

TYPPILANNOITUKSEN TARVE POHJOIS-SUOMEN OJITETUILLA RÄMEILLÄ

THE NITROGEN FERTILIZATION REQUIREMENTS OF DRAINED PINE SWAMPS IN NORTH FINLAND

JOHDANTO

Metsäntutkimuslaitoksen suontutkimusosaston toimesta aloitettiin vuonna 1971 tutkimus, jonka tarkoituksena oli selvittää lannoituksen aiheuttamaa kasvureaktiota sekä tämän perusteella typpilannoituksen tarvetta Pohjois-Suomen ojitetuilla rämeillä. Erityisesti haluttiin saada lisävalaistusta kysymykseen, onko tyypeä käytettävä sanotulla alueella myös runsasravinteisten rämeiden lannoituksessa. Edelleen pyrittiin selvittämään, miten lannoituksen jälkeinen puuston kasvu on riippuvainen suotyypin ohella ojituksen tehokkuudesta ja turvekerroksen paksuudesta.

Tutkimukseen pyrittiin alunperin saamaan mukaan kaikki ne Suomen pohjoispuoliskossa sijaitsevat, vuonna 1965 tai sitä aikaisemmin perustetut lannoituskokeet, joissa voitaisiin selvittää typpilannoituksen tai ainakin NPK-lannoituksen vaikutusta puuston kasvuun. Määrärahojen niukkuuden vuoksi tästä tavoitteesta oli tingittävä. Aineistoon sisältyvät kuitenkin kaikki tärkeimmät Metsäntutkimuslaitoksen ja metsähallituksen toimesta Keski- ja Pohjois-Pohjanmaalle, Kainuuseen sekä Lapin etelä- ja keski-osiin perustetut kokeet, joista ei ole aikaisemmin julkaistu tutkimustuloksia. Lisäaineistoa kerättiin Keskusmetsälautakunta Tapion Kajain metsänparannuspiiriin toimesta yksityismaille perustetuilta lannoituskokeilta sekä eräiltä käytännön lannoitusalueilta.

MENETELMÄT

Lannoituksen aiheuttamaa kasvureaktiota selvitettiin mittaamalla koelaloilla kasvavien puiden vuotuinen pituus- ja sädekasvu sekä eräillä tutkimusalueilla myös pohjapinta-alan kasvu. Lannoituksen aiheuttamaa kasvureaktiota tutkittiin sekä koelala- että koepuukohtaisesti kovarianssi-analyysiiä hyväksi käyttäen. Koepuukohtaisia tuloksia laskettaessa selvitettiin kasvureaktion riippuvuutta paitsi lannoituksesta myös suotyypistä ja sen ns. pienmuodoista, turpeen paksuudesta, sarkaleveydestä ja koepuun etäisyydestä ojaan. Regressiotekijöitä olivat koepuun ikä, pituus ja läpimitta sekä kasvu ennen lannoitusta.

TYPEN TARVE

Tutkimuksen tulosten mukaan typen puute ei ole männyn kasvua rajoittava minimitekijä lannoitettaessa ensimmäistä kertaa suursaraisia ja sitä ravinteisempia rämeitä Pohjanmaalla, Kainuussa ja Lapin eteläosissa. Eräillä tutkimusalueilla tyvellä on päinvastoin ollut negatiivinen vaikutus puuston kasvuun. Taulukosta I havaitaan, mikä vaikutus lannoituksessa annetuilla ravinteilla on ollut puuston kasvuun Piip-sannevalle, joka on alkuperäiseltä suotyypiltään rimpistä ruohonevaa.

Ojituksen vanhetessa puuston kasvu paranee, sen kuutiomäärä lisääntyy ja ravinteiden tarve samalla kasvaa. Vanhojen ojitusalueiden hyväkasvaisissa männiköissä voi puiden typenkäyttö nousta tämän johdosta niin suureksi, että myös typpi – vaikkei se olisikaan puuston kasvuun

vaikuttava minimiravinne — saattaa parantaa kasvua. Tähän mahdollisuuteen viittaavat mm. Piipsannevalta saadut tulokset, joiden mukaan typen aluksi negatiivinen vaikutus on muuttunut yli 10 vuoden kuluttua lannoituksesta positiiviseksi. Olisikin lähemmin selvitettävä, mikä merkitys typpellä on kasvun vauhdittajana vannoilla ojitusalueilla, etenkin jatkolannoitusvaiheessa.

Piensaraisilla (pallosaraisilla) ja sitä heikomilla rämeillä typen käyttö on tarpeen jo ensimmäisen lannoituksen yhteydessä. Typen puute voi näillä suotyypeillä estää PK-lannoituksenkin

vaikutuksen ilmenemisen, kuten myös aikaisemmissa tutkimuksissa on todettu (ks. Paavilainen 1972, Karsisto 1974). Tosin tunnetaan lannoituskohteita, joissa pelkkä PK-lannoitus on antanut aluksi piensararämeellä ja jopa tupasvillarämeellä kohtalaisen hyvän kasvunlisäyksen. Näissä tapauksissa turpeen käyttökelpoiset tyypivarat ovat riittäneet lyhyeksi ajaksi kattamaan puiden typen tarpeen, mutta typpilannoitus joudutaan antamaan varsin pian PK-lannoituksen jälkeen. Taulukossa 2 nähdään esimerkki eri ravinteiden vaikutuksesta puuston kasvuun piensararämeellä.

Taulukko 1. Puuston kasvu Piipsannevan kokeessa n:o 28. Lannoitus — *Fertilization*: 100 kg N/ha, 57 kg P/ha, 41 kg K/ha.

Table 1. Stand growth in experiment No 28 at Piipsanneva.

Käsittely <i>Treatment</i>	1961	1962	1963	1964	1965	1966	1967	1968	1969	1970	1971
	Pituuskasvu cm/v. — <i>Height growth cm/year</i>										
O	16.7	16.4	12.3.	13.8	17.6	17.7	20.3	14.5	13.1	14.9	16.0
N	16.2	14.7	12.0	12.7	15.5	16.9	19.3	14.3	12.6	14.0	15.5
P	18.4	22.2	18.2	21.2	23.2	19.7	23.2	18.3	16.7	19.0	19.8
K	17.0	20.6	17.7	21.6	24.7	23.8	28.7	24.6	21.8	24.3	23.0
NP	18.8	23.9	21.0	24.4	24.1	21.4	25.9	23.3	20.7	22.9	22.9
NK	17.4	21.6	20.8	24.4	25.8	23.7	28.4	27.1	23.5	25.8	24.7
PK	19.4	27.2	24.4	30.2	29.8	25.6	31.2	29.1	25.8	29.0	27.7
	F-arvo <i>F-value</i>										
100 R ²	74.3	81.4	71.8	76.8	82.1	79.3	76.5	79.5	77.2	78.6	72.5
N . . . .	.11	.99	.02	.22	1.50	.40	.26	.02	.04	.15	.06
P	1.79	13.28**	8.40*	9.75*	10.93*	2.21	2.12	3.24	3.54	3.94	4.00
K . . . .	.05	7.04*	7.07*	10.73*	17.69**	20.39**	18.41**	23.78**	20.24**	20.80**	13.69**
N X P	.97	1.91	.28	.12	.42	.50	.19	.09	.00	.00	.01
N X K	.00	.13	.29	.03	.23	.09	.40	.09	.05	.05	.08
P X K	2.04	3.40	1.34	2.44	.37	.12	06.	.27	.30	.95	1.46
	Sädekasvu mm/v. — <i>Radial growth mm/year</i>										
O	1.81	1.53	1.64	1.49	1.52	1.88	1.57	1.14	1.11	1.18	1.11
N	1.69	1.23	1.08	1.13	1.07	1.31	1.19	1.08	0.99	1.02	1.25
P	2.04	2.10	2.65	2.13	2.04	2.21	1.78	1.46	1.14	1.06	1.05
K	2.06	1.89	2.56	2.33	2.32	2.73	2.41	2.10	1.52	1.59	1.61
NP	2.11	2.13	2.54	2.17	2.01	1.86	2.11	1.84	1.23	1.03	1.50
NK	1.96	1.74	2.50	2.28	2.08	2.21	2.06	2.26	1.36	1.33	1.87
PK	2.09	2.30	3.38	2.90	2.67	2.78	2.38	2.41	1.42	1.35	1.63
	F-arvo <i>F-value</i>										
100 R ²	69.7	79.6	78.2	84.1	88.3	92.3	86.0	70.0	85.6	84.5	65.2
N . . . .	.25	2.28	3.28	2.38	5.96*	15.05**	5.12	.06	1.47	2.08	.38
P . . . .	.85	7.03*	9.30*	6.73*	6.88*	4.27	1.26	1.28	.06	.99	.05
K . . . .	.92	2.58	7.28*	11.00*	15.68**	26.84***	20.12**	11.32**	14.33**	10.11*	3.92
N X P	.19	2.01	.01	.06	.87	6.88*	1.70	.07	.00	.97	.25
N X K	.70	1.61	.15	.03	.25	2.21	.64	.27	1.25	.35	1.69
P X K	1.44	.01	.33	.73	.38	.01	.19	.05	1.63	.33	.01

RAVINNESUHTEET

Eri ravinteiden välisellä suhteella on soiden metsänlannoituksessa keskeinen merkitys, sillä niiden välinen epätasapaino johtaa helposti erilaisiin kasvuhäiriöihin. Tutkittujen kolmen pääravinteiden keskinäistä suhdetta kasvualustan trofiaan verrattuna voidaan esittää seuraavasti:

Typpi	Fosfori	Kalium
Oligotrofinen	→	Eutrofinen

Runsasravinteisimmilla ruohoisilla ja etenkin samalla rimpisillä soilla on ennen muuta huolehdittava siitä, että lannoituksessa annetaan riittävästi kaliumia kasvualustassa olevan fosforin ja typen määrään verrattuna. Kasvualustan ravinteisuuden pienentyessä fosforin merkitys kaliumiin verrattuna lisääntyy. Heikoimmilla soilla taas typpellä on tärkeä merkitys, kuten edellä on todettu. On luonnollisesti otettava huomioon, että typen runsas käyttö on heikoimmillakin soilla haitallista, ellei myös fosforia ja kaliumia anneta samalla riittävästi.

Kalkin vaikutus on esillä olevan tutkimuksen mukaan kohta lannoituksen jälkeen haitallista männyn kasvuille. Toisaalta kalkilla havaittiin olevan yli 10 vuoden kuluttua lannoituksesta positiivinen jälkivaikutus. Mahdollisesti kalkki on vaikuttanut pitkähkön ajan kuluessa turpeen typen mobilisaatiota edistävästi ja täten lisännyt puiden käytettävissä olevia typpivaroja. Norjassa on samoin todettu, että kalkin aluksi negatiivinen vaikutus on muuttunut parin vuosikymmenen kuluessa positiiviseksi (Meshechok 1968, 1971).

Tuloksia analysoitaessa ilmeni, että eräillä koealueilla käytetyn kasvumallin selitysaste aleni lannoituksesta kuluneen ajan kasvaessa, vaikka itse lannoituskäsittelyn ja muidenkin muututtujen vaikutus pysyi voimakkaana. Tämän mukaan lannoituksen jälkeiseen puuston kasvuun on alkanut vaikuttaa sellaisia tekijöitä, joita ei ole lainkaan mitattu. On mahdotonta esittää, mitä ne ovat, mutta erään kysymykseen tulevan tekijän voidaan ajatella olevan muiden kuin lannoituksessa käytettyjen ravinteiden puute. Kysymykseen saattavat tulla paitsi pää- myös hivenravinteet, joiden merkitykseen on kiinnitetty viime aikoina yhä suurempaa huomiota (Huikari 1974). Asiaa valaisevien jatkolannoitusten ja tutkimusten tarve on ilmeinen.

MUITA TEKIJÖITÄ

Tarkasteltaessa lannoituksen jälkeisen puuston kasvun riippuvuutta muista tekijöistä kuin lannoituskäsittelystä havaittiin, ettei ilmasto ole estänyt lannoituksen vaikutuksen ilmenemistä sillä alueella, jolta tutkimusaineisto on kerätty. Lannoitus lisäsi puuston kasvua pohjoisimmillakin, Sodankylässä ja Kolarissa sijaitsevilla tutkimusalueilla. Tulos on yhdenmukainen mm. metsän tutkimuslaitoksen suon tutkimusosastolla tehtyjen ekologisten tutkimusten kanssa (Huikari 1964, Huikari ja Paarlahti 1967). Vain erällä Kivalón koeruuduilla lannoitus ei ollut vaikuttanut juuri lainkaan puuston kasvua parantavasti. Vähäisen lannoitusvaikutuksen syytä ei kyetty selvittämään, joskin arveltiin heikon ojitustehon olleen eräänä osatekijänä.

Kaikilla tutkimusalueilla pyrittiin selvittämään myös lannoituksen jälkeisen puuston kasvun riippuvuutta ojituksen tehokkuudesta. Varsinaisia sarkaleveyskoekenttiä oli kaksi (Mortti ja Leipimaa). Niillä todettiin, että sarkojen ollessa suotyypin ja turpeen paksuuden puolesta vertailukelpoisia, lannoituksen jälkeinen puuston kasvu oli sitä parempi, mitä kapeampaa sarkaa käytettiin ojituksessa. Useimmilla muillakin tutkimusalueilla puuston kasvu oli sitä parempi, mitä tehokkaammin suo on ollut ojitettuna. Näiden tulosten mukaan riittävän tehokas ojitus on hyvän lannoitusvaikutuksen edellytyksenä, kuten useissa aikaisemmissakin tutkimuksissa on esitetty (mm. Malmström 1952, Huikari 1964, Huikari ja Paarlahti 1967, Meshechok 1968, Heikurainen ja Veijola 1971).

Poikkeuksen sarkaleveyden vaikutuksen yleisestä suunnasta muodostivat eräät suursaraiset ja ruohoiset suot, joilla lannoituksen jälkeinen puuston kasvu oli yli 90 m:n saralla parempi kuin kapeammilla esim. 60 m:n saralla. Mahdollisesti Pohjois-Suomen saravaltaisilla soilla puut kasvavat verraten hyvin leveääkin sarkaa käytettäessä, kuten mm. Heikurainen (1959) on aikaisemmin esittänyt. On kuitenkin todettava, ettei esillä olevan tutkimuksen aineistoon sisällynyt nykyisen ojitustekniikan mukaisia 30–50 m:n levyisiä eikä niitä kapeampia sarkoja. Vertailussa tulisi kapeidenkin sarkojen olla mukana.

Lannoituksen aiheuttama puuston kasvureaktio oli riippuvainen myös turvekerroksen pak-

suudesta. Paria poikkeusta lukuunottamatta lannoituksen jälkeinen puuston kasvu oli sitä parempi, mitä ohuempi turvekerros oli tutkimusalueella. Tämä riippuvuusuhde oli selvin niukkaravinteisilla rämeillä.

YLEISKUVA

Lannoituksella saavutettu absoluuttinen kasvulisäys oli tutkimusalueilla verraten vähäinen. Tulos on hyvin ymmärrettävissä, sillä lähtökoh- ta on ollut yleensä heikko. Puustoa on ollut lannoitettaessa vähän ja sen kasvu hidasta. Oji-

tusta ja ensimmäistä lannoitusta onkin tämän mukaan pidettävä Pohjois-Suomen rämeillä en- nen muuta perusparannuksina, joiden avulla heikkotuottoiset suopuustot muutetaan talous- metsiksi.

Käytännön lannoitustoiminnassa on tarpeen muistaa, että niukkaravinteisten rämeiden en- simmäisessä lannoituksessa on käytettävä fos- forin ja kaliumin lisäksi myös typpeä, jonka vaikutusaika on melko lyhyt. Tämän johdosta ne ovat lannoituskohteina epäedullisempia kuin sellaiset rämeet, joilla jo pelkällä PK-lannoituk- sella saadaan hyvä kasvutulos.

Taulukko 2. Puuston kasvu Mortin tutkimusalueen koealoilla 1–32. Lannoitus – *Fertilization*:
78 kg N/ha, 56 P/ha, 43 kg K/ha.

Table 2. Stand growth on sample plots 1–32 at the research area at Mortti

Käsittely <i>Treatment</i>	1960	1961	1962	1963	1964	1965	1966	1967	1968	1969	1970	1971	
	Pituuskasvu cm/v. – <i>Height growth cm/year</i>												
O	6.7	8.8	11.9	11.3	13.5	16.5	15.4	18.3	17.1	14.1	16.6	20.3	
N	6.7	9.9	15.6	15.1	16.9	18.8	17.2	18.8	17.5	13.9	16.6	20.7	
P	6.9	9.0	13.4	12.2	14.4	16.4	15.3	17.2	15.8	13.8	15.1	18.3	
K	6.0	7.2	10.1	11.1	14.1	17.4	16.3	18.9	17.8	14.6	17.0	21.3	
NP	7.1	9.9	17.1	16.0	17.4	18.9	16.9	17.4	15.7	12.9	14.2	17.7	
NK	6.0	8.2	13.8	14.5	16.9	18.5	17.3	18.8	18.3	14.1	16.4	21.3	
PK	5.9	7.0	10.5	11.1	14.1	16.8	15.9	16.5	16.0	13.4	15.3	18.6	
	100·R ²	70.5	57.3	64.7	51.8	51.6	50.7	56.0	44.5	37.0	40.5	38.2	41.6
F-arvo													
N . . . .	.00	3.51	17.34***	14.31***	9.25**	4.69*	4.21	.21	.12	.02	.00	.08
P . . . .	.59	.13	3.22	.96	.70	.01	.02	1.29	1.37	.28	1.60	1.95
K	5.94*	8.17**	4.41*	.04	.28	.95	1.31	.42	.45	1.14	.10	.51	
N X P	2.01	.80	.01	.01	.51	.12	.09	.30	.92	.96	1.73	2.17	
N X K	.02	.25	.06	.46	.94	6.32*	5.17*	1.70	.01	.38	.85	.44	
P X K	4.84*	2.52	7.13*	3.33	2.92	1.00	.38	1.57	1.04	1.81	.11	.94	
	Sädekasvu mm/v. – <i>Radial growth mm/year</i>												
O	0.70	0.81	1.01	1.14	1.35	1.37	1.51	1.38	1.20	1.03	1.22	1.53	
N	0.73	0.98	1.22	1.37	1.46	1.32	1.35	1.34	1.18	1.08	1.11	1.45	
P	0.72	0.92	1.18	1.32	1.42	1.37	1.51	1.22	1.09	0.83	1.05	1.40	
K	0.67	0.89	1.04	1.11	1.44	1.45	1.69	1.43	1.27	1.03	1.27	1.49	
NP	0.72	1.07	1.38	1.57	1.53	1.34	1.38,	1.14	1.02	0.81	0.90	1.23	
NK	0.68	1.63	1.20	1.24	1.46	1.32	1.48	1.37	1.23	1.05	1.14	1.36	
PK	0.65	0.97	1.18	1.23	1.45	1.37	1.67	1.25	1.14	0.79	1.12	1.43	
	100·R ²	73.8	59.3	38.6	53.7	50.9	44.5	42.4	49.9	36.6	39.3	35.6	51.1
F-arvo													
N . . . .	.25	4.52*	3.61	5.22*	1.04	.25	1.54	.20	.04	.19	.93	.62
P . . . .	.00	1.89	2.31	3.20	.45	.00	.00	2.52	1.19	4.86*	2.25	1.57
K . . . .	.24	1.01	.09	.04	.73	.44	1.75	.20	.53	.00	.25	.16
N X P	.25	.29	.00	.08	.00	.22	.21	.63	.95	1.65	.35	2.75	
N X K	.28	.68	.98	4.75*	2.94	1.72	.45	.08	.13	.15	.13	.95	
P X K	.87	.68	.25	2.00	1.61	1.49	.00	.09	.22	.61	.08	2.14	

KIRJALLISUUTTA

- Heikurainen, L. 1959. Tutkimus metsäojitusalueiden tilasta ja puustosta (Referat: Über waldbaulich entwässerte Flächen und ihre Waldbestände in Finnland). Acta For. Fenn 69.1.
- Heikurainen, L. ja Veijola, P. 1971. Lannoituksen ja sarkaleveyden vaikutus rämeen uudistumiseen ja taimien kasvuun (Summary: Effect of fertilization and ditch spacing on regeneration and seedling growth in pine swamps). Acta For. Fenn. 114.
- Huikari, O. 1964. Metsänhoidon perusteita. (Summary: On the principles of forestry). Metsätal. Aikakausl. /1964.
- Huikari, O. 1974. Hivenravinteet ja puiden kasvu. Met-sä ja Puu 11/1974.
- Huikari, O. ja Paarlahti, K. 1967. Results of field experiments on the ecology of pine, spruce, and birch (Selostus: Kenttäkokeiden tuloksia männyn, kuusen ja koivun ekologiasta). Comm. Inst. For. Fenn. 64.1.
- Karsisto, K. 1974. On the duration of fertilization influence in peatland forests. Proc. Intern. Symp. Forest Drainage. Jyväskylä-Oulu 1974, s. 309–327.
- Malmström, C. 1952. Svenska gödslingsförsök för belysande av de näringsekologiska villkoren för skogsväxt på torvmark. Comm. Inst. For. Fenn. 40.17.
- Meshechok, B. 1968. Om startgjødsling ved skogkultur på myr (Summary: Initial fertilization when afforesting open swamps). Medd. Norske Skogforsøksv. 25.1.
- Meshechok, B. 1971. Kalkning ved skogkultur på nedbørsmyr (Summary: Application of CaCO₃ when afforesting raised bogs). Medd. Norske Skogforsøksv. 29.5.
- Paavilainen, E. 1972. Reaction of Scots pine on various nitrogen fertilizers on drained peatlands (Seloste: Typpilannoitelajien vaikutus männyn kasvuun metsäojitetuilla soilla). Comm. Inst. For. Fenn. 77.3.
- Paavilainen, E. ja Simpanen, J. 1975. Tutkimuksia typpilannoituksen tarpeesta Pohjois-Suomen ojitetuilla rämeillä (Summary: Studies concerning the nitrogen fertilization requirements of drained pine swamps in North Finland). Comm. Inst. For. Fenn. 86.4.

SUMMARY:

*THE NITROGEN FERTILIZATION REQUIREMENTS
OF DRAINED PINE SWAMPS IN NORTH FINLAND*

The aim of the study was to clarify, in what degree nitrogen is needed when fertilizing drained pine swamps in North Finland. Particular interest was laid on the fertilization of peatland types rich in nutrients. Further, the dependence of the fertilizer-induced growth reaction on ditch spacing and thickness of peat layer were considered.

The growth reaction resulting from fertilization was estimated by measuring the annual height and radial growth on differently treated experimental plots and by using analysis of covariance. Further factors considered in the analysis were peatland type and its so-called sub-class, depth of peat layer, ditch spacing,

age, height and diameter of the sample trees at the time of fertilization, and sample tree growth before fertilization.

When fertilizing tall sedge pine swamps and more fertile pine swamps for the first time in Ostrobothnia, Kainuu and southern Lapland nitrogen deficiency seems not to be a minimum factor as regards the growth of Scots pine. On the other hand, it seems necessary to include nitrogen in the first fertilization treatment on less fertile pine swamps than mentioned above.

According to the study, the growth of Scots pine subsequent to fertilization appears to be the better, the narrower the ditch spacing and the thinner the peat layer.

Kirjoitus perustuu julkaisuun Paavilainen & Simpanen (1975)

More detailed information has been published by Paavilainen and Simpanen (1975).