

Izvorni znanstveni članak
Original scientific paper

Prispjelo - *Received*: 06. 06. 2006.
Prihvaćeno - *Accepted*: 09. 10. 2006.

UDK: 630*181.3

Ivan Seletković*, Nenad Potočić*

STANJE ISHRANE OBIČNE BUKVE (*FAGUS SYLVATICA* L.) I OBIČNE JELE (*ABIES ALBA* MILL.) NA PODRUČJU MEDVEDNICE

THE NUTRITIONAL STATUS OF COMMON BEECH (FAGUS SYLVATICA L.) AND SILVER FIR (ABIES ALBA MILL.) ON MEDVEDNICA

SAŽETAK

U Hrvatskoj se od 1995. godine provode istraživanja na plohama intenzivnog motrenja (Razina II) u sklopu i po metodama Međunarodnog programa za procjenu i motrenje utjecaja zračnog onečišćenja na šume (UN-ECE ICP Forests). U radu se daje usporedba višegodišnjeg niza podataka (1999.–2004.) o stanju ishrane obične bukve (*Fagus sylvatica* L.) i obične jele (*Abies alba* Mill.) na plohi intenzivnog motrenja 103 «Sljeme» sa stanjem ishrane na drugim plohama u sastojinama obične jele i obične bukve na području Medvednice.

U uzorcima lišća i iglica određene su ukupne koncentracije dušika, fosfora, kalija, kalcija i magnezija koje su uspoređene s graničnim vrijednostima (GV). Ti su podaci također stavljani u kontekst klimatskih prilika područja. Istraživani lokaliteti na području Medvednice razlikuju se u pogledu uvjeta za ishranu drveća, a na stanje ishrane utječu i antagonizmi iona.

Ključne riječi: ICP Forests, intenzivno motrenje, klimatske prilike, stanje ishrane, antagonizam iona

UVOD

INTRODUCTION

Kemijski sastav lisne mase šumskoga drveća važan je indikator njihova funkcioniranja. Kruženje i usvajanje hraniva su procesi od presudne važnosti za zdravlje šumskog ekosustava. Iz dosadašnjih istraživanja (ALDINGER 1987, ZOETTL i

* Šumarski institut, Jastrebarsko, Cvjetno naselje 41, 10450 Jastrebarsko

dr. 1989, HUETTL i dr. 1990, KOMLENOVIĆ i RASTOVSKI 1990, FROMARD i dr. 1991, AUGUSTIN i ANDREAE 1998) jasno je da ishrana ima velik utjecaj na vitalitet stabala.

Zadatak 1.3.4. - Vitalitet i stanje ishrane šumskih zajednica u Republici Hrvatskoj (voditelj Nenad Potočić) imao je za cilj utvrđivanje koncentracije biogenih elemenata u biljnom materijalu te određivanje potencijala različitih staništa za opskrblijvanje šumskih vrsta drveća elementima mineralne ishrane, u uvjetima narušenog ciklusa izmjene tvari u šumskim zajednicama smanjenog vitaliteta.

Jedan od ciljeva Zadatka 1.3.5. - Istraživanje oštećenosti krošanja te kemijskog sastava biljnog materijala i tla u šumskim ekosustavima Hrvatske bio je započet s praćenjem stanja ishrane obične bukve.

Ovo istraživanje predstavlja rezultate zajedničkog rada na rješavanju postavljenih problema.

U Hrvatskoj se od 1995. godine provode istraživanja na plohama intenzivnog motrenja (Razina II) u sklopu i po metodama Međunarodnog programa za procjenu i motrenje utjecaja zračnog onečišćenja na šume (UN-ECE ICP Forests). Na plohama se, uz ostala istraživanja, redovito provode uzorkovanja biljnog materijala. Usporedbom višegodišnjeg niza podataka (1999.–2004.) o stanju ishrane bukve i jele na plohi intenzivnog motrenja 103 «Sljeme» s literaturnim podacima o graničnim vrijednostima, utvrdili smo koncentracije niže od graničnih vrijednosti nedostatka za pojedine biogene elemente i godine. Radi detaljnijeg utvrđivanja stanja ishrane obične bukve i obične jele, u 2004. godini osnovali smo veći broj ploha za uzorkovanje bukve i jele na području Medvednice.

MATERIJALI I METODE ISTRAŽIVANJA

MATERIALS AND METHODS OF RESEARCH

Ploha intenzivnog motrenja broj 103 («Sljeme») nalazi se na Medvednici, u šumi bukve i jele (*Abieti-Fagetum panonicum* RAUŠ 1969.), na nadmorskoj visini 954 m, u Gospodarskoj jedinici «Sljeme – Medvedgradske šume, odjel 8a, na južnoj ekspoziciji. U Tablici 1 prikazane su značajke dodatnih ploha osnovanih 2004. godine.

Uzorci lišća i jednogodišnjih iglica uzeti su lovačkom puškom iz gornje trećine krošanja pet stabala po plohi.

Uzorci biljnog materijala (1000 iglica, odnosno 100 listova po uzorku) osušeni su na 105°C, izvagani i usitnjeni, te spaljeni mokrim postupkom koncentriranom sumpornom kiselinom (H₂SO₄) uz dodatak katalizatora, perklorne kiseline (HClO₄). U uzorcima su određeni:

ukupni dušik na elementarnom analizatoru Leco CNS 2000

fosfor kolorimetrijski na UV/VIS spektrofotometru PE Lambda 1A

kalij, kalcij i magnezij direktno iz filtrata na atomskom apsorpcijskom spektrofotometru PE 3110 (AOAC 1996).

Analize tla i biljnog materijala obavljene su u kemijskom laboratoriju Odjela za ekologiju i uzgajanje šuma, Šumarskog instituta u Jastrebarskom.

Tablica 1. Značajke dodatnih ploha
Table 1. Properties of supplemental plots

Broj plohe	Uzorkovana vrsta	Nadm.visina [m]	Gospodarska jedinica	Odjel, odsjek	Ekspozicija	Inklinacija
1	Bukva	520	Sljeme-Medv. šume	20b	SZ	srednja
2	Bukva	675	Sljeme-Medv. šume	9a	J	blaga
3	Bukva	635	Markuševačka gora	23c	J	blaga
4	Bukva	670	Markuševačka gora	18a	J	srednja
5	Bukva	860	Sljeme-Medv. šume	24h	SI	blaga
6	Bukva	780	Bistranska gora	20g	S	blaga
7	Bukva	400	Sljeme-Medv. šume	2b	I	srednja
8	Bukva	825	Sljeme-Medv. šume	9h	JI	blaga
9	Jela	817	Markuševačka gora	13b	J	blaga
10	Jela	975	Sljeme-Medv. šume	5a	JZ	blaga
11	Jela	780	Bistranska gora	17e	JZ	srednja
12	Jela	840	Sljeme-Medv. šume	5b	JZ	srednja
13	Jela	473	Stubičko podgorje	18j	ravno	ravno

Pod graničnom vrijednosti (GV) podrazumijevamo literaturni podatak (VAN DEN BURG 1990 za običnu bukvu, POTOČIĆ 2002 za običnu jelu) o koncentraciji pojedinog elementa ispod koje je opskrbljenost biljke tim elementom nedostatna.

Za opis klimatskih prilika istraživanog područja korišteni su podaci meteorološke postaje Puntijarka, Državnog hidrometeorološkog zavoda.

REZULTATI ISTRAŽIVANJA S RASPRAVOM

RESEARCH RESULTS AND DISCUSSION

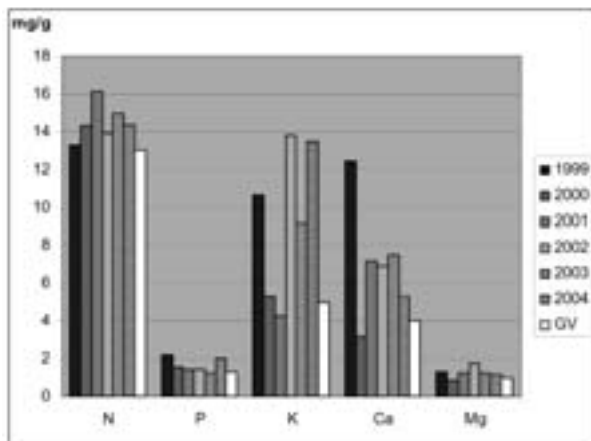
Iz Tablice 2. vidljive su razlike u količini oborina na istraživanom području u pojedinim godinama istraživanja. U usporedbi s prosječnom godišnjom količinom oborina za desetogodišnje razdoblje 1995 – 2004. (1248 mm), sušne su bile 2000. i 2003. godina, dok su ostale godine bile blizu prosjeka.

Tablica 2. Godišnja količina oborina i količina oborina u vegetacijskom razdoblju 1999.-2004. godine (za 2002. godinu podaci nisu dostupni)

Table 2. Annual precipitation in a vegetation period 1999-2004 (data for 2002 are not available)

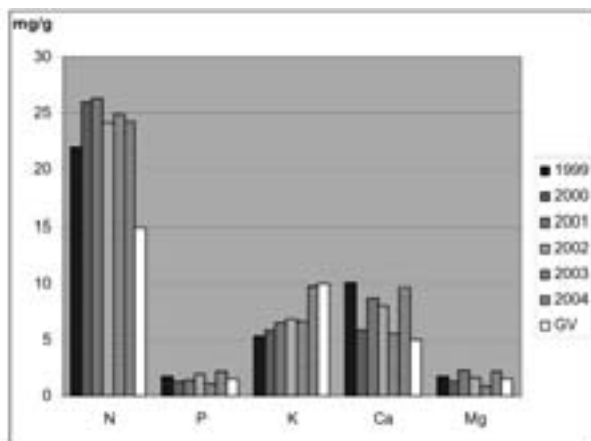
Godina istraživanja	Oborina godišnje	Oborina vegetacija
1999.	1353,8	698,7
2000.	995,6	426,7
2001.	1335,5	754,9
2003.	898,9	414,9
2004.	1283,5	649,1

U Grafikonu 1 prikazani su rezultati kemijskih analiza iglica jele na trajnoj plohi „Sljeme“ po godinama uzorkovanja i analiziranim elementima. U svim godinama jedino su koncentracije dušika bile iznad granične vrijednosti, dok je kod fosfora koncentracija bila ispod GV u 2003. godini, kod kalija u 2001. godini, a kod kalcija i magnezija u 2000. godini. Koncentracije elemenata u iglicama variraju od godine do godine, a te promjene najviše uvjetuju količine i raspored oborina (KOMLENOVIĆ 1971). Slabu opskrbljenost obične jele fosforom u klimatski ne-



Grafikon 1. Koncentracije biogenih elemenata u iglicama obične jele na plohi „Sljeme“, 1999.-2004. godine.

Graph 1. Concentrations of biogenic elements in needles of European fir on a plot «Sljeme», 1999-2004

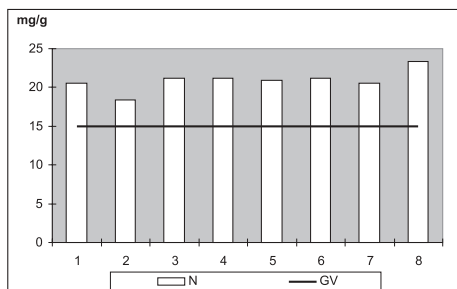


Grafikon 2. Koncentracije biogenih elemenata u lišću obične bukve na plohi „Sljeme“, 1999.-2004. godine

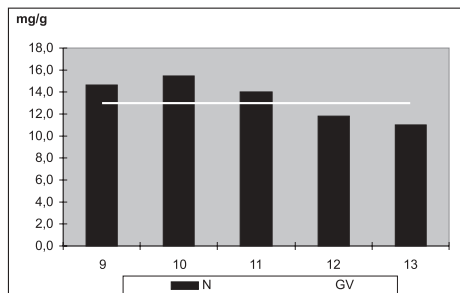
Graph 2. Concentrations of biogenic elements in leaves of common beech on a plot «Sljeme», 1999-2004

povoljnijoj 2000. godini, a zadovoljavajuću u povoljnijoj 1999. godini, utvrdio je i POTOČIĆ (2002).

Kako je poznata ovisnost dostupnosti kalcija i donekle magnezija o vlažnosti tla, tako niske vrijednosti kalcija i magnezija u 2000. godini možemo povezati s

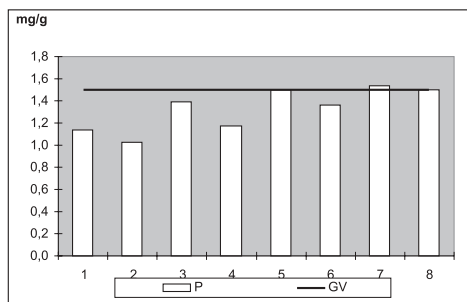


Grafikon 3. Koncentracije dušika u lišću obične bukve na dodatnim ploham 2004. godine
Graph 3. Concentrations of nitrogen in leaves of common beech on supplemental plots, 2004

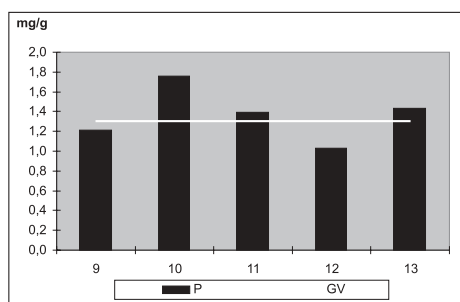


Grafikon 4. Koncentracije dušika u iglicama obične jele na dodatnim ploham 2004. godine
Graph 4. Concentrations of nitrogen in needles of European fir on supplemental plots, 2004

ispodprosječnom količinom oborine u vegetacijskom razdoblju te godine na Medvednici (Tablica 2.). Slične je rezultate dobio i POTOČIĆ (2002). BERGMANN (1992) smatra da jak utjecaj na usvajanje kalcija ima neredovita opskrba vodom te osobito produžena sušna razdoblja.

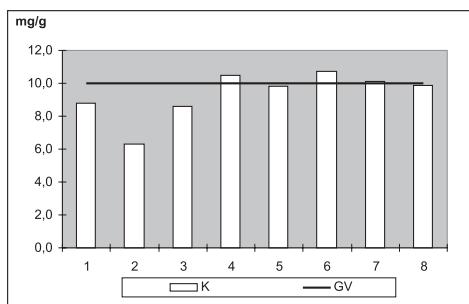


Grafikon 5. Koncentracije fosfora u lišću obične bukve na dodatnim ploham 2004. godine
Graph 5. Concentrations of phosphorous in leaves of common beech on supplemental plots, 2004

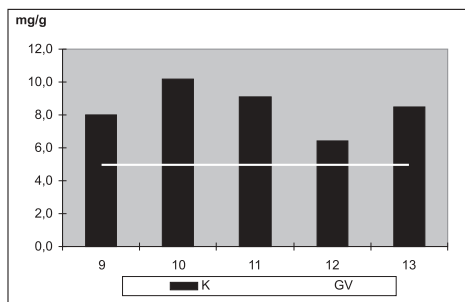


Grafikon 6. Koncentracije fosfora u iglicama obične jele na dodatnim ploham 2004. godine
Graph 6. Concentrations of phosphorous in needles of European fir on supplemental plots, 2004

Kod obične bukve (Grafikon 2.) stanje ishrane u pogledu dušika i fosfora vrlo je slično onome u obične jele. Koncentracije kalija se redovito nalaze ispod, a koncentracije kalcija iznad granične vrijednosti. Ipak kod kalcija vrlo je primjetno sniženje koncentracija u sušnim godinama.



Grafikon 7. Koncentracije kalija u lišću obične bukve na dodatnim plohama 2004. godine
Graph 7. Concentrations of potassium in leaves of common beech on supplemental plots, 2004

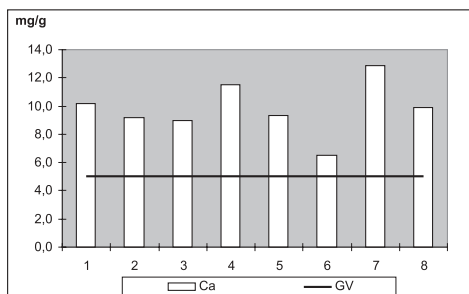


Grafikon 8. Koncentracije kalija u iglicama obične jele na dodatnim plohama 2004. godine
Graph 8. Concentrations of potassium in needles of European fir on supplemental plots, 2004

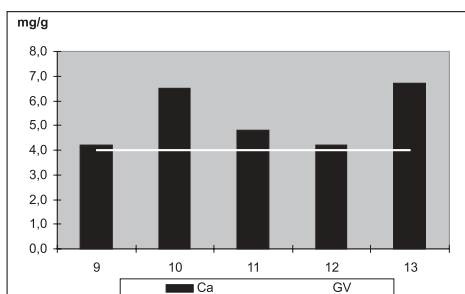
Koncentracije dušika u lišću bukve na svim su dodatnim plohama u 2004. godini bile iznad, a u iglicama jele na plohama 12 i 13 ispod graničnih vrijednosti. U pogledu klimatskih prilika 2004. godina je bila vrlo povoljna za usvajanje hraniva.

Povoljne koncentracije fosfora utvrđene su u lišću i iglicama na trajnoj plohi „Sljeme“ 2004. godine. Na dodatnim plohama povoljno stanje ishrane obične bukve nije potvrđeno, što upućuje na problematičnu ishranu obične bukve na Medvednici fosforom. Kod obične jele stanje ishrane fosforom je u 2004. godini nešto povoljnije, iako su samo na plohi 10 i trajnoj plohi „Sljeme“ utvrđene koncentracije koje KOMLENOVIĆ i CESTAR (1981) smatraju optimalnima (iznad 1,7 mg/g).

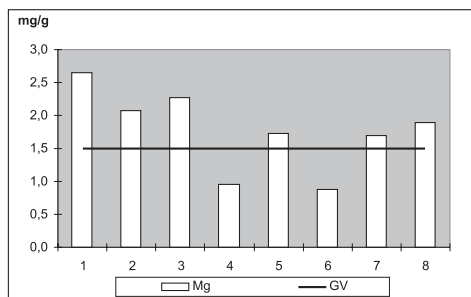
U usporedbi s ostalim godinama, 2004. godina je bila povoljna za usvajanje kalija. Visoke vrijednosti kalija u iglicama jele na svim plohama odražavaju povoljne uvjete za usvajanje kalija u 2004. godini. Međutim, koncentracije kalija u lišću bukve se unatoč tome na većini ploha nalaze ispod granične vrijednosti. Na ploha-



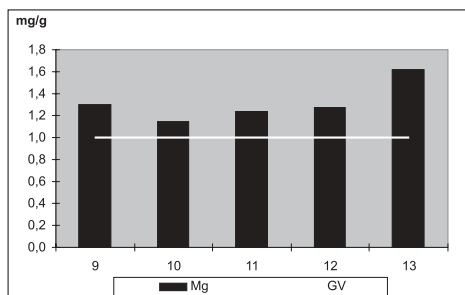
Grafikon 9. Koncentracije kalcija u lišću obične bukve na dodatnim plohama 2004. godine
Graph 9. Concentrations of calcium in leaves of common beech on supplemental plots, 2004



Grafikon 10. Koncentracije kalcija u iglicama obične jele na dodatnim plohama 2004. godine
Graph 10. Concentrations of calcium in needles of European fir on supplemental plots, 2004



Grafikon 11. Koncentracije magnezija u lišću obične bukve na dodatnim plohama 2004. godine
Graph 11. Concentrations of magnesium in leaves of European fir on supplemental plots, 2004



Grafikon 12. Koncentracije magnezija u iglicama obične jele na dodatnim plohama 2004. godine
Graph 12. Concentrations of magnesium in needles of beech on supplemental plots, 2004

ma 4 i 6 relativno povoljnu ishranu kalijem možemo pripisati smanjenom negativnom utjecaju magnezija na njegovo usvajanje. Činjenicu da visok sadržaj Mg limitira pristupačnost kalija naglašavaju i BERGMAN i dr. (1994).

Značajne razlike u opskrbljenosti jelovih sastojina s K u različitim godinama navode i LANDMANN i dr. (1995), a koncentracije kalija u iglicama ispod 0,45 % povezuju s izrazitim simptomima deficijencije.

U 2004. godini nisu zabilježene koncentracije kalcija niže od graničnih vrijednosti bez obzira na promatranu vrstu i plohu.

U odnosu na trajnu plohu, koncentracije magnezija na dodatnim plohama slične su u iglicama obične jele, kao i na većini ploha obične bukve. Slaba ishrana bukve magnezijem prisutna je na plohama 4 i 6. Visoke koncentracije magnezija u lišću bukve na plohama 1, 2 i 3 povežujemo s neadekvatnim koncentracijama kalija.

ZAKLJUČCI

CONCLUSIONS

Klimatske prilike u različitim godinama značajno su utjecale na stanje ishrane obične bukve i obične jele na plohi „Sljeme“, ali njihov utjecaj nije jednak za sve promatrane elemente. Posebno nepovoljan utjecaj suše utvrđen je u koncentracijama fosfora, kalcija i magnezija u iglicama obične jele, a fosfora i magnezija u lišću obične bukve.

Nedostaci pojedinog staništa u smislu uvjeta za ishranu drveća (zbog neodgovarajućih količina hraniva u tlu, antagonizma iona ili djelovanja suše) utječu na fiziološku kondiciju stabala, a time i na stabilnost šumskih ekosustava. U tom smislu razlikuju se i istraživani lokaliteti na području Medvednice. U pogledu ishrane dušikom istraživani se lokaliteti obične bukve vrlo malo razlikuju, a plohe obične jele nešto više. Kod obje vrste dobivene su značajne razlike u opskrbljenosti drveća na različitim plohama fosforom. Različitost uvjeta za ishranu drveća na istraživa-

nim plohama utvrđena je i u pogledu koncentracija kalija i kalcija. Ishrana obične jele na istraživanim plohama magnezijem je dobra i ujednačena, dok su veće razlike utvrđene za običnu bukvu.

Na usvajanje pojedinih biogenih elemenata utječe i antagonizam iona, kao što je slučaj s međusobnim utjecajem kalija i magnezija na nekim plohama obične bukve.

LITERATURA

REFERENCES

- ALDINGER, E., 1987: Elementgehalte im Boden und in Nadeln verschieden stark geschadigter Fichten-Tannen-Bestände auf Praxiskalkugs-flachen im Buntsandstein-Schwarzwald. Albert-Ludwigs-Universität zu Freiburg im Breisgau, 267 str.
- AOAC, 1996: Official methods of analysis of AOAC International, Association of Official Analytical Chemists International, Arlington, VA.
- AUGUSTIN, S., H. ANDREAE (Ur.), 1998: Cause-effect-interrelations in forest condition, UN/ECE and EC, 52 str., Geneva, Brussels.
- BERGMANN, C., M. STUHRMANN, W. ZECH, 1994: Site factors, foliar nutrient levels and growth of *Cordia alliodora* plantations in the humid lowlands of Northern Costa Rica. *Plant and Soil*, 166: 193-202.
- BERGMANN, W. (Ur.), 1992: Nutritional Disorders of Plants – Development, Visual and Analytical Diagnosis. Gustav Fischer Verlag Jena, 361 str.
- FROMARD, F., J. DAGNAC, T. GAUQUELIN I V. CHERET, 1991: Results of research into decay of the fir (*Abies alba* Mill.) in the Pyrenees. New data about nutritional and physiological disturbances. Acid deposition: origins, impacts and abatement strategies, 109-122, Springer-Verlag, Berlin.
- HUETTL, R. F., S. FINK, H.-J. LUTZ, M. POTH I J. WISNIEWSKI, 1990: Forest Decline, Nutrient Supply and Diagnostic Fertilization in Southwestern Germany and in Southern California. *Forest Ecology and Management*, 30: 341-350.
- KOMLENOVIĆ, N., D. CESTAR, 1981: Istraživanje stanja ishrane obične jele (*Abies alba* Mill.) u utvrđenim ekološko-gospodarskim tipovima šuma u SR Hrvatskoj. *Radovi*, 45: 5-37.
- KOMLENOVIĆ, N., P. RASTOVSKI, 1990: Godišnje promjene koncentracija hraniva u iglicama jele (*Abies alba* Mill.) različitog stupnja oštećenja. IX Simpozij Jugoslavanskog društva za fiziologiju rastlin, *Knjiga povzetkov*, IV – 132, Gozd Martuljek.
- KOMLENOVIĆ, N., 1971: Istraživanje godišnjih promjena sadržaja hraniva u iglicama europskog ariša, američkog borovca i zelene duglazije. *Šumarski list* 7-8: 256-272.
- LANDMANN, G., M. BONNEAU, L. BOUHOT – DELDUC, F., FROMARD, V. CHERET, J. DAGNAC I B. SOUCHIER, 1995: Crown Damage in Norway Spruce and Silver Fir: Relation to Nutritional Status and Soil Chemical Characteristics in the French Mountains. In: Landmann, G. i M. Bonneau (eds.): *Forest Decline and Atmospheric Deposition Effects in the French Mountains*: 41-81, Springer Verlag, Berlin.
- POTOČIĆ, N., 2002: Dinamika biogenih elemenata u iglicama obične jele (*Abies alba* Mill.) različitog stupnja osutosti krošanja. Magistarski rad. Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu.
- VAN DEN BURG, J., 1990: Foliar analysis for determination of tree nutrient status – a compilation of literature data. Literature 1985-1989. "De Dorschkamp", Institute for Forestry and Urban Ecology. Wageningen, the Netherlands.
- ZOETTL, H.W., R.F. HUETTL, S. FINK, G.H. TOMLINSON I J. WISNIEWSKI, 1989: Nutritional disturbances and histological changes in declined forests. *Water, Air and Soil Pollution*, 48: 87-109.

THE NUTRITIONAL STATUS OF COMMON BEECH
(*FAGUS SYLVATICA* L.) AND SILVER FIR (*ABIES ALBA* MILL.)
ON MEDVEDNICA

Summary

*The research on intensive monitoring plots (Level II) as a part and according to the methods of the International Co-operative Programme for Assessment and Monitoring of Air Pollution Effects on Forests (UN-ECE ICP Forests) has been conducted in Croatia since the year 1995. In this paper a comparison is given of data on foliar composition of Common beech (*Fagus sylvatica* L.) and Silver fir (*Abies alba* Mill.) in the years 1999 to 2004 on intensive monitoring plot No. 103, «Sljeme» with their nutritional status on beech-fir plots in other parts of Medvednica mountain. The total concentrations of nitrogen, phosphorous, potassium, calcium and magnesium were determined in the samples of foliage, and these data were put in the context of climate properties in the area of research. The investigated localities differ regarding the conditions they provide for the nutrition of trees, and the nutritional status further depends on ion antagonisms.*

Key words: ICP Forests, intensive monitoring, climate properties, nutritional status, ion antagonism

