

METSÄLUONNON HOIDON MUUTOSTEN TALOUDELLISTEN, ENERGIAKULUTUS- JA PÄÄSTÖVAIKUTUSTEN ARVIOINTI-MENETELMÄ - TAPAUSESIMERKKI

Jouko Örn

Arto Kariniemi

Menetelmä on tarkoitettu metsäluonnon suojeluun liittyvien toiminnan muutosten taloudellisten, energiankulutus- ja päästövaikutusten arvioimiseen. Tapausesimerkki perustuu Metsätehon katsauksessa 3/1997 julkaistuihin metsäteollisuuden ja Metsähallituksen puunkorjuu- ja kaukokuljetussuoritteisiin vuodelta 1996 sekä niistä johdettuihin met-

sänhoitosuoritteisiin. Esimerkissä arvioidaan samanaikaisesti toteutettavia suojelun ja puunkorjuun koneellistamisasteen lisäyksen vaikutuksia. Suojelun lisäykseksi oletetaan kolme prosenttia ja koneellistamisasteen lisäykseksi kaksi prosenttia koko korjuumäärästä. Suojelun lisäys kohdistetaan avohakkuihin kokonaiskorjuumäärän pysyessä ennallaan.

Tapausesimerkin tietojen syöttösivu ja korjuumäärien laskenta

ARVIO METSÄLUONNON HOIDON JA TOIMINNAN MUUTOSTEN ERÄISTÄ TALOUDELLISISTA, ENERGIAKULUTUS- JA PÄÄSTÖVAIKUTUKSISTA										
Yritys	Alue	Laatija	Päiväys	Lask.-alue: P-S=1, E-S=2,						
Metsäteho Oy	Korjuu- ja kaukokuljetustilasto 1996	Jouko Örn	21.5.97	Suomi=3	3					
Hakkuutavoittaiset puumäärät										
Nykykorjuumäärä, m³				34 000 000						
Koneellistamisaste	Nyky		Uusi							
	Oletus	Oma	Oletus	Oma						
	86%		88%							
Suojelun muutos, % ainespuumäärästä					Oletus, Tapio: Metsäluonnon hoito hakkuissa ja metsän uudistamisessa					
	Suojelu- alue/var.	Luonto- kohteet	Säästö- puut	Maisema- kohteet	Yhteensä					
Oletus	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %					
Oma	1,0%	1,0%	0,5%	0,5%	3,0%					
Suojelun jälkeen korjuumäärä on					Suojelua ei korvata avohakkuissa=1, oletus					1
+- % nykyistä suurempi tai pienempi					0,0 %					Suojelua voidaan korvata myös avohakkuissa =2, oma
Suojelun kokonaismäärä jakaantuu hakkuutavoille										
	1.harv.	Muu harv.	Avohakk.	Sp-hakk.	Yhteensä					
Oletus			100%		100%					
Oma										
Suojelusta kohdistuu norm. vaikeampiin* maastoihin, %										
	Vaikeat		Eritt.vaikeat		* Vaikea=maastol. 2 Eritt.vaikea=maastol. 3					
Oletus	55%		25%							
Oma										
Hakkuutapojen osuudet										
	Nyky		Uusi		Nyky, m³			Uusi, m³		
	Oletus	Oma	Oletus	Oma	Kon.korjuu	Man.korjuu	Yhteensä	Kon.korjuu	Man.korjuu	Yhteensä
1. harvennus	10%		11%		1 598 000	1 802 000	3 400 000	1 904 000	1 700 000	3 604 000
Muu harvennus	20%		21%		6 086 000	714 000	6 800 000	6 562 000	646 000	7 208 000
Avohakkuu	50%		47%		15 402 000	1 598 000	17 000 000	14 790 000	1 190 000	15 980 000
Sp-hakkuu	20%		21%		6 154 000	646 000	6 800 000	6 664 000	544 000	7 208 000
Yhteensä					29 240 000	4 760 000	34 000 000	29 920 000	4 080 000	34 000 000
Muutos, %								2%	-14%	0%

Suojelun muutos vähentää avohakkuita ja lisää vastaavasti harvennus-, siemenpuu- ja suojuspuuhakkuita kuusi prosenttia. Avohakkuiden supistuminen vähentää metsänhoitosuoritteita noin kolmella prosentilla.

Koneellistamisasteen lisäys ja hakkuutapajakautumasta johtuva tuotoksen vähennys lisää hakkuukoneiden tarvetta kolmella prosentilla. Manuaalitoiden työvoiman tarve vähenee kahdeksan prosenttia. Koneellisen korjuun lisäyksen takia korjuukustannukset alenevat yhteensä noin kaksi milj. mk. Metsänhoitoalan vähentyessä kustannukset alenevat noin yhdeksän milj. mk. Tukkikertymä pienee runsaan prosentin ja kuitupuukertymä kasvaa vajaat kaksi prosenttia. Tämä vähentää kantorahakertymää 30 milj. mk.

Muutokset vähentävät bensiininkulutusta vajaat 7 %, lisäävät kaasuoöljyn kulutusta 2,5 % sekä hydrauli- ja teräketjuöljyn kulutusta 1 - 2 %. Hiilivedyn ja hiilimonoksidin määrät pakokaasupäästöissä vähenevät 1 - 2 % ja rikki- ja hiilidioksidin, hiukasten ja typen oksidien määrät lisääntyvät 1,7 - 2,4 %. Tässä arvioidut päästöt ovat päästöläjien mukaan 0,6 - 5,6 % vuoden 1994 koko tieliikenteen päästöistä.

TALOUELLISTEN VAIKUTUSTEN ARVIOINTI

Korjuun nykytilaa kuvaavat korjuun kokonaismäärä ja koneellistamisaste perustuvat Metsätehon vuoden 1996 korjuu- ja kaukokuljetustilastoon. Hakkuutapajakautuman oletusarvo perustuu Metsätehon tiedotukseen 407. Oletusarvojen sijasta voidaan käyttää omia, arvioitavan kohteen mukaisia arvoja.

Muutostekijöiksi on annettu koneellistamisasteen lisäys 86 %:sta 88 %:iin sekä kolmen prosentin suojelun lisäys. Suojelu ei tässä tapauksessa alenna kokonaiskorjuumäärää. Laskenta korvaa suojelun lisäyksen korottamalla harvennus- ja siemenpuuhakkuiden osuutta. Arvioija voi valita muitakin vaihtoehtoja. Suojelu voi myös alentaa korjuumäärää tai se voidaan jakaa kaikille hakkuutavoille. Korjuuresurssien ja -kustannusten laskentaa varten oletetaan, että suojelu kohdistuu keskimääräistä huonompiin korjuuolosuhteisiin. Arvioija voi ilmoittaa myös omakohtaisen olosuhdejakautuman.

Laskenta muodostaa uuden hakkuutapajakautuman tavoitteena edullisin kokonaiskorjuukustannus annetun koneellistamisasteen puitteissa. Arvioija voi antaa myös oman hakkuutapajakautuman.

Muutos lisää harvennus- ja siemenpuuhakkuita ja vastaavasti vähentää avohakkuita 6 %. Koneellistamisasteen muutos vähentää manuaalikorjuun määrää 14 %.

Metsänhoitotöiden oletusarvot on laskettu hakkuutavoittaisten korjuupinta-alojen perusteella. Avohakkuiden väheneminen alentaa metsänhoitopinta-aloja yhteensä kolme prosenttia. Istutus- ja kylvöpinta-alat vähenevät kuusi prosenttia.

Korjuuresurssit ja -kustannukset lasketaan Metsätehossa laadituilla ajanmenekki-funktioidella. Hakkuutavoittaiset rungon ja työmaan koot sekä metsäkuljetusmatkat perustuvat Metsätehon korjuu- ja kaukokuljetustilaston olosuhdetietoihin. Kustannukset lasketaan Metsätehossa laadittujen konekustannuslaskentamallien ja manuaalitoiden palkanlaskentamallien avulla.

Metsänhoitotöiden resurssien ja kustannusten laskenta perustuu Metsätehossa laadittuihin ajanmenekkilukuihin ja laskentamalleihin.

Korjuun ja metsänhoitotöiden muutokset vähentävät manuaalisten töiden työvoiman tarvetta yhteensä kahdeksan prosenttia. Koneellistamisasteen kasvu vähentää manuaalisen hakkuutyön työvoiman tarvetta 12 %. Se ja harvennushakkuiden määrän lisääntyminen lisäävät hakkuukoneiden tarvetta kolme prosenttia. Metsänhoitopinta-alan supistuminen vähentää metsänhoitotöiden työvoiman tarvetta kolme prosenttia ja maanmuokkauskaluston tarvetta kaksi prosenttia.

Muutoksen myötä sekä manuaalisen että koneellisen hakkuun yksikkökustannukset nousevat. Koneellisen hakkuun lisääntymisen takia korjuun keskimääräiset yksikkökustannukset alenevat 0,1 %. Metsänhoitopinta-alan uusi jakautuma alentaa lievästi metsänhoitotöiden yksikkötyökustannuksia. Korjuun kustannukset alenevat 2 milj. mk ja metsänhoitotöiden kustannukset 9 milj. mk.

TAULUKKO 1

Metsänhoitotöiden suoritteet

Tilanne	Raivaus	Muokkaus	Kylvö	Istutus	Taimikonhoito	Yhteensä
	ha					
Nykyinen	79 550	93 320	24 120	61 040	145 930	403 960
Uusi	77 690	91 140	22 670	57 380	142 520	391 400
Muutos, %	-2,3	-2,3	-6	-6	-2,3	-3,1

TAULUKKO 2

Resurssien tarve

Tilanne	Hakkuu	Metsänhoito	Yhteensä	Hakkuu-koneet	Metsä-traktorit	Kuorma-autot	Muokkaus-koneet
	manuaaliryönteijät, miehistövuotta			kpl			
Nykyinen	1 569	1 306	2 875	852	981	895	233
Uusi	1 380	1 265	2 645	877	978	895	228
Muutos, %	-12	-3,1	-8	2,9	-0,3	0	-2,1

Puukaupan puutavaralaji- ja kantorahakertymien laskennan puutavaralajijakautumat perustuvat vuonna 1993 korjuu- ja kaukokuljetustilaston yhteydessä tiedusteltuihin hakkuutavoitettiin jakautumiin sekä markkinahakkuutilaston jakautumiin vuodelta 1996. Kantohinnat ovat Metsäntutkimuslaitoksen julkaisemia yksityismetsien pystykauppojen kantohintoja vuodelta 1996.

Muutos vähentää tukkikertymää runsaan yhden prosentin ja lisää kuitupuukertymää vajaat kaksi prosenttia kokonaiskertymän pysyessä ennallaan. Kantorahakertymä vähenee samalla noin 30 milj. mk.

ENERGIANKULUTUKSEN JA PÄÄSTÖJEN ARVIOINTI

Energiankulutus ja päästöt arvioidaan puunkorjuun ja metsänhoitotöiden työmäärä- ja tuotostietojen sekä kotimaisen raakapuun kuljetussuoritteiden perusteella. Työntekijöiden ja toimihenkilöiden työmatkatiedot lasketaan oletusarvoina korjuun ja metsänhoidon suoritteiden perusteella. Arvioija voi käyttää näiltä osin myös omia lukujaan.

Energiankulutuksen laskenta perustuu korjuussa, autokuljetuksessa ja metsänhoitotöissä Metsätehon kustannuslaskentamallien tietoihin. Muun kaukokuljetuksen energiankulutustiedot ovat tarkkuudeltaan vain suuntaa-antavia. Työmatkasuoritteiden oletusarvot perustuvat palkkatilastojen tietoihin. Päästöjen laskenta perustuu metsä- ja kuljetuskaluston sekä henkilöautojen ominaiskulutuksiin ja niitä vastaaviin päästökertoimiin. Laskelmissa on käytetty VTT:n ja Oulun yliopiston julkaisuista saatuja päästökertoimia.

Energiankulutus ja päästöt riippuvat polttoaineen laadusta ja moottorien ominaisuuksista. Niiden yksityiskohtainen huomioon ottaminen edellyttää, että laskennassa olisi käytettävissä kalustokohtainen tietokanta ikä- ja moottorityyppitietoineen. Arviointimenettelyä voidaan täsmentää tarvittaessa tältä osin kunkin yrityksen vaatimuksia vastaavaksi. Nyt päästöt lasketaan tavanomaisiin polttoaineisiin ja 1990-luvun alkuvuosien moottoreihin perustuen. Päästötulosteisiin on vertailuperusteeksi liitetty koko maan vuoden 1994 tieliikenteen päästöt. Esimerkkilaskelman päästöt ovat päästölajin mukaan 0,6 (CO) - 5,6 % (NOx) tieliikenteen kokonaispäästöistä.

TAULUKKO 3

Kustannukset

Tilanne	Manuaalinen hakkuu	Koneellinen hakkuu	Metsäkuljetus	Yhteensä	Korjuu yhteensä	Metsänhoitotyöt yhteensä		Korjuu ja metsänh.työt yhteensä
	korjuu, mk/m ³				1 000 mk	mk/ha	1 000 mk	1 000 mk
Nykyinen	65,51	26,71	18,79	50,94	1 732 000	758	306 000	2 038 000
Uusi	67,11	27,28	18,83	50,89	1 730 000	758	297 000	2 027 000
Muutos, %	2,4	2,1	0,2	-0,1	-0,1	-0,1	-2,9	-0,5

Energiankulutus ja päästöt nykytilanteessa

	Kulutus, tonnia				Päästöt, tonnia					
	Bensiini	Diesel	Hydr.öljy	Teräk.öljy	HC	NOx	CO2	Hiukkaset	SO2	CO
Korjuu	723	39739	1099	1377	419	2595	126216	218	40	993
Kaukokuljetus	0	73179	372		213	4788	223517	79	7	537
Metsänhoito	904	2383	1		248	147	9670	19	3	416
Työmatkat	1521	142			6	25	4019	5	1	62
Yhteensä	3148	115443	1472	1377	886	7554	363422	320	51	2009
Päästöt, % tieliikenteen päästöistä 1994										
	1,7%	5,6%	3,6%	3,7%	0,7%	0,6%				

Energiankulutuksen ja päästöjen muutos uudessa tilanteessa

	Kulutus, muutos %				Päästöt, muutos %					
	Bensiini	Diesel	Hydr.öljy	Teräk.öljy	HC	NOx	CO2	Hiukkaset	SO2	CO
Korjuu	-12,0%	1,8%	1,5%	2,3%	-4,4%	1,8%	1,5%	1,6%	1,7%	-2,4%
Kaukokuljetus	0,0%	3,1%	0,0%		2,7%	2,9%	3,1%	3,4%	3,1%	3,2%
Metsänhoito	-2,3%	-2,3%	-2,3%		-2,3%	-2,3%	-2,3%	-2,3%	-2,3%	-2,3%
Työmatkat	-6,7%	-6,7%			-6,7%	-6,7%	-6,7%	-6,7%	-6,7%	-6,7%
Yhteensä	-6,7%	2,5%	1,1%	2,3%	-2,1%	2,4%	2,3%	1,7%	1,5%	-1,0%

ARVIOINTIMENETELMÄN KÄYTTÖ JA TUOTTEISTAMINEN

Tässä esitelty arviointimenetelmä on Excel-taulukkolaskennalla toteutettu prototyypiversio. Sitä on tarkoitus käyttää ja kehittää metsäteollisuuden puu-huollossa 1990-luvulla toteutetun metsäluonnon suojelun taloudellisia ja sosiaalisia vaikutuksia selvittävissä hankkeissa eräänä laskentatyökaluna. Ulko-

puolista käyttöä varten laskentaan on liitetty sitä helpottavia makroja ja käyttöohje. Arviointimenetelmää voidaan hyödyntää esimerkiksi organisaation ympäristövaikutusten arvioinnissa tai alue-ekologisen suunnittelun yhteydessä.

Asiasanat: arviointimenetelmä, metsäluonnon suojele, energiankulutus, päästöt

Metsäteho Review 2/1997

METHOD FOR ASSESSING THE ECONOMIC, ENERGY CONSUMPTION AND EMISSIONS IMPACTS OF CHANGES IN THE CARE OF FOREST NATURE - A CASE STUDY

The assessment method can be used for outlining the economic, energy consumption and emissions impacts in the changes of the care of forest and associated processes. The case study is based on data provided by the Finnish Forest and Park Service and the forest industry on wood volumes harvested, the silvicultural treatments derived from these data and on the long-distance transportation of domestic roundwood in 1996. In the example situation, assessments are made of the effects of the increase in the protection of forest nature and of the simultaneous increase in the degree of mechanisation in wood harvesting. The increase in protection of forest nature is assumed to amount to 3 percentage points and that in the degree of mechanisation to amount to 2 percentage points. Both increases have been calculated from the volume of timber harvested at the annual level. Protection is allowed to reduce the amount of clear cuttings. This reduction is compensated for by increasing thinnings, in which case the overall harvest volume remains unchanged. Reducing the clear cutting area reduces the amount of silvicultural work by about 3 %.

The assessment results indicate an additional need for harvesters (3 %) and a decrease in the need for manual labour (8 %). Wood harvesting and silviculture work costs are reduced by about FIM 11 million in total. Log volume harvested is reduced by more than 1 % while that of pulpwood increases by less than 2 %. The total stumpage money is reduced by FIM 30 million.

It is estimated that these changes reduce the consumption of petrol by less than 7 %, increase the consumption of diesel fuel by 2.5 %, and those of hydraulic and chain oil between 1 % and 2 %. The emissions of hydrocarbons and carbon monoxide in the form of exhaust emissions would decrease between 1 % and 2 % while other emissions would increase between 1.7 % and 2.4 %. The estimated emissions by emission type in the case study amount to between 0.6 % and 5.6 % of the total emissions from road traffic in 1994.

Key words: assessment method, protection of forest nature, energy consumption, emissions