

SUOPURSUM EKOLOGIESTA, ERITYISESTI HIVENAINETALOUDESTA

TRACE METAL DISTRIBUTION IN LEDUM PALUSTRE

JOHDANTO

Suopursu (*Ledum palustre*) kuuluu soitemme yleisimpiin kasvilajeihin. Se on runsaimmillaan isovarpuisilla rämeillä ja korpisrämeillä, mutta esiintyy paikoin valtavarpuina myös rahkarämeiden tai -nevojen mätäspinoilla (Kuva 1), erityisesti harvan suomännikön luonnehtimilla kasvupaikoilla. Ojituksen jälkeen suopursun kasvu voimistuu ja lajin peittävyys lisääntyy useimmilla karuilla rämetypeillä, myös sara- eli nevarämeiden ja rahkamättäisten nevojen ojikoilla ja muuttumilla (Sarasto 1962). Tällöin suovarvusto saattaa vakavasti kilpailla ravinteista ja kasvutilasta puuston, nimenomaan männyn taimien kanssa (Sarasto 1964, Sarasto & Seppälä 1977).

Tämän kirjoituksen tarkoituksena on tarkastella eteläsuomalaisilta luonnontilaisilta kasvupaikoilta saatuja analyysituloksia suopursun versojen hivenainepitoisuuksista ja verrata niitä turvealustan keskimääräisiin pitoisuuksiin. Tällä tavoin pyritään selvittämään, rikastuvatko tietyt hivenmetallit suopursun varsiin tai lehtiin, kuten eräissä malminetsintään liittyvissä geokemiallisissa tutkimuksissa on oletettu (Marmo 1955, Salmi 1956). Myös tulokset eri vuosikasvainten metallipitoisuuksista antavat lisätietoa ko. aineiden liikkumisesta kasvissa.

LAJIN LEVINNEISYYSALUE

Suopursun levinneisyys käsittää pääosan mantereisen Euraasian havumetsävyöhykettä ulottuen lännessä suunnilleen Ruotsin ja Norjan rajalle (levinneisyyskartta: Kalliola 1973, s. 119). Laji karttaa mereistä ilmastoa ja puuttuu kokonaan läntisestä Euroopasta, mm. Brittein saarilta. Levinneisyysalueensa pohjoisosissa, esim. Lapissa, suopursu kasvaa myös kangasmetsissä muiden metsävarpujen ohella. *Ledum palustre*-valtaisten isovarpuisten rämeiden esiintyminen loppuu Etelä-Lapissa, mutta pohjoisempanakin lajia tavataan yleisesti Peräpohjolan aapasoilla jänteiden rahkanevoilla ja vaivaiskoivurämeillä samoin kuin Metsä- ja Tunturi-Lapin pounikoilla (Ruuhijärvi 1960: 210, 264), hyvin vähän kuitenkin varsinaisen subalpiinisen tai alpiinisen kasvillisuusvyöhykkeen alueella.

Länsi-Grönlannissa, pohjoisessa Kanadassa, Alaskassa ja Siperiassa tavataan pienikokoisempaa *Ledum decumbensia* (Porsild 1964), joka usein käsitetään tavallisen suopursun alalajiksi (*L. palustre* ssp. *decumbens*). Etelämpänä Pohjois-Amerikan havumetsävyöhykkeen soilla kasvaa verrattain yleisenä kookas *L. groenlandicum* (Smith & Hadley 1974). Sukuna *Ledum* on siis merkittävä sirkumpolaarinen suovarpu.

AINEISTO JA MENETELMÄT



Kuva 1. Kukkiva suopursukasvusto eteläsuomalaisella kohosuolla. Valok. J. Laine.

Fig. 1. *Ledum palustre* on a *S. Finnish raised bog*.

rotrofisilta rahkanevoilta tai harvapuustoisilta rahkarämeiltä seitsemästä eteläsuomalaisesta kohteesta: 1. Mäntsälän Kilpisuolta, 2. Janakkalan Suurisuolta, 3. Pernán Pälbölestä, 4. Kouvolan Haukkasuolta, 5. Tammelan Torrnsuolta, 6. Kirkkonummen (Porkkalan) Stormosselta ja 7. Perniön Punassuolta.

Kustakin kohteesta otettiin kokoomänäyte suopursun ilmaversoja n. 20 × 20 m:n alalta *Sphagnum fuscum* -mätäspinoilta (välttämällä siellä täällä esiintyvien mäntyjen suoranaista latvuspeittoa). Laboratoriossa leikattiin neljä vuosikasvainta (1974—77), ja kahdesta nuorimmasta erotettiin lehdet ja varret. N. 1.5—2 g erät +60°C:ssa kuivattuja näytteitä poltettiin +450°C:ssa ja punnitsemalla hehkutusjäännös saatiin tuhka-%. Tuhka uutettiin lämpölevyllä upokkaissa väkevään suolahappoon (10 ml) ja happoliuos laimennettiin suodatuksen yhteydessä deionisoidulla vedellä 50 ml:ksi. Näin saadusta liuoksesta määritettiin viiden metallin (Fe, Mn, Zn, Cu, Pb) pitoisuudet atomiabsorptiolaitteella (Varian Techtron AA-1200, liekkimenetel-

mä) Helsingin Yliopiston Kasvitieteen laitoksen ekologian laboratoriossa. Analysoituista metalleista rauta, mangaani, sinkki ja kupari ovat kasveille välttämättömiä hivenaineita. Tarkastelun ulkopuolelle on jätetty anioneina esiintyvät hivenravinteet molybdeeni ja boori, joiden määrittämiseen atomiabsorptiomenetelmä ei ole riittävän tarkka (Lindsjö & Riekkola 1976).

Tulokset on laskettu tavanomaisen käytännön mukaisesti kasvin kuiva-ainetta kohti (ppm eli mg/kg). Tuhkasta lasketut pitoisuudet — mikä on ollut yleistä geokemiallisissa tutkimuksissa — olisivat biologisesti ja ekologisesti vaikeammin tulkittavia mm. johtuen tuhka-%:n vaihteluista kasvin eri osissa.

IKÄRAKENNE JA KASVU

Suovarpujen vuosirenkaat ovat yleensä selvärajaisia ja siten ilmaversojen ikä on helposti määritettävissä sammalkerroksen pinnalta katkaistuista näytteistä. Keson (1908) Etelä-Hämeessä tutkimassa aineistossa vanhimmat *Ledum*-yksilöt olivat 20—34 v. ikäisiä, yleisimmän iän ollessa 9—11 v. Nyt analysoiduista näytteistä ei systemaattisesti määritetty verson tyven ikää, mutta satunnaisten havaintojen mukaan vaihtelualue oli n. 8—20 v. Paikallista vaihtelua ikärakenteeseen aiheuttaa alustan vertikaalinen kasvu: siellä, missä rahkasammalkerros kasvaa voimakkaasti, varpujen tyvet hautautuvat turpeeseen ja kasvuston ikärakenne nuorentuu. Tähän viittaavia tuloksia on saatu myös Englannin peittosoiden kanervakasvustoista (Forrest & Smith 1975).

Tutkimusaineistossa (kerätty syksyllä 1977) kahden nuorimman vuosikasvaimen pituudet vaihtelivat seuraavasti:

	keskiarvo	vaihteluväli
v. 1977, cm	3.4	2.6—4.0
v. 1976, cm	3.3	2.5—3.6

Tulokset ovat kasvupaikkakohtaisia keskiarvoja; yksittäisten versojen välinen pituuksien vaihtelu on luonnollisesti suurempi. Rahkarämeillä ja -nevoilla, joita tyyppisiä tutkitut kohteet edustavat, suopursun kasvu on selvästi heikompaa kuin esim. isovarpuilla rämeillä.

Suopursun lehtien keski-ikäksi on mainittu kaksi vuotta (Keso 1908). Tutkituissa näytteissä jo toisen vuoden kasvaimen lehdistä oli osa (20—70 %) karissut pois, ja kolmannessa (v. 1975) vuosikasvaimessa oli

keskimäärin jäljellä 0—10 % lehdistä. Kahden nuorimman vuosikasvaimen kuiva-ainejakautuma oli keruuajankohtana seuraavanlainen: 1977 lehdet 43 %, 1977 varret 16 %, 1976 lehdet 19 %, 1976 varret 22 %. Näitä suhdelukuja on käytetty laskettaessa Taulukon 1 painotettuja keskiarvoja.

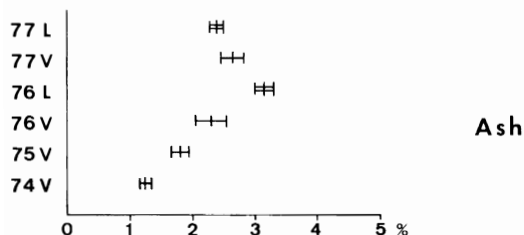
TUHKAPITOISUUS JA PÄÄRAVINTEET

Varsien tuhkapitoisuus pienenee iän mukana nuorimman kasvaimen 2.7 %:sta 4-vuotiaan 1.25 %:n keskiarvoon (Kuva 2), mikä seikka samalla kuvastaa mineraaliravinteiden suurempaa osuutta kasvavissa verson osissa. Etenkin kalium ja fosfori ovat tavallisesti keskittyneet nuorimpiin vuosikasvaimiin (Tyler et al. 1973). Kaikissa näytteissä tuhkapitoisuus oli toisen vuoden lehdissä suurempi kuin nuoremmilla lehdissä, mikä lienee yhteydessä aktiiviseen ravinteiden ottoon sekä joidenkin mineraaliainesten (mm. Ca) kertymiseen vanhempiin lehtiin. 3-vuotiaita lehtiä ei niiden pienen määrän vuoksi analysoitu.

Suopursun lehtien pääravinteista ei ole julkaistuja tuloksia käytettävissä, mutta il-maversojen (todennäk. vain varsiosat) ravinne-pitoisuuksiksi Sarasto (1964) on ilmoittanut seuraavat arvot: typpi 0.61 %, kalsium 0.20 %, kalium 0.19 %, fosfori 0.06 %, jotka ovat samaa suuruusluokkaa kuin vastaavat määritykset vaivaiskoivusta ja juolukasta.

METALLIJAKAUTUMAT VERSOISSA

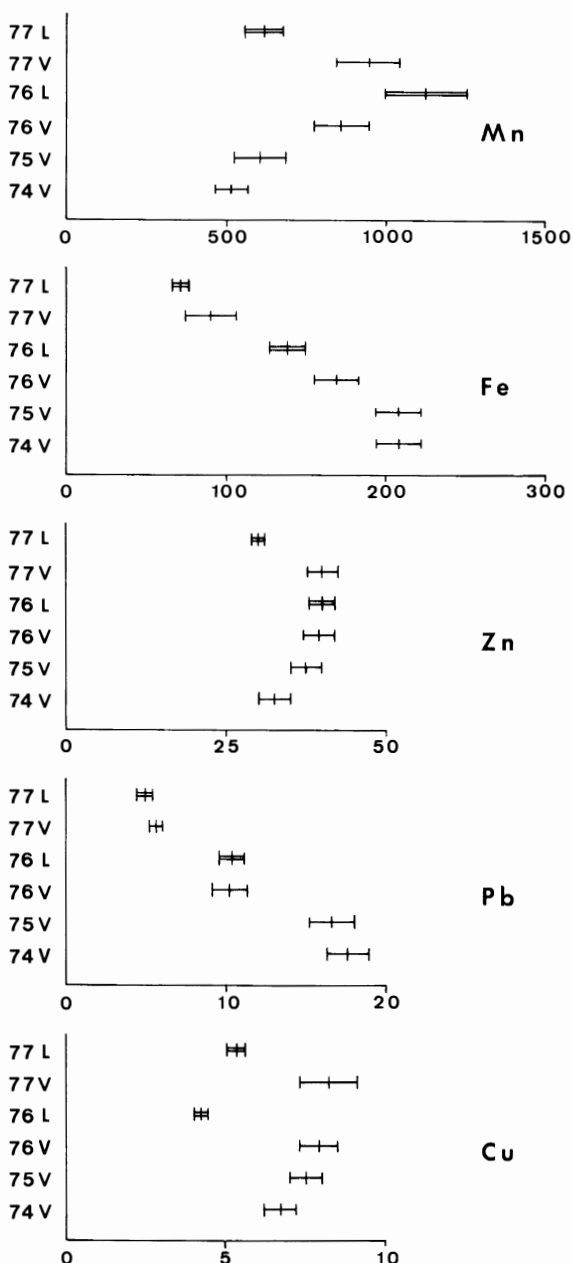
Kuvassa 3 on esitetty eri-ikäisten varsien (1—4 v.) ja lehtien (1—2 v.) hivenainepitoisuudet koko aineiston keskiarvoina.



Kuva 2. Tuhkapitoisuudet suopursun neljässä uusimmassa vuosikasvaimessa (1974-77, L = lehdet, V = varret). Keskiarvot (ja niiden keskivirheet) syksyn 1977 keräyksistä.

Fig. 2. Ash content (% dry weight) in the last four years' increments of *Ledum palustre* (L = leaves, V = stems). Means and standard errors indicated for the material collected in the autumn of 1977.

Mangaanin jakautuma osoittaa selvintä korrelaatiota tuhkapitoisuuteen (ja todennäköisesti myös pääravinteisiin): maksimikonsentraatio on toisen vuoden lehdissä ja varsien Mn-pitoisuus vähenee iän mukana.



Kuva 3. Metallipitoisuudet (ppm) suopursun vuosikasvaimissa 1974-77 (L = lehdet, V = varret). Seitsemän kohteen keskiarvot (\pm keskivirheet) syksyn 1977 aineiston mukaan.

Fig. 3. Metal concentrations (ppm dry wt) in the last four years' increments (*L* = leaves, *V* = stems) of *Ledum palustre*. Means and standard errors indicated for the same material as in Fig. 2.

Myös raudan, sinkin ja lyijyn pitoisuudet ovat korkeammat vanhemmissa lehdissä, mutta kuparin määrä vähenee jonkin verran kuluvan vuoden lehtiin verrattuna. Kuparin ja sinkin pitoisuudet varsissa eivät merkittävästi muutu iän mukana (1—4 v.), sitä vastoin rauta- ja lyijypitoisuuksien kasvu kolmen ensimmäisen vuoden aikana on säännönmukaista. Vanhemmissa vuosikasvaimissa (4 v.—) Fe- ja Pb-pitoisuudet eivät kasvane yhtä jyrkästi, mutta ilmeisesti suurimmat arvot olisi saatu kasvin tyveltä.

Maaperästä (= turpeesta ja suvedestä) tapahtuvan aktiivisen tai passiivisen oton ohella on mm. lyijyn kohdalla huomioitava myös suoraan sadevedestä tai ilmakehän kuivalaskeumasta kasvin pinnoille absorboituvat ainemäärät. Yhtenä absorptiokykyyn myötävaikuttavana tekijänä voidaan mainita suopursun lehtien alapintojen ja nuorten varsien ruskea karvapeite. Vanhemmissa varsissa karvapeite ja osa kuorisolukkoa hilseilee pois. Aineiden huuhtoutuminen kuolleesta solukosta ja osaltaan myös puuaineksen tilavuuden suhteellinen kasvu selittävät joidenkin metallien (Mn) ja tuhkapitoisuuden pienenemistä iän mukana.

VERTAILU KASVUALUSTAAAN

Tutkittujen seitsemän kohteen *Ledum*-näytealoilta (20 × 20 m) on kerätty myös *Sphagnum fuscum*-sammal- ja -pintaturvenäytteitä, joista on analysoitu samat alkuaineet kuin suopursusta (Pakarinen 1978). Taulukossa 1 käytetään kasvualustan laatua kuvaavina vertailuarvoina *S. fuscum*-mättäiden 1—5 cm:n syvyydeltä otettujen näytteiden pitoisuuksia. Elävä, vihreä rahkasammalkerros on näytealoilla ollut keskim. 0.5—1.5 cm:n paksuinen, joten 1—5 cm taso edustaa pääosaltaan nuorinta turvekerrostumaa, johon varpujen ylimmät juuret ulottuvat. Koska pintaturve on ombrotrofista ja sen tuhkapitoisuus vain

2—3 % (Pakarinen & Tolonen 1977), voidaan vertailemalla alkuaineiden kokonaispitoisuuksia saada kohtuullisen hyvä käsitys eri metallien rikahtumisesta kasveihin.

Tulokset ovat samansuuntaisia sekä yksittäisillä kasvupaikoilla että koko aineiston keskiarvoja verrattaessa (Taulukko 1). Suhteellisesti eniten kertyy varvustoon mangaania, jonka pitoisuus suopursun nuorimmassa vuosikasvaimissa on keskimäärin yli viisinkertainen alustaan verrattuna. Suopursun kupari- ja sinkkipitoisuudet eivät joihkaan poikkea pintaturpeen arvoista, mutta lyijyä ja rautaa on alustassa 3—6-kertaiset pitoisuudet. Tutkitut hivenmetallit siis rikastuvat suopursuun järjestyksessä Mn > Cu > Zn > Pb > Fe. Vaikka vertailuarvoina käytettäisiin paksummankin pintaturvekerroksen (esim. ylimmän 10 tai 15 cm:n, johon kerrokseen sisältyy valtaosa varpujen elävistä juurista) keskipitoisuuksia, ei ylläesitetty aineiden järjestys muuttuisi, vaan pikemminkin alku- ja loppupään aineiden keskinäiset erot kasvaisivat (ks. Pakarinen & Tolonen 1977, Pakarinen 1978).

VERTAILU MÄNNYN NEULASIIN

Kolmen eteläsuomalaisen kohosuon mäntyjen neulasista on aiemmin julkaistu Suolehdessä Mn-, Zn- ja Pb-määrityksiä (Pakarinen & Mäkinen 1976). Samoin kuin suopursun lehdissä, tapahtuu männyn neulasissa mangaani-, sinkki- ja lyijypitoisuuksien kasvu nuoremmissa vanhempiin (2. vuoden) neulasiin. Todetut mangaanipitoisuudet ovat männyllä keskimäärin vain noin 50 % suopursun lehtien arvoista. Saman aineiston mukaan lyijypitoisuudet männyn neulasissa ovat samaa suuruusluokkaa tai jonkin verran pienemmät, mutta sinkkipitoisuudet suuremmat kuin suopursulla.

Taulukko 1. Suopursun (kahden nuorimman vuosikasvaimen painotetut keskiarvot) ja kasvualustan (*Sphagnum fuscum*-turve 1—5 cm pinnasta) metallipitoisuuksien vertailu. Tulokset ovat tutkittujen 7 kohteen keskiarvoja.

Table 1. Comparison of metal concentrations in *Ledum palustre* (weighted averages of leaves and twigs of two years' increments) and in surface peat (1—5 cm level, mainly composed of dead *Sphagnum fuscum*).

	Mangaani Mn	Rauta Fe	Sinkki Zn	Lyijy Pb	Kupari Cu
A. <i>Ledum palustre</i> , ppm	828	107	35.7	7.2	6.0
B. Pintaturve (peat), ppm	144	613	37.9	22.9	4.4
A/B Pitoisuuksien suhde (concentration ratio)	5.75	0.17	0.94	0.31	1.36

JOHTOPÄÄTÖKSIÄ

Tutkituista metalleista mangaani rikastuu suhteellisesti voimakkaimmin suopursukasvustoihin. Tulos voitaneen yleistää muihinkin kookkasiin suovarpuihin, joiden välillä ei ole todettu merkittäviä eroja Mn-pitoisuuksissa (Small 1972). Alustavan suomalaisen aineiston mukaan myöskään kanervan ja suopursun rauta- ja kuparipitoisuudet eivät vastaavissa versonosissa olennaisesti poikkea toisistaan (Saarikoski 1977). Koska isot varvut ovat karuilla rämeillä ja nimenomaan rämeojikoilla huomattavia biomassan tuottajia, ne todennäköisesti kilpailevat kehittyvän puuston kanssa mm. hivenravinteista. Onko varvuston sitomilla mangaani-, kupari- tai sinkkimäärillä suoraista vaikutusta puuston kasvuun, on vielä tutkimaton kysymys (vrt. Sarasto & Seppälä 1977).

Toisaalta tulokset eivät osoita kuparin tai sinkin rikastuvan huomattavassa määrin turpeesta suopursun versoihin. On siksi kyseenlaista, voidaanko lajia ainakaan turveilla käyttää malmimineraalien geokemiallisessa etsinnässä (vrt. Marmo 1955, Salmi 1956).

Suopursua tuskin kannattaa käyttää myöskään ilmakehän raskasmetallilaskeumien alueelliseen kartoitukseen, sillä lajin kyky absorboida lyijyä on paljon heikompi kuin esim. rahkasammalten (vrt. Pakarinen 1978), ja toisaalta aktiivisella ravinteiden otolla on putkilokasveilla yleensäkin suurempi vaikutus hivenaineiden (Cu, Zn ym.) pitoisuuksiin kuin sammalilla tai jäkälillä.

Esitämme parhaat kiitokset Liisa Saarikoskelle, Sirkka Heikkiselle ja Harri Vasanderille, jotka ovat avustaneet näytteiden käsittelyssä ja kemiallisessa analysoinnissa.

KIRJALLISUUS

- Forrest, G. I. & Smith, R. A. H. 1975: The productivity of a range of blanket bog vegetation types in northern Pennines. — *J. Ecol.* 63: 173—202.
- Kalliola, R. 1973: Suomen kasvimaantiede. — 308 pp., Porvoo.
- Keso, A. 1908: Ueber Alter und Wachstumsverhältnisse der Reiser in Tavastland. — *Acta Soc. Fauna Flora Fenn.* 31(1): 1—49.
- Lindsjö, O. & Riekkola, M. 1976: Atomiabsorptiospektrometria (Instrumenttianalytiikka I, Teknillisten Tieteiden Akatemia). — 409 pp., Vammala.
- Marmo, V. 1955: Ueber die Anwendung von *Ledum palustre* in der biogeochemischen Prospektierung. — *Arch. Soc. Vanamo* 9 suppl.: 170—173.
- Pakarinen, P. 1978: Distribution of heavy metals in the Sphagnum layer of bog hummocks and hollows. — *Ann. Bot. Fennici* 15: 287—292.
- Pakarinen, P. & Mäkinen, A. 1976: Suosammalet, -jäkälät ja männyn neulaset raskasmetallien kerääjinä. — *Suo* 27: 77—83.
- Pakarinen, P. & Tolonen, K. 1977: Pääravinteiden sekä sinkin ja lyijyn vertikaalijakautumista rahkaturpeessa. — *Suo* 28: 95—102.
- Porsild, A. E. 1964: Illustrated flora of the Canadian Arctic Archipelago. — National Museum of Canada Bull. No. 146, 218 pp. Ottawa.
- Ruuhijärvi, R. 1960: Ueber die regionale Einteilung der nordfinnischen Moore. — *Ann. Bot. Soc. Vanamo* 31(1): 1—360.
- Saarikoski, L. 1977: *Ledum palustre* ja *Calluna vulgaris* raskasmetallipitoisuuksien osoittajina rahkarämeillä. — Raskasmetalliekologian kurssin tulomoniste (toim. Mäkinen, A. & Pakarinen, P.) ss. 35—38, Helsingin Yliopiston Kasvitieteen laitos, Helsinki.
- Salmi, M. 1956: Peat and bog plants as indicators of ore minerals in Vihanti ore field in western Finland. — *Bulletin Comm. Geol. Finlande* 175: 1—22.
- Sarasto, J. 1962: Ueber die Klassifizierung der für Walderziehung entwässerten Moore. — *Acta Forest. Fennica* 74(5): 1—57.
- Sarasto, J. 1964: Tutkimuksia ojitettujen soiden varvustosta ja sen vaikutuksesta männyn kylvöihin. — *Suo* 15: 61—68.
- Sarasto, J. & Seppälä, K. 1977: The effect of dwarf-shrub vegetation suppression on pine swamp tree stands. — *Silva Fenn.* 11: 30—41.
- Small, E. 1972: Ecological significance of four critical elements in plants of raised Sphagnum peat bogs. — *Ecology* 53: 498—503.
- Smith, E. M. & Hadley, E. B. 1974: Photosynthetic and respiratory acclimation to temperature in *Ledum groenlandicum* populations. *Arctic and Alpine Res.* 6: 13—28.
- Tyler, G., Gullstrand, C., Holmquist, K.-Å. & Kjellstrand, A.-M. 1973: Primary production and distribution of organic matter and metal elements in two heath ecosystems. — *J. Ecol.* 61: 251—268.

SUMMARY:

TRACE METAL DISTRIBUTION IN LEDUM PALUSTRE

Concentrations of five metals — Mn, Fe, Zn, Pb, Cu — were determined in samples of a common dwarf shrub, *Ledum palustre*, collected from seven S. Finnish raised bogs (between 60 and 61°N) in September-October 1977. The analyses were made separately for the twigs (stems) of last four years and for the leaves of last two years. The material was dry-ashed at 450°C, dissolved in conc. HCl on hot plate, filtered and diluted to 50 ml with deionized H₂O which solution was finally analyzed with an atomic absorption spectrophotometer (Varian Techtron AA-1200).

Ash percentage and manganese showed identical distributions with maximum values on second-year leaves and a decrease of

concentrations in stems with age (Figs. 2 and 3). Also the concentrations of Fe, Zn and Pb (but not Cu) increased from first- to second-year leaves. In stems, there was a fairly regular increase in Fe and Pb levels from first to fourth year, while Zn and Cu changed little or decreased with age (Fig. 3).

Average concentrations in *Ledum* (leaves + stems of last two years) were compared with those in the substrate (*Sphagnum fuscum* peat). The results (Table 1) showed that manganese was the most favoured metal and iron the least. The relative enrichment of metals from the peat substrate to *Ledum* followed the order Mn > Cu > Zn > Pb > Fe.