

GDK 48 : 524.6 : (497.12)

Prispelo / Arrived: 17. 2. 1997

Sprejeto / Accepted: 24. 3. 1997

## DOSEDANJI KONCEPT POPISA PROPADANJA GOZDOV IN RAZVOJ CELOSTNEGA EKOLOŠKEGA MONITORINGA

Marko KOVAČ\*

### Povzetek

Prispevek obravnava dejavnost slovenskega gozdarstva na področju propadanja gozdov in razvoja celostnega ekološkega monitoringa. Uvod niza splošna izhodišča, ki so narekovala razvoj področij, v nadaljevanju pa so podrobneje predstavljeni metodološki koncept, vsebina in metode dela monitoringa. V zadnjem delu avtor spregovori še o vpetosti Slovenije v mednarodni program raziskav tega področja in poda izhodišča dodelanega koncepta, ki naj bi ga začeli izvajati v novem tisočletju.

Ključne besede: popis propadanja gozdov, celostni ekološki monitoring, gozdna inventura,

## THE PREVIOUS CONCEPTS AS TO FOREST DECLINE AND NEW IDEAS REGARDING INTEGRAL ECOLOGICAL MONITORING

### Abstract

*The article deals with the activities of Slovenian forestry in the field of forest decline and development of integral ecological monitoring. First, general concepts - directing the development of both fields - are stated, followed by a detailed presentation of the methodological concept, the contents and monitoring work methods. The last part deals with the position of Slovenia within the international research program in this sphere and gives an outline of the new concept, which is to be put into practice in the millennium to come.*

*Key words: forest decline assessments, integral ecological monitoring, forest inventory*

---

\* Mag., dipl. inž. gozd; Gozdarski inštitut Slovenije, 1000 Ljubljana, Večna pot 2, SLO

## KAZALO

1	<b>UVOD / INTRODUCTION</b> .....	25
2	<b>CILJI IN METODOLOŠKE OSNOVE MONITORINGA GOZDNIH EKOSISTEMOV / GOALS AND METHODOLOGICAL BASIS OF MONITORING OF FOREST ECOSYSTEMS</b> .....	27
2.1	CILJI MONITORINGA / GOALS OF MONITORING .....	27
2.2	ORGANIZACIJSKA ZASNOVA MONITORINGA / ORGANISATIONAL STRUCTURE OF MONITORING .....	29
2.3	VSEBINSKA ZASNOVA MONITORINGA / CONTENTS OF MONITORING .....	32
3	<b>METODOLOGIJA MONITORINGA / MONITORING METHODOLGY</b> .....	37
3.1	OPIS MODELA ZA TERENSKI DEL MONITORINGA / DESCRIPTION OF THE MODEL FOR FIELD INVENTORYING .....	37
3.2	INTENZITETA IN PONOVLJIVOST SNEMANJA / INTENSITY AND REPEATABILITY OF INVENTORYING.....	41
3.3	ORGANIZACIJSKA SHEMA MONITORINGA / ORGANISATION OF INVENTORYING .....	43
4	<b>PRIMERJAVA SLOVENSKE METODOLOGIJE S PRIPOROČENO UNEP/UN-ECE METODOLOGIJO / A COMPARISON OF THE SLOVENIAN METHODOLOGY WITH THE RECOMMENDED UNEP/UN-ECE METHODOLOGY</b> .....	44
5	<b>ZAKLJUČKI / CONCLUSIONS</b> .....	45
6	<b>SUMMARY</b> .....	47
7	<b>VIRI / REFERENCES</b> .....	48
8	<b>ZAHVALA / ACKNOWLEDGEMENTS</b> .....	52

## 1 UVOD

Da so gozdovi nepogrešljiv del našega okolja, ki z dobrodejnimi učinki preprečujejo ali vsaj blažijo številne negativne učinke v okolju, ugotavljata srednjeevropska družba in njeno gozdarstvo že več kot sto let. Zaradi ogrožene proizvodnje lesa (močne sečnje), pogostih naravnih ujm in drugih naravnih nesreč je bilo zgodnje spoznavanje gozdov ter posledično oblikovanje preventivnih mer sprva vezano samo na proizvodno in varovalno vlogo gozdov (prim. ANONYMUS 1985/1), z naraščanjem družbenih zahtev in ekološkega znanja pa se je raziskovanje gozdov širilo še na preostale dobrodejne učinke. V Sloveniji in ostalih deželah srednje Evrope tako že več kot desetletje govorimo o večnamenskih gozdovih, ki naj bi opravljali ekološko, socialno in proizvodno funkcijo (ANKO 1982, ANONYMUS 1994/1, 1994/2, 1995/1, BACHMANN 1990, BUWAL 1996, PFISTER *et al.* 1992).

Zaradi številnih nasprotij med naravo in družbo uvrščamo gospodarjenje z gozdovi med pereča vprašanja sodobnega časa. Po razmeroma dolgem obdobju stabilnega ravnovesja v naravi, ki ga je v srednjeevropskem prostoru dolgo omogočala agrarno-fevdalna družbena ureditev, se je zlasti v povojnem času sprožil niz družbenoekonomskih in tehnoloških procesov, ki sicer dvigujejo življenjsko raven prebivalstva, istočasno pa ogrožajo in ponekod celo rušijo naravno ravnovesje. Eden izmed takšnih procesov je tudi propadanje gozdov, s katerim se v Sloveniji na posameznih področjih srečujemo že dobrih sedemdeset let (ŠOLAR 1977), na ravni celotne dežele pa smo se z njim srečali pred dobrim desetletjem. Čeprav proces v Sloveniji ni imel tako silovitih učinkov kot v nekaterih evropskih deželah, je vendarle zamajal mit o večnosti gozda in tako prebudil celotno slovensko javnost. Podobno kot drugje, kjer so posamezniki napovedovali celo izumrtje določenih generacij nekaterih drevesnih vrst, so namreč tudi v Sloveniji začela prihajati v javnost poročila o povečani intenziteti in obsegu poškodovanih gozdov (ŠOLAR *et al.* 1986), o povečanih naključnih pripadkih iz gozdov (AHAČIČ 1993), o domnevno poškodovanem genskem materialu (DRUŠKOVIČ 1988) itn. Večina teh izsledkov je bila rezultat domačih in mednarodnih raziskovalnih programov (ANONYMUS 1982/1, 1985/2, 1986/1, 1989), s katerimi naj bi bolje spoznali razsežnosti negativnih učinkov sodobne civilizacije na gozdne ekosisteme.

V skladu s prvotnim prepričanjem, da je onesnažen zrak najpomembnejši dejavnik propadanja gozdnih ekosistemov (v strokovni literaturi je pojem propadanja gozdov še vedno rezerviran za ta vpliv - INNES 1993), je večina evropskih dežel - med njimi Slovenija - dopolnila dotedanje inventariziranje gozda, ki je rabilo predvsem urejanju gozdov, in pristopila k velikopovršinskemu opazovanju zdravstvenega stanja gozdov. Istočasno so bile sprožene še posebne raziskave, ki so se ukvarjale s preučevanjem posrednih učinkov onesnaženega ozračja na gozdne ekosisteme. Zaradi številnih interakcij pa preučevanje tovrstne problematike ni enostavno. Samo za primer navedimo, da so raziskave, ki so se ukvarjale z rastjo in razvojem gozdnih sestojev, opozorile, da zveze med propadanjem gozdov in onesnaženim zrakom niso vedno enoznačne, da so težko dokazljive in da so si rezultati lahko tudi nasprotujoči (prim. SCHMID-HAAS 1990, HOČEVAR 1990/1, FERLIN 1990, SPIECKER 1996 idr.).

Čeprav se zdi, da gozdarstvu v preteklem desetletju ni uspelo prepričljivo pojasniti zveze med propadanjem gozdnih ekosistemov in onesnaženim zrakom, je raziskovanje propadanja gozdnih ekosistemov zaradi številnih nepojasnjenih odgovorov in novih problemov nujno še naprej. Predvsem zato, ker se proces propadanja gozdnih ekosistemov zaradi neznanih povzročiteljev širi (npr. propadanje hrastovih gozdov, propadanje jelševih sestojev itn.) in ker je zaradi pospešenega gospodarskega razvoja Slovenije - ki zahteva velike posege v prostor, za številne med njimi pa še ne vemo, kakšne učinke bodo imeli v prihodnosti (gradnja avtocest, predvidena gradnja hidroelektrarn, melioracije itn.), treba tematiko obravnavati širše in bolj celovito kot doslej. Ena izmed možnih poti je celostni ekološki monitoring gozdnih ekosistemov, katerega sestavni in ne več posebni del je tudi spremljanje zdravstvenega stanja gozdov.

## 2 CILJI IN METODOLOŠKE OSNOVE MONITORINGA GOZDNIH EKOSISTEMOV

### 2.1 CILJI MONITORINGA

Poslovenjen, sicer pa angleški izraz monitoring (ANONYMUS 1993) pomeni opazovanje, nadzor, pozornost (nečemu) ali kontrolo. Če primerjamo semantične vidike tega termina z drugimi gozdarskimi strokovnimi izrazi, kot sta npr. gozdna inventura (HOČEVAR 1993, LUND 1986, ZÖHRER 1980) ali popis gozdov, ugotovimo, da sta si tako monitoring kot sodobna gozdna inventura vsebinsko zelo blizu, saj oba obsegata fazo analize, ki je bistveni del monitoringa, medtem ko je popis gozdov zelo ozek pojem in obsega le fazo inventarizacije. Bistveni razloček med monitoringom gozdov in gozdno inventuro je torej treba iskati v vsebini. Medtem ko je gozdna inventura vezana predvsem na snemanje klasičnih ploskovnih, merskih in atributnih kazalcev gozdnih sestojev (površina, dendrometrijski, gojitveni, rastiščni, okoljski kazalci) ter njihovo analizo pa monitoring gozdnih ekosistemov poleg elementov gozdne inventure vključuje še vrsto dejavnosti, katerih namen ni samo ugotavljanje stanja in tendenc razvoja gozdnih sestojev, marveč tudi preučevanje ekosistemskih procesov.

Področje trajnega opazovanja gozdov je zaradi velike pozornosti, ki je bila namenjena propadanju gozdnih sestojev, v preteklih letih doživelo številna poimenovanja. Najpogostejši pojmi, ki se še danes rabijo v tej zvezi, so propadanje oziroma umiranje gozdov (ŠOLAR *et al.* 1986), degradacija gozdov, poškodbe gozdov itn. Zakaj torej govorimo o monitoringu gozdnih ekosistemov in zakaj zelo udomačeni izraz "popis propadanja gozdov" ni več sprejemljiv? Predvsem zato,

- ker je termin "monitoring gozdnih ekosistemov" precej nevtralnejši in ne prejudicira vzroka dejanskega propadanja gozdnih ekosistemov,
- ker se je dejavnost trajnega opazovanja gozdov v preteklih letih v vsebinskem smislu tako zelo razširila, da o kakršnem koli popisu gozdov, še posebej samo zdravstvenega stanja, sploh ne smemo govoriti (prim. ANONYMUS 1996),
- ker celotna dejavnost monitoringa ne obsega samo evidentiranja pojavov (prav to izraža beseda popis), ampak tudi študij in pojasnjevanje procesov.

Monitoring gozdnih ekosistemov (v nadaljevanju monitoring), ki združuje množico znanj, študijskih pristopov in različnih tehnik zbiranja in analiziranja podatkov se zato zdi bolj pošten izraz in ustreznejši tolmač prizadevanj slovenskega gozdarstva za dobrobit vseh slovenskih gozdov.

Ne glede na navidezno terminološko in pojmovno zmedo pa je vendarle treba poudariti, da so popisi propadanja gozdov (čeprav v pravem pomenu besede samo to nikoli niso bili) zelo pripomogli k razvoju celostnega monitoringa, ki ga snujemo danes. Z dodelanim konceptom, postavljenim na sodobno metodološko osnovo, ki črpa znanja iz gozdarstva, biologije, ekologije, kemije, informatike, statistike in drugih ved, je monitoring danes hierarhično zasnovani sistem in sodi po vsebini med najbolj kompleksne in v prihodnost usmerjene projekte slovenskega gozdarstva. Sistem pa ni nastal čez noč. Je rezultat prizadevanj vsaj dveh generacij raziskovalcev, ki so se temeljito ukvarjali s cilji monitoringa, z oblikovanjem njegove notranje systemske organiziranosti in seveda z usklajevanjem vseh njegovih dejavnosti.

Najpomembnejši cilji, ki jih želimo doseči s celostnim monitoringom gozdnih ekosistemov, so:

- celostna inventarizacija stanja gozdov na vseh prostorskih ravneh in analiza sprememb,
- boljše razumevanje procesov in spoznavanje odzivov gozdnih ekosistemov na različne okoljske obremenitve,
- strokovno usmerjanje razvoja gozdov v danih okoljskih razmerah, vključno z izdelavo predlogov zakonodajalcu.

Da bi z monitoringom dosegli kar največje učinke, oziroma da bi pridobivali informacije, s pomočjo katerih bo lažje oblikovati ukrepe za ohranitev ali izboljšanje stanja vseh dobrodejnih učinkov gozdnih ekosistemov na naše življenjsko okolje, so vanj vtkana načela integracije sistemov in tudi načela sodobne prostorske informatike.

Med prva sodijo t.i. splošna načela (prim. LUND 1986) kot so:

- sodelovanje in usklajenost med snovalci in izvajalci monitoringa,
- standardizacija na terminološkem, klasifikacijskem in meritvenem področju,
- objektivnost metod ter
- kontrola in osebna odgovornost snovalcev in izvajalcev monitoringa,

med druga pa notranja organiziranost sistema, ki se izraža s:

- prostorsko (obseg vseh pomembnejših prostorskih karakteristik),
- večnamensko oziroma tehnološko (izmenjava podatkovnih baz, ki so rezultat različnih tehnik pridobivanja podatkov)
- večravninsko (vertikalni pretok podatkov med ravninami; gozd, gozdni tipi, sestoji) in
- temporalno celovitostjo (časovni presek stanj).

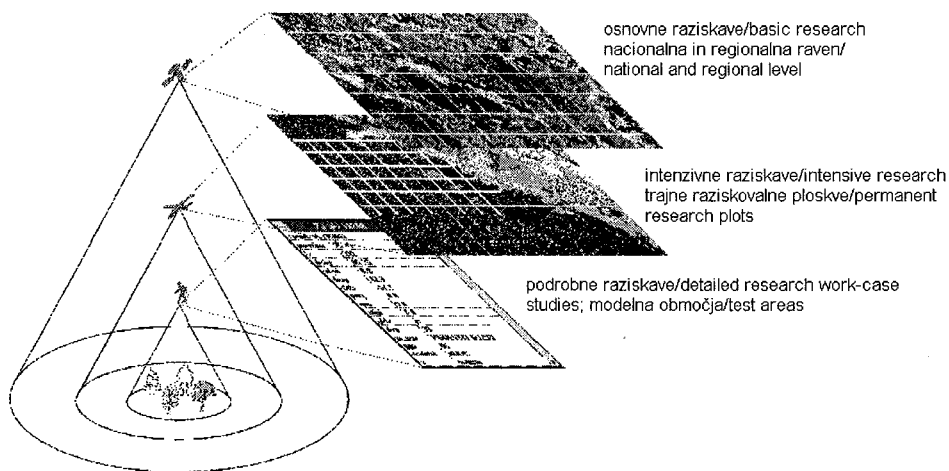
Zadnjo komponento monitoringa predstavljajo njegove dejavnosti oziroma obseg. Z vsebinskega vidika obstoječi sistem ni zaključen in se vanj vključujejo vedno nove vsebine in nove dejavnosti. Nadvse pomembno pa je, da so dejavnosti med seboj usklajene in uravnotežene in da pokrivajo področja, ki so nujna za celostno obravnavo gozdov, npr. za poznavanje razvoja sestojev, za varstvo gozdov, za poznavanje ekoloških danosti s poudarkom na gozdni biologiji, ekologiji in pedologiji itn.

## 2.2 ORGANIZACIJSKA ZASNOVA MONITORINGA

Čeprav je monitoring zasnovan kot ena organizacijska celota, ga zaradi čisto praktičnih razlogov obravnavamo z dveh vidikov: z vidika prostorske hierarhije in z vidika vsebine oziroma intenzivnosti raziskav.

Shematski prikaz monitoringa glede na zajete prostorske ravni prikazuje vertikalna delitev v sliki 1. Cilj tako strukturiranega pristopa je zagotavljanje najnujnejših informacij za kakovostnejše gozdnogospodarsko načrtovanje (na vseh ravneh; nacionalni, regionalni, lokalni), za varstvo in za zaščito gozdnega okolja, za sooblikovanje nacionalne gozdarske politike ter za izpolnjevanje mednarodnih obveznosti države (državna statistika) itn.

Podobno kot prostorska je organizirana hierarhija glede na intenzivnost raziskav (horizontalna delitev). Njena osnovna značilnost je, da se globina raziskav (torej intenziviranje zahtevnih terenskih meritev in laboratorijskih analiz) stopnjuje v obratnem sorazmerju s številom raziskovalnih objektov; drugače rečeno, čim manjše je število raziskovalnih objektov (ploskev), tem bolj intenzivne in v preučevanje procesov so lahko usmerjene raziskave.



Slika 1: Hierarhija prostorskih ravni v monitoringu.

Figure 1: Hierarchical organisation of monitoring.

Z združitvijo obeh členitev dobi monitoring gozdnih ekosistemov naslednjo shemo.

1. Najosnovnejšo raven raziskav predstavlja usklajena inventarizacija gozdnega prostora, ki je podprta s tehnikami daljinskega zaznavanja, GIS tehnologijo in vzorčnimi inventurami. Medtem, ko je polnopovršinska inventura (vezana je predvsem na daljinsko zaznavanje in analizo GIS podatkov: glej HOČEVAR / HLADNIK / KOVAČ 1996) bistvena predvsem za prepoznavanje obsega gozdov, njihove stvarne porazdelitve, prostorskih vzorcev in nenazadnje tudi poškodb gozdov (prim. KOVAČ 1991), nam terensko-inventurni del monitoringa omogoča pridobitev najosnovnejših informacij o stanju in razvoju gozdnih ekosistemov ter trajno spremljanje razvojnih tendenc sestojev.



- Mreža 4x4 km predstavlja najbolj zgoščen sistem stalnih raziskovalnih ploskev v Sloveniji in je informacijski okvir celotnega monitoringa. Konkretno se na tej mreži izvaja samo periodična inventura gozdnih ekosistemov, s katero ocenjujemo stanje gozdnega okolja in poskušamo prepoznavati globalne okoljske probleme. Konkretne informacije, ki jih je mogoče pridobiti iz podatkov, zadevajo splošne ekološke razmere v gozdnih sestojih, najpomembnejše elemente in razvojne tendence gozdnih sestojev, presojo zdravstvenega stanja gozdov, oceno čistosti zraka z metodo lišajskih bioindikatorjev, oceno o stanju gozdnega okolja itn. (BATIČ 1991, 1995, BOGATAJ 1997, HOČEVAR 1997, ROBEK / MEDVED 1997). Ker se inventura vedno izvaja v enem vegetacijskem obdobju, jo upravičeno pojmuje tudi kot nacionalno gozdno inventuro. Vsi kazalci in informacije pa seveda niso namenjene samo povezavam s podrobnejšimi raziskavami, marveč tudi povezavam z ustreznimi ploskovnimi kazalci, saj je večino kazalcev mogoče (s pomočjo statistične tehnike poststratifikacija) aplicirati na najrazličnejše obračunske enote (npr. gozdnogospodarska območna enota, geografska regija, itn.).
  
  - Iz pravkar omenjene mreže povzeta mreža 16x16 km je samosvoj sistem z več dejavnostmi. Najprej rabi za redno, vsakoletno ocenjevanje zdravstvenega stanja gozdov, istočasno pa poteka na njej cela vrsta problemsko usmerjenih raziskav. Mednje sodijo zahtevne pedološke raziskave (KALAN *et all.* 1995/1) in raziskave mineralne prehrane rastlin v najširšem pomenu besede (KALAN *et all.* 1995/2, SIMONČIČ 1995). Medtem ko se foliarne analize redno opravljajo že vse od leta 1987 (različna periodika snemanja), je bila terenska inventarizacija gozdnih tal prvič končana v l. 1995.
2. Drugo raven raziskav tvorijo intenzivne, v preučevanje procesov usmerjene raziskave. Te dejavnosti se odvijajo na trajnih raziskovalnih ploskvah, ki so večinoma zunaj sistema mrež. Bistvena razlika med temi in raziskavami na mrežah je ta, da v tem primeru ne gre za klasično inventarizacijo gozdnih ekosistemov, marveč za poskus pojasnjevanja konkretnih procesov, značilnih za izbrane študijske primere. Primer take raziskave je npr. preučevanje propadanja hrasta, ki poleg inventurnega dela vključuje še kompleksno

analizo tal, padavin, asimilacijskih organov ter študij fiziologije drevja. Raziskave v takih primerih potekajo na posamičnih ploskvah, majhna je tudi ponovljivost snemanj.

3. Najpodrobnejšo raven raziskav monitoringa pa predstavljajo specialne raziskave, ki se navadno odvijajo na posebej izbranih študijskih ploskvah. Študije imajo značilnost "totalnega" monitoringa izbranega ekosistema (npr. vodozbirnega področja), ki pa ga zaradi številnih omejitev (kadri, finance, draga oprema itn.) zaenkrat ni mogoče izvajati na več kot eni ploskvi. Vse tovrstne študije so izrazito lokalne narave, glede na vsebino pa jih je mogoče uvrščati med ciljno usmerjene radovednostne raziskave.

Med vsemi naštetimi tipi raziskav obstaja določena povezava, ki zadeva pomenske, časovne in razsežnostne vidike raziskovanja. Prav zaradi možnosti povezovanja informacij in zaneslivejšega sklepanja o določenih pojavih je zaželeno, da se čim več dejavnosti opravlja na stalnih ploskvah, ki so vključene v sistem monitoringa.

### 2.3 VSEBINSKA ZASNOVA MONITORINGA

Vsebinska zasnova monitoringa (popisa propadanja gozdov) je bila vsa dosedanja leta podvržena rahlim spremembam (prim. ŠOLAR *et al.* 1987, BOGATAJ / JURC / KRČ 1993, 1994, GIS 1995). Poudariti velja, da večinoma ni prihajalo do tako hudih sprememb, zaradi katerih bi bila v celoti prekinjena kontinuiteta primerjav starejših z današnjimi podatki, ampak so se spremembe nanašale predvsem na poenostavitev rangiranja nekaterih znakov, na ukinitvev tistih, ki niso veliko prinašali in na uvedbo novih.

V terestričnem delu monitoringa se danes redno snema več kot 90 lastnosti gozdnih ekosistemov na traktih, v njihovi okolici, na ploskvah ali na drevesih (GIS 1995). Znake delimo v naslednje skupine:

- evidenčni podatki o popisovalcih, traktih, ploskvah in drevesih,
- ekološko-rastiščni kazalci,
- okoljski kazalci,
- dendrometrijski kazalci,
- sestojni kazalci,
- poškodbe gozdnega drevja,
- lišajska flora,
- značilnosti tal.

Poleg tega se na ploskvah zemlje še vzorce, potrebne za

- kemijsko analizo tal
- in kemijsko analizo listov/iglic.

Samo evidenčne, dendrometrijske, sestojne in kazalce poškodovanosti ter čistosti zraka se ocenjuje oz. preverja vsakoletno na mreži 16x16 km, ostale omenjene se snema vsakih nekaj let na obeh mrežah. Številne informacije in zakonitosti na ravni dreves se pridobiva tudi s posebnimi raziskavami. Bežen vtis o vsebinski zasnovi monitoringa podajata 2. in 3. preglednica, ki prikazujeta vertikalno in horizontalno razčlenjenost monitoringa. Medtem ko 1. preglednica prikazuje predvsem kvalitativne in kvantitativne odnose med posameznimi dejavnostmi, kaže 2. preglednica predvsem raznovrstnost vsebin in dinamiko ponavljanja snemanj.

Preglednica 1: Vsebinska zasnova programa trajnega opazovanja gozdov - vertikalna členitev.

Table 1: Contents of the permanent forest monitoring program - vertical classification.

1. raven raziskav / The first research level

Obračunska enota <i>Computation unit</i>	Slovenija <i>Slovenia</i>
Cilj <i>Objective</i>	Pridobitev osnovnih statistik ter ocena stanj in sprememb za različne kazalce <i>To acquire basic statistical data and estimates of the state and changes for different indices</i>
Pomen rezultatov <i>Results' significance</i>	Oblikovanje okoljevarstvene politike, zaščita in smotrna raba gozdov <i>Setting the rules of environmental policy, protection and reasonable utilization of forests.</i>
Metoda dela <i>Working methods:</i>	Polnopršinska inventura, dvostopenjsko vzorčenje v traktih <i>Two-stage sampling in tracts.</i>
Dinamika snemanja <i>Inventory dynamics:</i>	Letno na mreži 16x16 km; vsake 3-5 let na mreži 4x4 km, tla predvidoma vsakih 10 let, foliarne analize 3-5 let. <i>Annually on the 16x16km net; every 3-5 years on the 4x4 km net, soil should be tested every 10 years, foliar analyses every 3-5 years.</i>
Vsebina snemanja <i>Inventory contents:</i>	Splošni podatki o okolju, rastišču in sestoji, dendrometrijski kazalci, osutost, bolezni gozdnega drevja, druge poškodbe drevja, lišaji, analiza tal, mineralna prehrana rastlin <i>General data on environment, site and stand, dendrometrical indices, defoliation, forest tree diseases, other tree damage, lichens, soil analysis, mineral plant nutrition</i>

2. raven raziskav / *The second research level*

<p>Obračunska enota:</p> <p><i>Computation unit:</i></p>	<p>Značilni ekosistemski tipi; v Sloveniji potekajo raziskave nepopolno na štirih od šestih predvidenih ploskvah (TNP, okolica Šoštanja, Kočevska Reka, Murska šuma v Prekmurju, Trnovski gozd, Rožnik).</p> <p><i>Characteristic ecosystem types; in Slovenia the research is going on incompletely in four out of six originally foreseen plots (TNP, the surroundings of Šoštanj, Kočevska Reka, Murska šuma in Prekmurje, Trnovski gozd, Rožnik).</i></p>
<p>Cilj:</p> <p><i>Objective:</i></p>	<p>Ovrednotenje vplivov zračne polucije in drugih škodljivih snovi na gozdne ekosisteme, prispevek k poznavanju mejnih vrednosti koncentracij, spremljanje primernosti rastišč za obstoječo drevesno in grmovno vegetacijo, boljše poznavanje vzročnopolosedičnih odnosov med stanjem drevesa oz. sestoja, atmosfersko polucijo ter drugimi dejavniki, preverjanje ustreznosti dosedanjega gospodarjenja z gozdovi.</p> <p><i>Evaluation of the influences of air pollution and other harmful substances on forest ecosystems, a contribution to the know-how on concentration limit values, the monitoring of the suitability of sites for the existing tree and shrub vegetation, better knowledge of cause-effect relations between tree's/ stand's condition, atmospheric pollution and other factors, testing whether the previous forest managing has been suitable</i></p>
<p>Pomen rezultatov:</p> <p><i>Results' significance:</i></p>	<p>Določanje mejnih koncentracij škodljivih snovi (standardi, zakonodaja), preučevanje stabilnosti tal, ocenjevanje gospodarjenja z gozdovi, spoznavanje delovanja ekosistemov.</p> <p><i>Establishing of limit concentrations of harmful substances (standards, legislation), soil stability studies, forest managing evaluation, study of ecosystems' functioning.</i></p>
<p>Metoda dela:</p> <p><i>Working methods:</i></p>	<p>Stalne ploskve, izjemoma ploskve na mreži 16x16; različne vrste vzorčenja, laboratorijske analize.</p> <p><i>Permanent plots, only exceptionally plots in the 16x16 km network; various sampling types, laboratory analyses.</i></p>
<p>Dinamika snemanja:</p> <p><i>Inventory dynamics:</i></p>	<p>Različna, upošteva vrsto in dinamiko spreminjanja kazalca.</p> <p><i>Different, taking into account the type and dynamics of index changing</i></p>
<p>Vsebina snemanja:</p> <p><i>Inventory contents:</i></p>	<p>Splošni podatki o rastišču in sestoji, dendrometrijski kazalci, osutost, biologija in kemijska analiza tal, mineralna prehrana rastlin, mokri depozit, talna raztopina, popis vegetacije (biodiverzitet), spremljanje vremenskih podatkov (še ni operativno).</p> <p><i>General data on site and stand, dendrometric indices, defoliation, biological and chemical soil analysis, mineral plant nutrition, wet deposit, soil solution, vegetation inventory (biodiversity), following meteorological data (still not in practice).</i></p>

3. raven raziskav / *The third research level*

Obračunska enota: <i>Computation unit:</i>	Ekosistem - zaključeno vodozbirmo območje (Mošenik) <i>A closed drainage basin (Mošenik)</i>
Cilj:  <i>Objective:</i>	Poglobljeno spoznavanje vzročno posledičnih mehanizmov v gozdnem ekosistemu in snovanje ekoloških (študijskih) modelov, simuliranje različnih stanj glede na spremembe v okolju. <i>A detailed study of cause-effect mechanisms in a forest ecosystem and conceptualising of ecological (study) models, simulating various conditions as to the changes in the environment.</i>
Pomen rezultatov: <i>Results' significance:</i>	Spoznavanje delovanje ekosistema. <i>Studying of ecosystem's functioning</i>
Metoda dela:  <i>Working methods:</i>	Popis elementov ekosistema, različne vrste vzorčenja, laboratorijske analize. <i>Inventory of ecosystem's elements, various ways of sampling, laboratory analyses.</i>
Dinamika snemanja: <i>Inventory dynamics:</i>	Različna, upošteva vrsto in dinamiko spreminjanja kazalcev. <i>Different, taking into account the type and dynamics of index changing.</i>
Vsebina snemanja:  <i>Inventory contents:</i>	Integralno spremljanje vseh elementov ekosistema (stabilne, spremenljive in antropogeno pogojene količine), med seboj povezanih v ekosistemsko celoto. <i>Integral following of all ecosystem's elements (stable, changeable and anthropogenically conditioned quantities) linked into an ecosystem whole.</i>

Preglednica 2: Pregled vsebinske, prostorske in časovne razčlenjenosti monitoringa.

Table 2: *Contents, spatial and temporal characteristics of the monitoring.*

raz. objekt	R	S/D	O	ZS	BZ	FA	TLA	MD	F
4x4 km	5-10L	5L	5-10L	5L	5L	-	pH - 5L	-	-
16x16 km	-	L	-	L	L	S, Hr - L	pH, C, N, P, K, Ca, Mg, kovine, KIK - 10	-	5-10
RP	E	E (L)	E	E (L)	E (L)	S - L Hr - 2L	10L	M	5-10

Opomba/remark: raz. objekt =research object, 4x4 km=4x4 km net, 16x16km =16x16 km net, RP=raziskovalne ploskve/ research plot; R=opis rastišča/ site description; S/D=opis sestojev z dendrometrijskimi kazalci/ stand description including dendrometric data; O=okolje/ environment; ZS=zdravstveno stanje drevja/ forest health; BZ=lišajaska bioindikacija zraka/ bioindication of air by means of lichens; FA=foliarna analiza/ foliar analysis; TLA=kemijska analiza tal/ chemical soil analysis; MD=kemijska analiza mokrega depozita in talne raztopine/ chemical analysis of wet deposit and soil solution; F=fitosociološki popis/ phytosociological description; L=vsakoletno snemanje/ annual inventorying; XL=snemanje na X let/ inventorying every X years; E=eksperimentalno snemanje/ experimental inventorying; M=mesečno snemanje/ monthly inventorying; KIK=kationska izmenjevalna kapaciteta/ cation exchange capacity; S=žveplo/ Sulphur; Hr=hranila/ nutrition.

### 3 METODOLOGIJA MONITORINGA

#### 3.1 OPIS MODELA ZA TERENSKI DEL MONITORINGA

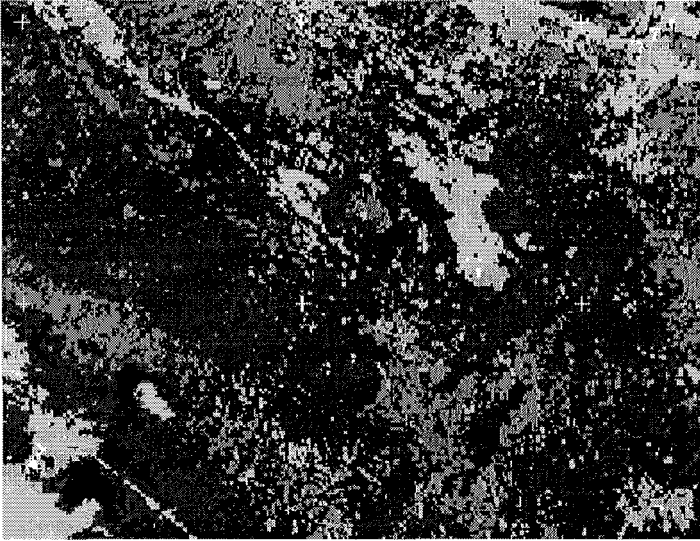
Glede na to, da monitoring sestoji iz množice dejavnosti je celotno metodologijo v kratkem nemogoče predstaviti. Najpomembnejša navodila o posameznih vsebinskih sklopih bo bralec našel v citirani literaturi, v nadaljevanju pa se omejujemo le na oris tistih podrobnosti, ki so predmet velikopovršinskega vzorčnega snemanja podatkov.

Teoretični model, ki ga uporabljamo za spremljanje razvoja gozdnih ekosistemov v Sloveniji že od l. 1985, je model sistematskega dvostopenjskega vzorčenja v traktih (de VRIES 1986, ZÖHRER 1980, HOČEVAR 1993). Njegovo osnovo predstavlja nacionalna mreža celih matematičnih kilometrskih koordinat (X,Y), ki se navezuje na evropsko. Osnovne zahteve metode za trajno opazovanje gozdov so:

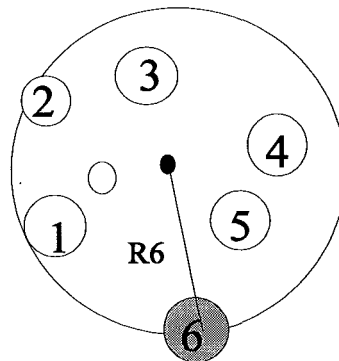
- vsa osnovna oglišča traktov naj ne bi bistveno odstopala od presečišč koordinat (X, Y),
- vsa osnovna oglišča trakta (1. oglišče) naj bodo trajno zakoličena s kovinsko cevjo ali posebnim količkom,
- vsa drevesa na ploskvah naj bodo določena s polarnimi koordinatami (R, azimut).

Postopek izbire traktov se odvija v dveh stopnjah in je naslednji (glej 2. in 3. sliko):

- v prvi stopnji se glede na gostoto vzorčne mreže izbere vsa presečišča koordinat, ki padejo v gozd (postopek izbire glej GIS 1995). Teoretično določitev lokacij traktov se pred terenskim snemanjem opravi v pisarni, in sicer s pomočjo kart, satelitskih in aero posnetkov (slika 2), stvarno pa v vsakem primeru s končnim ogledom na terenu,
- v drugi stopnji se v vsakem traktu s Prodanovo metodo M6 (cit. HOČEVAR 1993) izbere po 6 dreves, pri čemer razdalja med ogliščem trakta in sredino najbolj oddaljenega drevesa določa površino ploskve (slika 3).



Slika 2: Grobo pozicioniranje traktov s pomočjo satelitskih posnetkov.  
 Figure 2: Rough positioning of tracts by means of satellite image.



Slika 3: Shema trakta in snemanja dreves na ploskvah.  
 Figure 3: Scheme of a tract and selection of trees on a subsampling unit.

Opomba: trakt je površina, omejena s 4. oglišči (25x25 m); ploskev je površina, določena z razdaljo med ogliščem trakta in sredino 6., najbolj oddaljenega drevesa.



Večina znakov, ki so predmet snemanja v okviru inventurnega dela monitoringa, zadevajo trakt, okolico trakta, ploskev ali posamično drevo in se praviloma snemajo v vseh možnih ponovitvah. Poseben primer predstavljajo le snemanje lišajev, odzemanje vzorcev za kemijsko analizo tal in za analizo asimilacijskih organov (GIS 1995, prim. SIMONČIČ 1997). Popis lišajev se vedno vrši na vseh drevesih na eni izmed ploskev. Tudi v primeru pedoloških raziskovanj se talni vzorci odzemajo samo na eni izmed ploskev trakta, vendar s tremi ponovitvami in ločeno po talnih horizontih. Zaradi previsokih stroškov kemijske analize se za vsak talni horizont v laboratoriju pripravi skupni (povprečni) vzorec. V primeru foliarne analize pa je glavna posebnost ta, da analizirana drevesa niso drevesa s ploskev, marveč njim najbližja in glede na socialni položaj najbolj podobna. Ta izjema je nujna, ker bi redno striženje iglic lahko vplivalo na poslabšano oceno osutosti krošenj.

Glede na način izbire znakov so različni tudi načini izračunavanja cenilk (srednja vrednost, vzorčna napaka). V primerih, ko so podatki vezani na trakt ali na posamično ploskev (izbira v prvi stopnji), podatke obračunavamo po modelu enostopenjskega vzorčenja, v primeru, da se izbira in s tem snemanje izvaja še znotraj trakta, torej na ploskvah, pa je treba obračun cenilk izvesti po pravilih dvostopenjskega modela (glej 4. preglednica).

Prikazani model dvostopenjskega vzorčenja včasih napačno razumejo tudi kot tristopenjsko vzorčenje (trakt, ploskev, drevesa). Zato je treba opozoriti, da je taka razlaga napačna. Drevesa namreč niso predmet naključne izbire, ampak so določena hkrati z izbiro ploskev. O tristopenjskem modelu bi lahko govorili v primeru, če bi namesto ploskev izbranih z metodo M6, zakoličevali ploskve z odmerjeno površino in bi v okviru le-teh izmed obstoječega drevja na naključni način izbirali drevje.

Kar zadeva obračunavanje podatkov je treba omeniti še to, da cenilke v praksi pogosto izračunavamo kar z enostavnejšim enostopenjskim modelom. S simulacijami in s praktičnimi izračunavanji je namreč mogoče dokazati (prim. KOVAČ 1991), da med interpretiranimi rezultati oz. povzetimi sklepi ni pomembnejših razlik. Samo zaradi enostavnejšega izračuna - ne pa tudi zaradi

pravilnosti obračuna podatkov! - je zato dopustna tudi uporaba obrazcev enostopenjskega vzorčenja.

Preglednica 3: Obrazci za izračun cenilk, ki jih rabimo za obračun podatkov (HOČEVAR 1993).

Table 3: Estimates and their formulas necessary for computation of data (HOČEVAR 1993).

cenilka <i>estimate</i>	enostopenjski model <i>single stage sampling</i>	dvostopenjski model <i>two stage sampling</i>
srednja vrednost <i>mean</i>	$\bar{y} = \frac{\sum_{i=1}^n y_i}{n}$	$\bar{y} = \frac{\sum_{j=1}^m \sum_{i=1}^k y_{ij}}{mk}$
varianca znaka <i>variance</i>	$s^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}{n-1}$	$S^2 = \frac{\sum_{j=1}^m \left( \sum_{i=1}^k y_{ij} \right)^2}{k} - \frac{\left( \sum_{j=1}^m \sum_{i=1}^k y_{ij} \right)^2}{km}$ $S^2 = \frac{\sum_{j=1}^m \sum_{i=1}^k y_{ij}^2 - \frac{\left( \sum_{i=1}^k y_{ij} \right)^2}{k}}{m(k-1)}$
standardna napaka <i>standard error</i>	$S = \frac{s}{\sqrt{n}}$	$S = \sqrt{\frac{1}{km} \left[ s^2 \left( 1 - \frac{m}{M} \right) + \frac{m s^2}{M} \left( 1 - \frac{k}{K} \right) \right]}$

Čeprav daje model dvostopenjskega vzorčenja za ciljno spremenljivko (npr. lesna zaloga, osutost drevja) v splošnem manj zanesljive cenilke kot večina vzorčnih tehnik - tudi kot enostavno sistematično vzorčenje - pa je ta tehnika pri nacionalnih in velikopovršinskih inventurah pogosto uporabljena (prim. LOETSCH / HALLER 1964, deVRIES 1986, RANNEY *et al.* 1987, KÖHL 1986). Osnovna razlog za to je, da je z uporabo tega modela mogoče doseči razmeroma zanesljive rezultate z relativno nižjimi stroški snemanja, kar je pomembna postavka velikopovršinskih vzorčnih inventur (ZÖHRER 1980).

Velika večina znakov, posnetih v okviru traktov, pa ni primerna za prikaz s cenilkami. Mednje sodi večina kvalitativnih znakov, ki označujejo lastnosti rastišča in sestoja, vrsta bolezni, tip tal itn. Za te znake so veliko boljše kazalci frekvenčne porazdelitve, ki jih je - preračunane na trakt ali poljubne obračunske enote - mogoče spremljati tudi v času (npr. pojav še neopaženih bolezni, nihanje frekvenčnih porazdelitev bolezni itn.).

### 3.2 INTENZITETA IN PONOVLJIVOST SNEMANJA

Intenziteta in ponovljivost snemanja sta pomembni lastnosti stalnega monitoringa. Medtem ko se prvi pojem nanaša na dinamiko ponovitev v času, je drugi vezan na možnost ponovljenega snemanja na isti lokaciji.

Predvidena intenziteta snemanj je za posamezne elemente monitoringa navedena v 2. preglednici. Samo inventurni del monitoringa "popis propadanja gozdov" (4. preglednica) in foliarne analize (KALAN *et al.* 1995) imajo razmeroma dolgo tradicijo in so v našem prostoru že večkrat ponovljeni, medtem ko so ostale dejavnosti monitoringa (npr. pedološka inventarizacija) izvedene prvič ali celo samo na eksperimentalni ravni. Glede na to, da še ne poznamo dejanskih variabilnosti številnih znakov, ki so predmet raziskovanja in da še nimamo prepotrebni izkušenj, je terminski načrt snemanj, prikazan v 2. preglednici, vezan predvsem na izkušnje iz literature, v določeni meri pa je tudi odraz zmožnosti naše raziskovalne ustanove.

Preglednica 4: Osnovni kazalci dosedanjih popisov propadanja gozdov.

Table 4: *Basic indexes of forest decline inventories.*

leto (1)	gostota mreže (2)	št. traktov (3)	št. dreves (4)
1985	4 x 4 km	1207	24832
1987	4 x 4 in 4x2 km	1151	25008
1988	16 x 16 km	64	1536
1989	sluč. izbor	97	2234
1991	4 x 4 km	549	13176
1993	16 x 16 km	34	816
1994	16 x16 km	34	816
1995	4 x 4 km	712	16172

1= year, 2= grid density, 3= No. of tracts; 4=No. of trees

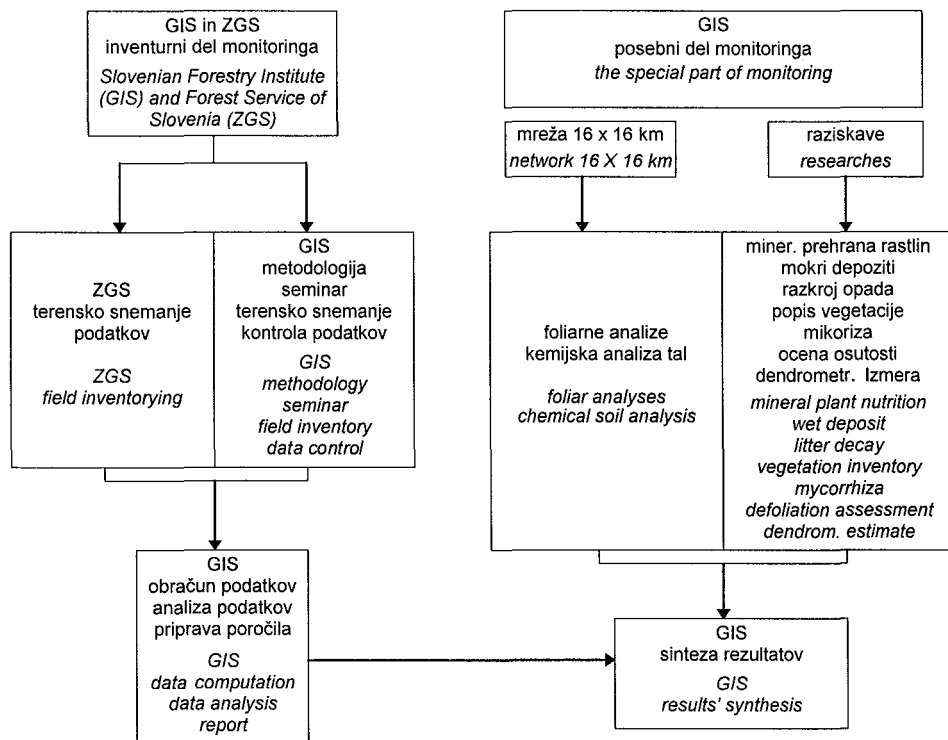
Zagotovitev ponovljivosti snemanj na istih lokacijah je pomembna zahteva stalnega monitoringa, saj na tej zahtevi temelji celotna teorija monitoringa. Kljub temu pa v praksi postopek ni lahko izvedljiv. V splošnem otežujejo ponovljivost snemanj nasprotja med zahtevami za snemanje različnih kazalcev (pri odvzemanju talnih vzorcev npr. v neposredni bližini odvzema ne sme rasti drevo), zakoni statistike (objektivna izbira) in seveda objektivnost ocen.

V obravnavanem primeru je treba ponovljivost snemanja obravnavati z vidikov elementov, ki jih obravnavamo v okviru inventurnega in v okviru ostalega dela monitoringa. Kar zadeva snemanje na traktih, je ponovljivosti v glavnem zadoščeno. Za vse trakte smo izdelali terenske skice, za posamezne med njimi pa določili tudi prave in ne zgolj teoretične koordinate. Do razlik med njima prihaja zato, ker so bili trakti v preteklosti prevečkrat zakoličeni, po prepričanju, da naj jih bo čim več, sporna odločitev pa je neizbežno vodila v nenaključno iskanje sestojev v okolici teoretičnih koordinat, čeprav sestoja tam sploh ni bilo. Ker število traktov oziroma njihov statistični delež (površina gozdov/16 km<sup>2</sup>) nista odražala dejanske gozdnatosti, ampak sta jo močno povečala, je bila v letu 1995 opravljena revizija: nekateri trakti so bili opuščeni, do tedaj pozabljeni pa na novo vključeni v inventuro. Istočasno s popisom osutosti v letu 1996 so bile nekaterim med njimi z GPS (global positioning system) sistemom izmerjene še absolutne koordinate. Rezultati kažejo, da zakoličevanje traktov v preteklosti v resnici ni bilo natančno, saj znaša povprečna srednja kvadratna napaka odstopanj (RMSE) med koordinatami 67.5 (N=18).

Večje težave glede ponovljivosti snemanj lahko pričakujemo pri snemanju posebnih elementov monitoringa, kot so npr. odvzem vzorcev iglic z reprezentančnih dreves za foliarne analize, odvzem vzorcev za kemijsko analizo tal itn. Zaenkrat jih rešujemo tako, da mestu odvzema vzorca določimo matematične koordinate, če pa pri naslednjem snemanju (izmeri oz. odvzemu) postopek na istem mestu ne bo več mogoč (npr. zaradi vraslega drevesa), bomo mesto odvzema ustrezno premaknili na drug položaj.

### 3.3 ORGANIZACIJSKA SHEMA MONITORINGA

Način izvedbe terenskega dela monitoringa je odvisen od posebnosti raziskave. Večino rednih dejavnosti opravlja GIS s svojimi sodelavci, pri velikopovršinskih snemanjih s svojo operativno službo redno sodeluje Zavod za gozdove RS, v raziskave pa so vključene še druge raziskovalne ustanove. Splošno shemo izvedbe monitoringa prikazuje slika 4.



Slika 4: Organizacijska shema monitoringa.

Figure 4: Organisational scheme of monitoring.

#### **4 PRIMERJAVA SLOVENSKE METODOLOGIJE S PRIPOROČENO UNEP/UN-ECE METODOLOGIJO**

Odkar je bil v upravnem odboru konvencije o daljinskih transportih onesnaženega zraka (LRTAP) l. 1985 sprejet mednarodni program sodelovanja za ocenjevanje in spremljanje učinkov onesnaženega zraka na gozdove (ICP-gozd), je slovensko gozdarstvo vabljeni gost vsakoletnih srečanj, na katerih je govor o učinkih onesnaženega zraka na gozd. Program je le eden v vrsti programov, ki se ukvarjajo s preučevanjem negativnih vplivov daljinskih transportov na okolje. Razdeljen je na več podskupin, ki se podrobneje ukvarjajo s preučevanjem prirastka, s tlemi, foliarnimi analizami in mokrim depozitom. Zaenkrat sodeluje slovensko gozdarstvo aktivno le dveh podskupinah, in sicer v podskupinah za tla in foliarne analize.

Z metodološkega vidika je slovenska metodologija podobna predlagani UNEP/UN-ECE metodologiji. Dejavnosti so organizirane v tri ravni, kot je to prikazano v 1. preglednici. Groba primerjava ravni pokaže, da do danes operativno izpolnjujemo samo prvo raven raziskav, drugo izpolnjujemo na eksperimentalni ravni na dveh poskusnih ploskvah, s tretjo ravni pa smo komaj začeli in še nimamo večjih izkušenj.

Če vzamemo pod drobnogled samo prvo raven monitoringa (ANONYMUS 1989, 1994, GIS 1995), ugotovimo, da med metodama prihaja do manjših razlik. Bistvene razlike so drugačen izbor traktov in drugačen izbor dreves na ploskvah trakta. Za razliko od naše metode, ki vzorčno enoto drugega reda - torej ploskev - določa v skladu s Prodanovo metodo M6 in daje objektivne ocene tudi za druge parametre (lesna zaloga, prirastek), je metodologija UNEP/UN-ECE manj objektivna, hkrati pa zato primernejša za ocenjevanje poškodovanosti drevja. Na ploskvah namreč predvideva le izbiro nadvladajočih, vladajočih in sovladajočih dreves (1,2,3 razred po Kraftovi lestvici) medtem ko obvladanih dreves - čeprav so ta lahko merska - ne šteje. Kar zadeva zakoličevanje traktov pa je bistvena razlika ta, da je slovenski trakt z velikostjo 25x25m mogoče vrteti okoli središča (ki je hkrati 1. oglišče trakta) kvadranta (velikost 50x50m), s čimer se povečuje število popolnih traktov (glej 2. sliko).

Druga bistvena razlika je v obsegu snemanja. Glede na to, da ima inventurni del monitoringa v naših razmerah tudi značilnosti nacionalne inventure, je bistveno obsežnejši v vseh sklopih. Izvirne metodološke pristope predstavljata t.i. "odštevalna metoda", ki se nanaša na znane bolezni drevja in katere cilj je oceniti delež poškodb, ki so rezultat samo neznanih povzročiteljev, in pa bioindikacija zraka s pomočjo lišajev (BATIČ 1991, 1995).

## 5 ZAKLJUČKI

Najpomembnejša lastnost sodobnega ekološko naravnane načrtovanja in upravljanja z gozdnimi ekosistemi je celostna in enakovredna obravnava vseh funkcij gozda (ANONYMUS 1994/1). Tako postavljene zahteve narekujejo gozdarstvu spremljanje stabilnih in v času spremenljivih kazalcev, kar je izvedljivo le s konceptom, ki združuje lastnosti objektivnih vzorčnih in polnopravninskih inventur ter poizvedovalnih raziskav. Glede na to, da monitoring v taki obliki kot je predstavljen še ni zaživel, je treba njegovo operacionalizacijo v prihodnje iskati v več smereh, in sicer:

- integraciji vseh informacij, ki se zbirajo v okviru monitoringa in v okviru drugih strok,
- v zasnovi ene večnamenske vzorčne inventure, ki bo rabila tako potrebam urejanja gozdnega okolja kot raziskovanju ter v
- v smotrni izrabi obstoječih tehnologij.

Integracija podatkov in sposobnost celostnega analiziranja je verjetno najšibkejši člen celotne dejavnosti monitoringa. Poleg težav s tujimi podatkovnimi viri (nestandardiziranost, nedefiniranost pojmov itn.) obstajajo velike težave tudi pri oblikovanju skupnih zaključkov, saj je preveč raziskav še vedno usmerjenih v raziskovanje detajlov. Težave bo do neke mere sicer mogoče prebroditi z bolj interdisciplinarnim delom, kar pa ne pomeni samo oblikovanja ustreznih projektov, ampak predvsem oblikovanje takih ekspertnih skupin, ki se bodo do novih spoznanj in zaključkov dokopale z družnim razmišljanjem in pretresanjem idej.

Tudi večnamensko inventuro počasi posodabljam. Glede na to, da v Sloveniji predvsem zaradi zgodovinskih okoliščin še vedno vodimo dve popolnoma ločeni inventarizaciji gozdnega prostora (inventura s trakti, inventura s švicarskimi ploskvami) je treba že sedaj razmišljati o možni racionalizaciji. Možnost predstavlja do leta 2000 vzpostavljena 1x1 km mreža permanentnih vzorčnih ploskev z odmerjenimi površinami (SCHMID-HAAS 1983, HOČEVAR 1990/2), na katero bi se lahko navezali neposredno ali preko dodatnega satelita (ploskve). Na ta način bi se tudi izognili bojazni, da bi ploskve postale preveč očitne in bi bili izmerjeni podatki pristranski, istočasno pa bi obdržali kontinuiteto s sedanjim sistemom.

Nove izzive predstavljajo tudi novi kazalci, ki jih v dosedanjih inventurah večinoma še nismo snemali, nas pa v to silijo mednarodne konvencije in pa sonaravna strategija gospodarjenja z gozdovi. Poleg tipičnih gozdoslovnih znakov bo zato treba določiti še take (in seveda ustrezne metode snemanja), s katerimi bo mogoče objektivno vrednotiti tudi sonaravnost, pestrost, redkost, ogroženost, ranljivost, rastiščno pestrost/biodiverziteteto itn.. To bo pripomoglo tudi k učinkovitejši zaščiti in ohranitvi gozdnih ekosistemov. Z analizami preveč urejevalskih podatkov je namreč mogoče dokazati, da stanje v gozdnih ekosistemih samo z vidika teh kazalcev pogosto vrednotimo neobjektivno in celo slabše, kot v resnici je (AMMER 1992).

Zaradi velikih družbenih zahtev do gozdnega prostora in zaradi zahtev naravovarstvene politike je treba sodobni koncept monitoringa uveljaviti (seveda v okviru mogočih finančnih sredstev) čim prej. Šele takrat, ko bo gozdarstvo osvojilo novosti tudi v praksi, in ko bodo podobno storile tudi druge stroke, bo mogoče brez sprenevedanja govoriti o celostnem okoljskem monitoringu, ki ga je država Slovenija z Zakonom o varstvu okolja celo predpisala.



## 6 SUMMARY

The most important feature of the modern ecological planning and forest ecosystems managing is an integral and equitable treatment of all forest functions. Despite the nature preserving attitude regression processes can be established in the environment due to versatile development of the country, many of them with unpredictable future effects. The co-ordination of the demands of the society and those of the environment requires from forestry to present numerous quantitative and qualitative indices. The answer of Slovenian forestry is integral monitoring of forest ecosystems.

The monitoring of ecosystems could develop thanks to the experiences gained in forest management planning and the inventorying of forest health state, which have been performed in Slovenia since 1985 (table 4). It has a hierarchical organisation on various levels (figure 1, tables 1 and 2), this being the only possible way to co-ordinate the research of all influential factors.

The basic research level is represented by more or less extensive activities in the 4 x 4 km or 16 x 16 km grids, which are usually supported by the technology of geographic information systems. The inventory part of the monitoring provides the basic information on the state and development of forest ecosystems as well as permanent following of developmental stands' tendencies, the task of research processing - also going on on the 16 x 16km net- is to focus on the problems.

The 4 x 4km network represents the most condensed system of permanent research plots in Slovenia and is the information source for the entire monitoring. On this grid periodical inventory of forest ecosystems is only performed, estimating forest environment state and trying to identify the overall environmental problems. All indices and information can be linked to the results of detailed investigations and the estimates for various computation units (e.g. district, region) can be obtained.

The 16 x 16km network - deducted from the above stated grid - is a unique system of various activities. First, it is used for regular annual estimate of forest health condition; it is also used for a series of demanding pedological and other

investigations (KALAN *et al.* 1995, KALAN 1996, URBANČIČ 1997).

The second level of research is intensive investigations, whose issue is the studies of processes. These activities go on in permanent research plots, which are primarily outside the network system. The basic difference is that in the former case this is not a classical inventory of forest ecosystems but the explaining of individual processes characteristic of the study issues selected.

The most detailed monitoring research level is represented by special investigations, usually carried out in specially selected study plots. It is characteristic of these studies that they have a character of a "total" monitoring of a selected ecosystem (e.g. watershed region) and are still in their experimental stage.

Regarding the fact that the monitoring is still in its initial phase and needs to be given a proper form, it should be modernised and rationalised as follows:

- by integrating entire data collected through monitoring and in other professions as well.
- by a multipurpose sample inventory intended for integral forest management planning and research
- by proper utilisation of technologies enabling high quality data and information on the environment.

## 7 VIRI

AHAČIČ, J. 1993. Zbrani podatki o vrstah in vzrokih sečnje v Sloveniji med leti 1984-1992.- Interno gradivo.

AMMER, U. 1992. Naturschutzstrategien im Wirtschaftswald.- Forstw. Cbl., 2, s. 255-265.

ANKO, B. 1982. Izbrana poglavja iz krajinske ekologije.- Ljubljana, UNI-Lj, BF/G, 299 p.

ANONYMUS 1982/1. Raziskovalni načrt 1982.- Ljubljana, IGLG, 242 s. int. gradivo.

ANONYMUS 1985/1. Terezijanski gozdni red za Kranjsko 1771.- Univerza E.K. v

- Ljubljani, VTOZD za gozdarstvo, Ljubljana, 88 s.
- ANONYMUS 1985/2. Raziskovalni načrt 1985.- Ljubljana, IGLG, int. gradivo, 245 s.
- ANONYMUS 1986/1. Raziskovalni načrt 1986.- Ljubljana, IGLG, int. gradivo, 220 s.
- ANONYMUS 1989. Manual on methodologies and criteria for harmonised sampling assessment, monitoring and analysis of the effects of air pollution on forests.- UNEP/UN-ECE, 93 s.
- ANONYMUS 1993. Webster's dictionary. Ashland, Landoll, 446 s.
- ANONYMUS 1994/1. Zakon o gozdovih s komentarjem.- Slovenija - Zakoni. Ljubljana, Gozdarska založba, 43 s.
- ANONYMUS 1994/2. Wald und forstlicher Pflanzenschutz (921.0 WaG; 921.01 WaV; 921.541 Verordnung).- Info SR, 1994-2005-18578. CH, Waldgesetz, Waldverordnung.
- ANONYMUS 1995/1. Waldentwicklungsplan (WEP) Irchel.- Exemplar für die Vorprüfung. Kanton Zürich, Kreisforstamt IV, 45 s.
- ANONYMUS 1996. Forest condition in Europe - results of the 1995 survey.- Brussels, Geneva, EC-UN/ECE, 128 s. in aneksi.
- BACHMANN, P. 1990. Forsteinrichtung und Walderhaltung.- Schweiz. Z. Forstwes., 141, 6, p. 415-430.
- BATIČ, F. 1991. Bioindikacija onesnaženosti zraka z epifitskimi lišaji.- GV, 5, s. 248-254.
- BATIČ, F. 1995. Bioindikacija onesnaženosti ozračja v gozdovih z epifitskimi lišaji.- Zbornik gozdarstva in lesarstva, 47, s. 5-56.
- BOGATAJ, N. / JURC, D./ KRČ, J., 1993. Navodila za popis poškodovanosti gozdov (in stanja lesnih zalog) v republiki Sloveniji.- Ljubljana, IGLG, 35 s.
- BOGATAJ, N. / JURC, D./ KRČ, J., 1994. Navodila za popis poškodovanosti gozdov (in stanja lesnih zalog) v republiki Sloveniji.- Ljubljana, IGLG, 35 s.
- BOGATAJ, N. 1997. Propadanje gozdov v Sloveniji - stanje v letu 1995 in spremembe v obdobju 1985-1995.- Zbornik gozdarstva in lesarstva, 52, s. 53-92.
- BUWAL 1996. Neue Wege der forstlichen Planung.- Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft, Bern, 32 s.
- DRUŠKOVIČ, B. 1986. Vpliv onesnaževalcev na genetski material pri rastlinah in

- možnost citogenetske bioindikacije.- V: Gozd in okolje-Foren 86. ZKK-Beograd, RKKGP-Ljubljana, GZS-Ljubljana, s. 224-228.
- FERLIN, F. 1990. Vpliv onesnaževanja ozračja na rastno obnašanje in rastno zmogljivost odraslih smrekovih sestojev.- Magistrsko delo. Ljubljana, Univerza E.K. v Ljubljani, BF/gozdarstvo, 142 s.
- GIS 1995. Monitoring propadanja gozdov in gozdnih ekosistemov - Priročnik za terensko snemanje podatkov.- Ljubljana, GIS, 64 s.
- HOČEVAR, M. 1990/1. Poškodovanost in rast smrekovega gorskega gozda na Pokljuško-Jeloviški planoti.- Zbornik gozdarstva in lesarstva, 36, s. 27-68.
- HOČEVAR, M. ur. 1990/2. Ugotavljanje stanja in razvoja gozdov s kontrolno vzorčno metodo.- Ljubljana, Univerza v Ljubljani, BF/gozdarstvo, sem. gradivo.
- HOČEVAR, M. 1993. Dendrometrija - gozdna inventura.- Univerza v Ljubljani, BF/gozdarstvo, 274 s.
- HOČEVAR, M. / HLADNIK, D. / KOVAČ, M. 1996. Ecological monitoring of preserved forested landscapes in Slovenia by means of remote sensing and GIS.- V: Remote sensing and computer technology for natural resource assessment (ed. Jussi Saramaki, Barbara Koch, Gyde H. Lund). Proceedings of the subject group S 4.02-00 »Forest resource inventory and monitoring and subject group S 4.12-00 Remote sensing technology. IUFRO XX world congress, 6-12. Aug. 1995, Tampere Finland. Research Notes 48, Joensuu, The University of Joensuu, s. 95-118.
- HOČEVAR, M. 1997. Možnosti in zanesljivost ocene lesne zaloge in prirastka na podlagi popisa propadanja gozdov 1995.- Zbornik gozdarstva in lesarstva, 52, s. 93-118.
- INNES, J. L. 1993. Forest health: Its assessment and status. CAB International, Wallingford, 677 s.
- KALAN, J. *et al.* 1995/1. Proučevanje gozdnih tal na stalnih raziskovalnih ploskvah.- Zbornik gozdarstva in lesarstva, 47, s. 57-84.
- KALAN, J. *et al.* 1995/2. Bioindikacija onesnaženosti gozdov z žveplom na podlagi vsebnosti žvepla v asimilacijskih delih gozdnega drevja.- Zbornik gozdarstva in lesarstva, 47, s. 85-116.
- KÖHL, H.M. 1986. Effektivität von Gruppenstichproben.- Freiburg, i.Br. Mitteilungen der Abteilung für forstliche Biometrie und der Abteilung für

- Luftbildmessung und Fernerkundung der Universität Freiburg i.Br. 165 s.
- KOVAČ, M. 1991. Zasnova prostorskega informacijskega sistema za spremljanje stanja in gospodarjenja z gozdnato krajino-primer na velikoprostorski ravni.- Magistrsko delo.- Ljubljana, Univerza v Ljubljani, BF/gozdarstvo, 152 s.
- LOETSCH, F. / HALLER, K.E. 1964. Forest inventory. Vol. 1. München, Basel, Wien. BLV Verlagsgesellschaft, 436 s.
- LUND, H.G. 1986. A primer on integrating resource inventories.- General technical report WO-49, USDA Forest Service, 64 p.
- PFISTER, F. / DÜRRSTEIN, H. / ISELI, R. / WEILLER, P.S. 1992. Leitfaden zur Waldfunktionen Planung. Sanasilva II 1987-1991.- Teilprojekt 9; "Integrale Planung und Kontrolle im Forstbetrieb". Zürich, Professur fuer Forsteinrichtung und Waldwachstum an der ETH Zürich, 31 s.
- RANNEBY, B. *et all.* 1987. Designing a new national forest survey for Sweden.- Studia forestalia Suecica št. 177, 29 s.
- ROBEK, R. / MEDVED, M. 1997. Poškodbe drevja zaradi izvajanja gozdarskih del po podatkih popisov propadanja gozdov v Sloveniji.- Zbornik gozdarstva in lesarstva, 52, s. 119-136.
- SCHMID-HAAS, P. 1983. Swiss continuous forest inventory. Twenty years experience.- V: BELL, J.F. / ATTERBURY, T (ur). Renewable resource inventories for monitoring changes and trends. Corvallis, OSU, College of forestry, s. 133-140.
- SCHMID-HAAS, P. 1990. Kronenverlichtung und Waldwachstum. Schweiz. Z. Forstwes. 141, 3, s. 189-209.
- SIMONČIČ, P. 1996. Preskrbljenost gozdnega drevja z mineralnimi hranili na 16x16 km bioindikacijski mreži.- Zbornik gozdarstva in lesarstva, 47, s. 117-130.
- SPIECKER, H. *et all.* 1996. Growth, trends in European forests.- Berlin, Springer Verlag, 372 s.
- ŠOLAR, M. 1977. Poškodbe vegetacije vsled onesnaženja zraka.- Ljubljana, IGLG.
- ŠOLAR, M. *et all.* 1986. Oneznaževanje zraka in propadanje gozdov v Sloveniji.- V: Gozd in okolje-Foren 86. Zvezni komite za kmetijstvo-Beograd, Republiški komite za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano, Ljubljana, Gospodarska zbornica Slovenije, Ljubljana, s. 57-84.

- ŠOLAR, M. *et all.* 1987. Umiranje gozda - navodilo za izvedbo ankete.- Ljubljana, IGLG, 25 s.
- ŠOLAR, M. 1988 (odg. ur.). Črna knjiga o propadanju gozdov v Sloveniji leta 1987 - nadaljevanje.- Ljubljana, IGLG, 66 s.
- VRIES, de P.G. 1986. Sampling theory for forest inventory.- Berlin, Heidelberg, New York, London, Paris, Tokyo, Springer Verlag, 399 s.
- ZÖHRER, F. 1980. Forstinventur.- Hamburg, Berlin. Verlag Paul Parey, 207 s.

## **8 ZAHVALA**

Sestavek je nastal v sklopu dejavnosti projekta CRP - B61 in dela za JGS. Za koristne nasvete se zahvaljujem obema recenzentoma prof. dr. F. Batiču in dr. P. Simončiču.

Za pomoč pri tehnični dodelavi sestavka ter za podatke o pozicijski natančnosti traktov se zahvaljujem R. Mutcu, inž. gozd., tehničnemu sodelavcu oddelka za gozdno načrtovanje in prostor.