

# Neulasvuosikertojen merkitys neulasanalyysin tulkinnessa

Hannu Raitio

*ABSTRACT: THE SIGNIFICANCE OF THE NUMBER OF NEEDLE YEAR CLASSES IN INTERPRETING NEEDLE ANALYSIS RESULTS*

Raitio, H. 1987. Neulasvuosikertojen merkitys neulasanalyysin tulkinnessa. Abstract: The significance of the number of needle year classes in interpreting needle analysis results. *Silva Fennica* 21 (1): 11–16.

Tässä työssä tarkastellaan neulasvuosikertojen lukumäärän merkitystä arvioitaessa neulasanalyysin avulla männyntaimien typpi-, fosfori-, kalium- ja magnesiumitalouden tilaa. Puun sisäisen ravinnekierron takia näiden ravinteiden puutoksen voi todeta varmimmin analysoimalla erikseen yksi, kaksi ja kolme neulasvuosikertaa omaavien taimien ylimmän oksakiehkuran neulasia. Tällöin mainituista ravinteista niiden, joista ei ole niukkuutta, pitoisuudet kohoavat neulasvuosikertojen vähetessä. Sen sijaan ravinteen, josta on puutetta, pitoisuus pysyy samana tai laskee. Ainoastaan ankarat puutostilat paljastuvat tarkastelemalla yksistään nuorimpien tai vanhimpien neulasten ravinnepitoisuuksia.

This study deals with significance of the number of needle year classes in estimating the nitrogen, phosphorus, potassium and magnesium status of Scots pine plants on the basis of needle analysis. Due to the nutrient retranslocation deficiencies in these nutrients are best determined by analysing separately the needles of the topmost branch whorl from plants possessing one, two or three needle year classes. The concentrations of those nutrients which are not scarce will then increase as needle year classes decrease. In cases of deficiency, on the other hand, the content of the nutrient concerned will remain the same or decrease. Only severe deficiencies are revealed by the examination of the nutrient concentrations of only the youngest or the oldest needles.

Keywords: *Pinus sylvestris* L., needle analysis, needle year classes, nitrogen, phosphorus, potassium, magnesium  
ODC 164.5+181.6+181.34+160.2

Author's address: The Finnish Forest Research Institute, Parkano Research Station, SF-39700 Parkano, Finland.

Approved on 10. 12. 1986

## 1. Johdanto

Kasveista tehtyjen ravinneanalyysien avulla voidaan arvioida ravinteiden puutos- ja myrkytystiloja sekä tarkkailla kasvien ravinnetilaa optimaalisen sadon ja laadun saavut-

tamiseksi. Ensimmäiset tutkimukset puiden neulasten ja lehtien ravinnepitoisuuksista ilmestyivät 1930-luvulla (esim. Mitchell 1935, 1936, Mitchell ja Finn 1935, Mitchell ja

Chandler 1939). Aaltonen (1950, 1955) ja Viro (1950, 1955) julkaisivat ensimmäisinä suomalaisina vastaavia tuloksia. Sittemmin ravinneanalyysijä on tehty Suomessa pääosin turvemailla kasvavien mäntyjen neulasista (mm. Paarlahti ym. 1971, Paavilainen ja Simpanen 1975, Veijalainen 1977, Paavilainen 1979, 1980, Raitio 1981, Kaunisto 1982, 1985). Sen sijaan arvioitaessa maasta ja neulasista tehtyjen ravinneanalyysien avulla metsämaan viljavuutta neulasanalyysin käyttökelpoisuus on asetettu kyseenalaiseksi (Aaltonen 1950, 1955, Viro 1955).

Ravinneanalyysijä varten kerätään yleensä puun ylimpien oksien nuorimpia neulasia. Usein suositellaan analysoitavaksi myös vanhimpia neulasia typen, fosforin, kaliumin tai magnesiumin puutteen toteamiseksi (Commerford 1981). Mikäli puut kärsivät näiden ravinteiden puutteesta, ne siirtävät niitä vanhimmista neulasista nuorempiin (Commerford 1981, Ryan ja Bormann 1982). Puissa

## 2. Aineisto ja menetelmät

Tutkimusalue sijaitsee Jämijärvellä Hämeenkankaan pohjoisreunalla (61°47'N, 22°44'E, 120 m mpy.). Alueella kasvoi alkuaan kanervatyypin metsä, joka raivattiin pelloksi vuonna 1965. Maan kuivuuden takia se metsitettiin männyille vuonna 1972. Peltoviljelyn aikana alueelle levitettiin lietalantaa sekä käytettiin vuosittain normaali super Y-lannosta (N 15 %, P 0,87 %, K 12,45 %) 600 kg/ha. Taimikon keskipituus syksyllä 1986 oli 5,2 m ja rinnankorkeusläpimitta oli 81,4 mm. Taimia oli 2180 kpl/ha.

Tätä tutkimusta varten neulasnäytteet kerättiin 21. 3. 1985. Neulasia kerättiin erikseen yksi, kaksi ja kolme neulasvuosikertaa omaavista taimista. Tarkoituksena oli valita ku-

tämä ilmenee vanhimpien neulasten ennen aikaisena varisemisena. Kuinka suuri osa neulasista varisee, riippuu puutostilan voimakkuudesta. Arvioitaessa neulasanalyysin avulla puiden typpi-, fosfori-, kalium- tai magnesiumtalouden tilaa, tulosten tulkinnassa ei toistaiseksi ole otettu huomioon neulasvuosikertojen lukumäärää.

Tämän työn tarkoituksena on tutkia neulasvuosikertojen lukumäärän merkitystä, arvioitaessa neulasanalyysin avulla männyn (*Pinus sylvestris* L.) typpi-, fosfori-, kalium- tai magnesiumtalouden tilaa. Tutkimuskohteeksi valittiin magnesiumin puutosta poteva mäntytaimikko.

Käsikirjoituksen ovat lukeneet ja siihen varteenotettu- ja korjausehdotuksia laatineet prof. Erkki Lähde, prof. Eino Mälkönen ja dos. Carl Johan Westman. Englanninkieliset käännökset on laatinut Malcolm Hicks, M.A. Kiitän saamastani tuesta.

hunkin ryhmään kuusi tainta. Yhden neulasvuosikerran omaavia männyntaimia löytyi kuitenkin vain kolme. Taimet olivat kaikissa ryhmissä ulkomuodoltaan normaaleja ja neulas olivat vihreitä. Kustakin puusta kerättiin erikseen kolmen ylimmän oksakiehkuran oksien pääangan eri-ikäiset neulas. Neulasnäytteitä kertyi 15 yksilöstä yhteensä 75 kpl.

Näytteistä analysoitiin Metsäntutkimuslaitoksen Parkanon tutkimusasemalla typpi-, fosfori-, kalium- ja magnesiumpitoisuus Halosen ym. (1983) ohjeiden mukaisesti. Lisäksi kustakin näytteestä määritettiin tuhannen neulasen kuivamassa (105°C, 1 vrk).

## 3. Tulokset ja niiden tarkastelu

Neulasten vanhetessa niiden typpi-, fosfori-, kalium- ja magnesiumpitoisuus pieneni (taulukko 1). Fosfori- ja magnesiumpitoisuuden lasku oli tilastollisesti erittäin merkitsevä ja kaliumpitoisuuden lasku melkein merkitsevä. Sen sijaan typpipitoisuuden lasku ei ollut tilastollisesti merkitsevä. Tuhannen neulasen sisältämät ravinnemäärät eivät käyttäytyneet yhtä johdonmukaisesti kuin ravinnepitoisuudet (taulukko 2). Viro (1955) ja Mälkönen (1974) ovat myös päätyneet samaan tulokseen. Nuorimpien neulasten typpi-, fosfori- ja kaliumpitoisuus kohosi ja magnesiumpitoisuus laski neulasvuosikertojen vähetessä. Typpipitoisuuden kohoaminen neulasvuosikertojen vähetessä oli tilastollisesti melkein merkitsevä ja fosforipitoisuuden kohoaminen merkitsevä. Kaliumpitoisuuksien osalta ei ilmennyt tilastollista eroa. Sen sijaan magnesiumpitoisuuden lasku oli tilastollisesti erittäin merkitsevä. Sama ilmeni myös kaksivu-

taissa neulasissa (taulukko 1), joskaan erot eivät olleet tilastollisesti merkitseviä. Oksakiehkuran asemalla ei todettu olevan tilastollisesti merkitsevää vaikutusta ko. ravinnepitoisuuksiin. Nuorimpien neulasten ravinnepitoisuudet osoittivat, että osa taimista kärsii magnesiumin puutteesta (Baule ja Fricker 1967, Bergmann 1983, Bosch ym. 1983, Schulze ja Küppers 1985).

Neulasvuosikertoja taimissa oli sitä vähemmän mitä ankarampi magnesiumin puutos vallitsi. Ankarimman puutoksen vallitessa magnesiumin siirrosta huolimatta nuorimpien neulasten magnesiumpitoisuus oli varsin alhainen. Ravinnepitoisuudet osoittivat, että taimien joutuessa puutostilan vuoksi siirtämään magnesiumia vanhemmista neulasista nuorempiin, samalla siirtyi myös typpeä, fosforia ja kaliumia. Tästä olivat osoituksena näiden ravinteiden pitoisuuksien kohoaminen nuorimmissa neulasissa neulasvuosikertojen

Taulukko 1. Yksi, kaksi ja kolme neulasvuosikertaa omaavien taimien eri-ikäisten neulasten ravinnepitoisuudet latvuksen eri osissa.

Table 1. Nutrient concentrations in needles of different ages from different parts of the crown of saplings carrying one, two or three needle year classes.

Ravinne Nutrient	Oksakiehkuran no. No. of branch whorl	Neulasvuosikertojen lukumäärä Number of needle year classes								
		1			2			3		
		Neulasten ikä vuosina Age of needles, years								
		1	2	3	1	2	3	1	2	3
N %	1	1,45			1,39			1,28		
	2	1,38	-		1,39	1,14		1,30	1,21	
	3	1,34	-	-	1,40	1,31	-	1,32	1,27	1,24
P ‰	1	1,67			1,74			1,54		
	2	1,62	-		1,75	1,36		1,51	1,28	
	3	1,53	-	-	1,43	1,42	-	1,45	1,24	1,26
K ‰	1	5,74			5,64			5,49		
	2	5,67	-		5,83	5,39		5,42	4,59	
	3	5,61	-	-	5,65	4,97	-	5,76	4,77	4,00
Mg ‰	1	0,29			0,45			0,52		
	2	0,29	-		0,48	0,26		0,49	0,35	
	3	0,29	-	-	0,45	0,27	-	0,50	0,35	0,31

Taulukko 2. Tuhannen neulasen sisältämät ravinnemäärät (mg) eri-ikäisissä neulasissa latvuksen eri osissa yksi, kaksi ja kolme neulasvuosikertaa omaavissa taimissa.

Table 2. Amounts of nutrients (mg) contained in one thousand needles of different ages from different parts of the crown of saplings carrying one, two or three needle year classes.

Ravinne	Oksakiekuran no.	Neulasvuosikertojen lukumäärä									
		1			2			3			
		Neulasten ikä vuosina									
Nutrient	No. of branch whorl	1	2	3	1	2	3	1	2	3	
N	1	195			199				182		
	2	190	—		148	231			166	232	
	3	179	—	—	185	221	—		169	216	128
P	1	22,5			25,0				21,9		
	2	22,3	—		18,6	27,5			19,3	24,6	
	3	20,4	—	—	18,9	23,9	—		18,6	21,1	13,0
K	1	77,3			80,9				77,9		
	2	78,1	—		61,9	109,2			69,1	88,0	
	3	74,8	—	—	74,5	83,7	—		73,7	81,1	41,2
Mg	1	3,90			6,95				7,38		
	2	3,93	—		5,10	5,27			6,25	6,71	
	3	3,87	—	—	5,94	4,55	—		6,40	5,95	3,20

Taulukko 3. Neulasten ravinnepitoisuuksien variaatiokertoimet (%) eri-ikäisten neulasten osalta latvuksen eri osissa yksi, kaksi ja kolme neulasvuosikertaa omaavissa taimissa.

Table 3. Coefficients of variation (%) in nutrient concentrations for needles of different ages from different parts of the crown of saplings carrying one, two or three needle year classes.

Ravinne	Oksakiekuran no.	Neulasvuosikertojen lukumäärä									
		1			2			3			
		Neulasten ikä vuosina									
Nutrient	No. of branch whorl	1	2	3	1	2	3	1	2	3	
N	1	7,6			7,2				9,4		
	2	3,6	—		7,9	11,4			6,2	10,7	
	3	9,0	—	—	7,1	6,9	—		6,8	11,0	8,9
P	1	7,8			15,5				7,8		
	2	8,0	—		13,7	18,4			7,9	7,0	
	3	5,2	—	—	28,7	14,8	—		8,3	9,7	11,9
K	1	4,7			13,7				15,8		
	2	6,7	—		13,0	8,9			14,9	8,3	
	3	12,1	—	—	11,2	10,9	—		11,6	15,5	13,3
Mg	1	20,7			24,4				23,1		
	2	20,7	—		31,3	23,1			26,5	31,4	
	3	10,3	—	—	22,2	18,5	—		22,0	34,3	6,5

vähentävä. Siirrosta aiheutuva akkumulaatio oli selvimmän todettavissa ylimmän oksakiekuran neulasissa. Tulokset osoittivat, että tarkasteltavia ravinteita siirtyi samanaikaisesti paitsi vanhemmista neulasista nuorempiin, niin myös alemmista oksakiekuroista ylempiin.

Neulasten ravinnepitoisuuksien variaatiokertoimet vaihtelivat ravinteesta, neulasten iästä ja sijainnista riippuen (taulukko 3). Pienimmät kertoimet olivat tyypellä, korkeimmat magnesiumilla. Typpipitoisuuksien variaatiokerroin vaihteli 3,6 %:sta 11,4 %:iin ja magnesiumipitoisuuksien 6,5 %:sta 31,3 %:iin.

Tulokset osoittivat, että tarkasteltaessa männyn taimien neulasten typpi-, fosfori-, kalium- tai magnesiumipitoisuuksia, tulee tulos-

ten tuloksesta ottaa huomioon neulasvuosikertojen lukumäärä. Puun sisäisen ravinnekierron takia näiden ravinteiden puutoksen tai niukkuuden voi todeta varmimmin analysoimalla erikseen yksi, kaksi ja kolme neulasvuosikertaa omaavien taimien ylimmän oksakiekuran neulasia. Tällöin mainituista ravinteista niiden, joista ei ole niukkuutta, pitoisuudet kohoavat neulasvuosikertojen vähentäessä. Sen sijaan ravinteiden, josta on puutetta, pitoisuus pysyy samana tai laskee. Esitetty menetelmä pätee varsinkin silloin, kun puissa ei ole havaittavissa spesifisiä puutosoireita. Ainoastaan ankarat tyypin, fosforin, kaliumin tai magnesiumin puutostilat paljastuvat tarkastelemalla yksistään nuorimpien tai vanhimpien neulasten ravinnepitoisuuksia.

## Kirjallisuus

- Aaltonen, V. T. 1950. Die Blattanalyse als Bonitierungsgrundlage des Waldbodens. Selostus: Lehtianalyysi metsämaan hyvyysluokituksen perusteena. Communicationes Instituti Forestalis Fenniae 37 (8). 41 s.
- 1955. Die Blattanalyse als Bonitierungsgrundlage des Waldbodens. II. Selostus: Lehtianalyysi metsämaan hyvyysluokituksen perusteena. II. Communicationes Instituti Forestalis Fenniae 45 (2). 21 s.
- Baule, H. & Fricker, C. 1967. Die Düngung von Waldbäumen. BLV Bayerischer Landwirtschaftsverlag GmbH, München, Basel, Wien. 259 s.
- Bergmann, W. 1983. Ernährungsstörungen bei Kulturpflanzen. Entstehung und Diagnose. Gustav Fischer Verlag, Stuttgart. 591 s.
- Bosch, C., Pfannkuch, E., Baum, U. & Rehfuess, K. E. 1983. Über die Erkrankung der Fichte (*Picea abies* Karst.) in den Hochlagen des Bayerischen Waldes. Forstwissenschaftliches Centralblatt 102: 167–181.
- Commerford, H. B. 1981. Distributional gradients and variability of macroelement concentrations in the crowns of plantation crown *Pinus resinosa* (AIT.). Plant and Soil 63: 345–353.
- Halonen, O., Tulkki, H. & Derome, J. 1983. Nutrient analysis methods. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 121. 28 s.
- Kaunisto, S. 1982. Development of pine plantations on drained bogs as affected by some peat properties, fertilization, soil preparation and liming. Seloste: Männyn istutustaimien kehityksen riippuvuus eräistä turpeen ominaisuuksista sekä lannoituksesta, muokkauksesta ja kalkituksesta ojitetuilla avosoilla. Communicationes Instituti Forestalis Fenniae 109. 56 s.
- 1985. Lannoituksen, ilman lämpösomman ja eräiden kasvuolosuhteiden ominaisuuksien vaikutus mäntytaimikoiden kasvuun turvemaidella. Summary: Effect of fertilization, temperature sum and some peat properties on the height growth of young pine saplings stand on peatland. Folia Forestalia 616. 27 s.
- Mitchell, H. L. 1935. A method for determining the nutrient needs of shade trees with special reference to phosphorus. Black Rock Forest Pap. I, 1. New York.
- 1936. Trends in the nitrogen, phosphorus, potassium and calcium content of the leaves of some forest trees during the growing season. Black Rock Forest Pap. I, 2. New York.
- & Chandler, Jr. R. F. 1939. The nitrogen nutrition and growth of certain deciduous trees of north eastern United States. Black Rock Forest Pap. I, 2. New York.
- & Finn, R. F. 1935. The relative feeding power of oaks and maples for soil phosphorus. Black Rock Forest Pap. I, 2. New York.
- Mälkönen, E. 1974. Annual primary production and nutrient cycle in some Scots pine stands. Selostus: Vuotuinen primäärituotos ja ravinteiden kiertokulku männikössä. Communicationes Instituti Forestalis Fenniae 84 (5). 87 s.
- Paarlahti, K., Reinikainen, A. & Veijalainen, H. 1971. Nutritional diagnosis of Scots pine stands by needle and peat analysis. Seloste: Maa- ja neulasanalyysi turvemaiden männiköiden ravitsemustilan määrittämisessä. Communicationes Instituti Forestalis Fenniae 74 (5). 58 s.
- Paavilainen, E. 1979. Jatkolannoitus runsastyypisillä rämeillä. Ennakkotuloksia. Summary: Refertilization on nitrogen-rich pine swamps. Preliminary

- results. *Folia Forestalia* 414. 23 s.
- 1980. Effect of fertilization on plant biomass and nutrient cycle on drained dwarf shrub pine swamp. Seloste: Lannoituksen vaikutus kasvi-biomassaan ja ravinteiden kiertoon ojitetulla isovarpuisella rämeellä. *Communicationes Institutii Forestalis Fenniae* 98 (5). 71 s.
- & Simpanen, J. 1975. Tutkimuksia typpilannoituksen tarpeesta Pohjois-Suomen ojitetuilla rämeillä. Summary: Studies concerning the nitrogen fertilization requirements of drained pine swamps in North Finland. *Communicationes Institutii Forestalis Fenniae* 86 (4). 70 s.
- Raitio, H. 1981. Pääravinlannoituksen vaikutus männyn neulasten rakenteeseen ja ravinnepitoisuuksiin ojitetulla lyhytkorsinevalla. Summary: Effect of macronutrient fertilization on the structure and nutrient content of pine needles on a drained short sedge bog. *Folia Forestalia* 456. 10 s.
- Ryan, D. F. & Bormann, F. H. 1982. Nutrient resorption in northern hardwood forests. *BioScience* 32: 29–32.
- Salisbury, F. B. & Ross, C. W. 1985. *Plant physiology*. Wadsworth Publishing Company, Belmont, California. 540 s.
- Schulze, E. D. & Küppers, M. 1985. Responses of *Pinus silvestris* to magnesium deficiency. Teoksessa: Turner, H. & Tranquillini, W. (eds.) 1985. Establishment and tending of subalpine forest: research and management. s. 193–196.
- Turner, H. & Tranquillini, W. (eds.). 1985. Establishment and tending of subalpine forest: research and management. Proc. 3rd international workshop, IUFRO projekt group P 1.07–00 3.–5. Sept., 1984, Riederalp, Switzerland. *Berichte, Eidgenössische Anstalt für das Forstliche Versuchswesen, Switzerland* No. 270.
- Veijalainen, H. 1977. Use of needle analysis for diagnosing micronutrient deficiencies of Scots pine on drained peatlands. Seloste: Neulanalyysi männyn mikroravinnetilanteen määrittämisessä turvemailla. *Communicationes Institutii Forestalis Fenniae* 92 (4). 32 s.
- Viro, P. J. 1950. Fertilization trials on forest soil. Selostus: Metsämaan lannoituskokeita. *Communicationes Institutii Forestalis Fenniae* 37 (7). 23 s.
- 1955. Investigations on forest litter. Seloste: Metsäkariketutkimuksia. *Communicationes Institutii Forestalis Fenniae* 45 (6). 65 s.

*Total of 26 references*