obnove. Smrek a jedľa patria permanentne medzi najviac poškodené dreviny, ktorých zdra-

votný stav sa nezlepšuje ani v klimaticky priaznivých rokoch.

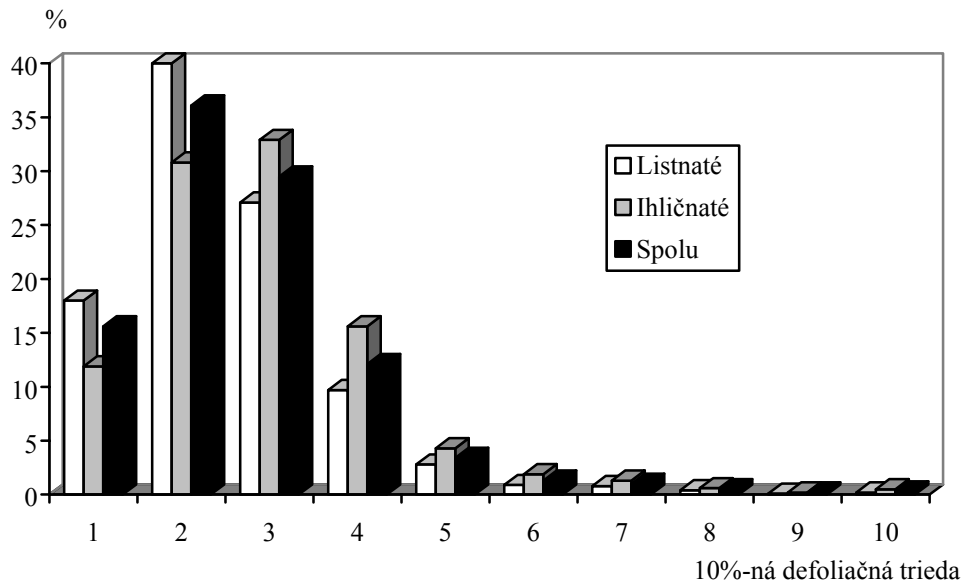
Na obr. 3.2 je znázornené rozdelenie stromov do defoliačných tried. Defoliačné triedy 1–3 (defoliácia 0–30 %) zahrňujú až 81,2 % zo všetkých stromov.

Tab. 3.5 Percentuálne zastúpenie jednotlivých druhov drevín v stupňoch poškodenia

Drevina	Stupeň poškodenia							Počet stromov
	0 0-10 %	1 11-25 %	2 26-60 %	3 61-99 %	4 100 %	1+2+3+4	2+3+4	
Buk	21,3	55,8	22,5	0,4	0,0	78,7	22,9	1389
Dub	3,2	68,3	27,9	0,4	0,2	96,8	28,5	498
Hrab	22,3	49,0	25,7	3,0	0,0	77,7	28,7	296
Ostatné listnaté	22,7	38,1	33,7	5,5	0,0	77,3	39,2	344
Listnaté spolu	18,0	55,1	25,5	1,4	0,0	82,0	26,9	2527
Smrek	11,0	49,8	37,0	1,8	0,4	89,0	39,2	1108
Jedľa	10,3	44,6	43,2	1,3	0,6	89,7	45,1	155
Borovica	15,2	51,0	32,0	1,0	0,8	84,8	33,8	387
Smrekovec	7,8	48,4	43,8	0,0	0,0	92,2	43,8	64
Ihličnaté spolu	11,8	49,5	36,7	1,5	0,5	88,2	38,7	1714
Spolu	15,5	52,8	30,0	1,5	0,2	84,5	31,7	4241

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	21,3	41,3	25,0	9,1	2,1	0,6	0,4	0,1	0,1	0,0	1389
Dub	3,2	45,2	39,6	9,8	1,2	0,4	0,2	0,2	0,0	0,2	498
Hrab	22,3	36,9	20,9	11,1	4,4	1,4	1,7	1,0	0,3	0,0	296
Ost. list.	22,7	28,7	23,3	10,8	6,7	2,3	2,3	1,7	0,3	1,2	344
List.spolu	18,0	40,0	27,1	9,7	2,8	0,9	0,8	0,4	0,1	0,2	2527
Smrek	11,1	31,0	33,0	16,0	4,3	1,4	1,8	0,5	0,4	0,5	1108
Jedľa	10,3	27,9	27,7	19,4	7,7	4,5	1,3	0,6	0,0	0,6	155
Borovica	15,2	31,7	33,1	13,4	2,6	2,1	0,3	0,8	0,0	0,8	387
Smrekovec	9,4	26,4	42,2	14,1	6,3	1,6	0,0	0,0	0,0	0,0	64
Ihl. spolu	11,9	30,8	32,9	15,6	4,3	1,9	1,3	0,6	0,2	0,5	1714
Spolu	15,6	36,1	29,5	12,1	3,4	1,3	1,0	0,5	0,2	0,3	4241



Obr. 3.2 Podiel stromov v jednotlivých defoliačných triedach

Zmena sfarbenia

Zmena sfarbenia 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 2001 sa v agregovanom stupni sfarbenia 1-4 nachádzalo malé percento stromov (iba 1,0 % zo všetkých stromov, najviac borovica 5,4 % a jedľa 4,5 %). U listnatých stromov sa zmena sfarbenia asimilačných orgánov vyskytovala iba na 0,2 % pozorovaných jedincov (na každom päťstom strome).

Tab. 3.7 Percentuálne zastúpenie jednotlivých druhov drevín v stupňoch zmien sfarbenia

Drevina	Stupeň zmeny sfarbenia							Počet stromov
	0 0-10 %	1 11-25 %	2 26-60 %	3 61-99 %	4 100 %	1+2+3+4	2+3+4	
Buk	99,9	0,1	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	1389
Dub	99,8	0,2	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	498
Hrab	100,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	296
Ost. list.	99,4	0,3	0,0	0,0	0,3	0,6	0,3	344
List.spolu	99,8	0,2	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	2527
Smrek	99,0	0,6	0,2	0,2	0,0	1,0	0,4	1108
Jedľa	95,5	4,5	0,0	0,0	0,0	4,5	0,0	155
Borovica	94,6	4,3	0,3	0,0	0,8	5,4	1,1	387
Smrekovec	98,4	1,6	0,0	0,0	0,0	1,6	0,0	64
Ihl. spolu	97,7	1,8	0,2	0,1	0,2	2,3	0,5	1714
Spolu	99,0	0,8	0,1	0,0	0,1	1,0	0,2	4241

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	Kombinovaný stupeň poškodenia							Počet stromov
	0 0-10 %	1 11-25 %	2 26-60 %	3 61-90 %	4 100 %	1+2+3+4	2+3+4	
Buk	21,3	55,8	22,5	0,4	0,0	78,7	22,9	1389
Dub	3,2	68,3	27,9	0,4	0,2	96,8	28,5	498
Hrab	22,3	49,0	25,7	3,0	0,0	77,7	28,7	296
Ost. list.	22,7	38,1	33,7	5,5	0,0	77,3	39,2	344
List.spolu	18,0	55,1	25,5	1,4	0,0	82,0	26,9	2527
Smrek	11,0	49,8	36,7	2,1	0,4	89,0	39,2	1108
Jedľa	10,3	44,6	43,2	1,3	0,6	89,7	45,1	155
Borovica	15,2	51,0	32,0	1,0	0,8	84,8	33,8	387
Smrekovec	7,8	48,4	43,8	0,0	0,0	92,2	43,8	64
Ihl. spolu	11,8	49,5	36,5	1,7	0,5	88,2	38,7	1714
Spolu	15,5	52,9	29,9	1,5	0,2	84,5	31,6	4241

Vývoj zdravotného stavu v rokoch 1987 - 2001

Tabuľka 3.9 udáva zastúpenie ihličnatých, listnatých a všetkých drevín v jednotlivých stupňoch poškodenia od začiatku vykonávania monitoringu v roku 1987 po rok 2001 v SR. **Pre posúdenie zhoršovania, resp. zlepšovania zdravotného stavu lesov je rozhodujúci podiel stromov v stupňoch poškodenia 2-4.** Za najkritickejší možno považovať rok 1989, kedy do stupňov poškodenia 2-4 bolo zaradených až 49 % stromov. Ale už o dva roky, v roku 1991 došlo k výraznému zlepšeniu (iba 28 % stromov v stupni poškodenia 2-4). Od tohto roku sa zdra-

votný 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.**

Tab. 3.9 Vývoj zastúpenia jednotlivých druhov drevín v stupňoch poškodenia

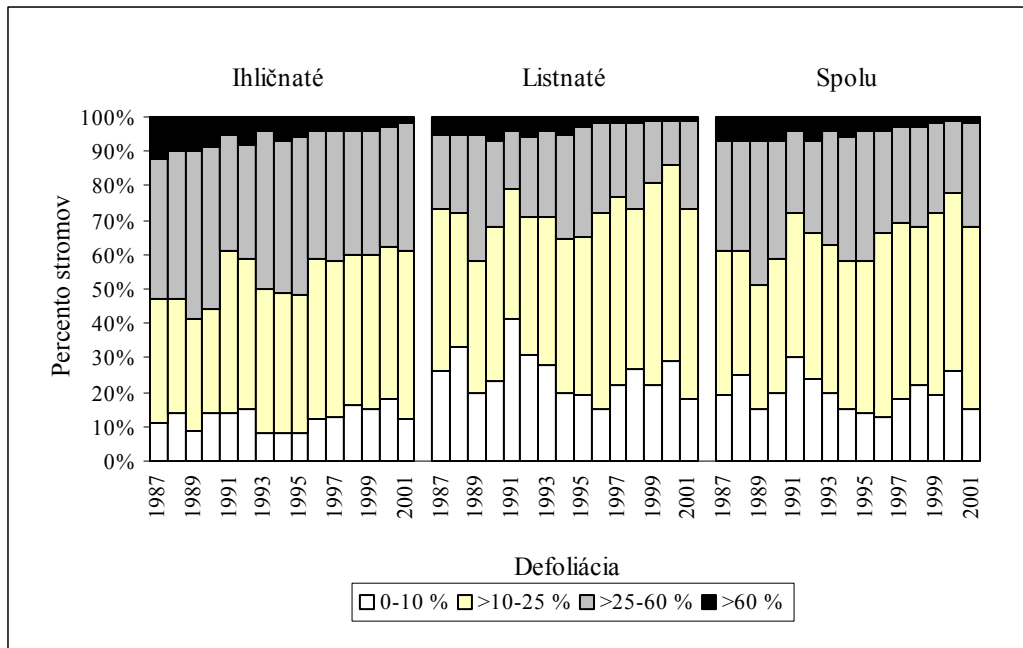
Rok	Dreviny	Zastúpenie stromov v stupňoch poškodenia v %							
		0 0-10 %	1 11-25 %	2 26-60 %	3 61-99 %	4 100 %	1-4	2-4	3-4
1987	ihličnaté	11	36	41	11	1	89	53	12
	listnaté	26	47	22	5	0	74	27	5
	spolu	19	42	32	7	0	81	39	7
1988	ihličnaté	14	33	43	9	1	86	53	10
	listnaté	33	39	23	5	0	67	28	5
	spolu	25	36	32	6	1	75	39	7

Pokračovanie tab. 3.9. Vývoj zastúpenia jednotlivých druhov drevín v stupňoch poškodenia

Rok	Dreviny	Zastúpenie stromov v stupňoch poškodenia v %							
		0	1	2	3	4	1-4	2-4	3-4
1989	ihličnaté	9	32	49	9	1	91	59	10
	listnaté	20	38	37	4	1	80	42	5
	spolu	15	36	42	6	1	85	49	7
1990	ihličnaté	14	30	47	8	1	86	56	9
	listnaté	23	45	25	5	2	77	32	7
	spolu	20	39	34	6	1	80	41	7
1991	ihličnaté	14	47	34	4	1	86	39	5
	listnaté	41	38	17	3	1	59	21	4
	spolu	30	42	24	3	1	70	28	4
1992	ihličnaté	15	44	33	7	1	85	41	8
	listnaté	31	40	23	5	1	69	29	6
	spolu	24	42	27	6	1	76	34	7
1993	ihličnaté	8	42	46	3	1	92	50	4
	listnaté	28	43	25	3	1	72	28	4
	spolu	20	43	33	3	1	80	37	4
1994	ihličnaté	8	41	44	5	2	92	51	7
	listnaté	20	45	31	4	1	80	36	5
	spolu	15	43	36	5	1	85	42	6
1995	ihličnaté	8	40	46	5	1	92	52	6
	listnaté	19	46	32	2	1	81	35	3
	spolu	14	44	38	3	1	86	42	4
1996	ihličnaté	12	47	37	2	2	88	41	4
	listnaté	15	57	26	1	1	85	28	2
	spolu	13	53	30	2	2	87	34	4
1997	ihličnaté	13	45	38	3	1	87	42	4
	listnaté	22	55	21	2	0	78	23	2
	spolu	18	51	28	2	1	82	31	3
1998	ihličnaté	16	44	36	4	0	84	40	4
	listnaté	27	46	25	2	0	73	27	2
	spolu	22	46	29	3	0	78	32	3
1999	ihličnaté	15	45	36	3	1	85	40	4
	listnaté	22	59	18	1	0	78	19	1
	spolu	19	53	26	1	1	81	28	2
2000	ihličnaté	18	44	35	2	1	82	38	3
	listnaté	29	57	13	1	0	71	14	1
	spolu	25	52	22	1	0	75	23	1
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

V roku 2001 narástol podiel listnatých stromov v defoliačnom stupni 2-4 o 13 % oproti minulému roku (zo 14 na 27 %). Významnú rolu v tom okrem iných faktorov zohrala vysoká plodivosť buka a hraba. Jej vplyv na defoliáciu je

vysvetlený v kapitole plodivosť. 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 poškodenia

Priemerná defoliácia drevín v rokoch 1988 - 2001

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 2001. Na základe strednej chyby je možné určiť v akom intervale sa pohybujú výberové priemery defoliácie pre celú SR so 68 %-nou spoľahlivos-

ťou. 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 - 2001 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

Pokračovanie tab. 3.10 Vývoj priemernej defoliácie podľa drevín v rokoch 1988 - 2001 a dosiahnutá presnosť ich určenia pri 68 %-nej spoľahlivosti

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

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

v rokoch 2000 a 2001. Výsledky sú uvedené v tabuľke 3.11.

Tab. 3.11 Test zhody priemerných defoliácií jednotlivých drevín v rokoch 2000 a 2001

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 2000	1144	28,2	1,2				
SM 2001	1108	26,5	1,0	-1,7	0,73	0,829	2,051*
JD 2000	160	28,3	2,9				
JD 2001	155	28,8	1,8	+0,5	0,82	1,758	0,284
BO 2000	388	22,0	1,3				
BO 2001	387	24,7	1,3	+2,7	0,79	0,842	3,207**
SC 2000	63	20,3	1,5				
SC 2001	64	26,3	2,6	+6,0	0,51	2,243	2,675**
IHL 2000	1755	26,5	1,0				
IHL 2001	1714	26,3	0,8	-0,2	0,73	0,687	0,291
BK 2000	1399	14,9	0,6				
BK 2001	1389	20,7	0,8	+5,8	0,55	0,687	8,443**
DB 2000	503	23,3	0,9				
DB 2001	498	24,0	0,7	+0,7	0,52	0,803	0,872
HB 2000	297	14,2	1,1				
HB 2001	296	22,7	2,6	+8,5	0,52	2,235	3,803**
JS 2000	87	22,9	2,5				
JS 2001	87	24,4	2,3	+1,5	0,78	2,570	0,584
JV 2000	50	16,5	1,5				
JV 2001	52	20,7	1,9	+4,2	0,65	1,468	2,861**
AG 2000	120	39,8	3,7				
AG 2001	121	37,3	6,7	-2,5	0,70	4,886	0,512
LIST 2000	2589	18,3	0,8				
LIST 2001	2527	22,3	0,9	+4,0	0,60	0,766	5,222**
Σ 2000	4344	21,6	0,7				
Σ 2001	4241	23,9	0,7	+2,3	0,68	0,560	4,107**

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

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

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

V roku 2001 oproti roku 2000 došlo k zhoršeniu priemerných defoliácií u všetkých drevín okrem smreka a agáta. Zhoršenie u drevín jedľa, dub, jaseň a agát však bolo štatisticky nevýznamné. **Signifikantné zhoršenie** (pri $P = 95\%$) bolo pozorované hlavne u listnatých drevín, u **buka** o $5,8\%$ (určené s presnosťou $\pm 0,8\%$), **hraba** o $8,5 \pm 2,6\%$, **smrekovca** o $6,0 \pm 2,6\%$, **javora** o $4,2 \pm 1,9\%$ a u **borovice** o $2,7 \pm 1,3\%$. Výrazné zhoršenie defoliácie buka a hraba zapríčinilo, že aj v kategórii listnaté dreviny spolu došlo k signifikantnému zhoršeniu defoliácie o $4,0 \pm 0,9\%$. Oproti roku 2000 došlo na TMP v roku 2001 k signifikantnej zmene priemernej defoliácie. Zmena defoliácie v roku 2001 oproti roku 2000 je zhoršenie o $2,3\%$ (určená s presnosťou $\pm 0,7\%$ pri 68%-nej spoľahlivosti). Vyjadruje tzv. brutto zmenu, ktorá nastala tak zmenou stavu korún, ako aj vplyvom ťažby, dopĺňania stromov, alebo presunom z kategórie

nehodnotených stromov do kategórie hodnotených a naopak (jedná sa predovšetkým o zmenu sociologického postavenia, pretože hodnotené sú iba stromy sociologického postavenia 1 a 2 podľa Krafťa). Netto zmena – zmena ku ktorej došlo v skúmanom období na rovnakom súbore stromov je zhoršenie až o $2,6\%$. Rozdiel medzi brutto a netto zmenou ($0,3\%$) je zapríčinený zlepšením priemernej defoliácie vplyvom ťažby o $0,3\%$. Dopĺňanie stromov a presun z kategórie hodnotených stromov do nehodnotených a naopak nemali na priemernú defoliáciu žiadny vplyv.

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	0,341	3,324 **

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

** 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 predchádzajúcemu roku došlo v rokoch 1990, 1991, 1996, 1997 a 2000. 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

Tabuľka 3.13 vyjadruje dynamiku zmien zdravotného stavu lesov vyjadrenú prostredníctvom zmien podielu stromov zaradených do jednotlivých stupňov poškodenia za obdobie 1994-2001. Hodnoty v tabuľke udávajú percento stromov, ktoré prešli z jedného stupňa poškodenia do druhého resp. ostali v danom stupni poškodenia. V každej dvojici rokov sa hodnotí len súbor

totožných stromov. V roku 2001 oproti roku 2000 **28 % stromov zhoršilo svoj zdravotný stav, 61 % hodnotených stromov ostalo na tom istom stupni poškodenia a 11 % stromov svoj stav zlepšilo.** Celkove došlo k zhoršeniu zdravotného stavu hodnotených stromov oproti roku 2000, hlavne u listnatých drevín.

Tab. 3.13 Dynamika zmien zdravotného stavu v rokoch 1994 až 2001

Presun	1994-95			1995-96			1996-97			1997-98			1998-99			1999-2000			2000-01		
	Ihl. %	List. %	Sp. %	Ihl. %	List. %	Sp. %	Ihl. %	List. %	Sp. %	Ihl. %	List. %	Sp. %	Ihl. %	List. %	Sp. %	Ihl. %	List. %	Sp. %	Ihl. %	List. %	Sp. %
0-0	4	13	9	4	11	8	6	7	7	8	12	11	8	15	12	9	15	13	8	14	11
0-1	4	6	5	3	8	6	5	7	6	5	8	7	7	12	10	5	7	6	10	14	12
0-2	0	1	1	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	1	2	2
0-3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0-4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1-0	3	4	4	6	4	5	6	13	10	7	13	10	6	6	6	8	13	11	4	4	4
1-1	26	30	28	27	25	32	28	36	33	30	30	30	29	34	32	29	41	36	30	37	34
1-2	12	10	11	7	8	8	13	8	10	9	13	11	10	7	8	9	5	7	11	16	14
1-3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1-4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2-0	0	1	1	1	1	1	1	2	1	1	2	2	0	1	1	1	0	1	1	0	0
2-1	10	9	9	17	14	15	11	12	12	11	8	9	10	14	12	10	10	10	9	4	6
2-2	31	20	25	27	16	21	23	12	17	24	11	16	24	10	16	24	8	14	25	7	14
2-3	3	1	1	1	0	0	1	1	1	2	1	1	1	0	1	1	0	1	0	0	0
2-4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
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	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3-2	2	1	2	2	1	2	1	0	0	1	0	1	2	1	1	1	0	1	1	0	0
3-3	2	1	2	2	1	1	2	1	1	2	1	1	1	0	1	1	0	1	1	1	1
3-4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
4-4	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
N	1781	2503	4284	1760	2440	4200	1697	2380	4077	1677	2489	4166	1740	2476	4216	1657	2505	4162	1712	2527	4239
Zlepšenie	16	16	17	27	20	23	19	28	24	20	23	22	18	21	20	20	23	22	14	9	11
Bez zmeny	64	65	65	61	64	62	60	56	58	63	54	58	62	59	60	64	64	64	64	58	61
Zhoršenie	20	19	18	12	16	15	21	16	18	17	23	20	20	20	20	16	13	14	22	33	28
Celk. zmena		+1			-8			-6			-2			0			-8			+17	

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. 3.14 Výskyt jednotlivých typov poškodenia na hodnotených stromoch

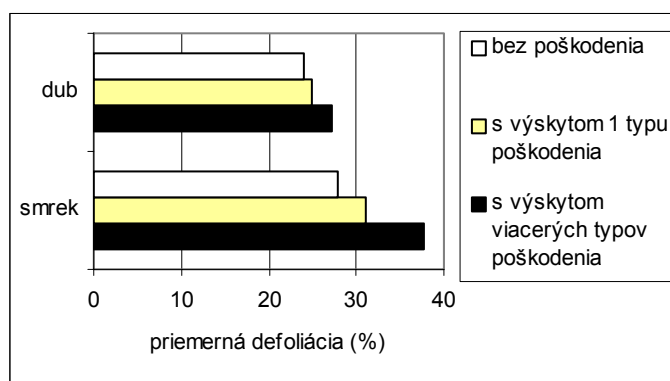
Typ poškodenia	Výskyt poškodenia		Defoliácia > 25 %	
	počet stromov	% z celkového počtu	počet stromov	% z napadnutých stromov
zver	7	0,1	4	57
hmyz	130	2,6	58	45
huby	186	3,7	72	39
abiotické činitele	78	1,5	32	41
ťažbová činnosť	270	5,3	126	47
oheň	0	0,0	0	0
epifyty	58	1,1	27	47
SPOLU	729	14,4	319	44

Z celkového počtu 5054 hodnotených stromov bol na 14,4 % zistený aspoň 1 typ poškodenia. Najviac poškodzovanou drevinou je agát, smrek a dub, najmenej buk, jedľa a hrab ako to udáva tabuľka 3.15.

Tab. 3.15 Podiel stromov s výskytom aspoň 1 typu poškodenia

Drevina	Percento stromov
Smrek	14,7
Jedľa	9,2
Borovica	10,5
Buk	8,1
Dub	14,4
Hrab	10,2
Agát	17,2

Najviac stromov je poškodených priamou činnosťou človeka (ťažbová činnosť) a hubami. Nasledujú abiotické škodlivé činitele a poškodenie hmyzom. Vplyv jednotlivých druhov poškodenia na zvyšovanie defoliácie je približne rovnaký. Zhruba môžeme povedať, že každý druhý poškodený strom má defoliáciu väčšiu ako 25 %. Obrázok 3.4 znázorňuje 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.**



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

Plodivosť

Plodivosť bola hodnotená štvorčlennou stupnicou: žiadna, slabá (C), stredná (B) a silná (A). Silná plodivosť u niektorých drevín (hlavne u buka) spôsobuje zvýšenie defoliácie (tvorba asimilačného aparátu je oslabená na úkor tvorby plodov). Uvádza sa, že zvýšenie defoliácie v takýchto prípadoch sa odhaduje na zhruba 10

%. Tohtoročné skúsenosti však potvrdili, že táto hodnota pri silnej plodivosti buka je vyššia (aj 30-40 %). Pri všetkých drevinách s výskytom silnej a strednej plodivosti (bo, bk, hb) došlo k zvýšeniu priemernej defoliácie. Tabuľka 3.16 uvádza plodivosť jednotlivých druhov drevín v roku 2001.

Tab. 3.16 Plodivosť drevín v roku 2000

Drevina	Počet stromov				Počet stromov celkom	Plodivosť v %
	A	B	C	Spolu A-C		
smrek	11	33	82	126	1388	9,1
jedľa	1	12	47	60	173	34,7
borovica	35	104	75	214	408	52,5
buk	61	156	206	423	1636	25,9
dub	4	7	36	47	535	8,8
hrab	72	46	30	148	402	36,8

Najvyššia plodivosť bola v roku 2001 pozorovaná u borovice (plodilo 52,5 % pozorovaných

stromov). Silnú plodivosť mal aj hrab (36,8 %), jedľa (34,7 %) a buk (25,9 %).

Trend vývoja zdravotného stavu lesa

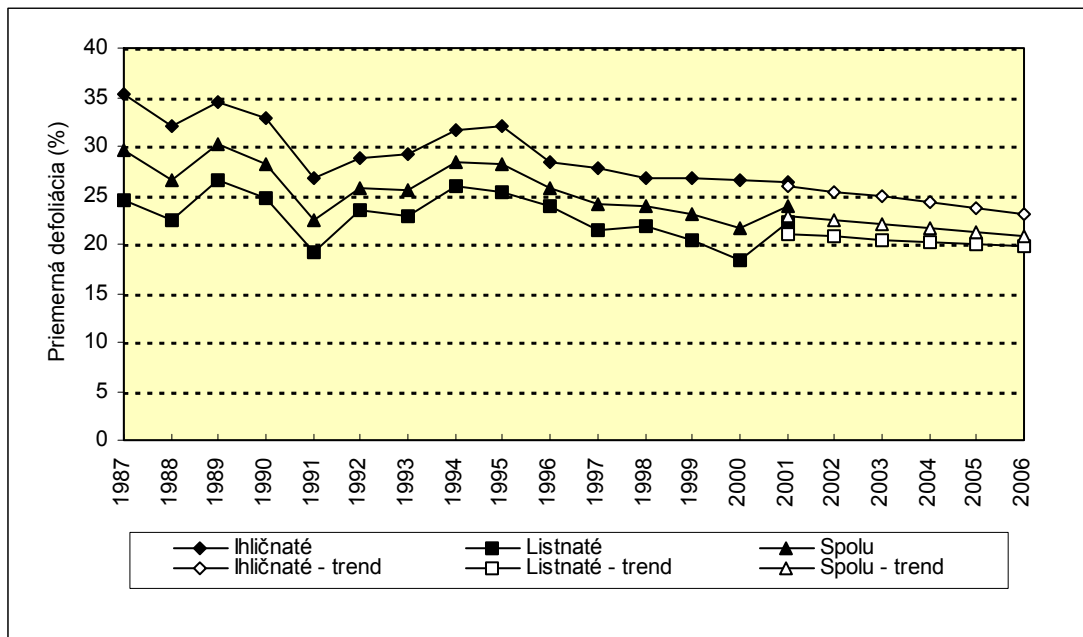
Trend vývoja pre jednotlivé dreviny, pre skupinu ihličnatých drevín, listnatých drevín a spolu je možné určiť na základe tabuľky 3.10, ktorá udáva priemernú defoliáciu drevín v rokoch 1988 - 2001. Predpokladaný vývoj zdravotného

stavu je vypočítaný pomocou jednoduchého lineárneho regresie ($y=a+b*x$). Významnosť trendov sa overila testom významnosti výberových korelačných koeficientov. Trend a jeho významnosť udávajú nasledovné rovnice:

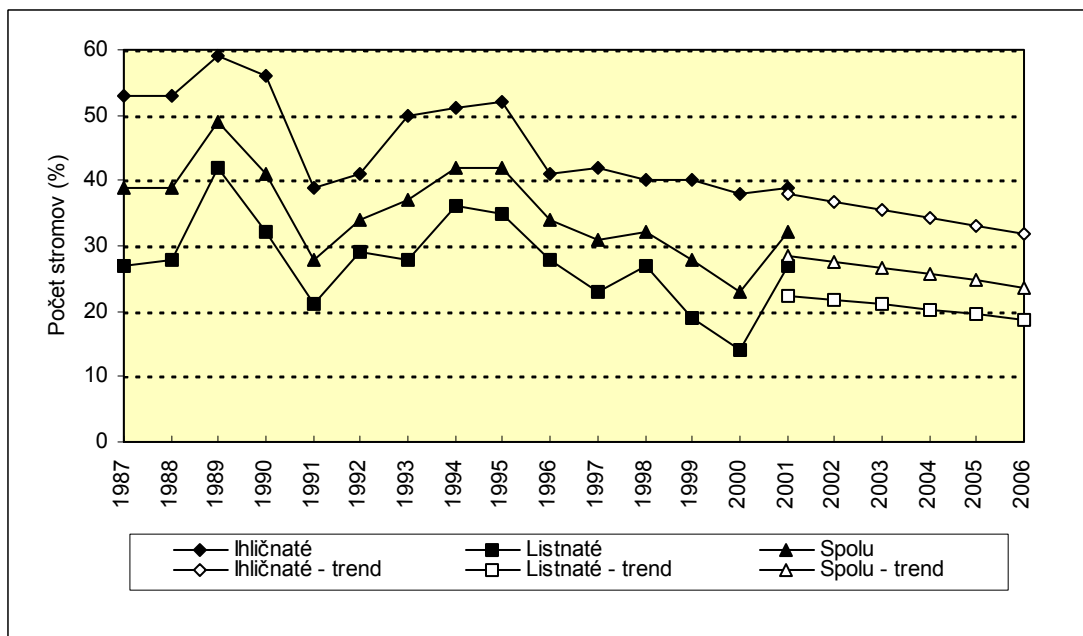
ihličnaté dreviny:	SAO = 1126,40 - 0,5500 * rok,	r = -0,7991,	t = 4,792,	t_{0.05(13)} = 2,160
listnaté dreviny:	SAO = 543,45 - 0,2611 * rok,	r = -0,4881,	t = 2,016,	t_{0.05(13)} = 2,160
spolu:	SAO = 843,33 - 0,4100 * rok,	r = -0,6942,	t = 3,477,	t_{0.05(13)} = 2,160

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 zlepšil zdravotný stav, vyjadrený prostredníctvom priemernej defoliácie o 0,55 %, pri listnatých sa zlepšil o 0,26 % a spolu sa zdravotný stav ročne zlepšil o 0,41 %. Štatistický rozbor na hladine významnosti 5% preukázal štatistickú významnosť uvedených trendov pre kategóriu ihličnatých drevín a všetky dreviny spolu a štatistickú nevýznamnosť trendu pre listnaté dreviny. 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 piatich rokoch došlo k zlepšeniu zdravotného stavu a priemerná defoliácia všetkých drevín klesla pod 25 %. Ihličnaté dreviny majú za posledné štyri roky vyrovnané hodnoty priemernej defoliácie (26,3-26,8 %), 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 2006



Obr. 3.6 Vývoj zastúpenia stromov v stupni poškodenia 2-4 a prognóza trendu do roku 2006

Zastúpenie stromov v stupňoch poškodenia 2-4 pre skupinu ihličnatých drevín, listnatých drevín a spolu je možné určiť na základe tabuľky 3.9. Prognóza trendu do roku 2006 je vypočítaná pomocou jednoduchšej lineárnej regresie ako v predchádzajúcom prípade a znázornená na obrázku 3.6. 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 kategóriu ihličnatých drevín a všetkých drevín spolu. Ak by sa štatistický rozbor urobil na hladine významnosti 10 % preukázala by sa štatistická významnosť trendu aj pre kategóriu listnatých drevín.

Trend a jeho významnosť udávajú nasledovné rovnice:

ihličnaté dreviny:	SAO = 2439,07 - 1,2000 * rok,	r = -0,7367,	t = 3,928,	t_{0.05(13)} = 2,160
listnaté dreviny:	SAO = 1508,99 - 0,7429 * rok,	r = -0,4771,	t = 1,957,	t_{0.05(13)} = 2,160
spolu:	SAO = 1972,43 - 0,9714 * rok,	r = -0,6417,	t = 3,017,	t_{0.05(13)} = 2,160

SÚHRNNÉ POZNATKY

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

- Z celkového počtu 4241 sledovaných stromov v roku 2001 bolo 31,7 % stromov hodnotených ako poškodené, tj. mali defoliáciu väčšiu ako 25 % (stupeň defoliácie 2 až 4).
- Horšia situácia je u ihličnatých stromov, kde poškodených je 38,7 %, pri listnatých 26,9 % stromov. V roku 2001 došlo k veľkému nárastu podielu listnatých stromov s defoliáciou väčšou ako 25 % (už spomenutých 26,9 % oproti 13,9 % v roku 2000).
- Priemerná defoliácia všetkých drevín spolu je 23,9 %, ihličnatých 26,3 % a listnatých 22,3 %.
- Po rokoch 1997-2000, kedy bolo pozorované zlepšovanie zdravotného stavu lesov a v roku 2000 bol zaznamenaný najlepší zdravotný stav lesov Slovenska od začiatku monitoringu, došlo v roku 2001 k zhoršeniu zdravotného stavu.
- Zdravotný stav listnatých lesov Slovenska je stabilizovaný. Štatistický rozbor na hladine významnosti $\alpha=0,05$ preukázal štatistickú významnosť trendu zlepšovania pre kategóriu ihličnatých drevín a všetky dreviny spolu. Príčinou najväčších výkyvov v jednotlivých rokoch sú klimatické faktory a u niektorých drevín (hlavne duba) prítomnosť listožravého hmyzu. Výrazný vplyv na zhoršenie zdravotného stavu listnatých drevín v roku 2001 mala silná plodivosť hraba a buka.
- 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, v roku 2001 však tieto dreviny dosiahli aj vplyvom silnej plodivosti úroveň ostatných listnatých drevín. Drevinami s najväčšou defoliáciou boli agát, jedľa a smrek.
- Najvyššia plodivosť bola v roku 2001 pozorovaná u borovice (plodilo 52,5 % pozorovaných stromov). Silnú plodivosť mal aj hrab (36,8 %), jedľa (34,7 %) a buk (25,9 %).
- V roku 2001 oproti roku 2000 bolo pozorované signifikantné zlepšenie zdravotného stavu vyjadrené pomocou defoliácie len u smreka, signifikantné zhoršenie u borovice, smrekovca, buka, hraba a javora. Zmeny stavu u ostatných drevín v porovnaní s rokom 2000 nie sú štatisticky významné (pri $P = 95\%$) a uvedené zmeny možno považovať za náhodné.
- Netto zmena – zmena ku ktorej došlo v skúmanom období na rovnakom súbore stromov je zhoršenie o 2,6 %. Brutto zmena (zhoršenie priemernej defoliácie o 2,3 %) je taká zmena, ku ktorej došlo zmenou stavu korún a vplyvom ťažby a dopĺňania stromov. Rozdiel medzi brutto a netto zmenou (0,3 %) je zapríčinený zlepšením priemernej defoliácie vplyvom ťažby.
- Oblasťami s dlhodobo najhorším zdravotným stavom lesov na Slovensku sú juhozápadné Slovensko, Orava a spišsko-tatranská oblasť.

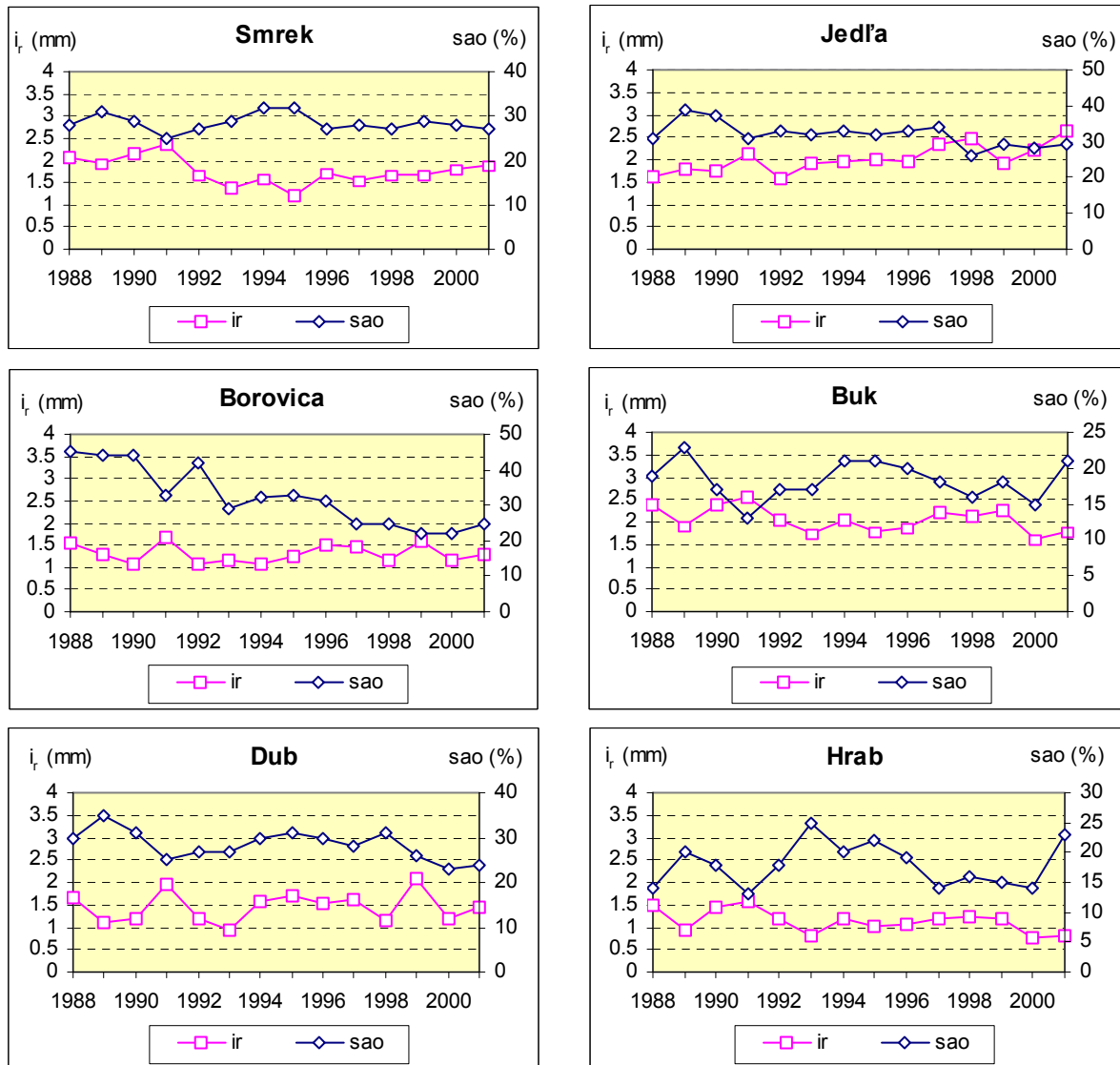
3.2.2 Vývoj a kvantifikácia zmien hrúbkového prírastku

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

liaciou 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

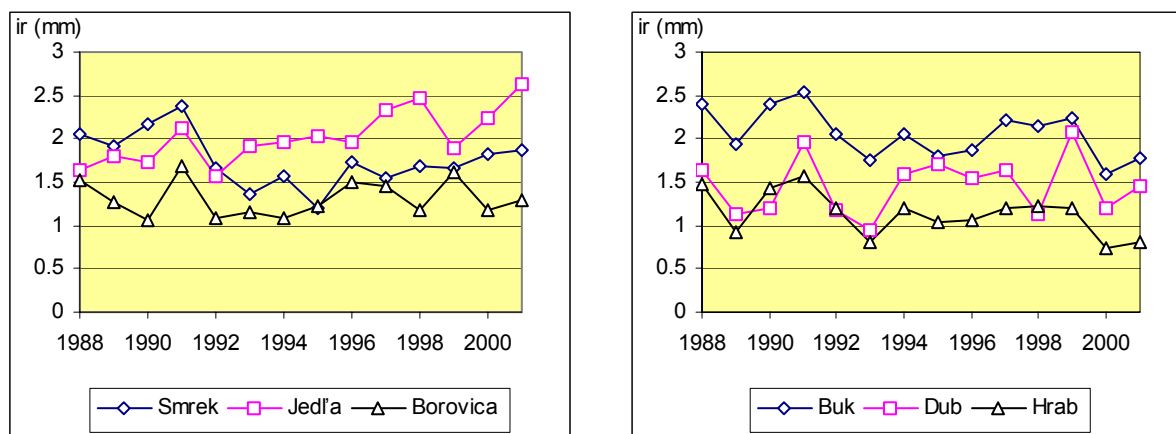
celé pozorované obdobie 1988-2001, u duba veľmi blízko od minima). V roku 2001 boli klimatické podmienky priaznivejšie, došlo k zvýšeniu hrúbkových prírastkov, ale u buka a hraba sa opäť nepotvrdila nepriama úmernosť, pretože vplyvom silnej plodivosti došlo k štatisticky významnému zvýšeniu ich priemernej defoliácie.



Obr. 3.7 Vývoj radiálneho hrúbkového prírastku (i_r) a defoliácie v rokoch 1988-2001

Na obrázku 3.8 je znázornený vývoj priemerného radiálneho hrúbkového prírastku vybraných druhov listnatých a ihličnatých drevín v rokoch 1988-2001. 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 hrúbko-

vého 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.

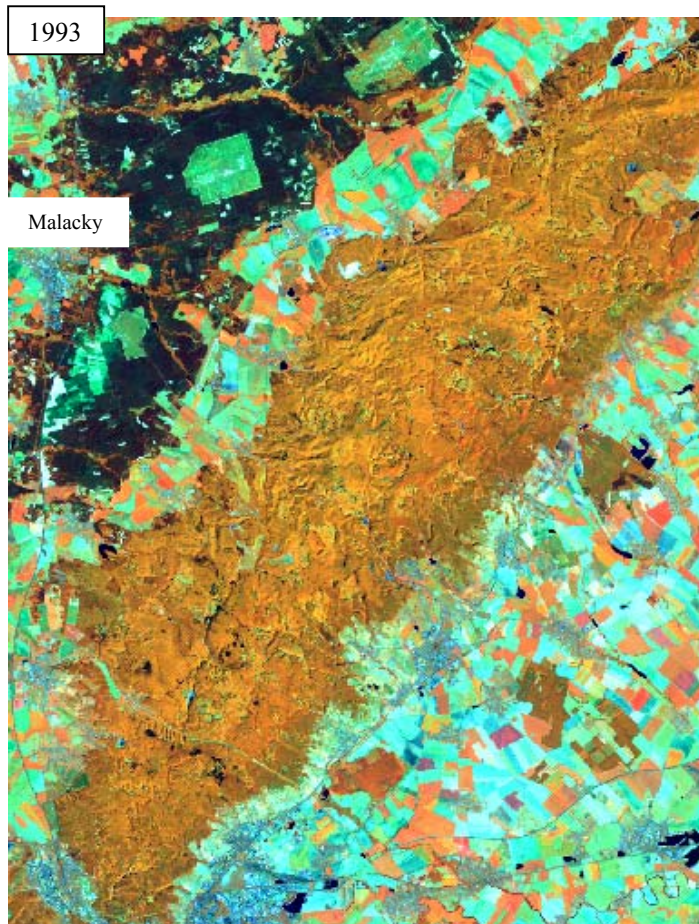
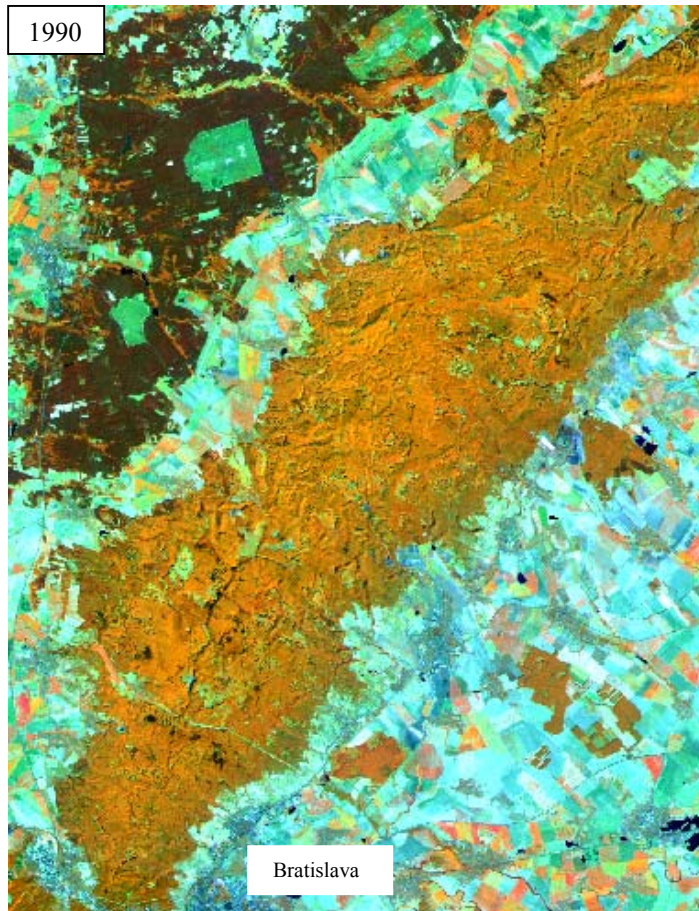


Obr. 3.8 Vývoj priemerného radiálneho hrúbkového prírastku vybraných druhov drevín

3.2.3 Vyhodnotenie zmien stavu lesa z družicových snímok Landsat TM v oblasti Záhoria a Malých Karpát

V rámci spracovania satelitných snímok Landsat TM sme sa v roku 2001 zamerali na celoplošné vyhodnotenie zmien zdravotného stavu lesa z družicových snímok Landsat TM. K dispozícii boli 3 kompletne časové rady z rokov 1990, 1996 a 1998. V porovnaní s terestrickým monitoringom umožňuje satelitný diaľkový prieskum Zeme mapovať zmeny stavu celoplošne. Navyše

techniky multitemporálnej analýzy umožňujú vzájomne kalibrovať obrazy z rôznych období a tak objektivizovať vyhodnotenie zmien. Vzhľadom k tomu, že na formáte A4 je prezentovanie celoslovenských údajov málo čitateľné, rozhodli sme sa v správa podrobne zhodnotiť len oblasť Záhoria a Malých Karpát.

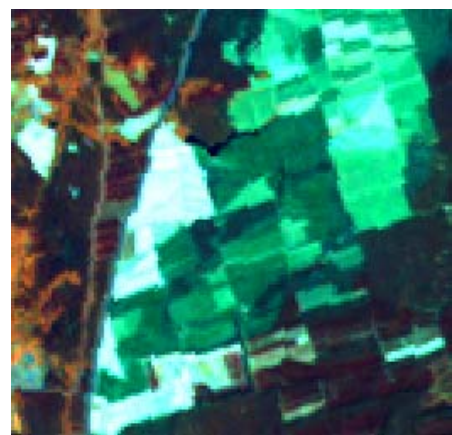


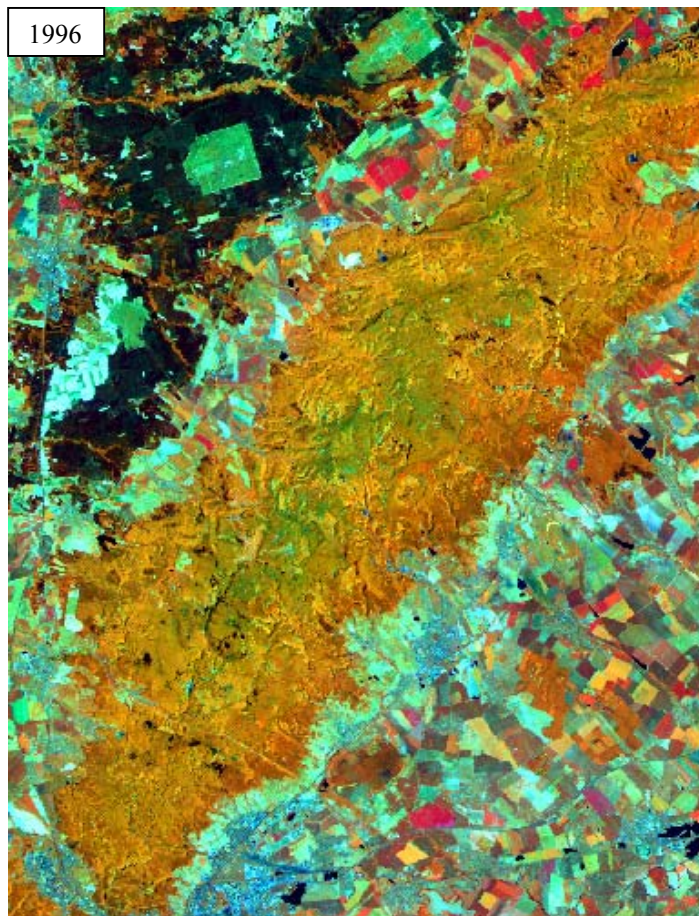
Lesy v oblasti Záhoria a Malých Karpát boli v poslednom decéniu vystavené vplyvu viacerých abiotických a biotických škodlivých činiteľov. Na vľavo zobrazenej sérii družicových snímok Landsat TM z 31. augusta 1990, 7. augusta 1993, 12. júna 1996 a 20. júla 1998 je zobrazené územie v kompozícii blízkej infračervenej, strednej infračervenej a červenej časti spektra. Odraznosť v IČ časti spektra je daná stavom parenchýmu a obsahom vody v listoch. To umožňuje objektivizovať hodnotenie zdravotného stavu.

Borovicové porasty na Záhorí sa zobrazujú tmavou farbou, čo je spôsobené väčšou absorpciou elektromagnetického žiarenia ihličnatými drevinami. Bukové a dubové porasty Malých Karpát sa zobrazujú svetlo až tmavooranžovou farbou.

Na kompozícii z roku 1990 je možné vidieť zelenkavooranžové sfarbenie dubových porastov indikujúce ich poškodenie a to predovšetkým na východnom úpätí Malých Karpát.

Z kompozície kanálov z roku 1993 je v porovnaní s rokom 1990 možné usudzovať, že došlo k miernemu zlepšeniu stavu dubín. Evidentné je poškodenie borovicových porastov požiarom pod Malackami. Na detaile z uvedenej oblasti sú dobre viditeľné vyťažené porasty (biela, svetlotyrkysová až svetlozelená farba), ako aj časť ešte stojacich zhorených porastov (tmavozelená farba).



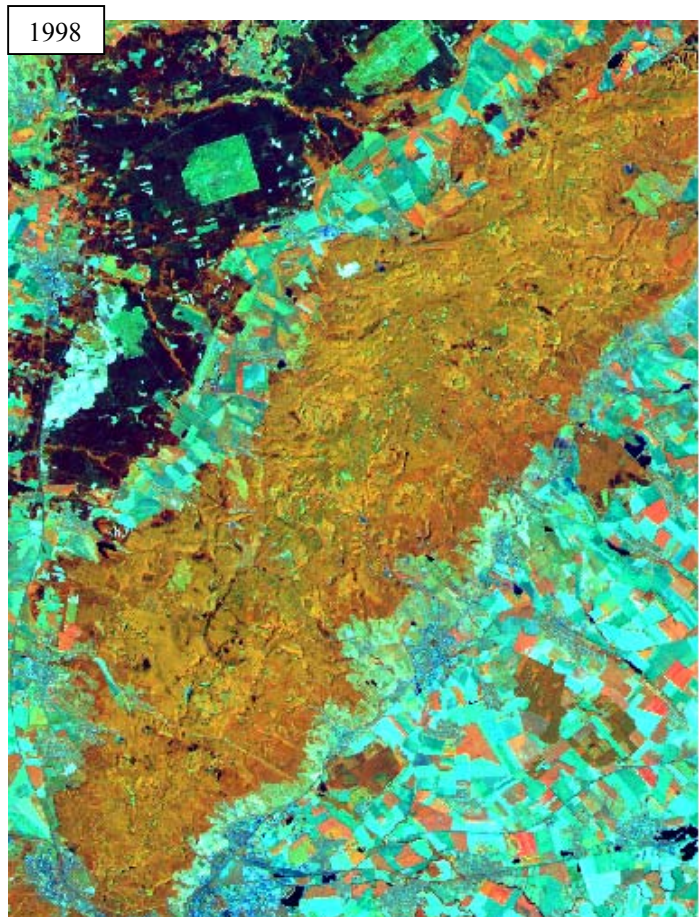


1996

Na kompozícii z roku 1996 je možné vidieť dôsledky pôsobenia niekoľkých abiotických škodlivých činiteľov. Išlo o snehové a vetrové kalamity a námrazu. Najviac postihnuté boli vyššie, hlavne hrebeňové polohy Malých Karpát. Tmavozelená farba indikuje silné, svetlozelená farba stredné a zelenkavo-oranžová slabé poškodenie listnatých porastov. Sýta tmavooranžová farba dubových porastov na úpätí Malých Karpát poukazuje na ich zlepšený zdravotný stav a dobrú vitalitu.

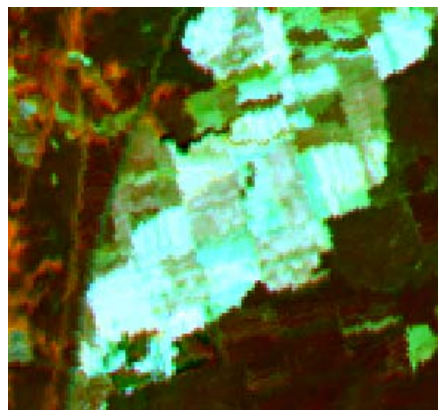
Zvolená farebná škála neumožňuje vizuálne posúdiť poškodenie v ihličnatých porastoch, ako však ukážeme na výsledkoch časovej analýzy, uvedené škodlivé činitele spôsobili aj zhoršenie stavu borovicových porastov na Záhorí.

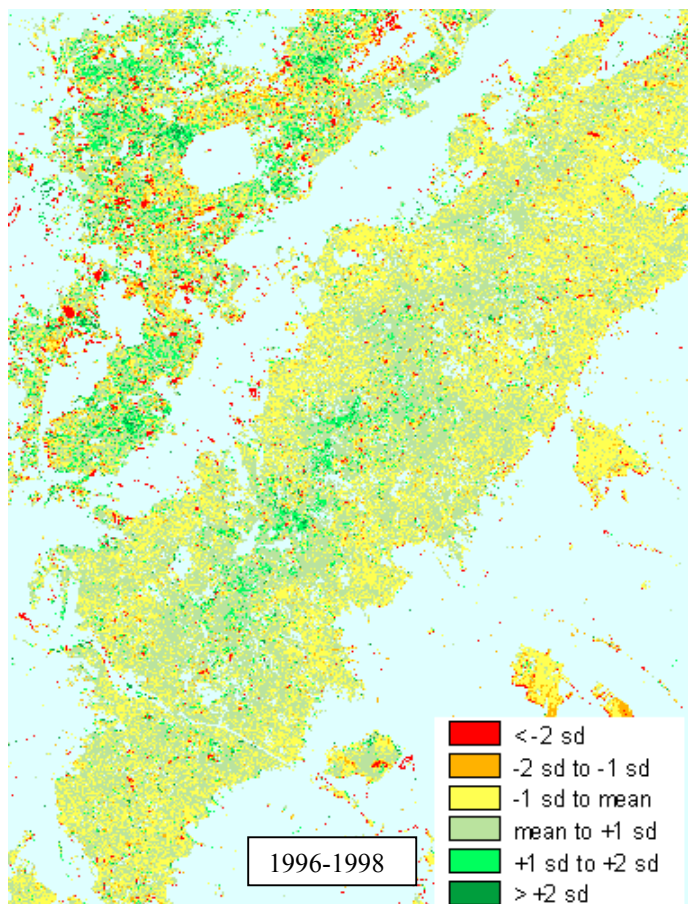
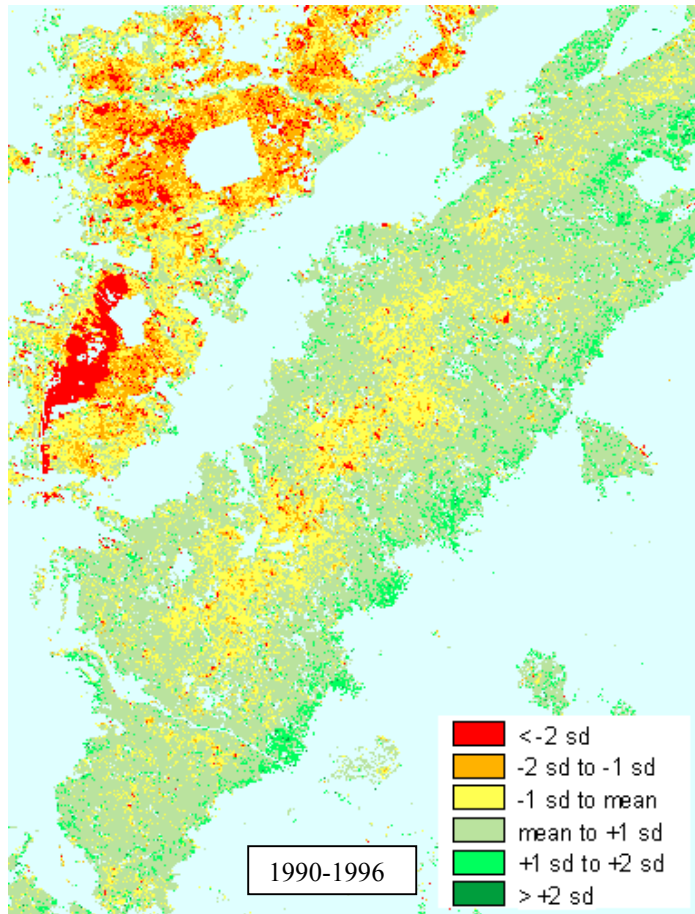
V oblasti zhorenísk borovicových porastov z roku 1993 je možné vidieť, že poškodené porasty boli vyťažené na takmer celom postihnutom území.



1998

Na kompozícii z roku 1998 je možné na základe vizuálneho vyhodnotenia konštatovať, že došlo k postupnej regenerácii poškodených bukových porastov vo vyšších polohách Malých Karpát. Stav dubín sa oproti roku 1996 výrazne nezmenil. V oblasti zhorenísk je možné vidieť postupné zalesnenie kalamitiska. Zelenkastosivá farba dobre viditeľná na detaile indikuje plochy, ktoré boli zalesnené.





Kvantifikácia zmien stavu lesa medzi jednotlivými obdobiami sa uskutočnila na základe multitemporálnej analýzy. Analýze predchádzala ortorektifikácia snímok, topografická normalizácia snímok a relatívna rádiometrická korekcia každého kanálu Landsat TM metódou lineárnej regresie vo vzťahu k referenčnému obrazu, za ktorý bol zvolený rok 1998. Z metód multitemporálnej analýzy bola použitá metóda obrazových diferencií, s následnou štandardizáciou a reklasifikáciou do 6 tried podľa z-skóre. Základom pre klasifikáciu poškodenia bol vegetačný index odvodený z kanálov strednej a blízkej infračervenej časti spektra.

Na hornom obrázku je znázornená zmena stavu lesa medzi rokmi 1990 a 1996. Červená, oranžová a žltá farba indikujú úbytok biomasy, resp. zhoršenie zdravotného stavu, zelené farby prírastok zelenej biomasy, resp. zlepšenie zdravotného stavu. Veľkosť zmeny je možné odvodzovať z veľkosti smerodajnej odchýlky. Veľmi výrazné zhoršenie je zobrazené červenou farbou. V borovicových porastoch na Záhorí je výrazné zhoršenie možné vidieť v severozápadnej časti obrazu. Červeno sa takisto javia spáleniská z roku 1993 a plochy po ťažbe. Jednoduchou zmenou masky lesa z roku 1990 na rok 1996 by bolo možné rozlíšiť tieto zmeny od zmien v defoliácii. Červená farba v Malých Karpatoch indikuje miesta s najväčšou intenzitou snehovej a vetrovej kalamity. Oranžová indikuje významné zmeny v defoliácii. Dobre viditeľné je aj zlepšenie zdravotného stavu dubín na západnom úpätí Malých Karpát.

Na spodnom obrázku je zachytená zmena stavu medzi rokmi 1996 a 1998. Evidentné je významné zlepšenie zdravotného stavu borovicových porastov a regenerácia bučín vo vyšších polohách Malých Karpát. Na ostatnom území sú pozorované len nevýznamné zmeny, ktoré možno prisúdiť prirodzenej variabilite defoliácie.

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 atmo-

sferickým znečistením (Protection of Forests against Atmospheric Pollution). Odvtedy ICP Forests a EÚ úzko spolupracujú pri monitorovaní vplyvu atmosférického znečistenia a iných stresových faktorov na lesy. Ich spoločné aktivity pokračovali rezolúciou S1 zo Štrasburgu, rezolúciou H1 z Helsínk a rezolúciou L2 z Lisabonu o Ochrane lesov v Európe. V súčasnosti na paneurópskom monitorovacom systéme participuje 38 krajín (vrátane USA a Kanady). Jednotlivé krajiny prispievajú k uskutočneniu spoločného cieľa, ktorým je čisté ovzdušie a zdravé lesy 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 environmentálnymi monitorovacími programami za účelom poskytnutia informácií o ostatných dôležitých problémoch, ako napríklad o klimatických zmenách a biodiverzite v lesoch;
- poskytnúť zodpovedajúce informácie tak politikom, ako aj verejnosti.

Štruktúra monitoringu

Za účelom dosiahnutia týchto hlavných cieľov sú vykonávané monitorovacie aktivity na plochách I. a II. úrovne nasledovne (pozri tab. 3.17). Prednosťou siete na úrovni I je jej reprezentatívnosť a veľké množstvo sledovaných stromov (135839 na 6040 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 863 monitorovacích plôch v najdôležitejších lesných ekosystémoch zúčastnených krajín. Na týchto plochách sa meria viacero kľúčových faktorov pre jednotlivé druhy drevín a stanovišť.

Tab. 3.17 *Prehľad monitorovacích aktivít*

Monitorovacie aktivity	Úroveň I		Úroveň II	
Stav koruny	každoročne	každoročne	všetky plochy	
Listové analýzy	1x doteraz ¹⁾	každé 2 roky	všetky plochy	
Pôdne analýzy	1x doteraz ²⁾	každých 10 rokov	všetky plochy	
Analýzy pôdnych roztokov		priebežne	vybrané plochy	
Prírastok		každých 5 rokov	všetky plochy	
Pozemná vegetácia		každých 5 rokov	vybrané plochy	
Atmosferická depozícia		priebežne	vybrané plochy	
Kvalita ovzdušia		priebežne	vybrané plochy	
Meteorologické pomery		priebežne	vybrané plochy	
Fenológia (voliteľne)		podľa potreby	vybrané plochy	
DPZ (voliteľne)		-	vybrané plochy	
¹⁾ na 1444 plochách ²⁾ na 5289 plochách				

Výsledky hodnotení v roku 2000

Výsledky z národných programov v roku 2000 boli poskytnuté 33 krajinami. Vychádzajú z celkového počtu 18628 trvalých monitorovacích plôch v národných sieťach rozdielnej hustoty, na ktorých bolo hodnotených 363488 stromov. Výsledky sú zhrnuté v tabuľke 3.18 podľa údajov zo správy Forest condition in Europe, Results of the 2000 Large-scale Survey (UN/ECE a EC, 2001). Okrem toho sa každoročne vyhodnocujú merania v rámci transnárodnej monitorovacej siete, ktorá zahŕňa iba TMP v sieti 16x16 km. Do nej sú zahrnuté plochy všetkých krajín, ktoré sú členmi EÚ a pätnástich nečlenských krajín. V roku 2000 bolo hodnotenie defoliácie vykonané na 6040 plochách úrovne I, celkom na 135839 stromoch. Výsledky možno zhrnúť do nasledovných bodov:

- Takmer štvrtina hodnotených stromov bola poškodených (s defoliáciou väčšou ako 25 %).
- Stromy, ktoré boli nepretržite monitorované vykazovali zhoršovanie zdravotného stavu od roku 1986 do 1995.

V členských štátoch EÚ bolo v roku 2000 17,6 % poškodených stromov (rovnako ako v predchádzajúcom roku). Je to o 5,2 % menej 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 listna-

V roku 1995 dosiahol zdravotný stav najhoršiu úroveň. V ďalších rokoch došlo ku stabilizácii stavu na tejto úrovni poškodenia.

- Vývoj zdravotného stavu je závislý od klimatických regiónov, druhov drevín, časových a priestorových zmien prírodných a antropogénnych stresových faktorov. V severných a severovýchodných klimatických oblastiach je málo poškodených stromov, alebo je trend zlepšovania sa zdravotného stavu. V kontinentálnej a južnej atlantickej oblasti je veľký prírastok poškodených a mŕtvych stromov, ktorý je zapríčinený extrémnymi klimatickými podmienkami a lesnými požiarimi.
- Na niektorých skúšobných plochách sa zisťoval a bol potvrdený vplyv vlastností pôdy na priemernú defoliáciu. Trend zhoršovania zdravotného stavu bol pozorovaný na plochách s vysokou atmosférickou depozíciou.

tých drevín medzi členskými a nečlenskými štátmi EÚ je minimálny rozdiel (22,1 % resp. 23,6 %). Výraznejší je rozdiel medzi ihličnatými drevinami (14,5 % a 22,3 %). Tieto skutočnosti dokumentuje obr. 3.9 a tab. 3.19. Kým na Slovensku sú viac poškodzované ihličnaté dreviny v celoeurópskom merítke je to naopak.

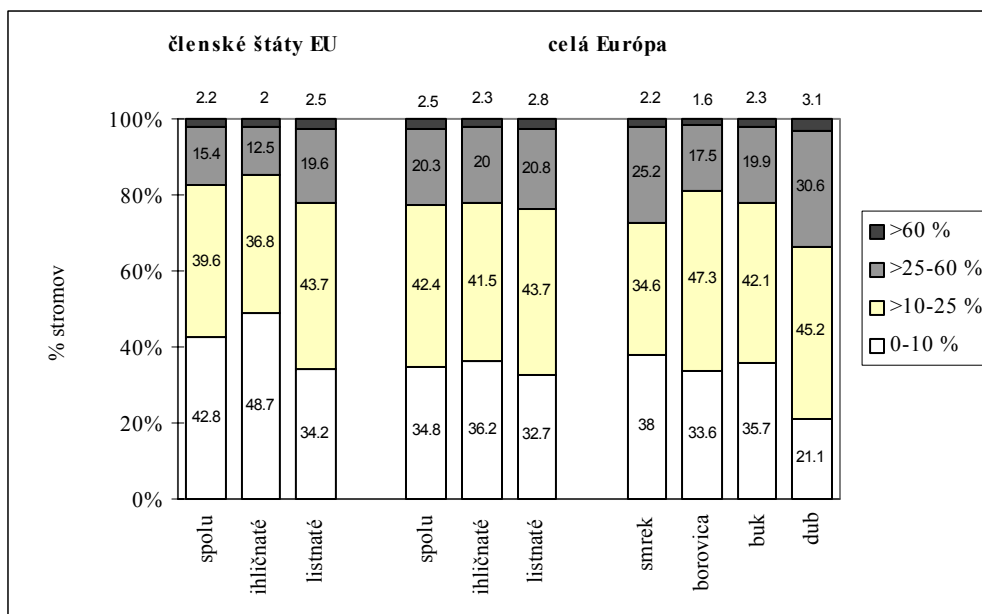
Tab. 3.18 Výsledky hodnotenia defoliácie v roku 2000 v Európe

Štát	Počet hodnotených stromov	Stupne poškodenia				
		0	1	2	3+4	2+3+4
Albánsko	6480	51,6	38,3	9,2	0,9	10,1
Anglicko	8448	32,5	45,9	20,3	1,3	21,6
Belgicko	3312	40,6	40,4	17,5	1,5	19,0
Bielorusko	34075	14,8	61,2	22,7	1,3	24,0
Bulharsko	4418	20,3	33,4	36,8	9,5	46,3
Česká rep.	14432	10,4	37,9	51,0	0,7	51,7
Dánsko	1248	53,9	35,1	9,5	1,5	11,0
Estónsko	2160	54,7	37,9	6,2	1,2	7,4
Fínsko	8576	57,7	30,7	10,5	1,1	11,6
Francúzsko	10317	46,3	35,4	17,0	1,3	18,3
Grécko	1816	43,7	38,1	14,9	3,3	18,2
Holandsko	225	60,0	18,2	16,0	5,8	21,8
Chorvátsko	1991	39,5	37,1	21,1	2,3	23,4
Írsko	420	53,3	32,1	13,2	1,4	14,6
Juhoslávia	2837	72,3	19,3	6,8	1,6	8,4
Lichtenštajn.		bez údajov za rok 2000				
Litva	6636	16,9	69,2	11,4	2,5	13,9
Lotyšsko	7500	17,4	61,9	19,2	1,5	20,7
Luxembursko	1200	43,6	33,0	21,9	1,5	23,4
Maďarsko	26650	38,8	40,4	15,9	4,9	20,8
Moldavsko	14006	34,0	36,9	26,5	2,6	29,1
Nemecko	13722	35,3	41,7	21,3	1,7	23,0
Nórsko	8551	35,8	39,9	20,9	3,4	24,3
Poľsko	23600	10,4	57,6	30,2	1,8	32,0
Portugalsko	4290	46,4	43,3	9,5	0,8	10,3
Rakúsko	7118	63,2	27,9	7,6	1,3	8,9
Rumunsko	102763	64,8	20,9	12,8	1,5	14,3
Rusko		bez údajov za rok 2000				
Slovensko	4344	24,8	51,7	22,1	1,4	23,5
Slovinsko	984	33,5	41,7	20,4	4,4	24,8
Španielsko	14880	33,3	52,9	10,1	3,7	13,8
Švajčiarsko	1084	23,3	47,3	22,6	6,8	29,4
Švédsko	16677	56,3	30,0	11,6	2,1	13,7
Taliansko	7128	21,7	43,9	30,6	3,8	34,4
Turecko		bez údajov za rok 2000				
Ukrajina	1825	2,6	36,7	56,3	4,4	60,7

Niektoré rozdiely v úrovni poškodenia medzi susednými krajinami môžu byť spôsobené rozdielnymi metodickými prístupmi. Toto obmedzenie však neovplyvňuje spoľahlivosť odvodených trendov vývoja.

Tab. 3.19 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.	34,2	43,7	77,9	19,6	1,8	0,7	22,1	20,1	15	32319
	Ihlič.	48,7	36,8	85,5	12,5	1,0	1,0	14,5	16,2	15	47401
	Spolu	42,8	39,6	82,4	15,4	1,3	0,9	17,6	17,8	15	79720
Európa spolu	<i>Buk</i>	35,7	42,1	77,8	19,9	1,7	0,6	22,2	19,7	15	12067
	<i>Dub</i>	21,1	45,2	66,3	30,6	2,0	1,1	33,7	24,5	20	9067
	List.	32,7	43,7	76,4	20,8	1,9	0,9	23,6	20,7	15	54345
	<i>Smrek</i>	38,0	34,6	72,6	25,2	1,6	0,6	27,4	20,0	20	28380
	<i>Bor.</i>	33,6	47,3	80,9	17,5	1,0	0,6	19,1	24,5	15	36055
	Ihlič.	36,2	41,5	77,7	20,0	1,3	1,0	22,3	19,6	15	81494
	Spolu	34,8	42,4	77,2	20,3	1,5	1,0	22,8	20,0	15	135839



Obr. 3.9 Zastúpenie drevín v jednotlivých stupňoch poškodenia v Európe

Priestorová distribúcia poškodenia lesov v Európe v roku 2000 vyjadrená pomocou percenta poškodených stromov je na obrázku 3.10. 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 30 % 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 2000 vyjadrená pomocou priemernej defoliácie na TMP je na obrázku 3.11.

Výsledky hodnotenia sfarbenia asimilačných orgánov uvádza tabuľka 3.20. V rámci celej Európy vykazuje 7,3 % všetkých drevín sfarbenie väčšie ako 10 %, pričom u listnatých drevín je táto hodnota 8,3 %, u ihličnatých 6,7 %.

Výsledky hodnotenia poškodenia stromov jednotlivými škodlivými činiteľmi uvádza tabuľka 3.21. Najviac stromov je poškodených hmyzom (9,4 %), abiotickými činiteľmi (5,8 %) a hubami (5,0 %).

Tab. 3.20 Percentá stromov v jednotlivých triedach sfarbenia

	Dreviny	Zmena sfarbenia					Počet stromov	
		0-10 %	>10-25 %	>25-60 %	>60 %	mŕtve		
EÚ	listnaté	92,6	4,9	1,3	0,5	0,7	7,4	32319
	ihličnaté	93,8	4,1	0,9	0,2	1,0	6,2	47401
	spolu	93,4	4,4	1,0	0,3	0,9	6,6	79720
celá Európa	listnaté	91,7	5,7	1,5	0,5	0,6	8,3	54345
	ihličnaté	93,3	4,3	1,3	0,3	0,8	6,7	81494
	spolu	92,7	4,8	1,4	0,4	0,7	7,3	135839

Obr. 3.10 Priestorová distribúcia poškodenia lesov v Európe v roku 2000 vyjadrená prostredníctvom percenta stromov zaradených do stupňa poškodenia 2-4

Obr. 3.11 Priestorová distribúcia lesov v Európe v roku 2000 vyjadrená pomocou priemernej defoliácie na TMP

Tab. 3.21 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	57,9	41,2	0,9	52,7	46,1	1,2
Hmyz	54,3	36,3	9,4	48,5	39,3	12,2
Huby	54,8	40,2	5,0	50,0	45,6	4,4
Abiotické vplyvy	54,4	39,8	5,8	48,1	44,3	7,6
Činnosť človeka	55,0	41,2	3,8	49,2	46,9	3,9
Oheň	58,9	40,8	0,3	51,7	47,9	0,4
Rozpoznateľné znečistenie ovzdušia	59,7	37,8	2,5	59,6	40,4	0,0
Iné	53,0	39,7	7,3	48,6	44,7	6,7

Vývoj defoliácie hlavných druhov drevín

Vývoj priemernej defoliácie pre vybrané druhy lesných drevín v Európe v rokoch 1989-2000 je uvedený v tabuľke 3.22 a znázornený na obrázku 3.12. Časový vývoj zdravotného stavu lesov v Európe, ktorý je vyjadrený pomocou defoliácie

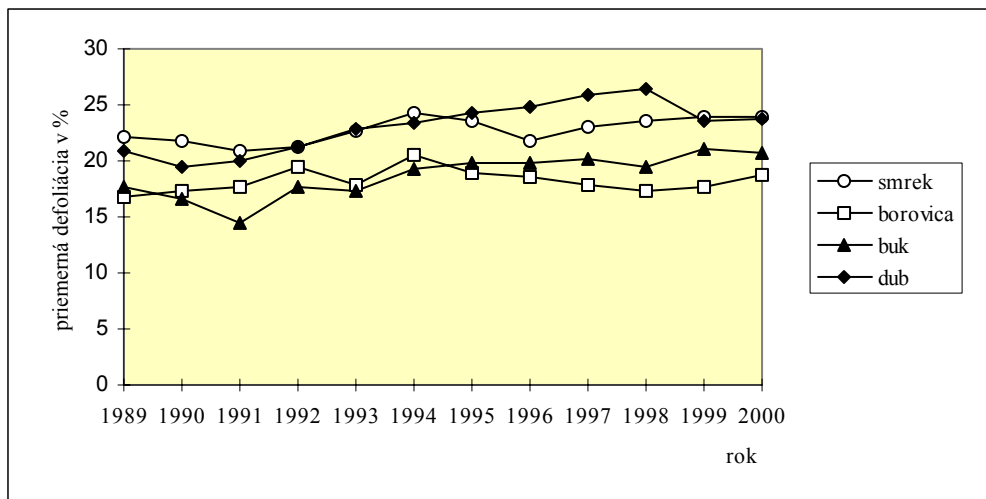
je vyhodnocovaný na súbore tých istých stromov v danom časovom intervale („Common Sample Trees“(CSTs)), aby bol vylúčený vplyv ťažby, dopĺňania stromov a pod.

Tab. 3.22 Vývoj priemernej defoliácie podľa drevín v rokoch 1989-2000 a jej stredná chyba

Rok	Drevina			
	Buk	Dub	Smrek	Borovica
1989	17,6 ± 0,26	20,9 ± 0,45	22,2 ± 0,30	16,8 ± 0,31
1990	16,6 ± 0,24	19,4 ± 0,42	21,8 ± 0,30	17,4 ± 0,33
1991	14,4 ± 0,22	20,0 ± 0,39	20,9 ± 0,25	17,7 ± 0,27
1992	17,6 ± 0,25	21,2 ± 0,39	21,3 ± 0,24	19,5 ± 0,30
1993	17,3 ± 0,24	22,9 ± 0,38	22,7 ± 0,27	17,9 ± 0,25
1994	19,3 ± 0,25	23,4 ± 0,38	24,2 ± 0,29	20,5 ± 0,27
1995	19,9 ± 0,24	24,2 ± 0,41	23,6 ± 0,29	19,0 ± 0,25
1996	19,9 ± 0,20	24,9 ± 0,38	21,8 ± 0,27	18,5 ± 0,24
1997	20,1 ± 0,22	25,9 ± 0,42	23,1 ± 0,27	17,9 ± 0,24
1998	19,5 ± 0,23	26,4 ± 0,42	23,5 ± 0,28	17,4 ± 0,23
1999	21,1 ± 0,22	23,6 ± 0,40	23,9 ± 0,29	17,6 ± 0,23
2000	20,7 ± 0,25	23,7 ± 0,41	24,0 ± 0,29	18,7 ± 0,25

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. U duba dochádzalo ku každoročnému zhoršovaniu až do roku 1998, v ďalších dvoch rokoch sa jeho zdravotný stav zlepšil.



Obr. 3.12 Vývoj priemernej defoliácie lesných drevín v Európe

4. INTENZÍVNY MONITORING

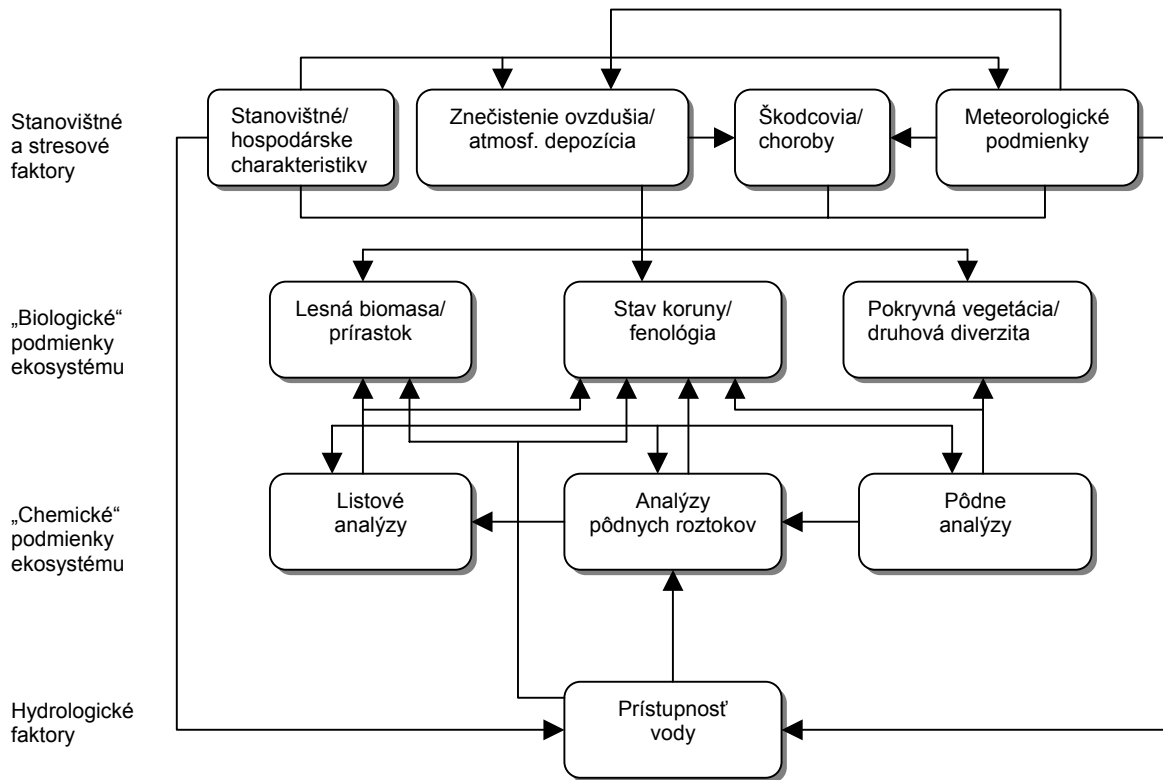
4.1 PREDMET INTENZÍVNEHO MONITORINGU

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.



Obr. 4.1 Vzťahy medzi stanovištnými a stresovými faktormi a stavom 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 863 TMP v 30 krajinách, z toho 351 v nečlenských štátoch EÚ. Základné údaje o TMP na Slovensku sú uvedené v tabuľke 4.1. **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, tj. 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.

Tab. 4.1 Základné údaje o plochách intenzívnej úrovne monitoringu

Lokalita	Poľana (Hukavský grúň)	Lomnístá dolina (TMP L5)	Čifáre (TMP G10)	ŠLP Zvolen (TMP J7)
Rok založenia	1991	1995	1995	(1995), 1997
Zemepisná šírka	48°38'×34"	48°55'×31"	48°12'×45"	48°37'×58"
Zemepisná dĺžka	19°32'×22"	19°29'×15"	18°23'×16"	19°02'×49"
LZ	Kriváň	Slovenská Lupča	Levice	SLP Zvolen
LHC	Poľana	Slovenská Lupča	Čifáre	SLP Zvolen
JPRL	120	1107b	566a	541
Nadmorská výška	850 m	1250 m	225 m	575 m
Expozícia	SV	JV	JV	V
Sklon	5 – 15 %	35 %	15 %	40 %
Výmera plochy	0,55 ha	0,25 ha	0,25 ha	0,25 ha
Počet stromov	347	230	192	303
Vek	90-120	55	80	65
Rad	B	B/C	B	B
St	Abieto-Fagetum	Fageto-Aceretum vst	Carpineto-Quercetum	Fagetum pauper
Lesný typ	5302 - Nitrofilná jedľová bučina	6404-Deväťsilová kame- nitá bukovaná javorina	1307-Mrvicová hrabová dúbrava na spraši	3313-zubačková bučina
Pôdny typ	Kambizem andozemná	Podzol kambizemný	Hnedozem luzizemná	Kambizem modálna
Zastúpenie	bk-70 %,sm-20 % jd,jvh,js-10 %	sm –100 %	dbc –100 %,silný podrast trnky, vtáčieho zobu, šípky	bk – 100 %
Bonita	+ 1	1	1	+1
Výchovné zásahy	Bez zásahu	prebierka	prebierka	-

Lokalita	VS Gabčíkovo	Grúnik	Tatranská Lomnica	Svetlice (TMP Y3)
Rok založenia	1997	1998	1998	1999
Zemepisná šírka	47°53'×38"	49°30'×02"	49°10'×49"	49°11'41"
Zemepisná dĺžka	17°35'×46"	18°34'×14"	20°14'×30"	22°05'41"
LZ	Palárikovo	Urbáriat Turzovka	ŠL TANAP	Medzilaborce
LHC	Gabčíkovo		Vysoké Tatry	Nižná Jablonka
JPRL	65a	1633	1026	169a
Nadmorská výška	110 m	875 m	1150 m	570 m
Expozícia	R	Z	JV	Z
Sklon	0 %	55 %	11 - 22 %	40 %
Výmera plochy	0,25 ha	0,25 ha	0,25 ha	0,25 ha
Počet stromov	104	127	341	630
Vek	50	90	60 - 140 (LHP 130)	47
Rad	C	A	A/B (LHP A)	B
St	Querceto- Fraxinetum	Fagetum abietino- piceosum nst	Lariceto-Piceetum	Fagetum typicum
Lesný typ		5105-Čučoriedková jedľová bučina so smrekom nst.	6141-Sutinová smrekovcová smrečina časť 6145-Živná smrekovcová smrečina nst.	4318-Ostřicová typická bučina
Pôdny typ	Fluvizem modálna, karbonátová	Podzol modálny	Ranker podzolový/ ranker kambizemný	Kambizem modálna
Zastúpenie	db – 100 %	sm – 100 %	sm-60 %, sc-40 %, jd+ (LHP sm 95 %, sc 5 %)	bk-100 %
Bonita	+1	2	sm 8, sc 4	30
Výchovné zásahy	Bez zásahu	Bez zásahu	Bez plánovaných zásahov	Prebierka

4.2. VÝVOJ ZNEČISTENIA OVZDUŠIA NA SLOVENSKU A V EURÓPE

Oxidy síry a dusíka

Oxidy síry a dusíka reprezentujú klasické polutanty, ktoré sú emitované do ovzdušia spaľovaním fosílnych palív, priemyselnou činnosťou a dopravou. Ich koncentrácie v ovzduší závisia predovšetkým od množstva emisií, distribúcie emisných zdrojov a meteorologických podmienok pre rozptyl znečisťujúcich látok v ovzduší.

Regionálne znečistenie ovzdušia v Európe od roku 1950 narastalo paralelne s emisiami škodlivín, pričom negatívne sa uplatnila výstavba vysokých komínov, ktoré predlžovali dobu zotrvania exhalátov v ovzduší (Správa o kvalite ovzdušia 2000). Nepriaznivý vývoj znečistenia ovzdušia urýchlil medzinárodnú spoluprácu a v roku 1979 bol v Ženeve podpísaný Dohovor EHK OSN o diaľkovom znečisťovaní ovzdušia prechádzajúcim hranice štátov, ku ktorému bolo prijatých 8 protokolov. V súlade s druhým Protokolom o síre sa európske emisie mali znížiť do roku 2000 o 60%, do roku 2005 o 65% a do roku 2010 o 72%, v porovnaní s rokom 1980. Trend

znižovania emisií oxidov dusíka však už nie je taký priaznivý. V niektorých krajinách došlo k zníženiu emisií o 20-30% (Nemecko, V. Británia), väčšina krajín vykazuje iba mierne zníženie až stagnáciu emisií, v niektorých krajinách emisie naďalej rastú (Španielsko) (EMEP/CCC-Report 7/2000).

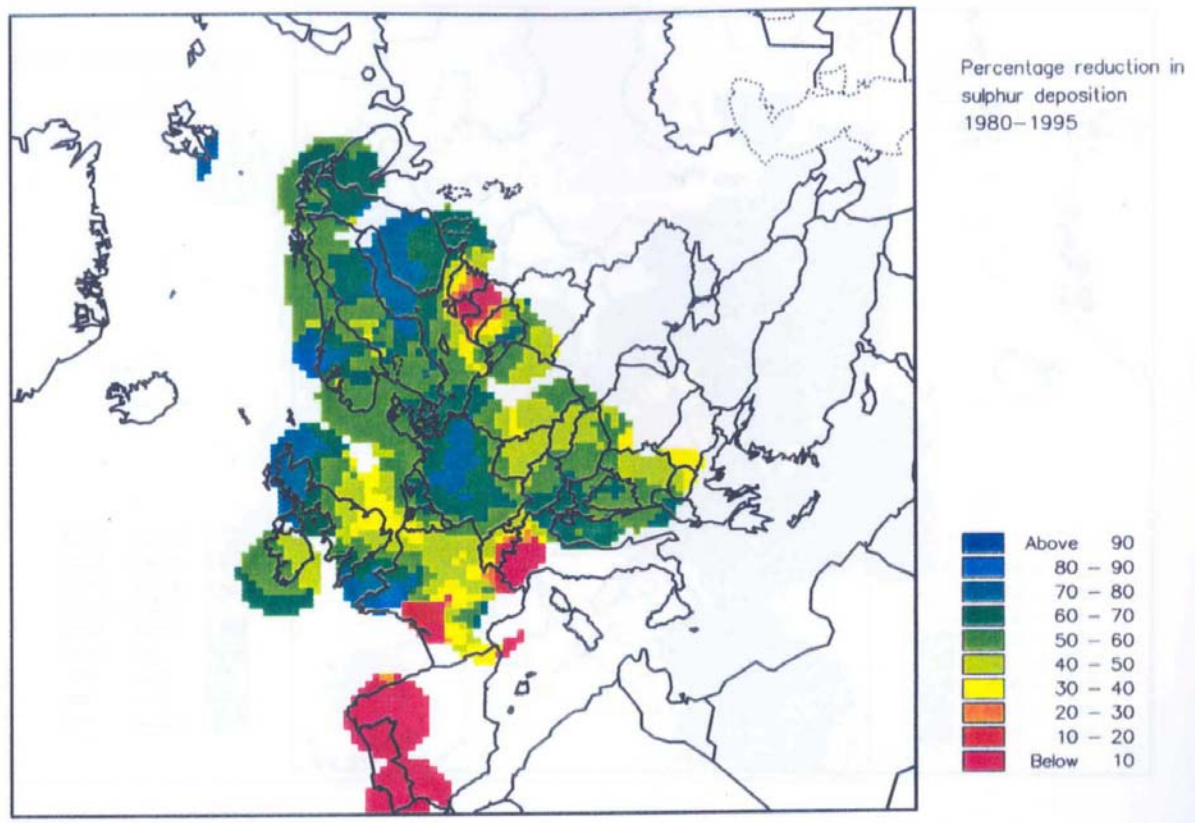
Vývoj koncentrácií oxidov síry a dusíka viacej korešponduje s vývojom európskych emisií. Všetky európske monitorovacie stanice v rámci programu EMEP vykazujú pokles koncentrácií oxidov síry pričom tento pokles predstavuje zväčša hodnotu 30-60% v porovnaní s rokom 1980. U oxidov dusíka je situácia odlišná, väčšina európskych staníc vykazuje mierny pokles koncentrácií (do 20%). Pokles koncentrácií oxidov síry a koncentrácií síranov v zrážkach sa odrazil aj v celkovom poklese depozície síry v Európe ako to dokumentuje obrázok 4.2.

Kritické záťažé síry a dusíka

Koncepcia kritických úrovní (KÚ) a kritických záťaží (KZ), zavedená pôvodne kanadskou vládou začiatkom 80-tych rokov, sa využíva pri realizácii Dohovoru EHK OSN o diaľkovom znečisťovaní ovzdušia prechádzajúcim hranicami štátov, a to pre vedecké zdôvodňovanie diferencovanej stratégie znižovania emisií škodlivín na území Európy. KÚ/KZ sú sekundárne imisné/depozičné limity, t.j. úrovne koncentrácií, resp. depozícií škodlivín, po prekročení ktorých sa podľa súčasnej úrovne poznania môžu vyskytnúť priame negatívne účinky na receptory (rastliny, ekosystémy, materiály). KÚ/KZ charakterizujú citlivosť ekosystému voči dlhodobému pôsobeniu príslušnej škodliviny. Vzhľadom na rozdielnu citlivosť ekosystémov sa obvykle ako charakteristická hodnota uvažuje 5-percentil, t.j. situácia keď 95 % ekosystémov (resp. 95 % plochy územia) nie je ešte poškodzovaných. Mapovanie KZ je v súčasnosti zamerané na ochranu prírodného prostredia pred účinkami kyslej depozície a kvantifikáciu nevy-

hnutného zníženia emisií acidifikačných zlúčenín (oxidov síry a dusíka) do ovzdušia. Princípom metódy stanovenia KZ je výpočet neutralizačnej kapacity prírodného prostredia, t.j. hornín, pôd a vôd, pohlcovať vodíkové ióny uvoľnené pri atmosferickej depozícii zlúčenín síry a dusíka tak, aby nedochádzalo k acidifikácii prostredia a poškodzovaniu ekosystémov. V prípade zlúčenín dusíka sa stanovujú tiež KZ pre nitrifikačný dusík ako limit pre eutrofizáciu prostredia. Obr. 4.3 dokumentuje očakávané zmeny v hodnotách kritickej záťažé acidity (síra + dusík) v roku 1990 a očakávanej depozičnej situácii v roku 2010 pri očakávanej implementácii Gothenburgského protokolu. Vidíme, že aj po roku 2010 bude ešte značná časť Európy zotrvať pod vplyvom kyslých depozícií vrátane územia Slovenska.

Obdobná je situácia aj u nutričného dusíku (obr. 4.4), kde rozsah prekročenia jeho kritických záťaží je ešte vyšší ako u celkovej acidity.



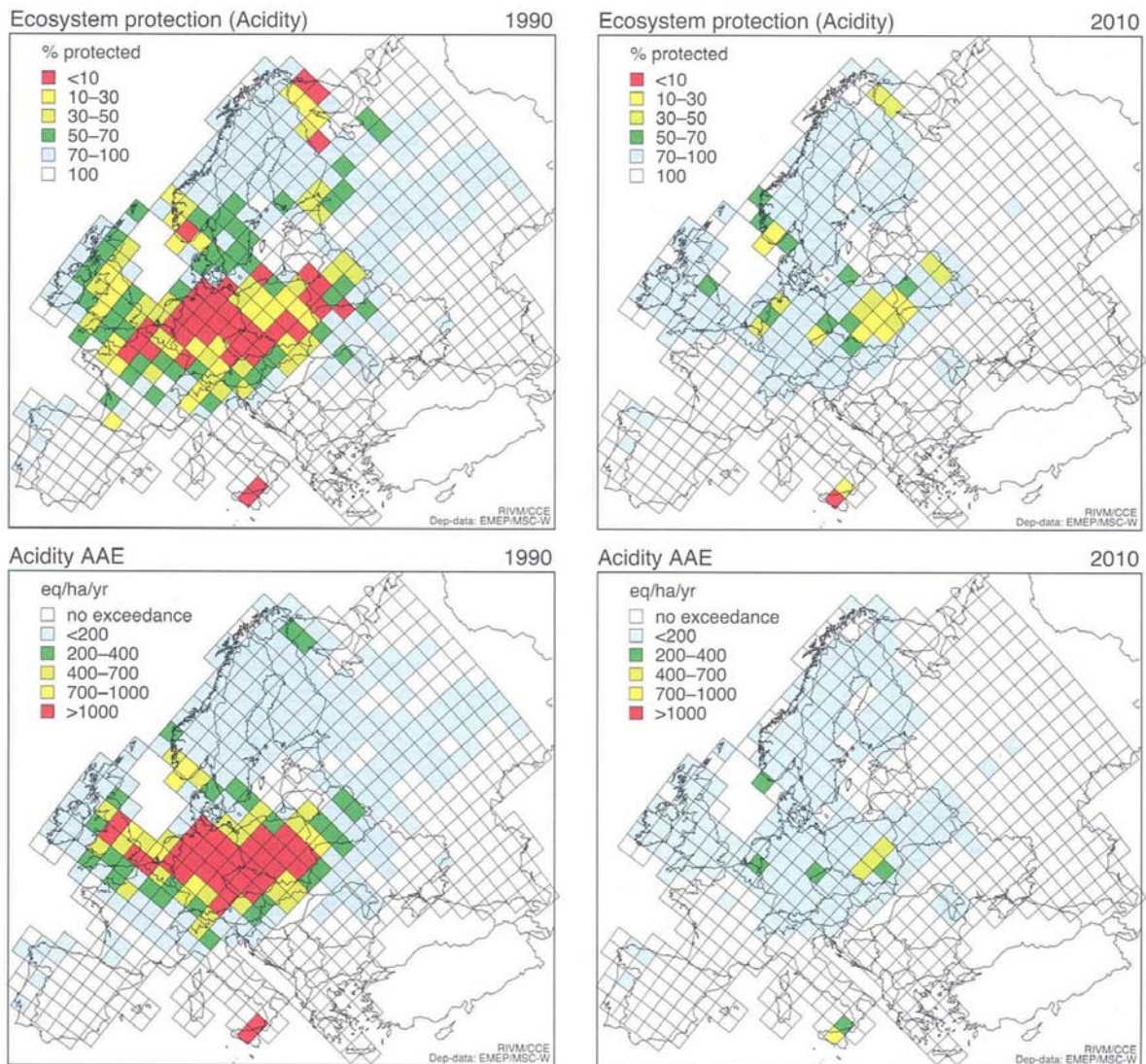
Obr. 4.2 Percentuálny pokles depozície síry v období 1980-82 až 1995-97 (EMEP/CCC-Report 7/2000)

Troposférický ozón

Troposférický ozón je toxický plyn fotochemického pôvodu, ktorý je v súčasnosti považovaný za jednu z najvýznamnejších zložiek znečistenia ovzdušia (Beck et al. 1998, Mehlhorn et al. 1986, UN-ECE 1996, Sandroni et al. 1994).

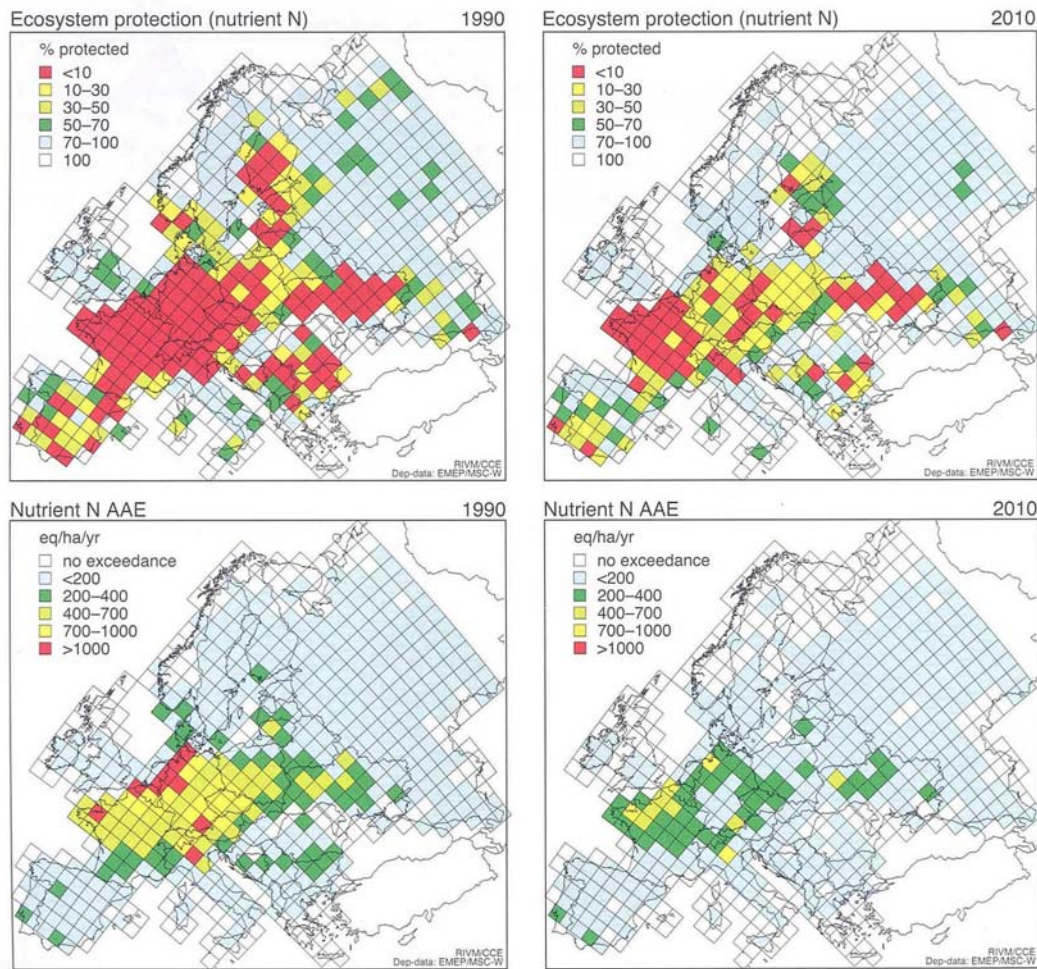
Dokázalo sa, že ozón má výrazné škodlivé účinky na lesné ekosystémy a podieľa sa na odumieraní lesov „nového typu“ (new type of forest decline). Negatívny vplyv ozónu na citlivé dreviny sa môže prejavovať už pri bežne sa vyskytujúcich koncentráciách ozónu. Prejavuje sa biochemickými zmenami v asimilačných orgánoch, zníženou fotosyntézou, zníženým prírastkom, oslabením odolnosti dreviny voči škodlivým činiteľom alebo viditeľným poškodením asimilačných orgánov. Pri dlhodobej expozícii vysokými koncentraciami ozónu za spoluúčasti ostatných negatívnych faktorov prostredia (vysoké teploty, vysoké žiarenie, dlhodobé sucha atď.) môže dôjsť k vplyvom celkového oslabenia až k rozpadu porastu (Materna a Jančařík 1990, Mortensen et al. 1995, Smidt et al. 1994). Koncentrácie ozónu rastú s nadmorskou výškou až po hornú hranicu lesa, takisto i jeho depozícia (Smidt et al. 1994).

V ročnom chode koncentrácií troposférického ozónu v miernych zemepisných šírkach sa prvé, najväčšie maximum dosahuje v máji, druhé, menšie v júli až auguste (Gay 1991, Molnárová 2000), čiže na začiatku a na vrchole vegetačnej sezóny, kedy sú asimilačné orgány lesných drevín najviac citlivé na poškodenie. Za účelom posúdenia účinkov troposférického ozónu na vegetáciu a ľudské zdravie bol prijatý celý rad kritických úrovní, resp. imisných limitov. Z krátkodobých imisných limitov sa pre ochranu vegetácie používa 1-hodinový priemer 100 ppb a 24-hodinový priemer 32,5 ppb, z dlhodobých imisných limitov na ochranu vegetácie sa používa priemer z denných hodín vegetačného obdobia (apríl – september) 25 ppb. Krátkodobé a dlhodobé imisné limity navrhnuté pre ochranu vegetácie sú prekračované na území celého Slovenska, najmä však vo vyšších polohách horských lesov a negatívne účinky ozónu na vegetáciu možno očakávať i vo fotochemicky menej priaznivých rokoch 1997 a 1998, pričom roky 1999 – 2001 sa zaraďujú medzi fotochemicky priaznivé.



Obr. 4.3. Hore: Percento plochy chránených ekosystémov (plochy bez prekračovania kritickej záťaže acidity) v roku 1990 a v roku 2010 podľa implementácie Gothenburgského protokolu. Dole: Priemerné sumárne prekročenia (AAE) kritickej záťaže acidity (síra + dusík) v roku 1990 a v roku 2010 (CCE Status Report 2001).

Vysvetlivky: červená farba znamená najhoršiu situáciu (najnižšie percento chránenej plochy lesných ekosystémov, resp. plochy s najvyšším prekročením acidity).

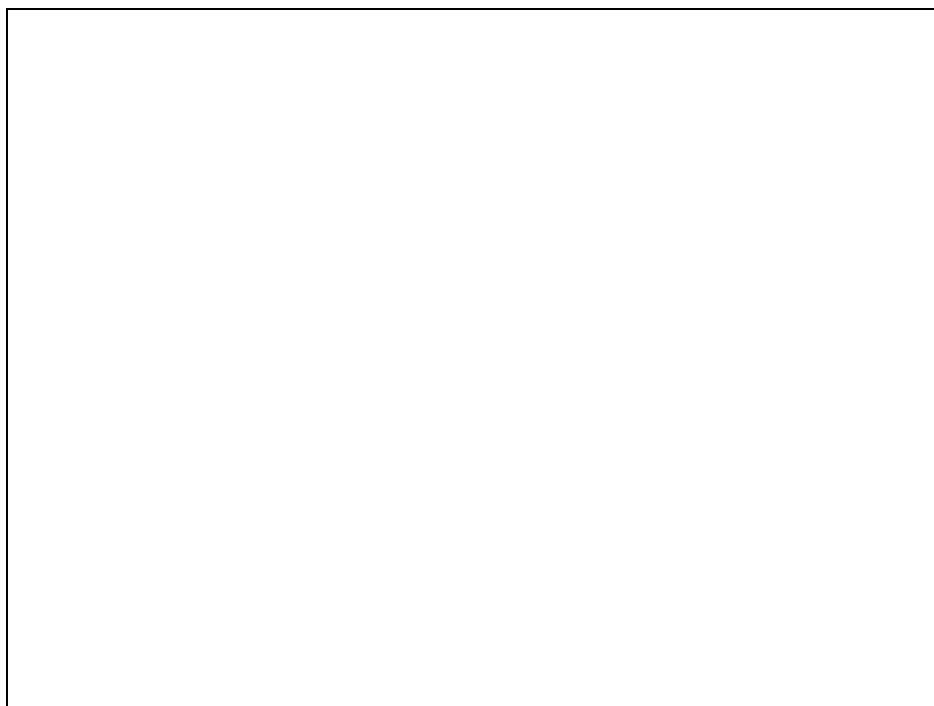


Obr. 4.4. Hore: Percento plochy chránených ekosystémov (plochy bez prekračovania kritickej záťaže nutričného dusíka) v roku 1990 a v roku 2010 podľa implementácie Gothenburgského protokolu. Dole: Priemerné sumárne prekročenia (AAE) kritickej záťaže nutričného dusíka v roku 1990 a v roku 2010 (CCE Status Report 2001).

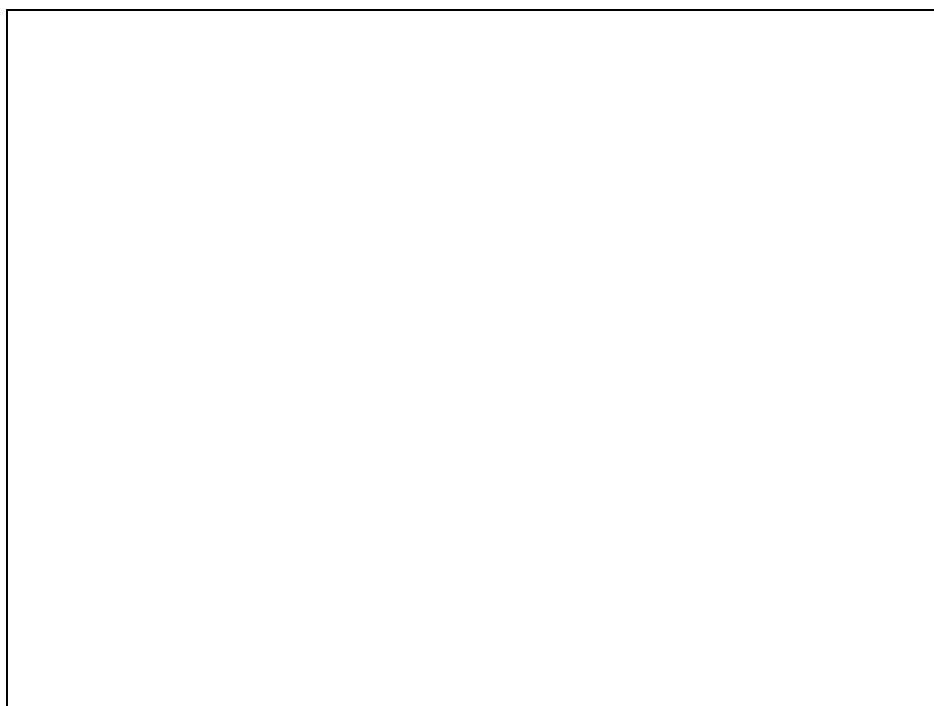
Vysvetlivky: červená farba znamená najhoršiu situáciu (najnižšie percento chránenej plochy lesných ekosystémov, resp. plochy s najvyšším prekročením nutričného dusíka).

Pre posúdenie dlhodobého vplyvu ozónu sa v lesníctve a poľnohospodárstve používa index AOT 40 (Accumulated Exposure over a Threshold of 40 ppb), ktorého kritická úroveň pre lesné ekosystémy je 10000 ppb.h (počítané pre denné hodiny počas vegetačného obdobia apríl – september) (UN-ECE 1996). Kritická úroveň indexu AOT 40 (10000 ppb.h pre lesné ekosystémy) v stredohorských a vysokohorských podmienkach Slovenska býva často dosahovaná už v prvej polovici vegetačného obdobia (Bucha *et al.* 2001, Štrba a Mindáš 1996, Molnárová a Mindáš 1999, Molnárová 1999, 2000). Podľa výsledkov modelovania indexu AOT 40 podľa údajov monitorovacej siete EMEP (Co-

operative programme for monitoring and evaluation of the long-range transmission of air-pollutants in Europe) patrí **Slovensko medzi krajiny s najvyšším prekročením kritickej úrovne AOT 40 pre lesné ekosystémy 10000 ppb.h v Európe**. Na ilustráciu uvádzame priestorové modely indexu AOT 40 v rokoch 1998 a 1999 v európskych krajinách. Na doplnenie udávame hodnoty indexu AOT 40 z monitorovacích staníc troposférického ozónu na území Slovenska v uvedených rokoch, a to zo staníc siete EMEP (v správe SHMÚ) a monitorovacích staníc LVÚ Zvolen, ktoré sú súčasťou monitorovacej siete ČMS-Lesy (tabuľka 4.2).



Obr. 4.5 Priestorové rozloženie indexu AOT40 (pre denné hodiny) v mesiacoch Apríl - September 1998 v Európe (EMEP/CCC-Report 5/2000)



Obr. 4.6 Priestorové rozloženie indexu AOT40 (pre denné hodiny) v mesiacoch Apríl - September 1999 v Európe (EMEP/CCC-Report 5/2000)

Tab. 4.2 Hodnoty indexu AOT 40 pre lesné ekosystémy v rokoch 1997–1999

Monitorovacia stanica	Nadmorská výška	Index AOT 40 (ppb.h)		
		1997	1998	1999
Chopok (SHMÚ)	2008 m	10359	11063	21713
Stará Lesná (SHMÚ)	808 m	1964*	4350*	26133
Starina (SHMÚ)	345 m	4399	6276	7709
Predná Poľana (LVÚ)	1360 m	**	**	23194
Hukavský grúň (LVÚ)	850 m	13033	15997	14955
Kováčová (LVÚ)	480 m	**	**	11061

* veľké výpadky v meraní

** merania zavedené v septembri 1998

4.3 ČIASTKOVÉ VÝSLEDKY Z PLÔCH INTENZÍVNEHO MONITORINGU

Defoliácia a radiálny hrúbkový prírastok

Hodnotenie straty asimilačných orgánov (defoliácie) sa na plochách intenzívneho monitoringu vykonáva podľa rovnakej metodiky ako na TMP v sieti 16x16 km. Ročný radiálny prírastok (i_r) sa vypočíta z obvodov kmeňov v $d_{1,3}$. Obvody kmeňov sa merajú v zime, mimo vegetačného obdobia. Do hodnotenia defoliácie a prírastku sú zahrnuté iba stromy nadúrovňové a úrovňové (stromy biosociologického postavenia 1 a 2 podľa Krafca). Uvádzame doterajšie hodnotenia do roku 2000, pretože rok 2001 bude ukončený meraniami prírastkov počas zimných mesiacov. Keďže s hodnotením defoliácie a meraním prírastkov sa začínalo na jednotlivých plochách

intenzívneho monitoringu priebežne podľa toho ako plochy vznikali, nie je uvádzaný rovnaký počet meraní pre každú plochu. Vyhodnotených je celkom 7 plôch intenzívneho monitoringu, na ôsmej monitorovacej ploche (Grúnik) sa defoliácia a radiálny prírastok začali merať až v tomto roku.

V roku 2001 boli na všetkých plochách intenzívneho monitoringu odobraté vývrty a boli získané klimatické údaje pre vykonanie dendrochronologickej analýzy v roku 2002.

TMP Čifáre

Tab. 4.3 Vývoj zastúpenia stromov v stupňoch poškodenia

Rok	Drevina	Zastúpenie stromov v stupňoch poškodenia 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

Tab. 4.4 Vývoj priemernej defoliácie a dosiahnutá presnosť jej určenia pri 68 %-nej spoľahlivosti

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

Tab. 4.5 Vývoj priemerného radiálneho hrúbkového prírastku (i_r)

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

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 Turová

Tab. 4.6 Vývoj zastúpenia stromov v stupňoch poškodenia

Rok	Drevina	Zastúpenie stromov v stupňoch poškodenia 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

Tab. 4.7 Vývoj priemernej defoliácie a dosiahnutá presnosť jej určenia pri 68 %-nej spoľahlivosti

Drevina	Priemerná defoliácia v % ± stredná chyba			
	1997	1998	1999	2000
Buk	18,1 ± 0,8	18,8 ± 0,8	21,3 ± 0,6	18,7 ± 0,6

Tab. 4.8 Vývoj priemerného radiálneho hrúbkového prírastku (i_r)

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

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 Lomnístá dolina

Tab. 4.9 Vývoj zastúpenia stromov v stupňoch poškodenia

Rok	Drevina	Zastúpenie stromov v stupňoch poškodenia 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

Tab. 4.10 Vývoj priemernej defoliácie a dosiahnutá presnosť jej určenia pri 68 %-nej spoľahlivosti

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

Tab. 4.11 Vývoj priemerného radiálneho hrúbkového prírastku (i_r)

Drevina	Priemerný radiálny hrúbkový prírastok (i_r) v mm ± stredná chyba			
	1997	1998	1999	2000
Smrek	-	1,59 ± 0,09	1,18 ± 0,08	1,75 ± 0,07

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 Poľana

Tab. 4.12 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
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

Tab. 4.13 Vývoj priemernej defoliácie a dosiahnutá presnosť jej určenia pri 68 %-nej spoľahlivosti

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

Tab. 4.14 Vývoj priemerného radiálneho hrúbkového prírastku (i_r)

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

Rozdiely priemernej defoliácie buka v jednotlivých rokoch sú malé, dochádza v jednotlivých rokoch k väčším

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

TMP Gabčíkovo

Tab. 4.15 Vývoj zastúpenia stromov v stupňoch poškodenia

Rok	Drevina	Zastúpenie stromov v stupňoch poškodenia 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

Tab. 4.16 Vývoj priemernej defoliácie a dosiahnutá presnosť jej určenia pri 68 %-nej spoľahlivosti

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

Tab. 4.17 Vývoj priemerného radiálneho hrúbkového prírastku (i_r)

Drevina	Priemerný radiálny hrúbkový prírastok (i_r) v mm \pm stredná chyba			
	1997	1998	1999	2000
Dub	-	0,97 \pm 0,10	2,11 \pm 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 Tatranská Lomnica

Tab. 4.18 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	0
2000	Smrek	0	48	52	0	0	48	52	0
	Smrekovec	3	20	65	12	0	23	77	0

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

Drevina	Priemerná defoliácia v % \pm stredná chyba			
	1997	1998	1999	2000
Smrek	-	-	34,7 \pm 1,7	28,6 \pm 1,4
Smrekovec	-	-	46,9 \pm 2,4	41,6 \pm 2,7

Tab. 4.20 Vývoj priemerného radiálneho hrúbkového prírastku (i_r)

Drevina	Priemerný radiálny hrúbkový prírastok (i_r) v mm \pm stredná chyba			
	1997	1998	1999	2000
Smrek	-	-	2,71 \pm 0,14	-
Smrekovec	-	-	1,79 \pm 0,13	-

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 Svetlice

Tab. 4.21 Vývoj zastúpenia stromov v stupňoch poškodenia

Rok	Drevina	Zastúpenie stromov v stupňoch poškodenia 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

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

Drevina	Priemerná defoliácia v % \pm stredná chyba			
	1997	1998	1999	2000
Buk	-	-	11,9 \pm 0,4	12,7 \pm 0,4

Tab. 4.23 Vývoj priemerného radiálneho hrúbkového prírastku (i_r)

Drevina	Priemerný radiálny hrúbkový prírastok (i_r) v mm \pm stredná chyba			
	1997	1998	1999	2000
Buk	-	-	-	1,35 \pm 0,07

Podobne ako na TMP Tatranská Lomnica, aj tu sa začalo hodnotenie defoliácie a meranie hrúbkového prírastku až v roku 1999. Monitorovacia

plocha s veľmi nízkou priemernou defoliáciou (až 98 % všetkých stromov je v stupňoch poškodenia 0-1).

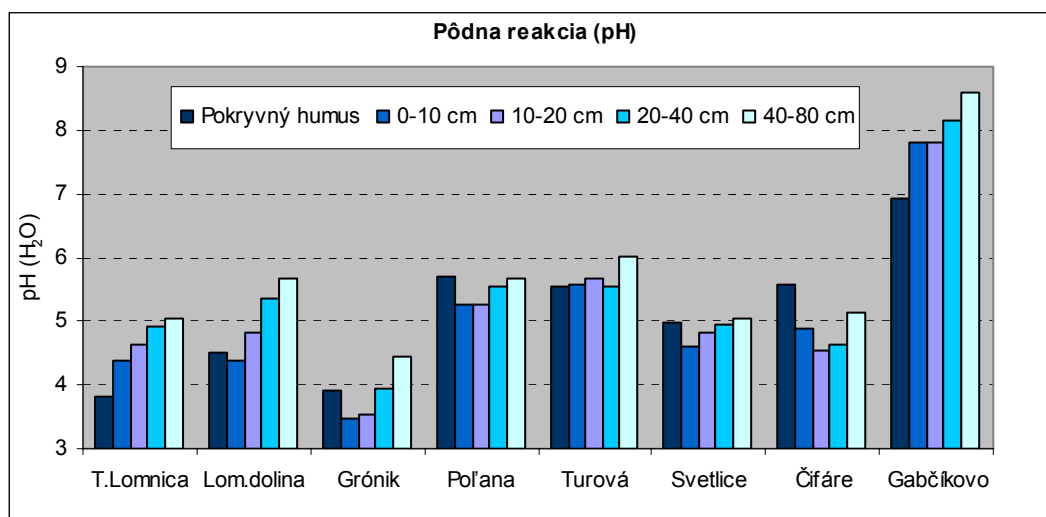
Hodnotenie stavu pôd na plochách intenzívneho monitoringu

Hlavným cieľom intenzívneho monitoringu je získať hlbšie poznatky stresových faktorov na lesné ekosystémy, analyzovať ich a overovať hypotézy o pôsobení znečisteného ovzdušia a iných stresových faktorov na rôzne lesné ekosystémy. Preto plochy boli vybrané tak, aby boli zahrnuté typické lesné ekosystémy na Slovensku, zohľadňujúc najmä stanovištné podmienky a drevinové zloženie.

Keďže primárne stanovištné (geologické, klimatické, reliéfne, geografické) podmienky sú veľmi pestré, odráža a to aj na hodnotených vlastnostiach pôd v tomto súbore plôch. Je z nich zrejماً značná rozdielnosť v senzitivite k rôznym stresov-

vým faktorom (sucho, acidifikácia a pod.). Ako príklad tu uvádzame v grafickej podobe dva ukazovatele: pôdnu reakciu (ako indikátor momentálnej acidity a citlivosti k acidifikácii) a obsah celkového olova (ako indikátor kontaminácie pôdy jedným z rizikových prvkov). Údaje sa vzťahujú na prvé odbery v roku založenia plôch.

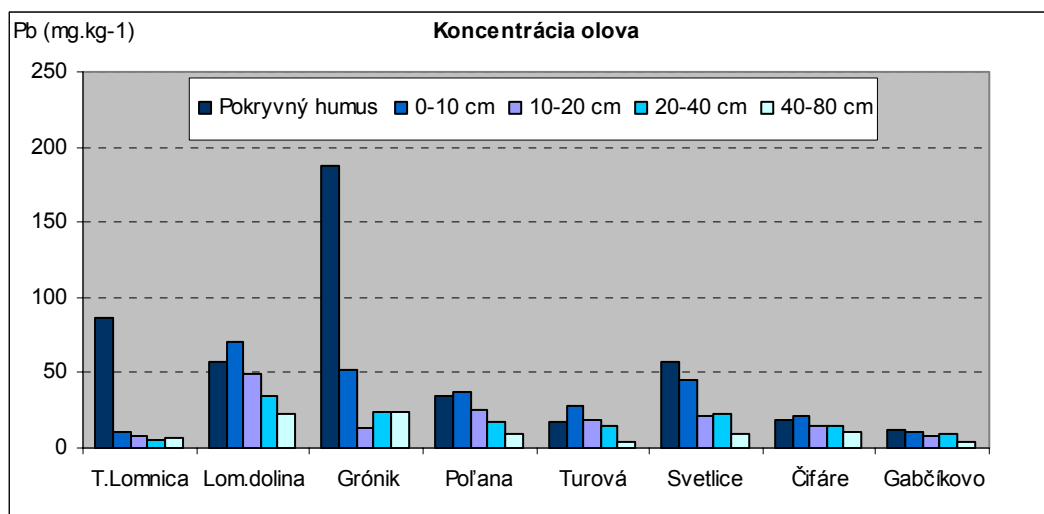
Na obr. 4.7 sú znázornené namerané hodnoty aktívnej pôdnej reakcie, na obr. 4.8 namerané koncentrácie celkového olova v hodnotených hĺbkach od pokryvného humusu až po hĺbku 80 cm.



Obr. 4.7 Hodnoty pH v jednotlivých hodnotených hĺbkach pôdy na plochách intenzívneho monitoringu

TMP Gabčíkovo je založená na karbonátových aluviálnych náplavách, čo sa odráža na výrazne odlišných vlastnostiach oproti iným plochám. Relatívne priaznivý stav z hľadiska tlmivosti je na TMP Poľana a Turová (kambizeme na vulkanitoch), ako aj Čifáre a Svetlice. Samozrejme, najkyslejšie sú pôdy na TMP Lomniská dolina,

Tatranská Lomnica a Grónik, ktoré sa nachádzajú v horských oblastiach, kde sa na daných substrátoch (granitoidy, resp. minerálne chudobné pieskovce) pri podmienkach horskej klímy vyvinuli podzoly. Prekvapivý je však výrazne najnepriaznivejší stav na TMP Grónik (Západné Beskydy – Kysuce).



Obr. 4.8 Koncentrácia celkového olova v jednotlivých hodnotených hĺbkach pôdy na plochách intenzívneho monitoringu

Namerané koncentrácie olova vykazujú vo všeobecnosti typický priebeh: prirodzenú bioakumuláciu v humóznejších vrstvách pôdy (pri povrchu pôdy). Hodnoty na plochách Tatranská Lomnica a najmä Grónik však indikujú pomerne výraznú akumuláciu v pokrývnom humuse, hoci tieto plochy nie sú ovplyvňované lokálnymi zdrojmi znečistenia.

Interval opakovaných analýz pôdnych vzoriek v rámci monitoringu je 5, resp. 10 rokov. Hodnotenie vývoja bude teda možné až s odstupom niekoľkých rokov. V súčasnosti sú výsledky analýz pôdnych vzoriek skôr rámcové, resp. jedným z podkladov pre hodnotenie kritických záťaží a pre hodnotenie vývoja lesných ekosystémov v daných podmienkach.

Režim vlhkosti pôdy v nížinných polohách

Zhoršený zdravotný stav lesov v nížinných polohách je spôsobený nielen imisnou záťažou, ale podstatný podiel na tom má nedostatok vody v pôde i extrémne výkyvy v jej existenčných limitných zásobách, a to najmä počas vegetačného obdobia.

Nedostatok vody v pôde sa prejavuje v oslabení ich fyziologickej činnosti a následne i v znížení celkovej hmotovej produkcie i odolnosti proti biotickým škodcom.

TMP II. úrovne Čifáre predstavuje modelovú plochu pre lesné spoločenstvá dubín 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 presycháva so zhoršenými vodovzdušnými pomermi.

Vlhkosť pôdy na ploche sledujeme celoročne v dvoj až štvortýždňových intervaloch s použitím gravimetrickej metódy. Uvádzané hydrolimity sú prevzaté zo zistení od TUŽIANSKÉHO (1998).

Zistená zásoba vody (v mm) behom roka 2001 pre povrchovú (0-20 cm) vrstvu pôdy a pre celý fyziologický profil (0-100 cm) je uvedená v tab. 4.24 a graficky zobrazená na obr. 4.9.

Z obr. 4.9 je zrejme, že najlepšie zásoby vody v pôde boli v zimných mesiacoch a na začiatku jara kedy sa približovali, alebo aj dosiahli hydrolimit maximálnej kapilárnej kapacity (MKK). Od polovice apríla až do polovice júna celková zásoba vody plynule klesala z 340 na 178 mm, resp. zo 61 na 28 mm a v oboch prípadoch sa najviac priblížili k hodnote bodu vädnutia, ale počas leta a jeseň ani raz nedosiahla. Zrážky síce boli pravidelnejšie, ale slabšie počas väčšej časti celého vegetačného obdobia, čím od konca mája až takmer do konca novembra sa vlhkosť pôdy udržiavala medzi hydrolimitom bodu zníženej dostupnosti a bodom vädnutia (BV). Optimálne vlhkosťné podmienky boli len v zimných a jarých mesiacoch.

Z pozorovaní a sledovaní za posledné tri roky vyplýva, že na množstvo prístupnej vody v pôde

bol najhorší rok 2000. Meteorológovia hodnotili rok 2000 za najteplejší v strednej Európe odkedy sa sledujú pravidelné meteorologické pozorovania s mimoriadne teplým počasím už v prvej polovici vegetačného obdobia, keď pri deficite zrážok v pôde rýchlo ubúdala fyziologicky prístupná voda a jej nedostatok sa v povrchových horizontoch prejavil už koncom júna a ešte viac koncom augusta, kedy jej zásoba klesla aj pod hranicu bodu vädnutia.

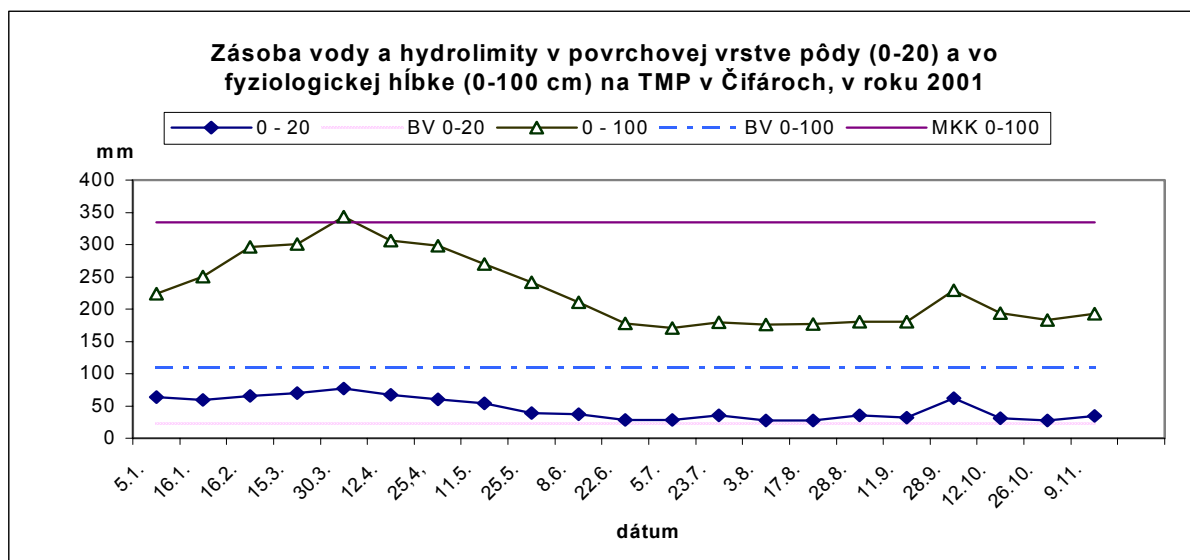
Na TMP v Gabčíkove vlhkosť pomery behom roka 2001 sledoval Neštický. Zistené údaje o zásobe vody v pôde sú v tab. 4.25. Grafické zobrazenie na obr. 4.10 dokazuje, že i cez

vlhkosť priaznivejší rok zásoba vody nedosiahla hydrolimit MKK a počas roka sa pohybovala medzi hydrolimitom bodu zníženej dostupnosti a bodom vädnutia. Pod bod vädnutia krátkodobo klesla len v povrchovej vrstve v druhej polovici augusta. Optimálnejšie vlhkosť pomery v pôde boli len v jarných mesiacoch.

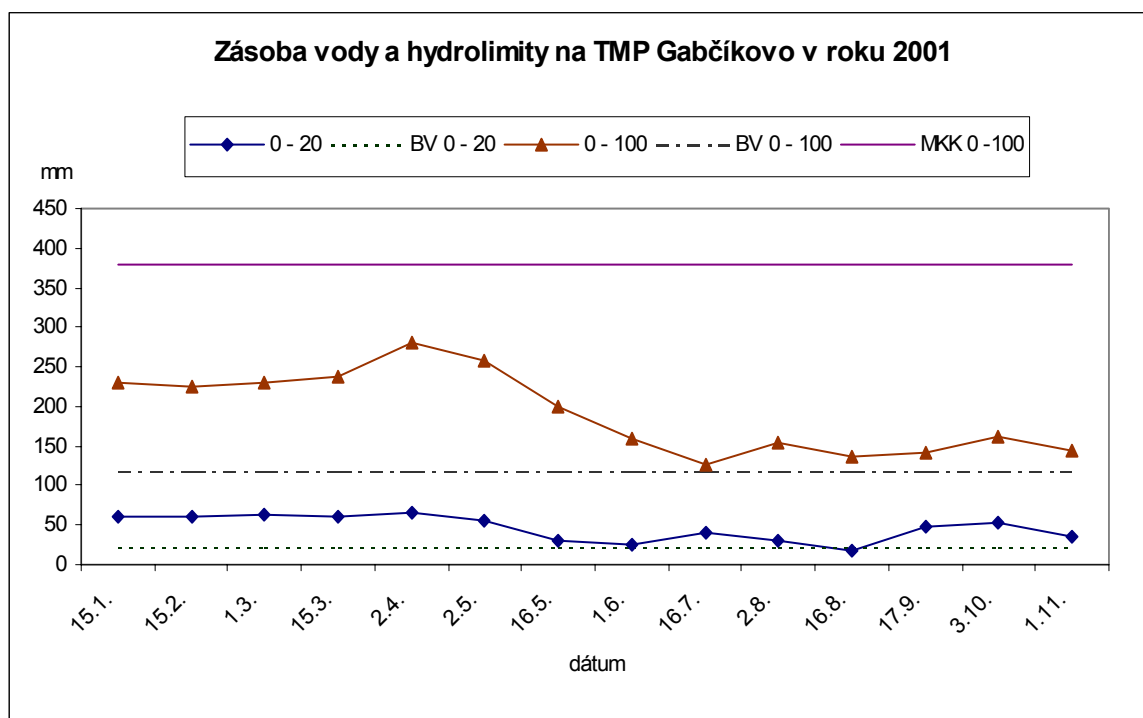
V porovnaní s predošlým rokom bol rok 2001 vlhkosť priaznivejší i štandardnejší a nevyskytovali sa v ňom väčšie výkyvy a extrémne priebehy, ktoré boli zistené v roku 2000.

Tab. 4.24 Zásoba vody (mm) v 0-20 cm a 0-100 cm na TMP Čifáre počas roka 2001

Dátum merania	30.3.	25.4.	11.5.	25.5.	8.6.	22.6.	5.7.	23.7.	3.8.	17.8.	28.8.	11.9.	28.9.	12.10.	26.10.	9.11.
Zásoba vody 0-20 cm	77	61	54	39	38	29	28	35	28	28	36	32	62	31	28	34
Bod vädnutia 0-20 cm	22,8															
Zásoba vody 0-100 cm	343	298	270	242	211	178	171	180	177	177	181	181	229	194	184	193
Bod vädnutia 0-100 cm	109,3															



Obr. 4.9 Zásoba vody a hydrolimity (TMP Čifáre, rok 2001)



Obr. 4.10 Zásoba vody v povrchovej vrstve pôdy (0-20) a vo fyziologickej hĺbke (0-100 cm)

Tab. 4.25 Zásoba vody (mm) v 0-20 cm a 0-100 cm na TMP Gabčíkovo počas roka 2001

Dátum merania	1.3.	15.3.	2.4.	2.5.	16.5.	1.6.	16.7.	2.8.	16.8.	17.9.	3.10.	1.11.
Zásoba vody 0-20 cm	64	61	66	56	31	26	40	30	19	49	52	43
Bod vädnutia 0-20 cm	23											
Zásoba vody 0-100 cm	229	238	281	257	201	160	128	153	136	143	161	143
Bod vädnutia 0-100 cm	120											

Monitorovanie opadu lesných drevín

Monitorovanie opadu sa realizuje ako súčasť fenologických pozorovaní na dvoch TMP intenzívneho monitoringu (Hukavský grúň a Lomnístá dolina). Cieľom je získať kvantitatívne údaje o chemizme opadu pre spresnenie poznatkov o čase a trvaní fenologických charakteristík poskytujúcich informácie o klimatických zmenách a vysvetľujúcich aktuálny stav stromov. V roku 2001 bolo nainštalovaných celkovo 20 opadomerov (na každej plo-

che 10). Odber opadaného materiálu sa vykonával od apríla do novembra, v intervale 1 krát mesačne, v posledných dvoch mesiacoch bol pre zvýšené množstvá opadu na TMP Hukavský grúň interval skrátený na dvojtýždňový. V súčasnosti prebieha analýza materiálu z jednotlivých opadomerov, jej výsledky budú uverejnené v budúcoročnej správe z monitoringu.

4.4 ZHRNUTIE POZNATKOV INTENZÍVNEHO MONITORINGU LESOV

Aj napriek komplikovanosti funkčných vzťahov a väzieb v lesných ekosystémoch a ich odozvy na vplyv znečistenia ovzdušia je možné niektoré

- Môžeme konštatovať, že aj napriek poklesu emisií síry a dusíka v Európe očakávame pretrvávajúci vplyv kyslej depozície síry a dusíka na lesné ekosystémy strednej Európy vrátane Slovenska minimálne v priebehu nasledujúcich desiatich rokov.
- Lesné ekosystémy Slovenska spadajú v rámci Európy do oblasti s najvyšším prekročovaním indexu AOT 40 pre troposfe-

rický ozón a je predpoklad, že takáto situácia bude naďalej pretrvávajúť.

- 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.

5. ZÁVER

Zabezpečenie kontinuálneho budovania údajovej bázy extenzívneho a intenzívneho monitoringu je jedným z dôležitých podkladov pre hodnotenie účinnosti naplňania strategických a koncepcných zámerov lesníctva na Slovensku. Stredisko ČMS lesy v roku 2001 zabezpečilo už 15 monitorovací cyklus. V správe sme sa snažili podať čo najviac informácií a tak okrem výsledkov z úloh definovaných pre účelovú činnosť sme uverejnili aj priebežné výsledky riešeného vedecko-technického projektu „Národný kooperatívny program monitoringu vplyvu znečisteného ovzdušia na lesné ekosystémy“. Zároveň sme sa snažili vyhnúť opakovaniu informácií publikovaných z predchádzajúcich rokov tak, aby nedošlo k narušeniu ucelenosti a komplexnosti informácií. V rámci naplňania uznesenia vlády o dobudovaní informačného systému životného prostredia SR bude správa sprístupnená odbornej i laickej verejnosti cez http stránku v Internete.

Na základe výsledkov extenzívneho monitoringu na Slovensku za obdobie od roku 1987 doteraz môžeme konštatovať, že došlo k miernemu zlepšovaniu zdravotného stavu lesov. Avšak v európskom porovnaní nás percento stromov zaradených do stupňa 2 až 4 (31% stromov) radí do skupiny krajín s nepriaznivým zdravotným

stavom lesov. Napriek tomu, že počas tohto obdobia sme v európskom merítku i na Slovensku zaznamenali zlepšenie imisnej situácie, zhruba jedna tretina plochy lesov Slovenska je naďalej pod priamym vplyvom acidifikácie. Pretrvávajú problémy s troposferickým ozónom, ktorého kritická hodnota je v nadmorských výškach nad 800 m n.m. pravidelne prekročovaná. Nedoriešené sú otázky vplyvu klimatických zmien, ktoré v budúcnosti môžu signifikantne ovplyvniť vývoj zdravotného stavu lesov v komplexe pôsobenia ostatných škodlivých činiteľov ako aj biodiverzitu lesných ekosystémov. V roku 2001 sme sústredili svoju pozornosť aj na tieto problémové okruhy. Pripravili sme si údajovú bázu pre dendrochronologické analýzy na 8 plochách intenzívneho monitoringu, na 2 TMP sme začali s monitoringom opadu. Využitím metód diaľkového priekumu Zeme pri vyhodnotení zmien zdravotného stavu sme získali možnosť celoplošne vyhodnotiť a vizualizovať zmeny zdravotného stavu lesov.

Veríme, že v správe široká odborná aj laická verejnosť nájde požadované informácie a kolektív autorov sa bude tešiť na pripomienky a reakcie.

6. LITERATÚRA

- BECK, J. P., KRZYŻANOWSKI, M., KOFFI, B., 1998: Tropospheric Ozone in the European Union. The Consolidated Report. EEA, <http://www.eea.eu.int/Document/Entercrep/concoz/index.htm>.
- BUCHA, T. a kol., 1999: Zdravotný stav lesov Slovenska - správa z monitoringu 1999. LVÚ Zvolen, november 1999, 48 s.
- BUCHA, T. a kol., 2000: Zdravotný stav lesov Slovenska - správa z monitoringu 2000. LVÚ Zvolen, november 2000, 50 s.
- EMEP/CCC-REPORT 7/2000. A contribution from CCC to the reevaluation of the observed trends in sulphur and nitrogen in Europe
- GRABER, W. K., ANDREANI-AKSOYGLU, S., KELER, J. E., ROSSELET, C. M., 1995: Multi-parcel Lagrangian model for quantification of influence of alpine air mass exchange on photo-oxidant production. Atmospheric Environment. Vol. 29, No. 21, 2961 – 2976
- HANČINSKÝ, L., 1972: Lesné typy Slovenska, Príroda, Bratislava, 307 s.
- HJELLBREKKE, A. G., 2000: Ozone measurements 1999, EMEP/CCC 5/2000, 84 s.
- HJELLBREKKE, A. G., SOLBERG, S., 2001: Ozone measurements 1999, EMEP/CCC 1/2001, 91 s.
- MATERNA, J., JANČAŘÍK, V., 1990: Znečistění ovzduší ozónem a jeho vliv na lesy. Lesnická práce 1990/10, s. 470 - 472
- MELHORN, H., SEUFERT, G., SCHMIDT, A., KUNERT, K.J., 1986: Effects of SO₂ and O₃ production of antioxidants in conifers. Plant. Physiol., (1986)08, s. 336 - 338
- MOLNÁROVÁ, H., 1999: Vertikálny gradient koncentrácií troposférického ozónu v oblasti Poľany a Zvolenskej kotliny. XI. konferencia mladých hydroológov a mladých meteorológov a klimatológov. Zborník referátov. Bratislava, s. 197 - 209
- MORTENSEN, L., BASTRUP-BIRK, A., RO-POULSEN, H., 1995: Critical levels of O₃ for wood production of European beech (*Fagus sylvatica* L.). Water, Air and Soil Pollution. 85, 1349 - 1354
- SANDRONI, S., BACCI, P., BOFFA, G., PELLEGRINI, U., VENTURA, A., 1994: Tropospheric ozone in the pre-alpine and alpine regions. The Science of the Total Environment 156/1994, 169 - 182
- SMIDT, S., BERMADINGER-STABENTHEINER, E., HRMAN, F., 1994: Altitude-dependent ozone concentrations and changes of ozone-related plant-physiological parameters in the needles of Norway Spruce. Proceedings of The Rooyal Society of Edinburgh, 102 B, s. 113 – 117
- SHMÚ, MŽP, 2001: Správa o kvalite ovzdušia a podiele jednotlivých zdrojov na jeho znečisťovaní v Slovenskej Republike, 2000, Bratislava, 150 s.
- Status report 2001 coordination center for effects. Modelling and mapping of critical thresholds in Europe. RIVM, The Netherlands, 188 pp.
- ŠMELKO, Š. - SCHEER, L. - ĎURSKÝ, J., 1997: Poznatky z monitorovania a produkčného stavu lesov v imisnej oblasti Horná Orava. Vedecké štúdie, 16/1996/A, TU Zvolen, 142 s.
- ŠMELKO, Š. - SCHEER, L., 1987: Návody na cvičenia zo štatistických metód v lesníctve. VŠLD Zvolen, 62 s.
- TUŽINSKÝ, L., 1998: Výskum pôdy v luvizemi dubového ekosystému vo vzťahu k atmosférickým zrážkam. Lesnícky časopis – Forestry Journal, 44 (1-2), s. 87-99
- UN/ECE – EC, 1996: Critical Levels Workshop Report. Kuopio, Finland, s. 363
- UN/ECE - EC, 1997: Ten Years of Monitoring Forest Condition in Europe. Brussels, Geneva, 386 s.
- UN-ECE and EC, 2001: Forest Condition in Europe. Results of the 2000 Large-scale Survey. 2001 Technical Report. Geneva and Brussels, 103 s.
- UN-ECE and EC, 2001: Forest Condition in Europe. 2001 Executive Report. Geneva and Brussels, 29 s.
- UN-ECE, ICP Forests, 1998: Manual on methodologies and criteria for harmonized sampling, assessment, monitoring and analysis of the effects of air pollution on forests. Hamburg, 3rd/4th edition.
- ZLATNÍK, A., 1959: Přehled slovenských lešů podle skupin lesných typů. LF VŠZ Brno, 195 s.

INFORMÁCIE O REGIONÁLNYCH MONITORINGOCH

Monitorovanie vplyvu Vodného diela Gabčíkovo na lesné ekosystémy.

Vplyv Vodného diela (VD) Gabčíkovo na lesné ekosystémy spočíva v zmene vodného režimu v ramennej sústave a starom koryte derivačného úseku (úsek, v ktorom je veľká časť prietoku presmerovaná do nového koryta). Všeobecne sa očakávalo zhoršenie stanovištných podmienok súčasne existujúcich porastov mäkkých rýchlorastúcich drevín v dôsledku zníženia hladín podzemných vôd drénujúcim účinkom starého koryta a vylúčením záplav.

Pre zmiernenie, resp. vylúčenie spomínaných negatívnych zmien bol vybudovaný súbor hydrotechnických stavieb, prostredníctvom ktorých je možné regulovať povrchové hladiny v ramennej sústave, hladiny podzemných vôd a simulovať záplavy. Účinnosť hydrotechnických úprav z hľadiska lesného hospodárstva sa sleduje od roku 1992 prostredníctvom 10 monitorovacích plôch, rozmiestnených tak, aby charakterizovali celé ovplyvnené územie z hľadiska drevinového (klonového) zloženia, vekovej

štruktúry a predpokladaného lokálneho vplyvu VD. Cieľom monitoringu lesov v oblasti VD Gabčíkovo je zber údajov, prostredníctvom ktorých je možné zistiť okamžitý stav zásobovania lesných ekosystémov vodou (tieto údaje slúžia na okamžitú korekciu prietokov a hladín v ramennej sústave až na záplavový režim) a údajov, slúžiacich na prognózu vývoja stanovištných podmienok lesných ekosystémov. Do prvej skupiny údajov patria údaje o dynamike hladiny podzemnej vody a vlhkosti pôdy (sledujú sa týždenne), do druhej skupiny patria údaje o raste, zdravotnom stave, vývoji bylinnej synúzie a obsahu živín v pôde.

Hodnotenie vplyvu VD Gabčíkovo sa vykonáva ročne na VS Gabčíkovo a je uvedené v správach, ktorých objednávateľom je MP SR.

Kontaktná osoba: Ing. Štefan Neštický, VS Gabčíkovo, e-mail: nesticky@ba.psg.sk

PREHLAD MERANÝCH VELIČÍN, MERACÍCH METÓD A FREKVENCII MERANÍ NA TMP

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

Názov meranej veličiny	Identifikátor veličiny	Meracia metóda	Frekvencia merania	Lokalizácia
celková meď	Cu _{AR}	digerát v lúčavke kráľovskej, AES-ICP	raz za 5 rokov	112 TMP
celkové olovo	Pb _{AR}	digerát v lúčavke kráľovskej, AAS-ETA	raz za 5 rokov	112 TMP
celkové kadmium	Cd _{AR}	digerát v lúčavke kráľovskej, AAS-ETA	raz za 5 rokov	112 TMP
výmenná kyslosť	EA	výluh v KCl, titračne	raz za 5 rokov	112 TMP
výmenný vodík	H ⁺	výluh v KCl, titračne	raz za 5 rokov	112 TMP
výmenný hliník	Al ³⁺	výluh v BaCl ₂ , AES-ICP	raz za 5 rokov	112 TMP
výmenný mangán	Mn ²⁺	výluh v BaCl ₂ , AES-ICP	raz za 5 rokov	112 TMP
výmenné železo	Fe ²⁺	výluh v BaCl ₂ , AES-ICP	raz za 5 rokov	112 TMP
výmenný vápnik	Ca ²⁺	výluh v BaCl ₂ , AES-ICP	raz za 5 rokov	112 TMP
výmenný horčík	Mg ²⁺	výluh v BaCl ₂ , AES-ICP	raz za 5 rokov	112 TMP
výmenný draslík	K ⁺	výluh v BaCl ₂ , AES-ICP	raz za 5 rokov	112 TMP
výmenný sodík	Na ⁺	výluh v BaCl ₂ , AES-ICP	raz za 5 rokov	112 TMP
stupeň nasýt. bázami	BS	výpočtom	raz za 5 rokov	112 TMP
DEPOZÍCIA - MOKRÁ, ZMIEŠANÁ, PODKORUNOVÁ, STOK PO KMENI				
aktívna reakcia	pH	elektrometricky	raz za 2 týždne	8 TMP
alkalinita (pH > 5)		titračne	raz za 2 týždne	8 TMP
elektrická vodivosť	EC	elektrometricky	raz za 2 týždne	8 TMP
amoniak	NH ₄ ⁺	IC	raz za 2 týždne	8 TMP
sírany	SO ₄ ²⁻	IC	raz za 2 týždne	8 TMP
dusičnany	NO ₃ ⁻	IC	raz za 2 týždne	8 TMP
celkový dusík	N _{total}	N - analyzátor, volumetricky	raz za 2 týždne	8 TMP
chloridy	Cl ⁻	IC	raz za 2 týždne	8 TMP
vápnik	Ca ²⁺	AES-ICP	raz za 2 týždne	8 TMP
horčík	Mg ²⁺	AES-ICP	raz za 2 týždne	8 TMP
draslík	K ⁺	AES-ICP	raz za 2 týždne	8 TMP
sodík	Na ⁺	AES-ICP	raz za 2 týždne	8 TMP
železo	Fe ²⁺	AES-ICP	raz za 2 týždne	8 TMP
mangán	Mn ²⁺	AES-ICP	raz za 2 týždne	8 TMP
PÔDNY ROZTOK				
aktívna reakcia	pH	elektrometricky	raz za 2 týždne	3 TMP
alkalinita (pH > 5)		titračne	raz za 2 týždne	3 TMP
elektrická vodivosť	EC	elektrometricky	raz za 2 týždne	3 TMP
amoniak	NH ₄ ⁺	IC	raz za 2 týždne	3 TMP
sírany	SO ₄ ²⁻	IC	raz za 2 týždne	3 TMP
dusičnany	NO ₃ ⁻	IC	raz za 2 týždne	3 TMP
celkový dusík	N _{total}	N - analyzátor, volumetricky	raz za 2 týždne	3 TMP
chloridy	Cl ⁻	IC	raz za 2 týždne	3 TMP
vápnik	Ca ²⁺	AES-ICP	raz za 2 týždne	3 TMP
horčík	Mg ²⁺	AES-ICP	raz za 2 týždne	3 TMP
draslík	K ⁺	AES-ICP	raz za 2 týždne	3 TMP
sodík	Na ⁺	AES-ICP	raz za 2 týždne	3 TMP
železo	Fe ²⁺	AES-ICP	raz za 2 týždne	3 TMP
mangán	Mn ²⁺	AES-ICP	raz za 2 týždne	3 TMP

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

AAS-ETA-atómová absorpčná spektrometria s elektrotermickou atomizáciou,

IC - iónová chromatografia

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