



MONITORING LESOV SLOVENSKA

Forest Focus, ČMS Lesy, FutMon

2008

EURÓPSKA KOMISIA

MINISTERSTVO PÔDOHOSPODÁRSTVA SLOVENSKEJ REPUBLIKY

MINISTERSTVO ŽIVOTNÉHO PROSTREDIA SLOVENSKEJ REPUBLIKY

NÁRODNÉ LESNÍCKE CENTRUM – LESNÍCKY VÝSKUMNÝ ÚSTAV ZVOLEN

**MONITORING LESOV SLOVENSKA
FOREST FOCUS, ČMS LESY, FUTMON
2008**

Zvolen 2009

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

Autori: Pavlenda Pavel, Ing., PhD.
Bucha Tomáš, Dr. Ing.
Ďurkovičová Jana, Ing.
Ištoňa Jozef, Ing.
Krupová Danica, Ing.
Leontovyč Roman, Ing.
Pajtík Jozef, Ing.
Pavlendová Hana, Ing. PhD.
Priwitzer Tibor, Ing., PhD.
Stančíková Anna, Ing.
Tóthová Slávka, RNDr.
Vodálová Anna, Ing.

Autori fotografií: Ing. Roman Leontovyč, PhD., Ing. Jozef Pajtík, Ing. Pavel Pavlenda, PhD., Ing. Hana Pavlendová, PhD.

Fotografia na titulnej strane: Dubový lesný porast na lokalite Žibritov.
Autor: Ing. Pavel Pavlenda, PhD.

Pod'akovanie: Realizácia monitoringu lesov na Slovensku v rokoch 2004 až 2006 bola súčasťou národného programu Forest Focus v rámci implementácie „Nariadenia (EC) č. 2152/2003 Európskeho parlamentu a Rady zo 17. novembra 2003 týkajúceho sa monitoringu lesov a environmentálnych interakcií v Spoločenstve“ a bola spolufinancovaná Európskou komisiou. V rokoch 2009 a 2010 je súčasťou riešenia problematiky monitoringu lesov projekt FutMon v rámci nástroja pre životné prostredie LIFE+.

Neprešlo jazykovou úpravou

© NLC – LVÚ Zvolen
ISBN 978 - 80 - 8093 - 091 - 2

Pavlenda, P., Pajtík, J. *et al.* (2009): Monitoring lesov Slovenska. Správa za Forest Focus a ČMS Lesy za rok 2008. Zvolen, NLC-LVÚ, 2009, 113 s.

Anotácia: V správe sú prezentované informácie o monitoringu lesných ekosystémov na Slovensku. Zhrnuté sú výsledky a poznatky z prieskumov defoliácie a zdravotného stavu drevín, stavu korún a výskytu škodlivých činiteľov na trvalých monitorovacích plochách I. úrovne. Popri údajoch z reprezentatívnej siete plôch (I. úroveň) sú analyzované údaje z plôch intenzívneho monitoringu (II. úroveň), týkajúce sa nielen defoliácie a zdravotného stavu drevín a stavu korún, ale aj ďalších prieskumov a zisťovaní v lesných ekosystémoch: kvality ovzdušia a atmosférickej depozície, pôdy a pôdneho roztoku, prírastku, prieskumov opadu, vegetácie, indikátorov biologickej diverzity, meteorologických meraní, fenologických pozorovaní a vlhkostného režimu pôd za rok 2008, resp. 2007.

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

OBSAH

1. ÚVOD (<i>P. Pavlenda</i>)	7
2. PROBLEMATIKA A METODICKÉ RÁMCE (<i>P. Pavlenda</i>)	8
2.1 VÝCHODISKÁ, PROGRAMOVÉ CIELE A ZLOŽKY MONITORINGU LESOV V EURÓPE A NA SLOVENSKU (<i>P. Pavlenda</i>)	8
2.2 PREHĽAD SLEDOVANÝCH VELIČÍN A UKAZOVATEĽOV (<i>P. Pavlenda, J. Pajčík, A. Stančíková</i>)	9
3. VÝSLEDKY	14
3.1 EXTENZÍVNY MONITORING	14
3.1.1 Stav koruny (<i>J. Pajčík</i>)	14
3.1.2 Vývoj zdravotného stavu lesa (<i>J. Pajčík</i>)	18
3.1.3 Monitorovanie výskytu škodlivých činiteľov (<i>R. Leontovyč</i>)	27
3.1.4 Vývoj a kvantifikácia zmien hrúbkového prírastku (<i>J. Pajčík</i>)	38
3.1.5 Európsky extenzívny monitoring - zhrnutie aktuálnych poznatkov (<i>J. Pajčík</i>)	40
3.2 INTENZÍVNY MONITORING	47
3.2.1 Predmet a ciele intenzívneho monitoringu (<i>P. Pavlenda</i>)	47
3.2.2 Charakteristiky plôch, vývoj defoliácie a prírastku (<i>J. Pajčík</i>)	48
3.2.3 Monitoring depozície (<i>S. Tóthová</i>)	67
3.2.4 Monitoring pôdneho roztoku (<i>P. Pavlenda</i>)	69
3.2.5 Vlhkostný režim pôd v nížinných polohách (<i>J. Ištoňa</i>)	72
3.2.6 Hodnotenie vplyvu ozónu (<i>H. Pavlendová</i>)	76
3.2.7 Kvantitatívna a kvalitatívna analýza opadu (<i>T. Priwitzer</i>)	81
3.2.8 Merania meteorologických parametrov (<i>T. Priwitzer</i>)	85
3.2.9 Fenologické pozorovania lesných drevín (<i>T. Priwitzer</i>)	88
3.2.10 Zabezpečenie a riadenie kvality v CLL (<i>A. Stančíková, J. Ďurkovičová, D. Krupová, J.)</i>	90
3.2.11 Intenzívny monitoring - zhrnutie poznatkov (<i>P. Pavlenda</i>)	100
3.3 PROJEKT BIOSOIL	100
3.3.1 BioSoil - moduly pôda I. a II. (<i>P. Pavlenda</i>)	100
3.3.2 BioSoil - modul biodiverzita (<i>A. Vodálová, P. Pavlenda</i>)	103
3.4 HODNOTENIE POŠKODENIA SMREKOVÝCH PORASTOV S VYUŽITÍM PROSTRIEDKOV A METÓD DPZ (<i>T. Bucha</i>)	106
4. ZÁVER (<i>P. Pavlenda</i>)	110
5. LITERATÚRA	111

1. ÚVOD

Výsledky rôznych typov zisťovaní stavu lesa a systematicky získavané informácie o stave lesov sú v lesnícky vyspelých krajinách už desaťročia vnímané ako nevyhnutný predpoklad pre hodnotenie lesných zdrojov, ale aj ako podklad pre rozhodovanie a plánovanie v lesníctve. Prakticky vo všetkých európskych krajinách existujú dva základné typy systematických výberových zisťovaní: národné inventarizácie lesov (spočiatku zamerané najmä na inventarizácie lesných zdrojov, resp. drevných zásob a základných charakteristík lesov) a monitoring stavu lesov (so zameraním na indikátory zdravotného stavu lesov a faktory – antropogénne aj prírodné – ktoré stav lesov ovplyvňujú). Popri tom existovali rôzne typy mapovaní, prieskumov a zisťovaní, v prípade Slovenska to boli aktivity od stanovištného prieskumu lesov Slovenska cez ekoprieskum a komplexné zisťovanie stavu lesov. Systematický monitoring stavu lesných ekosystémov začal v Európe ako program UN-ECE “International Co-operative Programme on Monitoring and Assessment of Air Pollution Effect on Forests” (ICP Forests) vo väzbe na konvenciu o diaľkovom znečistení ovzdušia presahujúcom hranice štátov (CLRTAP) z roku 1985. Na Slovensku monitoring lesov realizuje Lesnícky výskumný ústav vo Zvolene (od roku 2006 ako súčasť Národného lesníckeho centra). Popri medzinárodnom zapojení je národný program monitoringu lesa od roku 1992 ako „Čiastkový monitorovací systém Lesy (ČMS Lesy)“ spolu s ďalšími deviatimi čiastkovými monitorovacími systémami v gescii MŽP SR a MP SR súčasťou komplexného monitorovacieho a informačného systému životného prostredia Slovenskej republiky.

Hlavnou prednosťou monitoringu stavu lesov v Európe (ICP Forests a následne monitoringu v rámci schémy Forest Focus) je popri veľkých súboroch informácií z celej Európy a existencii pomerne dlhodobých časových radov najmä harmonizácia typov prieskumov, monitorovaných veličín a metód ich stanovenia. Popri zisťovaní a meraní veličín charakterizujúcich stav lesa tvorí podstatnú časť aj monitoring faktorov prostredia.

Hoci priebežne dochádzalo k zmenám v legislatíve upravujúcej monitoring lesov v Európe a čiastočne sa zmenila aj súvisiaca domáca legislatíva, kontinuita monitoringu lesov bola zachovaná. V súčasnosti možno považovať monitorovacie siete I. a II. úrovne za základnú kostru zisťovania stavu lesov na Slovensku. Ku koncu roka 2008 existuje na Slovensku 112 trvalých monitorovacích plôch (TMP) v sieti 16x16 km (extenzívny monitoring, monitoring I. úrovne) a 7 TMP pre vybrané lesné ekosystémy (intenzívny monitoring, monitoring II. úrovne). Ako je zrejmé z vyššie uvedeného, obidve úrovne monitoringu sú súčasťou európskej siete monitorovacích plôch. Na programe monitoringu lesov v súčasnosti participuje 39 krajín. Európske výsledky sú spracovávané z údajov z viac než 6000 TMP európskej siete programu UN-ECE ICP Forests a približne 860 TMP z Paneurópskeho programu intenzívneho monitoringu. Dôležitou prednosťou národnej siete monitoringu lesov je teda metodické napojenie na unikátny rozsiahly a multifunkčný systém monitorovacích plôch v Európe.

Rok 2008 bol posledným rokom, na ktorý sa vzťahovala platnosť nariadenia Forest Focus (hoci platilo na roky 2004-2006, konečným rokom implementácie programu bol rok 2008). Existujú však ďalšie dokumenty, ktoré vyžadujú existenciu a rozvoj európskeho systému monitoringu lesov. V Akčnom pláne EÚ v oblasti lesného hospodárstva (EU Forest action plan - FAP), ako aj v národných dokumentoch vypracovaných v súlade s plánom, je medzi definovanými opatreniami explicitne uvedený aj rozvoj monitoringu lesov. V FAP v rámci cieľa 3.2 Zlepšovanie životného prostredia a jeho ochrana (“udržiavať a náležite zlepšovať biodiverzitu, viazanie uhlíka, integritu, zdravie a odolnosť lesných ekosystémov”) je definované kľúčové opatrenie 8: “pracovať na vytvorení európskeho systému pre monitorovanie lesov“. Konštatuje sa v ňom, že na splnenie viacerých medzinárodných dohôd a implementáciu smerníc EÚ sú potrebné harmonizované údaje o lesoch. Vďaka úspešnosti návrhu v rámci nástroja pre životné prostredia LIFE+ sa v rokoch 2009-2010 realizuje európsky monitoring lesov v rámci projektu FutMon („Further development and implementation of an EU-level Forest Monitoring System“).

2. PROBLEMATIKA A METODICKÉ RÁMCE

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

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

K hlavným cieľom programu monitoringu lesov patrí:

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

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

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

Popri tom sú súčasťou systému aj aplikácie diaľkového prieskumu Zeme (DPZ). Na monitorovacie siete sú viazané aj ďalšie zisťovania. Na európskej úrovni sú to tzv. demonštračné projekty (ForestBIOTA, BioSoil).

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

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

Aspoň na vybraných plochách intenzívneho monitoringu sa zabezpečujú:

- merania pôdneho roztoku,
- meteorologické merania,
- hodnotenie vegetácie,
- meranie a hodnotenie kvality ovzdušia,

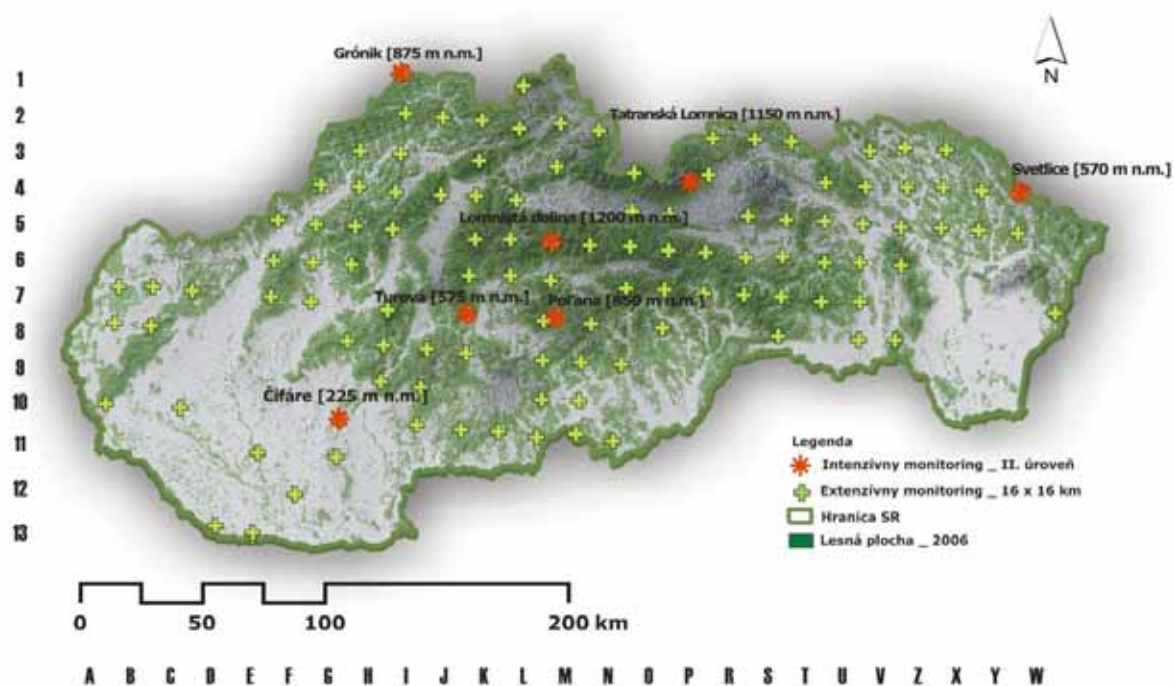
- hodnotenie viditeľného poškodenia ozónom,
- fenologické hodnotenia,
- kvantitatívna a kvalitatívna analýza opadu drevín.

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

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

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

Národná monitorovacia sieť bola založená v rokoch 1987 a 1988 na celom území Slovenskej republiky dvojstupňovým výberom (TMP - strom). Trvalé monitorovacie plochy (TMP) sú v rámci siete založené rovnomerne systematicky v rozstupe 16x16 km (obr. 2.1.), je ich spolu 112. TMP majú tvar štvorca so stranami 50x50 m. Plochy v rámci jednotky priestorového rozdelenia lesa, do ktorej padli, sú vybrané tak, aby reprezentovali homogénnu časť lesa, a aby boli od okraja porastu vzdialené minimálne na vzdialenosť strednej výšky hlavnej dreviny. Medzi TMP sa nenachádzajú porasty v štádiu mladín. Národná sieť sa stala súčasťou európskej monitorovacej siete v rámci programu UN/ECE ICP Forests.



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

2.2 PREHĽAD SLEDOVANÝCH VELIČÍN A UKAZOVATEĽOV

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

V tabuľke 2.2 je uvedený prehľad zložiek monitoringu I. a II. úrovne, prehľad meraných veličín a rámcovo aj metód ich stanovenia. V niektorých prípadoch sa periodicita menila, resp. predpokladaná periodicita sa na európskej úrovni neuskutočnila, čo je najmä prípad monitoringu pôd, ktorého

opakované hodnotenie sa v rozšírenom rozsahu realizovalo až v rokoch 2006-2007 ako súčasť projektu BioSoil. Taktiež rozsah parametrov a metódy stanovenia sa čiastočne menili.

Tab. 2.1 Prehľad monitorovacích aktivít a navrhnutý cyklus ich opakovania

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

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

Názov meranej veličiny	Identifikátor veličiny	Meracia metóda	Frekvencia merania	Lokalizácia
VŠEOBECNÁ CHARAKTERISTIKA TMP				
porastovo taxačné veličiny, prírodné a stanovištné pomery		výpis z popis porastov LHP	pri obnove LHP	112 TMP I., 7 TMP II.
STAV KORUNY				
strata asimilačných orgánov (defoliácia)	sao	vizuálne podľa atlasu Sanasilva	ročne	112 TMP I., 7 TMP II.
sfarbenie asimilačných orgánov	zao	vizuálne	ročne	112 TMP I., 7 TMP II.
plodivosť	A,B,C	Vizuálne (žiadna, slabá, stredná, silná)	ročne	112 TMP I., 7 TMP II.
zatienie koruny	shad	vizuálne	1x za 5 rokov	112 TMP I., 7 TMP II.
viditeľnosť koruny	visib	vizuálne	1x za 5 rokov	112 TMP I., 7 TMP II.
PRÍRASTOK				
obvod kmeňa vo výške 1.3m	O _{1,3}	kovovým meračským pásmom	ročne	112 TMP I., 7 TMP II.
výška stromu	h	výškomerom SUUNTO, VERTEX	1x za 5 rokov	112 TMP I., 7 TMP II.
POŠKODENIE STROMU špecifikácia poškodennej časti				
	kód			
tohtoročné ihličie	11	vizuálne	ročne	112 TMP I., 7 TMP II.
staršie ročníky ihličia	12	vizuálne	ročne	112 TMP I., 7 TMP II.
ihličie všetkých ročníkov	13	vizuálne	ročne	112 TMP I., 7 TMP II.
listy	14	vizuálne	ročne	112 TMP I., 7 TMP II.
tohtoročné výhonky	21	vizuálne	ročne	112 TMP I., 7 TMP II.
konárik $\varnothing < 2$ cm	22	vizuálne	ročne	112 TMP I., 7 TMP II.
vetvy $\varnothing 2- < 10$ cm	23	vizuálne	ročne	112 TMP I., 7 TMP II.
vetvy $\varnothing \geq 10$ cm	24	vizuálne	ročne	112 TMP I., 7 TMP II.
vetvy rôznych veľkostí	25	vizuálne	ročne	112 TMP I., 7 TMP II.
vrcholový výhonok	26	vizuálne	ročne	112 TMP I., 7 TMP II.
púčiky	27	vizuálne	ročne	112 TMP I., 7 TMP II.
hlavný kmeň alebo kmeň s korunou	31	vizuálne	ročne	112 TMP I., 7 TMP II.
kmeň medzi koreňovými nábehmi a korunou	32	vizuálne	ročne	112 TMP I., 7 TMP II.
koreňové nábehy a peň ($= < 25$ cm)	33	vizuálne	ročne	112 TMP I., 7 TMP II.
celý kmeň	34	vizuálne	ročne	112 TMP I., 7 TMP II.
mŕtvy strom	04	vizuálne	ročne	112 TMP I., 7 TMP II.
strom bez symptómov poškodenia	00	vizuálne	ročne	112 TMP I., 7 TMP II.
bez hodnotenia	09	vizuálne	ročne	112 TMP I., 7 TMP II.
symptómy poškodenia				
chýbajúce listy/ihličie	01	vizuálne	ročne	112 TMP I., 7 TMP II.
svetlozelené alebo žlté	02	vizuálne	ročne	112 TMP I., 7 TMP II.

Názov meranej veľičiny	Identifikačný veľičiny	Meracia metóda	Frekvencia merania	Lokalizácia
sfarbenie listov/ihlíc červené až hnedé	03	vizuálne	ročne	112 TMP I., 7 TMP II.
sfarbenie listov/ihlíc bronzové	04	vizuálne	ročne	112 TMP I., 7 TMP II.
sfarbenie listov/ihlíc iné farby	05	vizuálne	ročne	112 TMP I., 7 TMP II.
malé listy (mikrofilia)	06	vizuálne	ročne	112 TMP I., 7 TMP II.
iná abnormálna veľkosť listov/ihličia	07	vizuálne	ročne	112 TMP I., 7 TMP II.
deformácie listov/ihličia	08	vizuálne	ročne	112 TMP I., 7 TMP II.
iné symptómy na listoch/ihličí	09	vizuálne	ročne	112 TMP I., 7 TMP II.
znaky hmyzu na listoch/ihličí	10	vizuálne	ročne	112 TMP I., 7 TMP II.
znaky húb na listoch/ihličí	11	vizuálne	ročne	112 TMP I., 7 TMP II.
iné znaky na listoch/ihličí	12	vizuálne	ročne	112 TMP I., 7 TMP II.
chýbajúce vetvy	01	vizuálne	ročne	112 TMP I., 7 TMP II.
zlomené vetvy	13	vizuálne	ročne	112 TMP I., 7 TMP II.
mŕtve vetvy	14	vizuálne	ročne	112 TMP I., 7 TMP II.
odrezané vetvy	15	vizuálne	ročne	112 TMP I., 7 TMP II.
nekrózy na vetvách	16	vizuálne	ročne	112 TMP I., 7 TMP II.
rany na vetvách	17	vizuálne	ročne	112 TMP I., 7 TMP II.
smolotok (ihličnany) na vetvách	18	vizuálne	ročne	112 TMP I., 7 TMP II.
miazgotok (listnáče) na vetvách	19	vizuálne	ročne	112 TMP I., 7 TMP II.
hniloba vetiev	20	vizuálne	ročne	112 TMP I., 7 TMP II.
deformácie vetiev	08	vizuálne	ročne	112 TMP I., 7 TMP II.
iné symptómy na vetvách	09	vizuálne	ročne	112 TMP I., 7 TMP II.
znaky hmyzu na vetvách	10	vizuálne	ročne	112 TMP I., 7 TMP II.
znaky húb na vetvách	11	vizuálne	ročne	112 TMP I., 7 TMP II.
iné znaky na vetvách	12	vizuálne	ročne	112 TMP I., 7 TMP II.
rany na kmeni	17	vizuálne	ročne	112 TMP I., 7 TMP II.
a koreňových nábehoch	18	vizuálne	ročne	112 TMP I., 7 TMP II.
smolotok na kmeni	18	vizuálne	ročne	112 TMP I., 7 TMP II.
miazgotok na kmeni	19	vizuálne	ročne	112 TMP I., 7 TMP II.
hniloba kmeňa	20	vizuálne	ročne	112 TMP I., 7 TMP II.
deformácie kmeňa	08	vizuálne	ročne	112 TMP I., 7 TMP II.
naklonenie kmeňa	21	vizuálne	ročne	112 TMP I., 7 TMP II.
vývrat (s koreňmi)	22	vizuálne	ročne	112 TMP I., 7 TMP II.
zlomený kmeň	13	vizuálne	ročne	112 TMP I., 7 TMP II.
nekrózy na kmeni	16	vizuálne	ročne	112 TMP I., 7 TMP II.
iné symptómy na kmeni	09	vizuálne	ročne	112 TMP I., 7 TMP II.
znaky hmyzu na kmeni	10	vizuálne	ročne	112 TMP I., 7 TMP II.
znaky húb na kmeni	11	vizuálne	ročne	112 TMP I., 7 TMP II.
iné znaky na kmeni	12	vizuálne	ročne	112 TMP I., 7 TMP II.
skupina príčin poškodenia				
zver a pastva	100	vizuálne	ročne	112 TMP I., 7 TMP II.
hmyz	200	vizuálne	ročne	112 TMP I., 7 TMP II.
huby	300	vizuálne	ročne	112 TMP I., 7 TMP II.
abiotické činitele	400	vizuálne	ročne	112 TMP I., 7 TMP II.
priama činnosť človeka	500	vizuálne	ročne	112 TMP I., 7 TMP II.
oheň	600	vizuálne	ročne	112 TMP I., 7 TMP II.
atmosférické znečistenie	700	vizuálne	ročne	112 TMP I., 7 TMP II.
iné faktory	800	vizuálne	ročne	112 TMP I., 7 TMP II.
pozorované ale neidentifikované poškodenie	999	vizuálne	ročne	112 TMP I., 7 TMP II.
LISTOVÉ ANALÝZY				
obsah dusíka	N	NCS - analyzátor	1x za 2 roky	112 TMP I., 7 TMP II.
obsah síry	S	NCS - analyzátor	1x za 2 roky	112 TMP I., 7 TMP II.
obsah fosforu	P	mikrovltný mineralizát v HNO ₃ , AES-ICP	1x za 2 roky	112 TMP I., 7 TMP II.
obsah vápnika	Ca	mikrovltný mineralizát v HNO ₃ , AES-ICP	1x za 2 roky	112 TMP I., 7 TMP II.
obsah horčíka	Mg	mikrovltný mineralizát v HNO ₃ , AES-ICP	1x za 2 roky	112 TMP I., 7 TMP II.
obsah draslíka	K	mikrovltný mineralizát v HNO ₃ , AES-ICP	1x za 2 roky	112 TMP I., 7 TMP II.
obsah sodíka	Na	mikrovltný mineralizát v HNO ₃ , AES-ICP	1x za 2 roky	112 TMP I., 7 TMP II.

Názov meranej veličiny	Identifikátor veličiny	Meracia metóda	Frekvencia merania	Lokalizácia
obsah zinku	Zn	mikrovlnný mineralizát v HNO ₃ , AES-ICP	1x za 2 roky	112 TMP I., 7 TMP II.
obsah mangánu	Mn	mikrovlnný mineralizát v HNO ₃ , AES-ICP	1x za 2 roky	112 TMP I., 7 TMP II.
obsah železa	Fe	mikrovlnný mineralizát v HNO ₃ , AES-ICP	1x za 2 roky	112 TMP I., 7 TMP II.
obsah medi	Cu	mikrovlnný mineralizát v HNO ₃ , AES-ICP	1x za 2 roky	112 TMP I., 7 TMP II.
PÔDNE ANALÝZY				
pH (CaCl ₂)	pH	Elektrometricky		112 TMP I., 7 TMP II.
organický uhlík	C _{ox}	NCS analyzátor, suché spaľovanie		112 TMP I., 7 TMP II.
celkový dusík	N _{total}	NCS analyzátor, suché spaľovanie		112 TMP I., 7 TMP II.
celková síra	S _{total}	NCS analyzátor, suché spaľovanie		112 TMP I., 7 TMP II.
celkový fosfor	P _{AR}	digerát v lúčavke kráľovskej, AES-ICP		112 TMP I., 7 TMP II.
celkový draslík	K _{AR}	digerát v lúčavke kráľovskej, AES-ICP		112 TMP I., 7 TMP II.
celkový vápnik	Ca _{AR}	digerát v lúčavke kráľovskej, AES-ICP		112 TMP I., 7 TMP II.
celkový horčík	Mg _{AR}	digerát v lúčavke kráľovskej, AES-ICP		112 TMP I., 7 TMP II.
hmotnosť pokryvného humusu	DW	gravimetricky		112 TMP I., 7 TMP II.
ekvival. karbonátov - ak pH(CaCl ₂)>6	Ekv. CaCO ₃	volumetricky	plánovaná frekvencia bola 5 rokov,	112 TMP I., 7 TMP II.
celkový hliník	Al _{AR}	digerát v lúčavke kráľovskej, AES-ICP	aktuálny odber a	112 TMP I., 7 TMP II.
celkové železo	Fe _{AR}	digerát v lúčavke kráľovskej, AES-ICP	hodnotenie sa	112 TMP I., 7 TMP II.
celkový mangán	Mn _{AR}	digerát v lúčavke kráľovskej, AES-ICP	vykonáva	112 TMP I., 7 TMP II.
celkový zinok	Zn _{AR}	digerát v lúčavke kráľovskej, AES-ICP	v rokoch	112 TMP I., 7 TMP II.
celková meď	Cu _{AR}	digerát v lúčavke kráľovskej, AES-ICP	2006-2007	112 TMP I., 7 TMP II.
celkové olovo	Pb _{AR}	digerát v lúčavke kráľovskej, FAAS	v rámci projektu	112 TMP I., 7 TMP II.
celkové kadmium	Cd _{AR}	digerát v lúčavke kráľovskej, FAAS	BioSoil	112 TMP I., 7 TMP II.
výmenná kyslosť	EA	výluh v BaCl ₂ , titračne		112 TMP I., 7 TMP II.
výmenný vodík	H ⁺	výluh v BaCl ₂ , titračne		112 TMP I., 7 TMP II.
výmenný hliník	Al ³⁺	výluh v BaCl ₂ , AES-ICP		112 TMP I., 7 TMP II.
výmenný mangán	Mn ²⁺	výluh v BaCl ₂ , AES-ICP		112 TMP I., 7 TMP II.
výmenné železo	Fe ²⁺	výluh v BaCl ₂ , AES-ICP		112 TMP I., 7 TMP II.
výmenný vápnik	Ca ²⁺	výluh v BaCl ₂ , AES-ICP		112 TMP I., 7 TMP II.
výmenný horčík	Mg ²⁺	výluh v BaCl ₂ , AES-ICP		112 TMP I., 7 TMP II.
výmenný draslík	K ⁺	výluh v BaCl ₂ , FAAS		112 TMP I., 7 TMP II.
výmenný sodík	Na ⁺	výluh v BaCl ₂ , FAAS		112 TMP I., 7 TMP II.
stupeň nasýt. bázami	BS	výpočtom		112 TMP I., 7 TMP II.
DEPOZÍCIA - MOKRÁ, ZMIEŠANÁ, PODKORUNOVÁ, STOK PO KMENI				
aktívna reakcia	pH	elektrometricky	1x za 2 týždne	7 TMP II.
alkalinita (pH > 5)		titračne	1x za 2 týždne	7 TMP II.
elektrická vodivosť	EC	elektrometricky	1x za 2 týždne	7 TMP II.
amoniak	NH ₄ ⁺	IC	1x za 2 týždne	7 TMP II.
sírany	SO ₄ ²⁻	IC	1x za 2 týždne	7 TMP II.
dusičnany	NO ₃ ⁻	IC	1x za 2 týždne	7 TMP II.
celkový dusík	N _{total}	N - analyzátor	1x za 2 týždne	7 TMP II.
chloridy	Cl ⁻	IC	1x za 2 týždne	7 TMP II.
vápnik	Ca ²⁺	AES-ICP - USN	1x za 2 týždne	7 TMP II.
horčík	Mg ²⁺	AES-ICP - USN	1x za 2 týždne	7 TMP II.
draslík	K ⁺	AES-ICP - USN	1x za 2 týždne	7 TMP II.
sodík	Na ⁺	AES-ICP - USn	1x za 2 týždne	7 TMP II.
železo	Fe ²⁺	AES-ICP - USN	1x za 2 týždne	7 TMP II.
mangán	Mn ²⁺	AES-ICP - USN	1x za 2 týždne	7 TMP II.
hliník	Al	AES-ICP - USN	1x za 2 týždne	7 TMP II.
zinok	Zn	AES-ICP - USN	1x za 2 týždne	7 TMP II.
meď	Cu	AAS-ETA	1x za 2 týždne	7 TMP II.
olovo	Pb	AAS-ETA	1x za 2 týždne	7 TMP II.
kadmium	Cd	AAS-ETA	1x za 2 týždne	7 TMP II.
ortuť	Hg	AAS-AMA	1x za 2 týždne	7 TMP II.
PÔDNY ROZTOK				
aktívna reakcia	pH	elektrometricky	1x za 2 týždne	3 TMP II.
alkalinita (pH > 5)		titračne	1x za 2 týždne	3 TMP II.
elektrická vodivosť	EC	elektrometricky	1x za 2 týždne	3 TMP II.
amoniak	NH ₄ ⁺	IC	1x za 2 týždne	3 TMP II.
sírany	SO ₄ ²⁻	IC	1x za 2 týždne	3 TMP II.
dusičnany	NO ₃ ⁻	IC	1x za 2 týždne	3 TMP II.
celkový dusík	N _{total}	N - analyzátor	1x za 2 týždne	3 TMP II.
chloridy	Cl ⁻	IC	1x za 2 týždne	3 TMP II.
vápnik	Ca ²⁺	AES-ICP - USN	1x za 2 týždne	3 TMP II.
horčík	Mg ²⁺	AES-ICP - USN	1x za 2 týždne	3 TMP II.
draslík	K ⁺	AES-ICP - USN	1x za 2 týždne	3 TMP II.
sodík	Na ⁺	AES-ICP - USN	1x za 2 týždne	3 TMP II.
železo	Fe ²⁺	AES-ICP - USN	1x za 2 týždne	3 TMP II.
mangán	Mn ²⁺	AES-ICP - USN	1x za 2 týždne	3 TMP II.
hliník	Al	AES-ICP - USN	1x za 2 týždne	3 TMP II.

Názov meranej veličiny	Identifikátor veličiny	Meracia metóda	Frekvencia merania	Lokalizácia
zinok	Zn	AES-ICP -USN	1x za 2 týždne	3 TMP II.
meď	Cu	AAS-ETA	1x za 2 týždne	3 TMP II.
olovo	Pb	AAS-ETA	1x za 2 týždne	3 TMP II.
kadmium	Cd	AAS-ETA	1x za 2 týždne	3 TMP II.
ortuť	Hg	AAS-AMA	1x za 2 týždne	3 TMP II.
VLHKOSTNÝ REŽIM PÔD				
hmotnostné % vlhkosti	m %	gravimetricky	1x za 2 týždne v zime mesačne	1 TMP II.
objemové % vlhkosti	V %	gravimetricky	1x za 2 týždne v zime mesačne	1 TMP II.
PRÍZEMNÁ VEGETÁCIA				
výskyt a pokryvnosť druhu		okulárny odhad v % v kombinácii s Braun-Blanquetovou stupnicou zjemnenou Zlatníkom	1x za 5 rokov (na jar a v lete)	7 TMP II.
hustota druhu	D	sčítavacia metóda na ploškach 1x1 m	3x v roku	3 TMP II.
vzrast druhu	h		1x ročne	3 TMP II.
nadzemná biomasa podrastu	m _{bp}	kombinácia sčítavacej metódy s vážením	1x ročne	3 TMP II.
FENOLOGICKÉ POZOROVANIA				
fenologická fáza		vizuálne hodnotenie	1x za 1 – 2 týždne	4 TMP II.
KVALITA OVZDUŠIA				
ozón	O ₃	ozónový analyzátor	priebežne	2 TMP II.
POŠKODENIE OZÓNOM				
stupeň poškodenia		vizuálne	2x do roka	2 TMP II.
MERANIE OPADU				
opad		kvantita – gravimetricky		4 TMP II.
obsah dusíka	N	NCS – analyzátor, suché spaľovanie		4 TMP II.
obsah síry	S	NCS – analyzátor, suché spaľovanie		4 TMP II.
obsah fosforu	P	mikrovlnný mineralizát v HNO ₃ , AES-ICP		4 TMP II.
obsah vápníka	Ca	mikrovlnný mineralizát v HNO ₃ , AES-ICP	I – VIII,	4 TMP II.
obsah horčíka	Mg	mikrovlnný mineralizát v HNO ₃ , AES-ICP	XI - XII	4 TMP II.
obsah draslíka	K	mikrovlnný mineralizát v HNO ₃ , AES-ICP	mesačne;	4 TMP II.
obsah sodíka	Na	mikrovlnný mineralizát v HNO ₃ , AES-ICP	IX – X	4 TMP II.
obsah zinku	Zn	mikrovlnný mineralizát v HNO ₃ , AES-ICP	1x za 2 týždne	4 TMP II.
obsah mangánu	Mn	mikrovlnný mineralizát v HNO ₃ , AES-ICP		4 TMP II.
obsah železa	Fe	mikrovlnný mineralizát v HNO ₃ , AES-ICP		4 TMP II.
obsah medi	Cu	mikrovlnný mineralizát v HNO ₃ , AES-ICP		4 TMP II.
obsah olova	Pb	mikrovlnný mineralizát v HNO ₃ , AAS-ETA		4 TMP II.

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

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

FAAS – atómová absorpčná spektrometria, pameňovou technikou

AAS-ETA - atómová absorpčná spektrometria s elektrotermickou atomizáciou,

AAS-AMA – jednocelový AAS analyzátor na stanovenie ortuti

IC - iónová chromatografia

NCS - analyzátor na stanovenie N, C a S

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

3. VÝSLEDKY

3.1 EXTENZÍVNY MONITORING

3.1.1 Stav koruny

V roku 2008 sa hodnotenie zdravotného stavu lesných drevín uskutočnilo v dňoch 21. 7. – 15. 8. na 108 TMP. Hodnotenia sa zúčastnili 3 trojčlenné pracovné skupiny. Na plochách E13, G11, P3 a P6 sa hodnotenie nevykonalo, keďže v tam v súčasnosti nie je hodnotiteľný lesný porast v dôsledku plánovanej alebo náhodnej – kalamitnej ťažby. Celkový počet živých hodnotených stromov bol 4956, do vyhodnotenia zdravotného stavu bolo zahrnutých 4083 stromov sociálneho postavenia 1 a 2 podľa Krafta.

Z hľadiska dlhodobej kontinuity a významnosti hodnotenia je základným prvkom hodnotenie drevín, najmä stavu korún stromov. V rámci každoročného hodnotenia drevinovej zložky sa hodnotia všetky označené stromy (aj stromy vrastavé a podúrovňové). Do spracovania údajov (hodnotenie defoliácie, zmien sfarbenia, prírastku) sú v tejto správe zahrnuté len stromy nadúrovňové a úrovňové (stromy biosociologické postavenia 1 a 2 podľa Krafta). Na každej drevine sme v roku 2008 hodnotili nasledovné parametre:

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

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

Tab. 3.1 Stupne defoliácie

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

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

Tab. 3.2 Stupne sfarbenia

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

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

Tab. 3.3 Kombinácia sfarbenia a defoliácie

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



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



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

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

Tab. 3.4 Zatieneie koruny

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

Tab. 3.5 Viditeľnosť koruny

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

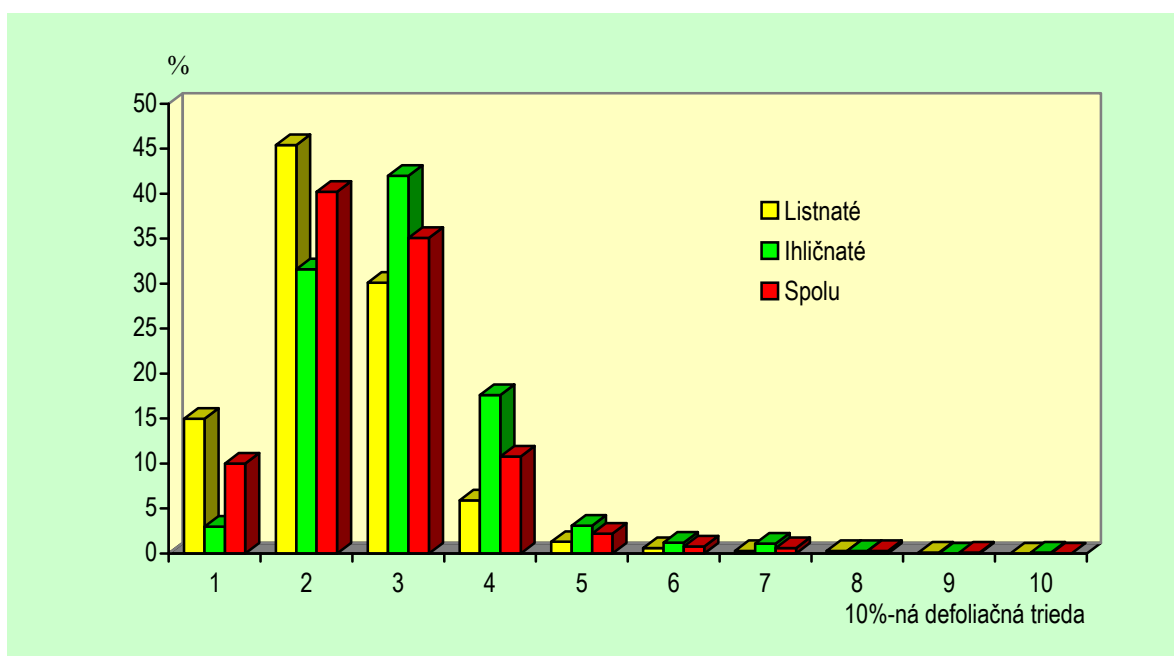
Defoliácia

Defoliácia je základný okulárny symptóm a hlavný indikátor zdravotného stavu drevín. Je to parameter, v ktorom sa odrážajú vnútorné i vonkajšie vplyvy faktorov ovplyvňujúce život jedince

(genetické, klimatické a stanovištné vplyvy, vplyv znečistenia ovzdušia a iné). Výsledky uverejnené v správe sú uvádzané v medzinárodne stanovenej 5-triednej stupnici defoliácie, len v tab. 3.7 a obr. 3.3 sú uverejnené výsledky rozdelené do 10 %-ných tried defoliácie, z dôvodu podať podrobnejšiu informáciu rozdelení hodnôt defoliácie.

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

Zdravotný stav smreka a jedle sa nezlepšuje ani v klimaticky priaznivých rokoch. Oproti roku 2007 sa v tomto roku zvýšil podiel stromov v stupni defoliácie 2-4 u všetkých drevín spolu o 3,7 %. Podiel ihličnatých drevín so stupňom defoliácie 2-4 sa oproti predchádzajúcemu roku zvýšil o 3,6 %, podiel listnatých drevín v stupni defoliácie 2-4 sa zvýšil o 4,2 %. Na obr. 3.3 je znázornené rozdelenie stromov do defoliačných tried. Defoliačné triedy 1-3 (defoliácia 0-30 %) zahŕňujú až 85,3 % zo všetkých stromov. Podiel stromov s defoliáciou väčšou ako 50 % je iba 1,8 %.



Obr. 3.3 Podiel stromov v jednotlivých defoliačných triedach

Tab. 3.6 Percentuálne zastúpenie jednotlivých druhov drevín v stupňoch defoliácie

St. defoliácie	0	1	2	3	4	1+2+3+4	2+3+4	Spolu
% defoliácie	0-10 %	11-25 %	26-60 %	61-99 %	100 %			
Buk	21,1	65,0	13,8	0,1	0,0	78,9	13,9	1337
Dub	0,6	69,6	29,6	0,2	0,0	99,4	29,8	520
Hrab	15,8	62,1	22,1	0,0	0,0	84,2	22,1	240
Ostatné listnaté	11,7	52,6	30,0	5,7	0,0	88,3	35,7	283
Listnaté spolu	15,0	64,2	20,0	0,8	0,0	85,0	20,8	2380
Smrek	2,7	58,2	37,6	1,5	0,0	97,3	39,1	1052
Jedľa	3,2	49,8	45,9	1,1	0,0	96,8	47,0	185
Borovica	3,8	52,0	42,7	1,5	0,0	96,2	44,2	393
Smrekovec	2,7	60,3	37,0	0,0	0,0	97,3	37,0	73
Ihličnaté spolu	3,0	55,9	39,7	1,4	0,0	97,0	41,1	1703
Spolu	10,0	60,7	28,2	1,1	0,0	90,0	29,3	4083

Tab. 3.7 Percentuálne zastúpenie jednotlivých druhov drevín v defoličných 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	21,1	51,6	22,3	3,4	1,0	0,4	0,1	0,0	0,1	0,0	1337
Dub	0,6	40,0	48,8	9,0	1,2	0,2	0,2	0,0	0,0	0,0	520
Hrab	15,8	40,9	37,1	5,8	0,0	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	240
Ost. list.	11,7	37,1	26,9	12,0	4,6	2,1	2,1	2,8	0,7	0,0	283
List. spolu	15,0	46,4	30,1	5,9	1,3	0,6	0,3	0,3	0,1	0,0	2380
Smrek	2,7	35,1	38,3	18,0	3,4	1,0	1,0	0,4	0,0	0,1	1052
Jedľa	3,2	25,4	51,9	16,8	0,5	1,1	1,1	0,0	0,0	0,0	185
Borovica	3,8	25,9	46,1	16,5	4,1	2,0	1,3	0,3	0,0	0,0	393
Smrekovec	2,7	28,8	49,3	19,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	73
Ihl. spolu	3,0	31,6	42,0	17,6	3,1	1,2	1,1	0,3	0,0	0,1	1703
Spolu	10,0	40,2	35,1	10,8	2,1	0,8	0,6	0,3	0,1	0,0	4083

Zmena sfarbenia

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

Tabuľka 3.8 udáva zastúpenie jednotlivých druhov drevín v % v jednotlivých stupňoch zmeny sfarbenia. Od začiatku monitoringu v roku 1987 nevykazuje sledovaná charakteristika podstatnejší vplyv na celkový zdravotný stav. Iba v roku 2003 došlo v agregovanom stupni sfarbenia 1-4 k viac ako dvojnásobnému zväčšeniu podielu stromov (4,5 % oproti 1,9 % zo všetkých stromov v roku 2002). Súvisí to predovšetkým s veľmi suchým vegetačným obdobím. Kým v predchádzajúcich rokoch bola zmena sfarbenia asimilačných orgánov pozorovaná predovšetkým na ihličnatých drevinách, v roku 2003 sa sfarbenie vo väčšej miere objavilo aj u listnatých drevín (hrab 7,1 %, buk 3,4 %, skupina ostatné listnaté dreviny 9,2 %). U ihličnatých stromov sa zmena sfarbenia asimilačných orgánov vyskytovala vo výraznej miere u borovice (na 14,4 % pozorovaných jedincoch), menej u jedle a smreka (na 4,4 %, resp. 2,2 % jedincoch). Výnimočný stav z roku 2003 sa v roku 2004 vrátil opäť do normálu. Podiel všetkých stromov v agregovanom stupni sfarbenia 1-4 klesol na 1,9 %, t.j. na rovnakú úroveň ako v roku 2002. Vo výraznejšej miere sa zmena sfarbenia asimilačných orgánov vyskytovala iba u jedle a borovice (rovnako po 8,0 %). V roku 2005 došlo u týchto dvoch drevín k ďalšiemu zvýšeniu zmeny sfarbenia asimilačných orgánov (jedľa 10,8 %, borovica 9,3 %). U listnatých drevín bolo v roku 2005 pozorovaná diskolorácia asimilačných orgánov iba na malom počte jedincov, aj keď v porovnaní s rokom 2004 došlo k ich miernemu zvýšeniu (najmä zásluhou hrabu s 5,5 % sfarbených stromov). V roku 2006 bola diskolorácia asimilačných orgánov pozorovaná iba na malom počte stromov (2,9 %), prevažne ihličnatých drevín. Sfarbenie asimilačných orgánov sa vo väčšej miere, podobne ako v predchádzajúcich rokoch prejavilo u borovice a jedle (10,4 %, resp. 7,1 %). V roku 2007 bol pozorovaný ešte väčší podiel sfarbených asimilačných orgánov borovice a jedle ako v predchádzajúcich rokoch. Pri jedli bol tento podiel (17,5 %) najvyšší za dovtedy sledované obdobie monitoringu. Vysoký podiel žltnutia asimilačných orgánov bol pozorovaný aj na hraboch (8,8 %). Žltnutie asimilačných orgánov bolo predovšetkým dôsledkom sucha vo vegetačnom období. V roku 2008 bolo pozorované výrazné zvýšenie výskytu sfarbenia asimilačných orgánov u ihličnatých drevín (13,6 %). Najväčší výskyt sfarbenia asimilačných orgánov bol pozorovaný u jedle (až 42,7 %), vysoký výskyt sfarbenia bol aj u borovice (12,2 %) a smreka (9,9 %).

Kombinácia defoliácie a zmeny sfarbenia asimilačných orgánov

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

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

Drevina	0	1	2	3	4	1+2+3+4	2+3+4	Spolu
	0-10 %	11-25 %	26-60 %	61-99 %	100 %			
Buk	99,3	0,6	0,0	0,1	0,0	0,7	0,1	1337
Dub	99,4	0,4	0,0	0,2	0,0	0,6	0,2	520
Hrab	96,3	3,3	0,0	0,4	0,0	3,7	0,4	240
Ost. list.	99,3	0,4	0,3	0,0	0,0	0,7	0,3	283
List. spolu	99,0	0,9	0,0	0,1	0,0	1,0	0,1	2380
Smrek	90,1	7,8	1,6	0,3	0,2	9,9	2,1	1052
Jedľa	57,3	34,6	8,1	0,0	0,0	42,7	8,1	185
Borovica	87,8	5,6	6,6	0,0	0,0	12,2	6,6	393
Smrekovec	100,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	73
Ihl. spolu	86,4	9,9	3,4	0,2	0,1	13,6	3,7	1703
Spolu	93,8	4,7	1,4	0,1	0,0	6,2	1,5	4083

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

Drevina	0	1	2	3	4	1+2+3+4	2+3+4	Spolu
Buk	21,1	65,0	13,8	0,1	0,0	78,9	13,9	1337
Dub	0,6	69,6	29,4	0,4	0,0	99,4	29,8	520
Hrab	15,8	62,1	21,7	0,4	0,0	84,2	22,1	240
Ost. list.	11,7	52,6	30,0	5,7	0,0	88,3	35,7	283
List. spolu	15,0	64,1	20,0	0,9	0,0	85,0	20,9	2380
Smrek	2,7	58,0	36,4	2,9	0,0	97,3	39,3	1052
Jedľa	3,2	49,2	39,5	8,1	0,0	96,8	47,6	185
Borovica	3,8	50,4	39,2	6,6	0,0	96,2	45,8	393
Smrekovec	2,7	60,3	37,0	0,0	0,0	97,3	37,0	73
Ihl. spolu	3,0	55,4	37,4	4,2	0,0	97,0	41,6	1703
Spolu	10,0	60,5	27,2	2,3	0,0	90,0	29,5	4083

3.1.2 Vývoj zdravotného stavu lesa

Tabuľka 3.10 udáva zastúpenie ihličnatých, listnatých a všetkých drevín v jednotlivých stupňoch defoliácie od začiatku vykonávania monitoringu v roku 1987 po rok 2008 v SR. **Pre posúdenie zhoršovania, resp. zlepšovania zdravotného stavu lesov je rozhodujúci podiel stromov v stupňoch defoliácie 2-4.** Za najkritickejší možno považovať rok 1989, kedy do stupňov defoliácie 2-4 bolo zaradených až 49 % stromov. Ale už o dva roky, v roku 1991 bolo zistené k výrazné zlepšenie (iba 28 % stromov v stupni defoliácie 2-4). Od tohto roku sa zdravotný stav lesov postupne zhoršoval až do roku 1994. Rok 1995 nevykázal žiadne výraznejšie zmeny oproti roku 1994. Väčšia defoliácia drevín ako v týchto dvoch rokoch bola pozorovaná iba v už spomínanom roku 1989. Roky 1996-2000 patria k rokom s najlepším zdravotným stavom drevín a v roku 2000 bol zaznamenaný najnižší podiel poškodených stromov (23 %) od začiatku monitoringu. V roku 2001 došlo k zhoršeniu zdravotného stavu hlavne listnatých drevín. Významnú rolu na tom okrem iných faktorov zohrala vysoká plodivosť buka a hraba.

Tab. 3.10 Vývoj zastúpenia jednotlivých druhov drevín v stupňoch defoliácie

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

Rok	Dreviny	Zastúpenie stromov v stupňoch defollácie 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
2002	Ihličnaté	8	52	38	2	0	92	40	2
	Listnaté	23	62	14	1	0	77	15	1
	Spolu	17	58	24	1	0	83	25	1
2003	Ihličnaté	4	56	39	1	0	96	40	1
	Listnaté	14	61	24	1	0	86	25	1
	Spolu	10	59	30	1	0	90	31	1
2004	Ihličnaté	4	60	35	1	0	96	36	1
	Listnaté	16	64	19	1	0	84	20	1
	Spolu	11	62	26	1	0	89	27	1
2005	Ihličnaté	6	59	33	2	0	94	35	2
	Listnaté	21	65	13	1	0	79	14	1

Rok	Dreviny	Zastúpenie stromov v stupňoch defolácie v %							
		0	1	2	3	4	1-4	2-4	3-4
	Spolu	14	63	22	1	0	86	23	1
2006	ihličnaté	5	53	41	1	0	95	42	1
	listnaté	21	62	16	1	0	79	17	1
	spolu	14	58	27	1	0	86	28	1
2007	ihličnaté	5	58	36	1	0	95	37	1
	listnaté	18	65	15	2	0	82	17	2
	spolu	12	62	24	2	0	88	26	2
2008	ihličnaté	3	56	40	1	0	97	41	1
	listnaté	15	64	20	1	0	85	21	1
	spolu	10	61	28	1	0	90	29	1

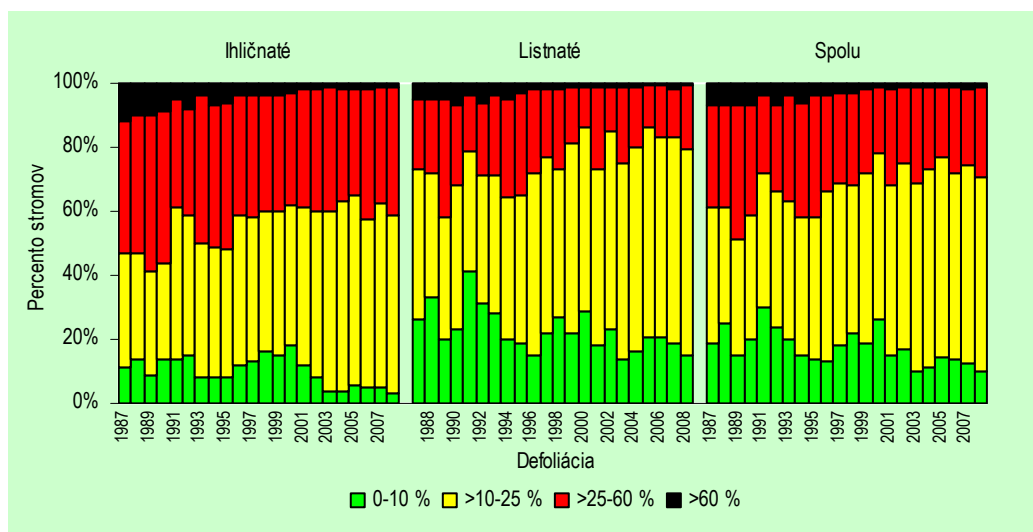
V roku 2002 došlo k zlepšeniu zdravotného stavu u listnatých drevín. Podiel listnatých stromov v defoliačnom stupni 2-4 klesol oproti roku 2001 o 12 % (z 27 na 15 %) a dostal sa takmer na úroveň roku 2000, kedy bol zaznamenaný ich najlepší zdravotný stav od začiatku monitoringu. V roku 2003 sa zdravotný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

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

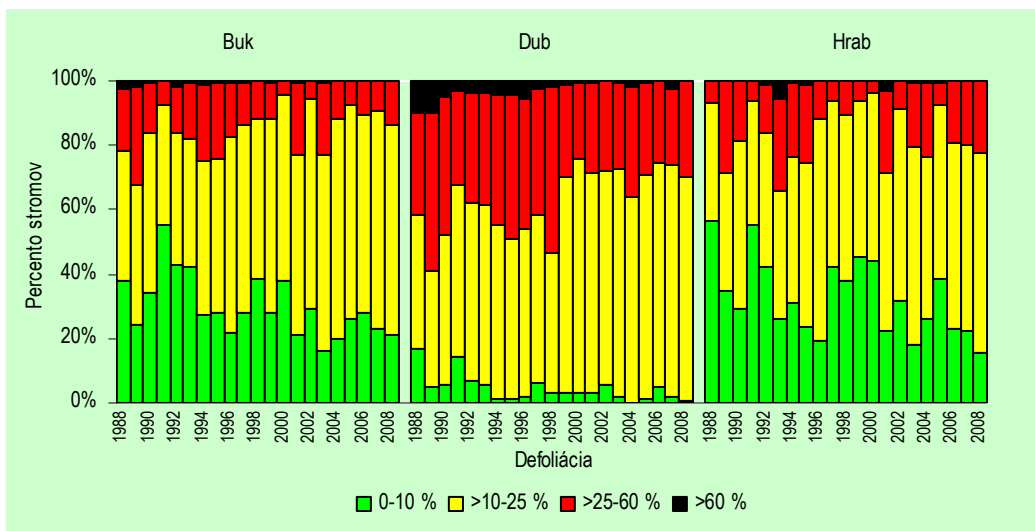
V rokoch 2006 až 2008 došlo iba k malým zmenám oproti roku 2005. Zdravotný stav ihličnatých drevín je od roku 1996 ustálený s podielom stromov v stupni poškodenia 2-4 v rozpätí od 35 do 42 %. Na obrázkoch 3.4 – 3.6 je znázornené zastúpenie vybraných druhov drevín a skupín drevín v jednotlivých stupňoch poškodenia od začiatku monitoringu v roku 1987.

Priemerná defoliácia drevín v rokoch 1988 - 2008

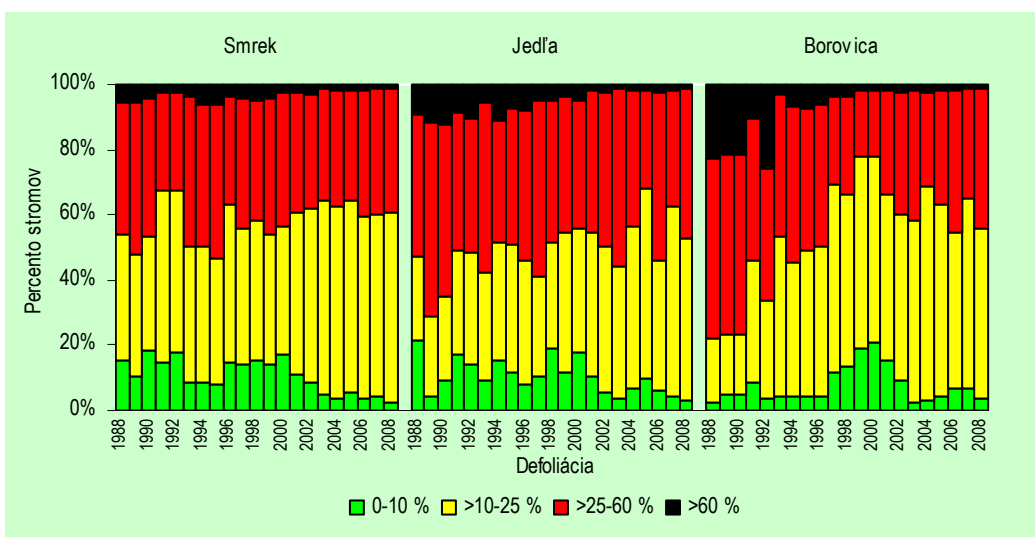
Tabuľka 3.11 udáva základné štatistické veličiny: aritmetický priemer defoliácie a strednú chybu určenej priemernej defoliácie vypočítané pre dvojstupňový výber, od roku 1988 do roku 2008. Na základe strednej chyby je možné určiť v akom intervale sa pohybujú výberové priemery defoliácie pre celú SR so 68 %-nou spoľahlivosťou.



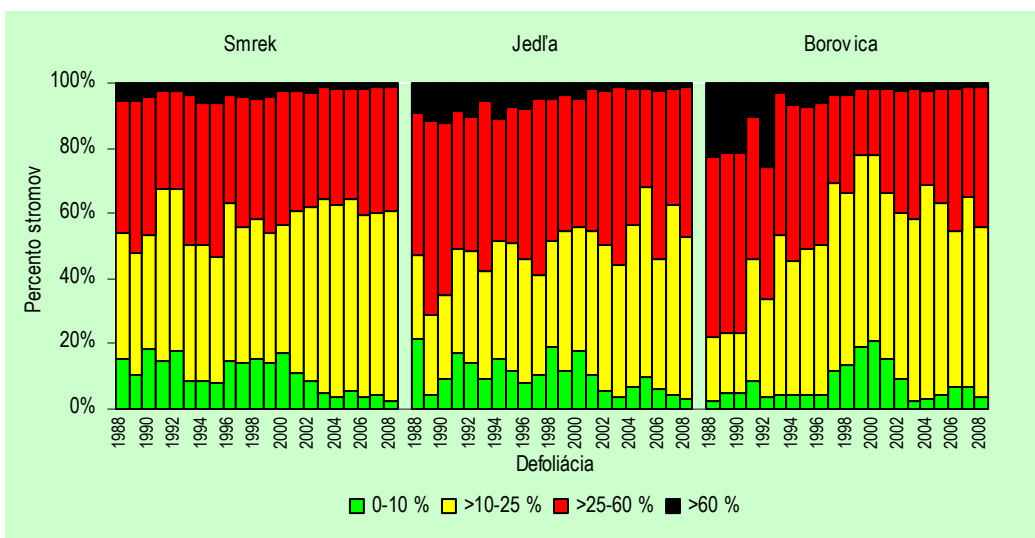
Obr. 3.4 Zastúpenie skupín drevín v jednotlivých stupňoch defolácie



Obr. 3.5 Zastúpenie vybraných listnatých drevín v jednotlivých stupňoch defoliácie



Obr. 3.6 Zastúpenie vybraných ihličnatých drevín v jednotlivých stupňoch defoliácie



Obr. 3.6 Zastúpenie vybraných ihličnatých drevín v jednotlivých stupňoch defoliácie

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. 3.11 Vývoj priemernej defoliácie podľa drevín v rokoch 1988 - 2008 a dosiahnutá presnosť ich určenia pri 68 %-nej spoľahlivosti

Drevina	Priemerná defoliácia v % ± stredná chyba						
	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994
Buk	19,0 ± 1,3	23,0 ± 1,3	17,2 ± 0,9	12,6 ± 1,0	17,2 ± 1,3	17,0 ± 1,4	21,0 ± 1,2
Dub	29,9 ± 2,2	35,4 ± 2,1	30,6 ± 1,9	24,9 ± 1,4	27,0 ± 1,4	27,2 ± 1,3	29,9 ± 1,4
Hrab	13,5 ± 1,2	19,5 ± 2,0	18,4 ± 1,5	13,3 ± 1,3	17,7 ± 2,0	25,3 ± 3,3	19,8 ± 1,6
Jaseň	23,0 ± 3,5	28,6 ± 3,1	37,7 ± 5,2	39,7 ± 5,1	38,0 ± 4,8	30,1 ± 3,4	40,4 ± 5,7
Javor	35,0 ± 5,6	46,0 ± 6,0	38,8 ± 5,6	32,9 ± 3,5	30,0 ± 4,0	30,0 ± 4,3	31,9 ± 3,1
Agát	37,0 ± 3,5	38,1 ± 1,9	73,8 ± 7,7	46,0 ± 7,8	61,4 ± 9,2	50,7 ± 7,1	57,0 ± 6,7
List. spolu	22,5 ± 1,3	26,6 ± 1,3	24,7 ± 1,7	19,2 ± 1,5	23,4 ± 1,7	22,9 ± 1,4	25,9 ± 1,5
Smrek	28,4 ± 1,2	30,8 ± 1,2	28,5 ± 1,2	24,5 ± 1,0	23,9 ± 1,2	29,0 ± 1,0	31,5 ± 1,4
Jedľa	30,5 ± 3,5	38,8 ± 2,2	36,8 ± 3,6	30,8 ± 3,1	32,7 ± 3,6	32,2 ± 2,8	32,6 ± 4,1
Borovica	44,8 ± 2,8	43,8 ± 3,0	43,7 ± 2,9	32,9 ± 2,8	41,8 ± 3,6	28,8 ± 1,5	32,3 ± 1,8
Smrekovec	19,5 ± 3,9	32,7 ± 4,6	29,6 ± 4,7	17,4 ± 3,0	25,6 ± 4,6	27,1 ± 2,1	30,0 ± 4,0
Ihlič. spolu	32,0 ± 1,5	34,5 ± 1,4	32,8 ± 1,4	26,8 ± 1,2	28,8 ± 1,6	29,2 ± 0,9	31,7 ± 1,2
Spolu	26,5 ± 1,1	30,2 ± 1,1	28,1 ± 1,3	22,5 ± 1,1	25,7 ± 1,3	25,6 ± 1,0	28,3 ± 1,1
Drevina	Priemerná defoliácia v % ± stredná chyba						
	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
Buk	20,6 ± 1,1	19,8 ± 0,7	18,3 ± 0,8	16,2 ± 0,9	17,6 ± 0,6	14,9 ± 0,6	20,7 ± 0,8
Dub	30,6 ± 1,2	30,3 ± 1,5	28,0 ± 1,8	30,8 ± 1,6	25,6 ± 1,1	23,3 ± 0,9	24,0 ± 0,7
Hrab	21,8 ± 2,0	18,9 ± 0,8	14,1 ± 1,0	15,7 ± 1,5	14,7 ± 1,7	14,2 ± 1,1	22,7 ± 2,6
Jaseň	33,4 ± 4,3	29,6 ± 3,5	22,8 ± 1,8	27,6 ± 3,3	23,5 ± 1,4	22,9 ± 2,5	24,4 ± 2,3
Javor	28,0 ± 2,6	23,2 ± 1,5	22,4 ± 2,0	21,8 ± 1,5	20,2 ± 1,7	16,5 ± 1,5	20,7 ± 1,9
Agát	48,4 ± 6,1	42,7 ± 4,0	37,0 ± 4,5	45,7 ± 6,2	34,6 ± 4,1	39,8 ± 3,7	37,3 ± 6,7
List. spolu	25,3 ± 1,2	23,8 ± 0,9	21,5 ± 0,9	21,8 ± 1,2	20,4 ± 0,8	18,3 ± 0,8	22,3 ± 0,9
Smrek	31,9 ± 1,1	26,7 ± 1,1	28,0 ± 1,1	27,2 ± 1,1	28,5 ± 1,2	28,2 ± 1,2	26,5 ± 1,0
Jedľa	31,6 ± 3,0	32,8 ± 2,4	33,7 ± 2,3	29,3 ± 3,1	28,6 ± 2,8	28,3 ± 2,9	28,8 ± 1,8
Borovica	32,8 ± 1,9	31,2 ± 1,5	24,8 ± 1,1	25,4 ± 1,5	21,6 ± 1,1	22,0 ± 1,3	24,7 ± 1,3
Smrekovec	27,6 ± 1,7	25,2 ± 3,2	24,7 ± 2,5	23,4 ± 3,5	24,5 ± 1,2	20,3 ± 1,5	26,3 ± 2,6
Ihlič. spolu	32,0 ± 0,9	28,3 ± 0,9	27,7 ± 0,9	26,8 ± 1,0	26,8 ± 1,0	26,5 ± 1,0	26,3 ± 0,8
Spolu	28,1 ± 0,9	25,7 ± 0,7	24,1 ± 0,7	23,9 ± 0,9	23,0 ± 0,7	21,6 ± 0,8	23,9 ± 0,7
Drevina	Priemerná defoliácia v % ± stredná chyba						
	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
Buk	16,5 ± 0,5	21,9 ± 1,0	18,6 ± 0,6	17,1 ± 0,6	17,5 ± 0,6	17,9 ± 0,6	18,8 ± 0,7
Dub	23,4 ± 1,0	24,2 ± 0,9	26,5 ± 1,1	25,0 ± 1,1	23,4 ± 0,8	25,2 ± 1,6	24,5 ± 0,7
Hrab	16,4 ± 1,1	20,4 ± 1,3	19,8 ± 1,8	15,8 ± 1,5	19,7 ± 1,4	20,3 ± 1,4	20,8 ± 1,4
Jaseň	24,0 ± 1,9	27,3 ± 1,9	26,0 ± 2,5	22,3 ± 2,5	28,1 ± 1,9	23,0 ± 1,4	29,7 ± 2,7
Javor	17,5 ± 1,4	20,9 ± 0,9	22,2 ± 2,0	19,9 ± 1,2	21,2 ± 1,3	29,5 ± 4,3	26,8 ± 3,0
Agát	36,1 ± 5,2	37,8 ± 4,6	28,2 ± 5,0	28,0 ± 7,5	28,8 ± 7,2	45,0 ± 10,9	33,5 ± 6,1
List. spolu	19,0 ± 0,8	22,6 ± 0,8	20,9 ± 0,7	19,2 ± 0,6	19,7 ± 0,6	20,8 ± 0,9	21,2 ± 0,7
Smrek	26,5 ± 0,9	25,6 ± 0,8	26,4 ± 0,7	26,4 ± 0,9	27,2 ± 0,9	26,9 ± 0,8	26,9 ± 0,8
Jedľa	29,3 ± 1,7	29,7 ± 1,2	26,8 ± 1,1	25,1 ± 1,1	29,5 ± 1,7	25,8 ± 1,4	27,0 ± 1,2
Borovica	26,4 ± 1,5	27,3 ± 1,1	26,1 ± 1,3	26,6 ± 1,5	27,8 ± 1,5	25,9 ± 1,5	27,7 ± 1,4
Smrekovec	27,4 ± 2,5	27,4 ± 2,4	24,8 ± 1,7	24,6 ± 2,0	22,3 ± 2,0	22,9 ± 1,6	25,1 ± 1,8
Ihlič. spolu	26,9 ± 0,8	26,5 ± 0,7	26,3 ± 0,5	26,2 ± 0,7	27,4 ± 0,7	26,4 ± 0,7	27,0 ± 0,5
Spolu	22,2 ± 0,7	24,2 ± 0,6	23,2 ± 0,5	22,3 ± 0,6	23,1 ± 0,6	23,2 ± 0,7	23,6 ± 0,6

Na overenie štatistickej významnosti rozdielov výberových priemerov jednotlivých drevín bola testovaná hypotéza o rovnosti priemerných defoliácií v rokoch 2007 a 2008. V roku 2008 došlo k zlepšeniu priemerných defoliácií pri listnatých drevinách iba u agátu (o 11,5 %), u jaseňa sa

priemerná defoliácia zhoršila o 6,7 %, u ostatných listnatých drevín sa defoliácia pohybovala na úrovni predchádzajúceho roku. Celkovo došlo u listnatých drevín k zhoršeniu priemernej defoliácie oproti roku 2007 o 0,4 %. Ihličnaté dreviny zhoršili priemernú defoliáciu o 0,6 %. Priemerná defoliácia všetkých drevín sa zhoršila o 0,4 %. Táto zmena však nie je štatisticky významná.

Zmena defoliácie v roku 2008 oproti roku 2007 vyjadruje tzv. brutto zmenu (0,45 %), ktorá nastala tak zmenou stavu korún, ako aj vplyvom ťažby, dopĺňania stromov, alebo presunom z kategórie nehodnotených do kategórie hodnotených a naopak (jedná sa predovšetkým o zmenu sociologického postavenia, pretože hodnotené sú iba stromy sociologického postavenia 1 a 2 podľa Krafťa). Netto zmena – zmena ku ktorej došlo v skúmanom období na rovnakom súbore stromov je zhoršenie o 0,88 %. Rozdiel medzi brutto a netto zmenou bol v roku 2008 0,43 % a bol zapríčinený predovšetkým ťažbou, ktorá zhoršila priemernú defoliáciu o 0,28 %.

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

Tab. 3.12 Test zhody priemerných defoliácií v jednotlivých rokoch

Rok	Počet stromov celkom	\bar{x}	$s_{\bar{x}}$	$\bar{x}_1 - \bar{x}_2$	$r_{1,2}$	$S_{(\bar{x}_1 - \bar{x}_2)}$	t
1988	4513	26,5	1,100				
1989	4513	30,2	1,058	+3,7	0,58	0,989	3,741 **
1990	4493	28,1	1,300	-2,1	0,63	1,037	2,025 *
1991	4468	22,5	1,126	-5,6	0,69	0,968	5,785 **
1992	4403	25,7	1,300	+3,2	0,75	0,873	3,666 **
1993	4353	25,6	1,017	-0,1	0,67	0,976	0,102
1994	4324	28,3	1,085	+2,7	0,71	0,803	3,362 **
1995	4285	28,1	0,919	-0,2	0,74	0,739	0,271
1996	4200	25,7	0,722	-2,4	0,76	0,598	4,013 **
1997	4267	24,1	0,734	-1,6	0,69	0,573	2,792 **
1998	4313	23,9	0,904	-0,2	0,69	0,664	0,301
1999	4264	23,0	0,736	-0,9	0,73	0,623	1,445
2000	4344	21,6	0,759	-1,4	0,74	0,539	2,597 **
2001	4241	23,9	0,692	+2,3	0,68	0,584	3,324 **
2002	4207	22,2	0,686	-1,7	0,74	0,497	3,421 **
2003	4253	24,2	0,604	+2,0	0,61	0,581	3,442 **
2004	4216	23,2	0,541	-1,0	0,67	0,469	2,132 *
2005	4111	22,3	0,594	-0,9	0,70	0,442	2,036 *
2006	3975	23,1	0,618	+0,8	0,70	0,470	1,702
2007	4023	23,2	0,705	+0,1	0,61	0,589	0,170
2008	4083	23,6	0,554	+0,4	0,58	0,592	0,676

kde,

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

** štatisticky potvrdená významnosť rozdielov na hladine významnosti $\alpha = 0,01$

* štatisticky potvrdená významnosť rozdielov na hladine významnosti $\alpha = 0,05$

Dynamika zmien zdravotného stavu lesa na TMP

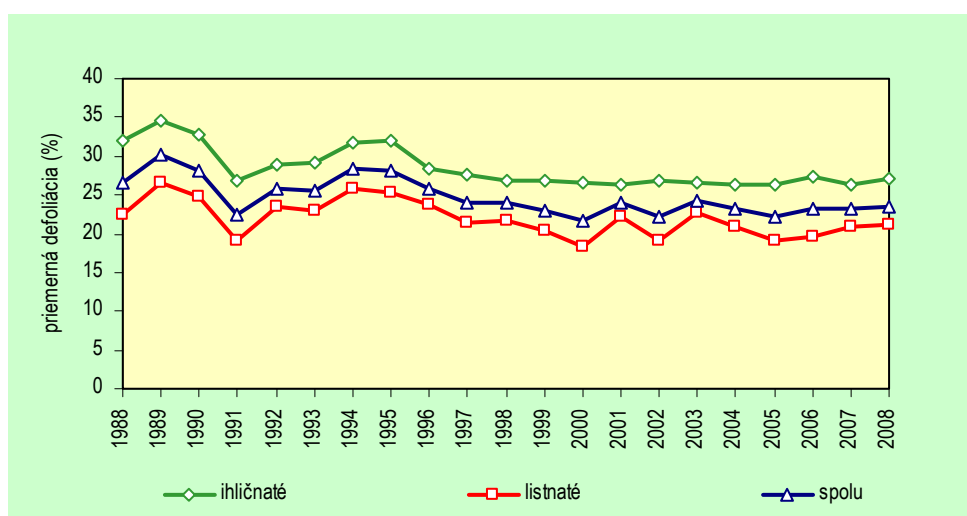
Tabuľka 3.13 vyjadruje dynamiku zmien zdravotného stavu lesov vyjadrenú prostredníctvom zmien podielu stromov zaradených do jednotlivých stupňov defoliácie za obdobie 1999-2008. Hodnoty v tabuľke udávajú percento stromov, ktoré prešli z jedného stupňa defoliácie do druhého resp. ostali v danom stupni defoliácie. V každej dvojici rokov sa hodnotí len súbor totožných stromov. V roku 2008 oproti roku 2007 21 % stromov zhoršilo svoj zdravotný stav, 65 % hodnotených stromov ostalo

na tom istom stupni defoliácie a 14 % stromov svoj stav zlepšilo. **Celkovo sa zdravotný stav hodnotených stromov oproti roku 2007 zhoršil**, podiel stromov ktoré svoj zdravotný stav zlepšili je o 7 % menší ako podiel stromov, ktoré svoj zdravotný stav zhoršili.

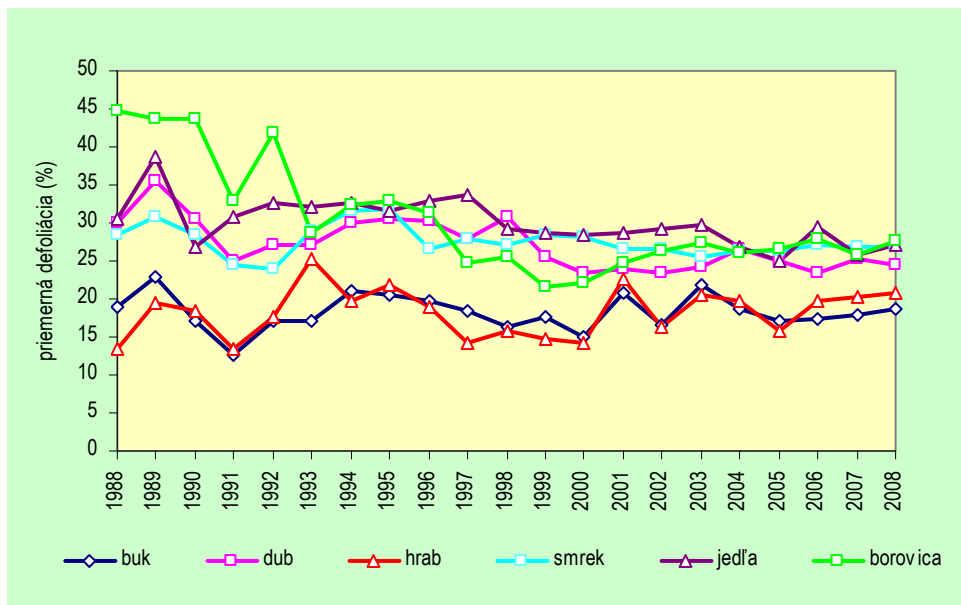
Tab. 3.13 Dynamika zmien zdravotného stavu v rokoch 2001 až 2008

Časť	Pre-Sun	2001-02			2002-03			2003-04			2004-05			2005-06			2006-07			2007-08		
		Ihl. %	List. %	Sp. %	Ihl. %	List. %	Sp. %	Ihl. %	List. %	Sp. %	Ihl. %	List. %	Sp. %	Ihl. %	List. %	Sp. %	Ihl. %	List. %	Sp. %	Ihl. %	List. %	Sp. %
	0-0	6	13	10	3	9	6	2	7	5	2	9	6	3	11	7	2	9	6	1	8	5
	0-1	6	5	5	6	13	10	2	6	4	1	6	4	2	9	6	3	10	7	4	9	7
I.	0-2	0	0	0	0	3	2	0	1	0	0	0	0	1	1	1	0	1	1	0	1	1
	0-3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0-4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	1-0	2	8	6	1	5	4	2	9	6	3	11	7	2	9	6	3	9	6	2	7	5
	1-1	37	43	40	40	43	42	44	44	44	47	49	48	43	47	45	41	45	43	42	46	44
II.	1-2	11	4	6	11	14	13	10	8	9	10	5	7	14	9	11	10	8	8	15	11	13
	1-3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	1-4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	2-0	0	2	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0	1	0
	2-1	10	14	13	11	5	7	13	14	14	11	10	11	8	6	7	14	9	11	9	7	8
III.	2-2	26	9	15	26	7	15	24	10	16	23	8	14	25	6	15	26	6	15	26	7	15
	2-3	1	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	1	1	1	0	0
	2-4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	3-0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	3-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
IV.	3-2	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	1	1
	3-3	1	0	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0
	3-4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
V.	4-4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	N	1623	2498	4121	1635	2434	4069	1759	2455	4214	1781	2330	4111	1726	2249	3975	1696	2237	3933	1593	2247	3840
	Zlepšenie	13	26	20	14	10	12	16	24	21	14	22	19	11	16	14	17	19	18	12	16	14
	Bez zmeny	69	65	67	69	59	63	71	61	65	73	66	69	71	64	67	69	60	64	68	62	65
	Zhoršenie	18	9	13	17	31	25	13	15	14	13	12	12	18	20	19	14	21	18	20	22	21
	Celk. zmena		-7			+13			-7			-7			+5			0		+7		

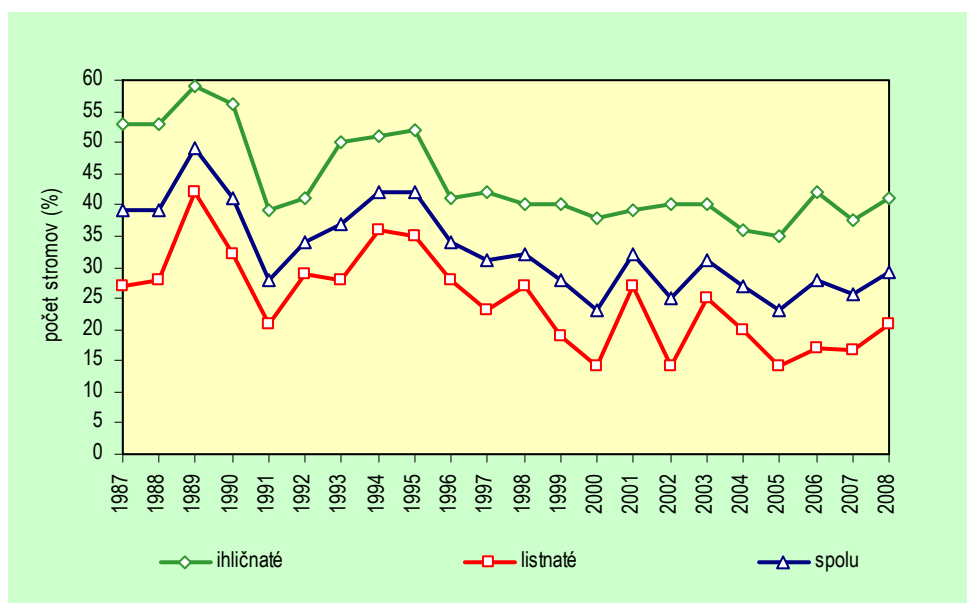
Uvedené hodnoty sú vypočítané z údajov zo všetkých monitorovacích plôch, a preto vyjadrujú priemerné percentuálne zmeny stavu pre celú SR. V jednotlivých oblastiach Slovenska môže byť vývoj zdravotného stavu odlišný. Z obrázku vyplýva, že za obdobie rokov 1987-1996 sa hodnota poškodenia všetkých drevín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



Obr. 3.7 Vývoj priemernej defoliácie



Obr. 3.8 Vývoj priemernej defoliácie pre vybrané druhy drevín



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

V posledných jedenástich rokoch došlo k zlepšeniu zdravotného stavu a priemerná defoliácia všetkých drevín klesla pod 25 %. Ihličnaté dreviny majú od roku 1996 vyrovnané hodnoty priemernej defoliácie (26,2-28,3 %), pri listnatých drevinách dochádza medzi jednotlivými rokmi k väčším výkyvom. Na základe daných výsledkov možno konštatovať, že zdravotný stav lesov Slovenska indikovaný defoliáciou a stupňom poškodenia je v posledných rokoch stabilizovaný, výkyvy v jednotlivých rokoch sú spôsobované predovšetkým klimatickými faktormi.

Vývoj zdravotného stavu v smrečinách

Monitoring zdravotného stavu lesov Slovenska sa vykonáva podľa medzinárodnej metodiky ICP Forests. Táto bola pri svojom vzniku zameraná predovšetkým na čo najlepšie vyhodnotenie poškodenia lesných porastov vplyvom znečisteného ovzdušia, ktorý sa v 80-tych rokoch minulého storočia javil ako najvýznamnejší činiteľ poškodenia lesov Európy. Hodnotenie sa vykonáva na základe hodnotenia defoliácie na stojacich živých stromoch. V prípade, že sa strom vyťaží je

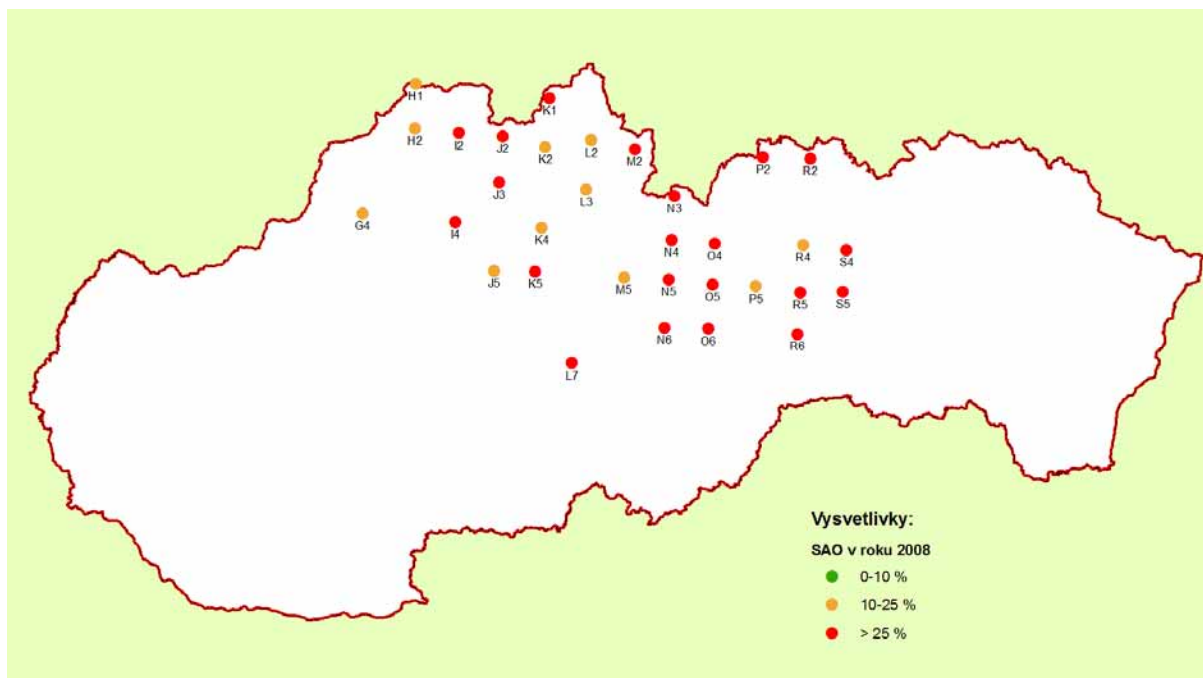
nahradený novým stromom. Tento spôsob, ktorý je vhodný na zisťovanie postupného chradnutia porastov však nezaznamená náhle poškodenia (vetrová kalamita, podkôrniková kalamita - ak strom je v jednom roku relatívne zdravý a v priebehu nasledujúceho vyschne a je vyťažený). V posledných rokoch došlo ku niekoľkým veľkým vetrovým kalamitám a tak isto k značnému poškodeniu smrekových porastov podkôrnikom. Keďže poškodenie porastov vyjadrené pomocou defoliácie stojacich stromov, toto poškodenie nezaznamená (u vetrovej kalamity) alebo ho zaznamená iba čiastočne (u podkôrnikovej kalamity), vyjadrili sme poškodenie smrekových porastov pomocou údajov o vyťažených stromoch a príčine ich ťažby získaných počas monitoringu v posledných desiatich rokoch. Tieto nám poslúžili na detailnejšie vyhodnotenie zdravotného stavu smrekových porastov. V tabuľke 3.13 je uvedený vývoj počtu smrekov na vybraných smrekových TMP, kumulované hodnoty počtu suchých a živých vyťažených stromov a vývrátov. Za živý vyťažený strom bol považovaný strom, ktorý mal pred ťažbou defoliáciu menšiu ako 75 %. Do vyhodnotenia sú zahrnuté iba stromy sociologického postavenia 1 a 2, takže medzi nimi nie sú stromy vrastavé a podúrovňové, ktoré často vyschávajú vplyvom zatienenia.

Tab. 3.14 Vývoj počtu smrekov na TMP a kumulovaný počet vyťažených a vyvrátených stromov

Smrek	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
Počet	1076	1037	1040	1009	959	995	985	1036	984	962	954
SV	0	10	11	26	28	28	34	45	58	65	89
ZV	0	10	57	75	91	93	109	131	159	193	193
VV	0	7	39	42	42	53	57	62	74	74	86

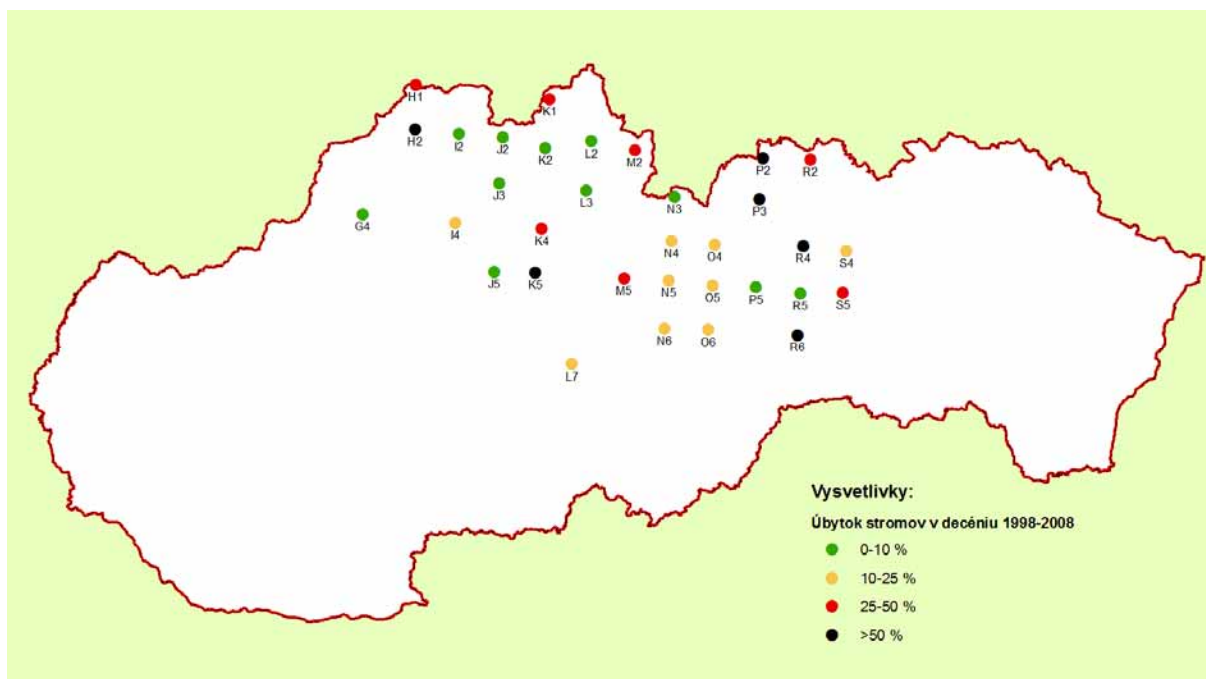
Vysvetlivky: SV – suchý vyťažený strom, ZV – živý vyťažený strom, VV - vývrat

Z porovnania množstva vyťažených stromov s počtom smrekov v roku 1998 vyplýva, že za decénium ubudlo 8,2 % stromov v dôsledku vyťaženia suchárov, 17,9 % stromov v dôsledku ťažby živých stromov (jednalo sa predovšetkým o doruby po vetrových a kôrovcových kalamitách) a 8,0 % v dôsledku vyvrátenia. K najväčšiemu medziročnému nárastu suchárov došlo medzi rokmi 2007 a 2008.



Obr. 3.10 Priemerná defoliácia na smrekových monitorovacích plochách v roku 2008

Obrázok 3.10 znázorňuje priemernú defoliáciu na smrekových TMP v roku 2008. Za smrekové TMP boli považované tie na ktorých bolo zastúpenie smreka väčšie ako 50 %. Všetky plochy majú priemernú defoliáciu väčšiu ako 10 %.



Obr. 3.11 Úbytok stromov v decéniu 1998-2008 na smrekových monitorovacích plochách

Obrázok 3.11 znázorňuje úbytok stromov na smrekových TMP za decénium 1998-2008. Plochy K5 a P3 boli zničené vetrovou kalamitou, plocha H2 bola sčasti zničená vetrom, zvyšok bol napadnutý podkôrnym hmyzom a vyťažený. Plochy P2, R4 a R6 sú napadnuté podkôrnym hmyzom. Vysoký úbytok stromov, spôsobený predovšetkým vetrom, hmyzom a hubami je aj na plochách H1, K1 a M2. Vysoký úbytok stromov na ploche K4 bol zapríčinený prebierkou.

Uvedené údaje poukazujú na to, že hoci priemerná defoliácia stojacich živých stromov smreka je v poslednom období stabilizovaná, došlo k značnému úbytku stromov predovšetkým v dôsledku vetrových a lykožrútových kalamít. Tieto kalamity okrem spomínaných plôch I. úrovne viedli k zničeniu monitorovacej plochy II. úrovne Grónik (zatiaľ bola založená náhradná plocha v blízkosti) a podobný osud zrejme čaká aj TMP II. úrovne v Tatranskej Lomnici od ktorej je rozširujúca sa podkôrníková kalamita iba pár sto metrov.

3.1.3 Monitorovanie výskytu škodlivých činiteľov

Hodnotenie poškodenia drevín na plochách I. úrovne jednotlivými škodlivými činiteľmi sa vykonávalo v období júl – august podľa schválenej metodiky ICP Forests. Na všetkých plochách sa sledovali jednotlivé špecifikácie podľa miesta vzniku (ihlice, listy, tohoročné výhony, terminálne pupene, púčiky, kmeň, koreňové nábehy a pod.), znaku poškodenia (sfarbenie, deformácia, prítomnosť hmyzu a húb, poranenia zlomy, a pod.) a špecifikácie symptómu (konkrétny symptóm poškodenia). Výskyt konkrétneho činiteľa sa vyjadroval podľa určeného číselného kódu, intenzita sa zaznamenávala v percentách.

Stĺpec v tabuľkách „percento“ uvádza na koľkých percentách stromov sa vyskytuje daný typ poškodenia. Nakoľko na jednotlivých stromoch sa súčasne vyskytuje aj viacej typov poškodení, celkový súčet v jednotlivých tabuľkách je vyšší ako 100 %. Nami použitý spôsob sa odlišuje od postupu ICP Forests, kde za základ pri výpočte percent používajú počet jednotlivých pozorovaní, čo zas napr. znemožňuje zistiť, na koľkých stromoch bolo pozorované poškodenie.

V roku 2008 sa vykonávalo hodnotenie na 108-ich plochách (5 003 stromov). Aspoň jeden príznak poškodenia malo takmer 79 % stromov, čo je v porovnaní s predchádzajúcimi rokmi pokles o 8 %. Bez príznakov poškodenia bolo 13,1 % stromov, čo korešponduje s údajmi z predchádzajúcich rokov, pričom hodnotených nebolo 7,7 %. **Najčastejšie sa príznaky zaznamenali na koreňových nábehoch a kmeni, kde bolo poškodených až 59,7 % stromov**, najmä mechanickým spôsobom v dôsledku vykonávania ťažbových zásahov. Poškodenie ihlíc a listov bolo pozorované v priemere na 29,5 %

stromov, čo predstavuje oproti predchádzajúcemu roku pokles o 16,4 %. Poškodenie vetiev a púčikov sa zaznamenalo na 14,1 % hodnotených stromov (nárast 0,6 %). Sumárne údaje o poškodeniach podľa miesta vzniku za všetky dreviny sú uvedené v tabuľke 3.15.

Tab. 3.15 Rozdelenie poškodenia podľa miesta vzniku (sumár za všetky dreviny)

	Poškodená časť	Počet pozorovaní	Percento
Ihličie a listy	Listy	1031	20,6
	Staré ročníky ihličia	250	5,0
	ihličie všetkých ročníkov	136	2,82
	tohtoročné ihličie	61	1,2
	aspoň jedna časť zo skupiny je poškodená	1476	29,5
Vetvy, výhonky a púčiky	tohtoročné výhonky	15	0,3
	Vetvičky Ø<2 cm	140	2,8
	vetvy Ø2<10 cm	488	9,7
	vetvy Ø=>10 cm	35	0,7
	rôzne veľkosti vetiev	0	0,0
	vrcholové výhonky	42	0,8
	Púčiky	0	0,0
	aspoň jedna časť zo skupiny je poškodená	701	14,1
Kmeň a koreňové nábehy	hlavný kmeň alebo kmeň s korunou	418	8,4
	kmeň medzi koreňovými nábehmi a korunou	1768	35,3
	Celý kmeň	363	7,3
	koreňové nábehy a peň (= < 25 cm)	1048	20,9
	aspoň jedna časť zo skupiny je poškodená	2985	59,7
Mŕtve stromy			
Nehodnotené stromy		385	7,7
Stromy bez symptómov poškodenia		656	13,1
Stromy s aspoň jedným druhom poškodenia		3952	78,9
Počet stromov spolu		5 003	

Najčastejšie sa na všetkých plochách vyskytovali poškodenia koreňových nábehov a kmeňov, až 43,3 % stromov malo niektorý príznak poškodenia koreňového nábehu a kmeňa. Rany na koreňových nábehoch sa podieľali na tomto stave 16,7 %, hniloby takmer 11,9 % a príznaky hmyzu sa pozorovali na viac ako 15 % sledovaných stromov. Oproti predchádzajúcemu roku v roku 2008 sa zaznamenalo menej symptómov (o 21,5 %) na ihliciach a listoch, pričom sa zaznamenali na takmer 24,5 % pozorovaní, a to najmä v dôsledku čiastočných defoliácií (10,3 %). Poškodenie vetiev, výhonov a púčikov sa zaznamenalo na takmer 11,4 % sledovaných stromov, čo je na úrovni predchádzajúcich rokov. Podrobnejšie údaje z hodnotenia za všetky dreviny sú uvedené v tabuľke 3.16.

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

Poškodená časť	Symptóm	Počet pozorovaní	Percento
Ihličie a listy	čiasťočne alebo úplne chýbajúce	628	10,3
	Deformácie	2	0,0
	svetlozelené alebo žlté sfarbenie	273	4,5
	červené až hnedé sfarbenie (nekrózy)	225	3,7
	bronzové sfarbenie	0	0,0
	príznaky hmyzu	501	8,2
	iné príznaky	1	0,0
	príznaky húb	1	0,0
	mikrofilie (malé listy)	1	0,0

Poškodená časť	Symptóm	Počet pozorovaní	Percento
	iné symptómy	6	0,1
	aspoň jeden symptóm tejto skupiny	1493	24,5
Vetvy, výhonky a púčiky	mŕtve/odumierajúce	594	9,8
	rany (odreniny, trhliny atď.)	0	0,0
	hniloba, práchnivenie	0	0,0
	smolotok (u ihličnanov)	0	0,0
	Zlomy	18	0,3
	nekrózy/nekrotické časti	1	0,0
	príznaky hmyzu	84	1,4
	príznaky húb	0	0,0
	iné symptómy	0	0,0
	aspoň jeden symptóm tejto skupiny	694	11,4
	Kmeň a koreňové nábehy	rany (odreniny, trhliny)	1017
smolotok (u ihličnanov)		392	6,4
miazgotok (u listnatých)		18	0,3
hniloba, práchnivenie		727	11,9
Deformácie		548	9,0
naklonenie, vychýlenie		0	0,0
Zlom		93	1,5
nekrózy/nekrotické časti		0	0,0
príznaky hmyzu		940	15,4
príznaky húb		0	0,0
iné príznaky		0	0,0
aspoň jeden symptóm tejto skupiny		2637	43,3
Počet stromov spolu		5003	

Z pohľadu jednotlivých skupín škodlivých činiteľov najčastejšou príčinou poškodenia bolo, tak ako aj v predchádzajúcich rokoch pôsobenie hmyzu, ktoré sa zaznamenalo pri 39,7 % pozorovaní (pokles o 7 %), výskyt húb sa zaznamenal na 32 % stromov (nárast o 6 %) a vplyv priamej činnosti človeka sa prejavil na 18,8 % stromov, čo je mierny nárast oproti predchádzajúcemu obdobiu. Podrobnejšie údaje za všetky dreviny sú uvedené v tabuľke 3.17.

Tab. 3.17 Rozdelenie poškodenia podľa príčiny (sumár za všetky dreviny)

Príčina poškodenia	Počet pozorovaní	Percento
Zver a pastva	72	1,4
Hmyz	1989	39,7
Huby	1602	32,0
Abiotické činitele	673	13,5
Priama činnosť človeka	940	18,8
Oheň	0	0,0
Atmosférické znečistenie	2	0,01
Iné faktory (hlavne epifyty)	754	15,1
Pozorované poškodenie ale jeho príčina neidentifikovaná	254	5,1
Aspoň jedna príčina poškodenia	4022	80,1
Spolu	5003	

Buk bol v roku 2008, tak ako aj v predchádzajúcich rokoch najviac poškodzovanou drevinou, pričom aspoň jeden príznak poškodenia bol zaznamenaný pri viac ako 89 % pozorovaní, čo predstavuje 7 % ročný pokles. Najčastejšie poškodenou časťou stromu boli koreňové nábehy a kmeň (79,1 %), poškodenie asimilačných orgánov bolo pozorované na takmer 31,7 % stromov (pokles o 27 %), poškodenie vetiev a výhonov sa zaznamenalo pri 12,2 % pozorovaní, čo korešponduje s výsledkami z predchádzajúcich rokov. Podrobnejšie údaje sú uvedené v tabuľke 3.18.



Obr. 3.12 Poškodenie koreňového nábehu smreka ťažbovou činnosťou (foto R. Leontovyč)



Obr. 3.13 Kmeň smreka poškodený jeleňou zverou (foto R. Leontovyč)

Tab. 3.18 Rozdelenie poškodenia buka podľa miesta vzniku

Poškodená časť		Počet pozorovaní	Percento
Listy	Listy	503	31,7
Vetvy, výhonky a púčiky	Tohtoročné výhonky	0	0,0
	vetvičky $\varnothing < 2$ cm	22	1,4
	vetvy $\varnothing 2 < 10$ cm	146	9,2
	vetvy $\varnothing = > 10$ cm	10	0,6
	rôzne veľkosti vetiev	0	0,0
	Vrcholové výhonky	8	0,5
	Púčiky	0	0,0
	aspoň jedna časť zo skupiny je poškodená	194	12,2
Kmeň a koreňové nábehy	hlavný kmeň alebo kmeň s korunou	30	1,9
	kmeň medzi koreňovými nábehmi a korunou	890	56,1
	celý kmeň	257	16,2
	koreňové nábehy a peň ($= < 25$ cm)	424	26,7
	aspoň jedna časť zo skupiny je poškodená	1255	79,1
Nehodnotené stromy		27	1,7
Stromy bez symptómov poškodenia		142	8,9
Stromy s aspoň jedným druhom poškodenia		1417	89,3
Počet stromov spolu		1587	

V porovnaní s predchádzajúcim rokom pokleslo poškodenie listov buka o 23 %. Poškodenie listov sa zaznamenalo pri takmer 32 % pozorovaní, vetiev a výhonov u 12,1 % hodnotených stromov. Každoročne najintenzívnejšie poškodenie buka zaznamenávame na koreňových nábehoch a kmeni. V roku 2008 bol aspoň jeden symptóm poškodenia týchto častí stromov zaznamenaný na takmer 73 % stromov, rany a deformácie kmeňov sa zistili na 25,1 % stromov, hniloby na 14,5 % stromov. Prítomnosť hmyzu, najmä červca bukoveho (*Cryptococcus fagi*) a zástupcov rodu *Stigmella* sa zaznamenala až pri takmer 56 % pozorovaniach. Podrobnejšie údaje sú uvedené v tabuľke 3.19.

Tab. 3.19 Rozdelenie poškodenia buka podľa jednotlivých symptómov

Poškodená časť	Symptóm	Počet pozorovaní	Percento
Listy	čistočne alebo úplne chýbajúce	229	14,4
	Deformácie	1	0,1
	svetlozelené alebo žlté sfarbenie	96	6,0
	Červené až hnedé sfarbenie (nekrózy)	7	0,4
	bronzové sfarbenie	0	0,0
	Príznačky hmyzu	262	16,5
	iné príznaky	0	0,0
	Príznačky húb	0	0,0
	mikrofilie (malé listy)	0	0,0
	iné symptómy	0	0,0
	aspoň jeden symptóm tejto skupiny	503	31,7
	Vetvy, výhonky a púčiky	mŕtve/odumierajúce	183
rany (odreniny, trhliny atď.)		0	0,0
Hniloba, práchnivenie		0	0,0
Zlomy		8	0,5
Nekrózy/nekrotické časti		1	0,1
Príznačky hmyzu		0	0,0
Príznačky húb		0	0,0
iné symptómy		0	0,0
aspoň jeden symptóm tejto skupiny		192	12,1
Kmeň a koreňové nábehy	rany (odreniny, trhliny)	398	25,1
	miazgotok (u listnatých)	14	0,9
	Hniloba, práchnivenie	230	14,5
	Deformácie	224	14,1
	naklonenie, vychýlenie	0	0,0
	Zlom	4	0,3
	Príznačky hmyzu	884	55,7
	Príznačky húb	0	0,0
	iné príznaky	0	0,0
	aspoň jeden symptóm tejto skupiny	1155	72,8
Počet stromov spolu		1587	

Prítomnosť hmyzu sa zaznamenala na viac ako 79 % pozorovaní, čo predstavuje 5 % nárast oproti predchádzajúcemu roku. Najčastejšie sa na kmeni vyskytoval červc bukový (*Cryptococcus fagi*) a drobník (*Stigmella* sp.). Poškodenia listov spôsobovali zástupcovia rodu *Mikiola* a *Rhyncheanus fagi*. Prítomnosť hubových patogénov sa zaznamenala na viac ako 38 % pozorovaní (nárast o 15,5%) pričom najčastejšie sa vyskytovali drevokazné a parazitické huby na kmeňoch (*Fomes fomentarius*, *Ustulina deusta*). Poškodenie koreňových nábehov a kmeňov činnosťou človeka (najmä ťažbové zásahy) sa zaznamenalo na takmer 24 % pozorovaní (nárast o 4 %). Podrobnejšie údaje sú uvedené v tabuľke 3.20.

Tab. 3.20 Rozdelenie poškodenia buka podľa príčiny

Príčina poškodenia	Počet pozorovaní	Percento
Zver a pastva	1	0,1
Hmyz	1259	79,3
Huby	605	38,1
Abiotické činitele	164	10,3
Priama činnosť človeka	379	23,9
Oheň	0	0,0
Atmosférické znečistenie	0	0,0
Iné faktory (hlavne epifyty)	155	9,8
Pozorované poškodenie ale jeho príčina neidentifikovaná	13	0,8
Aspoň jedna príčina poškodenia	1416	89,2
Spolu	1587	

Aspoň jeden príznak poškodenia na **dube** sa zaznamenal na viac ako 58 % stromov (pokles o 36 %), čo súvisí najmä z ukončením gradácie listožravého hmyzu v dubinách. Poškodenie asimilačných

orgánov v dôsledku pôsobenia defoliátorov (obaľovače, piadivky a skočky) sa zaznamenalo pri 34,5 % pozorovaní (pokles o 47 %). Poškodenie vetiev a výhonov sa zistilo na 14,2 % stromov (pokles o 13 %). Koreňové nábehy a kmene malo poškodených takmer 27 % dubov. Podrobnejšie údaje sú uvedené v tabuľke 3.21.

Tab.3.21 Rozdelenie poškodenia duba podľa miesta vzniku

Poškodená časť		Počet pozorovaní	Percento
Listy	Listy	194	34,5
Vetvy, výhonky a púčiky	tohtoročné výhonky	0	0,0
	vetvičky Ø<2 cm	36	6,4
	vetvy Ø2<10 cm	71	12,6
	vetvy Ø=>10 cm	2	0,4
	rôzne veľkosti vetiev	0	0,0
	vrcholové výhonky	3	0,5
	Púčiky	0	0,0
	aspoň jedna časť zo skupiny je poškodená	80	14,2
Kmeň a koreňové nábehy	Hlavný kmeň alebo kmeň s korunou	8	1,4
	kmeň medzi koreňovými nábehmi a korunou	74	13,2
	celý kmeň	11	2,0
	koreňové nábehy a peň (= < 25 cm)	71	12,6
	aspoň jedna časť zo skupiny je poškodená	151	26,9
Nehodnotené stromy		138	24,6
Stromy bez symptómov poškodenia		95	16,9
Stromy s aspoň jedným druhom poškodenia		327	58,2
Počet stromov spolu		562	

V porovnaní s predchádzajúcimi rokmi došlo v dubinách k výraznému poklesu poškodenia asimilačných orgánov defoliátormi. Znaky hmyzu sa zaznamenali na takmer 13 % pozorovaní. Odumieranie vetiev a výhonov sa zaznamenalo na 14,4 % dubov, pričom sa jednalo najmä o príznaky tracheomykóznych ochorení. V porovnaní s ostatnými drevinami bolo poškodenia koreňových nábehov a kmeňov nižšie, pohybovalo sa na úrovni 22 %. Podrobnejšie informácie sú uvedené v tabuľke 3.22.

Tab.3.22 Rozdelenie poškodenia duba podľa jednotlivých symptómov

Poškodená časť	Symptóm	Počet pozorovaní	Percento
Listy	čiastočne alebo úplne chýbajúce	77	13,7
	deformácie	0	0,0
	svetlozelené alebo žlté sfarbenie	17	3,0
	červené až hnedé sfarbenie (nekrózy)	52	9,3
	bronzové sfarbenie	0	0,0
	príznaky hmyzu	71	12,6
	iné príznaky	0	0,0
	príznaky húb	0	0,0
	mikrofilie (malé listy)	0	0,0
	iné symptómy	0	0,0
	aspoň jeden symptóm tejto skupiny	196	34,9
Vetvy, výhonky a púčiky	mŕtve/odumierajúce	81	14,4
	rany (odreniny, trhliny atď.)	0	0,0
	hniloba, práchnivenie	0	0,0
	Zlomy	0	0,0
	nekrózy/nekrotické časti	0	0,0
	príznaky hmyzu	0	0,0
	príznaky húb	0	0,0
	iné symptómy	0	0,0
	aspoň jeden symptóm tejto skupiny	81	14,4
Kmeň a koreňové nábehy	rany (odreniny, trhliny)	40	7,1
	miazgotok (u listnatých)	0	0,0
	hniloba, práchnivenie	40	7,1
	Deformácie	51	9,1

Poškodená časť	Symptóm	Počet pozorovaní	Percento
	naklonenie, vychýlenie	0	0,0
	Zlom	0	0,0
	nekrózy/nekrotické časti	0	0,0
	príznaky hmyzu	2	0,4
	príznaky húb	0	0,0
	iné príznaky	0	0,0
	aspoň jeden symptóm tejto skupiny	123	21,9
Počet stromov spolu		562	

Celkom bola prítomnosť hmyzu na dube zaznamenaná na takmer 34 % pozorovaní. Najčastejšie sa zaznamenali druhy spôsobujúce defoliácie, jednalo sa najmä o piadivky rodu *Operophtera*, obalovače rodu *Tortrix* a skočky *Altica quercetorum*. Na monitorovacích plochách sa v roku 2008 výskyt mníšky veľkohlavej (*Lymantria dispar*) nezistil. Prítomnosť hubových patogénov sa zaznamenala na 16,4 % pozorovaní (pokles o 6 %). Najčastejšie sa vyskytovali zástupcovia rodov *Inonotus*. Výskyt epifytov (imelo, imelovec) na duboch sa zaznamenal na 15,5 % pozorovaní. Podrobnejšie údaje sú uvedené v tabuľke 3.23.

Tab. 3.23 Rozdelenie poškodenia duba podľa príčiny poškodenia

Príčina poškodenia	Počet pozorovaní	Percento
Zver a pastva	0	0,0
Hmyz	191	34,0
Huby	92	16,4
Abiotické činitele	41	7,3
Priama činnosť človeka	28	5,0
Oheň	0	0,0
Atmosférické znečistenie	0	0,0
Iné faktory (hlavne epifyty)	87	15,5
Pozorované poškodenie ale jeho príčina neidentifikovaná	22	3,9
Aspoň jedna príčina poškodenia	326	58,0
Spolu	562	100,0

Na **smreku** sa aspoň jeden príznak poškodenia zaznamenal na viac ako 79,6 % stromov, čo je takmer zhodný údaj s predchádzajúcimi rokmi. Najvýraznejšie sa prejavy poškodenia, tak ako aj pri väčšine ostaných drevín prejavili na koreňových nábehoch a kmeňoch, kde bolo zaznamenaných viac ako 69 % pozorovaní (pokles o 3 %). Najviac boli smreký poškodené v oblasti medzi koreňovým nábehom a korunou (39,8 %). Poškodenie asimilačných orgánov sa zistilo pri 16 % pozorovaní, odumieranie vetiev a výhonov pri takmer 10 % pozorovaní, čo je na úrovni predchádzajúcich rokov. Podrobnejšie údaje sú uvedené v tabuľke 3.24.

Tab. 3.24 Rozdelenie poškodenia smreka podľa miesta vzniku

Poškodená časť	Počet pozorovaní	Percento	
Ihličie	staré ročníky ihličia	137	10,5
	ihličie všetkých ročníkov	72	5,5
	tohtoročné ihličie	0	0,0
	aspoň jedna časť zo skupiny je poškodená	209	16,0
Vetvy, výhonky A púčiky	tohtoročné výhonky	14	1,1
	vetvičky Ø<2 cm	80	6,1
	vetvy Ø2<10 cm	23	1,8
	vetvy Ø=>10 cm	0	0,0
	rôzne veľkosti vetiev	0	0,0
	vrcholové výhonky	3	0,2
	Púčiky	0	0,0
	aspoň jedna časť zo skupiny je poškodená	119	9,1
	Kmeň a koreňové nábehy	hlavný kmeň alebo kmeň s korunou	117
kmeň medzi koreňovými nábehmi a korunou		519	39,8
celý kmeň		47	3,6
koreňové nábehy a peň (= < 25 cm)		370	28,4

Poškodená časť	Počet pozorovaní	Percento
aspoň jedna časť zo skupiny je poškodená	904	69,3
Mŕtve stromy		
Nehodnotené stromy	88	6,7
Stromy bez symptómov poškodenia	170	13,0
Stromy s aspoň jedným druhom poškodenia	1039	79,6
Počet stromov spolu	1305	

Najvýraznejšie sa na smrekoch prejavili rany na koreňových nábehoch a kmeni, prítomnosť ktorých sme zaznamenali na 32 % stromov (pokles o 4%). Smolotok na koreňových nábehoch a kmeňoch sa vyskytoval na takmer 28 % stromov (pokles o 4 %) a hniloby na takmer 24 % stromov (pokles 2 %). Poškodenie ihlič sa zistilo na 15,7 % stromov, pričom najčastejšie súviselo s ich svetlozeleným alebo žltým sfarbením (7,1 %). Podrobnejšie údaje sú uvedené v tab. 3.25.

Tab. 3.25 Rozdelenie poškodenia na smreku podľa jednotlivých symptómov

Poškodená časť	Symptóm	Počet pozorovaní	Percento
Ihličie	čiastočne alebo úplne chýbajúce	101	7,7
	Deformácie	0	0,0
	svetlozelené alebo žlté sfarbenie	93	7,1
	červené až hnedé sfarbenie (nekrózy)	12	0,9
	bronzové sfarbenie	0	0,0
	príznaky hmyzu	0	0,0
	iné príznaky	1	0,1
	príznaky húb	0	0,0
	mikrofilie (malé listy)	0	0,0
	iné symptómy	6	0,5
	aspoň jeden symptóm tejto skupiny	205	15,7
Vetvy, výhonky a púčiky	mŕtve/odumierajúce	32	2,5
	rany (odreniny, trhliny atď.)	0	0,0
	hniloba, práchnivenie	0	0,0
	smolotok (u ihličnanov)	0	0,0
	Zlomy	3	0,2
	nekrózy/nekrotické časti	0	0,0
	príznaky hmyzu	83	6,4
	príznaky húb	0	0,0
	iné symptómy	0	0,0
	aspoň jeden symptóm tejto skupiny	117	9,0
Kmeň a koreňové nábehy	rany (odreniny, trhliny)	417	32,0
	smolotok (u ihličnanov)	350	26,8
	hniloba, práchnivenie	315	24,1
	Deformácie	122	9,3
	naklonenie, vychýlenie	0	0,0
	Zlom	39	3,0
	Nekrózy/nekrotické časti	0	0,0
	Príznaky hmyzu	40	3,1
	Príznaky húb	0	0,0
	iné príznaky	0	0,0
	Aspoň jeden symptóm tejto skupiny	757	58,0
	Počet stromov spolu	1305	

Najčastejšie sa vyskytujúcou príčinou poškodenia smrekov v minulom roku bola prítomnosť parazitických a drevokazných húb, to až na 37,5 % stromov (nárast 8 %). Jednalo sa najmä o hubových patogénov rodov *Armillaria*, *Stereum*. Často sa vyskytovala aj „červená hniloba“ spôsobené hubou *Heterobasidion annosum*. Vplyvom priameho pôsobenia človeka bolo poškodených 30,4 % stromov, čo predstavuje 9 % nárast. Najčastejšie sa jednalo o poškodenia koreňových nábehov a kmeňov ťažbovými zásahmi. Pôsobenie abiotických činiteľov bolo na úrovni predchádzajúceho roka a zaznamenalo sa na 15,2 % stromov, pričom sa jednalo najmä o vrcholcové zlomy. Podrobnejšie údaje sú uvedené v tabuľke 3.26.

Tab. 3.26 Rozdelenie poškodenia smreka podľa príčiny

Príčina poškodenia	Počet pozorovaní	Percento
Zver a pastva	65	5,0
Hmyz	162	12,4
Huby	489	37,5
Abiotické činitele	198	15,2
Priama činnosť človeka	397	30,4
Oheň	0	0,0
Atmosférické znečistenie	0	0,0
Iné faktory (hlavne epifyty)	129	9,9
Pozorované poškodenie ale jeho príčina neidentifikovaná	96	7,4
Aspoň jedna príčina poškodenia	1031	79,0
Spolu	1305	

Jedľa bola v roku 2008 po buku druhou najpoškodzovanejšou drevinou, aj keď sa jej poškodenie v porovnaní s predchádzajúcim rokom znížilo o takmer 10 %. Najčastejšie sa na jedli zaznamenali poškodenia na koreňových nábehoch a kmeňoch (48,1 %), čo predstavuje takmer pokles o 4 %. Naopak poškodenie asimilačných orgánov sa zistilo na 36,7 % stromov, čo je viac ako 7 % nárast. Opätovne narástlo (o takmer 20 %) odumieranie vetiev a výhonov, pričom v roku 2008 sa zistilo na takmer 55 % stromov. Podrobnejšie údaje sú uvedené v tabuľke 3.27.

Tab. 3.27 Rozdelenie poškodenia jedle podľa miesta vzniku

Poškodená časť	Počet pozorovaní	Percento	
Ihličie	staré ročníky ihličia	61	25,7
	ihličie všetkých ročníkov	24	10,1
	tohtoročné ihličie	2	0,8
	aspoň jedna časť zo skupiny je poškodená	87	36,7
Vetvy, výhonky a púčiky	tohtoročné výhonky	0	0,0
	vetvičky Ø<2 cm	5	2,1
	vetvy Ø2<10 cm	123	51,9
	vetvy Ø=>10 cm	0	0,0
	rôzne veľkosti vetiev	0	0,0
	vrcholové výhonky	15	6,3
	Púčiky	0	0,0
	aspoň jedna časť zo skupiny je poškodená	130	54,9
Kmeň a koreňové nábehy	hlavný kmeň alebo kmeň s korunou	33	13,9
	kmeň medzi koreňovými nábehmi a korunou	74	31,2
	celý kmeň	5	2,1
	koreňové nábehy a peň (= < 25 cm)	22	9,3
	aspoň jedna časť zo skupiny je poškodená	114	48,1
Nehodnotené stromy	29	12,2	
Stromy bez symptómov poškodenia	14	5,9	
Stromy s aspoň jedným druhom poškodenia	194	81,9	
Počet stromov spolu	237		

Na jedli v roku 2008 sa najčastejšie poškodenia vyskytovali na vetvách, kedy na viac ako polovici stromov sa zaznamenali odumreté vetve. Poškodenie koreňových nábehov a kmeňov sa zistilo na 41,7 % stromov. Deformácie kmeňov sa zistili na 15,2 % jedlí, smolotok sa zaznamenal na 12,7 % stromov. Nárast poškodenie asimilačných orgánov sa prejavil najmä v červenaní a hnednutí ihličia (32,5 % všetkých pozorovaní), čo predstavuje 20 % nárast. Podrobnejšie údaje sú uvedené v tabuľke 3.28.

Tab. 3.28 Rozdelenie poškodenia jedle podľa jednotlivých symptómov

Poškodená časť	Symptóm	Počet pozorovaní	Percento
Ihličie	čiastočne alebo úplne chýbajúce	0	0,0
	Deformácie	0	0,0
	svetlozelené alebo žlté sfarbenie	11	4,6
	červené až hnedé sfarbenie (nekrózy)	77	32,5

Poškodená časť	Symptóm	Počet pozorovaní	Percento
	bronzové sfarbenie	0	0,0
	príznaky hmyzu	0	0,0
	iné príznaky	0	0,0
	príznaky húb	0	0,0
	mikrofilie (malé listy)	0	0,0
	iné symptómy	0	0,0
	aspoň jeden symptóm tejto skupiny	87	36,7
	Vetvy, výhonky a púčiky	mŕtve/odumierajúce	120
rany (odreniny, trhliny atď.)		0	0,0
hniloba, práchnivenie		0	0,0
smolotok (u ihličnanov)		0	0
Zlomy		4	1,6
nekrózy/nekrotické časti		0	0
príznaky hmyzu		0	0
príznaky húb		0	0
iné symptómy		2	0,8
aspoň jeden symptóm tejto skupiny		123	51,9
Kmeň a koreňové nábehy	rany (odreniny, trhliny)	29	12,2
	smolotok (u ihličnanov)	30	12,7
	hniloba, práchnivenie	5	2,1
	Deformácie	36	15,2
	naklonenie, vychýlenie	0	0
	Zlom	0	0
	nekrózy/nekrotické časti	0	0
	príznaky hmyzu	1	0,4
	príznaky húb	0	0
	iné príznaky	0	0
	aspoň jeden symptóm tejto skupiny	99	41,7
Počet stromov spolu		237	

Takmer 42 % hodnotených jedlí malo v korune imelo. Prítomnosť hubových patogénov sa zaznamenala na 37,6 % pozorovaní (nárast o 14 %). Najčastejšie sa na jednotlivých plochách vyskytovali druhy rodov *Armillaria*, *Ganoderma*. Abiotickými činiteľmi bolo poškodených 35 % jedlí, jednalo sa najmä o deformácie kmeňov spôsobené vetrovými a snehovými kalamitami v minulosti, ako aj vrcholcové zlomy zo snehovej kalamity z roku 2005/2006. Podrobnejšie údaje o jednotlivých činiteľoch sú uvedené v tabuľke 3.29.

Tab. 3.29 Rozdelenie poškodenia jedle podľa príčiny

Príčina poškodenia	Počet pozorovaní	Percento
Zver a pastva	2	0,8
Hmyz	1	0,4
Huby	89	37,6
Abiotické činitele	83	35,0
Priama činnosť človeka	30	12,7
Oheň	0	0,0
Atmosférické znečistenie	2	0,8
Iné faktory (hlavne epifyty)	98	41,4
Pozorované poškodenie ale jeho príčina neidentifikovaná	25	10,5
Aspoň jedna príčina poškodenia	191	80,6
Spolu	237	

Aspoň jeden príznak poškodenia **borovice** bol zaznamenaný na takmer 71 % stromov, čo je v porovnaní s predchádzajúcim rokom nárast o takmer 11 %. Až 46,8 % borovic malo v roku 2008 poškodený koreňový nábeh alebo kmeň (nárast 16,6 %). Najmä kmene v oblasti koruny boli poškodené v rozsahu 37 %, najmä v dôsledku deformácií spôsobených vetrovými a snehovými kalamitami v predchádzajúcom období. V porovnaní s ostatnými drevinami sú borovice na monitorovacích plochách menej poškodené na koreňových nábehoch. Poškodenie ihlíc sa pohybovalo

na úrovni 30 %, čo v porovnaní s predchádzajúcim rokom predstavuje mierne zlepšenie (o 4 %). Poškodené boli najmä staršie ročníky ihlič (12,6%) najmä v dôsledku napadnutia sypavkami. Poškodenie vetiev a výhonov sa zaznamenalo na 2,7 % pozorovaní, čo predstavuje mierny pokles. Podrobnejšie údaje sú uvedené v tabuľke 3.30.

Tab. 3.30 Rozdelenie poškodenia borovice podľa miesta vzniku

Poškodená časť		Počet pozorovaní	Percento
Ihličie	staré ročníky ihličia	52	12,6
	ihličie všetkých ročníkov	37	9,0
	Tohtoročné ihličie	34	8,3
	aspoň jedna časť zo skupiny je poškodená	122	29,6
Vetvy, výhonky a púčiky	Tohtoročné výhonky	1	0,2
	vetvičky Ø<2 cm	5	1,2
	vetvy Ø2<10 cm	4	1,0
	vetvy Ø=>10 cm	1	0,2
	rôzne veľkosti vetiev	0	0,0
	Vrcholové výhonky	0	0,0
	Púčiky	0	0,0
	aspoň jedna časť zo skupiny je poškodená	11	2,7
Kmeň a koreňové nábehy	hlavný kmeň alebo kmeň s korunou	152	36,9
	kmeň medzi koreňovými nábehmi a korunou	43	10,4
	Celý kmeň	2	0,5
	koreňové nábehy a peň (= < 25 cm)	14	3,4
	aspoň jedna časť zo skupiny je poškodená	193	46,8
Nehodnotené stromy		12	2,9
Stromy bez symptómov poškodenia		108	26,2
Stromy s aspoň jedným druhom poškodenia		292	70,9
Počet stromov spolu		412	

Červené až hnedé sfarbenie ihlič sa zaznamenalo na 18,2 % borovic, svetlo zelené až žlté sfarbenia na 6,6 % stromov. Poškodenie vetiev a výhonov sa zistilo na 2,4 % stromov. Prítomnosť rán v dôsledku mechanického poškodenia bola na úrovni 5 %. Podrobnejšie údaje sú uvedené v tabuľke 3.31

Tab. 3.31 Rozdelenie poškodenia borovice podľa jednotlivých symptómov

Poškodená časť	Symptóm	Počet pozorovaní	Percento
Ihličie	Čiastočne alebo úplne chýbajúce	23	5,6
	Deformácie	1	0,2
	svetlozelené alebo žlté sfarbenie	27	6,6
	červené až hnedé sfarbenie (nekrózy)	75	18,2
	bronzové sfarbenie	0	0,0
	príznaky hmyzu	0	0,0
	iné príznaky	0	0,0
	príznaky húb	0	0,0
	mikrofilie (malé listy)	1	0,2
	iné symptómy	0	0,0
	aspoň jeden symptóm tejto skupiny	123	29,9
	Vetvy, výhonky a púčiky	mŕtve/odumierajúce	10
rany (odreniny, trhliny atď.)		0	0,0
Hniloba, práchnivenie		0	0,0
smolotok (u ihličnanov)		0	0,0
Zlomy		0	0,0
Nekrózy/nekrotické časti		0	0,0
príznaky hmyzu		0	0,0
príznaky húb		0	0,0
iné symptómy		0	0,0

Poškodená časť	Symptóm	Počet pozorovaní	Percento
	aspoň jeden symptóm tejto skupiny	10	2,4
Kmeň a koreňové nábehy	rany (odreniny, trhliny)	20	4,9
	smolotok (u ihličnanov)	5	1,2
	Hniloba, práchnivenie	10	2,4
	Deformácie	10	2,4
	naklonenie, vychýlenie	0	0,0
	Zlom	2	0,5
	Nekrózy/nekrotické časti	0	0,0
	príznačky hmyzu	0	0,0
	príznačky húb	0	0,0
	iné príznaky	0	0,0
	aspoň jeden symptóm tejto skupiny	184	44,7
	Počet stromov spolu		412

Spomedzi jednotlivých škodlivých činiteľov sa na borovici v roku 2008 najčastejšie zaznamenala prítomnosť imela a to na 33 % borovic. Mierne taktiež vzrástol podiel húb (o 3 %), pričom v minulom roku sa príznaky poškodenia zaznamenali na 18,2 % stromoch. Najčastejšie sa na asimilačných orgánoch vyskytovali sypavky rodu *Lophodermium*, na koreňových nábehoch kmeňoch sa vyskytovala koreňovka vrstevnatá (*Heterobasidion annosum*) a huby rodu *Phellinus*. Poškodenia spôsobené vplyvom abiotických činiteľov dosahovali takmer 16 %. Údaje o výskyte jednotlivých škodlivých činiteľov sú uvedené v tabuľke 3.32.

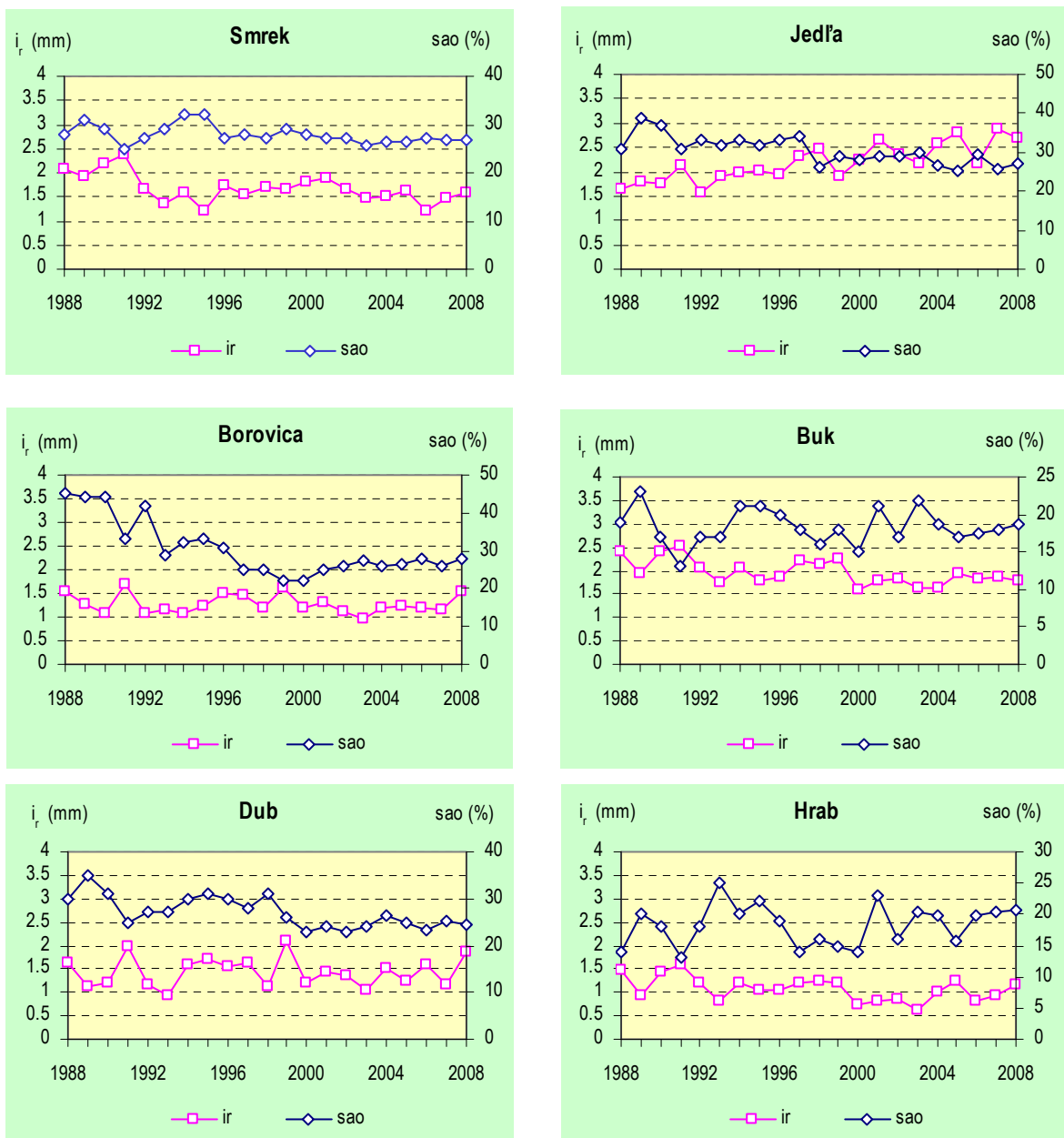
Tab. 3.32 Rozdelenie poškodenia borovice podľa príčiny

Príčina poškodenia	Počet pozorovaní	Percento
Zver a pastva	1	0,2
Hmyz	2	0,5
Huby	75	18,2
Abiotické činitele	65	15,8
Priama činnosť človeka	20	4,9
Oheň	0	0,0
Atmosférické znečistenie	0	0,0
Iné faktory (hlavne epifyty)	136	33,0
Pozorované poškodenie ale jeho príčina neidentifikovaná	33	8,0
Aspoň jedna príčina poškodenia	289	70,1
Spolu	412	

3.1.4 Vývoj a kvantifikácia zmien hrúbkového prírastku

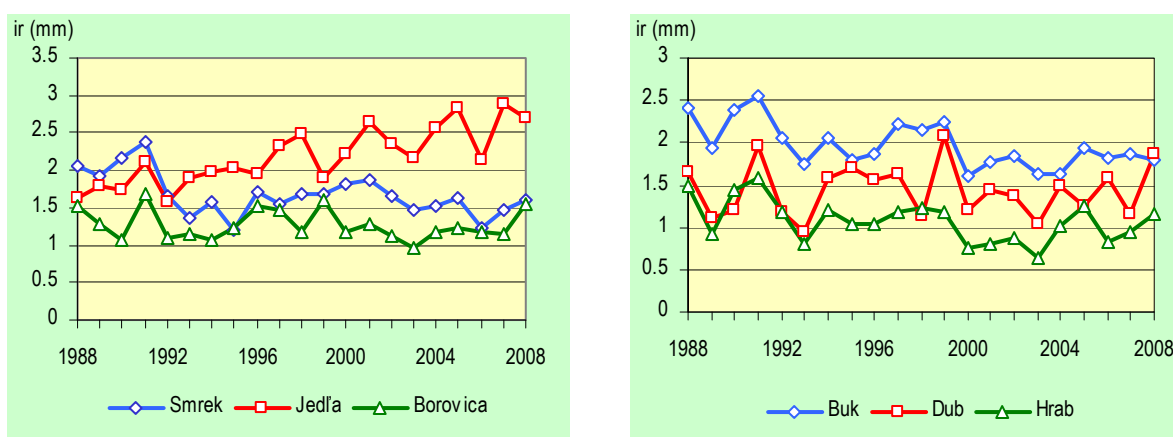
Zhoršenie zdravotného stavu lesov sa nepriaznivo prejavuje na produktivnosti lesných porastov. Z taxačných veličín sa najväčší význam prisudzuje hrúbkovému prírastku, pretože ide o základný a ľahko zistiteľný komponent objemového prírastku. Na obr. 3.14 je znázornená priemerná defoliácia vybraných drevín a vývoj radiálneho hrúbkového prírastku (i_r), vypočítaného ako priemerná hodnota zo všetkých jedincov danej dreviny. Obrázok demonštruje nepriamu závislosť medzi týmito parametrami. Zvýšenie defoliácie sa v tom istom roku spravidla prejaví znížením prírastku. V niektorých rokoch sa táto nepriama úmernosť medzi defoliáciou a radiálnym hrúbkovým prírastkom hlavne u listnatých drevín nepotvrdí. Je to zapríčinené tým, že defoliácia je len jedným z faktorov ovplyvňujúcich hrúbkový prírastok. Napríklad v roku 2000 bol asimilačný aparát listnatých drevín na začiatku vegetačného obdobia dobre vyvinutý (defoliácia bola nízka), ale veľké letné suchá sa podieľali na malom hrúbkovom prírastku (u buka a hraba minimum za celé pozorované obdobie 1988-2001, u duba veľmi blízko od minima). V roku 2001 boli klimatické podmienky priaznivejšie, došlo k zvýšeniu hrúbkových prírastkov, ale u buka a hraba sa opäť nepotvrdila nepriama úmernosť, pretože vplyvom silnej plodivosti došlo k štatisticky významnému zvýšeniu ich priemernej defoliácie. V roku 2002 došlo u ihličnatých drevín k miernemu poklesu hrúbkových prírastkov pri štatisticky nevýznamnej zmene defoliácie. U buka a hraba bol v porovnaní s predchádzajúcim rokom hrúbkový

prírastok mierne vyšší, ale zmena nebola taká veľká ako by sa dalo predpokladať vzhľadom na výrazné zlepšenie priemernej defoliácie týchto drevín. V roku 2003 priemerný radiálny prírastok poklesol v porovnaní s rokom 2002 u všetkých druhov drevín. Bolo to zapríčinené predovšetkým deficitom zrážok vo vegetačnom období. V roku 2004 bol u všetkých drevín radiálny prírastok vyšší ako v klimaticky nepriaznivom predchádzajúcom roku. Výnimku tvorí iba buk, kde radiálny prírastok ostal na rovnakej úrovni ako v roku 2003. V roku 2005 došlo k ďalšiemu zvyšovaniu hrúbkového prírastku všetkých pozorovaných drevín s výnimkou duba. Rok 2006 bol opakom predchádzajúceho, u všetkých sledovaných drevín okrem duba bol ročný hrúbkový prírastok v porovnaní s rokom 2005 menší. Vo všeobecnosti môžeme povedať, že v rokoch 2001-2003 a 2006 dochádzalo k znižovaniu hrúbkového prírastku, v rokoch 2004-2005 k jeho zvyšovaniu. Rok 2007 bol zvláštny tým, že ako už bolo spomenuté, došlo k štatisticky významnému zhoršeniu zdravotného stavu u listnatých drevín, ale u ihličnatých drevín naopak k jeho štatisticky významnému zlepšeniu. Tento fakt korešponduje aj s vývojom radiálneho hrúbkového prírastku, keď u ihličnatých drevín sa tento v porovnaní s rokom 2006 zväčšil u smreka a jedle (u borovice ostal na úrovni roka 2006), kým u listnatých drevín sa zmenšil (dub) alebo ostal na úrovni predchádzajúceho roka (buk, hrab). V roku 2008 bol pozorovaný jeden z najväčších prírastkov za celé sledované obdobie u borovice a u duba.



Obr. 3.14 Vývoj radiálneho hrúbkového prírastku (i_r) a defoliácie v rokoch 1988-2008

Na obrázku 3.15 je znázornený vývoj priemerného radiálneho hrúbkového prírastku vybraných druhov listnatých a ihličnatých drevín v rokoch 1988-2008. Vývoj hrúbkového prírastku u jednotlivých druhov listnatých drevín je veľmi podobný (u buka a hraba skoro totožný). Najväčší prírastok bol u týchto drevín dosiahnutý v roku 1991, najmenšie hrúbkové prírastky boli v rokoch 1989, 1993 a 2000. Vývoj hrúbkového prírastku u jednotlivých druhov ihličnatých drevín je odlišný. Borovica má vývoj hrúbkového prírastku podobný ako listnaté dreviny. Smrek a jedľa majú svoj špecifický vývoj hrúbkového prírastku. Prírastok drevín v nižších vegetačných stupňoch je viac závislý od množstva atmosférických zrážok, ako prírastok drevín v horských polohách, kde zvyčajne nedochádza k deficitu zrážok.



Obr. 3.15 Vývoj priemerného radiálneho hrúbkového prírastku vybraných druhov drevín

3.1.5 Európsky extenzívny monitoring – zhrnutie aktuálnych poznatkov

Výsledky hodnotenia defoliácie v roku 2007

Rok 2007 bol dvadsiatym druhým rokom hodnotenia stavu lesov v Európe v rámci ICP Forests. Do hodnotenia zdravotného stavu lesa v národných sieťach bolo zapojených 30 zo 40 krajín ICP Forests. Tieto národné hodnotenia zahŕňali 193466 stromov na 12601 plochách. V rámci európskej monitorovacej siete, zahrňujúcej iba TMP v sieti 16x16 km, bolo v roku 2007 hodnotených 104399 stromov na 4834 plochách v 27 krajinách. Hlavným ukazovateľom zdravotného stavu bola defoliácia. Výsledky sú zhrnuté v tabuľkách 3.33-3.35 a graficky znázornené na obrázkoch 3.16-3.18 podľa údajov v správach Forest Condition in Europe - 2008 Technical Report a The Condition of Forests in Europe - 2008 Executive Report, vydaných PCC v Hamburgu v roku 2008.

Priemerná defoliácia v roku 2007 bola 20,5 %, čo predstavuje zhoršenie oproti roku 2006 o 0,6 %. Najvyššiu priemernú defoliáciu mal dub (*Quercus robur* a *Q. petraea*) – 25,5 %, nasledovali buk (21,2 %), smrek (19,5 %) a borovica (18,0 %). 21,8 % zo všetkých hodnotených stromov bolo klasifikovaných ako poškodené, t.j. s defoliáciou väčšou ako 25 %. Na rozdiel od slovenských lesov v európskych lesoch je väčší podiel poškodených stromov u listnatých drevín než u drevín ihličnatých. V lesoch Európy bolo v roku 2007 poškodených 25,9 % listnatých drevín a 18,8 % ihličnatých drevín. Zo štvorice európskych drevín s najväčším zastúpením je najviac poškodený (vyjadrené pomocou podielu stromov s defoliáciou nad 25 %) dub letný a zimný (35,2 %), nasleduje smrek (25,4 %), buk (24,2 %) a borovica (14,3 %). Priestorová distribúcia poškodenia lesov v Európe v roku 2007 vyjadrená pomocou percenta poškodených stromov je na obrázku 3.16. Plochy so stromami s defoliáciou väčšou ako 25 % sa nachádzajú po celej Európe, ale koncentrované sú hlavne v strednej a východnej Európe. Plochy s priemernou defoliáciou vyššou ako 50 % sa nachádzajú hlavne v Českej republike, na Slovensku, v južnom Poľsku, západnom Bielorusku a v horských oblastiach Rumunska a Bulharska, bežné sú aj v Taliansku, Nórsku, severnom Švédsku, južnom Poľsku a strednom Nemecku. Oblasti s malým percentom poškodených stromov sú hlavne v Rakúsku, Bielorusku, južnom Švédsku, južnom Fínsku, východnom Nemecku, v častiach Pyrenejského polostrova a pobaltských štátov.

Priestorová distribúcia poškodenia lesov v Európe v roku 2007 vyjadrená pomocou priemernej defoliácie na TMP je na obrázku 3.17. Čo sa týka trendov vývoja zdravotného stavu, na 12,8 %

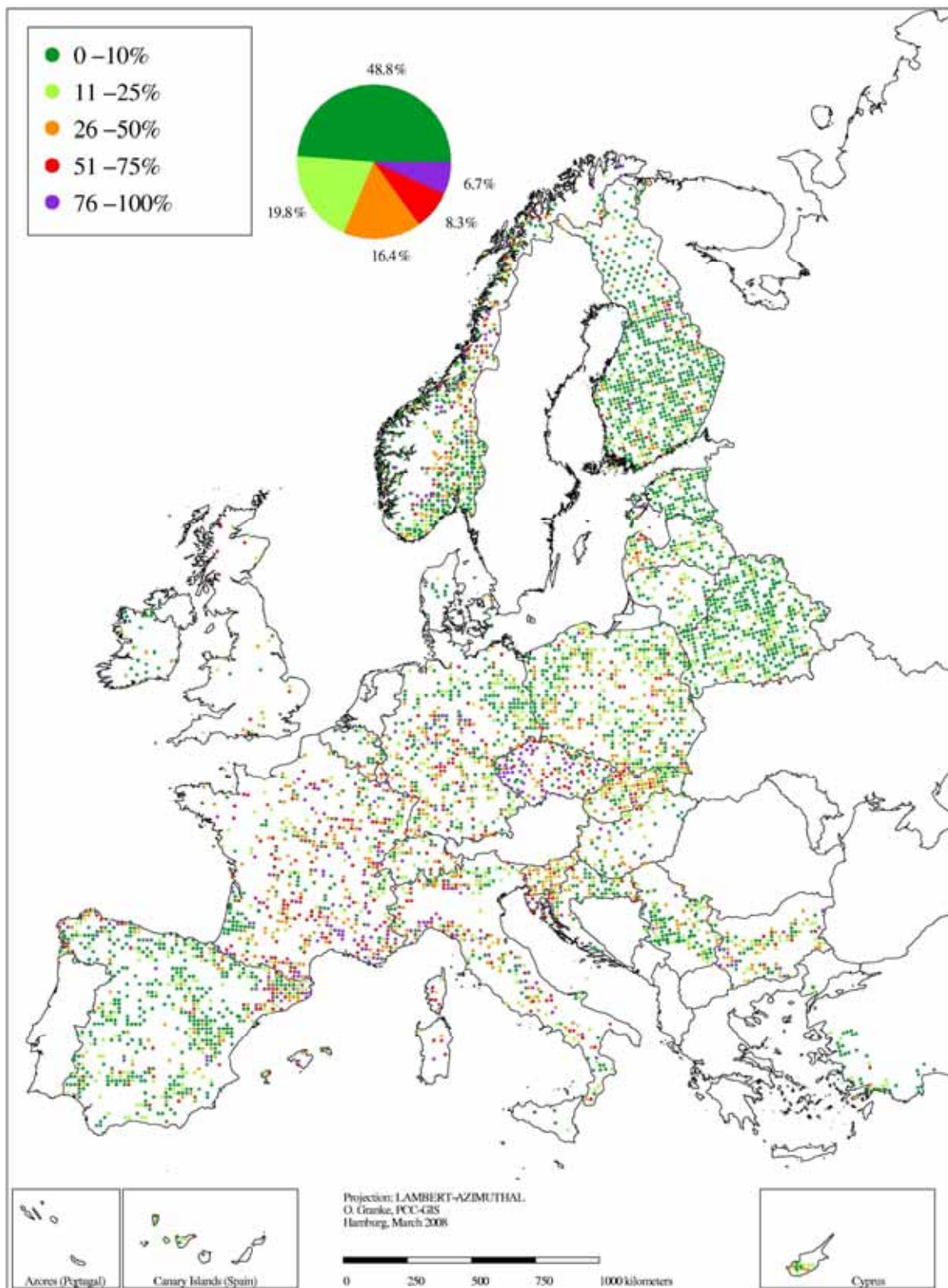
všetkých plôch bolo pozorované signifikantné zvýšenie priemernej defoliácie, na 80,9 % nebola pozorovaná žiadna významná zmena v defoliácii a na 6,3 % plôch bolo pozorované signifikantné zlepšenie priemernej defoliácie v porovnaní s rokom 2006 (pozri obr. 3.18). Výsledky hodnotenia zmeny sfarbenia asimilačných orgánov uvádza tabuľka 3.35. V rámci celej Európy vykazuje 5,9 % všetkých drevín diskoloráciu väčšiu ako 10 %.

Tab. 3.33 Výsledky hodnotenia defoliácie v roku 2007 v Európe

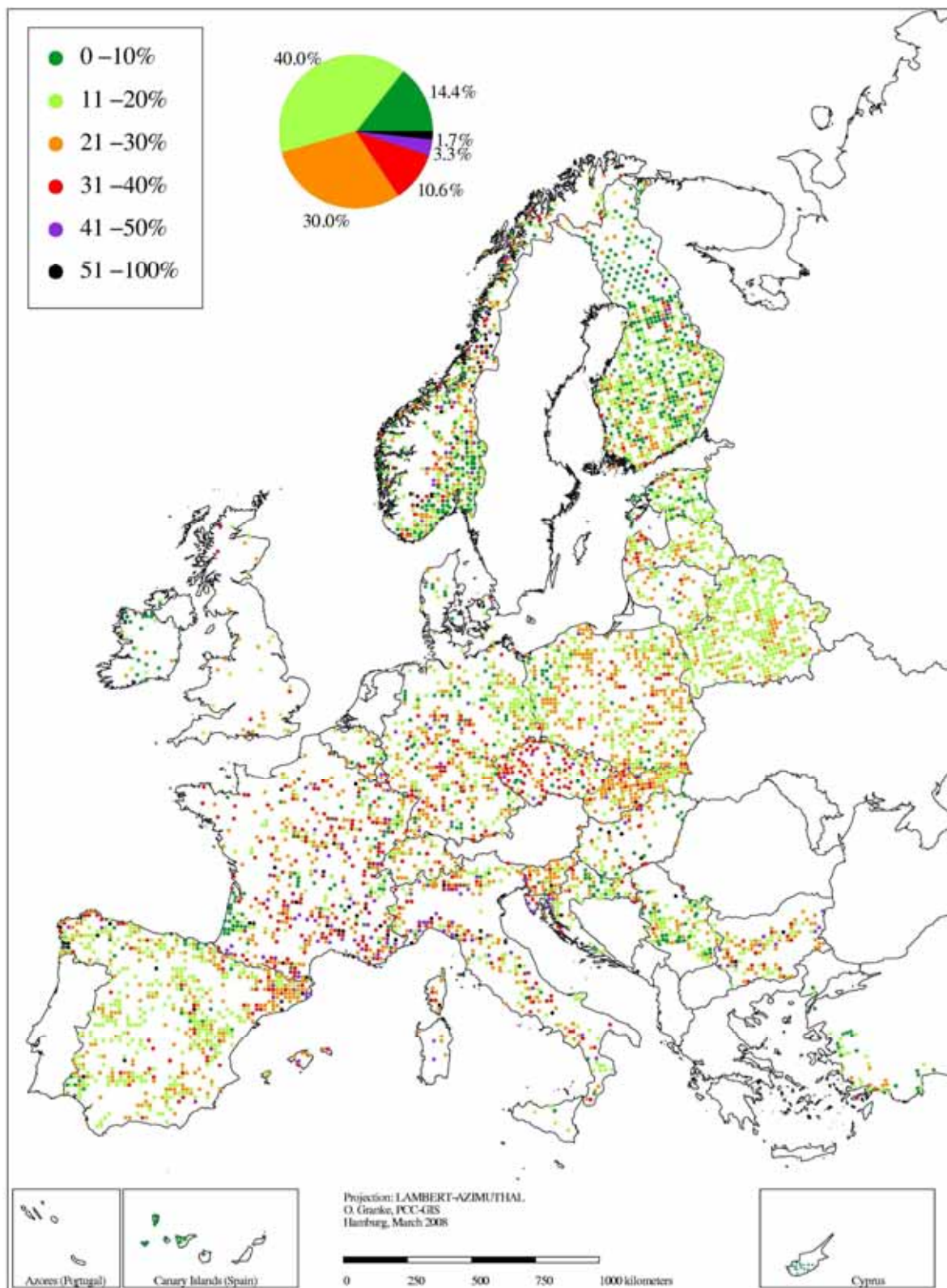
Štát	Počet hodnotených stromov	Stupne poškodenia				
		0	1	2	3+4	2+3+4
Albánsko		v roku 2007 neposkytli údaje				
Anglicko	3744	26,5	47,5	23,8	2,2	26,0
Belgicko	2863	34,5	49,1	14,9	1,5	16,4
Bielorusko	9425	34,0	57,9	6,6	1,5	8,1
Bulharsko	4926	20,5	49,9	23,9	5,8	29,7
Cyprus	360	10,3	73,0	16,4	0,3	16,7
Česká rep.	5489	12,2	30,7	55,4	1,7	57,1
Dánsko	442	67,4	26,5	4,5	1,6	6,1
Estónsko	2209	50,1	43,1	5,2	1,6	6,8
Fínsko	11199	52,1	37,4	9,5	1,0	10,5
Francúzsko	10073	29,0	35,6	31,8	3,6	35,4
Grécko		v roku 2007 neposkytli údaje				
Holandsko		v roku 2007 neposkytli údaje				
Chorvátsko	2012	37,2	37,7	21,6	3,5	25,1
Írsko	772	76,3	17,5	5,4	0,8	6,2
Lichtenštajnsko		v roku 2007 neposkytli údaje				
Litva	6538	20,2	67,5	10,2	2,1	12,3
Lotyšsko	8278	20,0	65,0	12,9	2,1	15,0
Luxembursko		v roku 2007 neposkytli údaje				
Maďarsko	1872	51,8	27,5	12,5	8,2	20,7
Moldavsko	14176	36,1	31,4	25,1	7,4	32,5
Nemecko	10241	30,0	45,2	23,2	1,6	24,8
Nórsko	9161	37,4	36,4	21,4	4,8	26,2
Poľsko	9160	23,8	56,1	19,4	0,8	20,2
Portugalsko		v roku 2007 neposkytli údaje				
Rakúsko		v roku 2007 neposkytli údaje				
Rumunsko	5232	34,7	42,1	21,6	1,6	23,2
Rusko		v roku 2007 neposkytli údaje				
Slovensko	4023	12,6	61,8	24,0	1,6	25,6
Slovinsko	1056	22,3	42,0	30,7	5,2	35,8
Srbsko	2860	55,2	29,4	13,5	1,9	15,4
Španielsko	14880	18,0	64,3	14,6	3,1	17,6
Švajčiarsko	1028	27,8	49,8	12,8	9,6	22,4
Švédsko	7208	52,6	29,5	15,8	2,1	17,9
Taliano	6636	24,0	40,3	30,1	5,6	35,7
Turecko	949	58,0	33,8	7,6	0,6	8,2
Ukrajina	36596	68,6	24,3	5,8	1,3	7,1

Tab. 3.34 Percentá stromov v defoliačných triedach a priemerná defoliácia pre listnaté, ihličnaté a všetky dreviny spolu

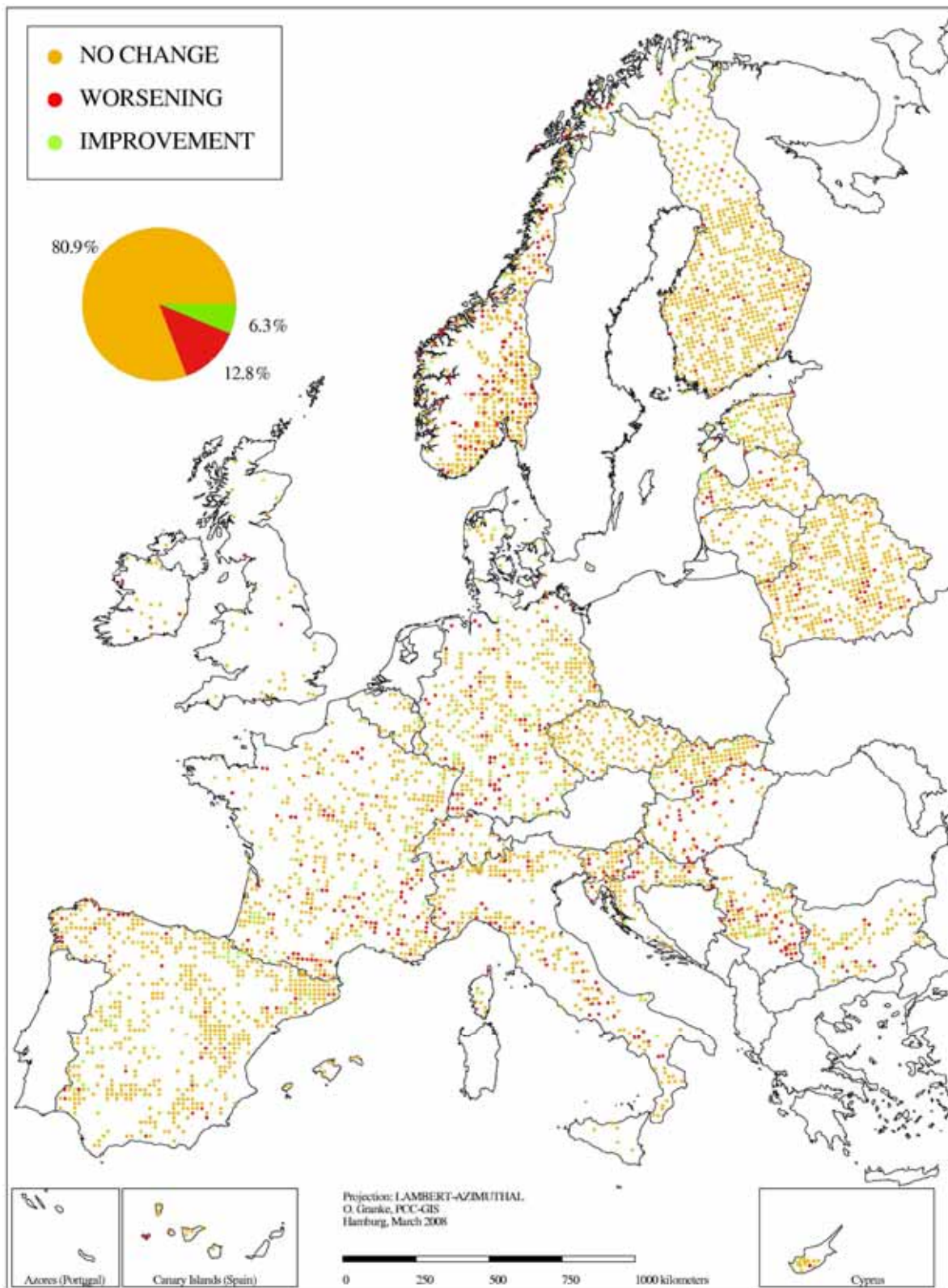
Dreviny	Percentá stromov v defoliačných triedach							Defoliácia		Počet stromov	
	0-10%	>10-25%	0-25%	>25-60%	>60%	mŕtve	>25%	Ar. priem	Medián		
EU	Listnaté	22,5	49,4	72,0	24,4	2,7	0,9	28,0	23,6	20	35950
	Ihličnaté	32,1	47,3	79,4	18,6	1,3	0,7	20,6	19,7	15	46517
	Spolu	27,9	48,2	76,1	21,2	1,9	0,8	23,9	21,4	20	82467
Európa spolu	<i>Buk</i>	27,9	47,9	75,8	22,2	1,4	0,4	24,2	21,2	20	8684
	<i>Dub</i>	17,1	47,7	64,8	31,8	2,3	1,1	35,2	25,5	20	6818
	Listnaté	26,7	47,4	74,1	22,4	2,6	0,9	25,9	22,5	20	45258
	<i>Smrek</i>	37,1	37,5	74,6	23,3	1,7	0,4	25,4	19,5	15	15756
	<i>Borovica</i>	34,5	51,2	85,7	12,9	0,9	0,5	14,3	18,0	15	29724
	Ihličnaté	34,2	47,0	81,2	16,8	1,3	0,7	18,8	19,0	15	59141
	Spolu	31,0	47,2	78,2	19,2	1,9	0,8	21,8	20,5	15	104399



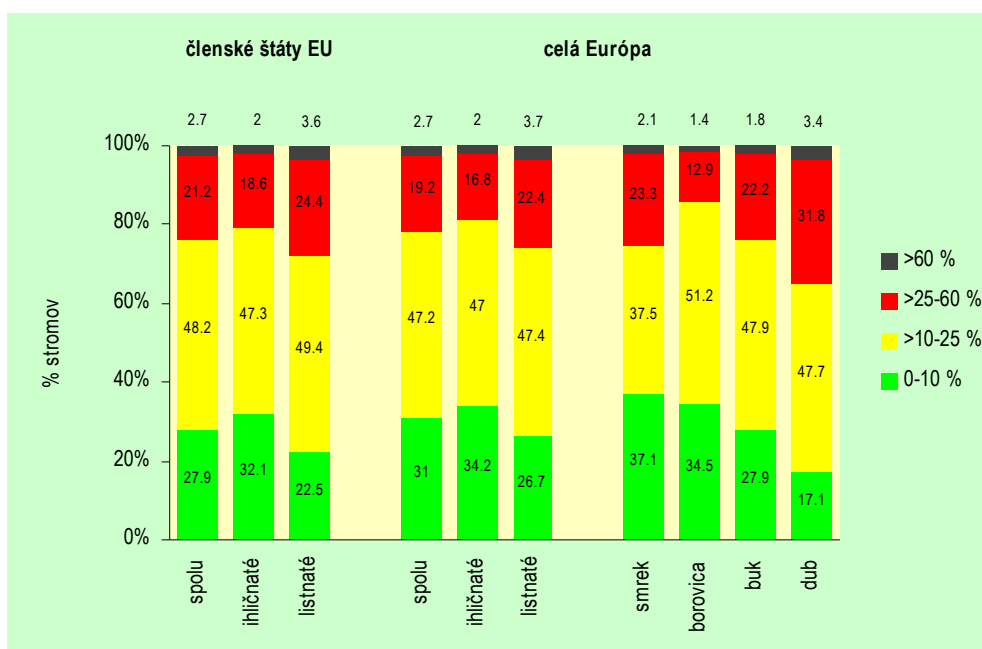
Obr. 3.16 Priestorová distribúcia poškodenia lesov v Európe v roku 2007 vyjadrená prostredníctvom percenta stromov zaradených do stupňa poškodenia 2-4 (Zdroj: Forest condition report 2007)



Obr. 3.17 Priestorová distribúcia stavu lesov v Európe v roku 2007 vyjadrená pomocou priemernej defoliácie na TMP



Obr. 3.18 Zmeny v priemernej defoliácii drevín (2006-2007)



Obr. 3.19 Zastúpenie drevín v jednotlivých stupňoch poškodenia v Európe

Tab. 3.35 Percentá stromov v jednotlivých triedach sfarbenia

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

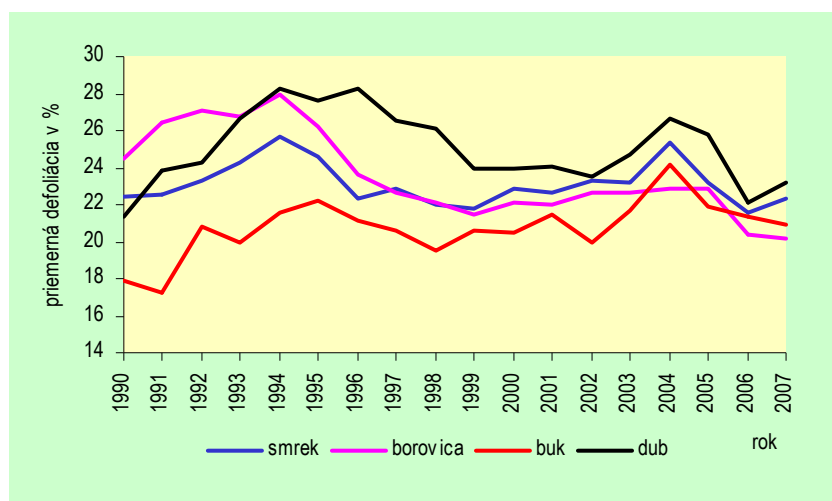
Vývoj defoliácie hlavných drevín

Vývoj priemernej defoliácie pre vybrané druhy lesných drevín v Európe v rokoch 1990-2008 je uvedený v tabuľke 3.36 a znázornený na obrázku 3.20. Časový vývoj zdravotného stavu lesov v Európe, ktorý je vyjadrený pomocou defoliácie bol až doposiaľ vyhodnocovaný na súbore tých istých stromov v danom časovom intervale („Common Sample Trees“ – CSTs), aby bol vylúčený vplyv ťažby, dopĺňania stromov a pod. Výhodou takto vypočítanej defoliácie bolo, že ju neovplyvňoval veľký počet nových stromov zahrnutých do siete TMP v priebehu zvyšovania počtu participujúcich krajín. S rozširovaním siete v posledných rokoch sa systém CSTs ukázal ako nevhodný, pretože CSTs stromov bolo vplyvom ťažby a odumretia čoraz menej a menej.

Tab. 3.36 Vývoj priemernej defoliácie podľa drevín v rokoch 1990-2007 a jej stredná chyba

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

Rok	Drevina			
	Buk	Dub	Smrek	Borovica
2000	20,5 ± 0,21	23,9 ± 0,29	22,9 ± 0,18	22,1 ± 0,12
2001	21,5 ± 0,21	24,1 ± 0,28	22,7 ± 0,17	22,0 ± 0,11
2002	20,0 ± 0,19	23,5 ± 0,28	23,3 ± 0,18	22,6 ± 0,12
2003	21,7 ± 0,20	24,7 ± 0,27	23,2 ± 0,18	22,7 ± 0,12
2004	24,2 ± 0,22	26,6 ± 0,31	25,3 ± 0,19	22,9 ± 0,12
2005	21,9 ± 0,20	25,8 ± 0,30	23,2 ± 0,18	22,9 ± 0,13
2006	21,3 ± 0,22	22,1 ± 0,31	21,6 ± 0,24	20,4 ± 0,13
2007	20,9 ± 0,20	23,2 ± 0,34	22,3 ± 0,24	20,2 ± 0,12



Obr. 3.20 Vývoj priemernej defoliácie lesných drevín v Európe

Nový spôsob vyhodnocovania zdravotného stavu, používaný od roku 2003 je založený na základnom predpoklade, že každá výskumná plocha v danom roku reprezentuje určité podmienky, bez ohľadu na jej hodnotenie v predchádzajúcich rokoch, pričom sa predpokladá, že kolísanie počtu stromov na ploche spôsobené vylúčením odumretých alebo vyťažených stromov ako aj zahrnutie nových stromov nie je príčinou významných skreslení medzi jednotlivými rokmi. Avšak kolísanie počtu stromov spôsobené zahrnutím nových účastníckych krajín musí byť vylúčené, pretože stav lesa v rôznych krajinách môže byť výrazne odlišný. Z tohto dôvodu bol nový systém aplikovaný na vybrané skupiny krajín podľa toho, aké dlhé sú časové série vykonávaných meraní.

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

- obdobie 1990-2007:
Belgicko, Dánsko, Holandsko, Maďarsko, Nemecko (západné), Írsko, Lotyšsko, Poľsko, Portugalsko, Slovensko, Španielsko, Švajčiarsko,
- obdobie 1997-2007:
Bielorusko, Belgicko, Bulharsko, Česká republika, Chorvátsko, Dánsko, Estónsko, Fínsko, Francúzsko, Holandsko, Írsko, Litva, Lotyšsko, Maďarsko, Nemecko, Nórsko, Poľsko, Portugalsko, Rakúsko, Rumunsko, Slovensko, Slovinsko, Švajčiarsko, Švédsko, Veľká Británia.

U jednotlivých sledovaných druhov je vývoj defoliácie mierne odlišný. V rokoch 1990-1991 bol zaznamenaný priaznivý zdravotný stav všetkých drevín. Buk potom zhoršoval svoj stav až do roku 1995, odvtedy až do roku 2002 bol jeho stav stabilizovaný na úrovni priemernej defoliácie 20-22 %. Vývoj defoliácie smreka a borovice mal počas sledovaného obdobia podobný priebeh. Ich zdravotný stav sa v rokoch 1990-1994 zhoršoval, v roku 1994 dosiahol maximálnu hodnotu priemernej defoliácie, do roku 1997 sa výrazne zlepšil a od tohto roku je stabilizovaný v rozmedzí 21,5-23 %. Dub je v rámci Európy drevinou s najvyššou priemernou defoliáciou. U duba rozlišujeme dve obdobia. V prvom, v rokoch 1990-1996 dochádzalo k zvyšovaniu priemernej defoliácie z 21 % na 28 %, v druhom, v rokoch 1997-2007 k znižovaniu priemernej defoliácie z 28 % na 20,2 %.

v druhom, od roku 1996 do roku 2002 sa zdravotný stav postupne zlepšoval. Priemerná defoliácia v roku 2002 klesla až na 23,3 %. V roku 2003 a 2004 došlo k výraznému zhoršeniu priemernej defoliácie u duba aj buka. Medzi faktory, ktoré najviac ovplyvňovali zdravotný stav drevín patrili klimatické podmienky, napadnutie hmyzom a hubami a taktiež aj znečistenie ovzdušia. V roku 2005 došlo k zníženiu priemernej defoliácie u smreka a duba o 2 %, u buka o 1 %, priemerná defoliácia borovice sa zmenila iba nepatrne (o 0,1 %). V roku 2006 došlo k výraznému zníženiu priemernej defoliácie u duba (o 3,9 %), smreka (1,6 %) a borovice (2,6 %). U duba bola zaznamenaná najnižšia priemerná defoliácia od roku 1990. Borovica má trend znižovania prírastku a v roku 2007 bol zaznamenaný jej najmenší prírastok za sledované obdobie.

3.2 INTENZÍVNY MONITORING

3.2.1 Predmet a ciele intenzívneho monitoringu

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

- zhodnotiť úlohu atmosférických polutantov v lesných ekosystémoch vyjadrených prostredníctvom ich akumulácie (accumulation), uvoľňovania (release) a vyluhovania (leaching),
- zhodnotiť súčasnú záťaž lesných ekosystémov vo vzťahu ku kritickým záťažiam a kritickým úrovňam atmosférických polutantov (SO₂, NO_x, NH₃, ťažké kovy),
- zhodnotiť odozvy lesných ekosystémov na zmeny znečistenia ovzdušia v súčinnosti s pôsobením ďalších stresových faktorov a stanovištných podmienok,
- zhodnotiť dôsledky budúceho scenára vývoja znečistenia ovzdušia na stav a vývoj lesných ekosystémov.

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

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

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

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

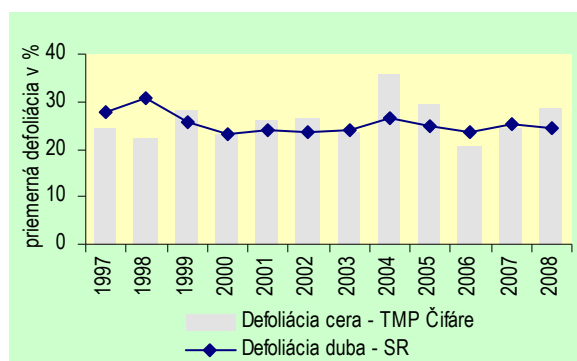
Ako bolo uvedené v aj úvode, monitorovací program je otvoreným systémom a reaguje na aktuálne otázky problémy životného prostredia a na politické procesy a dokumenty, ktoré sú spojené s definovaním strategických environmentálnych problémov, ich monitorovaním a návrhmi ich riešenia. V tejto súvislosti sa dostáva do popredia najmä téma klimatickej zmeny a jej efektu na lesy, téma biodiverzity a funkcií lesov v krajine a v spoločnosti. Príkladom bolo v roku 2005 riešenie projektu ForestBIOTA so zameraním na overenie výberu indikátorov biologickej diverzity v lesoch a metód ich zisťovania a riešenie projektu BioSoil v rokoch 2005-2008 so zameraním na pôdy a biodiverzitu.

3.2.2 Charakteristiky plôch, vývoj defoliácie a prírastku

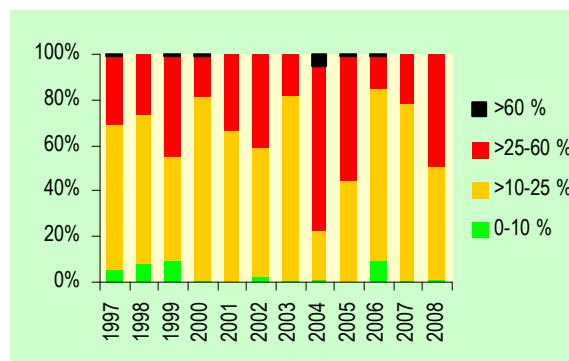
TMP 201 – Čifáre

Základné charakteristiky plochy	
Rok založenia	1995
Zemepisná šírka	48°12'45"
Zemepisná dĺžka	18°23'16"
LZ	Levice
LHC	Čifáre
JPRL	566a
Nadmorská výška	225 m
Expozícia	JV
Sklon	15 %
Výmera plochy	0,25 ha
Počet stromov	143
Vek	83
Rad	B
Slt	Carpineto-Quercetum
Lesný typ	1307-Mrvicová hrabová dúbava na spraši
Pôdny typ	Hnedozem luvizemná
Zastúpenie	cr 100 %, silný podrast krovín, najmä trnky
Bonita	1
Výchovné zásahy	Prebierka

Vývoj defoliácie



Obr. 3.21 Defoliácia cere v rokoch 1997-2008



Obr. 3.22 Vývoj zastúpenia defoliáčnych tried

Tab. 3.37 Vývoj zastúpenia stromov v stupňoch defoliácie

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

Tab. 3.38 Vývoj priemernej defoliácie a dosiahnutá presnosť jej určenia pri 68 %-nej spoľahlivosti

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

Rozdiely priemernej defoliácie duba cerového v rokoch 1997-2003 sú malé. V rokoch 2004 a 2005 bola zaznamenaná najvyššia defoliácia vplyvom žeru mnišky veľkohlavej (*Lymantria dispar L.*). Tento žer ovplyvnil aj hrúbkový prírastok a len vďaka priaznivým vlhkostným podmienkam v roku 2004 neboli straty na prírastku v tomto roku výraznejšie. Žer tiež významne ovplyvnil prírastok v roku 2005, ktorý bol v porovnaní s predchádzajúcimi rokmi podpriemerný, napriek klimaticky priaznivým podmienkam. V roku 2006 sa defoliácia opäť vrátila na predchádzajúcu úroveň, dokonca bola zaznamenaná najnižšia defoliácia od začiatku pozorovania. V rokoch 2007 a 2008 došlo k postupnému zvýšeniu defoliácie.

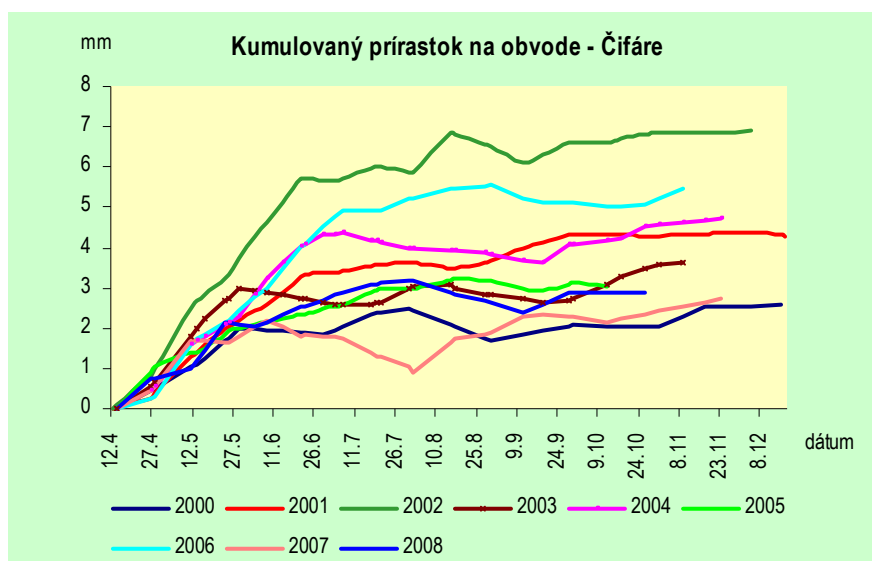
Dynamika hrúbkového rastu

Metodika a postup riešenia

Priebeh hrúbkového rastu stromov počas roka bol sledovaný v období rokov 2000-2008 na troch trvalých monitorovacích plochách (TMP) II. úrovne monitoringu. Od začiatku roku 2004 sa hrúbkový rast začal sledovať na TMP Turová a od roku 2006 aj na TMP Grónik.

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

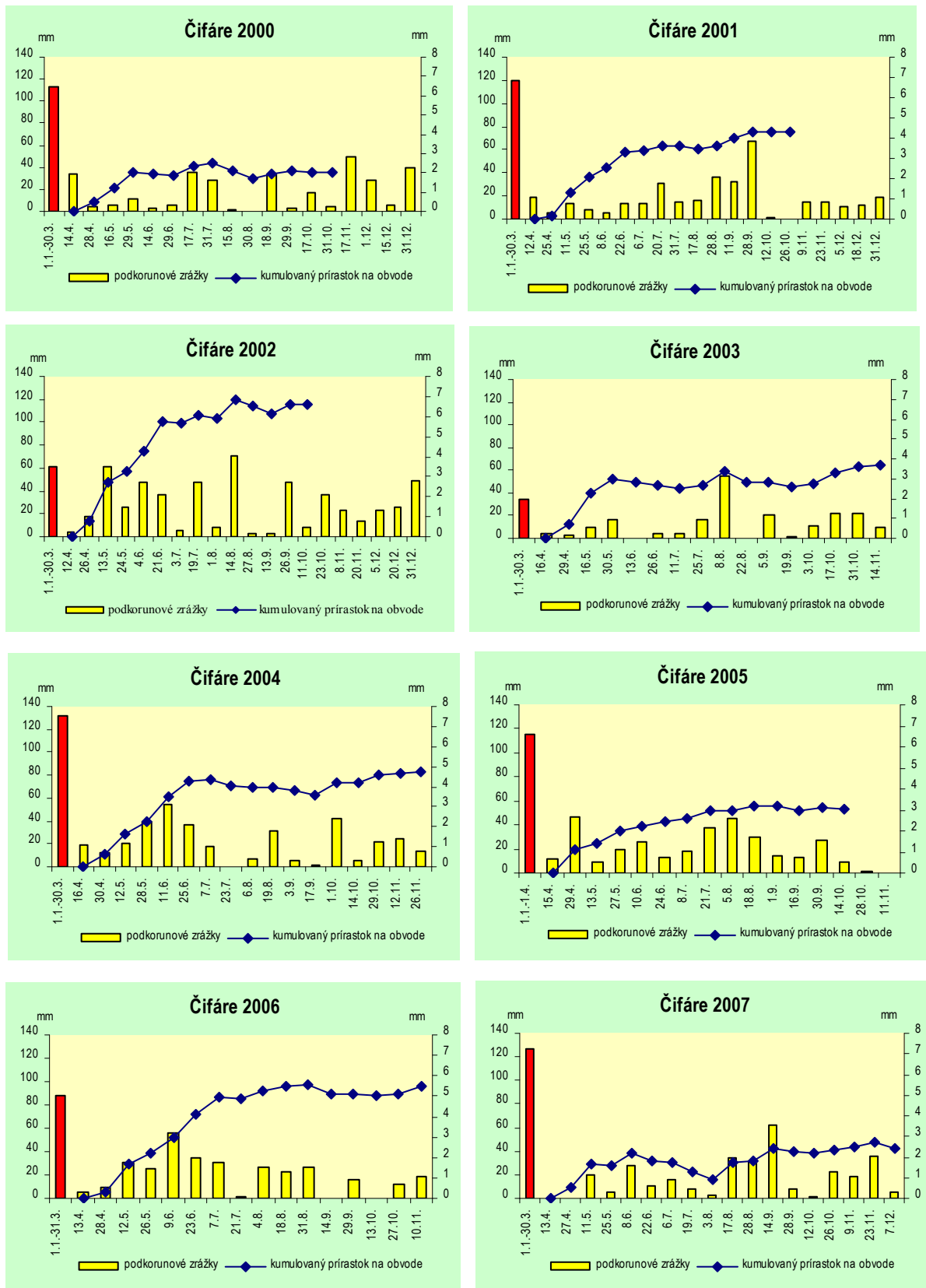
Na štyroch TMP (Lomnistá dolina, Čifáre, Turová, Grónik) boli nainštalované mikrodendrometre českej firmy Ecological Measuring Systems, na TMP Poľana sa využili už nainštalované (v roku 1997 pracovníkmi Technickej univerzity Zvolen) rakúske mikrodendrometre Dial-dendro, ktoré sa však z dôvodu zarastania do kmeňov priebežne nahradili dendrometrami českými. Na TMP Čifáre bolo nainštalovaných 40 dendrometrov pre drevinu cer, na TMP Lomnistá dolina a TMP Grónik po 40 dendrometrov pre drevinu smrek, na TMP Turová 40 dendrometrov pre drevinu buk a na TMP Poľana bolo pôvodne nainštalovaných 6 dendrometrov pre drevinu buk a po 3 pre drevinu smrek, jedľa a jaseň. V súčasnosti po doplnení je na TMP Poľana 11 dendrometrov pre buk, 10 pre smrek a po 5 pre javor, jaseň a jedľa. Zmeny obvodu kmeňa sa na nich odčítavajú priebežne v dvojtýždenných intervaloch. Obidva dendrometre sú založené na meraní zmien na obvode kmeňa. Ich spoločným základom je oceľový pás, ktorý sa pomocou pružiny napína okolo kmeňa a pri raste sa napätie meračského pásu prenáša na vernierovu stupnicu s presnosťou 0,1 mm. Odčítanie je u oboch manuálne.



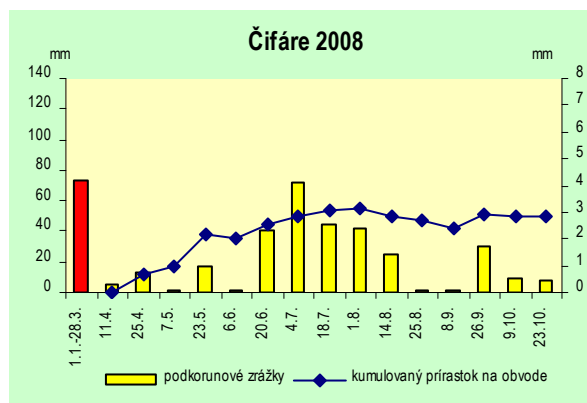
Obr. 3.23 Priebeh rastu duba cerového na TMP Čifáre v rokoch 2000-2008

Výsledky

Merania boli zamerané na sledovanie dynamiky hrúbkového rastu cera. Priebeh rastu obvodu kmeňa v rokoch 2000-2008 je znázornený na obr. 3.23.



Obr. 3.24-1 Úhrny podkorunových zrážok a kumulované prírastky na obvode v rokoch 2000-2008



Obr. 3.24-2 Úhrny podkorunových zrážok a kumulované prírastky na obvode v rokoch 2000-2008

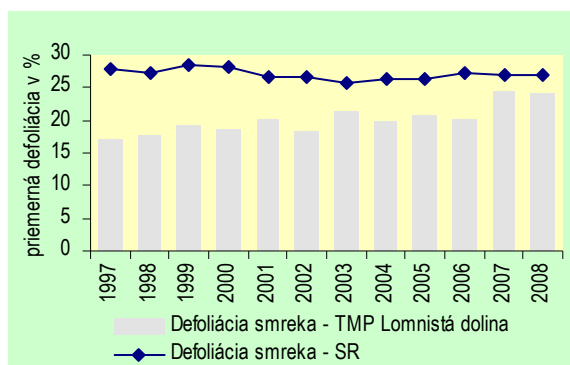
Začiatok rastovej periódy je v polovici apríla, iba v roku 2001 bol rast o niekoľko dní omeškaný. Veľkosť hrúbkového prírastku v jednotlivých rokoch je rozdielna. Je zrejmé, že množstvo zrážok tu hrá významnejšiu úlohu ako v horských polohách. V roku 2000, keď od polovice apríla do konca júna napadlo iba 30 mm podkorunových zrážok, bol prírastok na obvode malý, stromy koncom mája prestali rásť a znovu začali až začiatkom júla po miernych zrážkach. Svoj rast ukončili koncom júla, keďže v auguste opäť prišlo veľmi suché obdobie (za celý mesiac padlo iba 2 mm zrážok) a suchá perióda pokračovala aj v septembri a októbri. V roku 2001 stromy prudko rástli počas mesiacov máj a jún. Zhruba týždeň pred koncom júna došlo k zastaveniu rastu, ktorý sa opäť obnovil až v auguste a trval do konca septembra ale už s podstatne menšou intenzitou. Počas mesiacov máj a jún bolo v roku 2001 vytvorené 72 % celoročného hrúbkového prírastku. Na zrážky bohatý koniec augusta a september zapríčinil pokračovanie rastového procesu až do konca septembra. V roku 2002, keď bolo koncom leta zrážok málo bol rast ukončený už v polovici augusta. V porovnaní s rokom 2001 bol kumulovaný prírastok na obvode v roku 2002 takmer 2x väčší (pozri obr. 3.24). Predpokladáme, že to súvisí s množstvom zrážok na konci vegetačného obdobia predošlého roku. Okrem toho veľkosť prírastku ovplyvňujú aj iné faktory, predovšetkým teplota. V roku 2003 bol priebeh rastu podobný ako v roku 2000. Tento rok sa spolu s rokom 2000 vyznačoval extrémne nízkym množstvom zrážok vo vegetačnom období. To spôsobilo v oboch rokoch zastavenie rastu už koncom mája. V klimaticky priaznivých rokoch sa rast zastavuje až koncom júna a môže znovu pokračovať v priebehu mesiacov august a september, ale už s oveľa menšou intenzitou. To potvrdzuje aj rok 2004, kedy rast skončil koncom júna, ale pretože nasledovali suché mesiace, už do konca roka nepokračoval v raste. V roku 2005 začal rast tak ako v predchádzajúcich rokoch v polovici apríla. Priebeh rastu bol v tomto roku atypický. Nedošlo k prudkému rastu prírastku v mesiacoch máj a jún, ale prírastok plynule rástol až do septembra. Ďalším pozoruhodným faktom je, že hoci zrážok bolo v tomto roku dostatok, prírastok dosiahol hodnotu ako v suchom roku 2003. Bolo to zapríčinené silným poškodením listov húsenicami mníšky veľkohlavej (*Lymantria dispar* L.) v rokoch 2004 a 2005, čo sa odrazilo aj na zvýšenej defoliácii. V roku 2006 bola intenzita rastu najväčšia v mesiacoch máj a jún, kedy sa vytvorilo až 75 % celoročného hrúbkového prírastku, začiatkom júla sa rast zastavil a pokračoval až v mesiaci august, ale už s malou intenzitou. V roku 2007 bol zaznamenaný najnižší prírastok (spolu s rokom 2000). Zapríčinilo ho sucho na začiatku vegetačného obdobia (mesiac apríl bez zrážok) a malé množstvá zrážok v mesiacoch máj, jún a júl. Toto zapríčinilo, že v mesiacoch jún a júl došlo dokonca ku zosušovaniu kmeňov a ich scvrkávaniu. Podobný vývoj bol aj v roku 2008, kedy nedostatok zrážok na začiatku vegetačného obdobia ovplyvnil veľkosť hrúbkového prírastku, ktorý patrí v najnižšom v sledovanom období. Podrobnejšia dendroklimatická analýza na monitorovacích plochách II. úrovne bola vykonaná a publikovaná v roku 2002.

TMP 203 – Jasenie -Lomníštá dolina

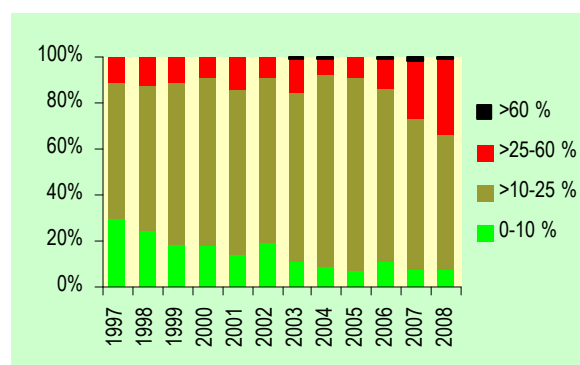
Základné charakteristiky plochy

Rok založenia	1995
Zemepisná šírka	48°55'31"
Zemepisná dĺžka	19°29'15"
LZ	Slovenská Ľupča
LHC	Slovenská Ľupča
JPRL	1107b
Nadmorská výška	1250 m
Expozícia	JV
Sklon	35 %
Výmera plochy	0,25 ha
Počet stromov	194
Vek	57
Rad	B/C
St	Fageto-Aceretum vst
Lesný typ	6404-Devätsilová kamenitá buková javorina
Pôdny typ	Podzol kambizemný
Zastúpenie	sm 95 %, bk, jh, jb 5 %
Bonita	1
Výchovné zásahy	Prebierka

Vývoj defoliácie



Obr. 3.25 Defoliácia smreka v rokoch 1997-2008



Obr. 3.26 Vývoj zastúpenia defoliačných tried

Tab. 3.38 Vývoj zastúpenia stromov v stupňoch defoliácie

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

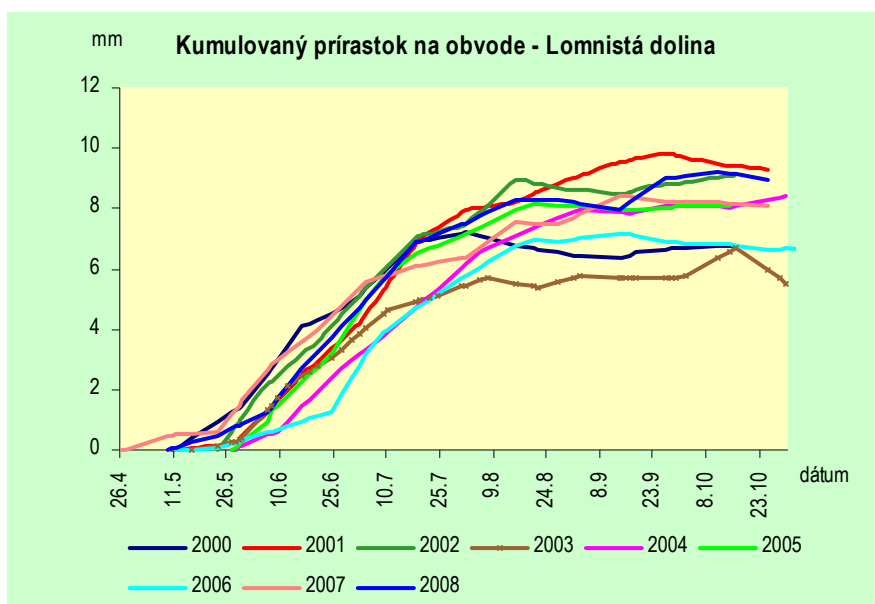
Tab. 3.39 Vývoj priemernej defoliácie a dosiahnutá presnosť jej určenia pri 68 %-nej spoľahlivosti

Drevina	Priemerná defoliácia v % ± stredná chyba					
	1997	1998	1999	2000	2001	2002
Smrek		17,7 ± 0,8	19,3 ± 0,7	18,6 ± 0,6	20,2 ± 0,7	18,4 ± 0,7
		2003	2004	2005	2006	2007
	21,3 ± 0,9	20,0 ± 0,7	20,8 ± 0,7	20,3 ± 0,9	24,5 ± 1,1	24,2 ± 1,1

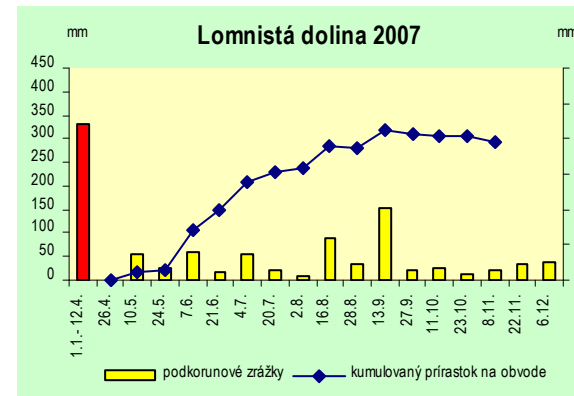
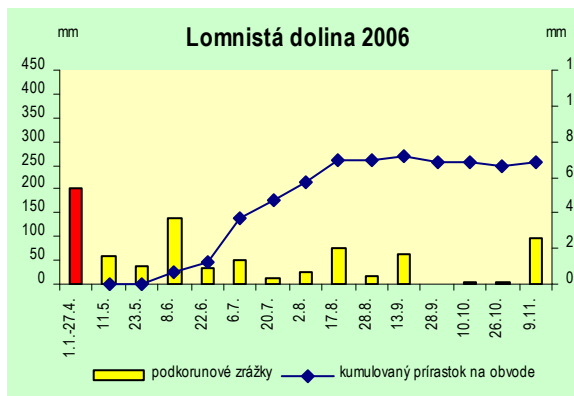
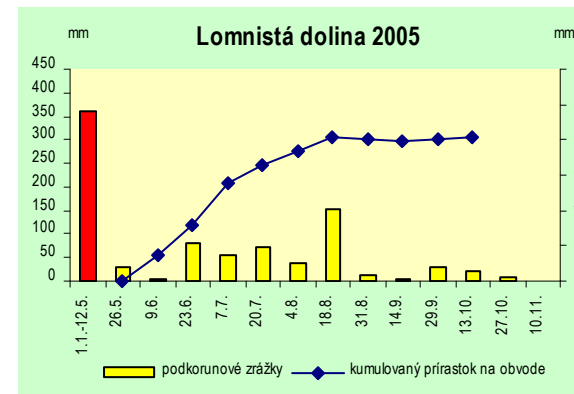
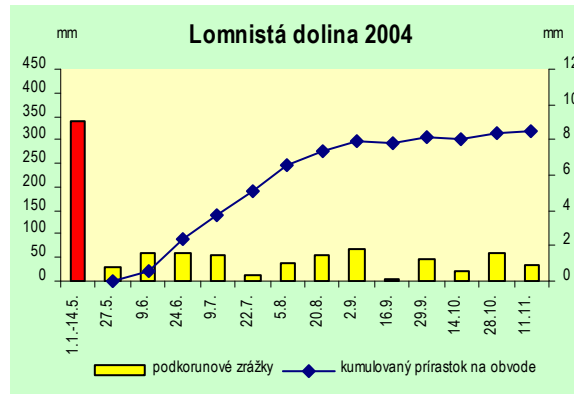
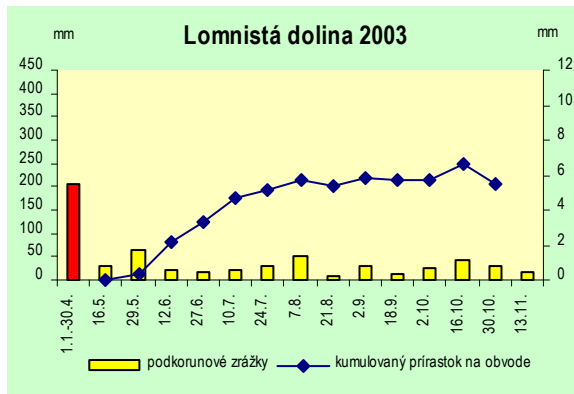
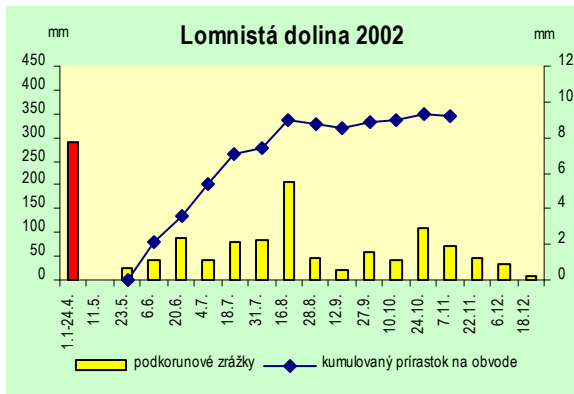
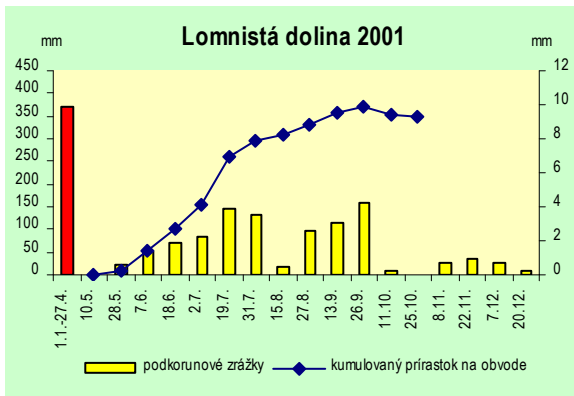
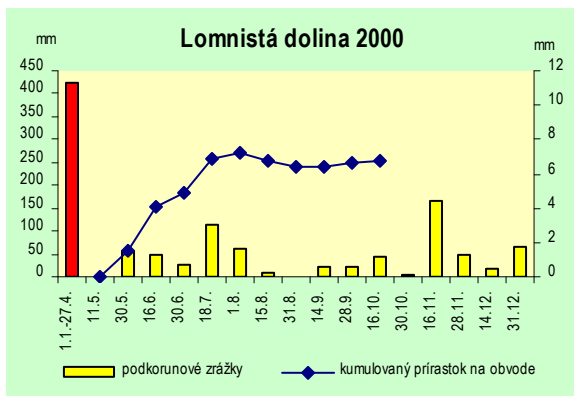
Na tejto TMP boli v období rokov 1998-2006 minimálne zmeny v priemernej defoliácii. Tak ako na predchádzajúcej ploche bola v týchto rokoch priemerná defoliácia nízka a zmeny radiálneho hrúbkového prírastku v jednotlivých rokoch boli zapríčinené hlavne klimatickými a stanovištnými faktormi. V zime na prelome rokov 2006 a 2007 došlo na ploche ku poškodeniu korún stromov (polámaniu vrcholcov) mokrým snehom. To sa v roku 2007 prejavilo zvýšením priemernej defoliácie o 4,2 %. Táto hodnota bola najvyššia za celé pozorované obdobie. Väčšina stromov s polámanými korunami začala chradnúť, alebo úplne vyschla. Prejavilo sa to aj vo zvýšení podielu stromov v stupňoch poškodenia 2-4. Kým v roku 2006 to bolo 14 %, v roku 2008 až 34 %.

Dynamika hrúbkového rastu

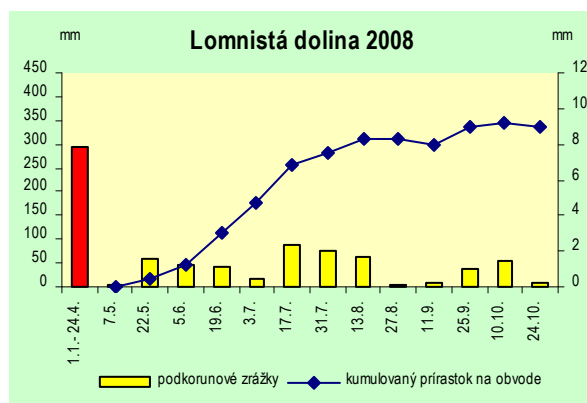
Na TMP Lomnistá dolina bola sledovaná dynamika hrúbkového rastu smreka v horských podmienkach. Priebeh rastu obvodu kmeňa v rokoch 2000-2008 znázorňuje obr. 3.27. Začiatok rastovej periódy bol v roku 2000 v polovici mája, v ostatných rokoch až v poslednom májovom týždni. V roku 2000 trval rastový proces veľmi krátko, iba necelých 12 týždňov (81 dní) a skončil na konci júla. Bolo to zapríčinené extrémne malými zrážkami v mesiacoch august (iba 7 mm) a september, čo sa prejavilo aj znížením kumulovaného prírastku na obvode vplyvom zmrštenia kôry a kambia. Zrážky v apríli a máji prírastok neovplyvňujú, pretože po uplynulej zime je v pôde ešte dostatok vlhky. Úhrny podkorunových zrážok a kumulovaný prírastok na obvode v rokoch 2000-2008 sú na obr. 3.28. V roku 2001 trval rastový proces 18 týždňov a skončil v štvrtom septembrovom týždni. V období mesiacov jún a júl sa vytvorilo 78 % z celkového ročného prírastku. V roku 2002 trval rastový proces podobne ako v roku 2000 12 týždňov (85 dní). Začal sa koncom mája a trval do polovice augusta. Na zastavenie rastu mal zrejme vplyv úhrn zrážok od polovice augusta do konca septembra, ktorý bol oproti roku 2001, kedy rastový proces trval až do konca septembra výrazne nižší. Podobne ako v predchádzajúcich rokoch môžeme pozorovať, že najväčšia rastová intenzita trvá do polovice júna. V roku 2003 bola intenzita rastu najmenšia, čo úzko súvisí s veľmi malými úhrnmi zrážok počas celého roka. Podobne ako v predchádzajúcich rokoch, najintenzívnejší rast trval od konca mája do začiatku augusta. V roku 2004 sme pozorovali plynulý rast bez prechodných spomalení od konca mája do začiatku septembra. Rok 2005 bol podobný roku 2004. Rast bol na začiatku o niečo intenzívnejší, ale skončil skôr (už v polovici augusta), kým v roku 2004 rast pokračoval až do konca septembra. Začiatok roka 2006 sa vyznačoval dlhotrvajúcou zimou a množstvom snehu. Aj preto začal intenzívny rast až koncom júna, najneskôr zo všetkých pozorovaných rokov. Intenzívny rast trval krátko, do polovice augusta (8 týždňov), ale v tomto období sa vytvorilo 82% z celkového ročného prírastku.



Obr. 3.27 Priebeh rastu smreka na TMP Lomnistá dolina v rokoch 2000-2008



Obr. 3.28-1 Úhrny podkorunových zrážek a kumulované přírůstky na obvodu v letech 2000-2008



Obr. 3.28-2 Úhrny podkorunových zrážok a kumulované prírastky na obvode v rokoch 2000-2008

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

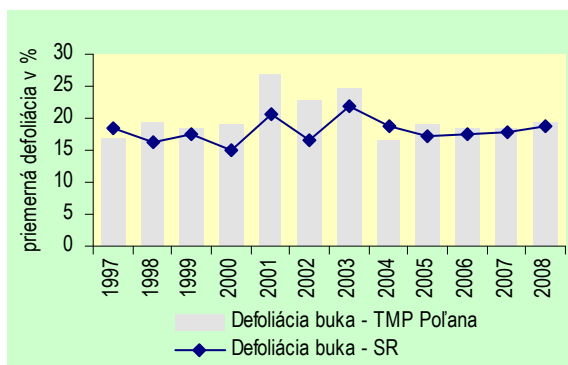
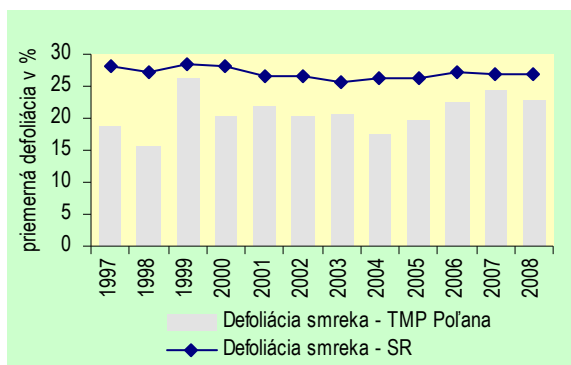
- roky s nižšou intenzitou hrúbkového rastu (2000, 2003 a 2006) keď kumulovaný prírastok na obvode sa pohyboval v rozpätí 5,5-6,7 mm
- roky s vyššou intenzitou hrúbkového rastu (2001, 2002, 2004, 2005, 2007 a 2008) keď kumulovaný prírastok na obvode sa pohyboval v rozpätí 8,1-9,3 mm

TMP 204 – Poľana – Hukavský grúň

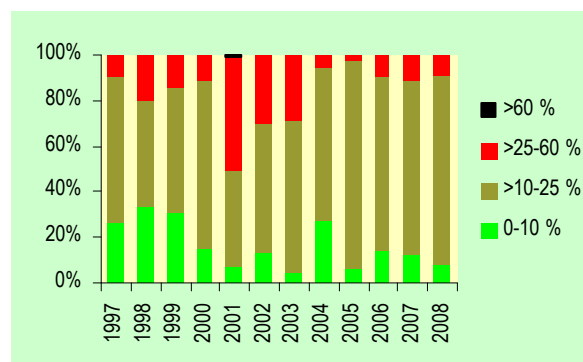
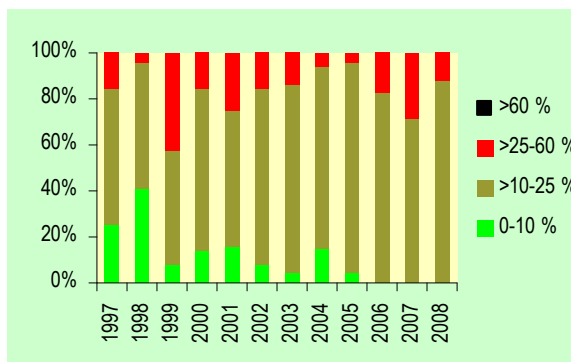
Základné charakteristiky plochy

Rok založenia	1991
Zemepisná šírka	48°38'34"
Zemepisná dĺžka	19°32'22"
LZ	Kriváň
LHC	Poľana
JPRL	120
Nadmorská výška	850 m
Expozícia	SV
Sklon	5-15 %
Výmera plochy	0,55 ha
Počet stromov	321
Vek	90-120
Rad	B
Slť	Abieto-Fagetum
Lesný typ	5302-Nitrofilná jedľová bučina
Pôdny typ	Kambizem andozemná
Zastúpenie	bk 70 %, sm 20 %, jd, jh, js 10 %
Bonita	+1
Výchovné zásahy	bez zásahu

Vývoj defoliácie



Obr. 3.29 Defoliácia smreka a buka na TMP Poľana v rokoch 1997-2008



Obr. 3.30 Vývoj zastúpenia defoliáčnych tried pre smrek (vľavo) a buk (vpravo)

Tab. 3.40 Vývoj zastúpenia drevín v stupňoch defoliácie

Rok	Dreviny	Zastúpenie stromov v stupňoch defoliácie v %							
		0	1	2	3	4	0-1	2-4	3-4
1997	Smrek	25	59	16	0	0	84	16	0
	Buk	26	64	10	0	0	90	10	0
1998	Smrek	41	55	4	0	0	96	4	0
	Buk	33	47	20	0	0	80	20	0
1999	Smrek	8	49	43	0	0	57	43	0
	Buk	31	55	14	0	0	86	14	0
2000	Smrek	14	70	16	0	0	84	16	0
	Buk	15	74	11	0	0	89	11	0
2001	Smrek	16	59	25	0	0	75	25	0
	Buk	7	42	50	1	0	49	51	1
2002	Smrek	8	76	16	0	0	84	16	0
	Buk	13	57	30	0	0	70	30	0
2003	Smrek	4	82	14	0	0	86	14	0
	Buk	4	67	29	0	0	71	29	0
2004	Smrek	15	79	6	0	0	94	6	0
	Buk	27	68	5	0	0	95	5	0
2005	Smrek	4	92	4	0	0	96	4	0
	Buk	6	91	3	0	0	97	3	0
2006	Smrek	0	83	17	0	0	83	17	0
	Buk	14	76	10	0	0	90	10	0
2007	Smrek	0	71	29	0	0	71	29	0
	Buk	12	77	11	0	0	89	11	0
2008	Smrek	0	88	12	0	0	88	12	0
	Buk	8	83	9	0	0	91	9	0

Tab. 3.41 Vývoj priemernej defoliácie a dosiahnutá presnosť jej určenia pri 68 %-nej spoľahlivosti

Drevina	Priemerná defoliácia v % ± stredná chyba					
	1997	1998	1999	2000	2001	2002
Smrek		15,5 ± 1,1	26,1 ± 1,5	20,4 ± 1,4	21,8 ± 1,3	20,2 ± 1,2
	2003	2004	2005	2006	2007	2008
	20,5 ± 0,9	17,6 ± 1,0	19,6 ± 0,7	22,5 ± 1,2	24,3 ± 0,8	22,7 ± 0,7
Buk	1997	1998	1999	2000	2001	2002
		19,5 ± 1,1	18,3 ± 1,1	19,2 ± 0,7	26,8 ± 1,1	22,9 ± 1,2
	2003	2004	2005	2006	2007	2008
	24,6 ± 1,0	16,5 ± 0,7	19,1 ± 0,5	18,5 ± 0,8	18,4 ± 0,7	19,3 ± 0,7

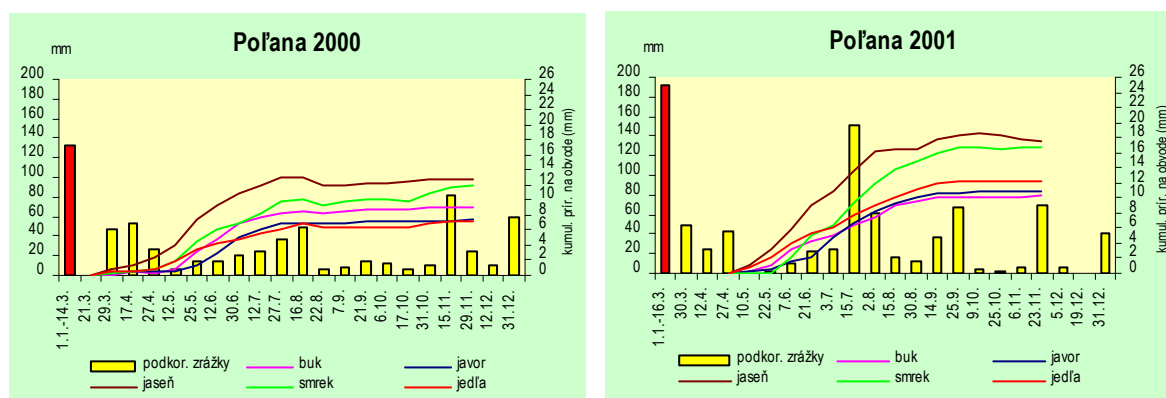
Rozdiely priemernej defoliácie smreka od roku 2000 sú minimálne, u buka dochádza v jednotlivých rokoch k väčším výkyvom (maximálne hodnoty v rokoch 2001 a 2003, minimálna hodnota v roku 2004, rozdiel medzi oboma hodnotami 10,3 %).

Dynamika hrúbkového rastu

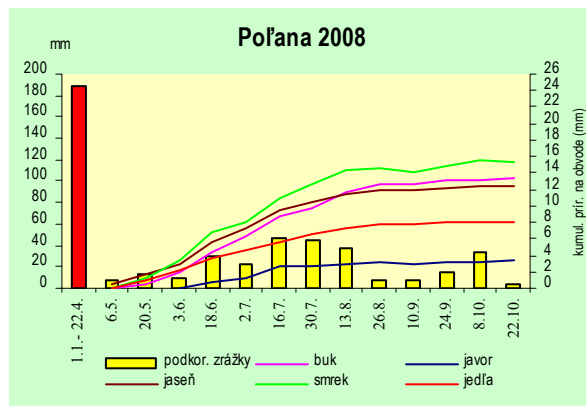
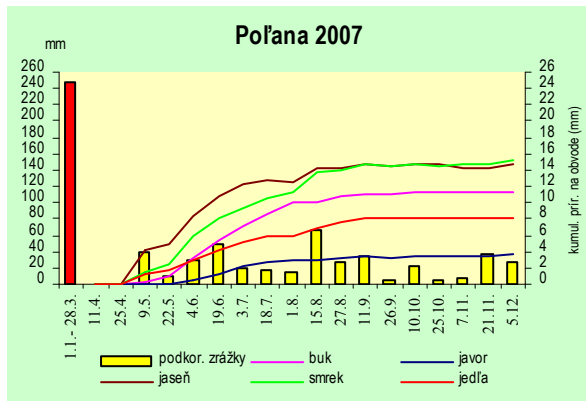
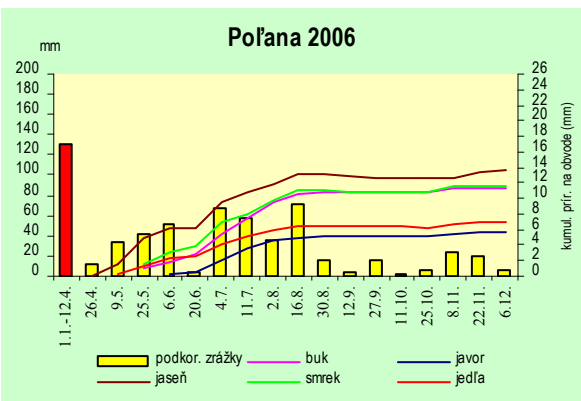
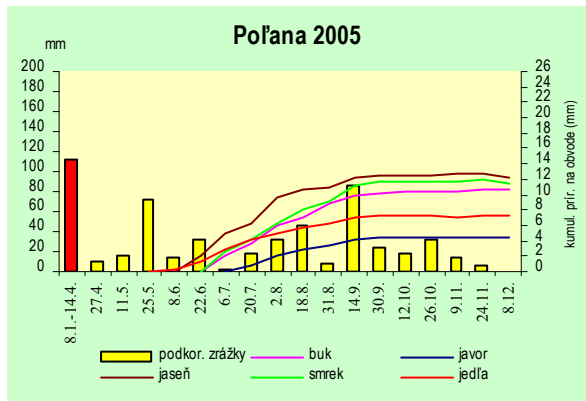
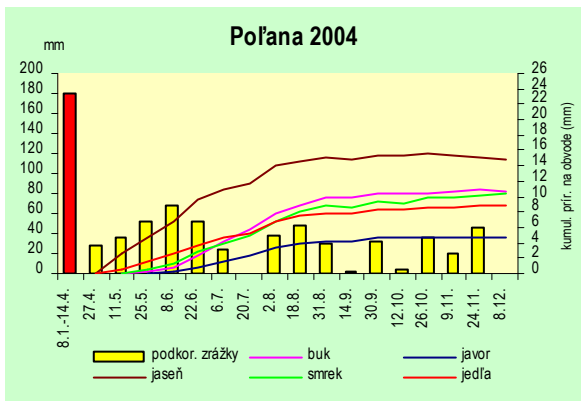
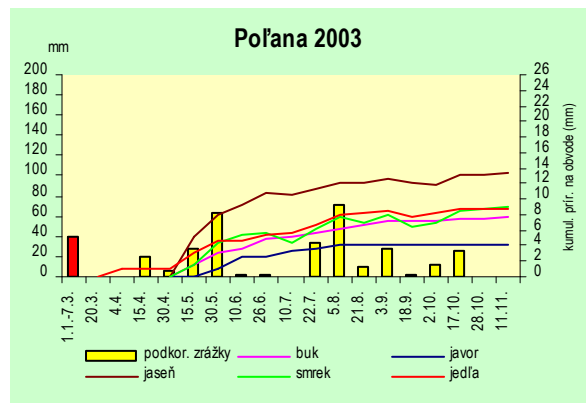
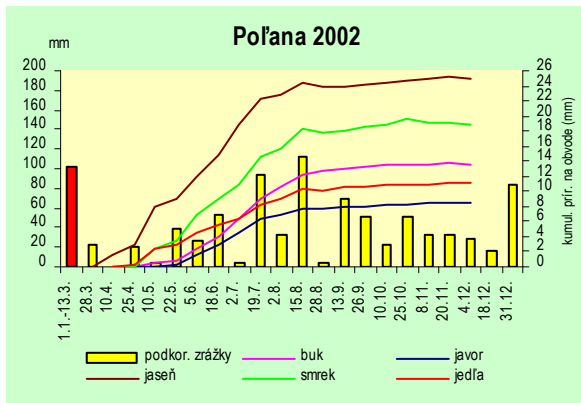
Na TMP Poľana boli v rokoch 2000-2008 vykonané merania, ktoré boli zamerané na sledovanie dynamiky hrúbkového rastu buka, smreka, jedle, jaseňa a javora. Pribeh rastu obvodu kmeňa v rokoch 2000-2008 a úhrny zrážok v týchto rokoch merané v dvojtýždňových intervaloch sú znázornené na obr. 3.31.

Buk lesný

Hrúbkový rast vzorníkov buka začal v rokoch 2000, 2001, 2003 a 2006 v prvej polovici mája, v roku 2002, 2004, 2007 a 2008 koncom mája. V roku 2005 začal rast vzorníkov až v júni. Rastový proces v roku 2000 trval 14 týždňov a bol ukončený v polovici augusta, v roku 2001 trval rastový proces 18 týždňov a bol ukončený v polovici septembra. Rastové krivky sledovaných jedincov intenzívne stúpali do konca augusta, v roku 2000 iba do konca júla. V roku 2002 bol rast ukončený koncom septembra, v roku 2003 začiatkom septembra. Za prvú polovicu vegetačného obdobia (máj – júl) sa vytvorilo v roku 2000 až 97 % celkového hrúbkového prírastku. Suché počasie na začiatku vegetačného obdobia a minimum zrážok v auguste zapríčinili, že stromy prestali rásť už v polovici augusta. V roku 2001 sa vytvorilo počas mesiacov máj – júl 74 % z celkového hrúbkového prírastku, v roku 2002 to bolo 82 %. Merania poukazujú na to, že najväčšia časť ročného kruhu sa vytvorí počas mesiacov jún, júl a august, pričom najväčšia intenzita rastu je v mesiacoch jún a júl.



Obr. 3.31-1 Úhrny podkorunových zrážok a kumulované prírastky na obvod v rokoch 2000-2008



Obr. 3.31-2 Úhrny podkorunových zrážok a kumulované prírastky na obvođe v rokoch 2000-2008

Smrek obyčajný

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

Jedľa biela

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

Javor horský

Vzorníky javora dosahujú najmenší rastový výkon. Súvisí to pravdepodobne s vekom, ktorý je u javora na ploche výrazne vyšší v porovnaní s hlavnou drevinou – bukom. Začiatok hrúbkového rastu bol u javora najneskôr zo všetkých drevín, od polovice mája do konca mája, v roku 2004 od začiatku júna a v roku 2006 až v polovici júna. Rastový proces bol v roku 2000 podobný ako u ostatných druhov drevín a trval 15 týždňov. V roku 2001 trval rastový proces 19 týždňov a skončil koncom septembra. U javora začína rastový proces približne o 2 týždne neskôr ako u smreka a jedle a väčšia časť ročného kruhu sa vytvorí počas mesiacov jún a júl. V roku 2000 sa v týchto dvoch mesiacoch vytvorilo 80 % celkového hrúbkového prírastku, v roku 2001 to bolo iba 69 %, ale napríklad v roku 2006 až 91 %.

Jaseň štíhly

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

TMP 206 – Turová

Základné charakteristiky plochy

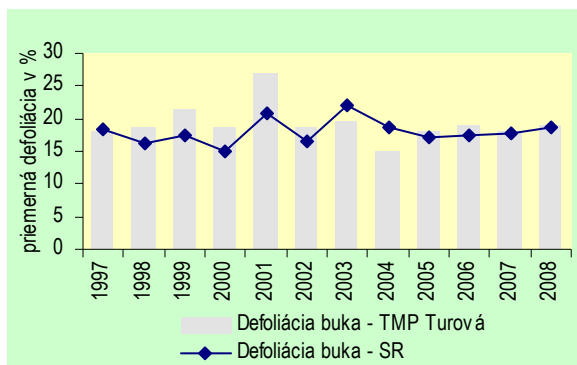
Rok založenia	1997
Zemepisná šírka	48°37'58"
Zemepisná dĺžka	19°02'49"
LZ	ŠLP Zvolen
LHC	ŠLP Zvolen
JPRL	541
Nadmorská výška	575 m
Expozícia	V
Sklon	40 %
Výmera plochy	0,25 ha
Počet stromov	249
Vek	67

Základné charakteristiky plochy

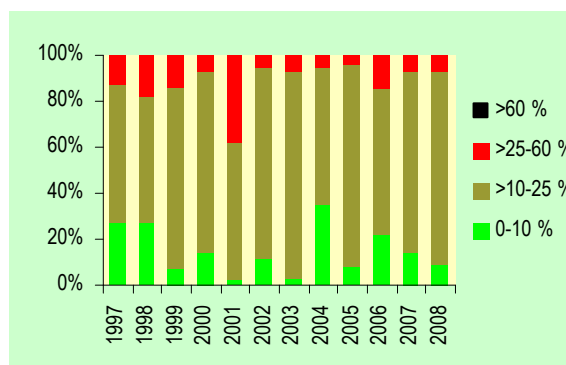
Rad
Slt
Lesný typ
Pôdny typ
Zastúpenie
Bonita
Výchovné zásahy

B
Fagetum pauper
3313 – Zubačková bučina
Kambizem modálna
bk 100 %
+1
bez zásahu

Vývoj defoliácie



Obr. 3.32 Defoliácia buka v rokoch 1997-2008



Obr. 3.33 Vývoj zastúpenia defoliačných tried

Tab. 3.42 Vývoj zastúpenia v stupňoch defoliácie

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

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

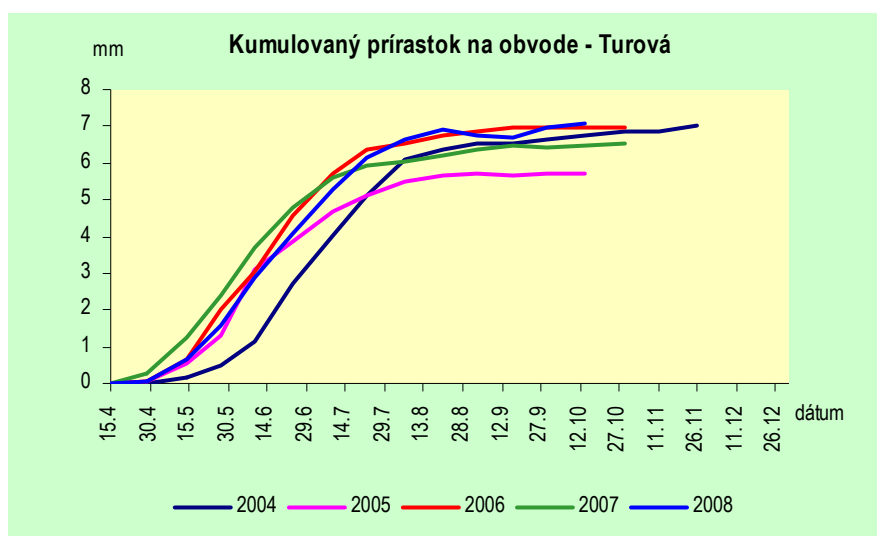
Drevina	Priemerná defoliácia v % ± stredná chyba					
	1997	1998	1999	2000	2001	2002
Buk		18,8 ± 0,8	21,3 ± 0,6	18,7 ± 0,6	26,9 ± 0,9	18,6 ± 0,5
		19,5 ± 0,5	15,0 ± 0,6	18,1 ± 0,5	19,0 ± 0,8	18,0 ± 0,6

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

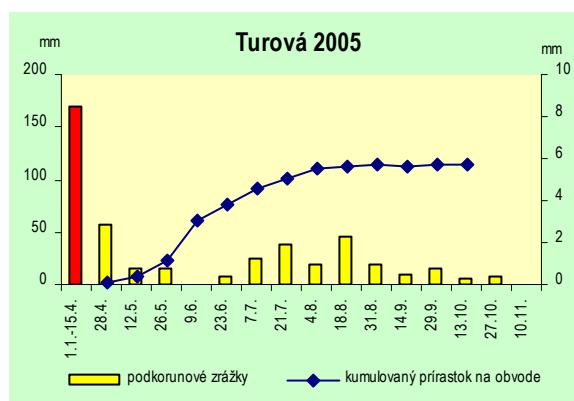
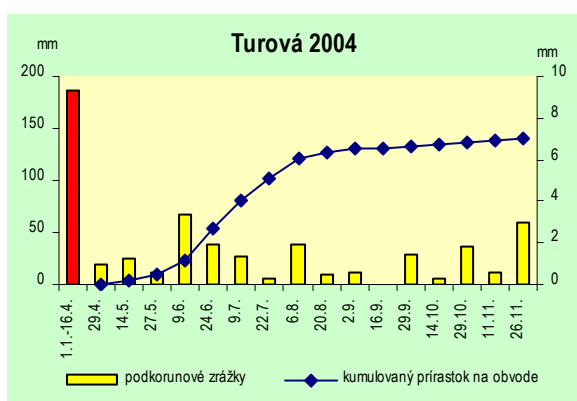
Dynamika hrúbkového rastu

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

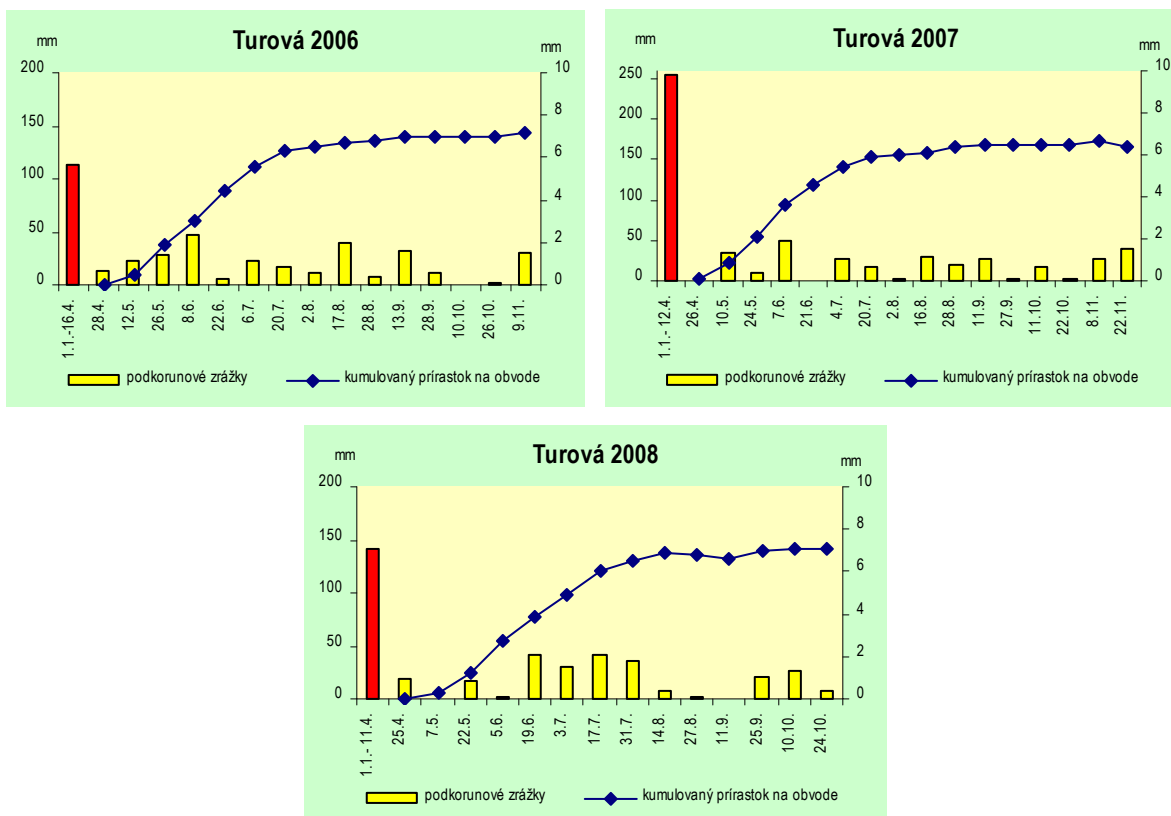
pretože vo väčšine prípadov pozorujeme počas priebehu rastu rôzne nepravidelnosti zapríčinené hlavne klimatickými podmienkami. Rast začal v polovici mája a trval do polovice augusta. Za toto obdobie sa vytvorilo približne 90 % z celoročného prírastku. V roku 2005 začal rast už na začiatku mája. Intenzita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



Obr. 3.34 Priebeh rastu buka na TMP Turová



Obr. 3.35-1 Úhrny podkorunových zrážok a kumulované prírastky na obvode v rokoch 2004-2008



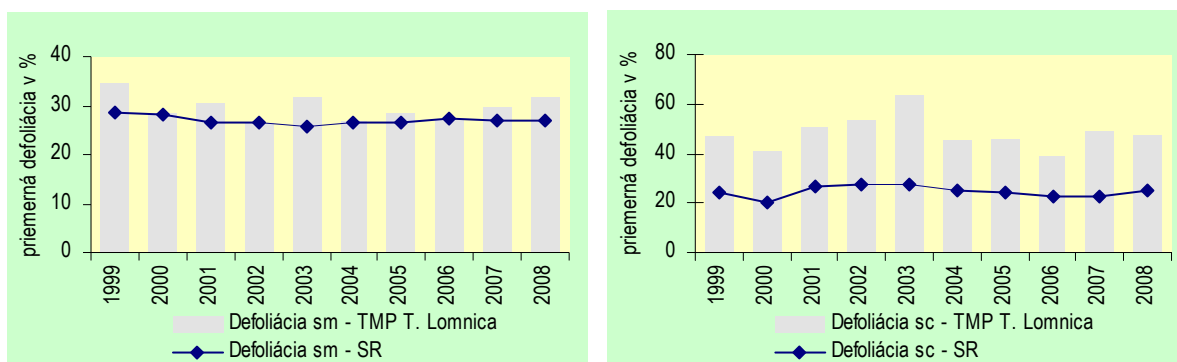
Obr. 3.35-2 Úhrny podkorunových zrážok a kumulované prírastky na obvode v rokoch 2004-2008

TMP 207 - Tatranská Lomnica

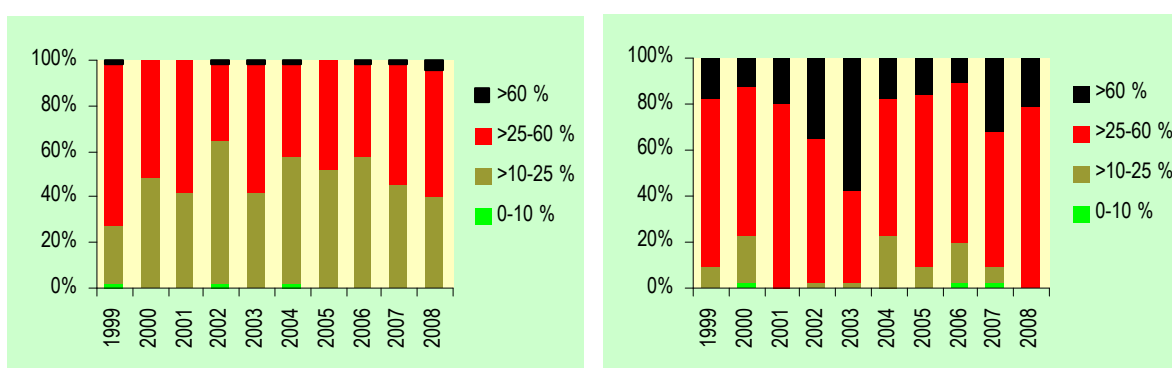
Základné charakteristiky plochy

Rok založenia	1998
Zemepisná šírka	49°10'49"
Zemepisná dĺžka	20°14'30"
LZ	ŠL TANAP
LHC	Vysoké Tatry
JPRL	1026
Nadmorská výška	1150 m
Expozícia	JV
Sklon	11-22 %
Výmera plochy	0,25 ha
Počet stromov	256
Vek	60-140 (LHP 130)
Rad	A/B (LHP A)
Slť	Lariceto-Piceetum
Lesný typ	6141- Sutínová smrekovcová smrečina časť 6145 – Živná smrekovcová smrečina nst.
Pôdny typ	Ranker podzolový, ranker kambizemný
Zastúpenie	sm 60 %, sc 40 %, jd +, (LHP sm 95 %, sc 5 %)
Bonita	sm 8, sc 4
Výchovné zásahy	bez zásahu

Vývoj defoliácie



Obr. 3.36 Defoliácia smreka a smrekovca na TMP Tatranská Lomnica v rokoch 1999-2008



Obr. 3.37 Vývoj zastúpenia defoličných tried pre smrek (vľavo) a smrekovec (vpravo)

Tab. 3.44 Vývoj zastúpenia drevín v stupňoch defoliácie

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

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

Drevina	Priemerná defoliácia v % ± stredná chyba				
	1999	2000	2001	2002	2003
Smrek	34,7 ± 1,8	28,6 ± 1,4	30,8 ± 1,4	26,6 ± 1,9	31,9 ± 1,6
	2004	2005	2006	2007	2008
	27,1 ± 1,6	28,4 ± 1,1	27,2 ± 1,4	29,8 ± 1,5	32,0 ± 1,6
Smrekovec	46,9 ± 2,7	41,6 ± 2,7	51,2 ± 2,7	53,5 ± 3,1	63,5 ± 2,8
	2004	2005	2006	2007	2008
	45,1 ± 3,0	46,4 ± 2,7	39,0 ± 2,7	49,5 ± 3,1	47,4 ± 2,6

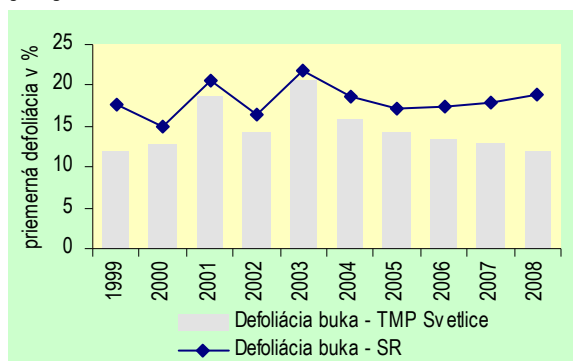
Na TMP Tatranská Lomnica sa začalo hodnotenie defoliácie a meranie hrúbkového prírastku až v roku 1999. Aj na tejto ploche sa potvrdilo, že rok 1999 bol z hľadiska vývoja defoliácie horší ako rok 2000. V rokoch 2001 a 2002 sa defoliácia smreka na TMP mierne znížila, naopak pri smrekovci došlo k zhoršeniu už i tak zlého zdravotného stavu. V roku 2003 sa prejavili dôsledky extrémne suchého roku aj na zvýšenej defoliácii smreka a smrekovca. V roku 2008 bola zaznamenaná najvyššia defoliácia smreka. Je predpoklad, že táto sa v roku 2009 ešte zvýši, pretože okraj postupujúcej kôrovцovej kalamity je iba pár sto metrov od monitorovacej plochy. Kým u smreka bol do roku 2008 stabilizovaný zdravotný stav s malými zmenami defoliácie v jednotlivých rokoch, u smrekovca je defoliácia v každom roku vysoká a najčastejšie sa pohybuje v rozpätí 40-50 %.

TMP 208 – Svetlice

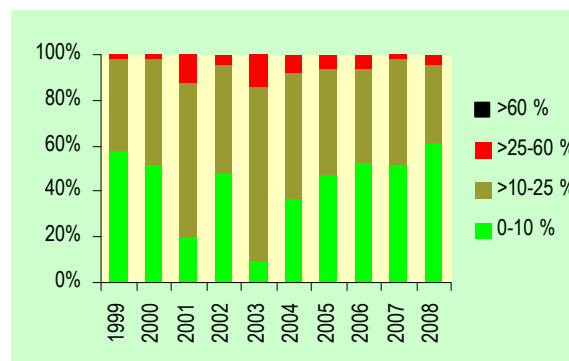
Základné charakteristiky plochy

Rok založenia	1999
Zemepisná šírka	49°11'41"
Zemepisná dĺžka	22°05'41"
LZ	Medzilaborce
LHC	Nižná Jablonka
JPRL	169a
Nadmorská výška	570 m
Expozícia	Z
Sklon	40 %
Výmera plochy	0,25 ha
Počet stromov	496
Vek	52
Rad	B
Slť	Fagetum typicum
Lesný typ	4318-Ostřicová typická bučina
Pôdny typ	Kambizem modálna
Zastúpenie	bk 100 %
Bonita	30
Výchovné zásahy	Prebierka

Vývoj defoliácie



Obr. 3.38 Defoliácia buka na TMP Svetlice



Obr. 3.39 Vývoj zastúpenia defoliačných tried

Tab. 3.46 Vývoj zastúpenia stromov v stupňoch defoliácie

Rok	Drevina	Zastúpenie stromov v stupňoch defoliácie v %							
		0	1	2	3	4	0-1	2-4	3-4
1999	Buk	58	40	2	0	0	98	2	0
2000	Buk	52	46	2	0	0	98	2	0
2001	Buk	20	68	12	0	0	88	12	0
2002	Buk	48	48	4	0	0	96	4	0
2003	Buk	10	76	14	0	0	86	14	0
2004	Buk	37	55	8	0	0	92	8	0
2005	Buk	47	47	6	0	0	94	6	0
2006	Buk	53	41	6	0	0	94	6	0
2007	Buk	52	46	2	0	0	98	2	0
2008	Buk	61	35	4	0	0	96	4	0

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

Drevina	Priemerná defoliácia v % ± stredná chyba				
Buk	1999	2000	2001	2002	2003
		12,7 ± 0,4	18,7 ± 0,5	14,1 ± 0,4	20,6 ± 0,5
	2004	2005	2006	2007	2008
	16,0 ± 0,5	14,1 ± 0,6	13,4 ± 0,6	12,9 ± 0,5	12,1 ± 0,5

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

TMP 210 – Grónik II

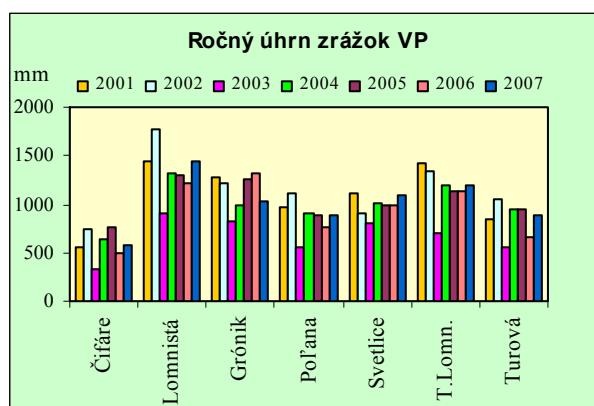
Základné charakteristiky plochy	
Rok založenia	2008
Zemepisná šírka	49°29'54"
Zemepisná dĺžka	18°34'04"
LZ	Urbariát Turzovka
LHC	
JPRL	1632
Nadmorská výška	820
Expozícia	JJZ
Sklon	60 %
Výmera plochy	0,25 ha
Počet stromov	120
Vek	90
Rad	A
Sít	Fagetum abietino-piceosum nst
Lesný typ	5105 – čučoriedková jedľová bučina so smrekom nst
Pôdny typ	podzol modálny
Zastúpenie	sm 100 %
Bonita	2
Výchovné zásahy	prebierka

Na začiatku roka 2008 bola v dôsledku napadnutia pôdkôrnikom vytváraná monitorovacia plocha Grónik. V tom istom roku bola založená nová plocha Grónik II, vzdialená od pôvodnej 400 m na juhozápad. Na ploche sa v roku 2008 vykonalo hodnotenie stavu korún a poškodenia stromov. Na ploche boli inštalované prírastkomery (40 ks), opadomery (10 ks) a zrážkomery (10 ks). Na holine v blízkosti monitorovacej plochy bola inštalovaná meteostanica na meranie základných klimatických veličín.

3.2.3 Monitoring depozície

Kontinuálny monitoring depozície znečisťujúcich látok v lesoch SR je dlhodobo realizovaný na 7 plochách intenzívnej úrovne národného monitoringu zdravotného stavu lesov Slovenska, v súlade s manuálom UN/ECE pre meranie depozície. Manuál je pravidelne aktualizovaný na pracovných stretnutiach expertov zo štátov EÚ a je dostupný na webovej stránke <http://www.icp-forests.org/>.

Plochy sú lokalizované v nadmorských výškach od 225 do 1 200 m, s rôznorodým drevinovým zložením, ktoré reprezentuje lesné porasty v SR (smrekové porasty v Lomnistej doline – Jasení, Gróniku, v Tatranskej Lomnici, zmiešaný smrekovo – jedľovo – bukový porast na Poľane, bukové porasty v Turovej a Svetliciach a dubový porast v Čifároch). Nadmorská výška ovplyvňuje najmä celoročné úhrny zrážok (obr. 3.40), ktoré sú významným faktorom pri prepočte koncentrácií iónov vo vzorkách vôd na hodnotu depozície. Drevinové zloženie ovplyvňuje chemizmus zrážkových vôd, pretože dreviny majú rôznu schopnosť zachytávať imisie z ovzdušia a z ich asimilačného aparátu sú rôznou intenzitou uvoľňované bázické katióny. Z týchto dôvodov je pri porovnávaní výsledkov potrebné mať na zreteli vysokú variabilitu monitorovacích plôch v SR.



Obr. 3.40 Ročný úhrn zrážok na voľných plochách

Kolektory na zachytávanie zrážok a stokov po kmeni stromov sú lokalizované v lesných porastoch (depozícia v poraste) a na blízkych plochách bez zápoja lesných drevín (zmiešaná depozícia). Vzorky sa odoberajú v pravidelných 2 – týždňových intervaloch počas celého roka. Starostlivosť o TMP, kolektory a odbery vzoriek vykonávajú dlhodobo dve stabilizované pracovné skupiny technikov NLC, čo zabezpečuje primeranú kvalitu terénnych prác.

Vo vzorkách sú stanovené koncentrácie aniónov síry, dusíka v nitrátovej a amoniakálnej forme, chlóru, koncentrácie bázických katiónov, železa, mangánu, hliníka a koncentrácie ťažkých kovov. Analýzy sú doplnené o meranie pH, elektrickej vodivosti, prípadne alkality, ktoré slúžia najmä na spätnú kontrolu kvality chemických analýz aniónov a katiónov. Výsledky chemických analýz, ktoré predstavujú koncentráciu stanovených iónov v zrážkach (mg.l^{-1}) sú na základe zrážkových úhrnov z jednotlivých plôch prepočítané na depozíciu jednotlivých elementov ($\text{kg.ha}^{-1} \cdot \text{rok}^{-1}$). Získané výsledky sú súčasťou európskej databázy hodnotenia vplyvu znečisteného ovzdušia na lesné ekosystémy.

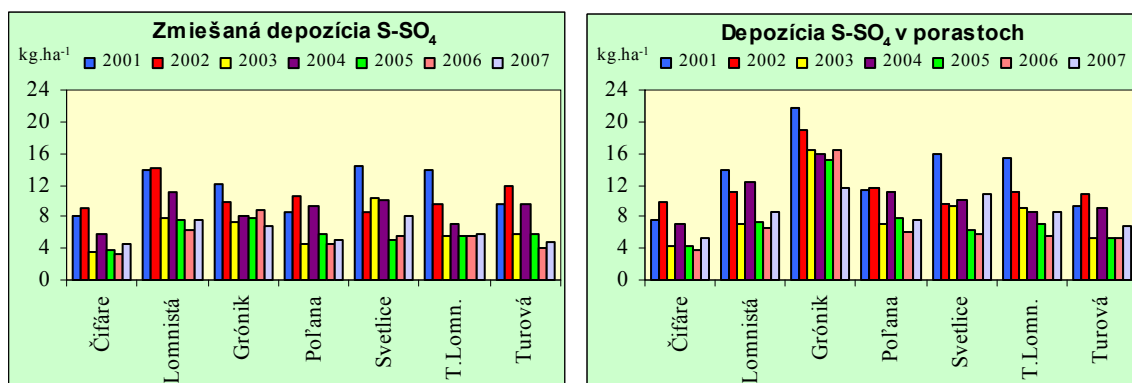
Depozícia síry

Depozícia síry v lesných porastoch je zvyčajne vyššia ako zmiešaná depozícia na blízkych voľných plochách bez zápoja lesných drevín, čo sa jednoznačne potvrdilo aj v roku 2007.

Vyššiu depozíciu síry dlhodobo zaznamenávame vo väčších nadmorských výškach, na plochách so smrekovými porastmi (Grónik, Jasenie, Tatranská Lomnica). V roku 2007 bola druhá najvyššia depozícia síry zaznamenaná v bukovom lesnom poraste na TMP Svetlice ($10,8 \text{ kg.ha}^{-1} \cdot \text{rok}^{-1}$).

Depozícia síry v Tatranskej Lomnici v roku 2007 v porovnaní s rokom 2001 poklesla o 45 % (na hodnotu $8,5 \text{ kg.ha}^{-1} \cdot \text{rok}^{-1}$) a v Lomnistej doline – Jasení o 37 % ($8,7 \text{ kg.ha}^{-1} \cdot \text{rok}^{-1}$), zatiaľ čo na Gróniku o 46 % ($11,6 \text{ kg.ha}^{-1} \cdot \text{rok}^{-1}$). Na ďalších plochách bol zaznamenaný pokles depozície síry v roku 2007 približne o 30 %. Depozícia síry v roku 2007 bola mierne vyššia oproti roku 2006 najmä z dôvodu zvýšeného množstva zrážok.

Výsledky ročných depozičných vstupov síry pre lesné porasty (porastové zrážky) a zvlášť pre voľné plochy bez zápoja lesných drevín (zmiešané zrážky) sú uvedené na obr. 3.41.



Obr. 3.41 Depozícia síry (S-SO₄) – zmiešanã na voľných plochãch a v porastoch

Pokles depozície síry v lesoch SR je v dobrej zhode s výsledkami z ďalších štátov EÚ. Správa UN ECE z roku 2005 „Stav lesov v Európe“ uvãdza, že priemernã roãnã depozícia síry v lesných porastoch poklesla v období rokov 1996 – 2001 o 40%. Hodnotených bolo 169 plôch od severu Talianska až po juh Škandinãvie. Ojedinelé plochy s vysokou depozíciou síry sa vřak vyskytujú takmer v každej sledovanej krajine. V sprãve UN/ECE z roku 2007 je uvedené, že výraznã redukcia depozície síranov pokraãuje na tretine plôch, ktoré sú lokalizované prevažne v strednej Európe. Napriek tomu až 24,3 % (z celkového poãtu 219 hodnotených plôch) má depozíciu síry v intervale 8 až 27,7 kg.ha⁻¹.rok⁻¹, 54,2% plôch v intervale 3,3 – 8,0 kg.ha⁻¹.rok⁻¹, a 21,5 % v intervale 0,7 – 3,3 kg.ha⁻¹.rok⁻¹.

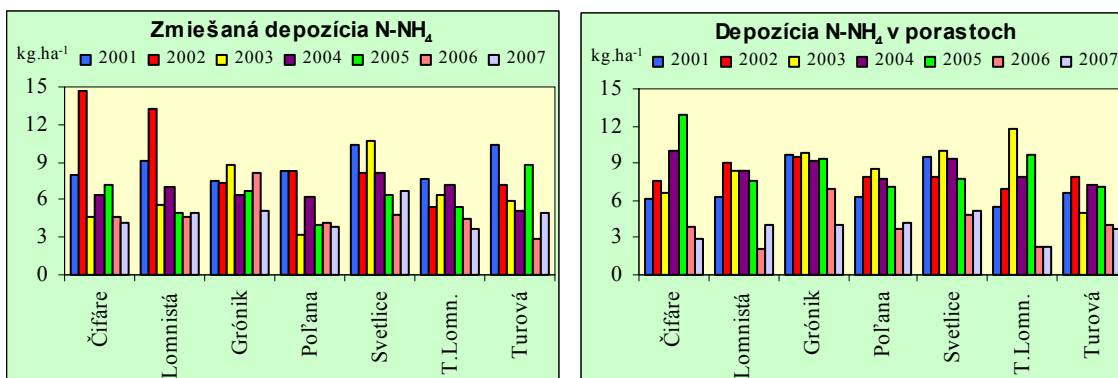
Významnã zmena v SR nastala v roku 2003, keď depozícia síry na vřetkých sledovaných plochãch bola prvýkrát nižřia, ako celkovã depozícia dusíka, a to v lesných porastoch aj na voľných plochãch. Merania v rokoch 2004 – 2006 potvrdzujú trvalosť týchto zmien, ktoré odrãžajú najmä zmeny emisnej situãcie v strednej Európe. Najvãčři producenti SO₂ boli nútení pristúpiť či už zmenou technológií, alebo inřtalovaním úãinnejších filtračných zariadení k ich výraznej redukcii, čo sa následne odrazilo v celoeurópskom trende poklesu depozície síry. Produkcia emisií SO₂ na území Slovenska (podľa sprãvy MŽP SR a SHMÚ o kvalite ovzduřia za rok 2005) v roku 1990 dosahovala 526 111 t.rok⁻¹, v roku 2005 bola výrazne nižřia – 89 008 t.rok⁻¹.

Depozícia dusíka na lesnej pôde

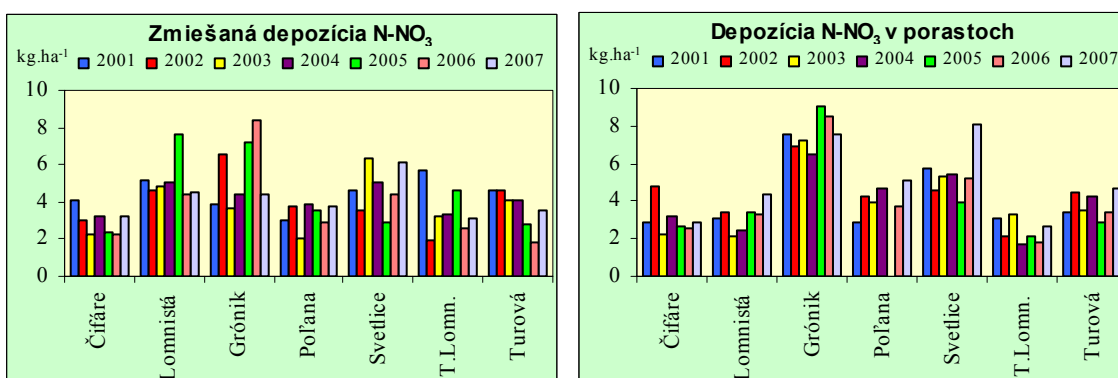
Celkovã depozícia dusíka je vyřřia v lesných porastoch, než na blízkyh plochãch bez lesných drevín, aj keď tento rozdiel je menej výrazný ako u síry. V prvých rokoch monitoringu boli merania depozície amoniakového dusíka na plochãch bez lesných drevín vo všeobecnosti o niečo vyřřie ako depozície nitrátového dusíka. Situãcia bola vysvetlenã ako následok pohlčovãnia amoniakového dusíka asimilačným aparãtom lesných drevín, tzv. hnojenie na list. Tento trend už v r. 2005 neplatil, na vřetkých plochãch sme zaznamenali vyřřie hodnoty N-NH₄ v porastoch. Depozícia dusíka N-NH₄ v roku 2006 na jednotlivých voľných plochãch (2,9 – 8,1 kg.ha⁻¹. rok⁻¹) bola mierne vyřřia, než v lesných porastoch (2,1 – 7,0 kg.ha⁻¹. rok⁻¹). Vyřřie depozičné hodnoty amoniakového dusíka sme zistili na TMP so smrekovými porastmi (Grónik, Jasenie, Tatrãnskã Lomnica).

Depozícia dusíka N-NH₄ v roku 2007 na jednotlivých voľných plochãch (3,7 – 6,8 kg.ha⁻¹. rok⁻¹) je naďãalej mierne vyřřia, než v lesných porastoch (2,2 – 5,2 kg.ha⁻¹. rok⁻¹). Nitrátový dusík mal podobný priebeh (3,1 – 6,1 kg.ha⁻¹. rok⁻¹ na voľných plochãch a 2,7 – 5,2 kg.ha⁻¹. rok⁻¹ v porastoch). Podobne ako pri depozícii síry, maximãlne hodnoty pre N–NH₄ aj N–NO₃ sme zaznamenali na TMP Svetlice, v severovýchodnej ãasti Slovenska.

Výsledky roãných depozičných vstupov (N–NO₃⁻ a N–NH₄⁺) pre lesné porasty (porastové zrážky) a zvlãř pre voľné plochy bez zápoja lesných drevín (zmiešané zrážky) sú uvedené na obr. 3.42 a obr. 3.43.



Obr. 3.42 Depozícia dusíka (N-NH₄) zmiešaná na voľných plochách a v porastoch



Obr. 3.43 Depozícia dusíka (N-NO₃) zmiešaná na voľných plochách a v porastoch

V Európe je celková depozícia dusíka najvyššia v strednej Európe. V období rokov 1999 – 2004 aj napriek snahám jednotlivých štátov EÚ o zvýšenie kvality ovzdušia, zostalo bez zmien, t.j. bez poklesu depozície dusíka, až 80% hodnotených monitorovacích plôch v lesoch.

Až 33,5% plôch má depozíciu nitrátového dusíka v intervale 6,3 – 19,1 kg.ha⁻¹.rok⁻¹, depozícia amoniakového dusíka je dosahuje najvyššie hodnoty (7,5 – 23,8 kg.ha⁻¹.rok⁻¹) na 24,7% plôch z celkového počtu 219.

Zvýšená depozícia dusíka v kombinácii s vyššími teplotami spôsobuje intenzívnejší rast drevín, na strane druhej predstavuje riziko pokračovania acidifikácie a nedostatku bázických živín pre výživu drevín. Pokles emisií oxidov dusíka v SR je menej výrazný ako u síry, z 221 000 t (r. 1990) na 108 000 t v roku 2000. Od roku 2003 emisie oxidov dusíka zostávajú na približne rovnakej úrovni, cca 97 000 ton ročne.

Depozícia bázických katiónov

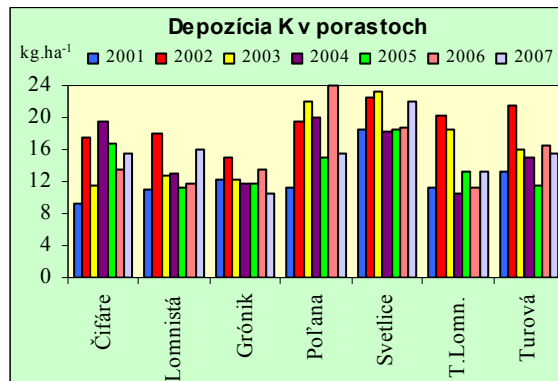
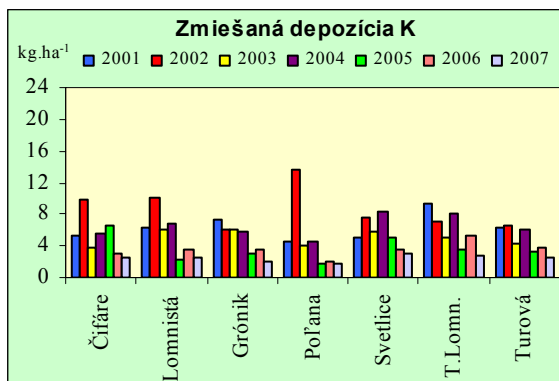
Vylúhovanie živín z asimilačných orgánov lesných drevín, ale aj tzv. „vyčesávaní efekt“ lesných porastov voči tuhým znečisťujúcim látkam z ovzdušia spôsobujú vyššiu depozíciu bázických katiónov K, Ca, Mg v lesných porastoch v porovnaní s depozíciou na blízkych plochách bez zápoja lesných drevín.

V lesných porastoch (v ihličnatých, listnatých aj zmiešaných) je jednoznačne najvyššia depozícia draslíka (10,49 – 22,05 kg.ha⁻¹. rok⁻¹), na druhom mieste depozícia vápnika (4,93 – 9,28 kg.ha⁻¹. rok⁻¹) a najnižšia, podobne ako na voľnej ploche, je depozícia horčíka (0,72 – 1,41 kg.ha⁻¹. rok⁻¹).

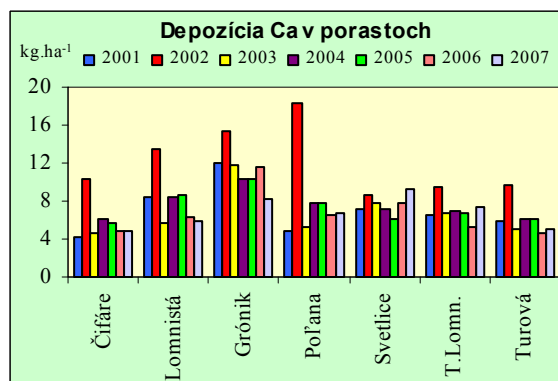
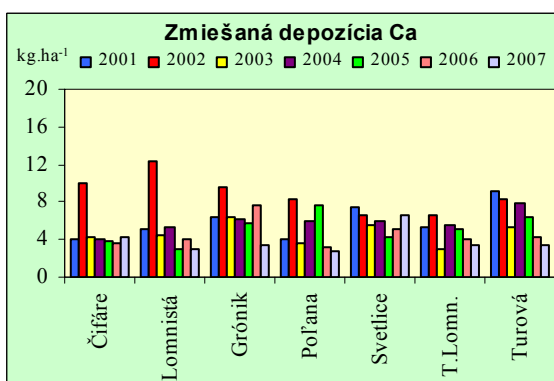
V roku 2007 na voľných plochách bez zápoja lesných drevín lokalizovaných v blízkosti TMP prevažovala depozícia vápnika (2,84 až 6,51 kg.ha⁻¹. rok⁻¹) nad depozíciou draslíka (1,68 – 2,92 kg.ha⁻¹. rok⁻¹). Depozícia horčíka na voľných plochách je najnižšia (0,63 – 1,41 kg.ha⁻¹. rok⁻¹).

Maximálne hodnoty depozície vápnika a horčíka v lesnom poraste aj na voľnej ploche boli v roku 2007 zistené na TMP Svetlice.

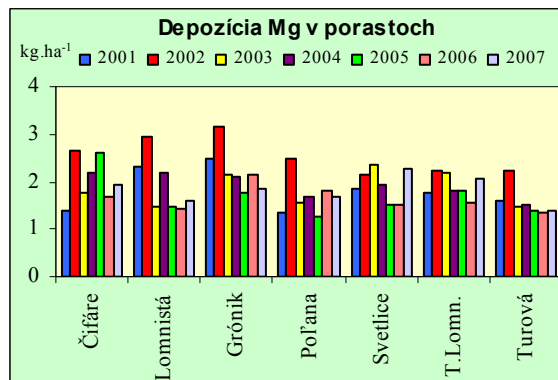
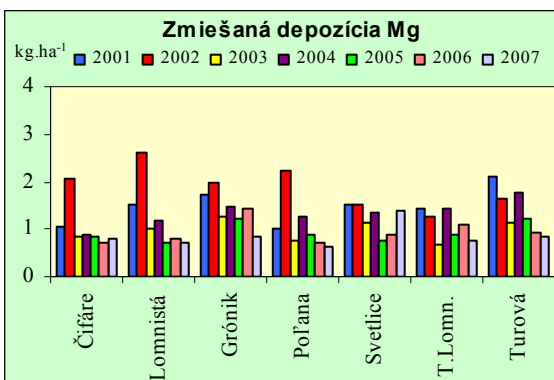
Porovnanie výsledkov depozícií bázických katiónov na jednotlivých TMP v rokoch 2001 – 2007 je uvedené na obr. 3.44 – 3.46.



Obr. 3.44 Depozícia draslíka zmiešanými a porastovými zrážkami



Obr. 3.45 Depozícia vápnika zmiešanými a porastovými zrážkami



Obr. 3.46 Depozícia horčíka zmiešanými a porastovými zrážkami

3.2.4 Monitoring pôdneho roztoku

Pri mnohých hodnoteniach stavu lesných ekosystémov (aj pri hodnotení a modelovaní kritických záťaží) je pôda, resp. jej vrchná časť, považovaná za receptor a kľúčovú abiotickú zložku lesného ekosystému. Dôležité je samozrejme poznať nielen vlastnosti pevnej zložky pôdy ako súbor relatívne stabilných edafických faktorov charakterizujúcich dané stanovište, ale mať poznatky aj o dynamike pôdnych vlastností, najmä kvapalnej zložky pôdy, a interakciách prebiehajúcich v pôde. V rámci programu monitoringu lesa je monitoring pôdneho roztoku považovaný za dôležitú súčasť intenzívneho monitoringu, pričom nadväzuje najmä na monitoring depozícií (z hľadiska vlastností presakujúcej vody, resp. kvality rôznych foriem pôdnej vody, a z hľadiska bilancie iónov) a na monitoring pôd (z hľadiska interpretácie vplyvu pôdnych vlastností na koreňový systém drevín a na stav drevín).

Hlavné ciele sú v európskom programe monitoringu lesa definované nasledovne:

- monitorovať a hodnotiť dlhodobé trendy chemizmu pôdneho roztoku v reakcii na rôzne faktory (najmä ako reakciu na vývoj kvality depozície),
- prispieť k poznatkom o vzťahoch medzi stavom lesa a stresovými faktormi, najmä znečisteným ovzduším a zakysľujúcimi zložkami atmosférickej depozície,
- prispieť k poznatkom o bilanciách iónov v lesnom ekosystéme (vstup/výstup).

Stanovenie chemického zloženia pôdneho roztoku poskytuje informácie o prístupnosti živín, ale aj informácie o možnej inhibícii prijímania živín, zapríčinennej napr. toxickým vplyvom hliníka a iných stresových faktorov na korene rastlín.

V rámci štruktúry ICP Forests bola najskôr zriadená pracovná skupina pre pôdny roztok, neskôr sa stala súčasťou expertného panelu pre lesné pôdy. Existujúci submanuál ICP Forests pre pôdny roztok definuje viaceré metodické otázky len voľne, resp. pripúšťa viaceré alternatívy z hľadiska typov lyzimetrov (platňové alebo lievčkové lyzimetre na gravitačnú vodu, sukčné lyzimetre, odbery vzoriek pôdy s následným odstredovaním), ako aj rôznorodosťou materiálov zberačov (keramické, teflonové, nylonové, sklenené), pričom každý materiál má isté nevýhody (adsorpcia určitých iónov, krehkosť, vysoká cena.). Podobne pre prepočty obsahu a toku pôdnej vody pre bilančné kvantifikácie sa používajú rôzne postupy. Interpretáciu výsledkov komplikuje aj značná priestorová variabilita kvantity aj kvality pôdneho roztoku. Pre presnejšie hodnotenia a najmä kvantifikácie bilancie iónov by sa vyžadoval značný počet opakovaní (odberných miest), čo je veľmi nákladné a najmä na skeletných pôdach prakticky nemožné.

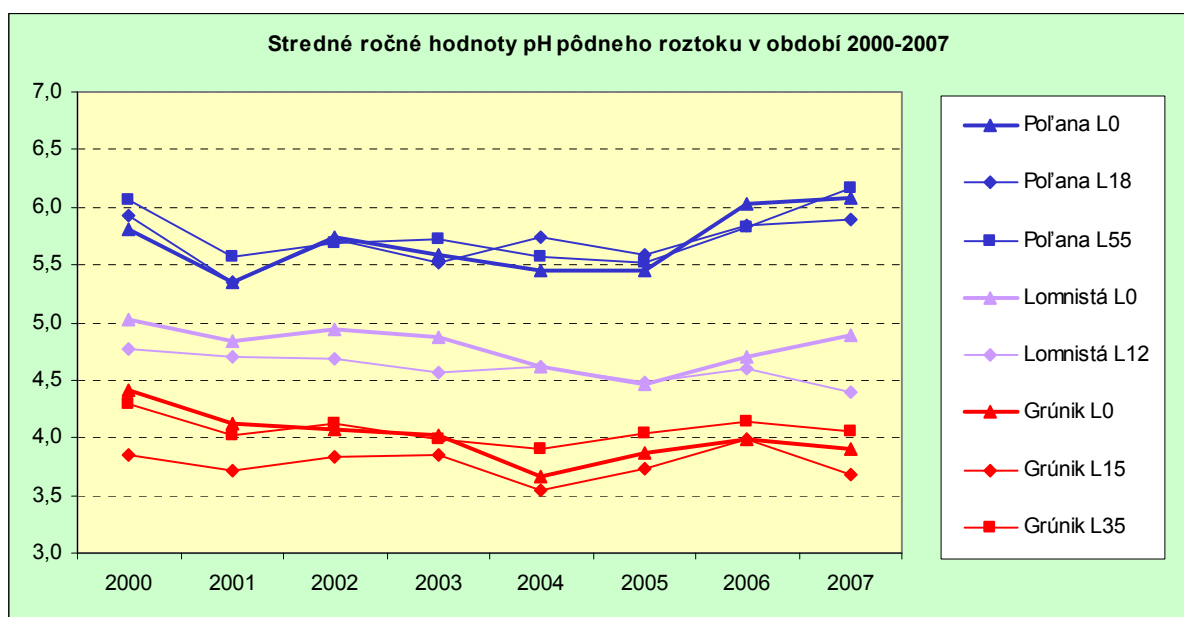
Kontinuálny monitoring pôdneho roztoku v rámci národného programu monitoringu lesa sa od roku 2000 realizuje na troch trvalých monitorovacích plochách intenzívneho monitoringu:

- TMP 204 – Poľana – Hukavský grúň
- TMP 203 – Jasenie – Lomnistá dolina
- TMP 209 – Grúnik.

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

TMP sú vybavené platňovými lyzimetrami, ktoré sú uložené pod vrstvou pokrývkového humusu (hĺbka 0) a v jednej alebo dvoch hĺbkach minerálnej pôdy, v závislosti od vlastností pôdy a genetických horizontov, zachytávajú pôdou voľne pretekajúcu, teda gravitačnú vodu. Vzorky sa na TMP odoberajú v pravidelných dvojtýždňových intervaloch rovnako ako vzorky depozície a ich chemické zloženie sa stanovuje v CLL NLC. Prehľad stanovovaných veličín je v tabuľke 2.2 v kapitole 2.2.

Podobne ako za iné prieskumy, kde sa hodnotia súbory údajov za celý kalendárny rok, aj v prípade pôdneho roztoku sú v tejto správe zahrnuté výsledky do roku 2007.



Obr. 3.47 Vývoj reakcie pôdneho roztoku v rokoch 2000-2007

Na obrázku 3.47 je znázornený priebeh stredných hodnôt (mediánov) pH nameraných v odobratých vzorkách pôdnej vody od roku 2000 do roku 2007. Pre spresnenie uvádzame, že údaje za rok 2000 necharakterizujú celý kalendárny rok (lyzimetre boli inštalované počas roka). Časové rady sú aj sezónne prerušované z dôvodu absencie vzoriek v suchých obdobiach alebo v obdobiach s teplotami pod bodom mrazu.

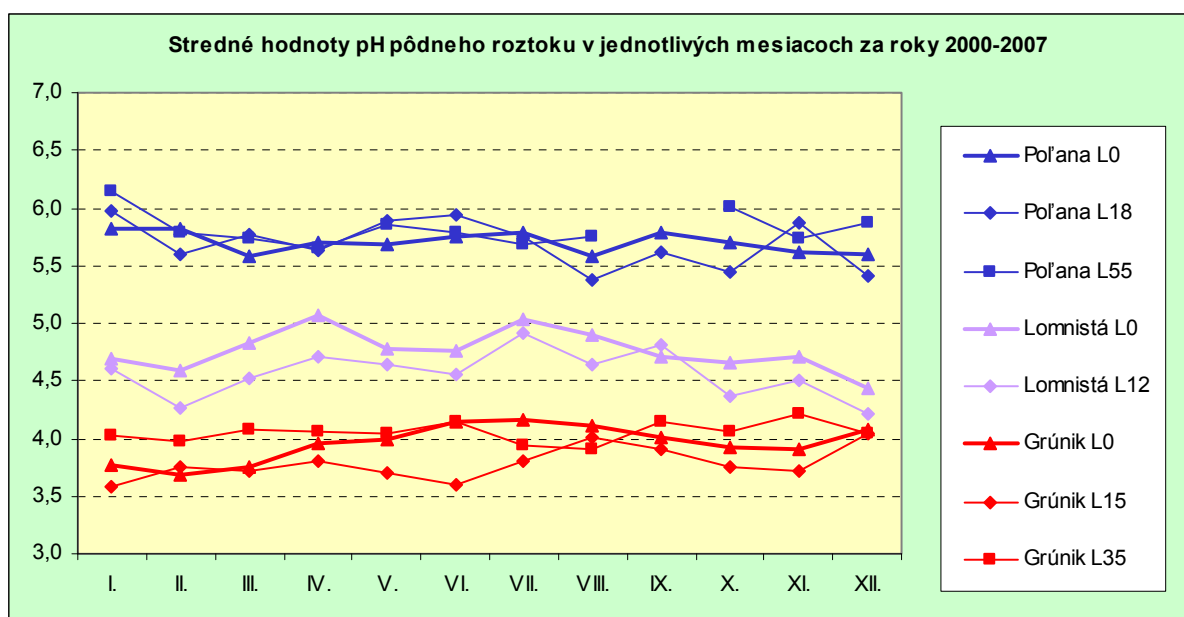
Z porovnania medzi monitorovacími plochami s inštalovanými platňovými lyzimetrami (Poľana, Lomnistá dolina, Grónik) sú zjavné značné rozdiely v reakcii pôdneho roztoku, ako aj rozdiely medzi odberovými hĺbkami vo vzťahu k horizontom, v ktorých sú lyzimetre inštalované (tab. 3.48)

Tab. 3.48 Prehľad stredných hodnôt pH pôdneho roztoku vo vzťahu k pôdnym horizontom na 3 plochách

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

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

Na obr. 3.47 sú znázornené priemerné výkyvy nameranej hodnoty pH v priebehu roka (priemerné hodnoty za roky 2000-2007) na jednotlivých plochách a v hodnotených hĺbkach.



Obr. 3.48 Stredné hodnoty pH pôdneho roztoku

Rozdiely medzi najnižšími a najvyššími ročnými priemernými hodnotami pH sú najvýraznejšie u vzoriek odobratých z hĺbky 0 cm – čo je odberová hĺbka na rozhraní organickej a minerálnej vrstvy pôdy, vzorky odobraté z minerálnych vrstiev pôdy majú hodnotu pH vyrovnaneršiu. (tab. 3.49)

Tab. 3.49 Ročné minimá a maximá hodnôt pH pre jednotlivé plocha hĺbky

Hodnota pH	Pořana			Lomniřtá		Grónik		
	L0	L18	L55	L0	L12	L0	L15	L35
minimum	5,35	5,36	5,52	4,47	4,40	3,66	3,55	3,91
maximum	6,08	5,92	6,16	5,03	4,78	4,42	4,00	4,30
rozdiel	0,72	0,56	0,64	0,56	0,38	0,76	0,44	0,40

3.2.5 Vlhkostný režim pôd v nířinných polohách

V posledných troch desaťročiach, na rozdiel od nířinných polôh boli horské polohy pod dlhodobou neúnosnou úrovnou kyslej imisnej záťaže, ktorej dopadom je chradnutie i predčasné odumieranie predovšetkým starších smrekových porastov. Toto obdobie občas doprevádzali aj extrémne suché roky so zníženou dostupnosťou vlhky v pôde. Hoci sa v súčasnosti v mnohých oblastiach spriemysleného sveta podarilo významne znížiť úroveň emisnej záťaže, prebiehajúcu globálnu klimatickú zmenu len tak rýchlo nedokážeme ovplyvniť. Vzhľadom na prebiehajúce zmeny klímy, ktorú často sprevádzajú extrémne poveternostné udalosti s prevažne negatívnymi dopadmi na lesné ekosystémy vyžaduje ich neustále monitorovanie, ktoré musí zahŕňať aj priebežne sledovanie vlhkovstného režimu lesných pôd. Voda, najmä v suchých a teplých oblastiach je rozhodujúcim ekologickým a fyziologickým činiteľom. Nedostatok vody (sucho) v pôde sa obzvlášť v nířinných polohách prejavuje v poklese fyziologickej činnosti drevín a následne aj vo výraznom znížení celkovej hmotovej produkcie, odolnosti proti biotickým škodcom i celkovom vitálnom oslabení tu nachádzajúcich sa ekosystémov.

Jednou z monitorovacích plôch, na ktorej sa okrem iného celoročne monitoruje vlhkovstný režim pôd je (trvalá monitorovacia plocha) TMP Čifáre a nachádza sa na území OZ Levice.

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

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

Na základe zistených vlastností bola pôda na ploche zaradená do skupiny pôd ilimerických, a to ako hnedozem luvizemná modálna (MKSP 2000), resp. Luvisol cutanic humic siltic (WRB 2006). Pôda je ťažšia, ílovitohlinitá a len v povrchovej vrstve hlinitejšia, stredne hlboká (do 100 cm), tuhšia, v letných mesiacoch presycháva so zhoršenými vodovzdušnými pomermi.

Vlhkosť pôdy na tejto ploche sledujeme dlhodobejšie (od roku 1999) a celoročne v dvoj (jar, leto, jeseň) až štvortýždňových (zima) intervaloch s použitím gravimetrickej metódy. Sledujeme ju do hĺbky 100 cm. Výsledky sú zhodnocované a porovnávané prostredníctvom hydrolimitov. Hydrolimity pôdy sú charakterizované maximálnou kapilárnou kapacitou (MKK), bodom zníženej dostupnosti vody (BZD) a bodom vädnutia (BV). Uvádzané hydrolimity sú prevzaté zo zistení od TUŽINSKÉHO (1998).

V tab. 3.50 sú uvedené výsledky najdôležitejších meraní od konca marca do konca októbra 2008, ktoré obsahujú zistené obsahy vody v pôde vyjadrené hmotnosťnými % vlhkosť v hĺbke 10, 40, 90 cm a zásobu vody (v mm) pre povrchovú vrstvu pôdy (0-20 cm) a pre celý fyziologický profil (0-100 cm).

Z tabuľky je zrejmé, že v stredovej hĺbke (v 40 cm) hmotnosťné % vlhkosť od polovice apríla až do polovice júna malo klesajúci trend v rozpätí 21 až 12% a zároveň v tom čase zásoba vody v pôde aj

v povrchovej 20 cm vrstve strmšie klesala k bodu vädnutia. V druhej polovici júna a júla občasné a výdatnejšie zrážky, ktoré spôsobili v severovýchodnej časti Slovenska aj povodne, vylepšili júnový evapotranspiračný pokles vlhky v pôde aj v ostatných nížinných oblastiach a percentuálne hodnoty postupne s nárastom zrážok stúpali takmer do tretiny profilu, ale najviac sa prejavili v povrchovom horizonte, a to na 20 až 25%. V teplom auguste a septembri obsah vody opäť klesá pod 12 i 10% a aj v hlbších horizontoch, tak napríklad v 40 až 90 cm sa jej hodnoty pohybovali len medzi 11,9 až 13,3 %.

Tab. 3.50 Hmotnostné % vlhkosti pôdy v hĺbke 10, 40, 90 cm a objemová zásoba vody (mm) v 0-20 cm a 0-100 cm na TMP Čifáre počas roka 2008

Dátum merania	28.3.	11.4.	6.5.	23.5.	6.6.	20.6.	4.7.	21.7.	1.8.	14.8.	25.8.	8.9.	26.9.	9.10.	24.10.
Vlhkosť v 10 cm	28,8	31,6	15,7	14,9	12,1	16,2	19,5	25,2	12,0	11,1	10,4	8,6	10,9	11,2	8,9
Vlhkosť v 40 cm	18,6	21,1	16,6	14,8	13,3	12,2	14,6	12,0	12,0	12,7	11,9	12,5	11,9	12,1	11,6
Vlhkosť v 90 cm	14,3	15,9	15,5	14,2	12,9	12,0	12,9	12,9	12,7	12,8	13,3	12,3	12,4	11,4	11,4
Zásoba vody 0-20 cm	61	68	39	34	29	35	44	49	28	27	26	23	26	27	21
Bod vädnutia 0-20 cm	22,8														
Zásoba vody 0-100 cm	251	293	227	205	181	172	205	198	172	173	171	168	168	169	159
Bod zníženej dostupnosti 0-100 cm	252														

K uvedeným tabuľkovým percentám vlhkosti sa urobili prepočty na objemové % a z nich sa vypočítala zásoba vody v pôde pre povrchovú hrúbku (0-20 cm) a celú fyziologickú hĺbku (0-100 cm). Grafické zobrazenie k uvedeným % a dynamike vlhkosti nájdeme na obrázku 3.49 a 3.50, z ktorých vidieť, že najmenej vlhky v pôde bolo od druhej polovici jari a trvalo až do polovice augusta, čo sa odrazilo v nižšom % vlhkosti pôdy (12 – 15%).

Tohoročné zrážky, s výnimkou zimných mesiacov, merané pod porastom (dvojtýždňové úhrny) vykazovali, že v marci padlo v porastoch 66 mm, v apríli len 20, v máji 25 a v júni 42 mm. Najvýdatnejšie boli v období medzi 21.6. až 1.8. kedy spadlo až 159 mm, ale v auguste iba 26, v septembri 30 a v októbri 17 mm.

Zásoba vody (obr. 3.51), hodnotená za celú fyziologickú hĺbku, bola počas celého roka pod BZD a pohybovala sa od 168 do 293 mm, a to najmä v závislosti od zrážok. Jarné obdobie a druhá polovica letného i celého jesenného obdobia mali v celku nedostatok zrážok, iba v prvej polovici leta boli výdatnejšie zrážky.

Jej maximálna zásoba v polovici apríla dosiahla 293 mm, od nej sústavne klesala a koncom júna klesla až na 172 mm a po výdatných júlových dažďoch opäť stúpila na cca 200mm. V auguste prílev tropického vzduchu i menších zrážok zvýšil evapotranspiračnú spotrebu vody v pôde, preto jej zásoba v auguste klesla na 172 mm a najväčšie minimum dosiahla začiatkom septembra, a to len 168 mm a ku koncu októbra ešte klesla na 158mm.

Zásoba vody v hĺbke 0-20 cm bola krátkodobo nižšia na začiatku júna a potom od začiatku augusta až do konca októbra sa hodnoty pohybovali od 29 po 23 mm, a len v septembri dosiahla hodnotu hydrolimitu bodu vädnutia, kedy už dreviny i ostatná vegetácia krátkodobo trpeli nedostatkom prístupnej vody.

Vzhľadom na to, že v tomto roku sa zásoba vody pohybovala najprv medzi hydrolimitom MKK a BZD a od konca mája medzi BZD a BV môžeme povedať, že z pohľadu využiteľnej vody ju hodnotíme najprv ako dobrú a následne ako zníženú až nedostatočnú. Pri nedostatočnej zásobe sa prejavuje stagnácia hrúbkového prírastku duba cerového a vidieť bolo aj prejavy vädnutia krovitého i bylinného podrastu.

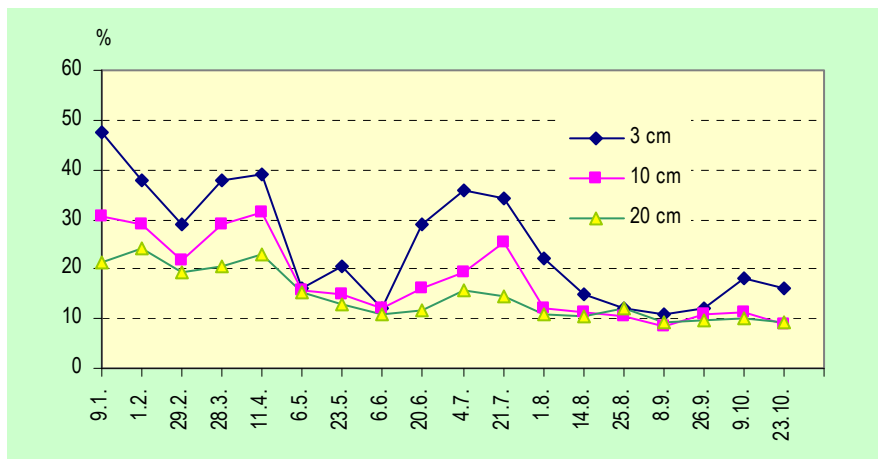
Vcelku treba povedať, že počas tohoročného vegetačného obdobia neboli v nížinných polohách pre celkovú produkciu biomasy optimálne vlhkosťné pomery pôd. Jarný nedostatok zrážok a zase nadnormálne júlové zrážky i nedostatočné letnojesenné zrážky ich radia medzi roky s extrémnejším priebehom. Spomínaná rozkolísanosť vlhky v pôde sa výrazne prejavila aj vo fyziologickej činnosti

drevín, ktorú priebežne sledujeme meraním a porovnávaním intenzity rastu hrúbkového prírastku duba cerového. Vplyv dobrej i nedostatočnej zásoby vody v pôde na veľkosť i rozdielnu dynamiku hrúbkového prírastku zjavne vidieť už z porovnania obr. 3.52 za rok 2008 s obr. 3.53, na ktorých je zároveň zobrazená dynamika zásoby vody v pôde pre hĺbku 0-20 cm. Veľmi priaznivé vlhkosťne a klimatické pomery v roku 2002 sa významne premietli aj do intenzity rastu a celkovej hodnoty prírastku.

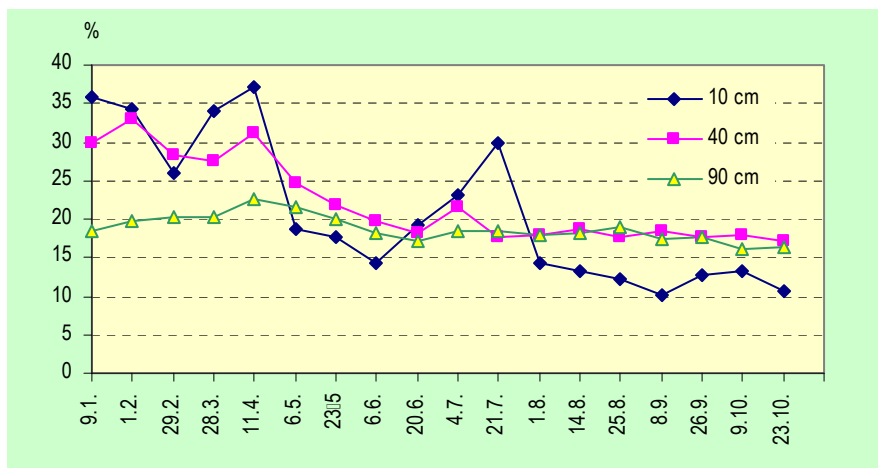
V roku 2008 vplyvom suchšej jari v nížinných polohách sa nedostatočná zásoba vody v pôde odrazila na prírastku drevín tak, že už koncom mája duby prestali hrúbkovo prirastať a potom až neskoré júnové a júlové výdatnejšie dažde ho znova naštartovali, ale ako vidieť aj na grafe, jeho stúpanie už nebolo prudké hoci zásoba vody sa významne zväčšila. Počas teplého a suchého leta, kedy zásoba vody poklesla v povrchovej 20 cm hrúbke tesne k bodu vädnutia, došlo k úbytku vody zrejme aj drevných pletivách, čo sa na grafickom priebehu prejavuje poklesom hodnoty kumulovaného prírastku a kmene akoby sa veľkým suchom doslova čiastočne scvrkávali.

Vo vlhkosťne priaznivom roku 2002 (obr. 3.53) nielenže duby prirastali takmer do polovice augusta, ale aj samotný prírastok bol takmer dva a pol krát väčší, pričom cca 90% s jeho veľkosti narástlo veľmi intenzívnym rastom od začiatku mája do konca júna. Treba zdôrazniť, že aj z porovnania priebehov hrúbkového prírastku v tomto roku s inými rokmi sa potvrdzuje fakt, že na najväčší prírastok majú rozhodujúci vplyv výdatné májové a júnové zrážky. Podrobnejšie zhrnutia o vplyve klimatických faktorov, napríklad na dynamiku hrúbkového rastu duba uvádza Pajtík, Ištoňa, (2003), pre iné dreviny výsledky nájdeme v správe Pajtík et al. (2007).

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

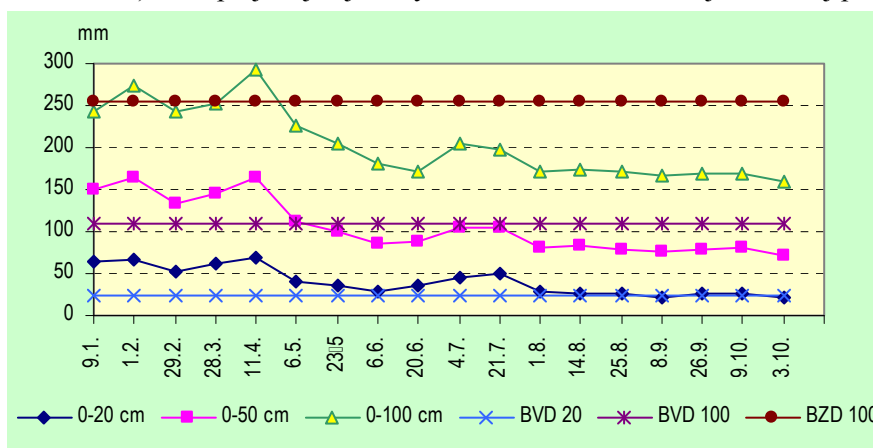


Obr. 3.49 Hmotnostné percento vlhkosti pôdy v povrchovej vrstve (3, 10 a 20 cm) počas roka 2008

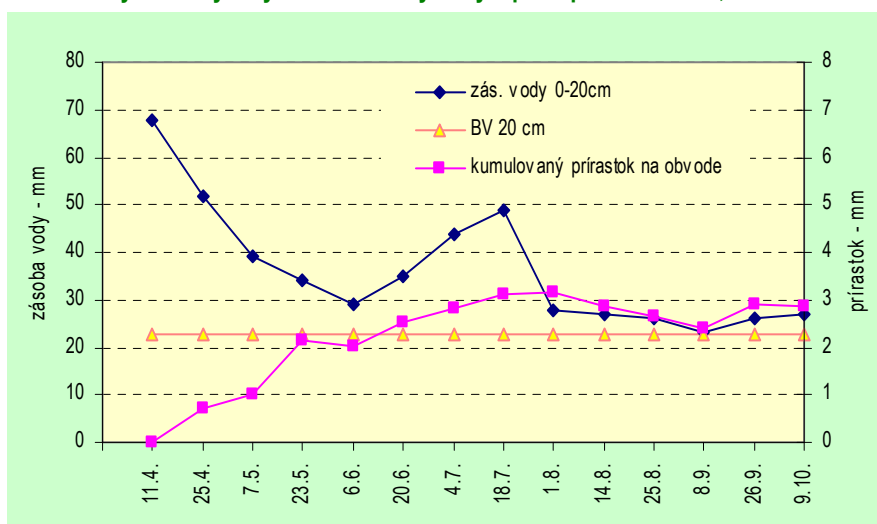


Obr. 3.50 Porovnanie dynamiky vlhkosti pôdy v hĺbke 10, 40 a 90 cm v roku 2008

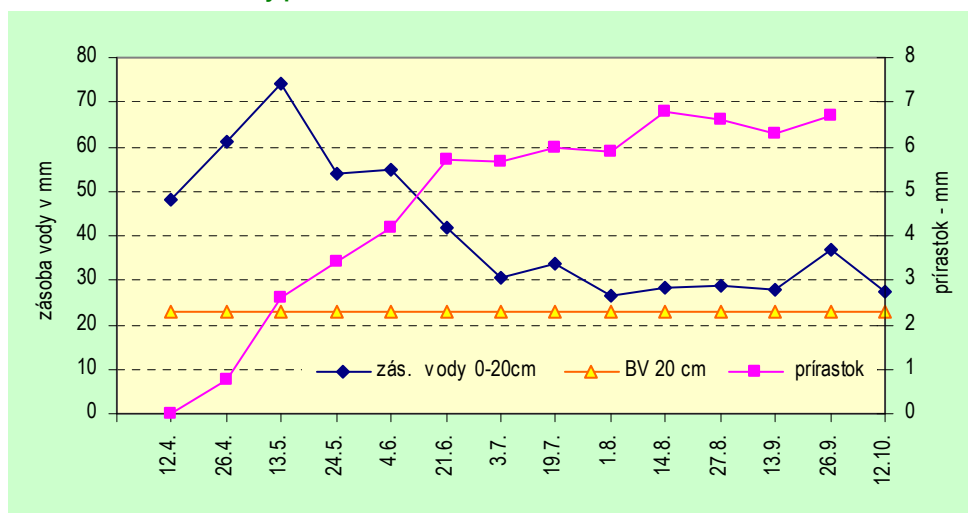
Takisto výsledky nepretržitého monitoringu vlhkosného režimu nížinných pôd za posledných sedem rokov (z toho roky 2000, 2003 a 2007 boli extrémne suché) potvrdzujú prognózy klimatológov o najväčšom a častejšom poklese ročných úhrnov zrážok v nížinných polohách, čo má významný dopad na nedostatočnú zásobu vody v pôde a jej nedostatok vedie i k poklesu fyziologickej činnosti drevín a na koniec (okrem iného) sa to prejavuje aj vo výraznom znížení celkovej hmotovej produkcie drevín.



Obr. 3.51 Hydrolimity a dynamika zásoby vody v pôde pre hĺbku 0-20, 0-50 a 0-100 cm



Obr. 3.52 Dynamika zásoby vody v pôde pre hĺbku 0-20 cm počas roka 2008 a jej vplyv na hrúbkový prírastok duba cerového



Obr. 3.53 Dynamika zásoby vody v pôde pre hĺbku 0-20 cm počas roka 2002 a jej vplyv na hrúbkový prírastok duba cerového

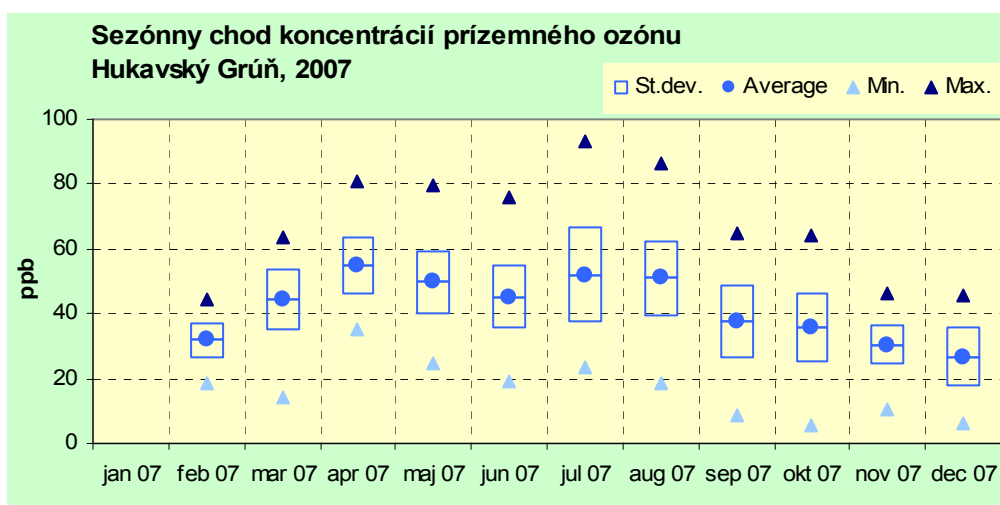
3.2.6 Hodnotenie vplyvu ozónu

Meranie koncentrácií ozónu

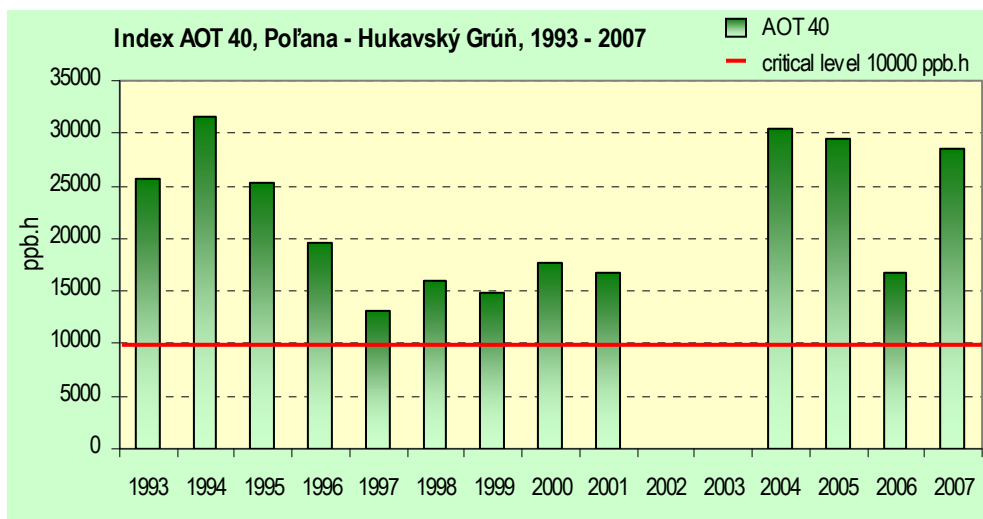
Prízemný ozón bol v roku 2007 sledovaný na jednej TMP II. úrovne, na lokalite Poľana – Hukavský Grúň. Koncentrácie prízemného ozónu typický ročný priebeh s minimálnymi priemernými mesačnými koncentraciami v zimnom období (december) a maximálnymi priemernými koncentraciami v jarnom a letnom období s dvojitým maximom (apríl, júl), ktoré sa vyskytuje v závislosti od meteorologických podmienok v sledovanom roku. Priemerná ročná koncentrácia dosiahla v roku 2007 hodnotu 42,9 ppb, priemerná koncentrácia z vegetačného obdobia dosiahla hodnotu 48,6 ppb. Maximálne krátkodobé koncentrácie dosahovali najvyššie hodnoty v letnom období (júl – august), maximálna koncentrácia v roku 2007 bola nameraná 18. júla a dosiahla hodnotu 93,2 ppb. Priebeh priemerných mesačných koncentrácií na lokalite Poľana – Hukavský Grúň v roku 2007 spolu s rozsahom meraní je uvedený na obr. 3.54.

Pre posúdenie možného negatívneho účinku prízemného ozónu na lesné ekosystémy sa používa celý rad kritických úrovní, resp. imisných limitov. Z krátkodobých imisných limitov používaných na ochranu vegetácie sme vyhodnocovali prekračovanie imisného limitu pre 24-hod priemer, ktorého kritická úroveň je $65 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$, čo predstavuje 32,5 ppb. Táto hodnota bola v roku 2007 prekročená v 75 % prípadov, počas vegetačnej sezóny až v 93 % prípadov. Imisný limit pre 1-hod priemer $200 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ (100 ppb) býva prekračovaný iba zriedkavo, v roku 2007 sme nezaznamenali ani jeden prípad.

Z dlhodobých imisných limitov sme vyhodnocovali prekračovanie indexu AOT 40 (Accummulated Exposure Over a Threshold of 40 ppb), ktorého kritická úroveň pre lesné ekosystémy je 10000 ppb (počítané z denných hodín vegetačného obdobia apríl - september). Hodnota indexu AOT 40 v roku 2007 bola 28564 ppb.h, kritická úroveň bola dosiahnutá 23. mája, celkovo bola prekročená o viac ako 180 %. Index AOT 40 v rokoch 1993 – 2007 na lokalite Hukavský Grúň dosahoval hodnoty 13033 – 30434 ppb.h, z toho najnižšiu hodnotu dosiahol v roku 1997, najvyššiu v roku 2004 (obr. 3.55). Kritická úroveň 10000 ppb.h bola prekročená počas všetkých rokov merania, pričom vo fotochemicky priaznivých rokoch k prekročeniu dochádza často už v prvej polovici vegetačnej sezóny. Na obrázku 3.56 je znázornený vývoj indexu AOT 40 počas vegetačnej sezóny v posledných štyroch rokoch merania (2004 – 2007). Pre výpadky v meraní nie je vypočítaný index AOT 40 pre rok 2003, ktorý bol v rámci celej Európy považovaný za fotochemicky mimoriadne priaznivý a v ktorom boli z dlhodobého hľadiska namerané nadpriemerné koncentrácie. Hodnoty indexu AOT 40 na regionálnych staniciach na Slovensku v tomto roku dosiahli hodnoty o 50 – 100 % vyššie oproti priemeru (SHMÚ a MŽP 2004), pričom na monitorovacej stanici LVÚ Predná Poľana (1270 m n. m.) dosiahol index AOT 40 hodnotu 51113 ppb.h a na monitorovacej stanici ILTER Štart (1150 m n. m.) až 68820 ppb.h (Pavlena et al. 2004.).

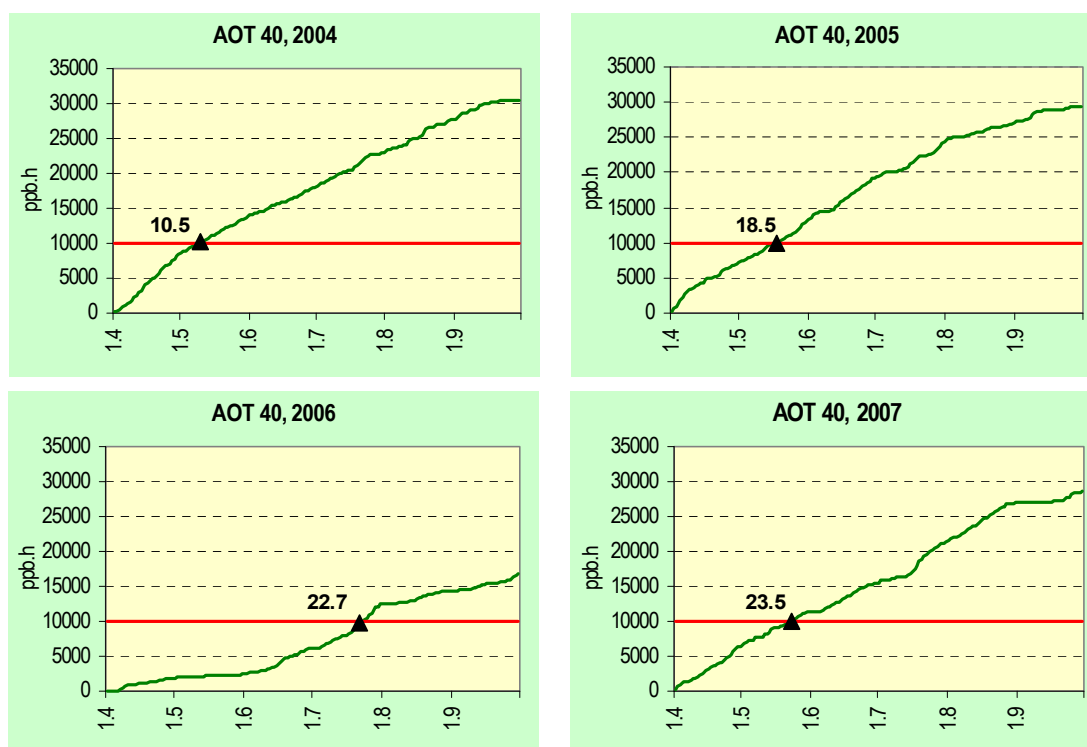


Obr. 3.54 Priebeh priemerných mesačných koncentrácií ozónu na lokalite Hukavský grúň v roku 2007



Obr. 3.55 Hodnoty indexu AOT 40 na lokalite Poľana – Hukavský Grúň v rokoch 1993 – 2007

Napriek tomu, že kritické úrovne ozónu stanovené pre ochranu lesných ekosystémov bývajú pravidelne prekračované na celom území Slovenska, neodráža sa táto skutočnosť adekvátne na zdravotnom stave lesných drevín. V súčasnosti sa pracuje na novom koncepte kritických úrovni prízemného ozónu, ktorý je založený na prístupe hodnotenia potenciálneho vplyvu ozónu na lesné dreviny so zohľadnením vplyvu komplexu stanovištných a mikroklimatických podmienok. Jedná sa o kritické úrovne stomatálneho toku CF_{st} (critical stomatal flux) a AF_{st} (accumulated stomatal flux), ktoré zodpovedajú krátkodobým CL (critical level) a dlhodobým AOT_x (accumulated exposure over a threshold of x ppb) kritickým úrovniam pre ozón, avšak zohľadňujú rozdielny príjem ozónu rastlinou (Matyssek et al. 2007, Pihl-Karlsson et al. 2004, Schaub 2007, Balls et al. 1995).



Obr. 3.56 Sezónny vývoj indexu AOT 40 na lokalite Poľana – Hukavský Grúň v rokoch 2004 – 2007

Hodnotenie viditeľného poškodenia lesných drevín ozónom

Prízemný ozón je v súčasnosti považovaný za jednu z najdôležitejších zložiek znečistenia ovzdušia na území celej Európy s negatívnym vplyvom na ľudské zdravie a vegetáciu. Prízemný ozón, na rozdiel

od ostatných plynných polutantov ako napr. fluór alebo oxid siričitý, nezanecháva v asimilačných orgánoch žiadne rezíduá, pomocou ktorých by bolo možné jednoznačne detekovať jeho pôsobenie. V súčasnosti existujú dôkazy, že prízemný ozón sa vyskytuje v koncentráciách, ktoré spôsobujú viditeľné poškodenie u citlivých druhov. Napriek tomu, že viditeľné poškodenie nezahŕňa všetky možné formy poškodenia (napr. fyziologické zmeny, zníženie prírastku a pod.), pozorovanie typických symptómov na nadzemných častiach rastlín priamo v teréne, nazývané aj ako pasívna bioindikácia, sa ukazuje ako hodnotný nástroj na hodnotenie vplyvu pôsobenia prízemného ozónu na citlivé druhy. Hodnotenie viditeľného poškodenia slúži na odhad možného rizika vplyvu okolitých koncentrácií ozónu na lesné ekosystémy v Európe prostredníctvom troch hlavných aktivít:

- hodnotenie výskytu a intenzity ozónových symptómov na hlavných drevinách na plochách II. úrovne z dôvodu zisťovania distribúcie v priestore a čase
- zmapovanie prirodzenej vegetácie porastových okrajov v blízkosti plôch II. úrovne a hodnotenie výskytu ozónových symptómov, aby sme získali prehľad o druhoch citlivých na ozón
- zisťovanie úrovne koncentrácií ozónu na plochách II. úrovne pomocou pasívnych metód (podľa manuálu na hodnotenie kvality ovzdušia)

Podkladom na vizuálne hodnotenie poškodenia drevín ozónom bola revidovaná metodika používaná v rámci II. úrovne európskeho monitoringu ICP-Forests „Submanual for the Assessment of Ozone Injury on European Forest Ecosystems“ (ICP Forests Manual – part X). Na hodnotenie sa používa príručka pre vybrané listnaté dreviny a byliny s fotodokumentáciou symptómov (Innes et al. 2001) a fotodokumentácia symptómov uvedená na internetovej stránke www.ozone.wsl.ch.

V roku 2007 sa vykonalo hodnotenie viditeľného poškodenia ozónom na lokalite Poľana – Hukavský Grúň, na ktorej boli k dispozícii údaje o koncentráciách ozónu. Hodnotili sa hlavné dreviny (MTS) buk a smrek v rámci TMP a porastový okraj v blízkosti TMP, tzv. plocha LESS (Light Exposed Sampling Site – svetlom exponovaná plocha).

Hodnotenie hlavných drevín prebehlo v auguste pre drevinu buk (*Fagus sylvatica* L.) a v novembri pre drevinu smrek (*Picea abies* (L.) Karst.). Odber vzoriek bol vykonaný v rovnakom termíne a v súlade s metodikou na odber vzoriek na analýzu asimilačných orgánov (ICP Forests Manual – part IV. Sampling and Analysis of Needles and Leaves).

Hodnotených bolo po päť trvalo vyznačených stromov z každej dreviny, z každého stromu päť vzorníkových konárov. Hodnotených bolo cca 30 listov z každého vzorníkového konára pre buk, pre smrek konár o veľkosti A4. Jednotlivé listy a ihlice boli po odobratí preskúmané pri vhodnom osvetlení. Kvôli jasnej identifikácii symptómov bola použitá lupa. Hodnotilo sa percento symptomatických listov a intenzita poškodenia povrchu týchto listov. Pre ihličnaté dreviny sa hodnotí iba intenzita poškodenia ihlíc, hodnotia sa prvé dva ročníky ihlíc. Každý konár sa oklasifikoval podľa nasledujúcej stupnice:

Skóre	Definícia
0	Nie sú prítomné žiadne symptómy poškodenia
1	1 – 5 % listov vykazuje poškodenie a 1 – 5 % povrchu listov je poškodeného
2	6 – 50 % listov vykazuje poškodenie a 6 – 50 % povrchu listov je poškodeného
3	51 – 100 % listov vykazuje poškodenie a 51 – 100 % povrchu listov je poškodeného

Hodnotenie plôch LESS na porastovom okraji v roku 2007 prebehlo podľa revidovaného manuálu. Hodnotenie sa vykonalo v dvoch termínoch, 11.7.2007, na vrchole vegetačného obdobia (tento termín je nepovinný, slúži najmä na predbežný skrining a identifikáciu druhov na ploche) a v prvej polovici septembra (4.9.2007), na konci vegetačného obdobia. V blízkosti TMP bol identifikovaný 1 m široký, 325 m dlhý, JV exponovaný porastový okraj. V rámci neho bolo pomocou generátora náhodných čísel vybraných 21 subplôch, tzv. miniLESS, o veľkosti 2x1 m (v súlade s manuálom, pre hodnotenie s 20 % chybou). Plochy sa zakladajú iba dočasne, pre každý rok sa v rámci daného porastového okraja náhodne vyberajú nové plochy. Na každej miniLESS bol zhodnotený výskyt ozónových symptómov na drevinách a prízemnej vegetácii (nehodnotia sa machy, trávy a paprade).

Výsledky hodnotenia viditeľného poškodenia ozónom pre drevinu buk a smrek na TMP Poľana – Hukavský Grúň sú uvedené v tabuľke 3.51. Z uvedených výsledkov vyplýva, že na všetkých hodnotených konároch buka a smreka z TMP Poľana neboli zistené žiadne viditeľné symptómy

poškodenia listov ozónom. Bolo identifikované iba poškodenie ostatnými biotickými a abiotickými činiteľmi, a to poškodenie listožravým a cicavým hmyzom na asimilačných orgánoch oboch drevín a poškodenie mrazom na listoch buka (obr. 3.57 a 3.58).

Tab. 3.51 Výsledky z hodnotenia viditeľného poškodenia asimilačných orgánov hlavných drevín (buk a smrek) z TMP Poľana v roku 2007

Označenie stromu	Druh	Prilemerné hodnotenie		
		Symptomatické listy	Intenzita poškodenia	
			C	C+1
1	bk	0	0	
2	bk	0	0	
3	bk	0	0	
4	bk	0	0	
5	bk	0	0	
6	sm	0	0	0
7	sm	0	0	0
8	sm	0	0	0
9	sm	0	0	0
10	sm	0	0	0



Obr. 3.57 Poškodenie asimilačných orgánov buka a smreka ostatným škodlivými činiteľmi (A – poškodenie mrazom na listoch buka, B – poškodenie cicavým hmyzom na listoch buka, C – poškodenie cicavým hmyzom na ihliciach smreka) (foto: H. Pavlendová)

Počas prvého hodnotenia na ploch LESS v júli 2007 bolo v rámci porastového okraja identifikovaných 39 druhov. Viditeľné poškodenie ozónom sme v tomto termíne nezaznamenali. Výsledky hodnotenia poškodenia ozónom na ploche LESS v septembrovom termíne sú uvedené v tab. 3.52. Vzhľadom k suchému počasiu v priebehu leta 2007 sa na hodnotených plochách vyskytoval nižší počet druhov ako v júlovom termíne (väčšina druhov bola zatiahnutá, alebo mala úplne suchú nadzemnú časť a nebola hodnotená). V tabuľke 3.52 sú preto uvedené výsledky hodnotenia iba pre druhy, ktoré sa na ploche vyskytovali počas septembrového hodnotenia.

Tab. 3.52 Výsledky z hodnotenia viditeľného poškodenia ozónom v roku 2007 – TMP Hukavský Grúň, plocha LESS

Dátum	4.9.2007																				
Plocha	Poľana - Hukavský Grúň																				
Druh	číslo plochy / vzdialenosť v metroch od počiatočného bodu																				
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
	2	14	24	30	36	58	62	80	98	104	114	144	150	154	166	170	186	198	206	260	282
<i>Picea abies</i> (L.) H. Karst.	N		N			N	N	N	N		N	N	N	N	N		N		N	N	
<i>Fagus sylvatica</i> L.		N		N	N	N				N		N			0	N	0	0	N	N	
<i>Acer pseudoplatanus</i> L.					N									0					N		

Dátum	4.9.2007																				
Plocha	Poľana - Hukavský Grúň																				
Druh	číslo plochy / vzdialenosť v metroch od počiatočného bodu																				
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
	2	14	24	30	36	58	62	80	98	104	114	144	150	154	166	170	186	198	206	260	282
<i>Fraxinus excelsior</i> L.				N					O												
<i>Sorbus aucuparia</i> L.														N						N	
<i>Cerasus avium</i> (L.) Moench									N			N	N	N	N					N	
<i>Salix caprea</i> L.								N	N	N	N	N							N	N	
<i>Rubus idaeus</i> L.		N	N	N					N			N									
<i>Rubus fruticosus</i> L. agg.							N			N			N				N			N	N
<i>Rosa canina</i> L.											N		N	N					N		
<i>Hypericum maculatum</i> Crantz	N		N			N															N
<i>Aegopodium podagraria</i> L.		N																			
<i>Potentilla erecta</i> L.	N																			N	N
<i>Veronica chamaedrys</i> L.		N																			
<i>Urtica dioica</i> L.		OL																			
<i>Senecio nemorensis</i> ssp. <i>fuchsii</i>			OL		N																
<i>Fragaria vesca</i> L.						N														N	
<i>Carlina acaulis</i> L.						N															
<i>Filipendula ulmaria</i> (L.) Maxim								N													

Vysvetlivky: N – no symptom, bez výskytu ozónových symptómov
O – ozone symptom, ozónový symptóm (validovaný)
OL – ozone-like symptom, ozónu podobný symptóm (nie je možné ho overiť)



Obr. 3.58 Symptómy viditeľného poškodenia ozónom na ploche LESS Poľana – Hukavský Grúň, 2007 (A – buk lesný, B – javor horský, C – jaseň štíhly) (foto: H. Pavlendová)

Z výsledkov vyplýva, že v roku 2007 sa na ploche LESS na lokalite Hukavský Grúň objavili ozónové symptómy na troch druhoch drevín (*Fagus sylvatica*, *Acer pseudoplatanus*, *Fraxinus excelsior*), ktoré sú zaradené v zozname na ozón citlivých drevín (*List of ozone sensitive species*) a ktoré boli identifikované pomocou atlasu poškodenia.

Identifikácia symptómov na prízemnej vegetácii je o niečo zložitejšia. Pre väčšinu druhov neexistuje fotodokumentácia v databáze symptómov (www.ozone.wsl.ch) ani v atlasoch poškodenia. Takže napriek tomu, že uvedené druhy vykazujú symptómy typické pre poškodenie ozónom, môžeme ich označiť iba ako „ozone like“ (ozónu podobné) symptómy. U ďalších druhov sa ozónové symptómy často môžu prekrývať s prirodzeným začervenaním listov, ktoré sa v závere vegetačnej sezóny u niektorých druhov bežne vyskytuje (napr. *Rubus* sp., *Sorbus aucuparia*). U takýchto druhov sa

odporúča neoznačiť prítomné začervenanie ako ozónový symptóm, aj keď je predpoklad, že sa jedná o poškodenie ozónom.

3.2.7 Kvantitatívna a kvalitatívna analýza opadu

Množstvo a kvalita opadu zohráva významnú úlohu v tvorbe humusu v lesných pôdach, ako aj v kolobehu živín lesných ekosystémov. Z uvedených dôvodov je značná pozornosť v rámci výskumu lesných ekosystémov venovaná práve meraniu množstva opadu a jeho kvality. Monitorovanie kvantity a kvality opadu na TMP úrovne II začalo v roku 2001 na dvoch plochách a to Poľana – Hukavský grúň a Lomnístá dolina. V roku 2002 sa prieskum rozšíril o ďalšie 2 TMP – Turová a Čifáre a v roku 2003 bola TMP Lomnístá dolina nahradená plochou na Gróniku. V súčasnosti je kvantita a kvalita opadu monitorovaná na 4 TMP úrovne II (Turová, Čifáre, Poľana, Grónik). V správe sú prezentované výsledky kvantitatívnej a kvalitatívnej analýzy opadu získaného na uvedených monitorovacích plochách v roku 2007.

Metodický postup

Sledovanie kvantity a kvality opadu na TMP II úrovne pokračovalo od predchádzajúceho roku, pričom v roku 2007 sa uskutočnilo na TMP Poľana, TMP Turová a TMP Čifáre trinásť odberov. Výnimkou bola TMP Grónik kde sa uskutočnilo len 9 odberov, nakoľko bola táto TMP v októbri vyrúbaná. Opad bol na všetkých TMP zachytávaný do opadomerov kruhového pôdorysu so zachytnou plochou 0,5 m². Zachytná plocha opadomeru bola umiestnená 1,5 m nad úrovňou terénu. Vymeniteľný vak opadomeru bol vyrobený z umelohmotnej sieťoviny s priemerom ôk pod 1 mm. Jednotlivé opadomery boli rozmiestnené na TMP nerovnomerne, v celkovom počte 10 ks na každej sledovanej ploche. Opad bol vyberaný pravidelne 1x mesačne, na TMP so zastúpením opadavých listnatých drevín, v čase opadu asimilačných orgánov (október – november) každé dva týždne.

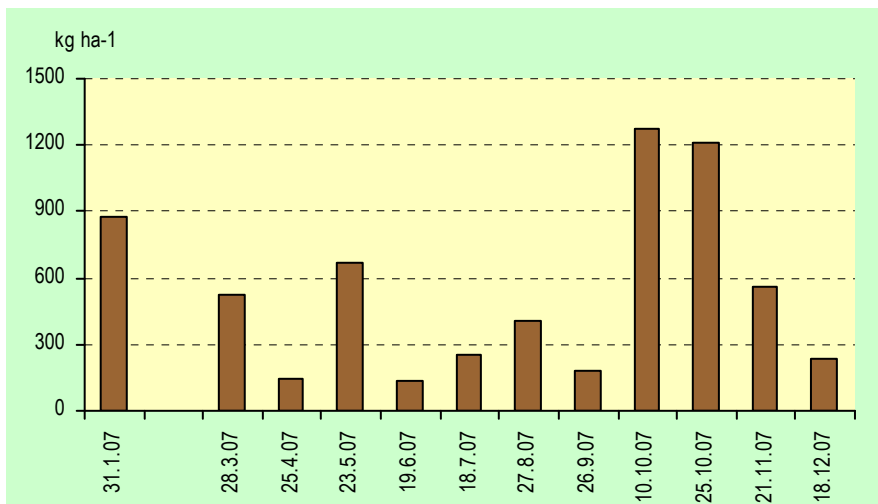
Po prenesení do laboratória bol opad ponechaný na preschnutie pri izbovej teplote. Po preschnutí bol opad roztriedený na nasledovné tri frakcie: asimilačné orgány (listy a ihlice), drevo (konáre, kôra), zvyšok (šupiny, kvety, semená, drvina a pod.). Následne boli jednotlivé frakcie vysušené pri 80 °C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

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

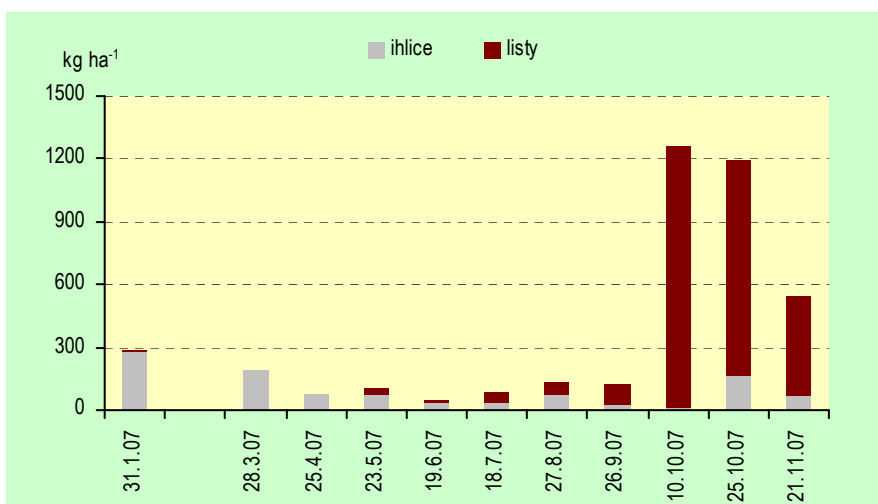
Štruktúra a dynamika opadu

Na obrázku 3.59 je uvedená sezónna dynamika celkového opadu na TMP Poľana nameraná v roku 2007. Z jej priebehu vidieť, že najväčší prísun (1213 – 1276 kg ha⁻¹) organického materiálu na pôdu v bukovo-smrekovo-jedľovom lesnom ekosystéme bol v priebehu októbra, kedy dochádza k opadu asimilačných orgánov listnatých drevín. Vysoké množstvo opadu, až 873 kg ha⁻¹, bolo zaznamenané aj pri januárovom odbere. Celkove za obdobie od tretej decembrovej dekády roku 2006 do rovnakého obdobia roku 2007 spadlo do tohto ekosystému v priemere 6474 kg opadu na hektár, pričom množstvo opadu sa pohybovalo od 5025 do 8742 kg ha⁻¹. V celkovom opade predstavovala frakcia listy - 3023 kg ha⁻¹, ihlice - 1132 kg ha⁻¹, frakcia drevo - 1333 kg ha⁻¹ a frakcia zvyšok - 985 kg ha⁻¹.

Dynamika jednotlivých frakcií opadu je zdokumentovaná na obrázku 3.60 (asimilačné orgány) a na obrázku 3.61 (drevo a zvyšok). Množstvo opadu z asimilačných orgánov sa v jednotlivých odberoch sa pohybovalo od 46 do 1262 kg ha⁻¹, z dreva od 1 do 404 kg ha⁻¹ a frakcia zvyšok predstavovala množstvá od 4 do 220 kg ha⁻¹.

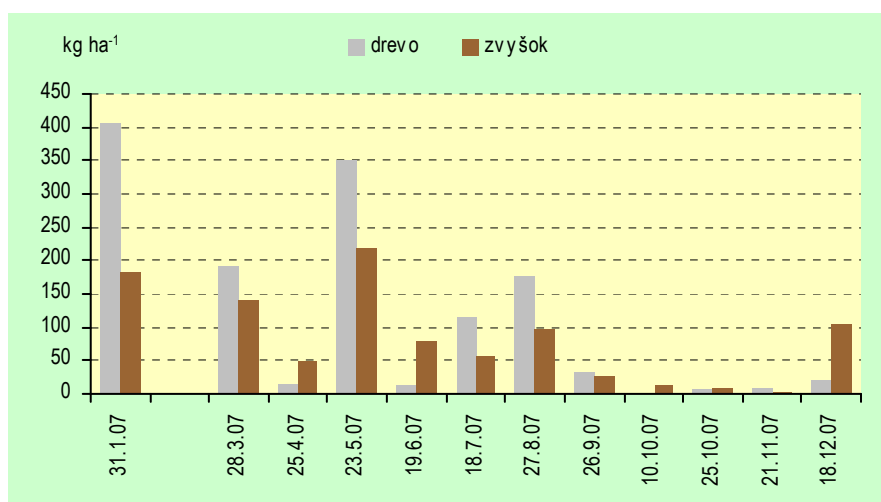


Obr. 3.59 Množstvo opadu (kg ha⁻¹) zachyteného na TMP Poľana – Hukavský grúň pri jednotlivých odberoch v priebehu roka 2007



Obr. 3.60 Množstvo asimilačných orgánov (ihlice a listy) zastúpených v opade (kg ha⁻¹) na TMP Poľana – Hukavský grúň pri jednotlivých odberoch v priebehu roka 2007

Percentuálne zastúpenie jednotlivých frakcií v opade v rámci každého odberu je uvedené v tabuľke 3.53. Z údajov je zrejmé, že kým v prvom polroku boli jednotlivé frakcie opadu pomerne rovnomerne zastúpené a len pri odbere v júni prevažovala frakcia zvyšok, v jesenných mesiacoch (september až november) prevažovala v opade frakcia asimilačné orgány. Frakciu zvyšok v jarých mesiacoch tvorili najmä obalové šupiny púčikov a zostatky kvetov lesných drevín. V jesenných mesiacoch v tejto frakcii prevažovali semenné obaly a semená drevín. Kým frakciu asimilačné orgány tvorili v jarých a skorých letných mesiacoch najmä ihlice, v jesenných mesiacoch to boli prevažne listy. Čo sa týka frakcie drevo a jeho zastúpenia v opade, z údajov v tab. 3.53 je možné vidieť kolísanie zastúpenia tejto frakcie počas celého obdobia odberov. Toto kolísanie je možné vysvetliť opadom drevných častí napr. v dôsledku silného vetra.

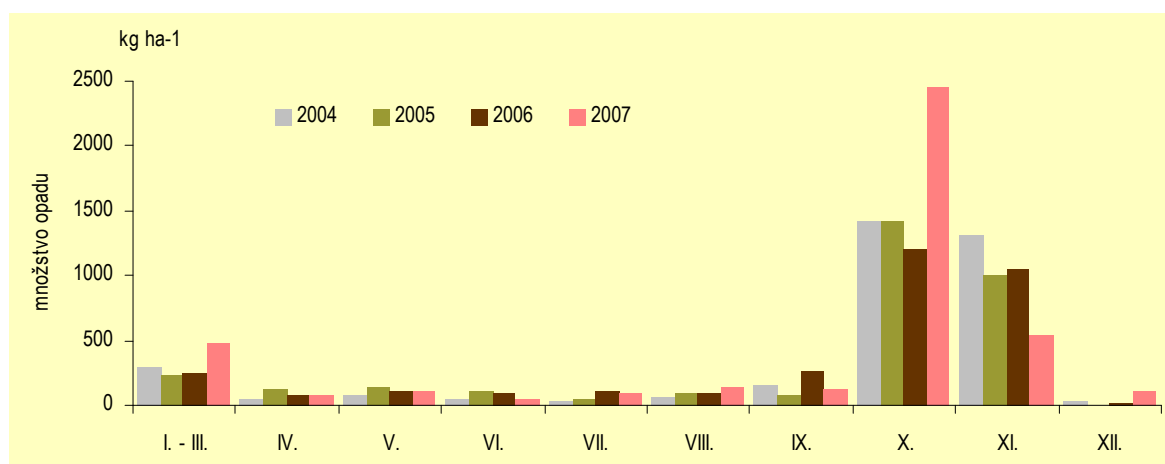


Obr. 3.61 Množstvo dreva a frakcie „zvyšok“ zastúpených v opade (kg ha⁻¹) na TMP Poľana – Hukavský grúň pri jednotlivých odberoch v priebehu roka 2007

Tab. 3.53 Percentuálne zastúpenie jednotlivých frakcií opadu na TMP Poľana v roku 2007

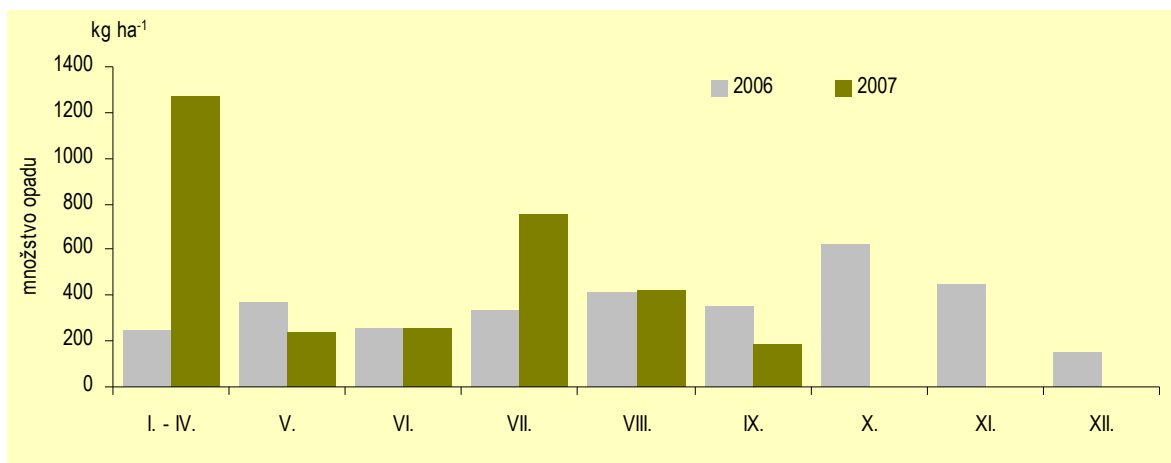
	31.1.	28.3.	25.4.	23.5.	19.6.	18.7.	27.8.	26.9.	10.10.	25.10.	21.11.	18.12.
as. org.	33	36	56	15	34	33	33	66	99	99	97	47
drevo	46	37	10	52	8	44	43	19	0	0	2	8
zvyšok	21	27	34	33	58	23	24	15	1	1	1	45

Priebeh množstva opadu, ktoré spadlo na pôdu v jednotlivých mesiacoch rokov 2004 – 2007 na TMP Poľana je uvedené na obr. 3.62. Pri porovnaní jednotlivých rokov je možné vidieť jednak rozdiely v množstve opadu, ale aj v čase výskytu opadu. Najvýraznejšie rozdiely sme zaznamenali pri novembrových odberoch. Kým napr. v roku 2007 bolo zistené 557 kg ha⁻¹ v roku 2004 to bolo až 1820 kg ha⁻¹.



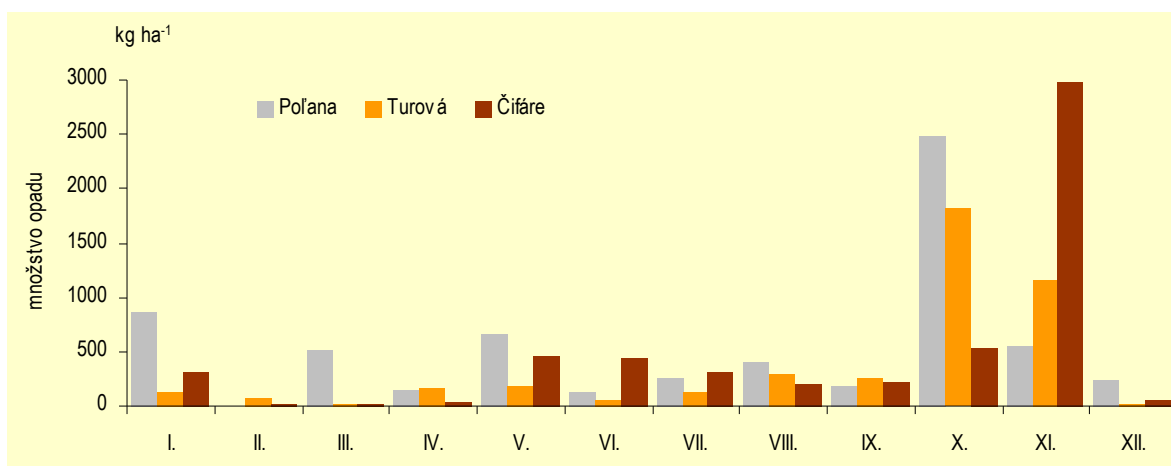
Obr. 3.62 Množstvo opadu (kg ha⁻¹) na TMP Poľana namerané v jednotlivých mesiacoch rokov 2004 - 2007

Množstvo opadu, ktoré spadlo na pôdu v jednotlivých mesiacoch rokov 2006 a 2007 na TMP Grónik je uvedené na obr. 3.63. Pri porovnaní rokov je možné vidieť najmä rozdiely v množstve opadu. Najvýraznejšie rozdiely sme zaznamenali pri kumulatívnom odbere za mesiace január až apríl, ako aj pri júlovom odbere. Kým v roku 2006 bolo v apríli zistené 242 kg opadu na hektár, v nasledujúcom roku to bolo až 1266 kg ha⁻¹. V prípade júlového odberu bolo namerané 328 resp. 753 kg ha⁻¹. Nárast množstva opadaných ihličiek bol spôsobený výrazným zhoršením zdravotného stavu smrekov na monitorovacej ploche, čo dokumentuje aj nárast defoliácie v roku 2007.



Obr. 3.63 Množstvo opadu (kg ha⁻¹) na TMP Grónik namerané v roku 2006 a 2007

Množstvo opadu, ktoré spadlo na pôdu v jednotlivých mesiacoch pre rôzne ekosystémy je uvedené na obr. 3.64. Pri porovnaní jednotlivých TMP vidíme že, najvyššie celkové množstvo opadu sa dostalo na pôdu v októbri na TMP Poľana a Turová a v novembri (TMP Čifáre). Čo sa týka porovnania množstva opadu, za rovnaké obdobie spadlo na pôdu celkovo najviac opadu na TMP Poľana 6574 kg ha⁻¹, potom nasledovala TMP Čifáre 5609 kg ha⁻¹ a najmenej opadu bolo namerané na TMP Turová 4291 kg ha⁻¹.



Obr. 3.64 Množstvo opadu (kg ha⁻¹) na TMP Poľana, TMP Čifáre, TMP Turová namerané v roku 2007

Chemické zloženie opadu

V prírodných lesoch je opad jedným z najdôležitejších zdrojov živín potrebných pre udržanie produkčného potenciálu pôdy. Stanovenie hmotnosti jednotlivých živín, ktoré sa prostredníctvom opadu dostávajú do pôdy, je z hľadiska ich zásoby a kolobehu v lesnom ekosystéme nesmierne dôležité. Z výsledkov uvedených v tabuľke 3.54 sú zrejmé množstvá makro, mikroelementov a ťažkých kovov, ktoré sa prostredníctvom opadu dostali na pôdu v bukovo-smrekovo-jedľovom lesnom poraste, v dubovom poraste, v bukovom poraste a v smrekovom poraste za sledované obdobie. Ak hodnotíme vstup jednotlivých prvkov opadom na pôdu vidíme že, na prvom mieste, čo sa týka množstva na všetkých sledovaných TMP je C: 1659 - 3435 kg ha⁻¹, po ňom nasledujú v zostupnom poradí N: 42 - 85 kg ha⁻¹, Ca: 10 - 89 kg ha⁻¹, K: 10 - 32 kg ha⁻¹, S: 3,5 - 7,7 kg ha⁻¹, P: 1,6 - 5,9 kg ha⁻¹, Mg: 1,6 - 12,9 kg ha⁻¹, Fe: 1,0 - 3,1 kg ha⁻¹, Mn: 0,6 - 11,1 kg ha⁻¹, B: 0,06 - 0,25 kg ha⁻¹.

Tab. 3.54 Obsah makro, mikroelementov a ťažkých kovov na jednotlivých TMP – merané v roku 2007

TMP frakcia	N kg.ha ⁻¹	S kg.ha ⁻¹	C kg.ha ⁻¹	P kg.ha ⁻¹	Ca kg.ha ⁻¹	Mg kg.ha ⁻¹	K kg.ha ⁻¹	Mn kg.ha ⁻¹	Fe kg.ha ⁻¹	B kg.ha ⁻¹	Hg kg.ha ⁻¹
Poľana - ihlice	11,4	1,0	581	0,45	12,3	0,7	3,9	0,77	0,09	0,0139	
Poľana - listy	38,4	3,1	1592	1,13	37,8	4,6	21,5	1,12	0,41	0,0588	
Poľana - drevo	15,5	1,2	714	0,46	12,7	0,6	2,1	0,27	0,50	0,0155	
Poľana - zvyšok	20,0	1,6	548	1,26	4,8	1,1	4,5	0,21	2,10	0,0157	
Poľana	85,3	7,0	3435	3,30	67,6	7,0	32,0	2,38	3,10	0,1040	
Čifáre - listy	47,4	5,0	1871	3,72	44,9	9,0	14,3	8,50	0,69	0,1980	
Čifáre - drevo	10,9	0,9	596	0,69	34,1	2,2	3,4	1,44	0,23	0,0234	
Čifáre - zvyšok	21,3	1,8	549	1,45	9,6	1,7	4,8	1,17	0,82	0,0251	
Čifáre	79,6	7,7	3015	5,86	88,7	12,9	22,5	11,11	1,74	0,2465	
Turová - listy	33,3	2,7	1576	1,01	39,6	4,3	16,7	1,38	0,49	0,0565	
Turová - drevo	5,8	0,6	368	0,17	7,7	0,5	1,5	0,10	0,08	0,0085	
Turová - zvyšok	9,1	0,7	239	0,38	3,5	0,5	1,5	0,11	0,45	0,0083	
Turová	48,2	4,1	2182	1,57	50,8	5,3	19,6	1,59	1,02	0,0732	
Grónik - ihlice	23,9	2,0	1003	1,56	6,4	0,8	7,5	0,47	0,34	0,0412	0,0001
Grónik - drevo	3,0	0,2	138	0,14	1,6	0,1	0,3	0,04	0,24	0,0023	0,0000
Grónik - zvyšok	15,1	1,2	518	1,29	2,1	0,7	2,8	0,12	1,93	0,0124	0,0001
Grónik	42,1	3,5	1659	2,99	10,1	1,6	10,6	0,63	2,50	0,0559	0,0002

Čo sa týka obsahu makroelementov, mikroelementov a ťažkých kovov v opade na jednotlivých TMP, z údajov v tab. 3.54 vidíme, že najväčšie množstvá u väčšiny stanovených prvkov - S, P, Ca, Mg, Mn, B, boli zistené na TMP Čifáre a najvyšší obsah C, N, K, Fe na TMP Poľana.

3.2.8 Merania meteorologických parametrov

Metodický postup

Merania meteorologických parametrov sa v roku 2007 uskutočnili na dvoch TMP - Poľana a Grónik. Kontinuálne merania uvedených parametrov prebiehali podľa metodiky ICP na voľnej ploche alebo v priestore nad lesným porastom. Merali sa nasledovné parametre: teplota vzduchu, množstvo a intenzita zrážok, rýchlosť a smer vetra - 2 TMP, globálne žiarenie, vlhkosť vzduchu, teplota pôdy (hĺbka 10 a 20 cm) a pôdny vodný potenciál (hĺbka 20 cm) - TMP Grónik. Všetky parametre boli merané automaticky v 30 sekundových intervaloch a ukladané v 10 minútových priemeroch.

TMP Grónik

Meranie meteorologických parametrov na tejto TMP začalo 1.4.2007 a skončilo 30.9.2007. Priebežné výsledky meteorologických meraní z tejto TMP sú uvedené na obr. 3.65 a 3.66 a v tab. 3.55. Z výsledkov je zrejmé, že najteplejším mesiacom bol na uvedenej lokalite júl, v ktorom bola zaznamenaná najvyššia denná teplota 32,0 °C. Oproti tomu najchladnejším mesiacom v meranom období bol apríl. Mínusové teploty vzduchu boli zaznamenané tak v apríli ako aj na začiatku mája.

Tab. 3.55 Priemerné charakteristiky teploty vzduchu na TMP Grónik v období merania roku 2007

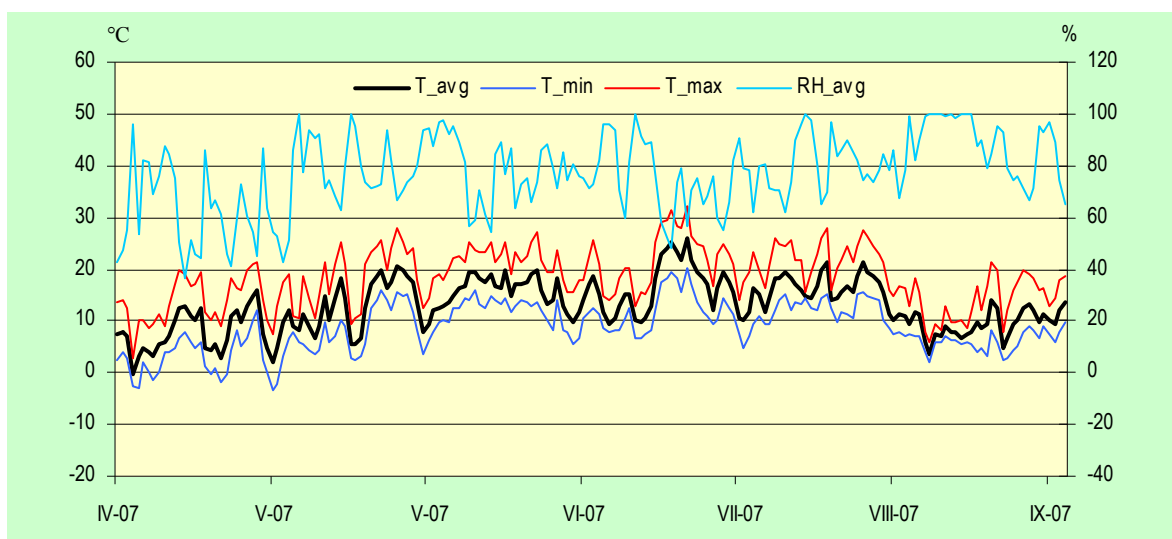
	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.
T avg	7,9	12,3	15,7	16,4	15,9	9,3
T min	3,2	7,6	11,7	11,8	11,8	6,0
T max	13,9	17,9	21,3	21,7	21,6	13,8
T-	-3,2	-3,3	5,3	4,7	7,0	2,0
T+	21,5	27,8	27,0	32,0	28,0	21,2

T avg priemerná mesačná teplota

T min mesačný priemer minimálnych denných teplôt

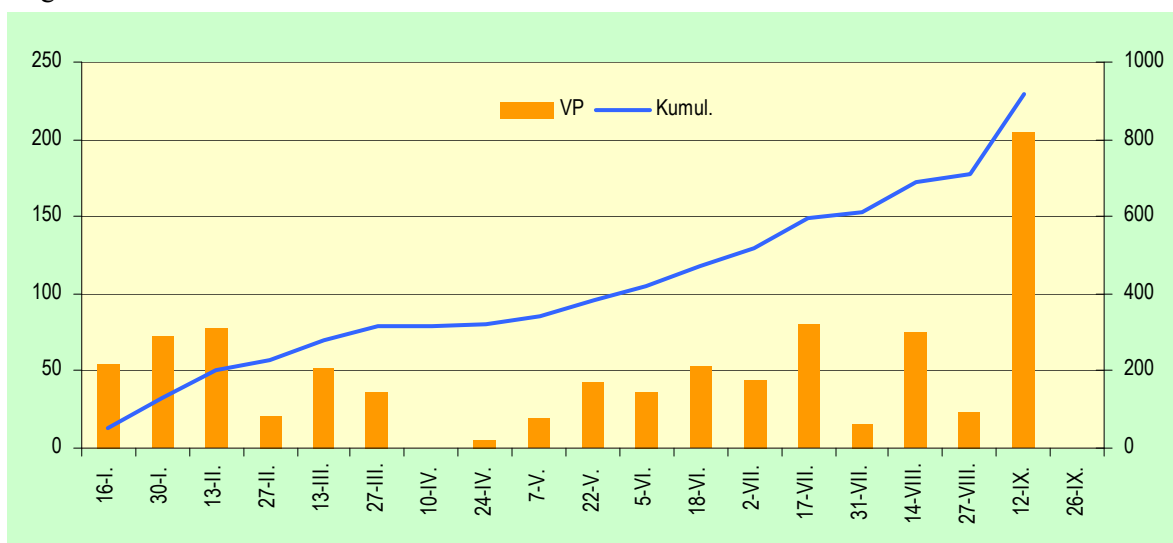
T max mesačný priemer maximálnych denných teplôt

T – najnižšia nameraná teplota
 T + najvyššia nameraná teplota



Obr. 3.65 Priebek priemerných (T_{avg}), maximálnych (T_{max}) a minimálnych (T_{min}) teplôt vzduchu a priemernej vlhkosti vzduchu (RH_{avg}) na TMP Grónik v období merania roku 2007

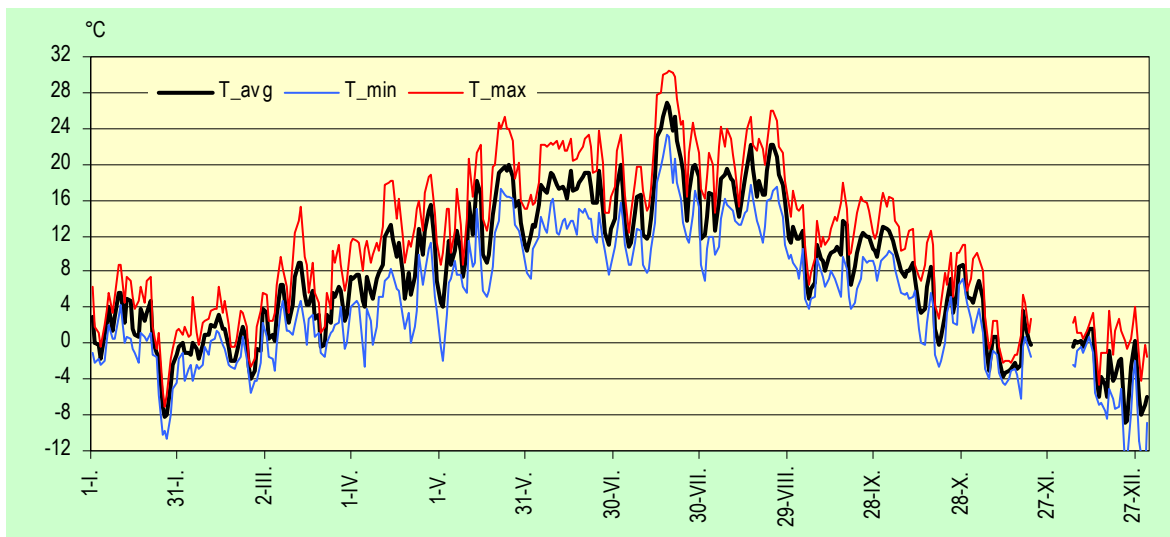
Zrážkové úhrny namerané na sledovanej lokalite v roku 2007 sú uvedené na obr. a dosahovali max. hodnoty 205 mm. Z hľadiska distribúcie a množstva zrážok možno TMP považovať v roku 2007 za dostatočne zabezpečenú. Nízke úhrny zrážok boli zaznamenané len počas apríla a na prelome júla a augusta.



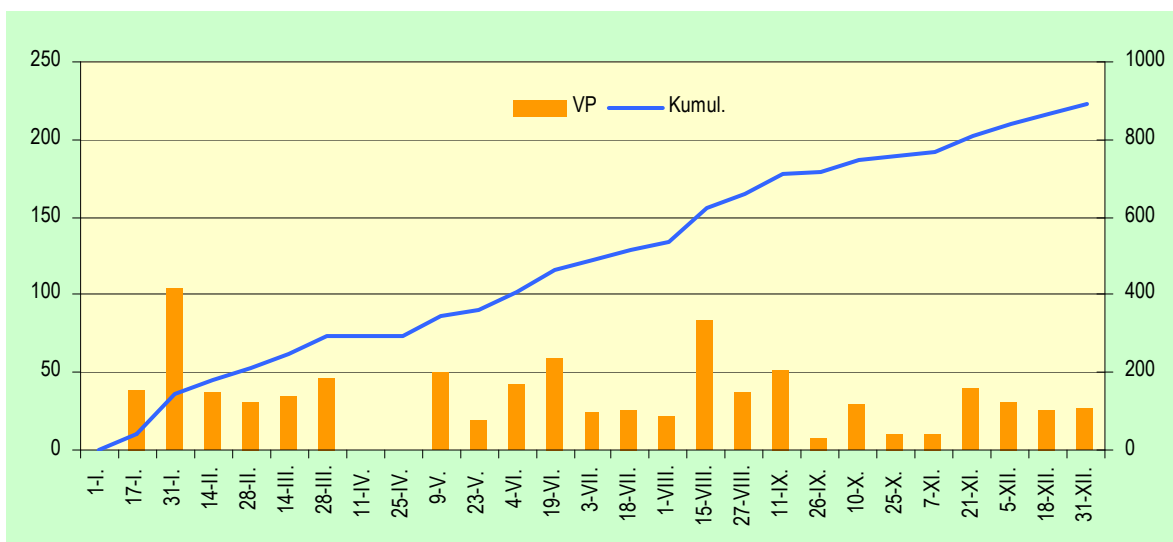
Obr. 3.66 Úhrny zrážok (2 týždňový interval) a súčtová krivka zrážok na TMP Grónik počas roku 2007

TMP Poľana

Kontinuálne meranie meteorologických parametrov na tejto TMP bolo zabezpečované počas celého roka 2007. Výsledky meteorologických meraní z tejto TMP sú uvedené na obr. 3.67 a 3.68 a v tab. 3.56. Z výsledkov je zrejmé, že najteplejším mesiacom bol na uvedenej lokalite júl, pričom najvyššia denná teplota bola 30,3 °C. Najchladnejším mesiacom bol december, najnižšia zaznamenaná teplota vzduchu bola -14,8 °C. Mínusové teploty vzduchu (skoré mrazy) boli zaznamenané v druhej polovici októbra, v jarnom období sme mráz zaznamenali ešte na začiatku mája. Máj bol aj mesiacom kedy boli zistené najväčšie teplotné rozdiely, nakoľko v tomto mesiaci bola nameraná najnižšia teplota -2,0 a najvyššia 25,3 °C.



Obr. 3.67 Priebeh priemerných (T_avg), maximálnych (T_max) a minimálnych (T_min) teplôt vzduchu na TMP Poľana v roku 2007.



Obr.3.68 Úhrny zrážok (2 týždňový interval) a súčtová krivka zrážok na TMP Poľana v roku 2007

Tab. 3.56 Priemerné charakteristiky teploty vzduchu na TMP Poľana v roku 2007

	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	XI.	XII.	priem.	IV.-IX.
T avg	0,6	-0,2	4,1	9,0	13,1	16,3	17,9	17,3	10,0	6,9	0,2	-2,9	7,7	13,9
T min	1,8	-1,9	1,3	4,6	9,5	12,5	14,0	13,6	7,2	4,4	-1,7	-5,9	4,6	10,2
T max	2,9	1,9	7,2	13,3	17,2	20,2	21,9	21,0	13,0	10,1	2,3	0,6	11,0	17,8
T-	-10,8	-5,6	-3,2	-2,7	-2,0	7,1	7,0	9,0	3,9	-2,6	-6,3	-14,8		
T+	8,8	6,2	15,3	18,8	25,3	23,6	30,3	26,0	17,9	16,8	10,1	4,1		

T avg priemerná mesačná teplota
T min mesačný priemer minimálnych denných teplôt
T max mesačný priemer maximálnych denných teplôt
T- najnižšia nameraná teplota
T+ najvyššia nameraná teplota

Maximálne zrážkové úhrny namerané na sledovanej lokalite v roku 2007 dosiahli hodnotu 104 mm (začiatok februára). Z hľadiska distribúcie a množstva zrážok na sledovanej TMP obidve

charakteristiky boli značne rozkolísané. V priebehu meraní sa vyskytla dlhšia bezzrážková perióda, ktorá trvala od konca marca do začiatku mája. Nízke zrážkové úhrny (7 až 11 mm) boli zistené v druhej polovici septembra a októbra, ako aj na začiatku novembra. Kumulatívne množstvo zrážok od januára do konca decembra predstavovalo na tejto TMP hodnotu 893 mm.

3.2.9 Fenologické pozorovania lesných drevín

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

Metodika riešenia a experimentálny materiál

Jednotlivé fenologické pozorovania boli v roku 2007 vykonávané na vybratých trvalých monitorovacích plochách II. úrovne (viď. tab. 3.57). Pri pozorovaniach sa pozornosť koncentrovala na nasledovné fenofázy (rozdiely sú medzi listnatými a ihličnatými drevinami):

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

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

Za počiatkový deň fenologických pozorovaní v roku 2007, bol vybraný prvý apríl, pričom pozorovania sa vykonávali buď v pravidelných dvojtýždňových intervaloch, alebo podľa dostupnosti TMP v intervaloch kratších. Za nástup fenofázy bol považovaný deň, keď viac ako 50 % pozorovaných jedincov dosiahlo danú fenofázu. Dĺžka trvania fenofázy bola stanovená počtom dní medzi nástupom dvoch po sebe nasledujúcich fenofáz. Pozorovania sa robili individuálne, pomocou ďalekohľadu. Na každej monitorovacej ploche sa hodnotilo 10 úrovňových jedincov. Do sledovania boli zahrnuté nasledovné dreviny: buk lesný, javor horský, jaseň štíhly, dub cerový, smrek obyčajný.

Priebeh jarných fenofáz

Výsledky časového priebehu fenofáz odsledovaných na jednotlivých monitorovacích plochách úrovne II. (TMP) v roku 2007 je uvedený v tabuľke 3.57. Na základe získaných výsledkov je možné konštatovať, že začiatok vegetačného obdobia - pučanie vegetatívnych púčikov, na jednotlivých sledovaných TMP v roku 2007, spadal u listnatých drevín na prelom druhej a tretej aprílovej dekády, pričom najskôr začali pučať buky na TMP Turová a duby na TMP Čifáre, následne javory a buky na TMP Poľana, pričom začiatok pučania jaseňa nebol zaznamenaný.

Po rozpuku listových púčikov dochádza k rýchlemu rozvoju asimilačného aparátu drevín, pričom celkovo možno tento proces nazvať ako fáza zalistovania drevín. Výsledky uvedené v tabuľke 3.57 vykazujú výrazné rozdiely v dĺžke trvania zalistovania medzi sledovanými drevinami. Celkovo možno povedať, že táto fáza trvala u jednotlivých drevín od 10 do 15 dní. Najkratšie trvanie zalistovania bolo zaznamenané u bukov na TMP Turová (10 dní), dlhšie zalistovali buky, javory a jesene na TMP Poľana a najdlhšie trvala fáza zalistovania u dubov na TMP Čifáre. Z výsledkov tiež vyplýva, že

v roku 2007 bolo zalisťovanie drevín zaznamenané na jednotlivých TMP v období od konca apríla do tretej dekády mája. Od tretej májovej dekády boli listnaté dreviny na všetkých TMP plne olistené.

Tab. 3.57 Fenologické fázy lesných drevín na TMP – úrovne II odsledované v roku 2007 (údaj v zátvorke je trvanie fenofázy (dni))

Názov plochy	Drevina	Začiatok pučania	Prvé májové výhonky	Zalisťovanie		Letné žltnutie	Žltnutie listov		Opad listov	
				začiatok	všeobecné		začiatok	všeobecné	začiatok	koniec
Poľana	bk	25.4.		9.5. (15)	22.5. (14)		26.9. (128)	10.10. (15)	10.10.	7.11. (29)
Poľana	jvh	25.4.		9.5. (15)	22.5. (14)		26.9. (128)	10.10. (15)	10.10.	7.11. (29)
Poľana	js			9.5.	22.5. (14)			10.10.	10.10.	25.10. (15)
Čifáre	dbc	13.4.		27.4. (15)	11.5. (15)		12.10.(155)	26.10. (15)	26.10.	9.11. (15)
Turová	bk	12.4.		17.4. (6)	26.4. (10)		27.9. (155)	24.10. (28)	11.10.	8.11. (29)
Poľana	sm	22.5.	4.6. (15)							

Hlavným zástupcom ihličnatých drevín pri fenologických pozorovaniach bol smrek, ktorý bol v roku 2006 sledovaný na TMP Poľana . U smreka boli pozorované dve fenofázy – začiatok pučania a prvé májové výhonky (PMV). Z výsledkov uvedených v tabuľke 3.57 vidíme, že smrek na TMP Poľana začínali pučať v tretej májovej dekáde. Z priebehu fenofáz smreka v roku 2006 možno za obdobie pučania tejto dreviny označiť prakticky celý máj, v silnej závislosti od polohy sledovanej lokality. Nasledujúca fenofáza prvé májové výhonky (PMV) spadla u smrekov na sledovanej TMP na prvú júnovú dekádu.

Podobne ako rozvoj asimilačného aparátu sú pre lesné dreviny veľmi dôležité aj nasledujúce fenofázy. Úplným rozvojom listov nastáva pre opadavé listnaté dreviny dôležité obdobie, kedy sú listy fyziologicky dospelé a vykazujú maximálny fotosyntetický výkon. Dĺžka trvania fázy plného olistenia, samozrejme spolu s inými faktormi, je rozhodujúca pre celkovú produkciu dreviny. Túto skutočnosť potvrdzujú aj Hicks a Chabot (1985), ktorí uvádzajú, že čistá ročná produkcia opadavých drevín závisí od trvania teplej sezóny, počas ktorej sú stromy plne olistené. Dĺžka tejto fenofázy trvala na pozorovaných TMP u buka 128 resp. 155 dní, u javora horského 128 dní a u duba cerového 155 dní. Dĺžka trvania obdobia plného olistenia, je dôležitá nielen z hľadiska celkového rastu a produkcie lesných drevín, ale môže ovplyvniť napr. aj kvantitu a kvalitu podkorunových zrážok. Čo sa týka ostatných dvoch „letných,, fenofáz – janske výhonky a letné žltnutie listov, tieto neboli v roku 2007 zaznamenané na žiadnej z pozorovaných listnatých drevín rastúcich na TMP.

Priebeh jesenných fenofáz

Obdobie fotosyntetickej činnosti listov býva ukončené ďalšou fenofázou, ktorou je žltnutie listov. Na sledovaných TMP sa fenofáza žltnutie listov začínala v tretej septembrovej dekáde u väčšiny drevín, duby na TMP Čifáre začali žltnúť až v druhej októbrovej dekáde. Čo sa týka dĺžky trvania farebných zmien asimilačných orgánov (žltnutie, červenanie, hnednutie) v tomto roku boli zaznamenané výrazné rozdiely medzi jednotlivými TMP. Kým na lokalitách Poľana a Čifáre táto fenofáza trvala 15 dní, na lokalite Turová až 28 dní.

Za konečné fázy fenologického kalendára možno označiť začiatok opadu až úplný opad listov. Z výsledkov uvedených v tabuľke 3.57 je zrejmé, že v prípade jedincov buka neboli pozorované rozdiely v čase začiatku opadu medzi sledovanými TMP. U jaseňa nebol oproti buku zaznamenaný skorší začiatok opadu listov, tak ako tomu bývalo v predchádzajúcich rokoch. Celkove bol začiatok opadu listov u jednotlivých drevín rozložený do obdobia od začiatku októbra do tretej októbrovej dekády. Ako posledné začali opadávať listy u dubov na TMP Čifáre. Úplný opad listov u jednotlivých drevín na TMP nastal v roku 2007 koncom októbra alebo začiatkom novembra. V prípade duba cerového bol zaznamenaný úplný opad listov tiež začiatkom novembra. Dátum začiatku opadu aj jeho skončenia vymedzuje celkovú dĺžku trvania opadu listov. V tomto roku sme zaznamenali rozdiel v trvaní tejto fenofázy medzi TMP Čifáre a TMP Poľana (rozdiel 14 dní). Fenologické pozorovania sú zaujímavé aj z hľadiska zistenia celkovej dĺžky vegetačného obdobia lesných drevín. Obdobie od všeobecného pučania až po opad listov sa u napr. u drevín breza, buk, dub pohybuje medzi 5,5 až 6 mesiacmi (Chalupa, 1969). Výsledky získané na sledovaných TMP potvrdili toto konštatovanie.

3.2.10 Zabezpečenie a riadenie kvality v Centrálnom lesníckom laboratóriu

Programy pre zabezpečenie a riadenie kvality (quality assurance/quality control - QA/QC) chemických analýz vzoriek v lesníckom výskume sú vo všeobecnosti veľmi dôležité. Mimoriadne významné sú pre dlhodobý medzinárodný monitoring lesa - pre zaručenie kvality a použiteľnosti analytických výsledkov a ich plnej porovnateľnosti medzi jednotlivými krajinami.

Pre zaručenie kvality analytických výsledkov v lesníckych projektoch je veľmi dôležité, aby laboratórium malo QA/QC systém, ktorý kontroluje kvalitu všetkých výsledkov pred ich odoslaním.

Pre zabezpečenie vysokej kvality výsledkov vo všetkých laboratóriách, ktoré sa zúčastňujú programu monitoringu lesa (ICP Forests, resp. Forest Focus), bola v roku 2007 rozšírená pracovná skupina QA/QC pri expertnom paneli (EP) pre depozíciu o expertov z ostatných EP, ktoré sa zaoberajú chemickými analýzami. Táto pracovná skupina pomáha laboratóriám zabezpečovať systém QA/QC pre všetky oblasti chemických analýz – pôda (organická a minerálna časť), pôdny roztok, depozície, asimilačné orgány a opad. Okrem svojich zasadnutí, pracovná skupina QA/QC usporiadala v júni 2008 prvé spoločné pracovné stretnutie vedúcich laboratórií.

Zároveň dostali laboratóriá k dispozícii materiál, spracovaný členmi WG QA/QC – Quality Assurance and Control in Laboratories – prehľad rôznych kontrol kvality a iných foriem pomoci pri zabezpečovaní kvality výsledkov. CLL tieto nástroje na zabezpečenie a kontrolu kvality pravidelne využíva. Asi 95% analyzovaných parametrov sa pravidelne kontroluje pomocou referenčných materiálov, z ktorých sa robia kontrolné diagramy a všetky „quality a cross checks“ sú súčasťou jednotlivých „Protokolov o skúškach“.

Rozsahy „prijateľných“ výsledkov pre jednotlivé druhy vzoriek (pôda, asimilačné orgány, opad), ktoré dala pracovná skupina k dispozícii, vychádzajú z výsledkov európskeho monitoringu, sú teda príliš široké. WG QA/QC odporúča jednotlivým NFC spracovať národné rozsahy „prijateľných“ výsledkov, ktoré budú vychádzať z výsledkov analýz vzoriek v jednotlivých krajinách. Hodnota minima je daná u väčšiny parametrov hodnotou LOD, u ostatných sa vypočítava ako 5 percentil všetkých hodnôt. Hodnota maxima je vypočítaná ako 95 percentil všetkých hodnôt. V tomto rozsahu by sa malo nachádzať 90 – 95 % všetkých výsledkov. Výsledky mimo rozsah je nutné preveriť, prípadne znovu analyzovať. CLL v súčasnosti začalo so spracovávaním národných vlastných rozsahov „prijateľných“ výsledkov pre jednotlivé parametre v rôznych druhoch vzoriek (pôda, asimilačné orgány, opad, depozície, pôdny roztok). Ako zdroj pre výpočet „prijateľného“ rozsahu budú slúžiť výsledky analýz jednotlivých zložiek monitoringu I. a II. úrovne, ktoré sa od roku 1993 analyzovali v laboratóriu LVÚ a NLC (pôda – odber a analýzy vzoriek z TMP I. úrovne v rokoch 1993, 1998 a 2006 – BioSoil, asimilačné orgány – odber a analýzy vzoriek z TMP I. úrovne v roku 1993, odbery a analýzy vzoriek z TMP II. úrovne v rokoch 2003 – 2007, opad – odber a analýzy vzoriek z TMP II. úrovne v rokoch 2003 – 2007, depozície a pôdny roztok – odber a analýzy vzoriek z TMP II. úrovne v rokoch 2000 – 2008). Rozsahy „prijateľných“ výsledkov pre rôzne druhy depozícií a pôdne roztoky z rôznych hĺbok pre všetky TMP II. úrovne budú súčasťou „Manuálu odberu a spracovania vzoriek vôd“. Vzhľadom na rozsah prác, tieto budú pokračovať minimálne celý rok 2009.

Vodné vzorky – depozície, pôdny roztok

V roku 2007 bolo v Centrálnom lesníckom laboratóriu prijatých a analyzovaných asi 600 vzoriek depozícií (mokrú depozícia, zmiešaná a porastová depozícia, hmla a stoky po kmeni) a 200 vzoriek pôdneho roztoku. Vzorky boli analyzované štandardnými analytickými postupmi v súlade s Manuálom ICP Forest, ktoré vychádzajú z ISO noriem.

Aj v roku 2008 pokračovala práca na zlepšovaní systému QA/QC, jeho zdokumentovaní v „Manuáli odberu a spracovania vzoriek vôd“ a dôslednej kontrole všetkých opatrení, nutných k trvalému zabezpečeniu kvality všetkých analytických výsledkov. V každom protokole sa pravidelne vyhodnocuje iónová bilancia, vypočítaná a nameraná elektrická vodivosť, pomer Na/Cl a výpočet organického dusíka. Vzorky s nevyhovujúcimi výsledkami sa opakovane analyzujú. V súčasnosti sa spracováva systém vyhodnocovania výsledkov duplicitných analýz vzoriek (10% vzoriek sa analyzuje duplicitne). V priebehu roka 2008 sa zosumarizovali výsledky analýz referenčných materiálov, zo všetkých dostupných údajov sa spracovali kontrolné diagramy a vyhodnotili sa variačné koeficienty jednotlivých parametrov.

Tab. 3.58 Prehľad štandardných analytických postupov – depozície, pôdny roztok

Parameter	Validácia V / N	Jednotka	Metóda			Prístroj
			Popis	Norma		
Príprava vzorky	-		membránová filtrácia	podtlak		MILIPORE
pH	V		potenciometria	Aquatrode elektroda	ISO 10 523	702 SM Titrimo
Elektr. vodivosť	V	µS / cm 25 °C	potenciometria	tepl. korekcia	ISO 7888	WTW – cond 730
Alkalinita	N	µeq / l	potenciometria	titrácia do dvoch bodov	ISO 9963-1	702 SM Titrimo
Sírany	V	mg S / l	IC	so supresiou	ISO 10 304	DIONEX ICS 1000
Dusičnany	V	mg N-NO3 / l	IC	so supresiou	ISO 10 304	DIONEX ICS 1000
Chloridy	V	mg / l	IC	so supresiou	ISO 10 304	DIONEX ICS 1000
Ca	V	mg / l	AES	ICP-USN	ISO 11 885	ICP 3000 LECO
Mg	V	mg / l	AES	ICP	ISO 11 885	ICP 3000 LECO
Na	V	mg / l	AES	ICP	ISO 11 885	ICP 3000 LECO
K	V	mg / l	AES	ICP	ISO 11 885	ICP 3000 LECO
Amónium	N	mg N-NH4 / l	SPEC	indofenol	ISO 7150/1	Spekol 11
Celkový dusík	N	mg N / l	-	-		LECO FP 228
DOC	-	mg C / l	-	-		
Fosforečnany	-	mg PO4 / l	-	-		
Hliník	V	µg / l	AES	ICP	ISO 11 885	ICP 3000 LECO
Kadmium	V	µg / l	AAS	ETA		Varian SpectrAA 300
Meď	V	µg / l	AAS	ETA		Varian SpectrAA 300
Železo	V	µg / l	AES	ICP	ISO 11 885	ICP 3000 LECO
Ortuť	V	µg / l	AAS			AMA 254
Mangán	V	µg / l	AES	ICP	ISO 11 885	ICP 3000 LECO
Olovo	V	µg / l	AAS	ETA		Varian SpectrAA 300
Zinok	V	µg / l	AES	ICP	ISO 11 885	ICP 3000 LECO

Tab. 3.59 Zloženie používaných referenčných materiálov

Parameter	RM	TOL. %	CRM M 5	CRM Hanna	CRM ION 96/10	CRM Altech /10	LRM V-IC	CRM NCS-ZC 76303	LRM V N/1	LRM V N/2	CRM SP- SW 1	CRM SP- SW 2	LRM V-ICP	LRM V-AAS
pH		5	5,00											
Elektr. vodivosť	µS / cm 25 °C	5		84										
Alkalinita	µeq / l	15			3700									
Sírany	mg SO4 / l	20			11	3,00	11							
Dusičnany	mg NO3 / l	20				2,00	8,00							
Chloridy	mg / l	20			9,30	2,00	1,00							
Ca	mg / l	15									2,00	10	10	1,00
Mg	mg / l	15									0,40	2,00	2,00	1,00
Na	mg / l	15									2,00	10	1,00	1,00
K	mg / l	15									0,20	1,00	1,00	1,00
Amónium	mg NH4 / l	20												
Celkový dusík	mg N / l	20							200	500				
Hliník	µg / l	10									50	250	250	

Kadmium	µg / l	10									0,50	2,50		
Meď	µg / l	15									20	100		
Železo	µg / l	20									20	100	250	
Ortuť	µg / l	15						10						
Mangán	µg / l	20									10	50	100	
Olovo	µg / l	25									5,00	25		
Zinok	µg / l	10									20	100	100	

Variačné koeficienty získané vyhodnotením kontrolných diagramov sa porovnali s neistotami, vypočítanými pri validácii analytických postupov programom EffiValidation. V tab. 3.60 sú uvedené variačné koeficienty, vypočítané z kontrolných diagramov analýz certifikovaných referenčných materiálov (výsledky za roky 2006-2008) s nízkou a strednou alebo vysokou koncentráciou stanovovaného parametra. Z tab. 3.60 vyplýva, že u niektorých ťažkých kovov je pri koncentráciách blízkych LOD variačný koeficient vyšší ako je povolená neistota. Pre tieto parametre bude nutné spracovať validáciu analytického postupu osobitne pre tieto nízke koncentrácie, predovšetkým LOQ, LOD a neistotu. Zvýšenie variačného koeficientu v koncentráciách blízkych LOD súvisí s fyzickou a morálnou opotrebovanosťou prístrojov, dnes už nepostačujúcou technickou úrovňou a z toho vyplývajúcou zníženou citlivosťou a reprodukovateľnosťou meraní.

Tab 3.60 Prehľad variačných koeficientov

Parameter	Jednotka	Neistota %	Variačný koeficient %	
			Nízke koncentrácie	Stredné a vysoké koncentrácie
pH		5		0,44
Elektr. vodivosť	µS / cm 25 °C	5		2,35
Alkalinita	µeq / l	15		1,37
Sírany	mg S / l	20	6,17	4,85
Dusičnany	mg N-NO3 / l	20	14,08	18,3
Chloridy	mg / l	20	20,83	8,98
Vápnik	mg / l	15	7,32	6,60
Horčík	mg / l	15	6,54	6,11
Sodík	mg / l	15	4,85	6,11
Draslík	mg / l	15	11,16	5,81
Hliník	µg / l	10	15,99	6,08
Kadmium	µg / l	10	20,91	8,62
Meď	µg / l	15	14,41	8,71
Železo	µg / l	20	15,94	7,64
Ortuť	µg / l	15		15,51
Mangán	µg / l	20	14,39	7,24
Olovo	µg / l	25	14,51	9,37
Zinok	µg / l	10	14,04	7,75

Interná kontrola kvality chemických analýz vzoriek vôd:

- Analýza referenčných materiálov – CRM, LRM
- Analýza blankov
- Spracovávanie regulačných diagramov pre referenčné materiály a blanky
- Opakované meranie 10% vzoriek

Externá kontrola kvality chemických analýz vzoriek vôd:

- Účasť na národnom medzilaboratórnem teste organizovanom VÚVH Bratislava, 1x ročne, v rámci projektu AQUA
- V roku 2008 sa nekonal ILT – vodné vzorky

Rastlinné vzorky – asimilačné orgány, opad, drevo

V roku 2008 sa v CLL neanalyzovali vzorky asimilačných orgánov a opadu.

Tab. 3.61 Prehľad štandardných analytických postupov – asimilačné orgány, opad

Parameter	Validácia V / N	Jednotka	M e t ó d a			Prístroj
			Popis		Norma	
Príprava vzorky	-		mletie		-	Fritsch
Sušina	N	%	sušenie	105°C	-	vákuová sušiareň
N	V	mg/g	suché spaľovanie	900 °C	-	FLASH EA 1112
S	V	mg/g	suché spaľovanie	900 °C	-	FLASH EA 1112
C	V	%	suché spaľovanie	900 °C	-	FLASH EA 1112
Mineralizácia	-		mikrovlnná mineralizácia	HNO ₃	-	MDS 2000
P	V	mg/g	ICP	AES	ISO 11885	ICP 3000 LECO
Ca	V	mg/g	ICP	AES	ISO 11885	ICP 3000 LECO
Mg	V	mg/g	ICP	AES	ISO 11885	ICP 3000 LECO
K	V	mg/g	ICP	AES	ISO 11885	ICP 3000 LECO
Zn	V	µg/g	ICP	AES	ISO 11885	ICP 3000 LECO
Mn	V	µg/g	ICP	AES	ISO 11885	ICP 3000 LECO
Fe	V	µg/g	ICP	AES	ISO 11885	ICP 3000 LECO
Cu	V	µg/g	AAS	Plameň	-	ICP 3000 LECO
Pb	N	µg/g	AAS	ETA	-	Varian SpectrAA 300/400
Cd	N	ng/g	AAS	ETA	-	Varian SpectrAA 300/400
B	V	µg/g	ICP	AES	ISO 11885	ICP 3000 LECO
Hg	N	ng/g	AAS	AMA	-	AMA 254
Al	V	µg/g	ICP	AES	ISO 11885	ICP 3000 LECO

Štandardné analytické postupy

V roku 2008 sa začalo s vývojom analytického postupu mineralizácie organických vzoriek v mikrovlnnej peci MarsExpres. V súčasnosti sa overujú programy s rôznymi parametrami, analyzujú vzorky so známym zložením (CRM, LRM, WEPAL) v MDS a MarsExpres a výsledky analýz sa štatisticky vyhodnocujú. Po vyhodnotení sa vyberie optimálny program mineralizácie pre asimilačné orgány, opady, drevo, príp. iné organické materiály, spracuje a validuje sa štandardný analytický postup.

Interná kontrola kvality chemických analýz rastlinných vzoriek:

- Analýza referenčných materiálov – CRM, LRM
- Analýza blankov
- Spracovávanie regulačných diagramov pre referenčné materiály a blanky
- Opakované meranie 10% vzoriek

Externá kontrola kvality chemických analýz rastlinných vzoriek:

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

V roku 2008 boli analyzované 4 vzorky v rámci 11. Forest Foliar Interlaboratory Test (FFIT) 2008-2009, výsledky boli odoslané do Forest Foliage Coordinating Centre.

V priebehu roka 2008 boli vyhodnotené a štatisticky spracované výsledky analýz 10. Forest Foliar Interlaboratory Test, ktorý sa uskutočnil v roku 2007. V rámci tohto testu sa analyzovali 4 vzorky asimilačných orgánov, stanovovalo sa 13 prvkov. FFCC má pre každý prvok určené hranice - percentuálne odchýlky od vypočítanej priemernej hodnoty výsledkov všetkých zúčastnených laboratórií. Prehľad povolených odchýliek a hraníc je uvedený v tab. 3.62.

Tab. 3.62 Povolené odchýlky od priemeru

Prvok	povolená odchýlka + - %	dolná hranica %	horná hranica %	Prvok	povolená odchýlka + - %	dolná hranica %	horná hranica %
N	10	90	110	Mn	15	85	115
S	15	85	115	Fe	20	80	120
P	10	90	110	Cu	20	80	120
Ca	10	90	110	Cd	30	70	130
Mg	10	90	110	B	20	80	120
K	10	90	110	C	5	95	105
Zn	15	85	115				

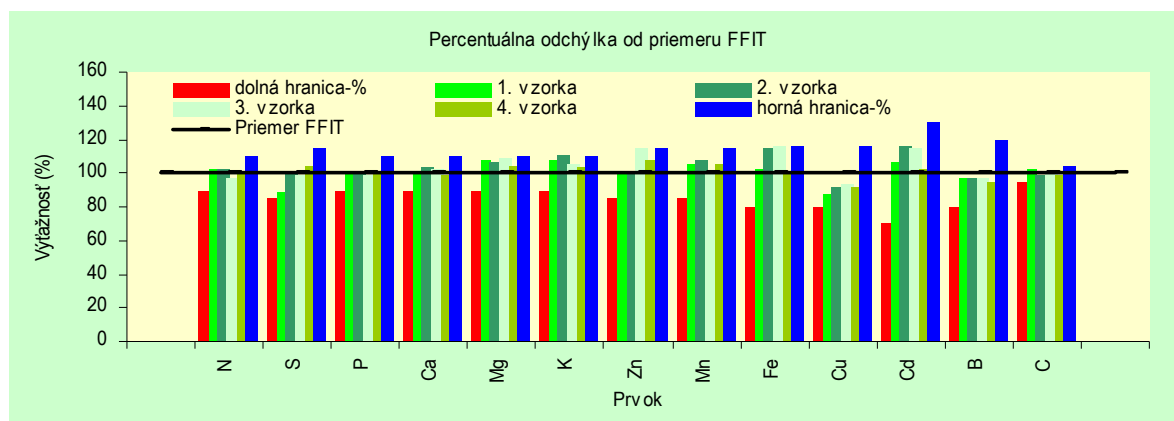
Priemer výsledkov jednotlivých parametrov každého laboratória sa porovnáva s priemernou hodnotou výsledkov všetkých zúčastnených laboratórií (výťažnosť v %).

Na obr. 3.69 sú zobrazené výsledky CLL, červené a modré stĺpce zobrazujú hranice, zelené stĺpce výťažnosť jednotlivých prvkov pre každú vzorku. Z tabuľky je vidieť, že pre prvky N, P, Ca, B a C je výťažnosť pre všetky vzorky (s rôznymi koncentraciami jednotlivých prvkov) blízka 100 %, Mg, Mn a Cd majú výťažnosť u všetkých vzoriek vyššiu, ale v rámci povolených odchýliek, podobne K a Zn, kde pri vzorkách s veľmi nízkou koncentráciou (blízko LOQ) bola výťažnosť tesne nad hornú povolenú hranicu (K – 110,5 %, Zn – 115,7 %). Cu má výťažnosť vo všetkých vzorkách nižšiu (cca 90 %), S má nízku výťažnosť len vo vzorke s nízkou koncentráciou (blízko LOQ). Fe má výťažnosť vo vzorkách s vyššou koncentráciou pod 105%, vo vzorkách s nízkou koncentráciou je výťažnosť vyššia, u jednej vzorky nad povolený limit.

Celkove je možné hodnotiť výsledky CLL v 10.FFIT ako veľmi dobré.

Pôdne vzorky

V roku 2006 až 2008 CLL prijalo celkove asi 1200 vzoriek minerálnej pôdy a humusu z trvalých monitorovacích plôch I. a II. úrovne a postupne ich v priebehu rokov 2006, 2007 a 2008 analyzovalo štandardnými analytickými postupmi (ŠAP) v súlade s Manual on methods and criteria for harmonized sampling, assessment, monitoring and analysis of the effects of air pollution on forests. V súčasnosti sú už všetky analýzy, vrátane opráv hotové, skontrolované „integrity a plausibility checks“, a výsledky sa spracúvajú na odoslanie do JRC.



Obr. 3.69 Prehľad výťažnosti jednotlivých prvkov v 10.FFIT

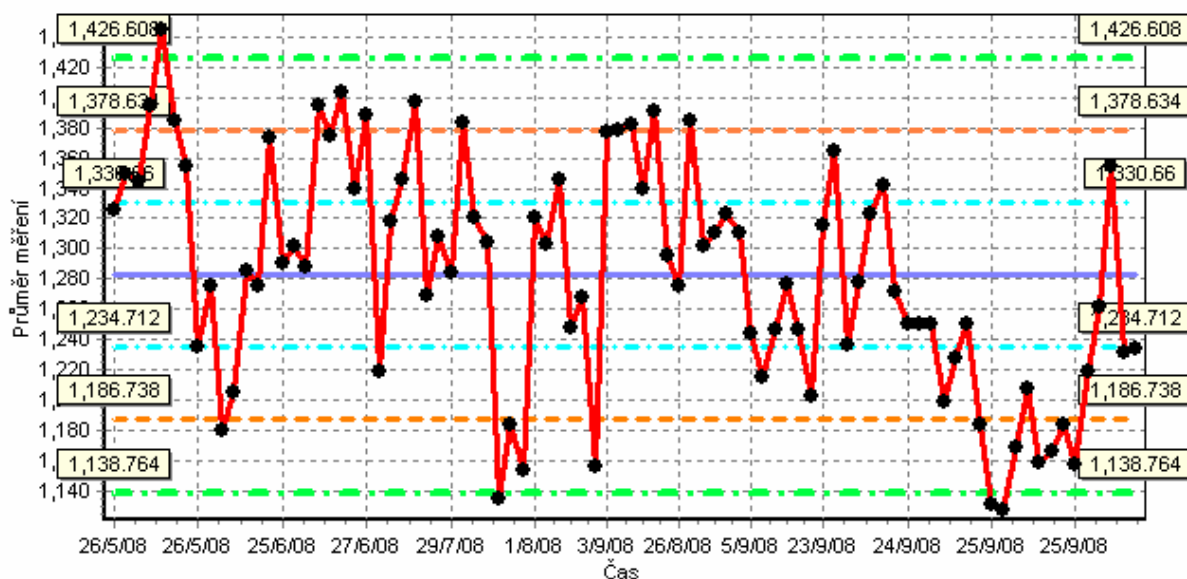
Tab. 3.63 Prehľad štandardných analytických postupov – pôdy, humusy

Parameter	Validácia V / N	Jednotka	Metóda			Prístroj
			Popis		ISO/STN	
Príprava vzorky	-		mletie		ISO 11464, SA01	mlyn Fritsch, Retsch
Sušina	N	%	sušenie	105°C	ISO 11465, SA 02	vákuová sušiareň
Zrornosť - íl	V	%	sedimentácia		ISO 11277, SA03	
Zrornosť - prach	V	%	sedimentácia		ISO 11277, SA03	
Zrornosť - piesok	V	%	sedimentácia		ISO 11277, SA03	
pH(CaCl ₂)	V	-	potenciometria		ISO 10390, SA06	WTW - inoLab pH Level 2
pH(H ₂ O)	V	-	potenciometria		ISO 10390, SA06	WTW - inoLab pH Level 2
Karbonáty	V	g/kg	volumetria		ISO 10693, SA07	Jankov vápnomer
Organický C	V	g/kg	suché spaľov.	900 °C	ISO 10693, SA08	FLASH EA 1112
Celkový N	V	g/kg	suché spaľov.	900 °C	ISO13878, SA09A	FLASH EA 1112
Výmenná kyslosť	V	cmol+/kg	titrácia	potenciometria	ISO 14254, SA 10	WTW - inoLab pH Level 2
Výmenný Al	V	cmol+/kg	ICP	AES	ISO 11260, SA10	ICP 3000 LECO
Výmenný Ca	V	cmol+/kg	ICP	AES	ISO 11260, SA10	ICP 3000 LECO
Výmenný Fe	V	cmol+/kg	ICP	AES	ISO 11260, SA10	ICP 3000 LECO
Výmenný K	V	cmol+/kg	AAS	AES	ISO 11260, SA10	Varian SpectrAA 300
Výmenný Mg	V	cmol+/kg	ICP	AES	ISO 11260, SA10	ICP 3000 LECO
Výmenný Mn	V	cmol+/kg	ICP	AES	ISO 11260, SA10	ICP 3000 LECO
Výmenný Na	V	cmol+/kg	AAS	AES	ISO 11260, SA10	Varian SpectrAA 300
Výmenná H+ kyslosť	V	cmol+/kg	titrácia	potenciometria	ISO 14254, SA 0X	WTW - inoLab pH Level 2
Extrahovateľný Al	V	mg/kg	ICP	AES	ISO 11466, SA11	ICP 3000 LECO
Extrahovateľný Ca	V	mg/kg	ICP	AES	ISO 11466, SA11	ICP 3000 LECO
Extrahovateľné Cd	V	mg/kg	AAS	AES	ISO 11466, SA11	Varian SpectrAA 300
Extrahovateľný Cr	V	mg/kg	ICP	AES	ISO 11466, SA11	ICP 3000 LECO
Extrahovateľná Cu	V	mg/kg	ICP	AES	ISO 11466, SA11	ICP 3000 LECO
Extrahovateľné Fe	V	mg/kg	ICP	AES	ISO 11466, SA11	ICP 3000 LECO
Extrahovateľná Hg	V	mg/kg	AAS			AMA 254
Extrahovateľný K	V	mg/kg	ICP	AES	ISO 11466, SA11	ICP 3000 LECO
Extrahovateľný Mg	V	mg/kg	ICP	AES	ISO 11466, SA11	ICP 3000 LECO
Extrahovateľný Mn	V	mg/kg	ICP	AES	ISO 11466, SA11	ICP 3000 LECO
Extrahovateľný Na	V	mg/kg	AAS	AES	ISO 11466, SA11	Varian SpectrAA 300
Extrahovateľný Ni	V	mg/kg	ICP	AES	ISO 11466, SA11	ICP 3000 LECO
Extrahovateľný P	V	mg/kg	ICP	AES	ISO 11466, SA11	ICP 3000 LECO
Extrahovateľné Pb	V	mg/kg	AAS	AES	ISO 11466, SA11	Varian SpectrAA 300
Extrahovateľná S	V	mg/kg			ISO 11466, SA11	LECO SC 128
Extrahovateľný Zn	V	mg/kg	ICP	AES	ISO 11466, SA11	ICP 3000 LECO
Reaktívny oxalátový Al	V	mg/kg	ICP	AES	ISRIC 1992, SA13	ICP 3000 LECO
Reaktívny oxalátový Fe	V	mg/kg	ICP	AES	ISRIC 1992, SA13	ICP 3000 LECO

Štandardné analytické postupy

V roku 2008 laboratórium zaviedlo a validovalo programom EffiValidation metódu stanovenia reaktívneho Al a Fe v oxalátovom výluhu predpísaného Manuálom FSCC – SA 13 (modifikácia analytického postupu ISRIC 1992). CLL spracovalo štandardný analytický postup. Na overenie a validáciu ŠAP boli použité vzorky z testov ILT ICP Forests a referenčný materiál FSCCref 1. Kontrolné diagramy a vypočítané relatívne rozšírené neistoty pre reaktívny hliník a železo sú uvedené na obr. 3.70 a 3.71.

Regulační diagramy: individuální měření - charakteristiky regulace nestanoveny
 - Půda - Oxalátový výluh - ICP - 11/10/2008 - 1
 N-56-AI



AI	
Charakteristika	Hodnota
Vypočítaná hodnota	1282.53
St. neistoty	51.36
Rel. st. neistoty (%)	4.00
Faktor pokrytia	1.96
Rozšírená st. neistoty	100.66
Rel. rozšírená neistota	7.85

Obr. 3.70 Príklad kontrolného diagramu pre AI v oxalátovom výluhu

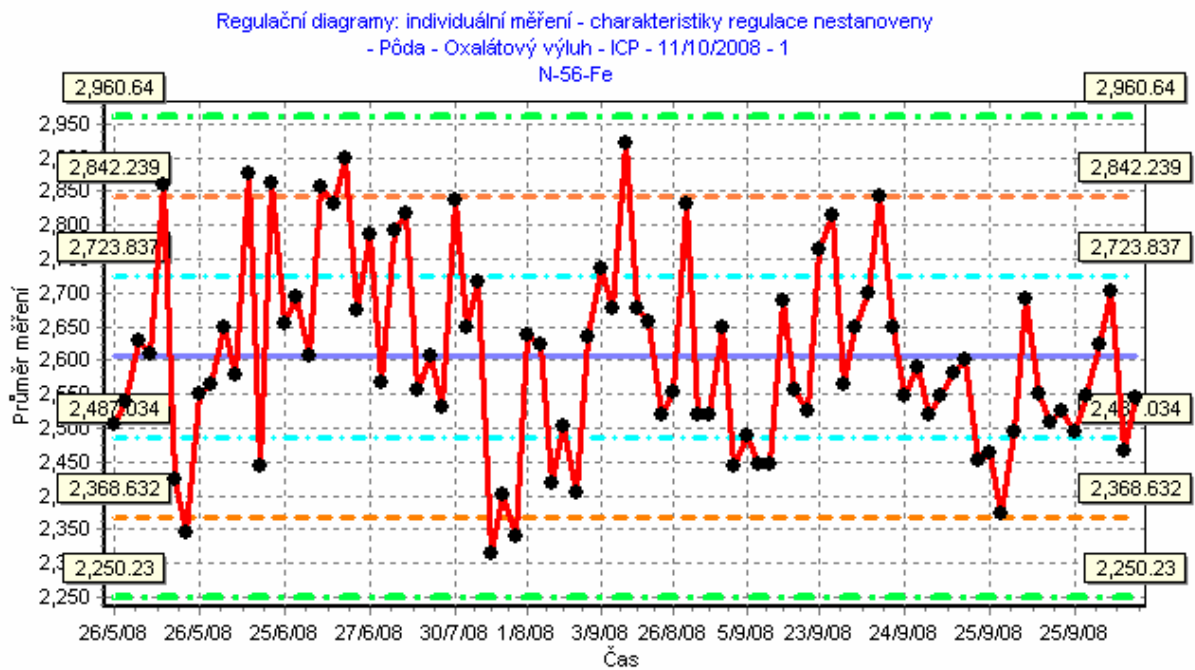
Interná kontrola kvality chemických analýz vzoriek pôd

V roku 2008 CLL využívalo zdokonalený systém riadenia a kontroly kvality chemických analýz pôdnych vzoriek kontrolou výsledkov pomocou „Integrity a Plausibility checks“ a pravidelným používaním referenčných materiálov.

V rokoch 2007 a 2008 sa so všetkými analýzami pôdnych vzoriek projektu Biosoil analyzoval okrem rutinne používaných RM a blankov aj FSCCref1. Výsledky analýz RM sa spracúvajú do kontrolných diagramov. Výsledky analýz FSCCref1 sa 1 krát za štvrtrok posielajú do ICP FSCC, naposledy k 1.6.2008. V súčasnosti všetky výsledky FSCC vyhodnocuje, po spracovaní dostaneme správu.

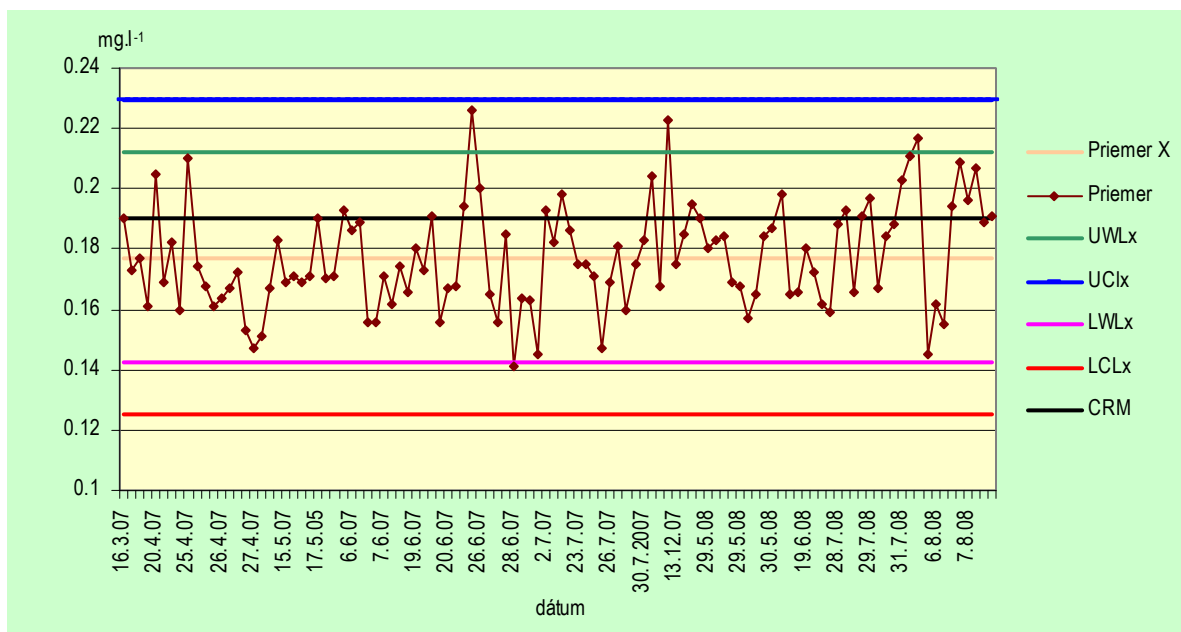
Z výsledkov analýz FSCCref1, LRM 5, IRM 7003, IRM 7004 sa spracovali regulačné diagramy a vypočítali validačné charakteristiky – priemer, LOD, LOQ a variačný koeficient (%).

Príklady kontrolných diagramov pre mangán vo výluhu $BaCl_2$ a extrakte lúčavky kráľovskej (AR) sú uvedené na obr. 3.72 a 3.73.

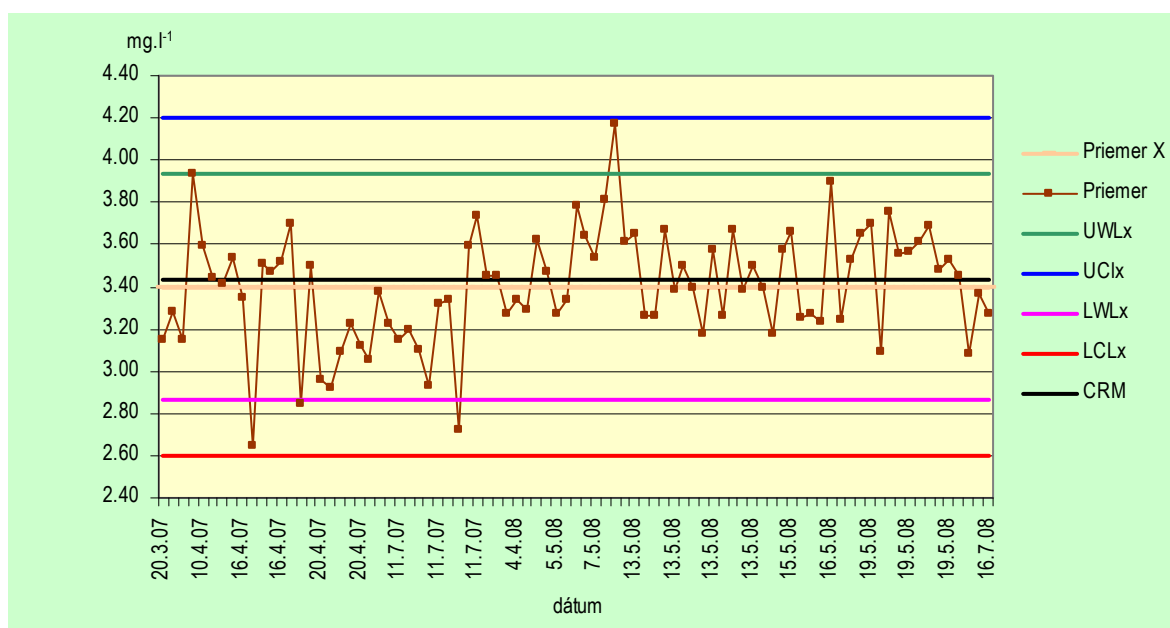


Fe	
Charakteristika	Hodnota
Vypočítaná hodnota	2605.44
St. neistoty	118.40
Rel. st. neistoty (%)	4.54
Faktor pokrytia	1.96
Rozšířená st. neistoty	232.07
Rel. rozšířená neistota	8.91

Obr. 3.71 Příklad kontrolního diagramu pre Fe v oxalátovom výluhu



Obr. 3.72 Stanovenie Mn v BaCl₂ – RM N-56 – X diagram



Obr. 3.73 Stanovenie Mn v AR – RM N-56 – X diagram

Výsledky analýz referenčných materiálov (za roky 2007-2008) a ich validácia (porovnanie s referenčnou hodnotou a výpočet variačného koeficientu) sú zhrnuté v tab. 3.64 (*- výsledky laboratória BFW).

Tab. 3.64 Výsledky analýz referenčných materiálov

Parameter	Jednotka	Referenčný materiál	Referenčná hodnota	Priemer	Variačný koeficient
pH-CaCl ₂		FSCCref1	3,80	3,79	1,90
		LRM-P-5-06	4,71*	4,65	1,64
		LRM-P-7-06	6,81*	7,02	1,90
pH-H ₂ O		FSCCref1	4,30	4,27	2,04
		LRM-P-5-06	5,38*	5,26	2,45
		LRM-P-7-06	7,03*	7,24	1,80
Zrinitosť - íl	g/100g	FSCCref1	10,0	11,6	5,32
		LRM-P-5-06	11*	11,4	1,57
Zrinitosť - prach	g/100g	FSCCref1	47,0	47,3	1,63
		LRM-P-5-06	67*	68,4	1,03
Zrinitosť - piesok	g/100g	FSCCref1	41,7	40,7	1,58
		LRM-P-5-06	22*	20,4	11,00
Organický C	g/kg	FSCCref1	6,5	6,7	3,97
		LRM-W 970	62,6	62,3	1,30
		LRM-P-5-06	39*	35,3	5,58
Celkový N	g/kg	FSCCref1	0,40	0,43	7,40
		LRM-W 970	2,90	2,90	2,61
		LRM-P-5-06	3,4*	3,13	3,41
Karbonáty	g/kg	LRM-W 989	8,29	8,61	11,59
Výmenná kyslosť	cmol+/kg	FSCCref1	3,20	2,55	13,09
		LRM-P-5-06		0,68	8,69
Výmenný Al	cmol+/kg	FSCCref1	3,26	1,86	11,42
		LRM-P-5-06		0,32	26,22
Výmenný Ca	cmol+/kg	FSCCref1	0,11	0,12	22,92
		LRM-P-5-06		7,57	10,25
Výmenný Fe	cmol+/kg	FSCCref1	0,11	0,09	16,19

Parameter	Jednotka	Referenčný materiál	Referenčná hodnota	Priemer	Variačný koeficient
		LRM-P-5-06		0,02	35,97
Výmenný K	cmol+/kg	FSCCref1	0,07	0,06	17,53
		LRM-P-5-06		0,33	29,88
Výmenný Mg	cmol+/kg	FSCCref1	0,05	0,05	17,40
		LRM-P-5-06		1,61	8,33
Výmenný Mn	cmol+/kg	FSCCref1	0,03	0,03	11,28
		LRM-P-5-06		0,20	9,41
Výmenný Na	cmol+/kg	FSCCref1	0,03	0,03	20,76
		LRM-P-5-06		0,04	53,65
Výmenná H+ kyslosť	cmol+/kg	FSCCref1	0,18	0,23	28,64
		LRM-P-5-06		0,35	21,73
Extrahovateľný Al	mg/kg	FSCCref1	8 932	8 668	7,19
		LRM-P-5-06		37 010	8,25
Extrahovateľný Ca	mg/kg	FSCCref1	297	282	16,28
		LRM-P-5-06	2700*	2 727	15,44
Extrahovateľné Cd	mg/kg	IRM 7003	0,13	0,27	5,20
		IRM 7004	1,44	1,50	6,52
Extrahovateľný Cr	mg/kg	FSCCref1	21,3	24,4	11,37
		LRM-P-5-06		35,0	16,11
Extrahovateľná Cu	mg/kg	FSCCref1	4,60	4,88	9,89
		IRM 7003	25,4	25,7	7,74
		IRM 7004	167	169	7,19
Extrahovateľné Fe	mg/kg	FSCCref1	11 475	11 422	5,97
		LRM-P-5-06	32000*	35 312	9,62
Extrahovateľná Hg	mg/kg	IRM 7001	0,085	0,085	5,12
		IRM 7004	0,210	0,197	5,55
Extrahovateľný K	mg/kg	FSCCref1	1 711	1 635	11,39
		LRM-P-5-06	800*	833	29,64
Extrahovateľný Mg	mg/kg	FSCCref1	1 356	1 310	7,36
		LRM-P-5-06	2600*	2 651	10,26
Extrahovateľný Mn	mg/kg	FSCCref1	114	113	8,79
		LRM-P-5-06	1476*	1 336	10,80
Extrahovateľný Na	mg/kg	FSCCref1	49,0	45,0	19,96
		LRM-P-5-06		184	28,05
Extrahovateľný Ni	mg/kg	FSCCref1	5,20	5,49	23,11
		IRM 7003	28,8	27,9	8,56
		IRM 7004	30,4	33,4	11,24
Extrahovateľný P	mg/kg	FSCCref1	104	150	19,19
		LRM-P-5-06	700*	774	13,73
Extrahovateľné Pb	mg/kg	FSCCref1	8,9	8,8	19,05
		IRM 7003	25,2	24,1	16,76
		IRM 7004	83,1	72,3	5,19
Extrahovateľná S	mg/kg	LRM W 995	509	491	2,40
		LRM W 962	1 840	1 801	1,33
Extrahovateľný Zn	mg/kg	FSCCref1	20,2	22,4	7,96
		LRM-P-5-06	81*	87,2	6,32
Reaktívny Al	mg/kg	FSCCref1	1 293	1 315	6,12
Reaktívny Fe	mg/kg	FSCCref1	2 823	2 595	5,91

Externá kontrola kvality chemických analýz vzoriek pôd a humusov bola spojená s účasťou na medzinárodnom programe WEPAL ISE - 4x ročne, v rámci projektu AQA

3.2.11 Intenzívny monitoring - zhrnutie poznatkov

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

Za najdôležitejšie aktuálne poznatky môžeme považovať nasledovné:

- Pokračuje mierny pokles depozície síry, pretrváva však pomerne vysoká depozícia dusíka (v amóniovej i nitrátovej forme)
- Depozícia síry i dusíka je vo všeobecnosti výrazne vyššia na plochách v strednej Európe než v severnej Európe, v južnej Európe sú zvýšené depozície viazané na priemyselné oblasti
- Podľa modelových kalkulácií je na takmer 60 % plôch intenzívneho monitoringu potrebná redukcia depozícií dusíka aby sa dostala pod hodnoty kritickej záťaže, medzi rokmi 1999 a 2004 sa však nezmenili (neklesli) depozície dusíka na 80 % plôch.
- Kritické záťaže pre aciditu sú naďalej prekračované približne len na 1/3 plôch (čo je priaznivejší stav než na začiatku intenzívneho monitoringu, podľa modelov sa však predpokladá, že ani do roku 2050 sa nedostane stav pôd z hľadiska acidity na preindustriálnu úroveň.
- Analýza stavu drevín a fytocenóz naznačila, že účinok zvýšenej úrovne depozície dusíka na rast drevín a početnosť a štruktúru bylinnej pokrývky je už zrejmý v celoeurópskom rozsahu.
- Výsledky ukazujú, že depozícia dusíka vedie k zvýšenému rastu stromov, najmä na plochách s borovicou, smrekom a bukom bol prírastok vyšší než zodpovedal stanovištným podmienkam, veku a hustote porastov. Vyššie relatívne zmeny prírastku sú na plochách s pôvodne nízkym obsahom dusíka v pôde. Na týchto plochách, kde obsah dusíka bol jedným z hlavných limitujúcich faktorov rastu, je reakcia porastov zvýšením prírastku rýchlejšia a výraznejšia.
- Vo všeobecnosti vyššie koncentrácie ozónu sú zaznamenávané v južnej Európe (Taliansko, Španielsko, južné Francúzsko)

3.3 PROJEKT BIOSOIL

3.3.1 BioSoil - moduly pôda I. a II.

Projekt BioSoil má dve vecné zložky: pôda a biodiverzita, formálne má tri moduly: modul pôdy – úroveň I., modul pôdy – úroveň II. a modul biodiverzita (len pre plochy I. úrovne monitoringu). Rozsahom cieľov a zahrnutých aktivít idú pôdne moduly projektu BioSoil nad rámec pôvodných zámerov monitoringu pôd v rámci programu ICP Forests.

Ciele zisťovania stavu lesných pôd v celoeurópskom rozsahu v rámci projektu BioSoil možno definovať nasledovne:

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

- identifikácia prípadných zmien vlastností pôd (hodnotenie stavu a zmien od prieskumu začiatkom deväťdesiatych rokov).

Po prípravných prácach v roku 2005 prebehla v roku 2006 väčšina terénnych prác na plochách I. úrovne a v roku 2007 na plochách II. úrovne monitoringu lesov. Podieľali sa na nich (po niekoľkých pracovných stretnutiach, školení pre klasifikáciu pôd podľa WRB 1998 a po inštruktáži v teréne) popri pracovníkoch Národného lesníckeho centra – Ústavu pre lesné zdroje a informatiku vo Zvolene aj ďalšie odborné inštitúcie, resp. experti z iných inštitúcií (Výskumný ústav pôdoznanectva a ochrany pôdy Bratislava, Ústav ekológie lesa SAV Zvolen, Lesnícka fakulta TU Zvolen). Popri zabezpečení vzorkovania, laboratórnych analýz a vyhodnotení stavu je predmetom projektu aj podrobná pedologická charakterizácia (opis pôdneho profilu) a klasifikácia pôd na monitorovacích plochách prvej aj druhej úrovne. Vychádza sa zo zistení, že systém monitorovacích plôch na lesnom pôdnom fonde, vybudovaný v rámci ICP Forests je, napriek určitým problémom v metodologickej harmonizácii, najrozvinutejším a metodicky najprepracovanejším systémom, ktorý by mohol tvoriť kostru monitoringu pôd v Európe všeobecne – nielen na lesnom pôdnom fonde.

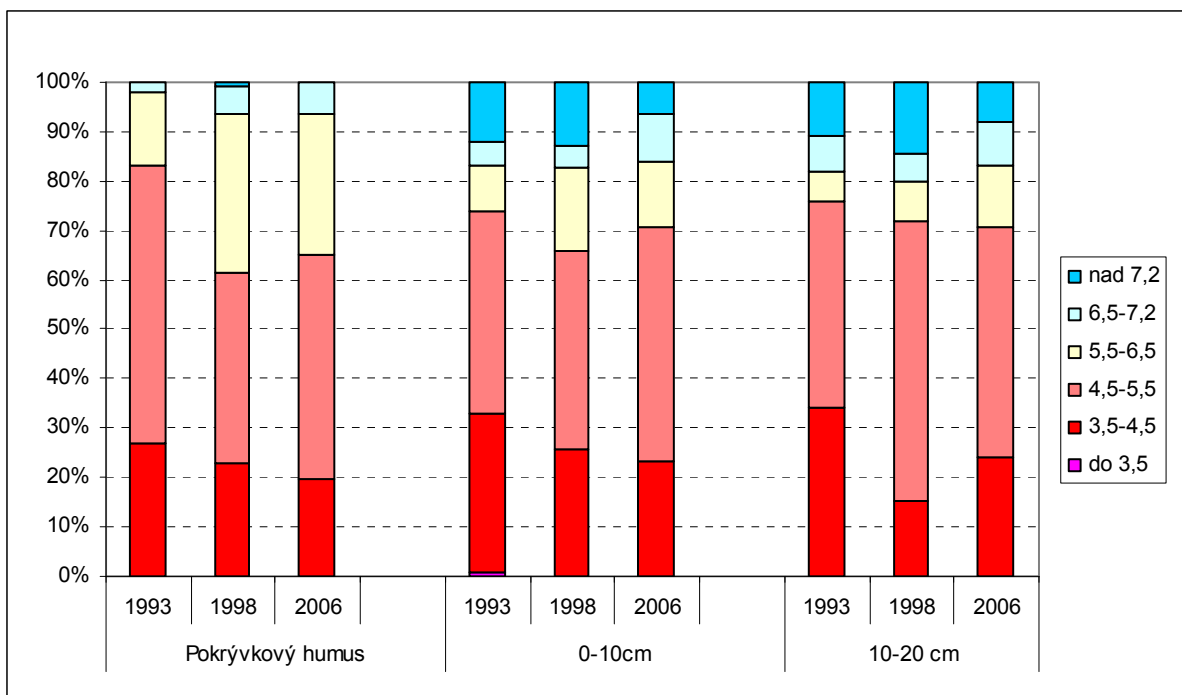
S laboratórnymi prácami (zabezpečovalo ich výlučne CLL NLC) sa začalo v roku 2006, pokračovali počas roka 2007 a v roku 2008 sa ukončili v takom rozsahu, aby sme po verifikácii a predbežnom spracovaní výsledkov mohli zaslať všetky údaje dátovému centru projektu BioSoil. Keďže sa počas riešenia projektu rozhodlo, že pôdy je potrebné klasifikovať v najnovšej verzii WRB (2006), bolo potrebné pôdy na všetkých plochách reklasifikovať.

V roku 2008 sa teda zabezpečilo hodnotenie získaných údajov len v malom rozsahu. Podobne ako na celoeurópskej úrovni sa vyhodnotenie získaných údajov plánuje v rokoch 2009-2010 (v rámci projektu FutMon), predpokladáme detailné spracovanie a vyhodnotenie údajov na národnej úrovni tiež do konca roka 2010.

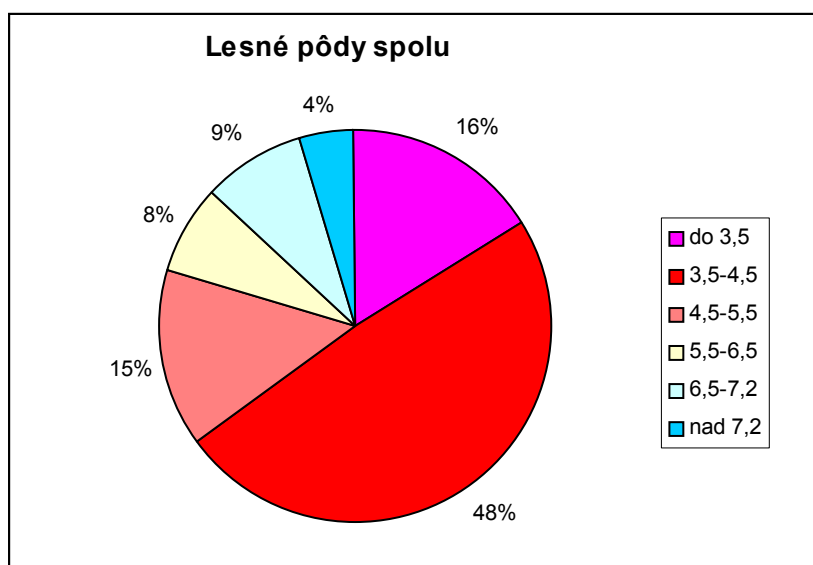
Ku kľúčovým vlastnostiam pôd patrí pôdna reakcia. Približne na tretine TMP boli zistené veľmi kyslé pôdy. Podiel neutrálnych až mierne alkalických pôd zodpovedá podielu karbonátových pôdotvorných substrátov. Počas rokov 1993-2006 bolo zastúpenie pôd s reakciou v rámci daných intervalov bez výraznejších rozdielov, v pokrývkovom humuse a v hĺbke 0-10 cm je istý náznak zníženia podielu veľmi silne kyslých pôd, čo by do istej miery mohlo súvisieť so znížením vstupu SO_4^{2-} , teda v minulosti výrazne dominujúcej zložky zakysľujúcich látok, do lesných pôd.

Tab. 3.65 Prehľad o hodnotách pH v súbore TMP

	Aktívna reakcia pH-H ₂ O				Výmenná reakcia pH-CaCl ₂		
	minimum	medián	maximum		minimum	medián	maximum
L	3,79	5,23	7,18	L	2,85	4,71	6,69
F+H	3,56	5,14	7,04	F+H	2,74	4,62	6,41
0-10 cm	3,64	5,01	7,88	0-10 cm	2,86	4,11	7,50
10-20 cm	3,91	4,92	8,07	10-20 cm	3,08	4,03	7,68
20-40 cm	4,15	5,11	8,40	20-40 cm	3,53	4,23	7,88
40-80 cm	4,05	5,41	8,57	40-80 cm	3,13	4,44	7,94

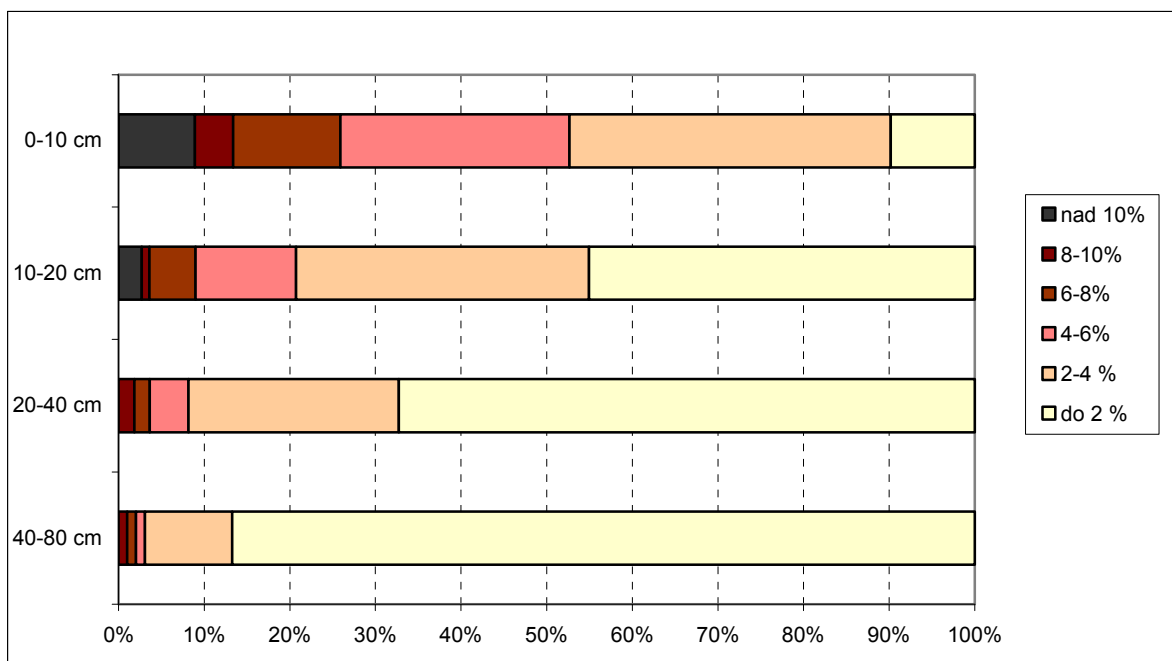


Obr. 3.74 Vývoj zastúpenia lesných pôd v intervaloch pH (aktívna reakcia – pH(H₂O) podľa hodnôt z TMP



Obr. 3.75 Zastúpenie lesných pôd podľa výmennej reakcie - pHCaCl₂ - v hĺbke 0-10 cm v roku 2006

Celkove teda možno podľa týchto výsledkov konštatovať určitú stabilizáciu stavu lesných pôd z hľadiska pôdnej reakcie v hodnotenom období (po predchádzajúcom zakyslení podľa výsledkov z výskumných plôch hodnotených v priebehu predchádzajúcich dvadsiatich až tridsiatich rokov). Obsah organického uhlíka, celkový obsah dusíka a pomer C/N patria k taktiež k najdôležitejším vlastnostiam pôd. Indikujú kvantitu a kvalitu organickej pôdnej hmoty a ovplyvňujú množstvo ďalších vlastností pôd. Prehľad podielu pôd podľa intervalov obsahu organického uhlíka v jednotlivých hodnotených hĺbkach zo súboru monitorovacích plôch ako príklad doteraz spracovaných údajov je na obr. 3.76.



Obr. 3.76 Stav a vývoj zastúpenia lesných pôd podľa obsahu organického uhlíka

3.3.2 BioSoil – modul biodiverzita

Modul biodiverzita projektu BioSoil bol zameraný na vykonanie inventarizácie východiskového stavu vybraných indikátorov biodiverzity a overenie metód a postupov pre ich získavanie a hodnotenie, najmä možností harmonizovaného zisťovania v rôznych prírodných podmienkach v celej Európe. Na tomto module projektu sa podieľali nasledovné krajiny: Rakúsko, Belgicko, Česko, Nemecko, Grécko, Španielsko, Fínsko, Francúzsko, Maďarsko, Írsko, Dánsko, Taliansko, Litva, Poľsko, Švédsko, Slovensko a Slovinsko.

Na národnej úrovni sa inventarizácia východiskového stavu vybraných indikátorov biodiverzity realizovala na 112 trvalých monitorovacích plochách (TMP) 16 x 16 km (extenzívny monitoring), ktoré sú súčasťou európskej siete monitorovacích plôch.

Ciele boli podrobnejšie charakterizované v správe za rok 2007.

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

- zakladanie kruhových plôch o priemere 25,24 m (2000 m²) s dvoma vnútornými subplochami kruhového tvaru o priemeroch 3,09 m (30 m²), 11,28m (400 m²),
- stabilizácia stredu plochy kovovým kolíkom a zameranie zemepisných súradníc,
- zisťovanie všeobecných charakteristík porastu: zalesnenie plochy, intenzita obhospodarovania, spôsob hospodárenia, informácie o vlastníctve,
- klasifikácia lesných typov,
- opis štruktúry porastu: záznam priemerov v d_{1,3} m (pre živé aj odumreté stojace stromy), určenie druhu dreviny, určenie pôvodu dreviny, ležanina (priemerné hrúbky a dĺžky na ploche 400 m²), pne, zápoj, etážovitosť,
- fytoocenologický zápis na ploche (400 m²).

V prvej polovici roka sa realizovala verifikácia údajov a zaslanie dátových súborov do koordinačného a dátového centra projektu (JRC Ispra).

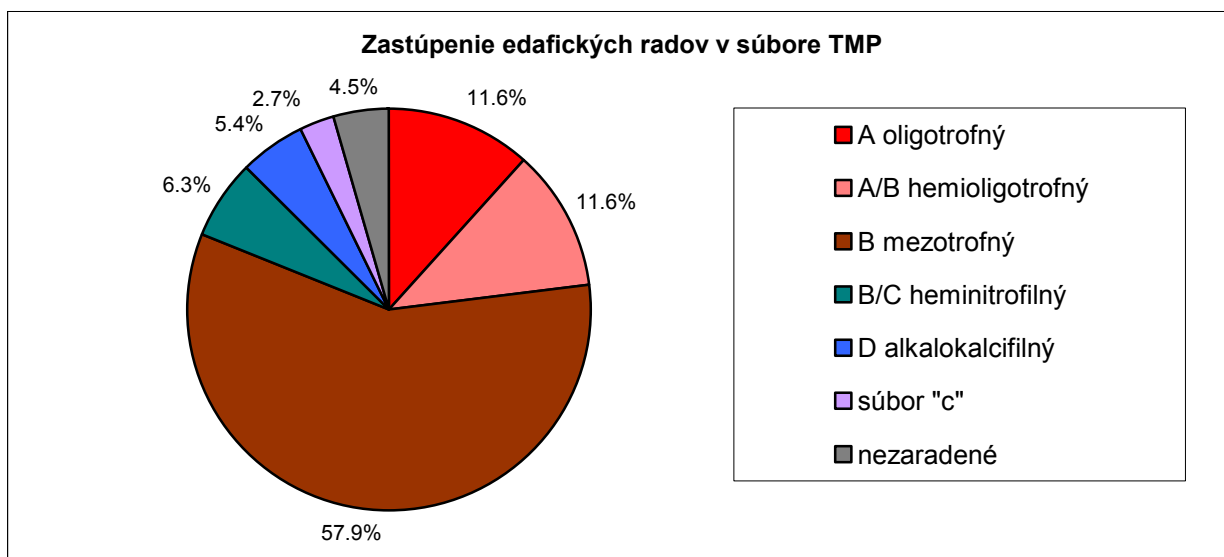
Údaje boli predložené v niekoľkých súboroch:

1. *General BioSoil plot description (.GPL)*. Základné údaje o názve, lokalizácii, klasifikácii TMP podľa rôznych kategórií.
2. *Structural Biodiversity 1 (.DBH)* Zaznamenávanie hrúbky a druhu dreviny. Obsah: označenie plochy, kód krajiny, identifikačné číslo plochy, označenie subplochy, dátum, počet meraných stromov, priemer v d 1,3m, stav stromu, druh dreviny, stupeň rozkladu u suchárov

3. *Structural Biodiversity 2 (.THT)* Zaznamenávanie výšky stromov a nasadenia koruny. Obsah: označenie plochy, kód krajiny, identifikačné číslo plochy, označenie subplochy, dátum, počet meraných stromov, druh dreviny, priemer v $d_{1,3}$ m, výška, nasadenie koruny
4. *Structural Biodiversity 3 (.DWD)* Údaje o mŕtvom dreve. Obsah: označenie plochy, kód krajiny, identifikačné číslo plochy, označenie subplochy, dátum, druh ležaniny, drevina, priemer v strede nad 10 cm, dĺžka, stupeň rozkladu
5. *Structural Biodiversity 4 (.CAN)* Údaj o zápoji porastu. Obsah: označenie plochy, kód krajiny, identifikačné číslo plochy, označenie subplochy, dátum, zápoj, etáž
6. *Ground Vegetation (GVG)* Súpis druhov bylinnej vegetácie na stanovenej ploche. Obsah: označenie plochy, kód krajiny, identifikačné číslo plochy, označenie subplochy, dátum, zoznam druhov, vrstva, pokryvnosť v %

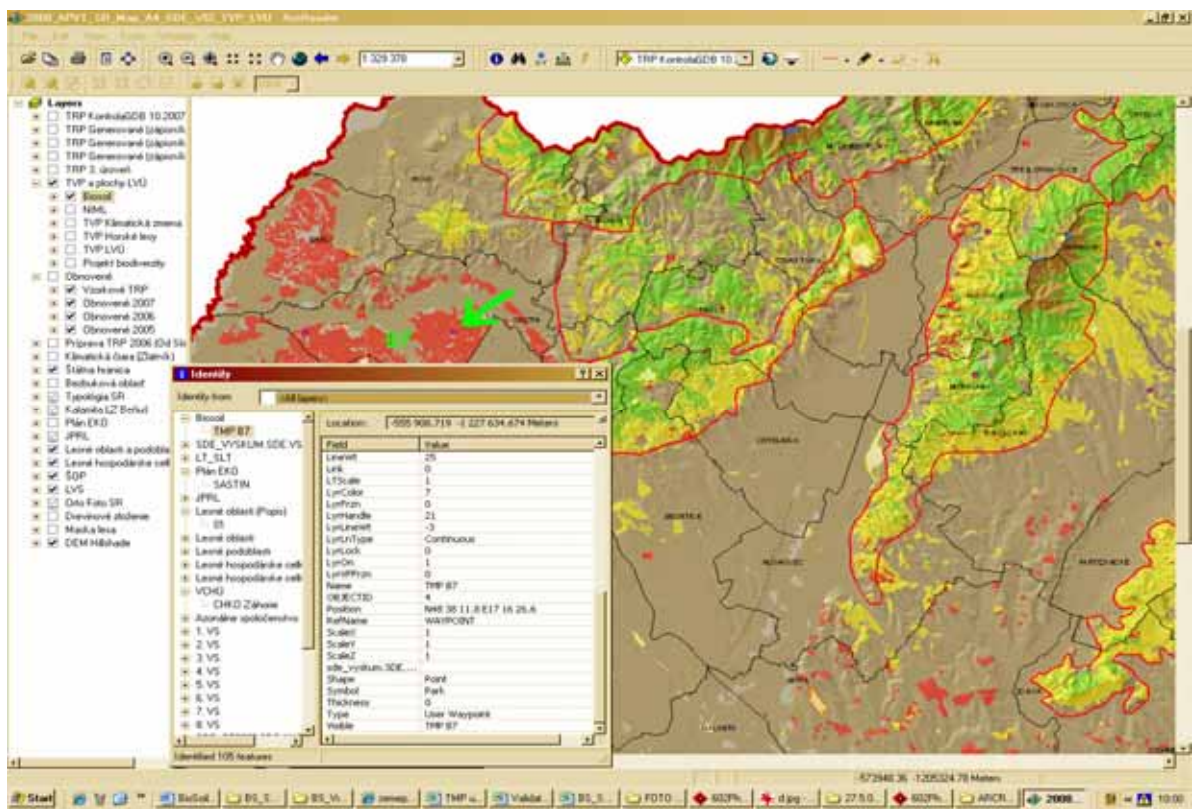
Počas prípravných prác projektu sa získavali podrobné informácie o TMP nad rámec medzinárodného manuálu, a to z výpisov LHP a z databázy ČMS, a to: lesná oblasť, lesný hospodársky celok, dielec, čiastková plocha, miestny názov. Taktiež sa do zápisníka uvádzali údaje o veľkosti, rozmeroch, tvare TMP a vykonával sa jej situačný náčrt. Patril sem zber údajov o lokalizácii plôch o užívateľoch a vlastníkoch lesov v ktorých sa plochy nachádzali. Fytocenologické zápisy boli doplnené o množstvo nepovinných údajov ktoré môžu byť využité pri iných projektoch, hodnotia sa na subploche 2 o veľkosti 400 m². Fytocenologické charakteristiky (pokryvnosť bylín a drevín, popis stromových tried podľa Zlatníka). Ku všetkým plochám sa robila aj fotodokumentácia.

Dôležitým prvkom pre analýzu, hodnotenie a interpretáciu zistených údajov je zaradenie a triedenie jednotlivých TMP podľa určitých kritérií. Príkladom takéhoto zaradenia je klasifikácia európskych typov lesa (EEA 2006) a klasifikácia podľa lesníckej typológie používanej na Slovensku (obr. 3.77 a 3.80).

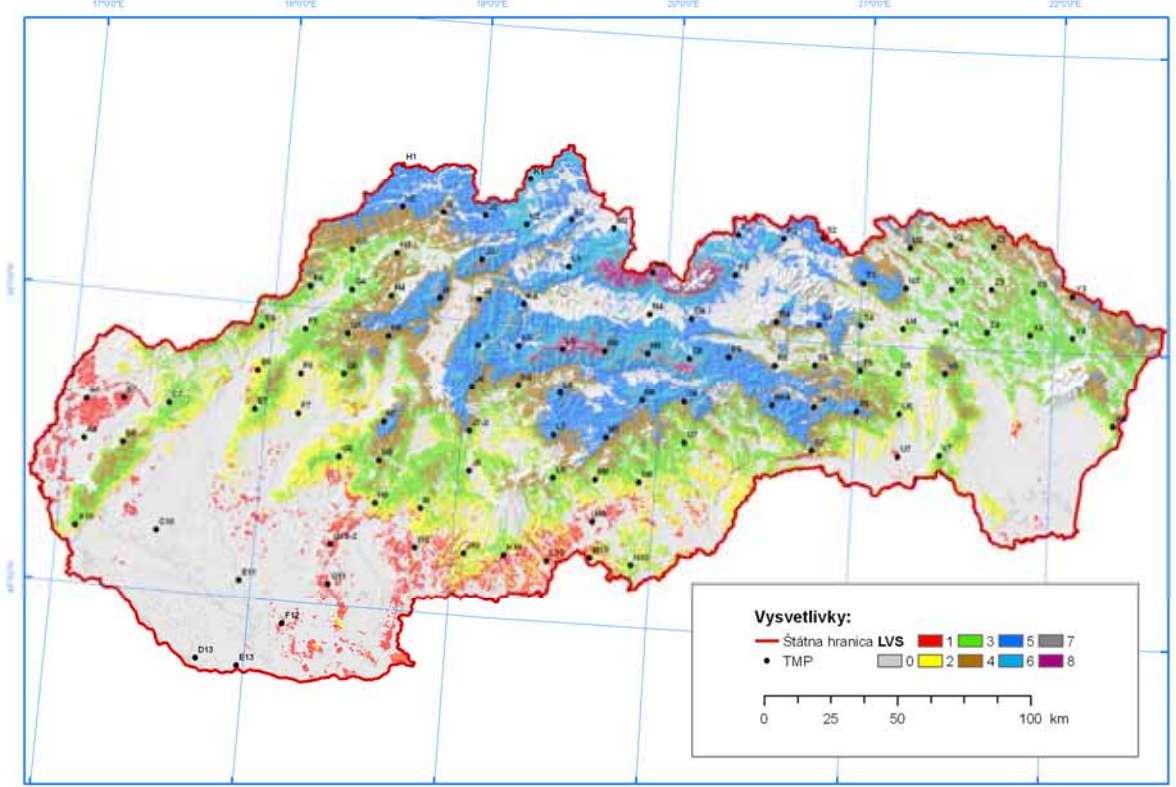


Obr. 3.77 Zastúpenie lesných spoločenstiev na TMP podľa edafických radov

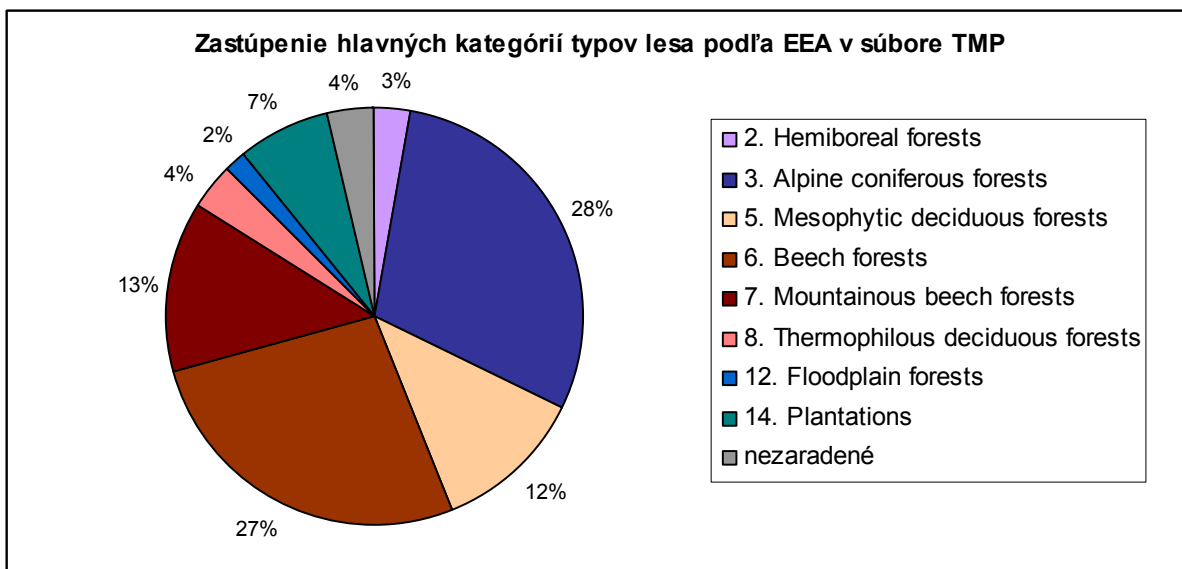
Lokalizácia TMP bola vizualizovaná v digitálnej ortofotomape Slovenska z rokov 2002–2003 zabezpečenej prostredníctvom MP SR (obr. 3. 78). Obsahuje bodovú vrstvu lokalizácie TMP s priradenými informáciami o základnom typologickom a pedologickom zaradení, polygónovú vrstvu lesných oblastí, podoblastí a častí a hlavnú klimatickú rozdeľovaciu čiaru Slovenska podľa Zlatníka, porastovú vrstvu jednotiek priestorového rozdelenia lesa (JPRL) s vybranými informáciami (stav ku máju 2008), vrstvu maloplošných chránených území SR. Do GIS sú zahrnuté sú aj lokalizácie vybraných kalamitných území.



Obr. 3.78 Digitálna ortofotomapa Slovenska, zobrazenie možnosti využitia informácií o vrstve TMP



Obr. 3.79 Trvalé monitorovacie plochy na podklade farebného rozlíšenia vegetačných stupňov



Obr. 3.80 Zastúpenie európskych typov lesa na TMP

3.4 HODNOTENIE POŠKODENIA SMREKOVÝCH PORASTOV S VYUŽITÍM PROSTRIEDKOV A METÓD DPZ

Zhoršujúci sa stav smrekových porastov je hlavným lesníckym problémom v posledných rokoch. Situácia sa zdramatizovala najmä po vetrovej kalamite z novembra 2004, keď sa vytvorili vhodné podmienky pre gradáciu podkôrneho hmyzu. Problém prerástol do skôr nepoznaných rozmerov, keď vo viacerých regiónoch dochádza k postupnému plošnému rozpadu smrekových porastov, s negatívnym dopadom na ekologickú stabilitu krajiny a vážnymi sociálno-ekonomickými problémami. Diaľkový prieskum Zeme (DPZ) je metóda a nástroj, pomocou ktorého je možné vykonať celoplošné vyhodnotenia aktuálneho stavu smrekových porastov podľa stupňov ich poškodenia a pravidelne monitorovať vývoj zdravotného stavu smrečín a podľa získaných poznatkov lokalizovať realizáciu navrhnutých opatrení. Lesy SR, š.p. a Národné lesnícke centrum Zvolen v rokoch 2007 a 2008 riešili uvedenú problematiku pomocou satelitných snímok SPOT a ASTER. Záujmové územia predstavujú lesné porasty so zastúpením smreka nad 25 %. Pre výber a lokalizáciu týchto porastov sme využili digitálnu mapu jednotiek priestorového rozdelenia lesa (JPRL) s príslušnou databázou s informáciami z opisu porastov z Ústavu lesných zdrojov a informatiky NLC Zvolen.

V roku 2007 sme získali 6 satelitných snímok SPOT, v roku 2008 sa podarilo zabezpečiť 8 satelitných snímok, z toho 6 zo satelitu SPOT a 2 zo satelitu ASTER. Snímky boli z konca vegetačného obdobia, väčšinou zo septembra. Kvalita záznamov bola veľmi dobrá, okrem častí snímky z roku 2008 pokrývajúcej región Oravy, ktorá bola ovplyvnená oblačnosťou. Priestorové rozlíšenie snímok SPOT je 10 x 10 m, snímok ASTER 15 x 15 m.

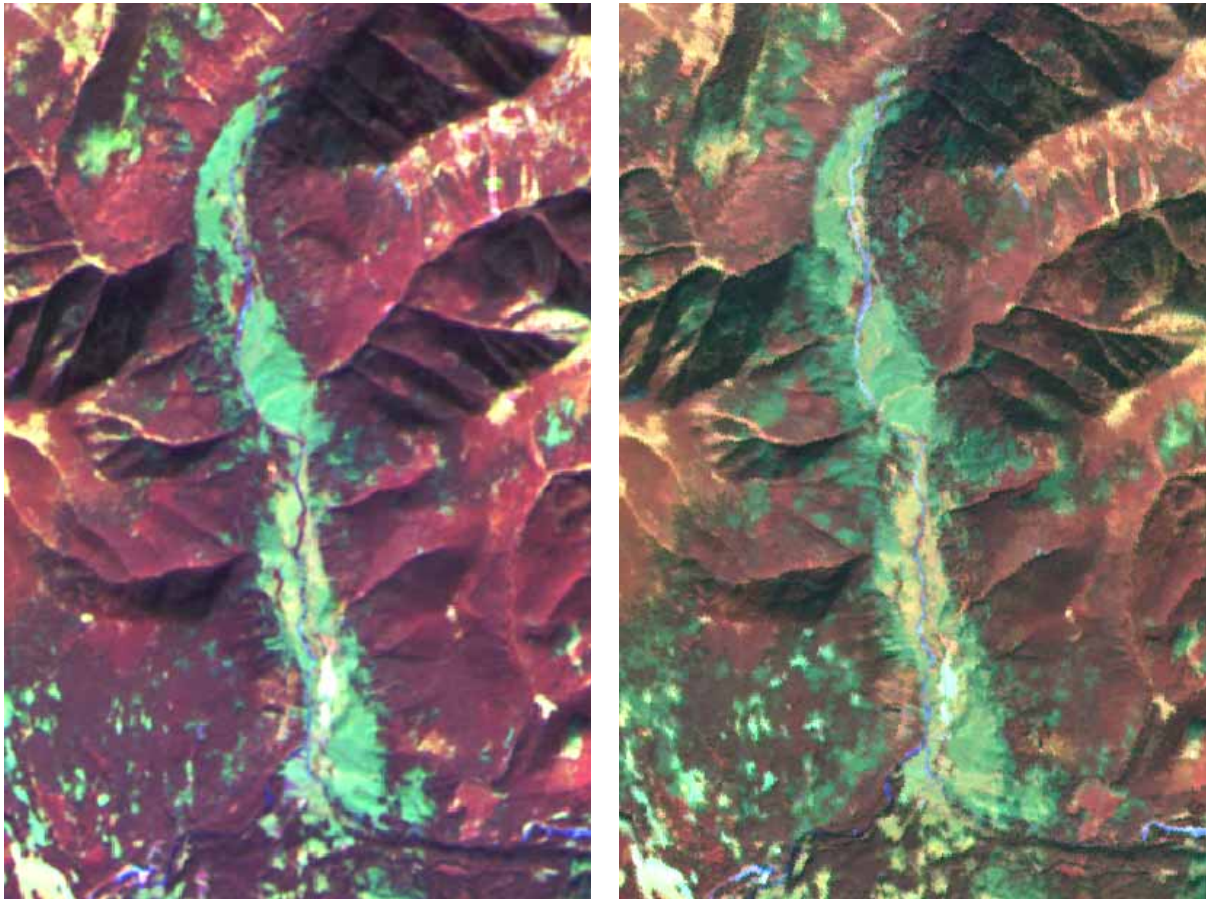
Klasifikácia zdravotného stavu smrekových porastov v roku 2008

Pri terénnych šetreniach sme použili stratu asimilačných orgánov (SAO) za hlavný indikátor a základný vizuálny symptóm zdravotného stavu drevín. Vyjadruje percentuálny pomer chýbajúcich častí asimilačných orgánov k ideálnemu stavu asimilačného aparátu, alebo k vzorovému, plne olistenému stromu.

Spektrálne charakteristiky vegetácie sú pomerne komplexné, čo je spôsobené vplyvom interakcie žiarenia s bunkovými štruktúrami, chlorofylom a ďalšími pomocnými pigmentami. Výsledkom je, že zdravá, vitálna vegetácia odráža viditeľnú časť spektra v modrej a červenej oblasti iba slabou. V zelenej časti v okolí vlnovej dĺžky 550 nm je pre zdravú vegetáciu typická mierne zvýšená odraznosť dopadajúceho žiarenia. Chronické poškodenie alebo dlhodobá záťaž spôsobujú deteriorizáciu chloroplastov, táto zmena vo fyziológii sa prejavuje žltnutím listov, preto vo viditeľnej časti spektra sa maximálna odraznosť presúva zo zeleného pásma do červeného. V pásme blízkeho infračerveného

žiarenia zdravý asimilačný aparát absorbuje iba malý podiel žiarenia a väčšinu žiarenia odrazí alebo prepustí. Pre oblasť infračerveného žiarenia nad 1300 nm je typická silná absorpcia žiarenia, spôsobená obsahom vody v pletivách. Na základe stavu pletív a obsahu vody v nich je preto možné usudzovať na úroveň poškodenia a momentálnu vitalitu porastov.

Viacere práce potvrdili úzky vzťah medzi SAO a spektrálnou odraznosťou vegetácie. Dokumentujeme to na obr. 3.81, kde sú zobrazené ukážky kompozície blízkeho infračerveného – stredného infračerveného a červeného kanálu satelitných snímok SPOT z roku 2007 a 2008 z Tichej doliny v TANAPE. V svetlejších odtieňoch tyrkysovej farby sa v kompozícii kanálov zobrazujú kalamitné plochy po vetrovej kalamite. V tmavších odtieňoch tyrkysovej farby sa zobrazujú podkôrnym hmyzom silne poškodené a odumierajúce porasty. Hnedou farbou sa zobrazujú porasty zdravé resp. len slabopškodené.



Obr. 3.81 Tichá dolina vo Vysokých Tatrách. Kompozícia blízkeho infračerveného – stredného infračerveného a červeného kanála satelitných snímok SPOT. Vľavo: stav k septembru 2007. Vpravo: stav k septembru 2008. Tyrkysovou farbou sú zobrazené kalamitné plochy po vetrovej kalamite z roku 2004 a silne poškodené a odumierajúce porasty napadnuté podkôrnym hmyzom. Veľkosť výrezu ~ 4 x 5.5 km.

Uvedenú súvislosť medzi SAO a odraznosťou sme využili pri klasifikácii zdravotného stavu smrekových porastov, a to tak, že sme hodnotenie SAO na vybraných plochách v teréne prepojili s hodnotou ich spektrálnej odraznosti na satelitnej snímke. Tím sme získali súbor párových hodnôt. Z nich sme pomocou lineárnej regresnej analýzy odviedli regresný model, podľa ktorého sme odhadli poškodenie porastu pre každý obrazový prvok (pixel) satelitnej snímky. Na správnosť a presnosť klasifikácie poukazujú korelačný koeficient, stredná chyba regresnej priamky. Dosiahli sme vysokú hodnotu korelácie, hodnota korelačného koeficientu $r = 0.89$ so strednou chybou regresnej priamky $s_{yx} = \pm 15.1$. To znamená, že skutočná defoliácia v obrazovom prvku sa od vypočítanej hodnoty môže líšiť o $\pm 15\%$ pri 68% spoľahlivosti.

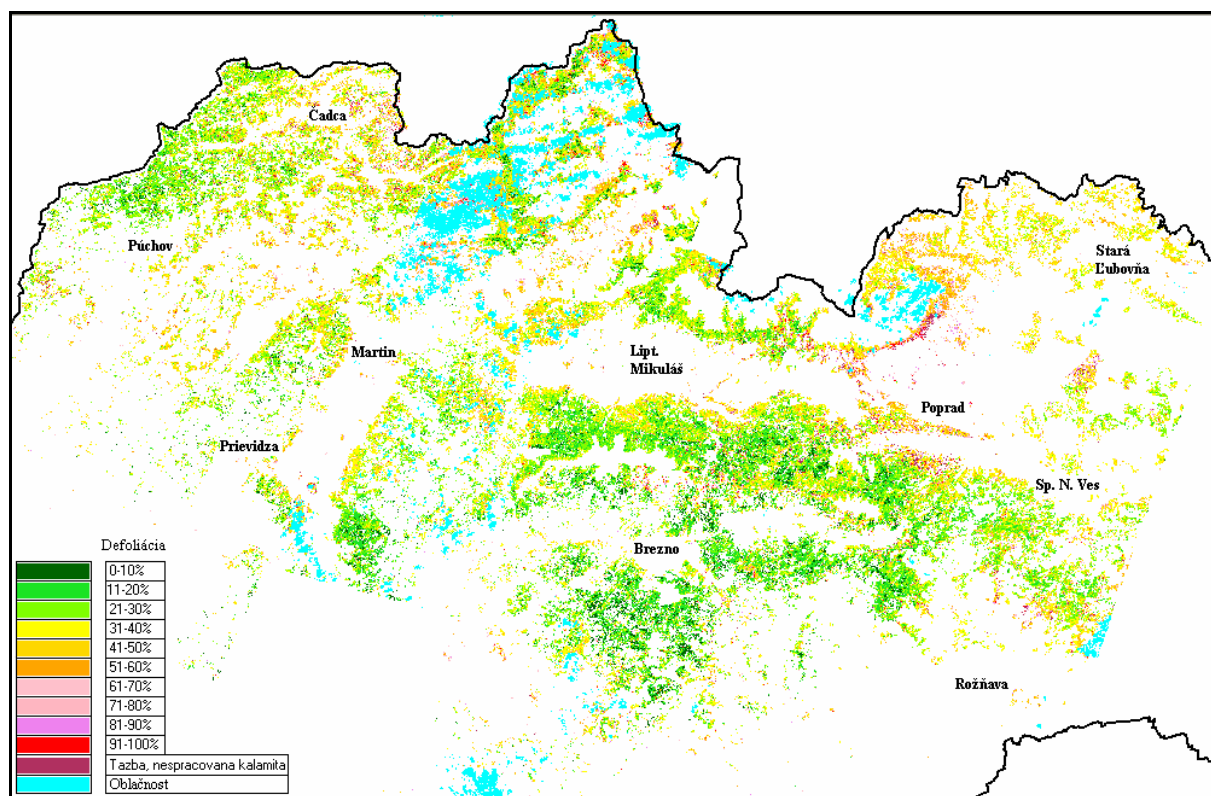
Defoliáciu sme vypočítali pre každý obrazový prvok (pixel) a na základe príslušnosti pixelu do JPRL sme vypočítali priemernú defoliáciu každého porastu so zastúpením smreka nad 25%. Obrazové prvky

sme zaradili do 11 defoliačných tried (tab. 3.66), a to podľa veľkosti defoliácie. Prehľadný výsledok klasifikácie zdravotného stavu smrekových porastov je graficky zobrazený na obr. 3.82.

Tab. 3.66 Výsledky klasifikácie zdravotného stavu smrekových porastov v roku 2008

Trieda defoliácie	Strata asimilačných orgánov	% pixelov zaradených do triedy	Plocha (v tis. ha)	Opis poškodenia stromov
1	0 - 10 %	4.4	18.5	Zdravé stromy
2	11 - 20 %	15.9	66.1	Slabo defolované stromy
3	21 - 30 %	25.9	107.8	
4	31 - 40 %	28.4	118.2	
5	41 - 50 %	11.6	48.3	Stredne silne defolované stromy
6	51 - 60 %	5.3	22.3	
7	61 - 70 %	3.0	12.4	
8	71 - 80 %	1.7	7.2	Silne defolované stromy
9	81 - 90 %	1.2	4.8	
10	91 - 100 %	1.2	4.8	
11	-	1.4	5.8	Odumierajúce a mŕtve stromy
SPOLU		100	416.2	Odhad ťažby v období 2007-2008

Klasifikácia zdravotného stavu smrekových porastov v roku 2008 preukázala pretrvávajúcu nepriaznivú situáciu. Pokračoval ich plošný rozpad najmä v dôsledku premnoženia podkôrneho hmyzu a vetrových kalamít v podstate v celom areáli ich výskytu, najintenzívnejšie v strednej a východnej časti Kysúc, na severe Oravy, vo Vysokých a Belianskych Tatrách, v severovýchodnej a juhovýchodnej časti Nízkych Tatier, v severnej časti Veporských vrchov a v celej oblasti Spiša.



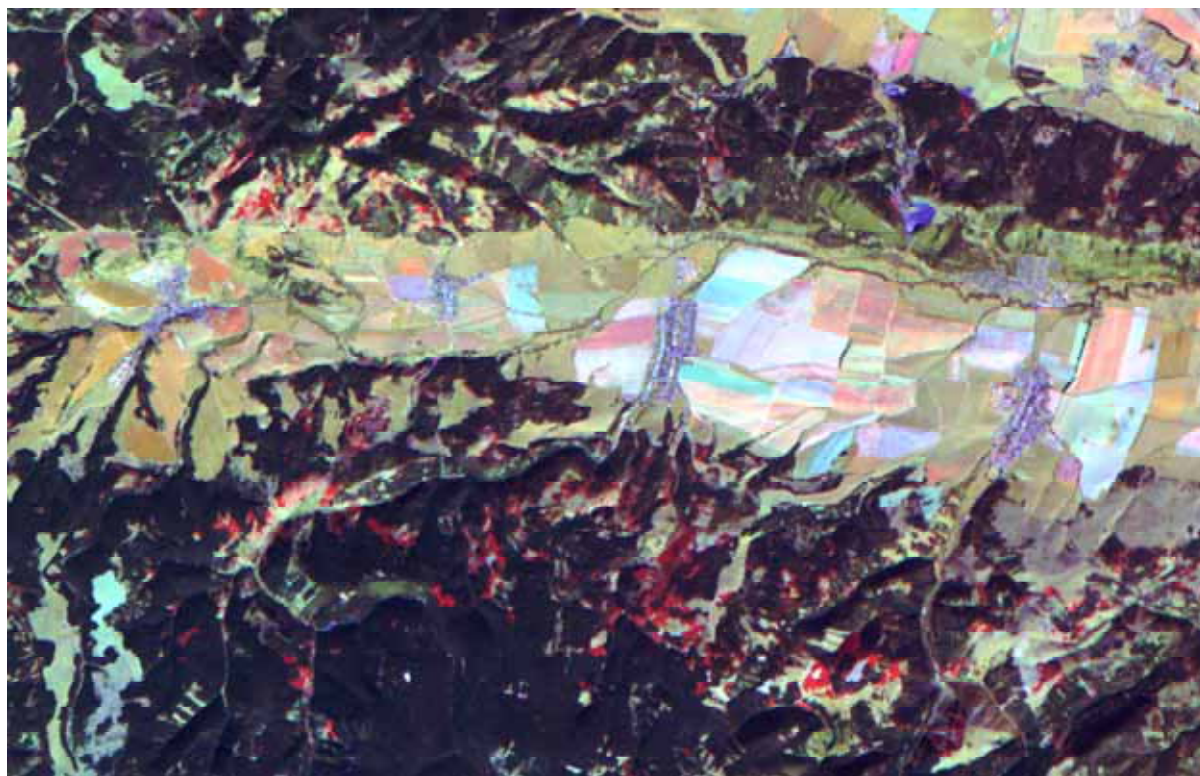
Obr. 3.82 Klasifikácia poškodenia smrekových porastov zo zastúpením smreka 25 % a viac v roku 2008 zo satelitných snímok SPOT a ASTER.

Zmeny stavu smrekových porastov medzi rokom 2007–2008

Pre vizuálnu interpretáciu zmien stavu smrekových porastov sme vytvorili kompozíciu satelitných snímok z rokov 2007–2008 a to tak, aby sme zvýraznili lokality, kde došlo v uvedenom období k silnému poškodeniu, rozpadu alebo odlesneniu spôsobeného ťažbou. Na obr. 3.83 je ukážka kompozície z 2007–2008, na ktorej je dobre viditeľný postup rozpadu smrekových porastov v oblasti Nízkych Tatier a Kozích chrbtov. V rôznych odtieňoch červenej farby sú indikované zmeny z dôvodu prevažne náhodnej ťažby medzi uvedenými rokmi. Hrdzavočervenou (tehlovou) farbou sa zobrazujú plochy lesa, v ktorých došlo k výraznému zhoršeniu zdravotného stavu až odumretiu stromov. Ihličnatý les, v ktorom nedošlo k podstatnejším zmenám stavu sa zobrazuje v odtieňoch tmavofialovej, tmavomodrej až tmavohnedej farby.

Kompozícia satelitných snímok z roku 2007–2008 bola spracovaná vo forme tematických máp v mierke 1 : 25 000 s polohopisom z lesníckej organizačnej mapy pre každý lesný hospodársky celok s výskytom smrekových porastov.

Vzhľadom na vývoj poškodenia vizuálne dokumentovaný na kompozíciách snímok a vzhľadom na podiel porastov v silnom stupni poškodenia z klasifikácie zdravotného stavu v roku 2008, možno aj v roku 2009 očakávať pokračovanie plošného rozpadu smrekových porastov a s tým súvisiaci vysoký podiel náhodných ťažieb.



Obr. 3.83 Kompozícia kanálov satelitných snímok SPOT zo septembra 2007 a septembra 2008 z oblasti Kozích chrbtov a Nízkych Tatier. Poradie kanálov v RGB zobrazení: stredný IČ_(SPOT-2008) – stredný IČ_(SPOT-2007) – zelený_(SPOT-2007). Červenou a tehlovou farbou sa zobrazujú plochy lesa, v ktorých došlo k výraznému zhoršeniu zdravotného stavu až odumretiu stromov počas uvedeného obdobia, najmä z dôvodu vetrovej kalamity v roku 2008 a premnoženia podkôrneho hmyzu. Veľkosť výrezu ~ 16 x 10 km.

4. ZÁVER

Systematický monitoring stavu lesov v Európe i na Slovensku prebieha už viac než dve desaťročia. Informácie a poznatky z monitoringu mali dopad aj na reálne politické a legislatívne rozhodnutia, ktoré viedli k zlepšeniu stavu z hľadiska znečistenia ovzdušia v Európe. Monitoring lesov na Slovensku je dôležitou súčasťou monitorovacieho a informačného systému o životnom prostredí Slovenskej republiky. Zároveň prirodzene reaguje na aktuálne dianie v Európe a rozširuje sa o nové témy, súbory veličín a spôsoby spracovania výsledkov.

Vývoj situácie s hynutím smrečín ukazuje, že existujúci tetrestrický monitoring, zameraný najmä na vplyv antropogénnych faktorov na lesné ekosystémy nepostačuje pre podrobné monitorovanie vývoja a prognóz pri takom fenoméne, akým sú podkôrnikové kalamity a že je potrebné operatívne využiť možnosti DPZ, ale aj lepšie prepojiť existujúce informačné systémy o lesoch.

Na druhej strane vzrastá význam komplexného kontinuálneho environmentálneho monitoringu lesov najmä v súvislosti s globálnymi a dlhodobými procesmi, ako je vplyv klimatickej zmeny na lesy či zmeny biologickej diverzity pod vplyvom rôznych faktorov.

V tomto smere je pozitívnym faktom, že projekt FutMon (Further Development and Implementation of an EU-level Forest Monitoring System) bol úspešný v prvej výzve v rámci schémy LIFE+ a že aj po vypršaní platnosti nariadenia Forest Focus existuje projektová opora pre monitoring lesov v Európe.

5. LITERATÚRA

- ASTA, J. ERHARDT, W., FERRETTI, M., FORNASIER, U., NIMIS, P. L., PURVIS, O.W., PIRINTSOS, S., SCHEIDEGGER, C., VAN HALUWYN, C., WIRTH, V., 2002: Mapping Lichen Diversity as an Indicator of Environmental Quality. In: NIMIS, P. L., SCHEIDEGGER, C., WOLSELEY, P. A. (eds) *Monitoring with Lichens*. Dordrecht, Boston, London, Kluwer Academic. 273-279.
- BALLS, G., R., PALMER-BROWN, D., COBB, A., H., SANDERS, G., E., 1995: Towards unravelling the complex interactions between microclimate, ozone dose, and ozone injury in clover. *Water Air and soil Pollution*, Vol. 85., No. 3, 1995, s. 1467 – 1472
- BALAJKA, J., LAPIN, M., MINĎÁŠ, J., ŠŤASTNÝ, P., THALMEINEROVÁ, D., 2005: Štvrtá národná správa o zmene klímy a Správa o dosiahnutom pokroku pri plnení Kjótskeho protokolu. MŽP SR, Bratislava 2005. s. 17-19, 85-89.
- BRASLAVSKÁ, O., KAMENSKÝ, L., 1996: Fenologické pozorovanie lesných rastlín. Metodický predpis. SHMÚ Bratislava. 22 s.
- BUCHA, T. a kol., 1998: Čiastkový monitorovací systém lesy – Manuál metód a kritérií pre harmonizáciu odberov, hodnotenia a analýz vplyvu znečisteného ovzdušia na lesy. LVÚ Zvolen, december 1998.
- BUCHA, T., MINĎÁŠ, J., 2000: Projekt Čiastkového monitorovacieho systému Lesy. MŽP SR, MP SR, LVÚ Zvolen, 20 s.
- EC, EDG VI, BRUSEL, 1998: Basic documents for the implementation of the intensive monitoring programme of forest ecosystems in Europe. 2nd edition, p. 142
- EICHHORN, J. (ED.), 2006: Forests in a Changing Environment. Results of 20 years of ICP Forests Monitoring. Proceedings from Symposium held in Göttingen, October 25-28, 2006. Nordwestdeutsche Forstliche Versuchsanstalt, European Commission, ICP Forests, Göttingen, 142 pp.
- HANČINSKÝ, L., 1972: Lesné typy Slovenska. Príroda, Bratislava 307 s.
- HICKS, D.J., CHABOT, B.F., 1985: Deciduous forest. In: Chabot, B.F. and Mooney, H.A. (eds.), *Physiological Ecology of North American Plant Communities*, Chapman and Hall, NY., p. 257-277
- CHALUPA, V., 1969: Počátek, trvání a ukončení vegetační činnosti u lesních dřevin. In: *Práce VÚLHM*, zv. 37, Zbraslav - Strnady, VÚLHM, s. 41-68
- IES, 2004: Analysis of forest damage in Slovakia. European Commission. Directorate General JRC, Joint Research Centre, Institute of Environment and Sustainability. 13 december 2004, správa, 17 strán
- INNES, J., L., SKELLY, J., M., SCHAUB, M., 2001: Ozone and broadleaved species. A guide to the identification of ozone-induced foliar injury. Birmensdorf, Eidgenössische Forschungsanstalt WSL. Bern, Stuttgart, Wien; 136 s.
- KOLEKTÍV AUTOROV, 1993: Meteorologický slovník výkladový a terminologický. Praha, Min. Živ. Prostředí ČR, 594 s.
- LARCHER, W., 1988: Fyziologická ekologie rostlin. Vydání 1., Academia Praha, 368 s.
- MARHOLD, K., HINDÁK, F., et al., 1998: Zoznam nižších a vyšších rastlín Slovenska. Vydavateľstvo akadémie vied, Bratislava, s. 230-688.
- MATYSSEK, R., BYTNEROWICZ, A., KARLSSON, P.-E., PAOLETTI, E., SANZ, M., SCHAUB, M., WIESER, G., 2007: Promoting the flux concept fo European forest trees. *Environmental Pollution* 146, 587 – 607
- MINĎÁŠ, J., ŠKVARENINA, J. (EDS.), 2003: Lesy Slovenska a globálne klimatické zmeny. EFRA, LVÚ, Zvolen, 129 s.
- MINĎÁŠ, J., ŠKVARENINA, J. (EDS.), 2004: Lesy Slovenska a znečistenie ovzdušia. Zvolen, EFRA, 149 s.

- PAJTÍK, J., IŠTOŇA, J., 2003:** Dynamika hrúbkového rastu duba cerového (*Quercus cerris* L.) na sprašovej hline v závislosti od klimatických faktorov. Lesnícky časopis – Forestry Journal ročník 49, číslo 1, 2003, s. 39-48.
- PAVLENDÁ, P., 2005:** Mid-term evaluation report. Forest Focus. Zvolen, LVÚ, 12 pp.
- PAVLENDÁ, P., BUCHA, T., ĎURKOVIČOVÁ, J., IŠTOŇA, V., MINĎÁŠ, J., PAJTÍK, J., PRIWITZER, T., RAŠI, R., STANČÍKOVÁ, A., TÓTHOVÁ, S., 2004:** Zdravotný stav lesov Slovenska. Správa z monitoringu 2004. Zvolen, LVÚ, 78 s.
- PAVLENDÁ, P., ĎURKOVIČOVÁ, J., IŠTOŇA, J., LEONTOVYČ, R., LONGAUER, R., LONGAUEROVÁ, V., MINĎÁŠ, J., PAJTÍK, J., PRIWITZER, T., RAŠI, R., STANČÍKOVÁ, A., TÓTHOVÁ, S., VODÁLOVÁ, A., 2005:** Monitoring lesa 2005. Správa za Forest Focus a ČMS Lesy. Zvolen, LVÚ, 92 s.
- PAVLENDÁ, P., PAJTÍK, J., PRIWITZER, T., MINĎÁŠ, J., TÓTHOVÁ, S., IŠTOŇA, J., RAŠI, R.: 2005** Monitoring zdravotného stavu lesov – vývoj, trendy a najnovšie výsledky. In: Kunca, A. (Ed.): Aktuálne problémy ochrany lesa. Zborník referátov z medzinárodného seminára, ktorý sa konal 28.-29. 4. 2005 v Banskej Štiavnici, s. 162-168.
- PAVLENDÁ, P., PAJTÍK, J., ĎURKOVIČOVÁ, J., IŠTOŇA, J., LEONTOVYČ, R., PAVLENDOVÁ, H., PRIWITZER, T., RAŠI, R., STANČÍKOVÁ, A., TÓTHOVÁ, S., VODÁLOVÁ, A.:** Monitoring lesov Slovenska. Forest Focus, ČMS Lesy 2007. 1. vyd. Zvolen : NLC, 2008, 122 s. ISBN 978-80-8093-057-8 15,0
- PAVLENDÁ, P. PAJTÍK, J., 2005:** Report on the national situation regarding conditions of forests. Forest Focus. Zvolen, LVÚ, 12 pp.
- PIHL-KARLSSON, G., KARLSSON, P., E., SOJA, G., VANDERMEIREN, K., PLEIJEL, H., 2004:** Test of the short-term critical levels for acute ozone injury on plants – improvements by ozone uptake modelling and the use of an effect threshold. Atmospheric Environment 38, 2237 – 2245
- PREUSHLER, T., 1999:** Manual on methods and criteria for harmonized sampling, assessment, monitoring and analysis of the effects of air pollution on forest. Part IX, Phenological Observation. UNECE, 35 p.
- SCHAUB, M., 2007:** Effect and risk assessment of ozone air pollution on forest vegetation in Switzerland. EnviroNews. Vol. 13, No. 2, April 2007, <http://www.isebindia.com>
- SCHEIDEGGER, C., GRONER, U., KELLER, C., STOFER, S., 2002:** Biodiversity Assessment Tools – Lichens. In: NIMIS, P. L., SCHEIDEGGER, C., WOLSELEY, P. A. (eds) Monitoring with Lichens. Dordrecht, Boston, London, Kluwer Academic. 359-365.
- STOFER, S., CATALAYUD, V., FERRETTI, M., FISCHER, R., GIORDANI, P., KELLER, C., STAPPER, N., SCHEIDEGGER, C., 2003:** Epiphytic Lichen Monitoring within the EU/ICP Forests Biodiversity Test-Phase on Level II plots, 4 p.
- ŠÁLY, R. - MINĎÁŠ, J. - PAVLENDÁ, P., 1999:** Changes of forest floor at transect of Norway spruce stand after 16 years. Soil Conservation in Large-Scale Use. Proceedings from International Conference, May 12-15, 1999, Bratislava, Slovak Republic: p. 207-221.
- ŠMELKO, Š., 1994:** Dosiadnuteľná presnosť terestrického odhadu straty asimilačných orgánov stromov v rámci jednotlivých porastov. In: Aktuálne problémy v rozvoji HÚL. TU Zvolen, s. 145-152.
- ŠMELKO, Š., SABOROWSKI, J., 1999:** Evaluation of variable size sampling plots for monitoring of forest condition. Journal of forest science, 45, 8 : 341-347.
- TUŽINSKÝ, L., 1998:** Výskum pôdy v luvizemi dubového ekosystému vo vzťahu k atmosférickým zrážkam. Lesnícky časopis – Forestry Journal, 44 (1-2), s. 87-99
- UN-ECE, ICP FORESTS, 1998:** Manual on methodologies and criteria for harmonized sampling, assessment, monitoring and analysis of the effects of air pollution on forests. Hamburg, 3rd/4th edition.
- UN-ECE, 2005:** The Condition of Forests in Europe. 2005 Executive Report. Geneva, 34 pp.

- UN-ECE, EC, 2006:** The Condition of Forests in Europe. 2006 Executive Report. Hamburg, Geneva 29 pp.
- UN-ECE, EC, 2005:** Europe's Forests in a Changing Environment. Twenty years of Monitoring Forest Condition by ICP Forests. BFH Hamburg, Geneva. 60 pp.
- UN-ECE, 2008:** The Forest Condition in Europe. 2008 Executive Report. Hamburg, 24 pp.
- UN-ECE, 2008:** Forest Condition in Europe. 2008 Technical Report of ICP Forests. Hamburg, 111 pp.
- UN-ECE, 2008:** 10th Needle/Leaf Interlaboratory Comparison Test 2007/2008. Federal Research and Training Centre for Forests, Natural Hazards and Landscape, Vienna, 110 pp.
- UN-ECE, 2008:** Quality Assurance and Control in Laboratories. Federal Research and Training Centre for Forests, Natural Hazards and Landscape, Vienna, 56 pp.
- ZLATNÍK, A., 1976:** Lesnická fytoecenologie. Státní zemědělské nakladatelství Praha, 495 s.
- ZLATNÍK, A., 1959:** Přehled slovenských lesů podle skupin lesních typů. Spisy Vědecké laboratoře biogeocenologie a typologie lesa. LF-VŠZ Brno, č. 3, 178 s.
- WIRTH, V., 1995:** Die Flechten Baden-Württembergs. Teil I., II.,. Verlag Eugen Ulmer GmbH & Comp. Stuttgart. ISBN 3-8001-3325-3.
- www.icp-forests.org

**Forest Focus
ČMS Lesy
FutMon**



**MONITORING
LESOV
SLOVENSKA
2008**

ISBN 978-80-8093-091-2

