

Lasse Aro
Metsäntutkimuslaitos
p. 050-3914025
e-mail lasse.aro@metla.fi

RAPORTTI
7.6.2013

Dnro 923/28/2012

Toimitusjohtaja Pentti Rantala
Pirkanmaan jätehuolto Oy
Naulakatu 2
33100 Tampere

Neulastutkimus Tampereen Tarastenjärvellä

Tausta

Tampereen Tarastenjärven alueelle on suunniteltu hyötyvoimalaitosta. Sijoituspaikan lähiympäristön metsien alkutilanteen arvioimiseksi ennen voimalan käyttöönottoa sen läheisyydestä päätettiin määritellä puiden nykyinen tila neulasanalyysin avulla. Asiasta keskusteltiin Tampereella Pirkanmaan jätehuolto Oy:n ja Metsäntutkimuslaitoksen palaverissa 6.9.2012. Pirkanmaan jätehuolto tilasi työn 11.3.2013.

Tutkimuskohde, koealat ja neulasnäytteiden otto

Tutkimuskohde sijaitsee Tampereen Tarastenjärvellä suunnitellun hyötyvoimalaitoksen läheisyydessä. Kohteeseen sijoitettiin tilaajan myöhemmin esittämän tarkemman rajauksen mukaisesti viisi koealaa, joista neljä sijoittui yksityisten maanomistajien maille. Koealojen sijoittamisessa pyrittiin varmistamaan, että kukin koeala olisi kasvuolosuhteiltaan ja puustoltaan mahdollisimman tasalaatuinen. Koealat sijoitettiin kasvatusmetsiin, joissa ei arvioitu olevan hakkuutarvetta aivan lähivuosina. Kaikki koealat sijaitsivat kivennäismaalla. Koealoja ei merkitty pysyvästi jäätyneen maan takia, mutta koealojen keskipisteiden gps-koordinaatit määritettiin. Lisäksi keskipiste on arvioitavissa hyvinkin tarkasti koepuiden perusteella (kaikkien koepuiden suunta ja etäisyys keskipisteeseen tunnetaan). Koealan koko oli 300 m² (r=9,77 m).

Kultakin koealalta (numerointi 1-5, kuva 1 ja taulukko 1) otettiin viisi koepuuta 25.3.2013. Koepuut numeroitiin juoksevasti 1-25 (taulukko 1). Koepuut edustivat kunkin koealan vallitsevaa puulajia, joko mäntyä tai kuusta siten, että minimissään yhtä puulajia tuli olla kahdelta koealalta. Koealoilla 1 ja 3 pääpuulajina oli mänty ja koealoilla 2, 4 ja 5 kuusi (kuva 1 ja taulukko 1). Hyväkuntoiset koepuut valittiin valta- tai lisävaltapuista koealan kattavasti. Neulasnäyteoksat otettiin koepuiden etelä- tai länsipuolelta elävän latvuksen ylimmästä kolmanneksesta. Koepuista mitattiin läpimitta rinnankorkeudelta (1,3 m) ristikkäismittauksena, pituus ja elävän latvuksen alarajan korkeus maasta (taulukko 1).

Näytteiden esikäsittely ja analysointi

Näytteiden esikäsittely tehtiin puittain. Ensin näyteoksista irrotettiin neulaset ikäluokittain (neulasvuosikerrat C eli uusimmat vuonna 2012 syntyneet neulaset ja C+1 eli vuotta vanhemmat neulaset). Neulaset kuivattiin 60 asteen lämpötilassa. Yksittäin

käsitellyistä koepuista muodostettiin koealakoosteet neulasvuosikerroittain punnitsemalla kustakin puusta yhtä suuri massa kutakin neulasositetta, minkä jälkeen koostenäytteet jauhettiin. Näytteet esikäsiteltiin Metlan Parkanon laboratoriossa huhtikuussa 2013.

Näytteiden (koealakoosteet, kaksi neulasvuosikertaa) märkäpoltto tehtiin mikroaaltouunihajoituksena Parkanossa ja ICP-mittaus Vantaan laboratoriossa. ICP-emissiospektrometrillä on mahdollista analysoida kasvimateriaalin Al, As, B, Ba, Ca, Cd, Cr, Cu, Fe, K, Mg, Mn, Mo, Na, Ni, P, Pb, S, Sn, Sr, V ja Zn-pitoisuudet, joista As, Ba, Cd, Cr, Mo, Ni, Pb, Sn, Sr ja V jäävät rutiinianalyysillä kuitenkin usein alle $\text{HNO}_3/\text{H}_2\text{O}_2$ -määritysrajan. Myös hiili- ja typpimääritykset tehtiin Vantaalla CHN-analyysaattorilla. Lisäksi määritettiin 100 neulasen kuiva-paino (taulukko 2). Tulokset alkuaineanalyyseille on ilmoitettu kuivapainoa (105 °C) kohden laskettuina pitoisuuksina.

Tulokset

Tulokset on esitetty taulukossa 3. Yleisesti ottaen mäntyjen ja kuusten ravinnetila oli neulasanalyysin perusteella normaali. Lievää boorin (B) puutetta tulokset osoittivat sekä männyllä että kuusella.

Raskasmetallit mangaani (Mn), sinkki (Zn), kupari (Cu), rauta (Fe) ja nikkeli (Ni), joilla on pieninä pitoisuuksina tärkeä merkitys kasveille hivenravinteina, esiintyivät neulasissa havupuille sopivina pitoisuuksina. Muiden raskasmetallien (alumiini Al, kadmium Cd, kromi Cr) pitoisuudet neulasissa olivat pienet. Alle määritysrajan tulokset jäivät arseenin (As), molybdeenin (Mo), lyijyn (Pb), tinan (Sn), vanadiumin (V) ja volframin (W) osalta. Myös niobiumin (Nb), palladiumin (Pd) ja tantaalin (Ta) pitoisuudet olivat pienemmät kuin tässä tutkimuksessa käytetyllä analyysimenetelmällä voidaan havaita.

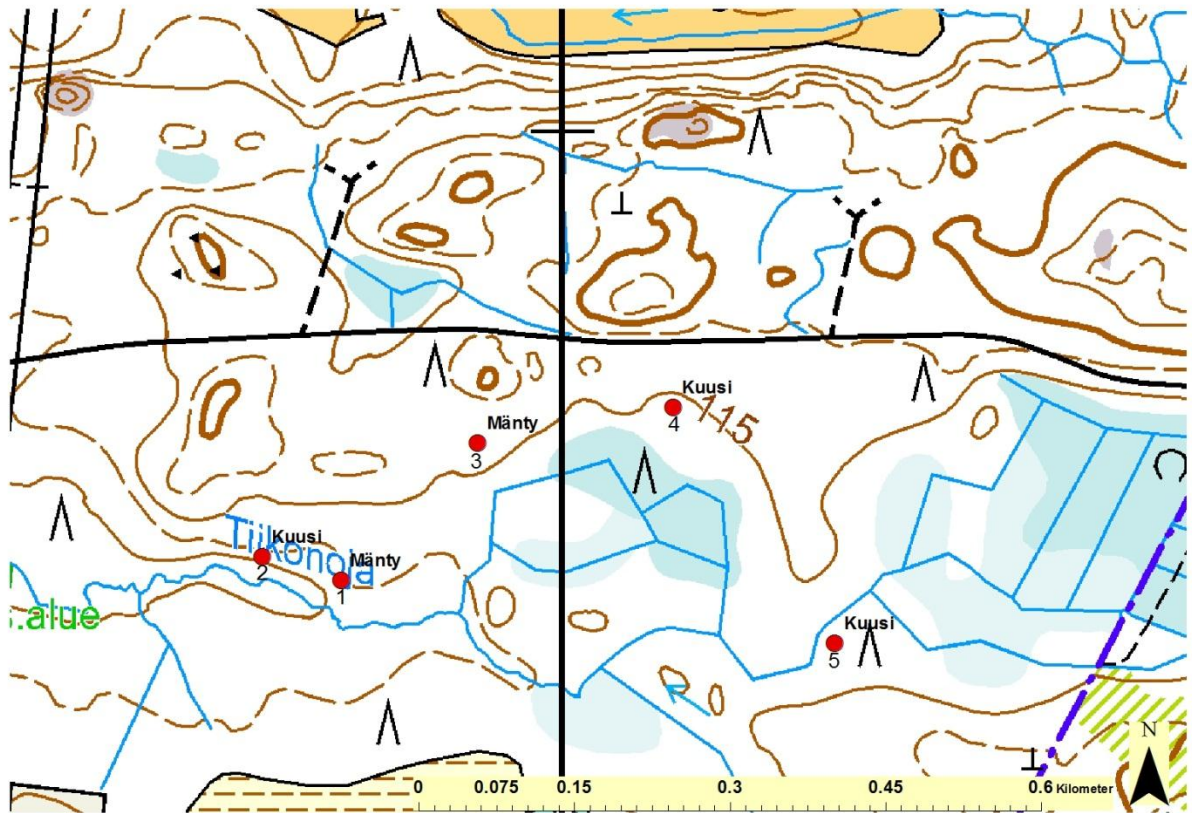
Kirjallisuus

Rautio, P., Fürst, A., Stefan, K., Raitio, H. & Bartels, U. 2010. Sampling and Analysis of Needles and Leaves. Manual Part XII. In: Manual on methods and criteria for harmonized sampling, assessment, monitoring and analysis of the effects of air pollution on forests, UNECE, ICP Forests Programme Co-ordinating Centre, Hamburg. ISBN: 978-3-926301-03-1. 19 pp. [<http://www.icp-forests.org/Manual.htm>]

Rautio, P. & Fürst, A. 2013. Tree Foliage: Sampling and Chemical Analyses. Teoksessa: Ferretti, M. & Fischer, R. (toim.). Forest monitoring. Developments in Environmental Science 12: 223-236.

Reinikainen, A., Veijalainen, H. & Nousiainen, H. 1998. Puiden ravinnepuutokset - metsänkasvattajan ravinneopas. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 688, 44 s.

Kuva 1. Neulasnäyttekoealojen sijainti.



Taulukko 1. Neulasnäytepuiden perustunnukset (rinnankorkeusläpimitta D1.3 ristikkäismittauksena, puiden pituus ja elävän latvuksen alarajan korkeus maanpinnasta) ja sijainti (etäisyys ja suunta) koealan keskipisteeseen nähden sekä koealan keskipisteen koordinaatit KKJ-3 järjestelmässä. Puulajit: 1=mänty, 2=kuusi.

Koeala	Puu-laji	PuuNo:	D 1.3 (mm)	D 1.3 (mm)	Pituus (dm)	Latvuksen alaraja (dm)	Etäisyys (dm)	Suunta, 360° asteikolla	KKJ-yhtenäis-koord.
1	1	1	237	238	157	73	305	39	3339787
1	1	2	209	215	147	58	960	75	6830568
1	1	3	233	238	182	89	595	162	
1	1	4	168	175	150	73	680	238	
1	1	5	220	221	162	79	485	317	
2	2	6	191	186	180	57	545	35	3339711
2	2	7	175	187	179	60	878	85	6830590
2	2	8	183	190	183	73	510	207	
2	2	9	182	187	181	48	905	225	
2	2	10	188	188	185	64	810	304	
3	1	11	215	208	150	68	954	35	3339919
3	1	12	220	222	152	55	810	110	6830700
3	1	13	223	232	149	65	705	159	
3	1	14	198	187	163	94	655	215	
3	1	15	202	202	164	101	320	267	
4	2	16	188	198	176	20	405	5	3340107
4	2	17	168	168	164	19	320	106	6830734
4	2	18	242	250	215	33	850	146	
4	2	19	162	173	165	33	825	200	
4	2	20	183	187	178	32	615	230	
5	2	21	129	135	118	18	860	9	3340263
5	2	22	117	120	91	17	700	15	6830507
5	2	23	92	95	66	15	480	73	
5	2	24	215	204	141	17	395	204	
5	2	25	161	167	127	17	355	227	

Taulukko 2. 100 neulasen kuivamassat (g, 105 °C kuivatuksen jälkeen) koealoittain ja koepuittain (puuno) erikseen sekä vuonna 2012 syntyneille neulasille (nvk=C) ja vuotta vanhemmille neulasille (nvk=C+1).

koeala	puuno	puulaji	nvk	massa, g	koeala	puuno	puulaji	nvk	massa, g
1	1	mänty	C	1.555	4	16	kuusi	C	0.384
1	1	mänty	C+1	2.493	4	16	kuusi	C+1	0.345
1	2	mänty	C	1.871	4	17	kuusi	C	0.618
1	2	mänty	C+1	2.562	4	17	kuusi	C+1	0.726
1	3	mänty	C	1.858	4	18	kuusi	C	0.491
1	3	mänty	C+1	2.106	4	18	kuusi	C+1	0.525
1	4	mänty	C	1.633	4	19	kuusi	C	0.491
1	4	mänty	C+1	2.255	4	19	kuusi	C+1	0.470
1	5	mänty	C	1.351	4	20	kuusi	C	0.416
1	5	mänty	C+1	1.224	4	20	kuusi	C+1	0.375
2	6	kuusi	C	0.526	5	21	kuusi	C	0.498
2	6	kuusi	C+1	0.477	5	21	kuusi	C+1	0.489
2	7	kuusi	C	0.402	5	22	kuusi	C	0.417
2	7	kuusi	C+1	0.453	5	22	kuusi	C+1	0.567
2	8	kuusi	C	0.361	5	23	kuusi	C	0.355
2	8	kuusi	C+1	0.513	5	23	kuusi	C+1	0.352
2	9	kuusi	C	0.510	5	24	kuusi	C	0.335
2	9	kuusi	C+1	0.595	5	24	kuusi	C+1	0.451
2	10	kuusi	C	0.549	5	25	kuusi	C	0.473
2	10	kuusi	C+1	0.576	5	25	kuusi	C+1	0.530
3	11	mänty	C	1.690					
3	11	mänty	C+1	2.302					
3	12	mänty	C	1.586					
3	12	mänty	C+1	2.555					
3	13	mänty	C	1.838					
3	13	mänty	C+1	2.073					
3	14	mänty	C	1.541					
3	14	mänty	C+1	2.340					
3	15	mänty	C	1.653					
3	15	mänty	C+1	2.674					

Taulukko 3. Neulasanalyysin tulokset koelaitteittain (koostenäyte viidestä puusta/koeala, koeala 1=puut 1-5, 2=puut 6-10, 3=puut 11-15, 4=puut 16-20, 5=puut 21-25) ja neulasvuosikerroittain (nvk, ks. taulukko 2).

nvk	puu nro	puulaji	kost%	Al mg/kg	As mg/kg	B mg/kg	Ba mg/kg	C %	Ca mg/g	Cd mg/kg	Cr mg/kg	Cu mg/kg	Fe mg/kg	K mg/g	Mg mg/g	Mn mg/kg	Mo mg/kg
C	1-5	mänty	4.00	304	<1,05	5.50	2.84	53.1	2.59	0.137	0.401	3.63	67.2	6.04	1.17	286	<0,211
C+1	1-5	mänty	4.10	317	<1,07	4.64	3.48	54.2	3.57	0.139	0.407	3.33	85.7	5.52	0.796	410	<0,214
C	6-10	kuusi	3.40	59.4	<1,08	7.39	56.4	50.7	6.31	0.086	0.560	2.92	42.2	4.97	1.67	676	<0,215
C+1	6-10	kuusi	3.20	85.9	<1,08	6.49	50.3	50.8	7.72	0.086	1.09	2.75	53.7	4.01	1.39	714	<0,215
C	11-15	mänty	3.50	402	<1,04	7.96	5.17	52.5	2.94	0.136	0.605	3.41	50.5	5.75	1.20	354	<0,209
C+1	11-15	mänty	3.50	414	<1,07	5.76	5.92	53.3	4.04	0.128	0.589	3.14	66.7	5.57	0.908	493	<0,214
C	16-20	kuusi	3.30	80.2	<1,04	5.46	49.2	51.3	5.63	0.073	1.18	2.63	36.7	5.32	1.29	652	<0,209
C+1	16-20	kuusi	3.10	100	<1,03	4.47	47.9	51.6	6.89	0.083	0.631	2.27	40.8	4.47	1.10	735	<0,207
C	21-25	kuusi	3.20	66.9	<1,07	9.54	33.4	51.9	4.85	0.075	1.06	2.87	43.3	5.48	1.01	630	<0,213
C+1	21-25	kuusi	3.10	87.3	<1,06	8.37	31.2	52.6	5.52	<0,07	0.455	2.42	52.0	4.60	0.882	644	<0,211

nvk	puu nro	puulaji	kost%	N %	Na mg/kg	Nb mg/kg	Ni mg/kg	P mg/g	Pb mg/kg	Pd mg/kg	S mg/kg	Sn mg/kg	Sr mg/kg	Ta mg/kg	Te mg/kg	V mg/kg	W mg/kg	Zn mg/kg
C	1-5	mänty	4.00	1.81	28.3	<0,211	4.47	1.81	<1,05	<0,58	1100	<0,42	3.15	<1,05	<1,37	<0,316	<1,05	49.6
C+1	1-5	mänty	4.10	1.91	46.9	<0,214	1.98	1.66	<1,07	<0,59	1180	<0,43	4.08	<1,07	<1,39	<0,321	<1,07	47.6
C	6-10	kuusi	3.40	1.58	27.3	<0,215	3.10	1.30	<1,08	<0,59	974	<0,43	31.0	<1,08	<1,4	<0,323	<1,08	47.5
C+1	6-10	kuusi	3.20	1.51	28.0	<0,215	2.30	1.13	<1,08	<0,59	950	<0,43	31.4	<1,08	<1,4	<0,323	<1,08	36.6
C	11-15	mänty	3.50	1.83	27.4	<0,209	3.91	1.88	<1,04	<0,57	1110	<0,42	5.89	<1,04	<1,36	<0,313	<1,04	50.0
C+1	11-15	mänty	3.50	1.87	51.7	<0,214	2.22	1.77	<1,07	<0,59	1180	<0,43	7.26	<1,07	<1,39	<0,321	<1,07	50.9
C	16-20	kuusi	3.30	1.46	31.2	<0,209	2.53	1.37	<1,04	<0,57	970	<0,42	30.1	<1,04	<1,36	<0,313	<1,04	35.6
C+1	16-20	kuusi	3.10	1.37	39.2	<0,207	1.56	1.23	<1,03	<0,57	973	<0,41	32.3	<1,03	<1,34	<0,31	<1,03	26.3
C	21-25	kuusi	3.20	1.59	44.7	<0,213	1.50	1.42	<1,07	<0,59	976	<0,43	17.8	<1,07	<1,39	<0,32	<1,07	34.3
C+1	21-25	kuusi	3.10	1.40	49.1	<0,211	0.994	1.20	<1,06	<0,58	909	<0,42	17.7	<1,06	<1,37	<0,317	<1,06	33.1