

JOUKO SIPPOLA, RAIMO ERVIÖ ja TAUNO TARES

MAA- JA NEULASANALYYSIT HAVUPUIDEN KASVUN KUVAAJINA

SOIL AND NEEDLE ANALYSES AS INDICATORS OF TREE GROWTH

Sippola, J., Erviö, R. & Tares, T. 1985: Maa- ja neulasanalyysit havupuiden kasvun kuvaajina. (Soil and needle analyses as indicators of tree growth.) — Suo 36: 69–73. Helsinki.

A comparison of soil and needle chemical analysis in describing tree growth was made using correlation analysis. Nutrient contents in the soil were poorly correlated with tree growth on mineral soils, while needle analysis was found to be more useful in tracing nutrient deficiencies. Plant nutrient contents in the poor types of peat studied correlated rather closely with pine growth but the nutrient contents of needles did not explain the variation in growth to the same degree. This indicates that soil testing may be useful when tracing nutrient deficiencies on poor peat soils. On mineral soils, instead, needle analysis may be preferable.

J. Sippola, R. Erviö, and T. Tares, Institute of Soil Science, Agricultural Research Centre, SF-31600 Jokioinen, Finland.

JOHDANTO

Maasta tehtyä ravinneanalyysiä ns. viljavuusanalyysiä käytetään hyvällä menestyksellä peltojen ravinnetilan määrittämiseen ja lannoitus-suositusten perusteena. Kasvianalyysi sen sijaan on peltoviljelyssä tähän tarkoitukseen vähän käytetty menetelmä. Metsänviljelyssä sitä vastoin neulasanalyysillä on tärkeä merkitys selvitetessä ravinnepuutoksia. Neulasanalyysille on myös luotu tulkinta turvemaiden lannoitustarpeen määrittämiseksi (Veijalainen 1979).

Varsinkin turvemaiden ravinnetilannetta tutkittaessa on tehty vertailuja maa- ja neulasanalyysien välillä niiden keskinäisen käyttökelpoisuuden selvittämiseksi. Tällöin on saatu vaihtelevia tuloksia mm. johtuen käytetyn tutkimusaineiston laadusta (Paarlahti ym. 1971). Maa- ja neulasanalyysin käyttökelpoisuudesta metsänlannoituksen perusteena kivennäismailla sen sijaan on Suomessa vähemmän tietoa.

Tämän tutkimuksen tarkoituksena oli selvittää, kuinka hyvin peltojen ravinnetilanteen analysointiin käytetyn viljavuustutkimusmenetelmän tulokset kuvastavat metsän kasvua kivennäis- ja turvemaidella. Maa- ja neulasanalyysin keskinäistä paremmuutta metsän kasvun ilmaisijana verrattiin myös.

AINEISTO JA MENETELMÄT

Tutkimuksen näyteaineisto kerättiin Uudeltamaalta 60 km säteeltä Helsingistä lokakuussa 1968 kasvukauden päätyttyä. Ajoreitti valittiin satunnaisesti ja näytteet kerättiin reitin varrelle osuneista mäntyä (*Pinus silvestris* L.) tai kuusta (*Picea abies* (L.) Karst.) kasvaneista nuorista metsiköistä, joissa puiden ikä vaihteli 8–42 vuoteen ja pituus 165–420 cm:iin. Neulasnäytteet kerättiin kolmesta puuyksilöstä viimeisen vuosikasvaimen versoista toiseksi ja kolmanneksi ylimmästä oksakiehkurasta. Puiden viiden viimeisen vuosikasvaimen pituudet mitattiin. Maanäytteet kaivettiin näytepuuyksilöiden juurelta yhdistämällä viidestä osanäytteestä. Kivennäismailla otettiin näyte kangashumuksesta ja toinen näyte sen alla olevasta kivennäismaasta 20 cm:n syvyyteen saakka. Turvemailta otettiin yksi 20 cm:n pintaosaa edustava näyte. Aineisto koostuu kaikkiaan 58:sta mäntyä kasvaneesta näytekohdasta. Näistä 44 oli kivennäismaalla ja 14 turvemaalla, joista osa oli ojitettu. Kuusta kasvaneita näytepaikkoja oli 43, jotka kaikki olivat kivennäismailla.

Maanäytteet kuivattiin ja turve sekä kangashumus jauhettiin 2 mm seulan läpi. Moreeninäytteet koostuivat alle 20 mm aineksesta. Näyteistä määritettiin maalaji, happamuus,

johtoluku sekä ravinnepitoisuudet happamalla ammoniumasetaatilla (pH 4.65) uuttaen viljavuusanalyysimenetelmän mukaan (Vuorinen & Mäkitie 1955). Ca ja K mitattiin Kipp & Zonen liekkifotometrillä ja Mg Varian-Techtron AA-spektrofotometrillä sekä fosfori molybdenisnimenetelmällä. Myös hivenaineet Fe, Mn ja Zn mitattiin atomiabsorptiospektrometrillä samasta uutteenä kuin pääravinteet. Myös Viljavuuspalvelu Oy määrittää pääravinteet ko. uuttomenetelmää käyttäen. Hivenravinteiden uuttajana ei menetelmä ole enää käytössä. Koska hapanammoniumasetaatti uuttaa kuparia hyvin niukasti, ei sitä voitu ollenkaan analysoida. Maanäytteiden humuspitoisuus määritettiin dikromaatti- ja kokonaistyyppi Kjeldahlmenetelmällä, samoin neulasten typpipitoisuus. Neulasten Na, K, Ca, Mg, Cu, Fe, Zn ja Mn analysoitiin atomiabsorptiospektrometrillä sekä fosfori kolorimetrisesti.

TULOKSET JA TARKASTELU

Kasvupaikkojen sekä puiden ja niiden neulasten ominaisuudet

Mäntyä kasvavista kivennäismaan näytteenottoaloista 52 % oli puolukkatyyppiä ja sitä ravinteisempia tyyppiä oli 15 %. Nyt kerätyn mäntyä kasvaneiden kivennäismaiden kangashumuksen ravinteisuusluvut olivat keskimäärin korkeampia kuin Urvaksen ja Erviön (1974) huomattavasti laajemman aineiston puolukkatyyppin keskiarvot 1.05 % tyyppiä, 14 mg/l fosforia, 125 mg/l kaliumia ja 598 mg/l kalsiumia (Taulukko 1).

Taulukko 1. Mäntyä ja kuusta kasvaneiden metsiköiden kangashumuksen ja turpeen (0–20 cm) yleiset kemialliset ominaisuudet ja ravinnepitoisuudet. \bar{x} = keskiarvo, R = vaihteluväli.

Table 1. Chemical properties and nutrient contents of raw humus and peat (0–20 cm) growing pine and spruce. \bar{x} = mean, R = range.

		JL				mg/l maata, dried, milled soil						
		pH	10 ⁻⁴ S/cm	Humus %	N %	P	K	Ca	Mg	Fe	Mn	Zn
Mänty Pine												
Kangashumus	\bar{x}	4.44	1.5	54.1	1.14	22.2	159	896	117	10.8	58	11.6
Raw humus	R	3.75–5.48	0.35–2.30	19–78	0.15–1.77	9.2–40.5	73–365	199–2130	28–239	2.1–42.4	2.0–112	2.4–22.1
	n=44											
Turve												
Peat	\bar{x}	3.80	1.1	71.9	0.94	9.5	55	246	73	6.1	3.6	4.3
	R	3.43–4.12	0.59–1.46	60–81	0.52–1.78	3.4–11.5	27–134	72–572	28–114	0.5–29.6	1.5–20	1.1–8.5
	n=14											
Kuusi Spruce												
Kangashumus	\bar{x}	4.56	1.6	54.3	1.25	23.4	181	1056	157	14.3	68	10.7
Raw humus	R	3.79–5.73	1.00–2.50	17–74	0.70–2.02	5.2–41.4	87–400	152–2130	49–719	2.1–160	2.1–161	1.6–22.1
	n=43											

Turpeet olivat yhtä puusaturupeeksi luokiteltua näytettä lukuunottamatta rahkaturvetta ja niiden ravinteisuus oli kivennäismaiden kangashumusta heikompi. Ero oli suurin mangaanipitoisuudessa, joka turpeessa oli keskimäärin vain kuudestaostaosa kangashumuksen mangaanin pitoisuudesta. Verrattuna turveaika aikaisemmin analysoidun huomattavasti suuremman ja koko maata edustavan aineiston rahka-tupasvilla ravinteisuusluokan pitoisuuksiin (Paarlahti ym. 1971) oli fosforipitoisuuden keskiarvo nyt analysoidussa vastaavassa ryhmässä yli kaksinkertainen ja kalsiumpitoisuus noin puolet. Metsämaiden hivenravinnepitoisuuksia ei aikaisemmin ole määritetty nyt käytetyllä menetelmällä, joten tuloksia ei voida tältä osin vertailla. Kuusen kasvupaikoilla oli kangashumuksen keskimääräinen ravinteisuus selvästi parempi kuin männyn kasvupaikoilla, kuten näiden puulajien vaatimukset edellyttävätkin. Kuusta kasvavien näytteenottoalojen kangashumuksen typpipitoisuus oli korkeampi kuin Urvaksen ja Erviön (1974) tutkimuksen mustikkatyyppin kangashumuksen typpipitoisuus (1.20 %). Fosforin, kaliumin ja kalsiumin pitoisuudet olivat nyt tutkitussa aineistossa osittain jopa korkeammat kuin OMT:n kangashumuksen ravinteisuusluvut, vaikka pääosa koaloista oli OMT:ä heikompia metsätyyppejä. Kangashumuksen paksuus vaihteli mäntyä kasvavilla kivennäismailla 1–10 cm ja kuusta kasvavilla 1–6 cm. Kangashumuksen paksuuden keskiarvo oli molemmissa ryhmissä sama 3.3 cm. Kangashumuksen alla olevan kivennäismaan lajitekoostumus vaihteli suuresti. Männystä otettiin näytteitä kaikkiaan

Taulukko 2. Männyn ja kuusen ensimmäisen vuoden neulasten ravinnepitoisuudet. \bar{x} = keskiarvo, R = vaihteluväli.

Table 2. The nutrient content of pine and spruce 1st year needles. \bar{x} = mean, R = range.

		% kuiva-ainetta, dry matter				mg/kg				
		N	P	K	Ca	Mg	Fe	Mn	Zn	Cu
Mänty Pine										
Kivennäismaa	\bar{x}	1.43	0.160	0.676	0.267	0.121	75	4 56	51	3.9
Mineral soil n=44	R	1.12–1.77	0.127–0.210	0.55–0.80	0.198–0.485	0.091–0.160	45–153	176–782	36–68	2.5–5.3
Turve Peat										
Turve	\bar{x}	1.23	0.129	0.605	0.233	0.127	68	394	57	3.5
Peat n=14	R	0.85–1.46	0.090–0.211	0.48–0.76	0.145–0.450	0.075–0.179	43–94	238–566	47–81	2.0–4.3
Kuusi Spruce										
Kuusi	\bar{x}	1.31	0.174	0.671	0.419	0.110	63	512	44	3.2
Spruce n=43	R	1.02–1.71	0.116–0.229	0.51–0.94	0.231–0.594	0.082–0.156	40–133	222–1049	25–69	2.2–4.4

kymmeneltä eri maalajilta. Yleisin oli hienohiekka, jota oli yhdellä kolmasosalla näytealoista. Kuusta kasvaneilla näytteenottoaloilla yleisin pohjamaa oli hiekkamoreeni, jota oli neljänneksellä näytealoista. Koska mikään kangashumuksen alla olevasta kivennäismaasta määritetty ravinne ei merkittävästi selittänyt pituuskasvua, ei kivennäismaata ja sen ominaisuuksia käsitellä tämän laajemmin.

Männyn viiden viimeisen vuoden vuosikasvaimista laskettu vuosikeskiarvo oli kivennäismailla 33 cm (vaihtelu 12–50 cm) ja kuusen 30 cm (14–49 cm). Rahkaturpeilla männyn pituuskasvu oli luonnollisesti heikompaa kasvainten vuosittaisen keskipituuden ollessa vain 18 cm (vaihtelu 6–38 cm).

Männyn ja kuusen neulasten ravinnepitoisuuksissa ei ollut selvää eroa (Taulukko 2). Vaikka mänty tulee toimeen karummalla maalla kuin kuusi, oli sen neulasten keskimääräinen typpi-, magnesium-, rauta-, sinkki- ja kuparipitoisuus kivennäismailla suurempi kuin kuusen neulasten. Kaikkein pienimmät pitoisuudet olivat typpeä, rautaa ja sinkkiä lukuunottamatta kuitenkin männyn neulasissa. Turvemaiden kasvaneiden mäntyjen neulasten ravinnepitoisuuksien keskiarvot olivat kivennäismailla kasvaneita selvästi alempia lukuunottamatta magnesiumia ja sinkkiä.

Tutkimusaineiston turvemaiden kasvaneiden mäntyjen neulasten keskimääräiset typpi-, fosfori-, kalsium- ja magnesiumpitoisuudet olivat samaa tasoa kuin vastaavilla turvemaiden Paarlaiden ym. (1971) aineistossa. Sen sijaan kaliumpitoisuudet ovat nyt esitettävässä aineistossa selvästi korkeampia.

Männynneulasten typpipitoisuuden puutosrajana pidetyn 1.2 % alitti 7 % kivennäismaiden aineistosta ja karujen turvemaiden aineistosta 36 %. Kuusen neulasista vastaavan rajan alittavien osuus oli 23 %. Fosforin suhteen puutosrajana pidetyn 0.14 % alitti 14 % kiven-

näismailla ja 57 % turvemaiden kasvaneista männynistä. Kuusiaineistossa vastaava luku oli 12 %. Neulasanalyysin perusteella kaliumin puute ei rajoittanut kasvua, sillä puutosrajana pidettyä 0.35 % ei yksikään näytteistä alittanut.

Maan ja neulasten ravinnepitoisuudet korreloivat keskenään parhaiten turvemaiden (Taulukko 3). Korrelaatio oli kiintein fosforilla, jonka pitoisuus neulasissa useimmin alitti puutosrajan.

Taulukko 3. Maan ja neulasten ravinnepitoisuuksien keskinäinen korrelaatio.

Table 3. The correlation between nutrients in soil and needles.

	Kivennäismaiden kangashumus Raw humus		Turpeet (0–20 cm) Peats
	Mänty Pine	Kuusi Spruce	Mänty Pine
N	0.17	0.15	0.71***
P	−0.09	0.44**	0.93***
K	0.32*	0.54***	0.67**
Ca	0.18	0.31*	0.74**
Mg	0.03	0.32**	0.30
Fe	0.02	−0.12	0.43
Zn	0.07	0.32*	−0.06
Mn	−0.14	0.28*	−0.06

Pituuskasvu ja maan ravinteisuus

Mikään määritetyistä maaperän ominaisuuksista ei selittänyt merkittävästi kuusen pituuskasvua. Myöskään männyn kasvu kivennäismailla ei näyttänyt kovin suuresti riippuvan maaperän ravinteisuudesta, koska vain kangashumuksen magnesium- ja kalsiumpitoisuudet olivat merkittäviä selittäjiä (Taulukko 4). Puuston kasvun ja maaperän kangashumuserroksen ravinteiden välisiä vuorosuhteita ei Suomessa ole esitetty. Sen sijaan Ilvessalo (1923) ja Viro (1951) ovat verranneet kasvua kivennäismaakerroksen (0–20 ja 0–30 cm) ra-

Taulukko 4. Maan ja neulasten ravinnepitoisuuksien sekä puiden vuosien 1964–68 pituuskasvun väliset korrelaatiokertoimet.

Table 4. The correlation between tree growth and the nutrient contents of soil and needles.

	Maa-analyysi <i>Soil analysis</i>		Neulasanalyysi <i>Needle analysis</i>					
	Kivennäismaat <i>Mineral soils</i>		Turvemaat <i>Peats</i>		Kivennäismaat <i>Mineral soils</i>		Turvemaat <i>Peats</i>	
	Mänty <i>Pine</i> <i>n=44</i>	Kuusi <i>Spruce</i> <i>n=43</i>	Mänty <i>Pine</i> <i>n=14</i>	Mänty <i>Pine</i> <i>n=44</i>	Kuusi <i>Spruce</i> <i>n=43</i>	Mänty <i>Pine</i> <i>n=14</i>		
N	0.22	-0.12	0.91***	0.51***	0.04	0.70**		
P	0.09	0.13	0.13	0.37***	-0.06	0.36		
K	0.18	0.04	0.64**	0.12	-0.11	0.56*		
Ca	0.25*	-0.03	0.89***	-0.01	-0.30*	-0.28		
Mg	0.35**	-0.02	0.83***	-0.19	-0.30*	0.24		
Zn	-0.03	0.18	0.13	-0.38**	-0.04	-0.39		
Fe	0.03	-0.16	0.60*	0.18	0.29*	0.49*		
Mn	0.08	-0.01	0.23	-0.32*	-0.34*	-0.35		
Cu	-	-	-	0.14	0.00	0.60*		

vinteisuuteen. Ilvessalo totesi kuutiometreissä hehtaarille lasketun vuotuisen kasvun korreloivan parhaiten maasta 0.2 M suolahapolla uutuvan typen kanssa ja lisäksi vain kalsium oli merkitsevä selittäjä. Viron tutkimuksessa, jossa metsämaan tuottoa mitattiin männikön valtapuiden pituudella 60-vuotisina, vaihtuvan kalsiumin ($r=0.85$) jälkeen maan laktaattiliukoinen fosfori ($r=0.74$) korreloi toiseksi parhaiten männyn valtapituuden kanssa. Magnesium vastoin nyt saatuja tuloksia korreloi Viron aineistossa heikommin ($r=0.53$) kuin typpi ($r=0.61$) ja kalium ($r=0.60$).

Turvemailla maan ravinnepitoisuudet selittivät paremmin männyn pituuskasvua kuin kivennäismailla, mikä saattaa johtua turpeiden selvästi kivennäismaita alemmasta ravinteisuudesta (Taulukko 4). Korkein selitysaste, 83 %, oli turpeen kokonaistyyppipitoisuudella. Myös kalsiumin ja magnesiumin selitysasteet olivat korkeat, 79 ja 69 %. Tilastollisesti merkitsevästi vaikuttivat männyn pituuskasvuun turvemailla myös johtoluku sekä kalium- ja rautapitoisuudet.

Pituuskasvu ja neulasten ravinnepitoisuus

Neulasten typpipitoisuus selitti paremmin kuin niiden muut ravinteet männyn pituuskasvua (Taulukko 4). Turvemailla neulasten typpipitoisuus selitti yksinään 49 % männyn pituuskasvusta. Typen lisäksi olivat turvemailla myös neulasten kupari-, kalium- ja rautapitoisuudet merkitseviä pituuskasvun selittäjiä. Kivennäismailla olivat männyn neulasten typpi-

fosfori-, sinkki- ja mangaanipitoisuudet merkitseviä kasvun selittäjiä. Pituuskasvun sekä sinkki- ja mangaanipitoisuuden välinen vuoro-suhte oli kuitenkin negatiivinen siten, että pituuskasvun ollessa suuri neulasten sinkki- ja mangaanipitoisuudet olivat pienet. Kuusen neulasten kalsiumin, magnesiumin ja mangaanin pitoisuudet olivat negatiivisissa vuoro-suhteissa pituuskasvun kanssa ja selvitysasteet olivat 9, 9 ja 11 % (Taulukko 4). Neulasten rautapitoisuuden lisääntyessä myös pituuskasvu oli suurempi ja rauta selitti 8 % sen vaihtelusta.

Turvemaiden mäntyjen neulasten typpipitoisuus oli tässä rahkaturpeita sisältävässä aineistossa tärkeämpi selittäjä kuin Paarladden ym. (1971) monen tyyppisiä turvemaita käsitteävässä tutkimuksessa, jossa typpi selitti 4 % pituuskasvusta. Sen sijaan fosforin merkitys oli samaa suuruusluokkaa sekä tässä että edellä mainitussa tutkimuksessa. Koska nyt tehdyn tutkimuksen turveaineisto oli hyvin pieni ja se oli kerätty verraten suppealta alueelta, eivät tulokset ole täysin vertailukelpoisia.

Maa- ja neulasanalyysit havupuiden kasvuedellytysten ilmaisijoina

Saadut tulokset osoittavat, että männyn ja kuusen pituuskasvun sekä kangashumuksen ja sen alla olevan kivennäismaan happamaan ammoniumasetaattiin liukoisten ravinteiden määrien välillä ei ollut kovin kiinteää riippuvuutta. Vain kangashumuksen magnesium- ja kalsiumpitoisuudet olivat mäntyaineistossa merkitseviä selittäjiä. Siten ei peltoviljelyssä käytetystä viljavuusanalyysistä näyttäisi olevan paljонkaan hyötyä etsittäessä havupuiden kas-

vuun vaikuttavia ravinnepuutoksia kivennäis-
mailla.

Sen sijaan neulasanalyysi näyttäisi korrelaatiokertoimien perusteella olevan maa-analyysiä parempi männyn kasvuedellytysten osoittaja. Kuusen kasvuedellytyksistä ei maasta eikä neulasista tehty ravinnemääritys anna tämän aineiston mukaan selkoa. Rahkavaltaisilla turpeilla, joiden ravinteisuus on kivennäismaita heikompi, ei neulasanalyysi osoittautunut maa-analyysin veroiseksi, sillä maan ravinnepitoisuudet korreloivat yleensä paremmin pituuskasvun kanssa kuin neulasten pitoisuudet. Ero oli tilastollisesti merkitsevä kalsium- ja

magnesiumpitoisuuksien osalta.

Turpeen typpi-, kalsium- ja magnesium- ja rautapitoisuudet olivat merkitsevästi parempia pituuskasvun selittäjiä kuin kangasmaiden humuksen vastaavat pitoisuudet. Yksittäiset ravinteet selittivät 37–83 % pituuskasvusta. Tämä turpeilla nyt todettu, tosin pieneen aineistoon perustuva, maa-analyysin neulasanalyysiä parempi sopivuus männyn kasvuedellytysten arvioimiseen poikkeaa Paarlahaan ym. (1971) ojitetuilla ja osaksi lannoitetuilla soilla saamista tuloksista, joiden mukaan turpeesta tehtyä analyysiä ei suositeltu.

KIRJALLISUUS

- Ilvessalo, Y. 1923: Ein Beitrag zur Frage der Korrelation zwischen den Eigenschaften des Bodens und dem Zuwachs des Waldbestandes. — Acta For. Fennica 25: 1–31.
- 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.) — Commun. Inst. For. Fenniae 74(5): 1–58.
- Urvas, L. & Erviö, R. 1974: Metsätyypin määrittäminen maalajin ja maaperän kemiallisten ominaisuuksien perusteella. (Summary: Influence of the soil type and the chemical properties of soil on the determining of the forest type.) — J. Sci. Agr. Soc. Finland 46: 307–319.
- Veijalainen, H. 1979: Neulasanalyysi ja sen tulkinta erityisesti turvemaiden mäntypuustojen lannoitusturpeen määrittämisessä. — Metsäntutkimuslaitoksen suontutkimusosaston tiedonantoja 10/1979: 1–6.
- Viro, P. J. 1951: Nutrient status and fertility of forest soil. (Seloste: Metsämaan ravinnesuhteet ja viljavuus.) — Commun. Inst. For. Fenniae 39(4): 1–54.
- Vuorinen, J. & Mäkitie, O. 1955: The method of soil testing in use in Finland. (Seloste: Viljavuustutkimuksen analyysimenetelmästä.) — Agrogeol. Publ. 63: 1–44.

SUMMARY

SOIL AND NEEDLE ANALYSES AS INDICATORS OF TREE GROWTH

Soil testing is extensively used to determine the fertility of agricultural soils. Needle analysis has been the major means for diagnosing nutrient deficiencies of growing forest. This study compares the usefulness of these two methods as indicators of tree growth.

The sample material of the study consisted of 44 mineral soil sites of Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) and 43 of Norwegian spruce (*Picea abies* (L.) Karst.). Peat was the soil material on 14 pine sampling sites. Sampling was done in October when the growing period was over. For analysis the soil samples were dried and peat and raw humus were passed through 2 mm sieve. The increase in height during the last five years was used as an indicator of growth. Soil analysis was done according to the acid ammonium acetate (pH 4.65) soil testing method used in Finland (Vuorinen & Mäkitie 1955). Micronutrients were also determined from the same extract.

The growth of the pine was poor on peats and needle nutrient element contents were also lower than those of mineral soils (Tables 1 and 2). With respect to the nitrogen content of the

needles, 36 % of the peat grown pines did not reach the deficiency limit of 1.2 %. In the case of phosphorus, the respective percentage not reaching the limit of 0.14 % was 57. Of the pine and spruce trees grown on mineral soils in only 10 % of the cases the respective limit was not reached.

In the case of the peat soils, total N, ammonium acetate (pH 4.65) extractable Ca, Mg, K and Fe correlated significantly with pine growth (Table 4). For the mineral soils, soil factors were of minor importance in explaining tree growth, and only Ca and Mg correlated significantly. Needle contents of these two elements did not significantly correlate with growth, but N and P contents showed significant positive correlations.

The results obtained indicate that both soil and needle analyses poorly describe the growth of spruce on mineral soil. For pine it is concluded that soil analysis could be useful in tracing nutrient deficiencies on poor peat soils, but on mineral soils needle analysis may be more suitable.