

FOLIA FORESTALIA 581

METSÄNTUTKIMUSLAITOS · INSTITUTUM FORESTALE FENNIAE · HELSINKI 1984

MATTI SIRÉN

TUTKIMUSTULOKSIA NORCAR HT-440
TURBO HARVENNUSTRAKTORISTA

STUDY RESULTS OF NORCAR HT-440
TURBO THINNING TRACTOR



METSÄNTUTKIMUSLAITOS
THE FINNISH FOREST RESEARCH INSTITUTE

Osoite: Unioninkatu 40 A
Address: SF-00170 Helsinki 17, Finland

Puhelin: (90) 661 401
Phone:

Ylijohtaja: <i>Director:</i>	Professori <i>Professor</i>	Olavi Huikari
Yleisinformaatio: <i>General information:</i>	Tiedotuspäällikkö <i>Information Chief</i>	Olli Kiiskinen
Julkaisujen jakelu: <i>Distribution of publications:</i>	Kirjastonhoitaja <i>Librarian</i>	Liisa Ikävalko-Ahvonen
Julkaisujen toimitus: <i>Editorial office:</i>	Toimittaja <i>Editor</i>	Seppo Oja

Metsäntutkimuslaitos on maa- ja metsätalousministeriön alainen vuonna 1917 perustettu valtion tutkimuslaitos. Sen päätehtävänä on Suomen metsätaloutta sekä metsävarojen ja metsien tarkoituksenmukaista käyttöä edistävä tutkimus. Metsäntutkimustyötä tehdään lähes 800 hengen voimin yhdeksällä tutkimusosastolla ja yhdeksällä tutkimus- ja koeasemalla. Tutkimus- ja koetoimintaa varten laitoksella on hallinnassaan valtion-metsiä yhteensä n. 150 000 hehtaaria, jotka on jaettu 17 kokeilualueeseen ja joihin sisältyy kaksi kansallis- ja viisi luonnonpuistoa. Kenttäkokeita on käynnissä maan kaikissa osissa.

The Finnish Forest Research Institute, established in 1917, is a state research institution subordinated to the Ministry of Agriculture and Forestry. Its main task is to carry out research work to support the development of forestry and the expedient use of forest resources and forests. The work is carried out by means of 800 persons in nine research departments and nine research stations. The institute administers state-owned forests of over 150 000 hectares for research purposes, including two national parks and five strict nature reserves. Field experiments are in progress in all parts of the country.

ILMAAN PÄÄN TIKKUIJA
TUSKIN TÄHTÄÄN OLI
SYNTYNYT

MASA

FOLIA FORESTALIA 581

Metsäntutkimuslaitos. Institutum Forestale Fenniae. Helsinki 1984

Matti Sirén

TUTKIMUSTULOKSIA NORCAR HT-440 TURBO HARVENNUSTRAKTORISTA

Study results of Norcar HT-440 Turbo thinning tractor

Approved on 13.1.1984

SISÄLLYS

1. JOHDANTO	3
2. NORCAR HT-440 TURBO HARVENNUSTRAKTORI	3
3. TUTKIMUSTULOKSET	4
31. Norcar harvennushakkuussa	4
311. Tutkimusolosuhteet	4
312. Tuotos harvennushakkuussa	4
313. Jäävän puuston vaurioituminen	5
32. Norcar avohakkuussa	6
321. Tutkimusolosuhteet	6
322. Tuotos avohakkuussa	7
4. NORCARIN KÄYTTÖTUNTIKUSTANNUKSET	8
5. TULOSTEN TARKASTELUA	8
KIRJALLISUUS	9
SUMMARY	9
LIITE	10

SIRÉN, M. 1984. Tutkimustuloksia Norcar HT-440 Turbo harvennustraktorista. Summary: Study results of Norcar HT-440 Turbo thinning tractor. *Folia For* 581: 1—10.

Suomalaista Norcar HT-440 Turbo harvennustraktoria on tutkittu sekä harvennuksessa että avohakkuussa. Norcar edustaa uutta metsätraktorien kokoluokkaa, ja siinä on käytetty uusia teknisiä ratkaisuja.

Norcarin tuotos harvennuksessa oli $9,6 \text{ m}^3/\text{käyttötunti}$. Tuotos oli sama havu- ja lehtipuun ajossa. Keskimääräinen kuorman koko oli $4,0 \text{ m}^3$. Tutkimusleimikon maastoluokka oli 2 ja metsäkuljetusmatka 170 m. Puutavaratiheys oli $12 \text{ m}^3/100 \text{ m}$ ajouraa.

Jäävän puuston vaurioituminen oli verraten runsasta. Tähän oli pääsyyinä huonoin mahdollinen korjuuaika, kesäkuu. 8,3 % jäävästä puustosta vaurioitui tutkimusleimikolla. 7,1 % vaurioista kohdistui runkoon, 14,3 % juurenniskaan ja 78,6 % juuristoon. Kun otetaan huomioon ajouraleveys 330 cm, runkovaurioiden määrää on pidettävä pienenä. Juurivaurioilta välttymistä kyseisissä olosuhteissa on pidettävä mahdottomana.

Norcaria tutkittiin myös 3. maastoluokan leimikolla avohakkuussa. Tuotos/käyttötunti oli $9,3 \text{ m}^3$ havukuitupuun ajossa ja $9,7 \text{ m}^3$ tukin ajossa. Keskimääräinen kuorman koko oli $5,6 \text{ m}^3$ havukuitupuulla, $4,3 \text{ m}^3$ lehtikuitupuulla ja $7,9 \text{ m}^3$ havutukilla. Kuitupuu oli hakattu 3-metriseksi. Leimikon tiheysluokka oli tukin ja havukuitupuun osalta 0 ja lehtikuitupuun osalta 2. Metsäkuljetusmatka oli keskimäärin 226 m.

The output of the Finnish Norcar HT-440 Turbo thinning tractor has been studied both in thinning and clear cutting conditions. Norcar represents a new size-class of forwarders with new technical features.

The forwarding output of Norcar in a thinning stand was $9,6 \text{ m}^3/\text{operating hour}$. Output was the same for softwood and hardwood pulpwood. The average load size was $4,0 \text{ m}^3$. The terrain class of the study stand was 2 and the forward distance 170 meters in average. The amount of wood harvested from the area was $12 \text{ m}^3/100 \text{ meters of strip road}$.

As a result of the worst possible harvesting time the damages to the remaining stand were relatively high in June. 8,3 % of the trees were damaged. Of the total damage 7,1 % was to the stem, 14,3 % to the root collar, and 78,6 % to the root. Considering the strip road width of 330 cm and the seasonal conditions the number of stem damage was low. It was impossible to avoid root damage, owing to the wrong harvesting season.

Norcar thinning tractor was also studied on a clear cutting site with a terrain class 3. Output per operating hour was $9,3 \text{ m}^3$ for softwood pulpwood, $7,9 \text{ m}^3$ for hardwood pulpwood, and $9,7 \text{ m}^3$ for softwood logs. The average load size was $5,6 \text{ m}^3$ for softwood pulpwood, $4,3 \text{ m}^3$ for hardwood pulpwood, and $7,9 \text{ m}^3$ softwood logs. Pulpwood was cut in 3 meter lengths. The density of the stand was $< 13 \text{ m}^3/100 \text{ meters of strip road}$ for softwood pulpwood and logs, and $5,6—8,3 \text{ m}^3/100 \text{ meters of strip road}$ for hardwood pulpwood. The average forwarding distance was 226 meters.

1. JOHDANTO

Harvennushakkuut tulevat lähivuosikymmeninä voimakkaasti lisääntymään. Tälläkin hetkellä vain osa metsänhoidollisesti välttämättömistä harvennuksista pystytään tekemään. Kun vuosituhannen vaihteessa harvennustarve on noin 400 000—500 000 ha/a, on nyt korkea aika kehittää menetelmiä ja koneita harvennuksiin. Vaikka harvennushakkuiden pääongelma onkin korkeissa hakkuukustannuksissa, myös metsäkuljetus on osoittautunut ongelmalliseksi. Avohakkuihin sopivat kuormatraktorit eivät sovellu yhtä hyvin nuoriin harvennusmetsiin. Myös maataloustraktorilla on omat heikkoutensa, vaikkakin nelivedon yleistyminen on lisännyt maataloustraktorin soveltuvuutta metsäajoon.

Ensimmäiset puutavaran kuljetukseen suunnitellut kotimaiset pientraktorit tulivat markkinoille 1970-luvun puolivälissä. Ne eivät kuitenkaan saavuttaneet kuormatraktoreina jalansijaa Suomessa. Pääsyyinä tähän olivat koneiden riittämätön maastokelpoisuus sekä liian pieni koko, jonka takia tuotos jäi alhaiseksi. Askel kohti perinteisen raskaan kaluston keventämistä on Suomessa ja Ruotsissa viime vuosina yleistynyt Bruunett mini-kuormatraktori.

Jonkin verran Bruunett miniä kevyempi on uusi suomalainen Norcar-harvennustraktori, jonka kehittäelytyö alkoi 70-luvun pientraktorista päätyen nyt markkinoilla olevaan Norcar HT-440 Turbo harvennustraktoriin. Koska nykyinen Norcar edustaa tavallaan uutta kuormatraktoriin kokoluokkaa ja koneessa on poikkeuksellisia teknisiä ratkaisuja, katsottiin Metsäntutkimuslaitoksessa aiheelliseksi tutkia koneen tuotosta ja samalla verrata sitä raskaampaan koneeseen.

Tutkimus toteutettiin vuoden 1982 aikana Vaasan ympäristössä Osuuskunta Metsäliiton Vaasan piirin työmailla. Harvennushakkuuaineisto kerättiin kesäkuussa Rimalissa ja avohakkuuaineisto marraskuussa Kvevlaxissa. Aineiston keruuseen osallistuivat metsätyönjohtaja Erkki Salo ja tutkimusapulainen Veijo Salo. Tutkimustyön kannalta arvokasta apua antoivat piirimetsänhoitaja Bror-Eric Lagerwall, hankintateknikko Rudolf Sandqvist ja korjuuteknikko Per Henrik Storbeck Osuuskunta Metsäliiton Vaasan piiristä. Urakoitsijoiden, erityisesti Hasse Kvistin ammattitaito oli tutkimuksen onnistumisen kannalta tärkeä. Tutkimuksen kaikissa vaiheissa työtä edesauttoivat myyntipäällikkö Heikki Valkeinen ja myyntipäällikkö Stefan Björkman konetehtäjä Norcar Ky:stä.

Englanninkielien tarkastuksesta huolehti rouva Elva Nurmi ja konekirjoituksesta rouva Aune Rytkönen. Käsikirjoituksen ovat lukeneet ja neuvoja antaneet prof. Pentti Hakkila ja Suonenjoen tutkimusaseman johtaja, MMT Pertti Harstela. Kaikille edellä mainituille esitän lämpimät kiitokseni.

2. NORCAR HT-440 TURBO HARVENNUSTRAKTORI

Norcar HT-440 Turbo on Konetehtäjä Norcar Ky:n valmistama harvennustraktori. Seuraavassa koneen tekninen esittely.

Voimansiirto ja ohjaus:

Koneessa on täyshydraattinen 8-pyöräveto kahdella vapaakytkimellä varustetulla hydraulipumpulla ja kuudella pyörämootorilla. Perävaunun veto voidaan kytkeä sähköisesti pois, jolloin koneen nopeus on mahdollista kaksinkertaistaa. Koneen nopeus on 8-pyörävedolla 0—8 km/h ja 4-pyörävedolla 0—16 km/h. Nopeuden säätö on portaaton. Runko-ohjaus tapahtuu hydraulisylinterillä. Tasauspyörästäön lukko on sähköohjattu samoin kuin negatiiviset hydrauliset jarrut.

Telit:

Traktorissa on kaksi paria keskenään vaihtokelpoisia telejä, joissa jokaisessa on hydraulimoottori. Vääntömomentti siirretään telin toiseen pyörään kotelon sisällä kulkevalla rullaketjulla. Telit voidaan hydraulisesti lukita eri asentoihin.

Ohjaamo:

Ohjaamo on hydraulisesti kipattava. Ohjaamon melutaso on 77 dBA.

Kuormain:

Kuormaimen ulottuvuus on 4,2 m + 0,8 m hydraulinen jatkopuomi. Nostomomentti on 2,6 t/m ja netto-

nostoteho 640 kp. Kouran kuormausala on 0,25 m² ja kääntyvyys 280°.

Työvalot:

Työvaloina on 6 kpl halogeenivalaisimia.

Lisävarusteet:

Lisävarusteita ovat lumiketjut, telaketjut, hydraulinen vintturi sekä pyörivä kuormaaajan koura.

Koneen mitat:

Pituus 6900 mm
Leveys 1750—1980 mm
Korkeus 3100 mm

Maavara 600 mm
Kääntösäde 4300 mm
Kääntösäde telit nostettuna 3500 mm
Ohjauskulma +/— 60°
Akseliväli 3800 mm
Vakioorenkaat LP 400 x 22,5 14 ply
Polttoainesäiliö 90 l
Öljysäiliö 120 l
Kuormausala 2,7 m²
Kantavuus 6000 kg
Omapaino 6300 kg

Moottori:

Turboahdettu 4-sylinterinen, 4-tahtinen, vesijäähdytteinen dieselmoottori. Maksimiteho 45 kW/3600 r/min.

3. TUTKIMUSTULOKSET

31. Norcar harvennushakkuussa

311. Tutkimusolosuhteet

Norcar harvennustraktoria tutkittiin harvennushakkuussa Rimalissa lähellä Vaasaa. Tutkimuksissa mukana ollut Norcar oli vanhempaa mallia, joka on varustettu 4-pyörämoottorilla. Tutkimuksessa vertailtiin Norcar harvennustraktoria ja Aktiv Skotten 747-kuormatraktoria. Kumpaakin konetta ajoi tutkimuksissa koneen omistaja.

Taulukko 1. Tutkimusolosuhteet Rimalissa.
Table 1. Study conditions in Rimal.

	Norcar	Aktiv Skotten
Jäävä puusto, m ³ /ha	167	105
Remaining stand, m ³ /ha		
Jäävän puuston runkoluku/ha	670	700
Number of trees remaining/ha		
Jäävän puuston puulajisuhteet, %		
Distribution of remaining tree species, %		
mänty — pine	40	90
kuusi — spruce	30	10
koivu — birch	30	—
Jäävän puuston keskikoko, dm ³	250	150
Mean size of trees remaining, dm ³		
Ajouraleveys, cm	330	460
Strip road width, cm		
Ajouraväli, m	18	21
Distance between strip roads, m		
Kertymä m ³ /100 m ajouraa	12	7
Yield m ³ /100 m strip road		

Vaikka tutkimusalue olikin laaja, ei samanlaisia olosuhteita koneille kyetty löytämään. Norcarin palsta oli maastoluokkaa 2, kun taas Aktivin palsta oli helppokulkuinen 1. maastoluokan mäntykangas. Norcarin palsta oli myös soistunut, mikä oli omiaan lisäämään jäävän puuston vaurioitumisriskiä, jota vielä lisäsi vaurioitumisen kannalta pahin mahdollinen korjuuaika, kesäkuu. Puuta oli puolestaan Norcarin palstalla enemmän, ja tällä seikalla on vaikutuksensa myös tuotokseen. Taulukossa 1 on esitetty tutkimusolosuhteet Rimalissa.

Norcarilla ajettiin puuta yhteensä 168,0 m³, josta mäntyä ja kuusta oli 35,1 m³ ja koivua 132,9 m³. Aktiv Skottenin tutkimusaineisto käsitti puuta 64,4 m³, josta mäntyä oli 34,0 m³ ja koivua 30,4 m³. Puutavara oli hakattu silmävaraisesti noin 3-metriseksi.

312. Tuotos harvennushakkuussa

Norcarin ja Aktiv Skottenin tuotokset erosivat varsin vähän toisistaan. Norcarin tuotos oli keskimäärin 9,6 m³/käyttötunti ja Aktiv Skottenin 9,8 m³/käyttötunti.

Keskimääräinen ajomatka tiellä oli Norcarilla 28 m ja Aktiv Skottenilla 45 m. Metsäajomatka oli Norcarilla keskimäärin 170 m ja Aktiv Skottenilla 154 m.

Koneiden ajonopeudet on esitetty seuraavassa asetelmassa.

	Ajonopeudet, m/s	
	Norcar	Aktiv Skotten
Tyhjänä ajo maastossa	0,71	0,63
Tyhjänä ajo tiellä	1,27	2,06
Kuormattuna ajo maastossa	0,57	0,48
Kuormattuna ajo tiellä	1,18	—

Keskimääräinen kuorman koko oli Norcarilla 4,0 m³ ja Aktiv Skottenilla 5,4 m³. Kuormaustaakan keskikoko oli Norcarilla 0,20 m³ ja Aktiv Skottenilla 0,15 m³. Purkamistaakan keskikoko oli Norcarilla 0,32 m³ ja Aktiv Skottenilla 0,42 m³.

Teoreettisesti laskien Norcarin ja Aktiv Skottenin tuotokset kyseisissä leimikko-oloissa olisivat eri ajomatkoilla seuraavat.

Ajomatka, m	Tuotos m ³ /käyttötunti	
	Norcar	Aktiv Skotten
100	10,44	10,70
200	8,52	8,90
300	7,19	7,60
400	6,22	6,64

Norcarin tuotos oli 9,6 m³/käyttötunti sekä koivukuitupuun että havukuitupuun ajossa. Myös kuorman keskikoko oli 4,0 m³ molemmilla puutavaralajeilla.

Taulukko 2. Ajanmenekin jakautuminen Norcarilla ja Aktiv Skottenilla.

Table 2. Distribution of time consumption with Norcar and Aktiv Skotten.

Työvaihe Work element	Norcar Aktiv Skotten Osuus kokonaisajasta, % Proportion of operation time, %	
Tyhjänä ajo tiellä <i>Driving empty on the road</i>	1,6	2,2
Tyhjänä ajo maastossa <i>Driving empty in the stand</i>	9,9	6,4
Kuormausajo <i>Driving between bunches</i>	13,5	17,8
Työn suunnittelu <i>Planning of work</i>	1,0	0,0
Kasakohtainen valmistautuminen <i>Preparation for loading</i>	0,7	0,2
Puiden järjestely <i>Lining of trees</i>	0,3	0,6
Kuormaus <i>Loading</i>	38,1	41,7
Kuormattuna ajo maastossa <i>Driving loaded in the stand</i>	9,7	8,8
Kuormattuna ajo tiellä <i>Driving loaded on the road</i>	1,4	0,0
Purkaminen <i>Unloading</i>	20,7	17,2
Keskeytykset <i>Interruptions</i>	3,1	5,1
Yhteensä <i>Total</i>	100,0	100,0

Kahalan (1979) mukaan keskiraskaan kuormatraktorin tuotos Norcarin tutkimusolosuhteita vastaavissa olosuhteissa 3-metrin havukuitupuun ajossa on keskimäärin 14,0 m³/tehotunti ja kuorman keskikoko 6,2 m³. Vertailu on kuitenkin epävarma, koska olosuhteet eivät ole täysin samat ja kuljetajan vaikutusta ei voida ottaa huomioon.

Ajanmenekki koneilla jakaantui seuraavan taulukon 2 mukaisesti.

313. Jäävän puuston vaurioituminen

Jäävän puuston vaurioitumista tutkittiin inventoimalla molempien koneiden aiheuttamat vauriot 0,5 ha alueelta. Tutkimustuloksia luettaessa on syytä muistaa, että korjuuaika, kesäkuu, on vaurioitumisen suhteen pahinta aikaa, sillä nila-aikana kuori irtoaa varsin helposti. Norcarin palsta oli vaurioitumisen kannalta huomattavasti Aktiv Skottenin palstaa vaikeampi. Norcarin palsta oli osittain soistunutta MT-kangasta, ja herkästi vaurioituvia kuusia ja koivuja oli 60% puustosta. Soistumisen seurauksena koivujen ja kuusien juurenniskat olivat laajoja ja alttiita vaurioille. Norcarin palsta olisikin pitänyt ehdottomasti korjata talvella roudan ja lumen suojatessa maata.

Aktiv Skottenin palsta oli maaperältään ja puustoltaan myös kesäaikaiseen korjuuseen sopiva. Metsätyyppi oli VT, maastoluokka 1 ja jäävä puusto pääosin mäntyä. Maaperä oli kesälläkin hyvin kantavaa.

Koneille hakatut ajourat poikkesivat myös leveydeltään. Norcarin palstalla ajouran leveys oli 330 cm ja Aktiv Skottenin palstalla 460 cm.

Puuta oli Norcarin palstalla Aktiv Skottenin palstaa enemmän ja tälläkin on oma vaurioitumista lisäävä vaikutuksensa.

Vaurioiden määrä inventoitiin vaurioituneiden puiden lukumäärän suhteena jäävän puuston runkolukuun. Norcarilla vaurioprocentti oli 8,3 ja Aktiv Skottenilla 4,0. Valtaosa vaurioista oli juurivaurioita. Seuraavassa asetelmassa on esitetty vaurioiden jakaantuminen runko-, juurenniska- ja juurivaurioihin:

	Runko	Vaurion kohde Juurenniska % vaurioista	Juuri
Norcar	7,1	14,3	78,6
Aktiv Skotten	14,3	14,3	71,4

Taulukko 3. Vaurioiden jakautuminen eri luokkiin.
Table 3. Distribution of damage in different classes.

Vaurion kohde Object of damage	Pintavaurio Superficial damage		Syvävaurio Deep damage		Katkojuuri Broken root	
	Nor-car	Aktiv Skotten	Nor-car	Aktiv Skotten	Nor-car	Aktiv Skotten
	Osuus vaurioista, % — Proportion of damage, %					
Runko Stem	100	100	0	0		
Juurenniska Root collar	50	100	50	0		
Juuri Root	44	12	47	53	9	35

Vauriot jaettiin laatunsa perusteella seuraaviin luokkiin.

Pintavaurio: Kuori on irronnut, mutta puuaines on säilynyt vahingoittumattomana.
Syvävaurio: Myös puuaines on vahingoittunut.
Katkojuuri: Juuri on katkennut.

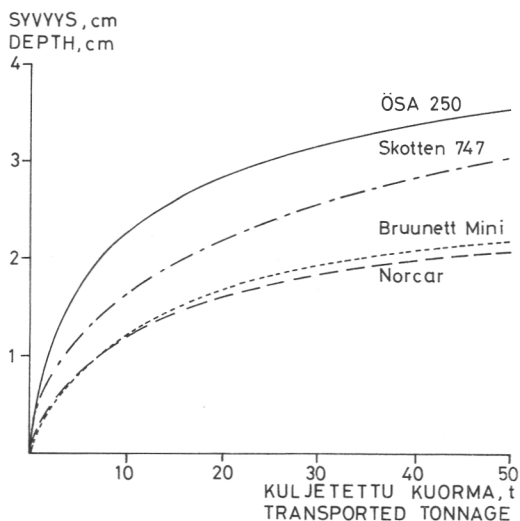
Vaurioiden jakautuminen eri luokkiin on esitetty taulukossa 3.

Vaurioituneiden puiden sijainti mitattiin etäisyytenä ajouran keskipisteestä. Norcarilla vaurioituneiden puiden etäisyys uran keskipisteestä oli keskimäärin 154 cm ja Aktiv Skottenilla 171 cm.

Vaurioiden sijainti puussa mitattiin vaurion etäisyytenä juurenniskasta. Norcarilla runkovaurioiden etäisyys juurenniskasta oli 105 cm ja Aktiv Skottenilla 55 cm. Juurivaurioilla etäisyys Norcarilla oli 68 cm ja Aktiv Skottenilla 58 cm.

Myös vaurioitumisen syy ja vaurion aiheuttanut kone-elin pyrittiin määrittämään. Sekä Norcarilla että Aktiv Skottenilla lähes kaikki vauriot olivat pyörän aiheuttamia. Syynä vaurioitumiseen oli molemmilla koneilla yleisemmin maaperän huono kantavuus, mutta myös liian kapeat urat olivat aiheuttaneet jonkin verran vaurioita.

Korjuussa syntyneet vauriomäärät olivat korkeita. Sirénin (1981) korjuuvaurioinventoinnissa oli metsätraktorikorjuussa vaurioitunut keskimäärin 1,5% ja maataloustraktorikorjuussa keskimäärin 2,2% puustosta uran leveyden ollessa keskimäärin 300 cm maataloustraktorilla ja 380 cm metsätraktorilla. On kuitenkin vielä syytä painottaa olosuhteiden merkitystä. Norcarin palsta olisi ehdottomasti kuulunut talvella korjattavaksi, ja kun työ jouduttiin tekemään kesällä, oli lopputulos ymmärrettävästi huono. Huomiota kiinnitti kuitenkin runkovaurioiden vähäisyys. Vaikka ajouraleveys Norcarin palstalla oli vain



Kuva 1. Raiteen syvyydet eri kuormatraktoreilla Ruotsissa tehdyissä kokeissa (Hallonborg 1983).
Fig. 1. Rut depths of different forwarders according to Swedish studies (Hallonborg 1983).

330 cm, aiheutti kone runkovaurioita vain 0,6%:iin jäävästä puustosta. Jos korjuu olisi tehty oikeaoppisesti talvisaikaan, olisi vaurioituminen ollut erittäin vähäistä.

Norcar on osoittautunut maastokelpoisuudeltaan ja raiteenmuodostukseltaan hyväksi. Kuvasta 1 (Hallonborg 1983) ilmenee, että Ruotsissa vaikeakulkuisessa maastossa tehdyissä kokeissa Norcar aiheutti matalimmat raiteet tutkimuksissa mukana olleista koneista.

32. Norcar avohakkuussa

321. Tutkimusolosuhteet

Koska metsätraktorin työllistäminen pelkästään harvennuksilla on vaikeaa, selvitettiin Norcarin käyttömahdollisuuksia myös avohakkuussa. Tutkimuksessa seurattiin kuudella pyörämootorilla varustettua mallia, joka on teholtaan ja maastokelpoisuudeltaan aiempaa nelipyörämootorista konetta oleellisesti parempi.

Tutkimusleimikoksi saatiin Metsäliiton Vaasan piiristä Kvevlaxissa sijaitseva avohakkuuleimikko, jonka pinta-ala oli noin 0,8 ha. Leimikko oli maastoluokkaa 3. Erityisenä ongelmana oli runsas kivisyys. Varsinkin palstalta varastolle johtava noin 120 m pitkä



Kuva 2. Norcar tutkimusleimikolla Kvevlaxissa.
Fig. 2. Norcar in the study stand in Kvevlax.

varsitie oli maastoltaan vaikea. Kuvassa 2 Norcar on työssä tutkimusleimikolla Kvevlaxissa.

Tutkimuksessa ajettiin puuta 121,8 m³. Tästä oli mäntytukkia 26,2 m³, kuusitukkia 20,0 m³, havukuitupuuta 51,8 m³ ja koivukuitupuuta 23,8 m³. Kuitupuu oli tehty 3-metriseksi. Leimikon tiheysluokka oli tukin ja havukuitupuun osalta 0 ja lehtikuitupuun osalta 2. Metsäkuljetusmatka oli keskimäärin 226 m.

322. Tuotos avohakkuussa

Norcarin kuorman keskikoko avohakkuussa oli 5,8 m³ ja tuotos keskimäärin 8,9 m³/käyttötunti. Tuotokset ja kuormien koot eri puutavaralajeilla olivat seuraavat:

	Tuotos, m ³ /käyttötunti	Kuorman koko, m ³
Havukuitupuu	9,1	5,6
Lehtikuitupuu	7,9	4,3
Tukki	9,1	6,7

Taulukko 4. Ajanmenekin jakautuminen Norcarilla avohakkuussa.

Table 4. Distribution of time consumption with Norcar in clear cutting.

Työvaihe Work element	Osuus kokonaisajasta, % Proportion of operation time, %
Tyhjänä ajo varsitiellä Driving empty on the feeder road	15,4
Tyhjänä ajo leimikolla Driving empty in the stand	1,3
Työn suunnittelu Planning of work	1,7
Kuormausajo Driving between bunches	12,8
Puiden järjestely Lining of trees	1,9
Kuormaus Loading	27,6
Kuormattuna ajo leimikolla Driving loaded in the stand	0,9
Kuormattuna ajo varsitiellä Driving loaded on the feeder road	15,1
Purkaminen Unloading	18,8
Keskeytykset Interruptions	4,5
Yhteensä Total	100,0

Useimmat tukkikuormat olivat sekakuormia, joissa tukkien päällä tuotiin jonkin verran kuitupuuta. Puhtaiden tukkikuormien keskikoko oli 7,9 m³ ja tuotos 9,7 m³/h.

Kuormaustaakan koko oli tukilla keskimäärin 0,22 m³, havukuitupuulla 0,27 m³ ja

lehtikuitupuulla 0,23 m³. Purkamistaakan koko oli tukilla keskimäärin 0,43 m³, havukuitupuulla 0,41 m³ ja lehtikuitupuulla 0,40 m³.

Norcarin ajanmenekin jakautuminen avohakkuussa on esitetty taulukossa 4.

4. NORCARIN KÄYTTÖTUNTIKUSTANNUKSET

Koska Norcar on koneena varsin uusi, siitä ei ole olemassa pitkäaikaiseen seurantaan perustuvia tietoja. Tämän vuoksi myös kustannusten tarkka määrittäminen on vaikeaa. Seuraavassa on laskettu Norcarin käyttötuntikustannukset koneen työskennellessä 1-vuorotyössä. Laskelma on tehty kolmelle käyttöasteelle, jotka ovat 73 %, 78 % ja 83 %. Keskiraskaan kuormatraktorin tuntikustannuslaskelmissa käytetään useimmiten 83 % käyttöastetta. Koneen käyttöiäksi on laskelmassa arvioitu varovaisesti 5900 h. Laskelman perustana olevat arvot on ilmoitettu liitteessä 1.

Käyttötuntikustannus vaihteli käyttöasteesta riippuen 178,10—198,10 mk/h. Kustannusta tarkasteltaessa on syytä pitää mielessä laskentaperusteet, jotka on paljolti jouduttu arvioimaan koneen uutuuden vuoksi.

Jos lasketaan kustannukset mk/m³ tutkimusleimikoilla, olisivat ne 83 %:n käyttöasteella olleet seuraavat:

	Kustannukset mk/m ³		Tukki
	Koivukuitu	Havukuitu	
Harvennushakkuu	18,55	18,55	—
Avohakkuu	22,54	19,57	18,36

Koska vertaileva kenttätutkimus ei täysin onnistunut, on vaikea verrata Norcarin tuotosta ja yksikkökustannuksia keskiraskaaseen metsätraktoriin. Jos kuitenkin otetaan vertailutuotokseksi aikaisemmin esitetty kuitupuun ajotuotos 14 m³/h ja käyttökustannukseksi 203,00 mk/h, olisi keskiraskaan kuormatraktorin yksikkökustannus havukuitupuun ajossa 14,50 mk/m³. On kuitenkin korostettava sekä tuotosvertailuun että Norcarista tehtyyn käyttötuntikustannuslaskelmaan liittyviä epävarmuustekijöitä.

5. TULOSTEN TARKASTELUA

Harvennushakkuun osalta tutkimuksen tavoite ei täysin toteutunut, koska Norcarin ja Aktiv Skottenin tutkimusolosuhteita ei saatu samanlaisiksi. Tämän vuoksi ei Norcaria voida suoraan vertailla mihinkään muuhun konetyyppiin. Tuotos oli kuitenkin olosuhteet huomioon ottaen suurempi kuin aikaisemmin on saatu ns. pienetraktoreilla kuormajuonnossa (esim. Valonen ja Harstela 1980). Tässä tutkimuksessa esitettyyn kustannusvertailuun liittyy myös monia epävarmuustekijöitä, mutta tulokset viittaavat siihen, että yksikkökustannuksissa ei ole kovin suurta eroa keskiraskaisiin koneisiin, jos ei

oteta huomioon erikoiskoneen työn organisoinnista mahdollisesti aiheutuvia lisä- ja välillisiä kustannuksia.

Norcarin selvä etu on keskiraskaita metsätraktoreita pienempi tilantarve. Vaikka ajouraleveys oli vain 3,3 m, vaurioitui runkoon ainoastaan 0,6 % jäävästä puustosta. Tätä on pidettävä pienenä lukuna (vrt. Sirén 1981). Ruotsalaiset tutkimukset osoittavat, että myös raiteen muodostus on Norcarilla pienempää kuin keskiraskailla metsätraktoreilla.

Avohakkuukoe tehtiin vaikeissa maasto-olosuhteissa. Koneen tutkiminen vaikeissa

oloissa on kuitenkin perusteltua, koska juuri vaikeita maastoja on pidetty rajoitteena pienten koneiden käytölle. Vaikka tuotokset eivät vaikeissa oloissa kovin korkeita olleetkaan, tutkimus osoitti Norcarin selviytyvän myös vaikeassa maastossa.

Norcar edustaa metsätraktoreiden uutta kokoluokkaa ja on vartenotettava vaihtoehto harvennushakkuihin, jos erikoiskoneen

käyttöä pidetään perusteltuna. Se on aikaisempia pientraktoreita tehokkaampi, ja tämä koe osoitti, että sitä voidaan teknisten ominaisuuksiensa puolesta käyttää myös avohakkuilla ja vaikeissa maastoissa, mikä lisää käytön organisoinnin joustavuutta. Näin ollen ei esim. tarvitse eri koneella ajaa pieniä harvennushakkuihin liittyviä päätehakkukuvia.

KIRJALLISUUS

Hallonborg, U. 1983. Bärighetsprov vid Hornborgasjön. Forskningsstiftelsen Skogsarbeten. Resultat nr. 4.
Kahala, M. 1979. Puutavaran kuormatraktorikujetus ja siihen vaikuttavat tekijät. Summary: Forwarder transport of timber and factors influencing it. Metsätien tiedote 355:1—30.

Sirén, M. 1981. Puuston vaurioituminen harvennuspuun korjuussa. Summary: Stand damage in thinning operations. Folia For. 474:1—23.

Valonen, P. & Harstela, P. 1980. Pientraktori harvennushakkuissa. Summary: Small tractor in thinnings. Metsäntutkimuslaitos, metsäteknologian tutkimusosasto. 5/1980:1—51.

Total of 4 references

SUMMARY

The output of the new Finnish Norcar HT-440 Turbo thinning tractor was studied both in thinning and clear cutting stands. Norcar is a 6-ton thinning tractor which represents a new size-class of forwarders and has new technical features.

The Norcar, which was studied during thinning, was an older model with four wheel motors. 168,0 m³ of wood was forwarded in the study, of which 35,1 m³ was Scots pine and Norway spruce and 132,9 m³ birch. Pulpwood was cut into 3 meter lengths. The terrain class was 2 and the forest haulage distance 170 m.

The output of the Norcar in the thinning stand was an average of 9,6 m³/operating hour. The output was the same for both softwood and hardwood. The average load size was 4,0 m³.

An inventory was taken in the thinned stand, which was 0,5 ha in size, to record the damage to the remaining trees. The swampy ground of the study site increased the risk of damage. Logging in the month of June was untimely, because of the weak bearing capacity prevalent at that time.

The damage percentage of remaining trees was 8,3. Of the total damage 7,1% was stem damage, 14,3% root collar damage and 78,6% root damage. All stem damage was superficial, and 44% of root damage was

superficial, 47% deep damage and 9% broken roots. Considering the width of the strip road 330 cm, there was very little damage to the stem proper. If the logging time had been correct, damage to the remaining trees would have been minimal.

Even though Norcar was constructed specifically for thinnings, the machine has also to be able to work in clear cuttings. The Norcar studied in the clear cutting was a new model equipped with six wheel motors. The new model is more effective than the older one.

The study stand was 0,8 ha in area. The ground was very stony and the terrain class 3. The study material consisted of 121,8 m³ of timber, of which 26,2 m³ was pine logs, 20,0 m³ spruce logs, 51,8 m³ softwood pulpwood and 23,8 m³ hardwood pulpwood. The pulpwood was cut into 3-meter lengths. The haulage distance was 226 m on the average.

The output of Norcar in clear cutting was 8,9 m³/operating hour. The output and load size for different timber assortments was as follows:

	Output, m ³ / operating hour	Load size, m ³
Softwood pulpwood	9,1	5,6
Hardwood pulpwood	7,9	4,3
Softwood logs	9,1	6,7

LIITE 1.

Norcarin käyttötuntikustannuslaskelma

Uushankintahinta 408000:00

Työmaa-aika 11 kk/v, 21pv/kk

1 vuorotyö 8 h/vrk, palkkatunnit 1890 h/v

Käyttöaste	73 %	78 %	83 %			
	1380 h/v	1470 h/v	1570 h/v			
Siirtotyöaika	90 h/v	90 h/v	90 h/v			
Tuntityöaika	420 h/v	330 h/v	230 h/v			
Käyttöikä	5900 h	5900 h	5900 h			
Pitoaika	4,0 v	3,8 v	3,8 v			
Polttoaineen kulutus	4,0 l/h					
Voiteluaineen kulutus	0,5 l/h					
Vaihtoarvoprosentti 25,0 %/v	32 %	34 %	34 %			
Vaihtoarvo	130600	138700	138700			
Poistoarvo	277400	269300	269000			
TYÖKUSTANNUKSET	h/v	mk/v	h/v	mk/v	h/v	mk/v
Urakkapalkka, 28,80/h	1380	39740	1470	42340	1570	45216
Tuntityöpalkka, 23.04/h	420	9680	330	7600	230	5300
Kylmäasennuslisä, 1,45/h	140	200	140	200	140	200
Likaisen työn lisä, 1,25/h	210	260	210	260	210	260
Välilliset palkkakustannukset, 48 %		23940		24190		24470
Yhteensä		73820		74590		75446
MUUTTUVAT KUSTANNUKSET		mk/v		mk/v		mk/v
Polttoainekustannus, 1,70/l		9380		10000		10676
Voiteluainekustannus, 9,00/l		6210		6620		7065
Korjaus- ja hoitokustannus		37000		37000		37000
Kulkemiskorvaus, 10000 km/v, 1,04 mk/km		10400		10400		10400
Ylläpitokorvaus		1500		1500		1500
Yhteensä		64490		65520		66641
KIINTEÄT KUSTANNUKSET		mk/v		mk/v		mk/v
Pääoman poisto		69350		70870		70870
Pääoman korko, 12,75 %		35560		36410		36410
Palovakuutus		2800		2800		2800
Liikennevakuutus		340		340		340
Vastuuvakuutus		250		250		250
Oman auton käyttö, 7000 km/v, 1,04 mk/km		7280		7280		7280
Yleiskustannukset		6500		6500		6500
Yhteensä		195900		199040		199896
Yrittäjän riski, 5 %		13020		13020		13020
KOKONAISKUSTANNUKSET		273410		277790		279557
KÄYTTÖKUSTANNUKSET, mk/h		198,10		189,00		178,10

ODC 333+375.4+35+46
ISBN 951-40-0651-8
ISSN 0015-5543

SIRÉN, M. 1984. Tutkimustuloksia Norcar HT-440 Turbo harvennustraktorista. Summary: Study results of Norcar HT-440 Turbo thinning tractor. Folia For. 581: 1—10.

The performance of 6-ton Norcar HT-440 Turbo thinning tractor was studied in thinning and clear cutting conditions. During thinning when hauling 3-meter long pulpwood the output was 9.6 m³/operating hour. The output of softwood and hardwood was the same. The average load size was 4.0 m³. The recovery of timber from the study site was 12 m³/100 m of strip road. The average hauling distance was 170 m. The terrain class was 2.

In clear cutting the output of Norcar was 9.1 m³/operating hour for softwood pulpwood, 7.9 m³/operating hour for hardwood pulpwood and 9.7 m³/operating hour for logs. The density of the stand was < 13 m³/100 m of strip road for softwood pulpwood and logs and 5.6 — 8.3 m³/100 m of strip road for hardwood pulpwood.

Author's address: The Finnish Forest Research Institute, Unioninkatu 40 A, SF-00170 Helsinki 17, Finland.

ODC 333+375.4+35+46
ISBN 951-40-0651-8
ISSN 0015-5543

SIRÉN, M. 1984. Tutkimustuloksia Norcar HT-440 Turbo harvennustraktorista. Summary: Study results of Norcar HT-440 Turbo thinning tractor. Folia For. 581: 1—10.

The performance of 6-ton Norcar HT-440 Turbo thinning tractor was studied in thinning and clear cutting conditions. During thinning when hauling 3-meter long pulpwood the output was 9.6 m³/operating hour. The output of softwood and hardwood was the same. The average load size was 4.0 m³. The recovery of timber from the study site was 12 m³/100 m of strip road. The average hauling distance was 170 m. The terrain class was 2.

In clear cutting the output of Norcar was 9.1 m³/operating hour for softwood pulpwood, 7.9 m³/operating hour for hardwood pulpwood and 9.7 m³/operating hour for logs. The density of the stand was < 13 m³/100 m of strip road for softwood pulpwood and logs and 5.6 — 8.3 m³/100 m of strip road for hardwood pulpwood.

Author's address: The Finnish Forest Research Institute, Unioninkatu 40 A, SF-00170 Helsinki 17, Finland.

Tilaan kortin kääntöpuolelle merkitsemäni julkaisut (julkaisun numero mainittava).

Please send me the following publications (put number of the publication on the back of the card).

Nimi
Name _____

Osoite
Address _____

Metsäntutkimuslaitos
Kirjasto/Library
Unioninkatu 40 A
SF-00170 Helsinki 17
FINLAND



Folia Forestalia _____

Communications Instituti Forestalis Fenniae _____

Huomautuksia

Remarks _____

METSÄNTUTKIMUSLAITOS

THE FINNISH FOREST RESEARCH INSTITUTE

Tutkimusosastot — *Research Departments*

Maantutkimusosasto
Department of Soil Science

Suontutkimusosasto
Department of Peatland Forestry

Metsänhoidon tutkimusosasto
Department of Silviculture

Metsänjalostuksen tutkimusosasto
Department of Forest Genetics

Metsänsuojelun tutkimusosasto
Department of Forest Protection

Metsäteknologian tutkimusosasto
Department of Forest Technology

Metsänarvioimisen tutkimusosasto
Department of Forest Inventory and Yield

Metsäekonomian tutkimusosasto
Department of Forest Economics

Matemaattinen osasto
Department of Mathematics

Metsäntutkimusasemat — *Research Stations*

Parkanon tutkimusasema
Parkano Research Station
Os. — Address: 39700 Parkano, Finland
Puh. — Phone: (933) 2912

Muhoksen tutkimusasema
Muhos Research Station
Os. — Address: 91500 Muhos, 1 kp, Finland
Puh. — Phone: (981) 431 404

Suonenjoen tutkimusasema
Suonenjoki Research Station
Os. — Address: 77600 Suonenjoki, Finland
Puh. — Phone: (979) 11 741

Punkaharjun jalostuskoeasema
Punkaharju Tree Breeding Station
Os. — Address: 58450 Punkaharju, Finland
Puh. — Phone: (957) 314 241

Ojajoen koeasema
Ojajoki Experimental Station
Os. — Address: 12700 Loppi, Finland
Puh. — Phone: (914) 40 356

Kolarin tutkimusasema
Kolari Research Station
Os. — Address: 95900 Kolari, Finland
Puh. — Phone: (995) 61 401

Rovaniemen tutkimusasema
Rovaniemi Research Station
Os. — Address: Eteläranta 55
96300 Rovaniemi 30, Finland
Puh. — Phone: (991) 15 721

Joensuun tutkimusasema
Joensuu Research Station
Os. — Address: PL 68
80101 Joensuu 10, Finland
Puh. — Phone: (973) 26 211

Kannuksen tutkimusasema
Kannus Research Station
Os. — Address: Valtakatu 18
69100 Kannus, Finland
Puh. — Phone: (968) 71 161

Ruotsinkylän jalostuskoeasema
Ruotsinkylä Tree Breeding Station
Os. — Address: 01590 Maisala, Finland
Puh. — Phone: (90) 824 420

- No 566 Miettinen, Reijo & Uusvaara, Olli: Pystykarsitun männikön koesahaus.
Test sawing of pruned pine stand.
- No 567 Tiihonen, Paavo & Virtanen, Jaakko: Koetuloksia ilmakuvienv käyttömahdollisuuksista energiapuun arvioinnissa Pohjanmaalla ja Pohjois-Savossa v. 1980—82.
Possibilities of using aerial photographs in the estimation of energy wood resources in Ostrobothnia and northern Savo in 1980—82.
- No 568 Kuusela, Kullervo & Salminen, Sakari: Metsävarat Etelä-Suomen kuuden pohjoisimman piirimetsälautakunnan alueella 1979—1982 sekä koko Etelä-Suomessa 1977—1982.
Forest resources in the six northernmost Forestry Board Districts of South Finland, 1979—1982, and in the whole of South Finland, 1977—1982.
- No 569 Rousi, Matti: Myyrien aiheuttamat vahingot Pohjois-Suomen puulajikokeissa talvella 1981/82.
Vole damage in tree species trials in northern Finland in the winter of 1981/82.
- No 570 Hämäläinen, Jouko & Laakkonen, Olavi: Turvemaan varttuneiden männiköiden lannoituksen edullisuus.
Profitability of fertilization in mature Scots pine stands on peatland.
- No 571 Lähde, Erkki & Savonen, Eira-Maija: Kastelun vaikutus männyn paakkutaimien kehitykseen sekä turpeen vesi- ja ilmasuhteisiin paakussa.
Effects of watering on the development of containerized Scots pine seedlings and water and air conditions in peat growing mediums.
- No 572 Korhonen, Kirsi-Marja, Teivainen, Terttu, Kaikusalo, Asko, Kananen, Aino & Kuhlman, Eeva: Lapinmyyrän aiheuttamien tuhojen esiintyminen Pohjois-Suomen mäntymetsissä huippuvuoden 1978 jälkeen.
Occurrence of damage caused by the root vole (*Microtus oeconomus*) on Scots pine in northern Finland after the peak year 1978.
- No 573 Jokinen, Katriina: Metsänlannoituksen vaikutus juurikäävän esiintymiseen — Kirjallisuuskatsaus.
The effect of fertilization on the occurrence of *Heterobasidion annosum* (Fr.) Bref. — A literature review.
- No 574 Sevola, Yrjö: Metsähallinnon Nurmeksen hoitoalueen voimaperäinen puunkasvatus: Seurantajärjestelmä ja tulokset.
Intensive timber growing in a state forest district: Monitoring system and results.
- No 575 Nepveu, Gerard & Velling, Pirkko: Rauduskoivun puuaineen laadun geneettinen vaihtelu. Männyn, kuusen ja Individual genetic variability of wood quality in *Betula pendula*.
- No 576 Gustavsen, Hans Gustav & Fagerström, Håkan: Brösthöjdsformtalets variation i tall-, gran- och björkbestånd. The variation of the breast height form factor for pine, spruce and birch stands in Finland.
Männyn, kuusen ja koivun muotolukujen vaihtelu.
- No 577 Laakkonen, Olavi, Keipi, Kari & Lipas, Erkki: Typpilannoituksen kannattavuus varttuneissa kangasmetsissä.
Profitability of nitrogen fertilization in mature forests on mineral soils.
- No 578 Vuollekoski, Martti: Hydrostaattisella voimansiirrolla varustetun kaivurin soveltuvuus metsäojien perkaukseen.
Evaluation of a specially developed excavator for forest ditch cleaning.
- No 579 Lähde, Erkki, Högnäs, Bo, Jaakkola, Aimo & Huuri, Olavi: Tall- och granplanteringarnas utveckling på Åland.
Männyn ja kuusen istutuksen onnistuminen Ahvenanmaalla.
The success of Scots pine and Norway spruce planting in the Åland Islands.

1984

- No 580 Paavilainen, Eero & Tiihonen, Paavo: Etelä- ja Keski-Suomen suomensät vuosina 1951—1981.
Peatland forests in southern and Central Finland in 1951—1981.
- No 581 Sirén, Matti: Tutkimustuloksia Norcar HT-440 Turbo harvennustraktorista.
Study results of Norcar HT-440 Turbo thinning tractor.
- No 582 Kohmo, Ilkka: Lehtipuuston runkolukusarjat Etelä-Suomen piirimetsälautakuntien alueilla 1977—1982.
Statistics on the deciduous growing stock in the Forestry Board Districts of South Finland during the period 1977 to 1982.
- No 583 Saksa, Timo & Lyly, Olavi: Istutustiheyden vaikutus nuoren männikön kehitykseen kuivalla kankaalla.
The effect of stocking density on the development of young Scots pine stands on a dry heath.
- No 584 Kalaja, Hannu: An example of terrain chipping system in first commercial thinning.
Esimerkki ensiharvennuspuun korjuusta palstahaketusmenetelmällä.
- No 585 Kaunisto, Seppo & Tukeva, Jorma: Kalilannoituksen tarve avosoidille perustetuissa riukuasteen männiköissä.
Need for potassium fertilization in pole stage pine stands established on bogs.
- No 586 Hakkila, Pentti: Forest chips as fuel for heating plants in Finland.
Metsähake lämpölaitosten polttoaineena Suomessa.

Metsäntutkimuslaitoksen julkaisusarjoja, Communicationes Instituti Forestalis Fenniae ja Folia Forestalia, koskevat yksittäiskappaletilaukset ja vaihtotarjoukset osoitetaan laitoksen kirjastolle. Tiedonantomonisteita koskevat pyynnöt osoitetaan ao. tutkimusosastolle tai -asemalle.

Subscriptions concerning single copies of the publications, as well as exchange offers, can be addressed to the Library of the Institute.

Myynti: Valtion painatuskeskus, Annankatu 44, 00100 Helsinki 10, puh. (90) 17 341

ISBN 951-40-0651-8
ISSN 0015-5543