

METSÄNTUTKIMUSLAITOKSEN
SUONTUTKIMUSOSASTON TIEDONANTOJA

2/1977

Mättäiden rahkasammalten kasvusta Lammin (EH)
Laaviosuon rahkarämeellä

Tapio Lindholm

Helsinki 1977

METSÄNTUTKIMUSLAITOS
1977/3

Mättäiden rahkasammalten kasvusta Lammin (EH)

Laaviosuon rahkarämeellä

Tapio Lindholm

Helsinki 1977

Mättäiden rahkasammalten kasvusta Lammin (EH)
Laaviosuon rahkarämeellä

Luk-työ kasvitieteessä
kevät 1977
Tapio Lindholm

ALKUSANAT

Oheinen biol. yo. Tapio Lindholmin opinnäytetyö LuK-tutkintoa varten kuuluu Metsäntutkimuslaitoksen suontutkimusosastolla vuonna 1973 aloitettuun tutkimusprojektiin "S u o e k o s y s - t e e m i n j a s e n m e t s ä t a l o u d e l l i s e n m u u t t u m a n r a k e n t e e n j a t o i m i n n a n v e r t a i l u". Työssä esitetään eräitä preliminäärituloksia osatutkimuksesta, jonka lopullisena tarkoituksena on luonnontilaisen ja mp-käsitellyn karun rämeen perustuotantodynamiikan analysointi ja mallin laadinta ko. yhdyskuntien kasvibiomassan muutoksista.

Työn tekijät ovat kiitollisuudenvelassa Metsäntutkimuslaitoksen suontutkimusosaston päällikölle prof. Olavi Huikarille ja Lammin Biologisen aseman esimiehelle, apul.prof. Rauno Ruuhijärvelle saamistaan työmahdollisuuksista. Raija Vakkuri ja Maija Tuuri suontutkimusosastolta ovat suorittaneet puhtaaksi piirtämisen ja kirjoitustyön, mistä heille lämmin kiitos.

Helsinki 20.1.1977

työryhmän puolesta

Antti Reinikainen

SISÄLLYS

1.	JOHDANTO	1.
1.1.	Rahkasammalten merkitys suoekosysteemissä	1.
1.2.	Rahkasammalten tuotanto-ominaisuudet	1.
1.3.	Rahkasammalten kasvun mittaamisen menetelmiä	2.
2.	KÄYTETTY MENETELMÄ JA AINEISTON KERUU	3.
2.1.	Tutkimusalue	3.
2.2.	Rahkasammalten pituuskasvunmittausmenetelmä "Reinikainen"	4.
2.3.	Aineiston keruu	6.
3.	TULOKSIA	8.
3.1.	Ympäristömittaukset	8.
3.2.	Sammalten kasvu	9.
3.3.	Sammalten kasvunopeus	10.
3.4.	<u>Sphagnum fuscum</u> in pituuskasvu	11.
4.	TARKASTELU	12.
4.1.	Menetelmästä johtuvat virheet	12.
4.2.	Sammalmittari "Reinikaisen" rajoituksista ja eduista	14.
4.3.	<u>Sphagnum fuscum</u> in kasvun periodisuudesta.....	15.
4.4.	<u>Sphagnum fuscum</u> in kasvunopeudesta	17.
4.5.	Mikrohabitaatin vaikutus kasvuun	17.
4.6.	<u>Sphagnum fuscum</u> in pituuskasvun määrä	18.

KIRJALLISUUS

1. JOHDANTO

1.1 Rahkasammalten merkitys suoekosysteemissä

Suo on autogeenisesti muuttuva ekosysteemi, jossa esim. Etelä-Suomen olosuhteissa tapahtuu runsasta orgaanisen aineen kertymistä. Tämä johtuu suon erikoisista semiterrestisistä olosuhteista, joissa pohjakerroksen tuotannosta vastaavat Sphagnum-lajit ovat merkittävintä tuottajaryhmää. PAKARINEN (1975) on esittänyt turpeen kerrostumisen lausekkeena:

$$A = P - (D_h + D_m + D_d) \pm E - F,$$

jossa: P = nettoperustuotanto, D_h = kasvissyöjien kulutus, D_m = mikrobien kulutus, D_d = maaperäeläinten kulutus, E = orgaanisen aineen eroosio / huuhtoutuminen tai sedimentaatio, F = suopaloissa menetetty orgaaninen aines. Sphagnum-lajit tuottavat suurimman osan kerrostuvasta aineesta. Niiden tuotanto on merkittävää sekä systeemin energiatalouden että edafisten olojen sukkession kannalta.

1.2. Rahkasammalten tuotanto-ominaisuudet

Sphagnum-lajit ovat sopeutuneet kosteisiin ja osittain suorastaan vetisiin olosuhteisiin. Lehtien ja varren hyaliinisolujen avulla Sphagnum-yksilö voi imeä vettä ja sitoa sitä kosteuden säilyttämiseksi. Täten Sphagnum-kasvusto itse vaikuttaa substraattinsa kosteusolosuhteisiin. Sphagnum kasvaa kärjestään ja kuolee vähitellen alapäästään. Tarkkaa rajaa elävän kasvin ja turpeen välille ei niin muodoin voida vetää. Sphagnumin kärjessä on haaratihentymä ja kärkisilmu, jotka yhdessä muodostavat ns. capitulumin. Se suojelee kasvupistettä mm. kuivuuden sattuessa (CLYMO 1973). Capitulumista johtuen kasvusto on pinnasta tihein. Tuotannon määrittämisessä on jatkuva capitulumin muodostus otettava huomioon (CLYMO 1970).

Eri Sphagnum-lajit ovat sopeutuneet erilaisiin ekologisiin olosuhteisiin suolla. Useiden lajien ekologinen amplitudi on varsin kapea. Ravinne-ekologisesti karuimmassa olosuhteissa kasvaa mätätäitää muodostava Sphagnum fuscum, joka on sopeutunut tulemaan toimeen äärimmäisen niukoin, lähinnä sadeveden sisältämien elektrolyyttien varassa ja käyttämään ne tarkoin hyväksi ympäristöstään. Tällöin se joutuu vaihtamaan ne vetyioneihin. Seurauksena on habitatin pH:n laskeminen (MOORE & BELLAMY 1974).

1.3. Rahkasammalten kasvun mittaamisen menetelmiä

Rahkasammalten kasvu on tietenkin kiinnostanut turpeen kasautumisen tutkijoita. Varhaisimmat menetelmät ovat kuitenkin olleet epätarkkoja ja kvantitatiiviseen mittaukseen jokseenkin soveltumattomia. Ne on lisäksi tarkoitettu lähinnä kokonaiskasvun selvityksiin eivätkä tuotantorytmiin mittauksiin. Kirjallisuuskatsauksia tutkimusten edistymisestä ovat tehneet OVERBECK & HAPPACH (1956) ja ILOMETS (1974).

Vanhimmat tutkimukset ovat perustuneet lähinnä ns. vertailukasvi-menetelmään, jossa kasvun määrää on arvioitu sammalten kasvun seurauksena suohon uponneiden muitten kasvien perusteella. Männynjuuriston uponneisuutta ovat käyttäneet tutkimuksissaan mm. BORGGREVE (1889) ja SAARINEN (1933). Trichophorumin tyven sijaintia suossa käytti WEBER (1902, ref, OVERBECK & HAPPACH 1956). Drosera rotundifolian vuosittain syntyvää lehtiruusuketta on käytetty myös (BERTSCH 1925, ref. OVERBECK & HAPPACH 1956). Muitakin kasvilajeja voidaan käyttää vertailukasveina; esim. Polytrichum strictumilla on selvä vuosikasvain, joka jää turpeeseen (HAGERUP & PETERSSON 1960).

Vuosikasvainmenetelmä perustuu Sphagnumissa oleviin kasvun jaksottaisuudesta jääviin tuntomerkkeihin. Näitä ovat pigmenttivaihtelu

varressa (CLYMO 1970), haaratihentymät (HAGERUP & PETERSSON 1960), ja haarautuminen (MALMER 1962) sekä varren mutkat, jotka johtuvat lumen alla painumisesta (CLYMO 1970).

Menetelmiä, jotka perustuvat Sphagnum-yksilöön tai kasvustoon asennettuihin kasvua ilmentäviin merkkeihin on useita. Lankamenetelmässä sidotaan Sphagnum-yksilöön lanka tukipisteeksi (OVERBECK & HAPPACH 1956, ILOMETS 1974). Verkkomenetelmässä asennetaan kasvuston päälle harva nailonverkko (ILOMETS 1974). Metallilankamenetelmä perustuu taitettuun metallilankaan, joka työnnetään sammalmattoon taitettua osaansa myöten (CLYMO 1970). Määrämittaan leikkattujen sammalten käyttäminen kasvumäärityksiin perustuu niitten asettamiseen sammalkasvustoon rei'itetyssä muovisylinterissä - sylinterimenetelmä (OVERBECK & HAPPACH 1956, PEDERSEN 1975)-tai harsokangaspussissa (CHAPMAN 1965), josta ne aika ajoin nostetaan ylös ja leikataan uudestaan määrämittaan.

2. KÄYTETTY MENETELMÄ JA AINEISTON KERUU

Tässä selvityksessä oli tarkoitus saada tietoa karun räme-ekosysteemin Sphagnum-lajien tuotantorytmiikasta ja siihen vaikuttavista tekijöistä. Erityisesti haluttiin keskittyä pohjakerroksen tärkeään tuottajaan, Sphagnum fuscumiin. Vertailun vuoksi mitattiin jonkin verran myös Sphagnum rubellumia.

2.1. Tutkimusalue

Mittaukset suoritettiin Lammin pitäjän, Jahkolan kylän Laaviosuolla (N 61.02, E 24.58). Koska suo on osittain metsänparannuskäsitelty ojituksella ja NPK lannoituksella, valittiin mittausalue suon luonnontilaiselta osalta siten, ettei ojitus- ja lannoitusvaikutusta ollut silminnähden havaittavissa. Laaviosuo on karu Rannikko-Suomen

kermikeidas. Joskin Sisä-Suomen ja Rannikko-Suomen suovyöhykkeiden raja kulkee läheltä Laaviosuota (EUROLA 1962). Keskisiltä osiltaan, jolla mittausalue sijaitsi, suo on kuljuista Calluna-Cladonia-fuscum rahkarämettä. Mättäillä valtalajina on S. fuscum pohjakerroksessa. Kenttäkerroksessa valtavarpuina on Calluna vulgaris, mutta myös Empetrum nigrum on runsas. Mättäiden korkeimmilla osilla kasvaa jäkäliä. Puusto on kituvaa männikköä. Kuljuissa esiintyvät Sphagnum balticum, S. majus ja S. angustifolium.

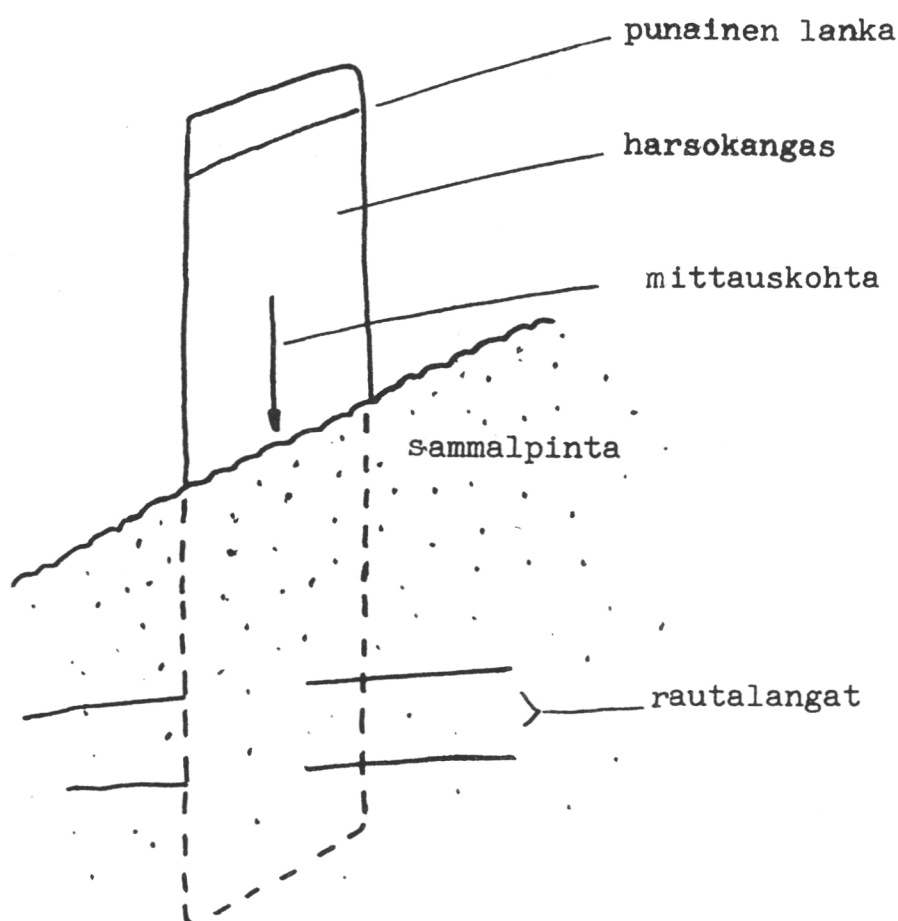
Mittauskohteeksi valittiin eri S. fuscum mättäiltä sammalpintoja lähinnä niiden elinvoimaisimmilta osilta, jotka yleensä ovat mättäiden korkeuden puolivälissä. Mättäiden ylimmissä osissa S. fuscum on kuolevaa ja mättäiden alimmat osat vaihettumisvyöhykettä kosteampiin tasoihin.

2.2. Rahkasammalen pituuskasvunmittausmenetelmä "Reinikainen"

Käytetty Sphagnumin kasvun mittausmenetelmä poikkeaa jossain määrin edellä kuvatuista. Metodilla voidaan mitata tiheässä kasvavien mätäs Sphagnum-lajien pituuskasvua ja sen rytmikkaa. Se kuuluu menetelmiin, jotka perustuvat sammalkasvuston ulkopuolelle asennettavaan merkkiin. Tässä menetelmässä merkki, ns. kasvumittari, on nailonharsokankaasta valmistettu suorakaiteenmuotoinen kappale (n. 3 cm X 15 cm). Kankaan toiseen päähän, n. 0.5 cm päätyreunasta on pujotettu värinsä pitävä punainen lanka (esim. teryleenilanka). Lisäksi mittariin tarvitaan kaksi n. 13 cm pitkää ohutta rautalankaa. Mittarin asennus suoritetaan siten, että terävällä kapea- ja pitkäteräisellä veitsellä tehdään mättääseen varovasti n. 20 cm syvä ja n. 25 cm pitkä viilto. Käsien levitetään viiltoa niin, että harsokangaspala voidaan työntää rakoon pystysuoraan asentoon punaisen langan jäädessä yläosaan. Kangasliuska kiinnitetään alapäästään rautalangoilla turpeeseen, ja siitä jätetään muutama cm sammalpinnan yläpuolelle.

Asennuksen lopuksi painellaan viilto kiinni. Mittauksen kohteeksi vilitaan Sphagnum-yksilö kankaan juurelta ja sen paikka merkitään veteenliukenemattomalla tussilla kankaaseen.

Sphagnumin kasvun mittaus suoritetaan viivaimella mittaamalla punaisen langan ja sammalen capitulumin kärjen välinen etäisyys kankaan ollessa suoristettuna. Mittaustarkkuudessa päästään n. 0.5 mm: Mittaus ei näytä häiritsevän sammalen kasvua ja on toistettavissa. Mittari on käyttökelpoinen kunnes kangasliuska jää kasvavan sammalman sisään. Kaavio sammalmittarista on esitetty piirroksessa 1.



Piirros 1. Rauhkasammalen pituuskasvun mittari "Reinikainen".

2.3. Aineiston keruu

Mittauksia suoritettiin kasvukausina 1975 ja 1976. Osa sammalmittareista asennettiin jo kesän 1974 aikana, osa vasta kesällä 1975. Jälkimmäisiä mitattiin vain kasvukautena 1976.

Vanhemmat mittarit (mittausryhmä A) sijaitsivat kuudessa kohteessa. Kussakin kohteessa oli kaksi mittaria. Nämä kaikki ovat S. fuscum-kasvustoissa. Mittausryhmän B muodostivat uudemmat sammalmittarit. Ne olivat neljässä kohteessa, joista kukin koostui viidestä sammalmittarista. Kohteista kolme oli S. fuscumia ja yksi S. rubelluia. Yksi S. fuscum kohteista otettiin mittaukseen mukaan vasta alkukesällä 1976. Sammalten kasvumittaukset aloitettiin kumpanakin keväänä roudan sulamisen aikaan ja lopetettiin syksyllä, kun pakkaset jäädyttivät suon pinnan. Mittausväli oli n. yksi viikko. Kunakin mittauskertana mitattiin kaikki sammalet peräkkäin (ks. taulukko 1.) mittauksen kestäessä n. 1 h.

Kasvumittausten lisäksi mitattiin monia ympäristötekijöitä, joista tässä on otettu käsiteltäviksi sade ja lämpötila. Sade mitattiin piirtävällä sademittarilla (pluviografi P - 2). Mittari sijaitsi suolla avoimella paikalla muutaman metrin etäisyydellä mitatuista kasvustoista. Lämpötila mitattiin termohygrografilla, joka oli mättäälle maanpinnan tasoon asennetussa ilmastohavaintokojussa. Lämpötila-anturi oli n. 10 cm mättään tason yläpuolella. Ympäristömittaukset kattoivat melkein koko mittausjaksojen ajan.

Taulukko 1

mittaus päivä	A1	A2	A3	A4	A5	A6	B1	B2	B3	B4
1975										
19.5	+	+	+	o	+	+	o	o	o	o
31.5	+	+	+	+	+	+	o	o	o	o
7.6	+	+	+	+	+	+	o	o	o	o
14.6	+	+	+	+	+	+	o	o	o	o
22.6	+	+	+	+	+	+	o	o	o	o
28.6	+	+	+	+	+	+	o	o	o	o
5.7	+	+	+	+	+	+	o	o	o	o
12.7	+	+	+	+	+	+	o	o	o	o
21.7	+	+	+	+	+	+	o	o	o	o
26.7	+	+	+	+	+	+	o	o	o	o
2.8	+	+	+	+	+	+	o	o	o	o
9.8	+	+	+	+	+	+	o	o	o	o
16.8	+	+	+	+	+	+	o	o	o	o
24.8	+	+	+	+	+	+	o	o	o	o
29.8	+	+	+	+	+	+	o	o	o	o
7.9	+	+	+	+	+	+	o	o	o	o
13.9	+	+	+	+	+	+	o	o	o	o
20.9	+	+	+	+	+	+	o	o	o	o
2.10	+	+	+	+	+	+	o	o	o	o
11.10	+	+	+	+	+	+	o	o	o	o
1976										
10.5	+	+	+	+	+	+	+	+	+	o
18.5	+	+	+	+	+	+	+	+	+	o
26.5	+	+	+	+	+	+	+	+	+	o
1.6	+	+	+	+	+	+	+	+	+	o
7.6	+	+	+	+	+	+	+	+	+	o
15.6	+	+	+	+	+	+	+	+	+	o
22.6	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
29.6	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
6.7	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
20.7	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
3.8	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
10.8	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
17.8	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
24.8	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
30.8	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
7.9	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
15.9	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
21.9	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
29.9	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
6.10	o	o	o	o	o	o	+	+	+	+

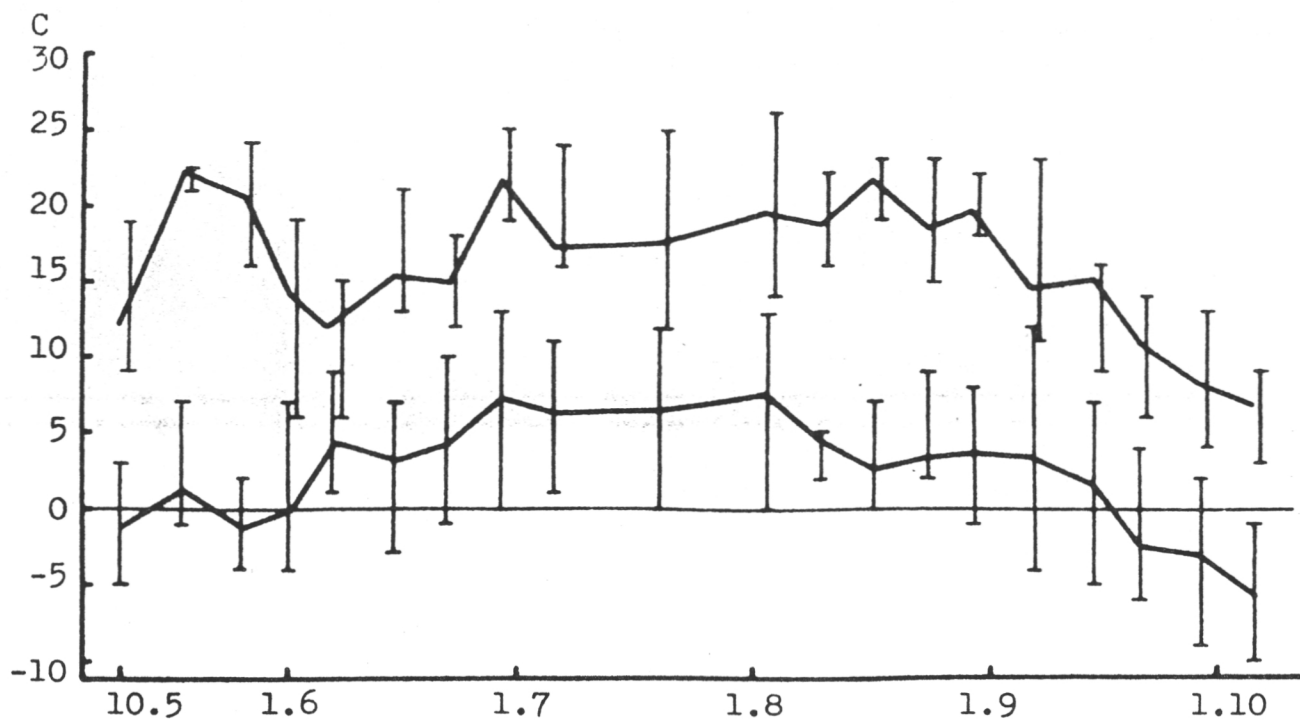
+ = mitattiin
o = ei mitattu

3. TULOKSIA

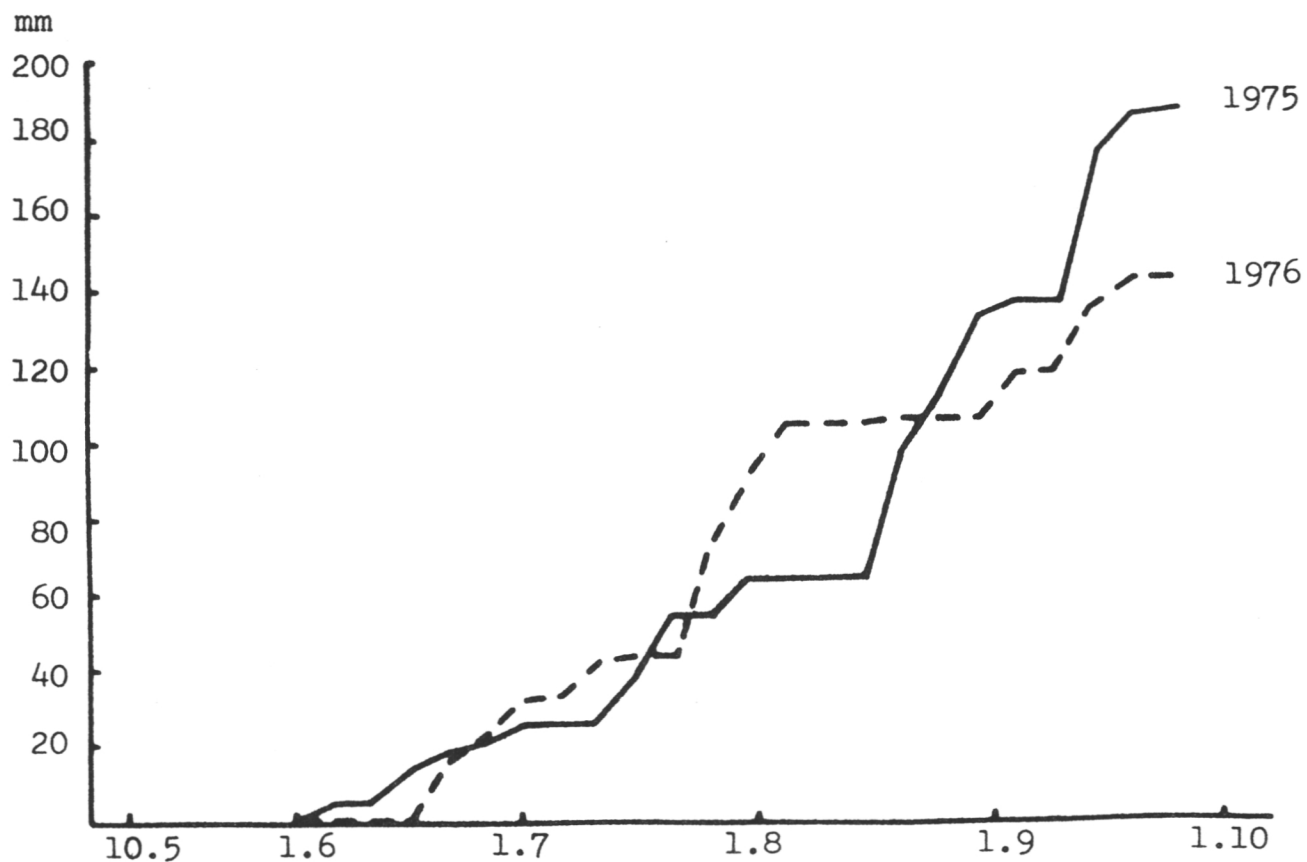
3.1. Ympäristömittaukset

Lämpötilamittaukset kesältä 1976 on esitetty kuvassa 1. Yölämpötilat nousivat keväällä kesäkuun alussa 0°C yläpuolelle. Samoihin aikoihin alkoi roudan sulaminen mättäistä. Joidenkin mättäiden pohjoispuoliskoilla tosin säilyi routalinssejä varsin pitkäänkin. Yöpakkasentonta aikaa kesti kaikkiaan n. kolme ja puoli kuukautta. Kesäkuun yölämpötilat olivat keskimäärin n. 4°C , heinäkuun $6-7^{\circ}\text{C}$ ja elokuun n. 4°C . Syyskuunkin alun lämpötilat pysyivät n. 4°C :ssa, mutta kuun puolivälissä ne laskivat nopeasti muutamaan pakkasasteeseen. Päivälämpötilat nousivat toukokuussa poikkeuksellisen nopeasti ja varsin korkeiksi. Päivälämpötilojen maksimit olivat kuun puolivälissä puolitoista viikkoa yli 20°C . Kesäkuun ensimmäisellä viikolla maksimilämpöjen keskiarvo on vain 12°C . Kuun loppua kohti lämpötilat kohoavat ja kesä-heinäkuun vaihteessa olivat maksimilämpötilat keskimäärin 21°C . Heinä- ja elokuun päivälämpötilat olivat keskimäärin hiukan alle 20°C . Päivittäiset vaihtelut olivat aika suuria. Syyskuun alussa päivälämpötilat laskivat ensin 15°C :een ja sitten tasaisesti alemmaksi, kunnes ne mittausjakson lopussa olivat n. 7°C . Vuoden 1976 keväällä nousi vuorokauden keskilämpötila ensimmäisen kerran yli $+5^{\circ}\text{C}$ 3.5 ja alitti sen syksyllä 8.10. Tämän perusteella määritetyn ilmastollisen kasvukauden pituus on 158 päivää.

Molempien mittauskausien sateitten kertymät on esitetty kuvassa 2. Kesällä 1975 sateet jakautuivat tasaisemmin ja poutakaudet olivat lyhyempiä. Lisäksi kesän 1975 sateet saavuttivat kesän 1976 kokonaiskertymää (142 mm) vastaavan tason jo elokuun lopulla. Kokonaiskertymän enemmyys vuonna 1975 (187 mm) johtuu aivan mittausjakson loppuun sattuneista sateista. Sademittausperiodi kumpanakin vuonna oli 1.6 - 23.9. Sammalmittausjaksojen keskimääräiset päivittäiset



Kuva 1. Kesän 1976 vuorokautisten minimi- ja maksimilämpötilojen keskiarvot sammalmittausajankohtien välisiltä ajoilta sekä (käyrät) niitten korkeimmat ja matalimmat lämpötilat (pylväät).

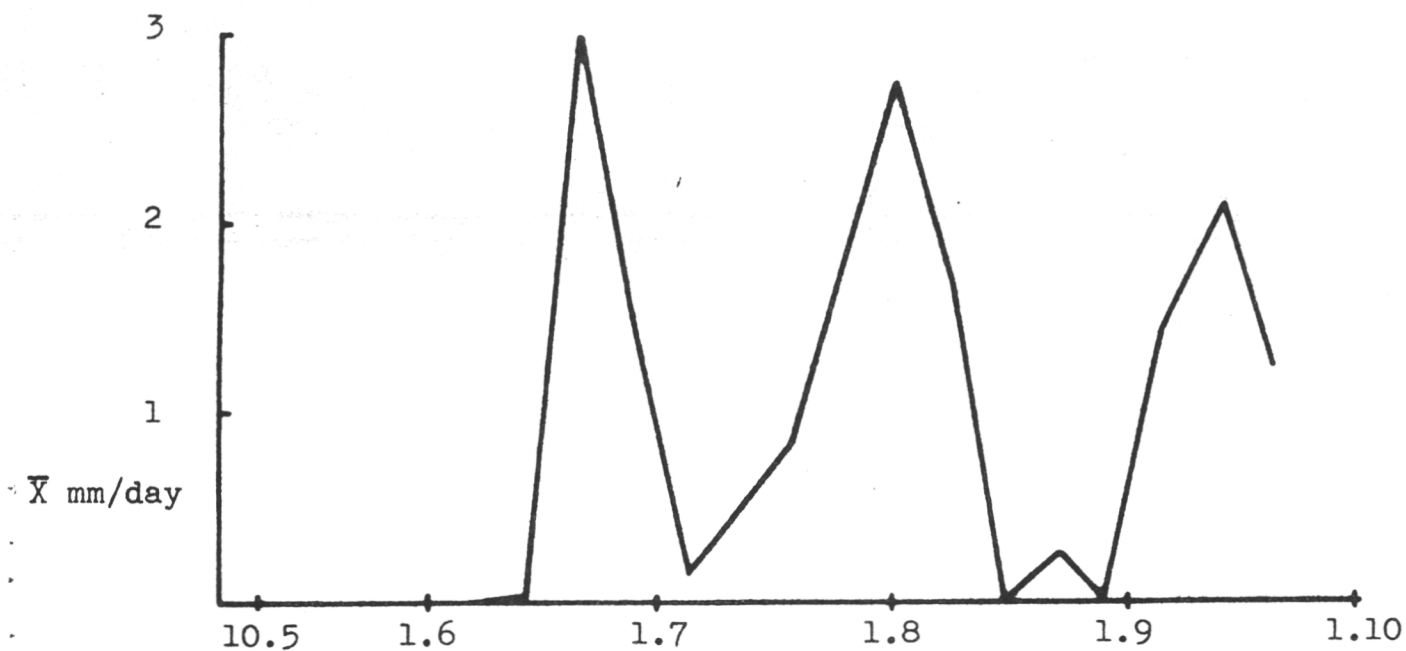


Kuva 2. Kesien 1975 ja 1976 sateitten kertymät, mm, pentadeittain.

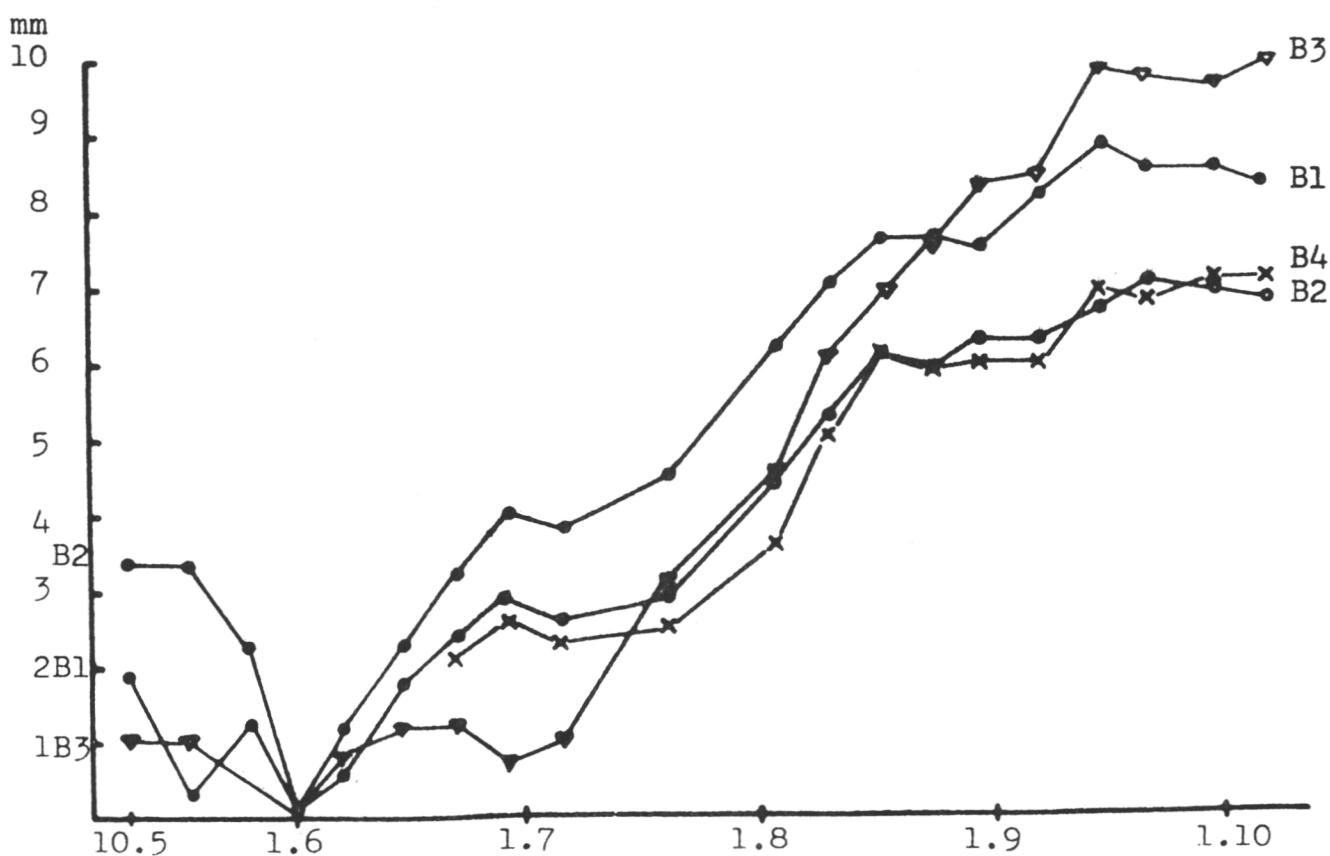
sateet on esitetty kuvassa 3. kesältä 1976. Kesässä on havaittavissa kolme selvää sadekautta. Ensimmäinen oli kesäkuun loppupuolella, sateisin mittausväli oli 15.- 22.6. (\bar{X} 3 mm/vrk). Toinen sadekausi ajoittuu heinä-elokuun vaihteeseen, sateisin mittausväli 20.7.-3.8. (\bar{X} 2.7 mm/vrk). Kolmas sadekausi oli syyskuun alkupuolella, sateisin mittausväli 7.-15.9. (\bar{X} 2.1 mm/vrk). Sadekausien välillä oli pitkiä poutajaksoja, mikä johti kosteuden selviin vaihteluihin suolla.

3.2. Sammalten kasvu

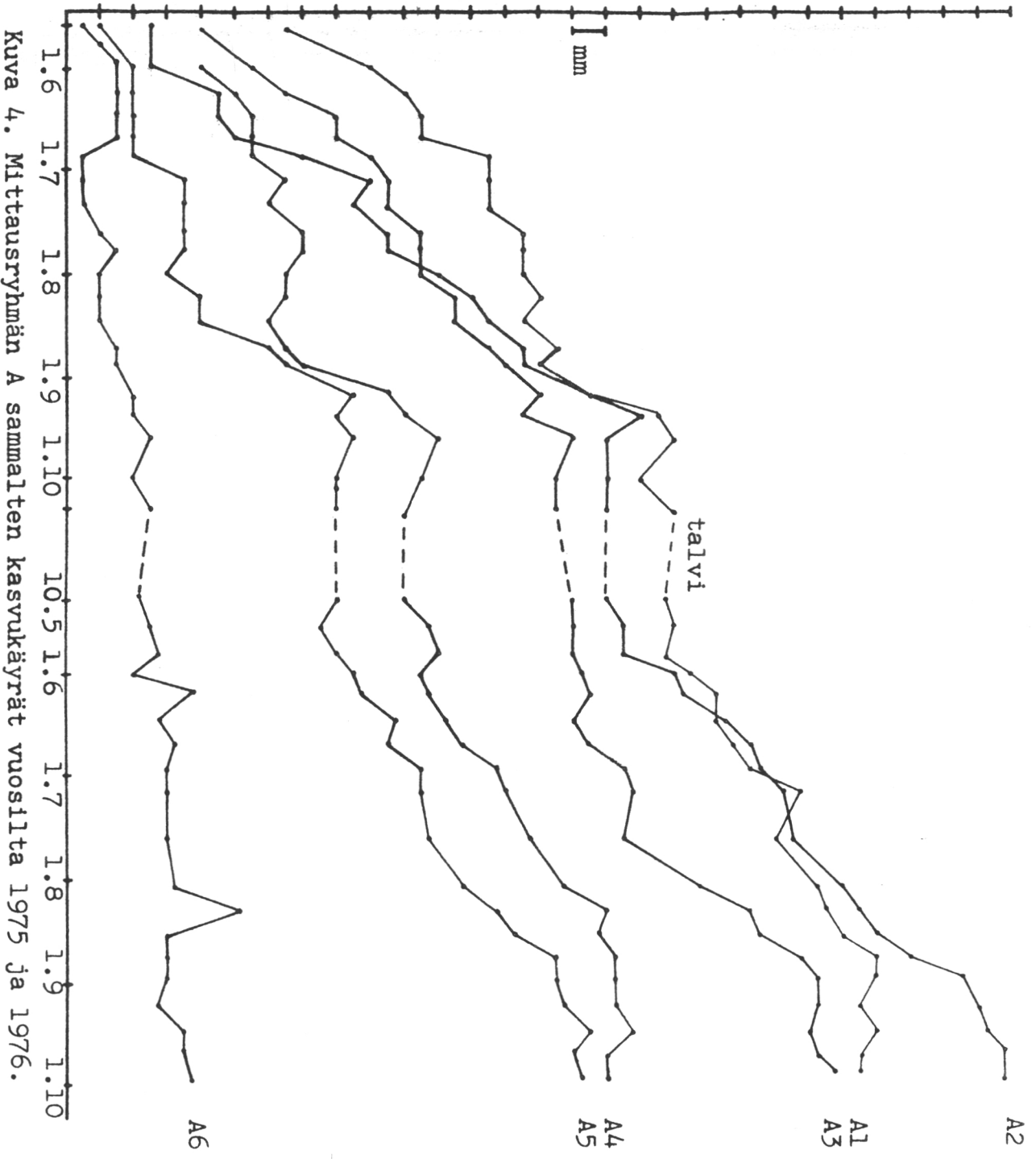
Kasvukausien 1975 ja 1976 aikana mitattujen sammalten (mittausryhmä kasvukäyrät on esitetty mittauskohteittain kuvassa 4. Käyrät ovat keskenään varsin samanmuotoisia. Kohteen A6 S. fuscum kasvu eroaa kuitenkin muista. Kasvusto sijaitsee muita kohteita korkeammalla mättäällä, jossa S. fuscum on selvästi kitukasvuista ja seassa on runsaasti Myliä anomalaa. Perusmuodoltaan kasvun kuvaajat ovat varsi suoria. Tästä trendistä poikkeavat kuitenkin eräät tapahtumat. Selvin tällainen on kesällä 1975 elokuun lopulla tapahtunut kasvun nopeutumisen ja käyrien jyrkentyminen. Samansuuntainen joskin loivempi muutos havaitaan 1976 heinä-elokuun vaihteessa. Useat muutkin poikkeamat ilmenevät eri käyrissä samanaikaisina. Vastaavanmuotoisia ovat sadekertymäkäyrien mutkat. Kasvun alkamis- ja loppumisajankohdat ovat kaikissa mitatuissa kohteissa suurinpiirtein samanaikaisia. Vuoden 1975 kasvun alkamisajankohtaa ei kuitenkaan voida tarkoin määrätä, sillä poikkeuksellisen aikaisesta kesäntulosta johtuen kasvu oli alkanut jo ennen mittausperiodin alkua. Arviolta S. fuscum kasvukausi on alkanut vuonna 1975 n. 12.5. Kasvukausi päättyi 20.9. Näin kasvukausi kesti 131 päivää. Keväällä 1976 kasvu alkoi mittauskohteiden mukaan edellisenä kasvukautena saavutetusta tasosta. Silloin routa sulii alhaisten yölämpötilojen johdosta myöhään ja S. fuscum kasvu alkoi vasta 26.5. Havaintopisteiden välillä on vaihtelua kasvu-



Kuva 3. Sammalmittausjaksojen keskimääräiset päivittäiset sateet (\bar{X} mm/day) kesällä 1976.



Kuva 5. Mittausryhmän B sammalten kasvukäyrät vuodelta 1976.



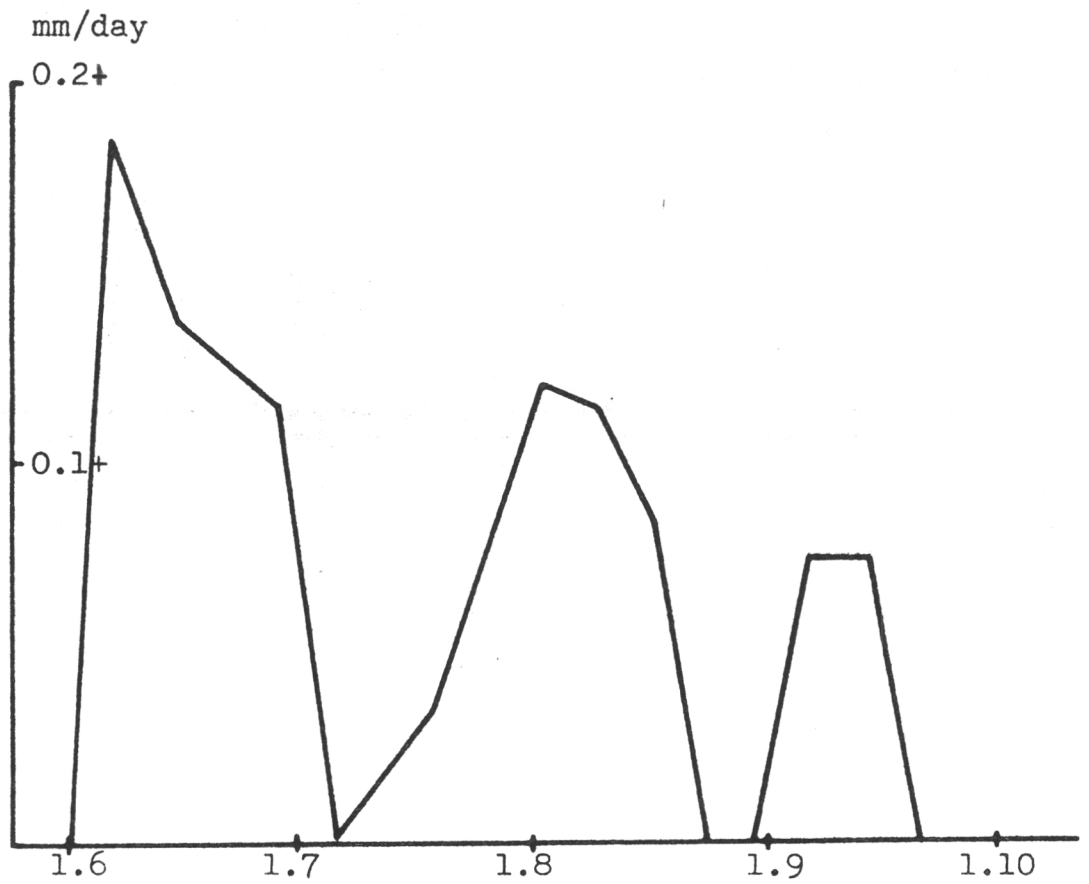
Kuva 4. Mittausryhmän A sammalten kasvukäyrät vuosilta 1975 ja 1976.

alkamispäivämäärien suhteen, mikä johtunee roudan epätasaisesta sulamisesta mättäissä. Kasvukausi päättyi 15.9. Kasvukauden pituudeksi tulee 112 päivää. Vuoden 1976 kasvukausi oli sekä alku-että loppupäästään edellistä kasvukautta lyhyempi. Ilmastollisen kasvukauden pituus 158 päivää on vuonna 1976 huomattavasti pitempi kuin todettu S. fuscumin kasvukauden pituus. Ero painottuu kasvukauden alkuun, syynä lienee mättäiden routa. Kasvukauden lopun ero johtunee yölämpötiloista. Talven aikana ei sammalpinnan tasossa tapahdu muutoksia.

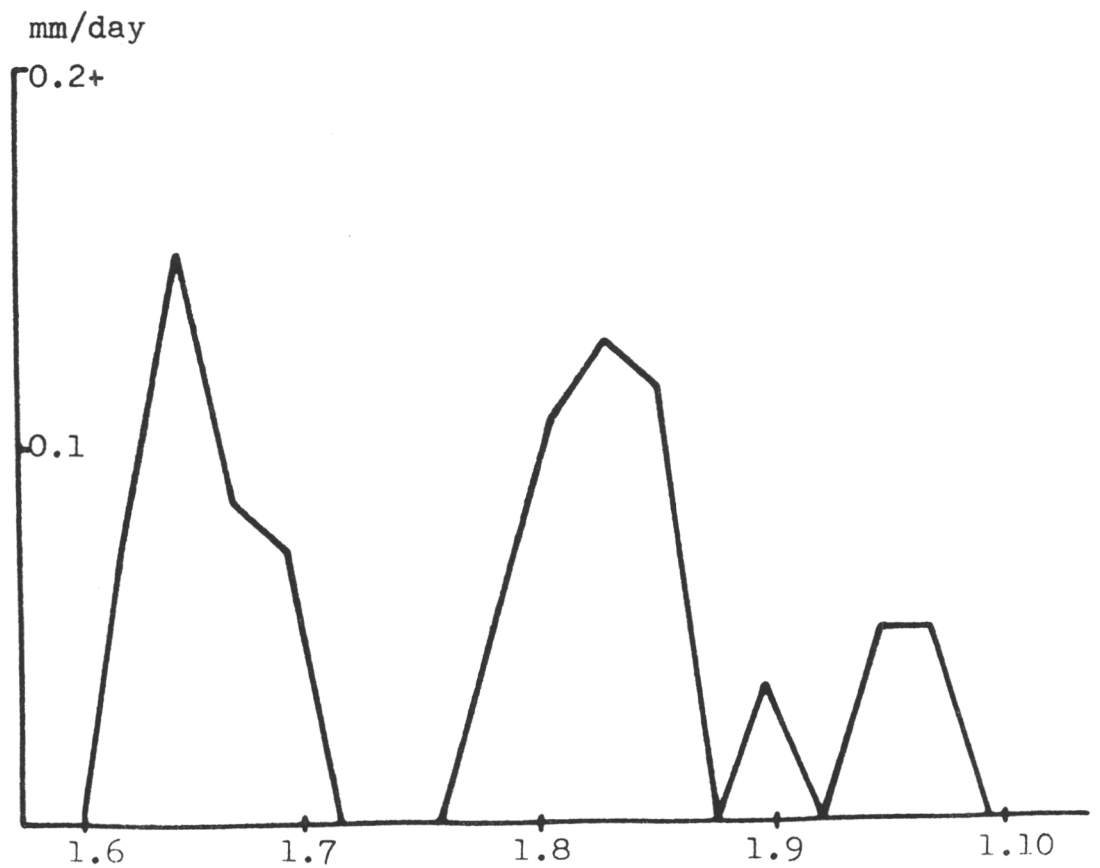
Mittausryhmän B mittaustulokset mittauskohteittain kesältä 1976 on esitetty kasvukäyrinä kuvassa 5. Käyrien muoto on kaikissa tapauksissa samanlainen. Käyrä B2 on viiden S. rubellum- yksilön kasvun keskiarvon kuvaaja. Siinä ei ole havaittavissa eroja S. fuscumin kasvukäyriin B1, B3 ja B4 nähden. Mittausryhmän B kasvukäyrien muoto on sama kuin mittausryhmän A käyrien muoto. Samat mutkat esiintyvät kummissakin. Mutkien ajoittumista lukuunottamatta eivät eri kasvukausien 1975 ja 1976 käyrät eroa toisistaan. Mittausryhmässä B kasvu alkoi 1976 hyvin samanaikaisesti 1.6. ja päättyi kuten mittausryhmässä A 15.9. Kasvukausi oli 106 päivää. Ennen kasvun alkua tapahtunut sammalpinnan lasku johtui roudan sulamisesta ja mittareiden asettautumattomuudesta mättäisiin. Kasvukäyrät eivät eroa kasvukauden alun ja lopun muodoiltaan kasvukauden keskellä olevista käyrien muodoista.

3.3. Sammalten kasvunopeus

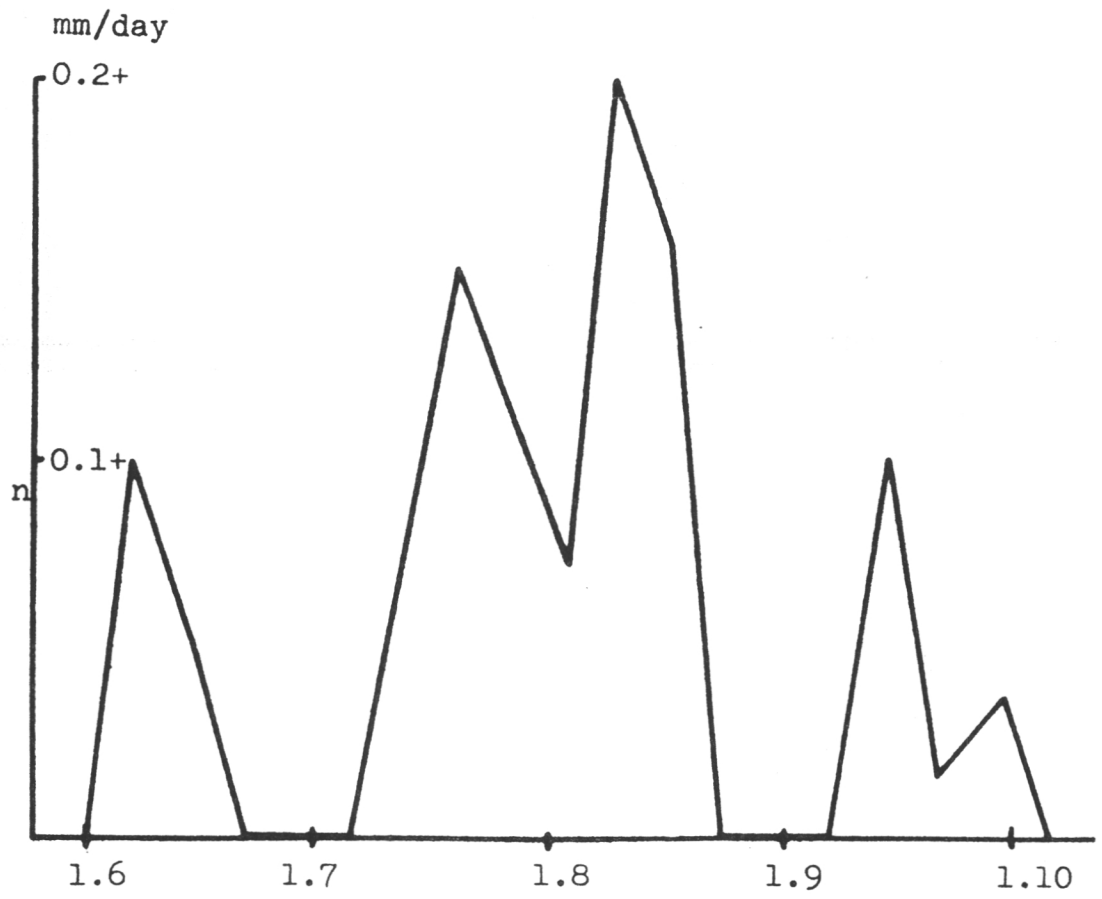
Sammalmittausryhmän B kasvusta laskettiin mittauspäivämäärien välinen päivittäinen kasvuvauhti (kuvat 6,7,8 ja 9). Kaikissa mittauskohdeissa ajoittuvat kasvunopeudet samankaltaisesti kohteittaisesta vaihtelusta huolimatta. Kaikissa kohteissa on kolme kautta, jolloin kasvunopeudet ovat olleet maksimissa. Nämä ajankohdat ovat eri koh-



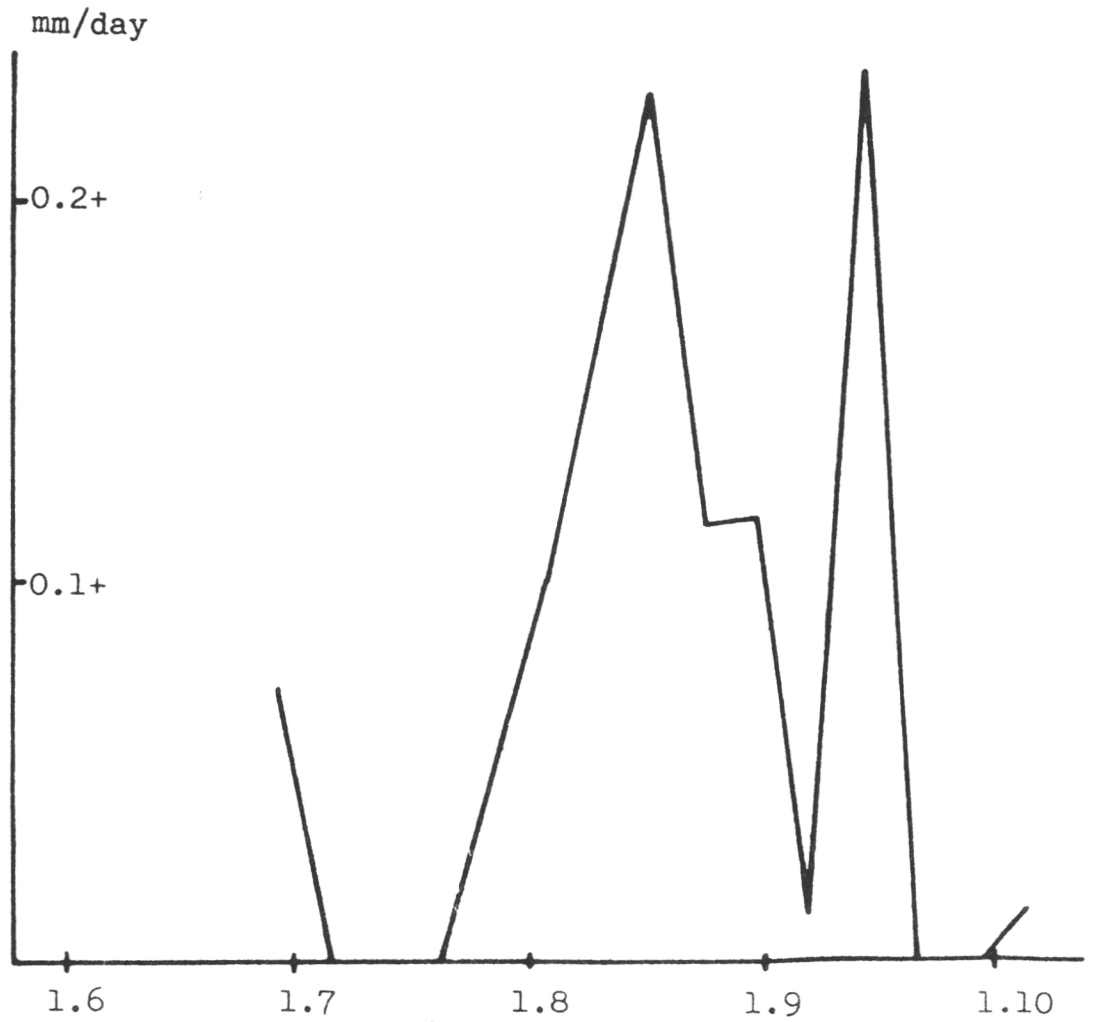
Kuva 6. Mittausryhmän B kohteen B1 sammalten mittauspäivämäärien välinen päivittäinen kasvuvauhti (mm/day)



Kuva 7. Kuten kuva 6. mutta kohteesta B2.



Kuva 8. Kuten kuva 6. mutta kohteesta B3



Kuva 9. Kuten kuva 6. mutta kohteesta B4

teissa samoihin aikoihin. Samoin sijoittuvat ajankohdat, jolloin kasvu on pysähdyksissä. S. rubellum ei näytä eroavan S. fuscumista. Merkittävää on, että vähäisen kasvunopeuden kausia ei juuri esiinny, so. kasvunopeus on joko nolla tai korkea.

Ensimmäinen nopean kasvun kausi oli heti kasvun alettua kautena 1.6.-29.6. Kohteissa B1 ja B2 suurimmat kasvunopeudet (B1 0.18 mm/vr ja B2 0.15 mm/vrk) sijoittuvat ajanjakson alkuun. Heinäkuun alkupuolella oli ajanjakso, jolloin ei kasvua tapahdu ollenkaan. Heinäkuun lopulla ja elokuun alussa oli toinen nopean kasvun kausi. Suurimmat kasvunopeudet kohteittain olivat silloin: B1 0.12 mm/vrk, B2 0.13 mm/vrk, B3 0.20 mm/vrk ja B4 0.23 mm/vrk. Kolmas suuremman kasvunopeuden kausi oli syyskuun alussa. Tällöin kasvunopeudet olivat: B1 0.09 mm/vrk, B2 0.05 mm/vrk, B3 0.1 mm/vrk ja B4 0.23 mm/vrk. Sphagnumien kasvunopeuksien ja sademäärien käyrän samankaltaisuus on suuri: sadekäyrä ja kasvunopeuskäyrät ovat kaikki kolmehuippuisia, samoin niissä kaikissa on selvät nollatasot. Sademäärissä huiput ovat alkukesää lukuunottamatta aikaisemmin kuin kasvunopeuksissa. Lämpötilan vaikutus S. fuscumin kasvuun on ainakin siinä, että se asettaa rajat kasvukaudelle keväällä ja syksyllä. Kasvukauden sisällä olevat inaktiiviset periodit johtunevat suon kosteussuhteista. Suon ollessa kuiva S. fuscum ei kasva, mutta suon kostuessa kasvu alkaa välittömästi. Lämpötilat eivät kesän aikana vaihdelleet siten, että sillä selittyisi kasvun periodisuus.

3.4. Sphagnum fuscumin pituuskasvu

Kasvukauden alun ja lopun sammalmittausten erotuksena saadaan tietää S. fuscumin pituuskasvu. Kaikkien mitattujen kohteitten sammalten pituuskasvujen keskiarvot ja keskihajonnat vuosilta 1975 ja 1976 on esitetty taulukossa 2. Vuonna 1975 S. fuscum on kasvanut enemmän kuin vuonna 1976. Kasvu oli vuonna 1975 keskimäärin 10.8 mm,

mutta vuonna 1976 se oli 7.66 mittausryhmässä A. Mittausryhmässä S. fuscumin kasvu oli keskimäärin 8.6 mm. S. rubellum ei eroa paljon. Sen kasvu on 7.0 mm (mittaus yhdestä mättästä). Keskihajonnat ovat varsin suuria, mikä johtuu suuresta paikkakohtaisesta kasvumäärän luonnollisesta vaihtelusta sammalkasvustoissa.

4. TARKASTELU

4.1 Menetelmästä johtuvat virheet

1. Mittarin asennuksesta johtuvat virheet. Mättääseen tehty viilto rikkoo Sphagnum-kasvustoa ja samalla katkeavat myös paikalla olevat varpujen ja Eriophorumin juuret. Tästä johtuu, että routiminen liikuttelee mätästä. Ilmiö on havaittavissa selvästi mittausryhmän B ensimmäisissä mittauksissa. Mittarit oli asennettu kasvukauden lopulla vuonna 1975 ja viillon aiheuttamat häiriöt kasvustossa eivät kasvun seurauksena olleet ehtineet parantua. Mittausryhmässä A ei vastaavaa ilmiötä esiintynyt, sillä mittarit olivat ehtineet asettua kasvustoon. Mittarin asennuksesta johtuvat mittausvirheet on siten eliminoidavissa antamalla mittarien ennen mittausperiodin alkua kunnolla asettua sammalkasvustoon eli mittari olisi asennettava hyvissä ajoin edellisen kasvukauden aikana.

2. Mittarin tukipisteen ja Sphagnumin kasvupisteen välisestä suhteesta johtuvat virheet. Tämän sammalmittarin tukipisteen muodostaa kohta, josta harsokangas on kiinnitetty turpeeseen (n. 10 cm syvyydessä). Tässä syvyydessä Sphagnum on kuollutta, mutta vielä rakenteensa säilyttänyttä ja kokoonpuristumatonta. Mittavirheen aiheuttavat muutokset pintakerroksessa. Sphagnum-kasvusto ja rahkaturve on varsin vedenimukykyistä, joten se turpoaa pesusienimäisesti kostuessaan ja toisaalta kutistuu kuivuessaan. Tilavuudenmuutos on siten reversiibeli. Kosteudesta johtuvat tilavuudenmuutokset ovat

TAULUKKO 2

Rahkasammalen pituuskarvu Laaviosuolla kohteittain

MITTAUSRYHMÄ A (n/kohde = 2)

kohde no.	laji	kasvu mm 1975	kasvu mm 1976
1	S. fuscum	13.0	9.7
2	S. fuscum	13.5	7.5
3	S. fuscum	12.0	7.7
4	S. fuscum	8.5	6.2
5	S. fuscum	7.0	7.2
6	S. fuscum	1.5	1.5
$\bar{X}_{(1-5)}$		10.8	7.7
$SD_{(1-5)}$	(kohteitten välillä)	2.89	1.28

MITTAUSRYHMÄ B (n/kohde = 5)

kohde no.	laji	kasvu mm 1976	$SD_{(kohteen\ sisällä)}$
1	S. fuscum	8.8	2.33
2	S. rubellum	7.0	3.44
3	S. fuscum	9.9	4.20
4	S. fuscum	7.1	3.46
1, 2, 3, 4		8.2	3.23
1, 3, 4		8.6	3.26
			$SD_{(kohteitten\ välillä)}$
$\bar{X}_{(A+B)}$		8.0	1.32

sitä suurempia mitä pitempi on tukipisteen ja sammalpinnan välinen etäisyys. Kosteana mättään voi katsoa olevan perustilassaan, koska silloin tapahtuu kasvukin ja kuivumisesta aiheutuva kutistuminen on mittausvirhettä. Kasvukäyrissä onkin samanaikaisesti poutakausien kanssa havaittavissa kutistumista. Sammal kuitenkin sateen tultua saavuttaa normaalipituuden hyvin nopeasti, joten ajanjaksoina, jolloin kasvua tapahtuu ei turpeessa tapahdu fysikaalisista syistä johtuvia koon muutoksia. Pintaturpeen kokoonpuristuminen lienee niin vähäistä ettei sillä ole merkitystä mittaustulokseen.

3. Mittarin lukemisesta johtuvat virheet. Mittaussuorituksen standardoimiseksi olisi sen syytä aina suorittaa sama henkilö, sillä mittausote saattaa vaikuttaa tulokseen. Lisäksi vaikka mitattava Sphagnum-yksilö olisikin merkitty selvästi ei sen toteaminen aina ole täysin yksiselitteistä, sillä sammalpinta on elävä ja muuttaa siksi muotoaan. Nämä virheet ovat kuitenkin luonteeltaan satunnaisia ja niiden merkitystä voidaan vähentää lisäämällä mittauskohteitten määrää.

4.2. Sammalmittari "Reinikaisen" rajoituksista ja eduista

Käytetty menetelmä osoittautui soveltuvan suoraan ylöspäin tiheinä kasvustoina kasvavien Sphagnum-lajien tuotantorytmiikan selvittämiseen. Menetelmä näyttää olevan lisäksi riittävän tarkka heikkotuotostenkin lajien tuotantorytmiikan selvittämiseen. Erityisesti menetelmä sopii S. acutifolium ryhmän lajeille, mutta myös muille ylöspäin kasvaville lajeille: esim. S. magellanicum. Märkien paikkojen lajeille, jotka eivät muodosta tiivistä kasvustoa vaan kasvavat enemmän tai vähemmän kelluvina ja vaakasuorina, menetelmä ei ollenkaan sovellu. Tuotantorytmisten selvitysten lisäksi menetelmää voidaan käyttää kasvukautisen pituuskasvun mittaamiseen.

Tällä menetelmällä voidaan mitata pituuskasvu tarkemmin kuin vertailukasvimenetelmillä. BORGGREVEN (1889) männynjuurimenetelmä mittaa lähinnä pintaturpeen kertymistä usean vuoden aikavälillä. Muutkin vertailukasvimenetelmät ovat epätarkkoja. Drosera-menetelmässä virheen on todettu olevan n. 4-5 mm, koska kasvin lehtiruusuks ei välttämättä kasva samalla tasolla kuin Sphagnum (ILOMETS 1974). Tuotantorytmisiin selvityksiin vertailukasvimenetelmät eivät sovellu. Erilaisilla sammalmittarimenetelmillä saadaan pituuskasvu mitatuksi melko tarkkaan. Eräät soveltuvat myös tuotantorytmiikkamittauksiin. CLYMON (1970) metallilankamenetelmä on ominaisuuksiltaan varsin käytökelpoinen tuotantorytmiikan selvittämiseen, mutta lumi-ilmastossa on olemassa vaara, että mittari painuu turpeeseen. Lisäksi harsokangas kasvaa paremmin kiinni sammalkasvustoon kuin metallilanka harsokankaan läpi kasvavien putkilokasvien juurien ansiosta. Sylinterimenetelmässä häiritään kasveja niin runsaasti, ettei kovin usein toistuvia mittauksia voida tehdä. Lankamenetelmä ei sovi ollenkaan tiheisiin Sphagnum-kasvustoihin, mutta sitä voidaan käyttää märissä olosuhteissa kasvavien Sphagnum-lajien pituuskasvun mittaukseen ja jossain määrin myös tuotantorytmiikkamittauksiin.

4.3. Sphagnum fuscum kasvun periodisuudesta

Sammalten kasvun periodisuutta on käsitellyt HAGERUP (1935), jolloin hän toteaa kasvun katkeavan kaksi kertaa vuodessa; talvella ja keskikesällä. Hän pitää periodisuutta autogeenisenä eikä ympäristön indusoimana ominaisuutena. Sphagnum-lajien pituuskasvun ovat OVERBEC & HAPPACH (1956) todenneet ajoittuvan Pohjois-Saksassa kevääseen ja syksyyn ja he taas pitävät kasvua ympäristötekijöiden säätelemänä eikä autogeenisenä. Käsitystä tukee mm. havainto, että Englannissa saattavat Sphagnum-lajit kasvaa läpi vuoden (CLYMO 1970). Myös Polytrichum-lajien on todettu kasvavan lauhkeissa olosuhteissa

kautta vuoden, mutta kylmissä olosuhteissa ne eivät kasva talvella (WATSON 1976). Laaviosuolla varsinaista kesällä ilmenevää autogeenistä lepokautta ei todettu. Kasvu kuitenkin pysähtyi kun mätäs kuivui liikaa. Kasvujaksot käyvät yksiin sadekausien kanssa. Yhteys kosteuteen olisi saatu selville selkeämmin, mikäli olisi ollut käytettävissä tiedot suoraan mättään kosteustilanteesta. S. fuscumilla on kyky nopeasti käyttää hyväkseen luonnon kosteusvaihtelu ja kesällä tapahtuva kasvun periodisuus on tämän suora ilmentymä. Autogeeniseen järjestelmään ei Sphagnum-lajien kasvu näytä perustuvan. Ympäristöolosuhteitten sallieissa Sphagnum kasvaisi koko ajan.

Opportunistinen kasvustrategia on ilmeisesti ominainen kaikille sammalille. Suoekosysteemissä ominaisuudella on oma erityisarvonsa, koska se sallii tuotannon kaikkina soveltuvina aikoina. Kasvutapa on mahdollistanut sellaisen ekosysteemin syntymisen, jossa sammalet vaikuttavat paljon systeemin toimintaan ja tekevät systeemistä itsensä kehityssuunnat autogeenisesti muovaavan. Sammalten kasvun autogeenisuuden puuttuminen on siten johtanut autogeenisuuden kehittymiseen systeemitasolla.

S.fuscum, joka muodostaa mättäitä, kokee voimakkaasti vaihtelut ympäristön kosteusolosuhteissa, mutta selviytyy niistä. S. rubellum, joka on S. fuscumia vikarioiva laji humidisimmilla alueilla, ei kuitenkaan omaa kovin hyvää kuivumisen sietokykyä eräisiin kosteampien habitaattien Sphagnum-lajeihin nähden (CLYMO 1973). S. fuscum saattaa olla tässä suhteessa kestävämpi, sillä se esiintyy kuivemissa olosuhteissa. Luonnossa ei kysymys ole suoranaisestä kuivumisen sietokyvystä, vaan mätästävät S. fuscum ja S. rubellum kykenevät kuivanakin kautena sitomaan sen verran vettä, etteivät ne aivan kokonaan kuivu. Samanaikaisesti saattavat kuljujen S. angustifolium, S. balticum ja S. majus olla paperikuivia. Ratkaisevina tekijöinä

lienevät mätäs-Sphagnum-lajien varsilehden pienuus ja hyaliinisolun reiän koko. Täten niitten elävät osat säilyvät jossain määrin kosteina vaikeivät kasva pituutta.

4.4. Sphagnum fuscumin kasvunopeudesta

Laaviosuolla suurimmat kasvunopeudet havaittiin mättäiden ollessa kosteita. Maksimissaan kasvunopeus oli n. 0.2 mm päivässä. S.fuscum ei voine näissä ympäristöolosuhteissa (Calluna - Cladonia - fuscum rahkaräme) kasvaa juuri tätä nopeammin. Kosteus-, lämpötila- ja ravinneolosuhteiden salliessa S. fuscum kasvaisi jatkuvasti tasaisella nopeudella. Mättään kosteuden ja kasvunopeuden välinen yhteys on Laaviosuon olosuhteissa selvä. Keväällä sulamavesien kostutettua suon se näkyy huomattavampana kasvunopeutena mitä sadetilanne sallisi. Tämä selittää kasvunopeuden huipun sattumisen aikaisemmaksi kuin sadehuippu ensimmäisen kasvujakson aikana. Keskimmäisen kasvujakson aikana nopea kasvu jää varsin lyhytaikaiseksi vaikka sadetta on runsaasti, koska runsas haihtuminen kuivaa suon nopeasti. Tässä on selvästi havaittavissa kuinka sadejakson huipun ja kasvunopeuden huipun välillä on viive. Kolmannen kasvujakson aikana kasvunopeutta rajoittaa jokin muu tekijä kuin kosteus. Rajoittavana tekijänä on joko lämpötila tai yhteyttämiseen tarvittavan valon vähyys. Lämpötila ei tuona ajankohtana ollut vielä kovin alhainen. Vuorokauden valoisien tuntien määrän väheneminen vaikuttaa kasvun määrään (kts. SILVOLA & HANSKI in prep.). Lämpötilan laskiessa riittävästi sammallet lopettavat kasvunsa. S. fuscum ja S. rubellum käyttäytyvät hyvin samalla tavoin.

4.5. Mikrohabitaatin vaikutus kasvuun

Eri osissa mätästä kasvu on eri suuruista. Tämä näkyy pituuskasvun määrän vaihteluna. Suurin osa mittauksista suoritettiin suhteelliser

samankaltaisissa kohteissa. Yksi mittauskohde oli kuitenkin mättään yläosassa. Siinä havaittu kasvu on huomattavasti vähäisempää. Mätäs on liian kuiva, joten siinä ei S. fuscum kunnolla pysty kasvamaan eikä pysty kilpailemaan muiden lajien kanssa. Tämä ilmenee Mylia anomala lisääntyneestä osuudesta kasvustossa. Yleensä M. anomala esiintyy mitä erilaisimmissa S. fuscum-kasvustoissa. Hyvin kasvavissa kasvustoissa se kuitenkin jää S. fuscum-kasvuston sisään. Mittauskohteitten sisälläkin pituuskasvun vaihtelu on suurta, mikä ilmentää mättään kasvun luonnetta. Toiset yksilöt ovat elinvoimaisempia, ja saattavat kilpailussa peräti peittää kitukasvuisemmat.

4.6. Sphagnum fuscumin pituuskasvun määrä

Sphagnum-lajeilla on todettu melko suurtakin vaihtelua pituuden ja painon suhteen. Lajeilla, jotka muodostavat tiheitä kasvustoja tämä vaihtelu on pienimmillään (CLYMO 1970). Täten pituuskasvu antaa kuvan S. fuscumin tuotannosta.

Vuoden 1975 pituuskasvu on jonkin verran suurempaa kuin vuonna 1976. Tähän on vaikuttanut kasvukauden pituus ja suotuisimmat kosteusolot. Alkukesän sadeolot olivat kumpanakin vuonna samantapaisia, mutta keskikesän sade jakautui vuonna 1975 tasaisemmin kuin vuonna 1976. Kuiva kausi kesällä jäi lyhyemmäksi ja sateinen syyskausi alkoi jo syyskesällä vuonna 1975. Reaalinen kasvukausi muodostui siten pitemmäksi kuin vastaavana aikana vuonna 1976. Saadut pituuskasvun määrät kuvastavat S. fuscumin pituuskasvua eteläsuomalaisen karun rämeen hyvinvoivalla mättäällä. Samoin niistä näkyy luonnollinen vuosittainen vaihtelu. (Vuonna 1975 10.8 mm ja vuonna 1976 8.0 mm.)

BORGGREVE (1889) havaitsi n. 10 mm paksuuskasvun karun eteläsuomalaisen suon pintaturpeelle. SAARINEN (1933) on mitannut Parkanon Häädetkeitaalla rahkarämeen pintaturpeen kasvua ja todennut sen olevan keskimäärin 8.1 mm. Heidän tuloksensa perustuvan männynjuuri-

menetelmään, jolla saadaan arvio usean vuoden keskimääräisestä kasvusta. Eestissä on mitattu keidassuon rämeeltä S. fuscum pituuskasvuvarvot vuonna 1971 5.6 mm ja vuonna 1972 9.1 mm sekä Komin autonomisesta tasavallasta vuonna 1972 eri soilta S. fuscum pituuskasvuksi 9.2, 5.8, 8.7 mm, Eestissä S. rubellum pituuskasvuksi 9.3 mm vuonna 1972. Menetelmä oli mutkaisen metallilangan menetelmä (ILOMETS 1974). Norjassa todettiin useita Sphagnum-lajeja mitattaessa sylinterimenetelmällä S. papillosum ja S. magellanicum vähäkasvuisimmiksi. Edellinen 8.3 mm. ja 31.4 mm sekä jälkimmäinen 9.5 mm vuodessa. S. fuscum ja S. rubellum eivät olleet mittauskohteina (PEDERSEN 1975). Isossa Britanniassa (Moor House) on todettu S. rubellum pituuskasvun olevan hyvinvoivissa kasvustoissa 21.3 mm, keskinkertaisissa 12.4 mm ja kitukasvuisissa 0.59 mm (CLYMO & REDDAWAY 1971). Näissä olosuhteissa kasvua kuitenkin esiintyy läpi vuoden.

S. fuscum on varsin hitaasti kasvava laji, sillä useat muut Sphagnum lajit saattavat kasvaa vuodessa yli kymmenkertaisesti pituutta (kts. esim. PEDERSEN 1975 ja OVERBECK & HAPPACH 1956), mutta muihin mättäissä kasvaviin lajeihin se ei juuri eroa. Ravinteisemmilla rämeillä sen kasvu on kuitenkin karulla rämeellä kasvavaa määrää suurempi (TOLONEN & PAKARINEN in prep.).

KIRJALLISUUS

- BERTSCH, K. 1925. Das Brunnenholzried. Veröffentl. d. Staatl. Stelle f. Naturschutz b. Württ. Landesamt f. Denkmalpflege, H. 2. (ref. OVERBECK & HAPPACH 1956)
- BORGGREVE, B. 1889. Om uppskattandet af högmossars tillväxt. Svenska Mosskulturforeningens Tidskrift. 2: 78 - 81.
- CHAPMAN, S. B. 1965. The ecology of Coom Rigg Moss, Northumberland. III. Some water relations of the bog system. J. Ecol. 53: 371 - 384.
- CLYMO, R. S. 1970. The growth of Sphagnum; methods of measurements. J. Ecol. 58: 13 - 49.
- CLYMO, R. S. 1973. The growth of Sphagnum: some effects of environment. J. Ecol. 61: 849 - 869.
- CLYMO, R. S. & REDDAWAY, E. J. F. 1971. Aspects of the ecology of the Northern Pennines. Moor House Occasional Paper. 3: 1 - 15.
- EUROLA, S. 1962. Über die Regionale Einteilung der südfinnischen Moore. Ann. Bot. Soc. Vanamo 33, 2 : 1 - 243.
- HAGERUP, O. 1935. Zur Periodizität im Laubwechsel der Moore. Kgl. Danske Vidensk. Selsk. Biol. Meddels. 11, 9 : 1 - 88.
- HAGERUP, O. & PETERSSON, V. 1960. Botanisk atlas. II. Mosser. Padderokker. Ulvefødder. Naaletraeer. Nedstamning. 299 p. Copenhagen.
- ILOMETS, M. 1974. Some results of measuring the growth of Sphagnum. 191 - 203 p. in: KUMARI, K. ed. Estonian wetlands and their life. 288 p. Tallinn.
- MALMER, N. 1962. Studies on mire vegetation in the Archean area of southwestern Götaland (South Sweden). II. Distribution and seasonal variation in elementary constituents on some mire sites. Op. Bot. 7, 2 : 1 - 67.

- MOORE, P. D. & BELLAMY, D. J. 1974. Peatlands. 221 p. London.
- OVERBECK, F. & HAPPACH, H. 1956. Über das Wachstum und den Wasserhaushalt einiger Hochmoorsphagnen. Flora, Jena. 144: 335 - 402
- PAKARINEN, P. 1975. Turpeen kerrostumisen osuus hiilen kiertossa. Luonnon Tutkija 79: 138 - 144.
- PEDERSEN, A. 1975. Growth measurements of five Sphagnum species in South Norway. Norw. J. Bot. 22: 277 - 284.
- SAARINEN, E. K. E. 1933. Soiden pintaturpeen korkeuskasvusta. Comm. Inst. Forest. Fenn. 19, 2: 1 - 27.
- WATSON, M. A. 1976. Annual periodicity of incremental growth in the moss Polytrichum commune. Bryologist. 78, 4: 414 - 422.
- WEBER, C. A. 1902. Über die Vegetation und Entstehung des Hochmoors von Augustmal im Memeldelta. Berlin. (ref. OVERBECK & HAPPACH)

