

Väri-infrakuvat kunnostusojituksen kohdevalinnan tukena

Usability of infra red imagery in the planning of ditch network maintenance

Risto Lauhanen, Pekka Pietiläinen, Markku Saarinen & Eljas Heikkinen

Risto Lauhanen, The Finnish Forest Research Institute, Kannus Research Station, FIN-69101 Kannus, Finland

Pekka Pietiläinen, The Finnish Forest Research Institute, Muhos Research Station, FIN-91500 Muhos, Finland

Markku Saarinen, The Finnish Forest Research Institute, Parkano Research Station, FIN-39700 Parkano, Finland

Eljas Heikkinen, Forestry District Board, Northern Ostrobothnia, FIN-90100 Oulu, Finland

The purpose of the study was to determine the usability of infra red imagery in evaluating the need for ditch network maintenance on nutrient-poor Scots pine mires. After interpreting a total of 75 tree stands in six peatland areas from the IR imagery, the stands were inventoried in the field. Site type, growing stock and ditch condition were determined. In addition, possible silvicultural treatments were suggested. *Sphagnum fuscum*, reddish-brown in the imagery indicated ditching areas unsuitable for ditch cleaning or complementary ditching. The estimated mean volumes of the tree stands were -37 – $+11\%$ of the mean ground inventory values. The true proportions of tree species were in good agreement with the estimations based on the IR imagery. All in all, it was concluded that IR imagery is suitable in evaluating the need for ditch network maintenance on nutrient-poor mires. However, the validity of the method depended on the quality of the imagery and the skill of the interpreter.

Keywords: forest drainage, ditch cleaning, complementary ditching, IR imagery, decision making system, environmental protection, biodiversity

JOHDANTO

Metsäojituksessa on siirrytty uudisojitukselta vanhojen ojitusalueiden kunnossapitoon. Kunnostustarpeen on arvioitu olevan yli 100 000 hehtaaria vuodessa töiden pääpainon ollessa metsäojien

perkauksessa (Keltikangas ym. 1986, Lauhanen 1992).

Metsänparannusrahoituksen supistuminen näyttää osaltaan hidastavan kunnostusojitusten toteutusta. Kunnostusojituksen kohdevalintaan onkin kiinnitettävä aikaisempaa enemmän

huomiota (Saarinen ja Silver 1992). Karuilla pienipuustoisilla rämeillä ei metsäojastojen kunnostuksilla ole välttämättä ollut puuntuotannollista merkitystä (Lauhanen 1992, Saarinen ja Silver 1992). Ojitukset ovat kuitenkin lisänneet alapuolisten vesistöjen kiintoainekuormitusta (Ahti 1991, Lauhanen 1992).

Kunnostusojituksen kohdevalinta tehdään nykyään silmävaraisesti maastossa metsäsuunnitelmien kuviotietoja hyväksi käyttäen. Perinteisiä suokuviotietoja ei enää arvioida erillisille lomakkeille. Kohdevalintaa tulisi kuitenkin edelleen tehostaa ja kustannuksia pienentää maastokäyntejä vähentämällä.

Kaukokartoitusmenetelmät ovat yksi vaihtoehto maastotyökustannusten alentamisessa (Poso ja Kujala 1971, Jaakkola 1981, Laine 1983, Åge 1985). Ilmavalokuvia ja satelliittikuvia on perinteisesti sovellettu suuralueiden metsävarojen ja puuston terveydentilan inventoinneissa (Poso ja Kujala 1971, 1977, Jaakkola 1981, Tiuhonen ja Virtanen 1982, Häme 1991, Mikkola ja Ritari 1992). Suomessa Laine (1983) on tutkinut ilmakuvien käyttömahdollisuuksia metsäojitusalueiden kunnan ja toimenpidetarpeiden arvioinnissa. Laineen (1983) mukaan pääpuulaji sekä puuston pohjapinta-ala ja valtapituus olivat väridiakuilta hyvin tulkittavissa. Suotyypin määrittäminen perustui suurelta osin puulajisuhteisiin. Kuivatusteho voitiin melko selvästi arvioida vertailemalla puuston pituuseroja saran eri osissa (Laine 1983). Ruotsissa Rafstedt ja Andersson (1981) sekä Eklund ja Nylander (1990) ovat selvittäneet suotyypin tulkittavuutta väri-infrakuilta. Ruotsalaisten mukaan yksittäisten suotyypin määritys ei aina ollut helppoa.

Metsäsuunnittelussa käytettävien valmiiden väri-infrakuvien eli väärävärin kuvien käyttöä olisi mitä ilmeisimmin syytä tehostaa, ja kuvien käyttömahdollisuuksia kunnostusojituksen kohdevalinnassa selvittää. Satelliittikuvien erotuskyky ei sen sijaan vielä nykyisin riitä metsäojituskuvion tilan tai kunnostustarpeen arviointiin kuviotasolla (ks. Häme 1991, Erkki Tomppo ja Matti Myllymäki; suullinen tieto 1994).

Tämän tutkimuksen tavoitteena on arvioida tavanomaisessa yksityismetsien suunnittelussa käytettävien väri-infrakuvien käyttökelpoisuutta kunnostusojituksen kohdevalinnan tukena.

Pääpaino on karujen rämeiden kunnostusojitustarpeen arvioinnissa kasvupaikkaa, ojien kuntoa ja puustoa kuvaavien muuttujien avulla. Yhtenä tavoitteena on selvittää, voidaanko ylläpitokelvottomat kohteet tunnistaa ilmakuvista ruskorahkasammaleisuuden perusteella. Lisäksi tutkitaan mahdollisten muiden indikaattorikasvien ja suotyypin lisämääreiden erotettavuutta väri-infrakuvissa.

AINEISTO JA MENETELMÄT

Tutkimuskohteet oli kuvattu Muhoksella, Kannuksessa ja Parkanossa parhaaseen kuvausaikaan kesä-heinäkuussa (Rafstedt ja Andersson 1981) vuosina 1990–1992. Kuvauskorkeus oli ollut noin 3 000 metriä ja kuvausmittakaava 1:20000. Aikaisemmin kuvausmittakaavana on yleisesti ollut 1:30000, mutta nyt käytössä ollut kuvausmittakaava on vakiintumassa käytäntöön (Matti Mattila; suullinen tieto 1995). Tutkimuksen metsäsuunnittelussa käytettävät väri-infrakuvat oli suurennettu 1:10000-mittakaavaan.

Ennen väri-infrakuville tehtyä ennakkokuvointia ja kuvatulkintaa määritettiin kunnostusojituksen päätöksenteossa huomioon otettavat tekijät metsikkökuviotasolla (Ahti ym. 1988, Kangas 1991, Lauhanen 1992). Lisäksi ennen kuvatulkintaa käytiin tutkittavien maastokohteiden läheisyydessä tarkistamassa kuvien sävyarvojen sekä maastotietojen välisiä yhteyksiä.

Ilmakuilta ja myöhemmin maastossa arvioitiin kasvupaikkatunnuksista ravinteisuus-taso (Huikari 1952) ja suotyyppi (Laine ja Vasander 1990). Puustotunnuksista otettiin mukaan puuston tilavuus (m^3ha^{-1}), kehitysluokka, puulajisuhteet sekä puuston terveydentila tuhoineen ja ravinnehäiriöineen. Kasvatuskelpoista, elpymiskykyistä puustoa piti olla vähintään $25 m^3ha^{-1}$, jotta kuvio olisi täytännyt metsänparannusrahoituksen saannin ja kunnostusojituskelpoisuuden kriteerit (Metsänparannusohjeisto 1993). Ojien kunnan osalta arvioitiin niiden toimivuus (toimii, ei toimi).

Lisäksi kuilta ja maastossa arvioitiin kuviokohtaiset toimenpide-ehdotukset metsäojien

kunnostuksen (ojanperkaus, täydennysojitus, nämä molemmat tai ei mitään) sekä puuston käsittelyn osalta (taimikonhoito, harvennushakkuu, uudistushakkuu). Myös kuvion lannoitustarve arvioitiin silmävaraisesti. Kuviota tarkasteltiin muusta ympäristöstä irrallisena päätöksentekoelementtinä. Esimerkiksi ojitettua rahkanevaa ei katsottu kunnostusojituskelpoiseksi, vaikkakin sen ojat olisi ollut tarpeen perata kuvion yläpuolisten vesien pois johtamiseksi.

Kaksi yksityismetsäsuunnittelun ammatilaista teki ennakkokuvaionin ja ilmakuvatulkinnan keväällä 1993. Lisäksi kolmas paikalliset olosuhteet hyvin tuntenut tulkitsija arvioi Parkanon ilmakuvilta kuviokohtaisesti puuston tilavuudet.

Kuvioiden maastotiedot inventoitiin kuvioittaisella arvioinnilla (ks. Poso 1983) kesäheinäkuussa 1993 eli parhaaseen kuvausaikaan. Näin pyrittiin varmistamaan kuvaus- ja inventointiajankohtien mahdollisimman samankaltaiset sävyarvot (Rafstedt ja Andersson 1981). Kuvioittaisen arvioinnin ohella tehtiin piste-arviointeja kuvioiden sisällä ja niiden ulkopuolella yksittäisten kasvupaikkaa kuvaavien indikaattorikasvien ja suotyypin lisämääreiden sävyarvojen varmentamiseksi.

Kuvioittainen arviointi tehtiin parityönä ja se oli suurimmaksi osaksi silmävaraista varsinkin kasvupaikka- ja ojatietojen osalta. Puuston koosta riippuen määritettiin hehtaarikohtainen runkoluku taimikkoinventointikepillä ja/tai puuston pohjapinta-ala relaskoopilla (Saarinen ja Silver 1992). Edelleen puuston keskipituus arvioitiin hypsometrilla ja/tai taimikkoinventointikepillä. Lisäksi kuviolta mitattiin puuston minimi-, keski- ja maksimiläpimitat rinnan- korkeudelta. Taimikkopuustojen tilavuudet arvioitiin runkoluku-, keskipituus- ja läpimittatietojen avulla. Muulloin käytettiin relaskoopipitaulukoita tilavuuden määrittämisessä.

Kaikkiaan arvioitiin 75 metsikkökuviota kuudella eri alueella Muhoksella, Kannuksessa ja Parkanossa. Mukana oli sekä ojitettuja että luonnontilaisia soita. Tutkimusaineisto painottui karuille rämeille. Ravinteisuustasoltaan kuviot olivat suurimmaksi osaksi varpuisia tai jäkäläisiä. Puustoltaan valtaosa oli yli 1,3-metrisiä taimikoita

tai nuoria kasvatusmetsiä. Puustoa oli yleensä alle 100 kuutiometriä hehtaarilla.

Lopuksi ilmakeu- ja maastotiedot kytkettiin toisiinsa. Subjektivisia, ei-numeerisia kasvupaikka- ja puustotunnuksia sekä ojien toimivuutta kuvailtiin sävyarvojen ja muuttujien jakaumien avulla. Ilmakuvilta ja maastossa arvioitujen puuston tilavuuksien vastaavuutta tutkittiin korrelaatioanalyysillä (Poso ja Kujala 1971, 1977, Poso 1983, Ranta ym. 1989). Aineiston tilastollinen käsittely tehtiin BMDP-laskentaohjelmistolla (BMDP... 1990).

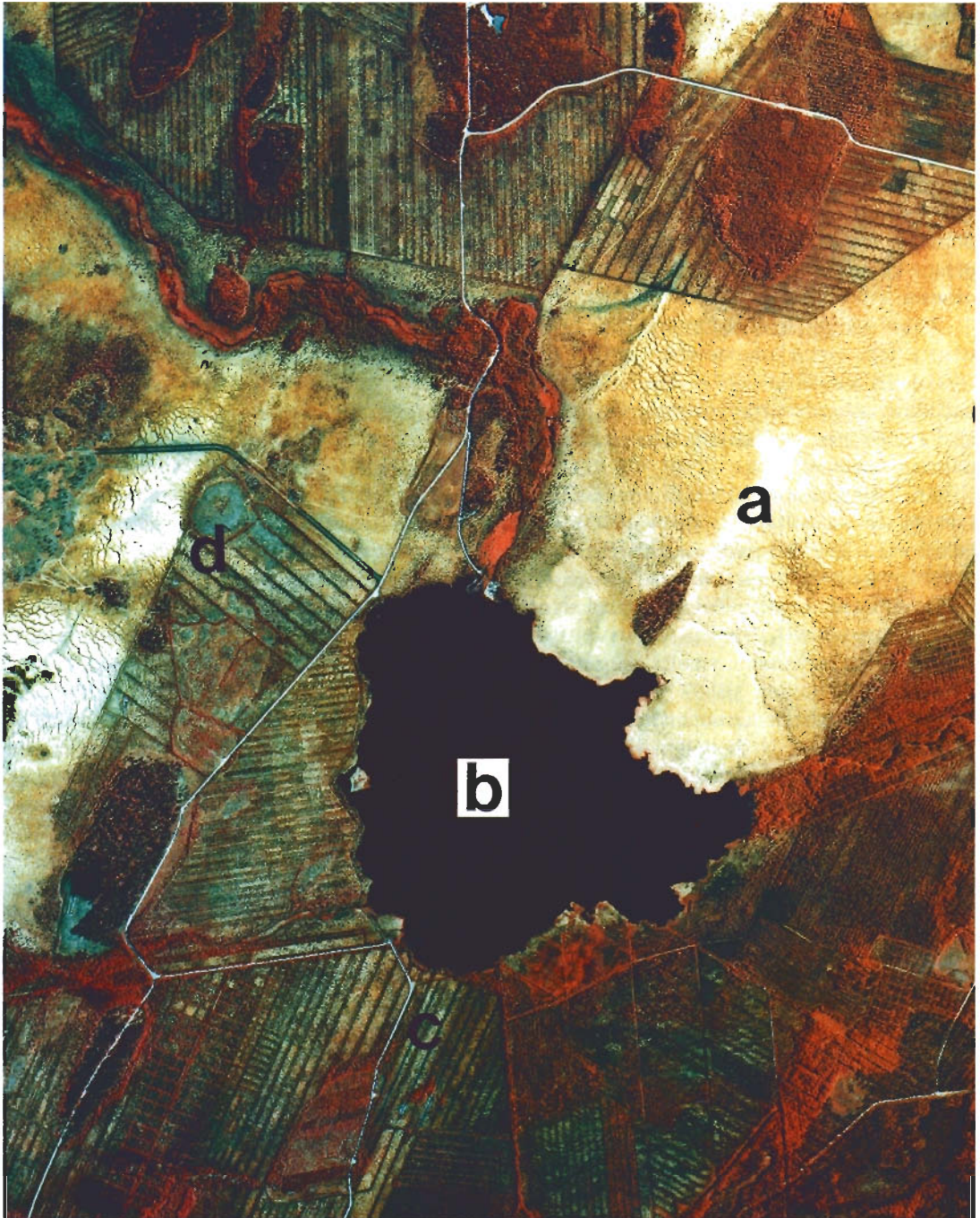
TULOKSET

Ruskorahkasammal näkyi väri-infrakuvissa punaruskeana sävynä (Kuva 1). Muut rahkasammalet näkyivät keltavalkeana sävynä. Rahkaiset metsänkasvatuskelvottomat alueet oli helppo havaita ilmakuvilta. Myös luonnontilaiset rahkanevat ja keidasrämeet oli helppo tunnistaa. Sen sijaan puustoisilla soilla ravinteisuustasojen tai yksittäisten suotyypin erottaminen ei ollut helppoa (Taulukko 1).

Luonnontilainen (vähä)puustoinen räme ja karun kasvupaikan taimikko kivennäismaalla saattoivat sekoittua keskenään kuvatulkinnassa. Jäkäläkankaat näkyivät kuvissa violetinsävynä. Kuvan laadusta riippuen ne saattoivat näyttää myös siniharmailta, kuten soiden siniheinäisyyskin. Vertailu peruskarttaan poistaa kuitenkin suurimman osan mainituista virheistä.

Tukkeutuneet huonovetoiset ojat erottuivat kuvissa enää ojalinjan perusteella. Uudehkot ojat näkyivät kuvissa tummina, mikäli niissä oli runsaasti vettä (Kuva 1). Samoin alueet, joissa pohjavesi on aina korkealla, näkyivät tummanvihreinä juotteina. Vastaavasti rimpipinnat ja kuljut näkyivät kuvissa selvästi. Lisäksi uusien ojien varrella olevat kaivumaat erottuivat hyvin.

Havupuut näkyivät kuvissa vihreänä sävynä ja koivupuusto (oranssin)punaisena. Rannoilla, ojissa ja purojen varsilla olevat pajut näyttivät vaaleanpunaisilta (Kuva 1). Metsiköiden puulajisuhteet oli helppo erottaa kuvilta (Taulukko 1). Puuston kehitysluokkien osalta rajanveto 1,3-metrisen taimikon ja nuoren kasvatusmetsän välillä ei ollut helppoa (Kuva 2). Myös



Kuva 1. Väri-infrakuva METLAn Muhoksen tutkimusalueen Oisavanjärven palstalta. Selitykset: a) Oisavanjärvi näkyy mustana, b) ojittamatonta rahkanevaa, c) uudet täydennysojat täynnä vettä, d) painanne, jossa pohjavesipinta korkealla. © FM-Kartta Oy.

Fig. 1. IR imagery representing peatlands at Oisavanjärvi in the Muhos research area (The Finnish Forest Research Institute). Legend: Oisavanjärvi pond is black in the imagery, b) undrained natural Sphagnum fuscum fen, c) complementary drainage area, new ditches full of water, d) low area with high groundwater level. © FM-kartta Ltd.

kuvatulkitsijoiden välillä oli selviä eroja kehitysluokkien arvioinnissa.

Ilmakuvilta ja maastossa arvioitujen puuston tilavuuksien väliset korrelaatiokertoimet olivat 0,609–0,938 kuvatulkitsijasta riippuen (Kuva 3). Kullakin tulkitsijalla oli kuitenkin selvää hajontaa tilavuusarvioissa. Koko aineistossa ensimmäisen kuvatulkitsijan arvio puuston keskitilavuudesta oli 37 prosenttia maastoarviosta. Vastaavasti toinen tulkitsija yliarvioi tilavuutta 11 prosenttia. Pelkästään Parkanon kohteita tutkinut kolmas tulkitsija teki 9 prosentin yliarvion.

Maastoinventoinnin perusteella metsäojien perkausta suositeltiin 13,2 prosentille kuvioista, mikä oli enemmän kuin ilmakuvilta tehdyt arviot (Taulukko 2). Muita toimenpidesuosituksia ei juuri esitetty kummankaan menetelmän perusteella.

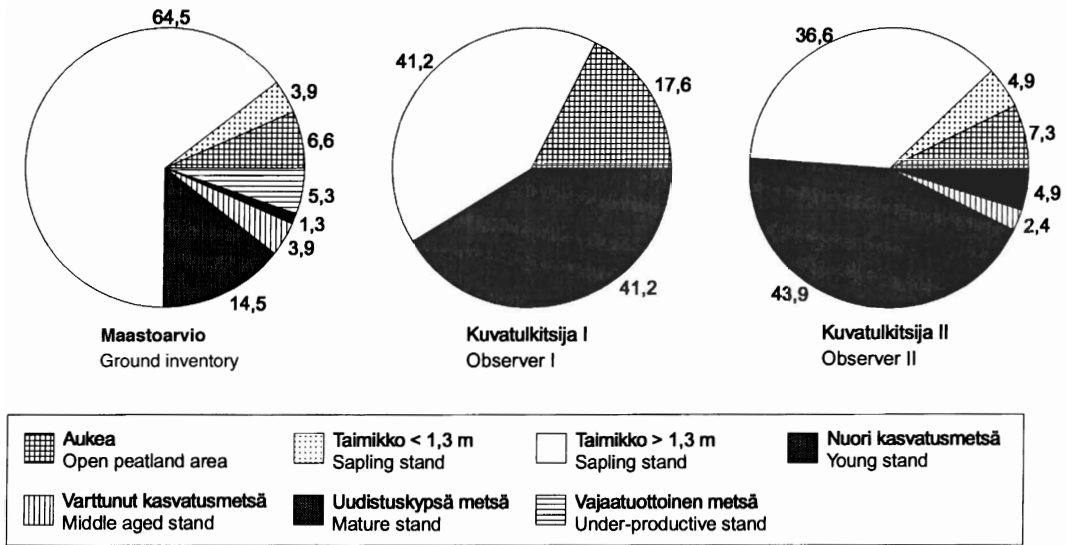
TARKASTELU

Ilmakuvatulkinnan vaiheita ovat yksityiskohdaisesti kuvanneet muun muassa Rafstedt ja Andersson (1981). Tässäkin tutkimuksessa olisi

Taulukko 1. Suokuvioiden ravinteisuustasot, puulajisuhteet ja ojien kunto, % kuvioista. Puulajisuhteissa on mukana puuttomat kuviot.

Table 1. Nutrient status, condition of ditches and proportion of tree species in the studied tree stands (=sample units), % of stands. Results based on ground inventories and interpreting of IR imagery. The proportion of tree species also includes treeless sites.

	Maastoarvio <i>Ground inventory</i>	Kuvatulkitsija I <i>Observer I</i>	Kuvatulkitsija II <i>Observer II</i>
Ravinteisuustaso <i>Nutrient level of sample unit</i>			
Mustikkainen <i>Vaccinium myrtillus</i>	1,3	0,0	2,6
Puolukkainen <i>Vaccinium vitis-idaea</i>	11,8	37,5	43,4
Varpuinen <i>Calluna vulgaris</i>	63,2	30,6	52,7
Jäkäläinen <i>Cladina</i>	23,7	31,9	1,3
Ojien toimivuus <i>Functional status of ditches</i>			
Oja toimii <i>Working</i>	38,7	70,0	67,9
Oja ei toimi <i>Not working</i>	61,3	30,0	32,1
Metsiköiden puulajisuhteet <i>Tree species composition in stands</i>			
Mänty <i>Scots pine</i>	80,0	76,8	80,7
Kuusi <i>Norway spruce</i>	0,1	0,0	0,0
Koivu <i>Downy birch</i>	12,1	17,6	16,7



Kuva 2. Suokuvioiden kehitysluokkajakaumat (%).

Fig. 2. The proportion of tree stand development classes (%) in the studied tree stands.

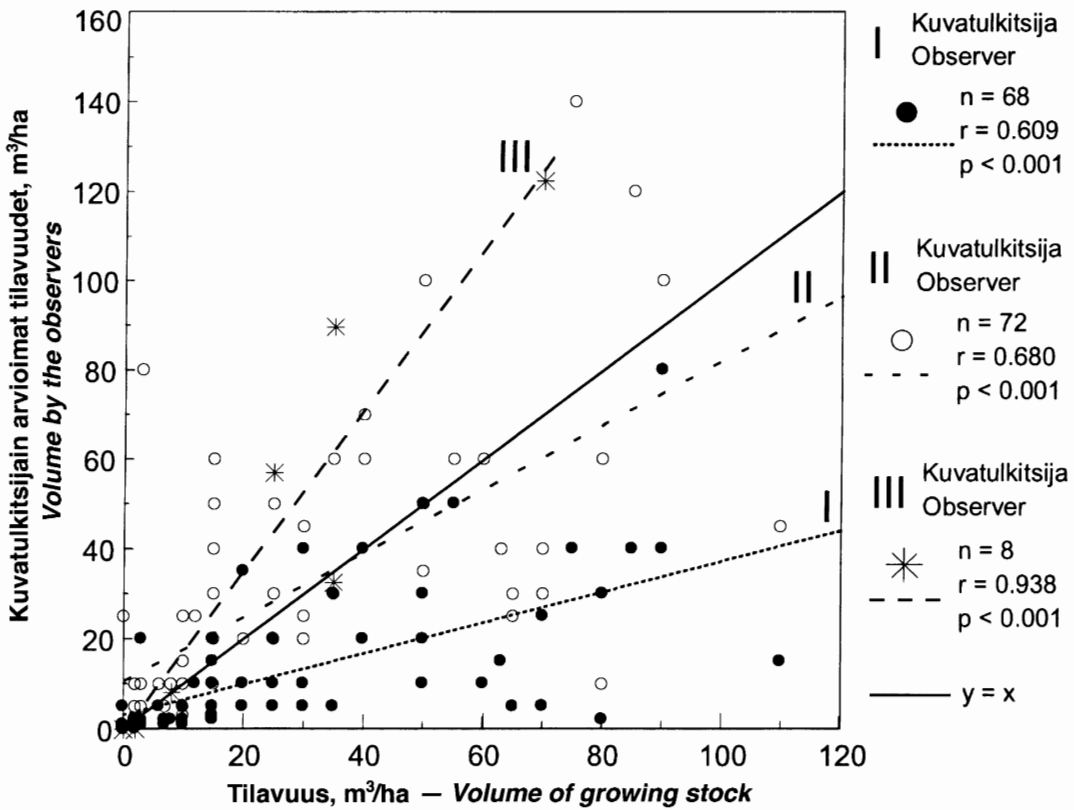
pitänyt tehdä maastokohteiden läheisyydessä perusteellisemmat sävyarvojen tarkistukset ennen varsinaista kuvatulkintaa. Resurssien

salliessa se tehtiin kuitenkin vain Muhoksen osalta. Kannuksen ja Parkanon alueet kuvailtiin tulkitsijoille. Toisaalta kuvatulkitsijat olivat

Taulukko 2. Toimenpidesuosituksat, % kuvioista.

Table 2. Recommended silvicultural treatments and forest improvement activities, % of stands.

	Maastoarvio Ground inventory	Kuvatulkitsija I Observer I	Kuvatulkitsija II Observer II
Ojan perkaus Ditch cleaning	13,2	11,1	1,3
Täydennysojitus Complementary ditching	0,0	0,0	3,9
Perkaus ja täydennysojitus Ditch cleaning and complementary ditching	0,0	0,0	0,0
Taimikon hoito Cleaning of young stand	5,3	0,0	3,9
Harvennushakkuu Thinning	1,3	0,0	9,2
Lannoitus Forest fertilization	5,3	0,0	0,0



Kuva 3. Suokuvion maastossa arvioitu keskitilavuus x-akselilla sekä ilmakuvilta arvioidut tilavuudet y-akselilla. Kolmas kuvatulkitsija käsitteli vain Parkanon aineiston. n = havaintojen lukumäärä, r = korrelaatiokerroin ja p = kertoimen merkitsevyystaso.

Fig. 3. The mean volumes of the tree stands. On the x axis ground inventory and on the y axis the estimates given by Observers I-III (Observer III only in Parkano). Legend: n = number of observations, r = correlation coefficient, and p = significance of the coefficient.

metsäalan ammattilaisia, joilla oli monen vuoden kokemus väri-infrakuvien tulkinnasta. Myös tulosten uskottavuus parani siinä mielessä, etteivät maastokohteet olleet kuvatulkitsijoille liian tuttuja.

Maastotiedot kerättiin kuvioittaisella arviointilla, johon liittyy paljolti subjektiivisuutta kuten ilmakuvatulkintaankin (Poso ja Kujala 1971, 1977, Poso 1983). Tutkimus tehtiin kuitenkin metsälautakunnan käytännön lähtökohdista. Kuvioittainen arviointi tehtiin parityönä maastotietojen luotettavuuden lisäämiseksi.

Tuloksia tarkasteltaessa on huomattava, että arviot kasvupaikasta, puustotunnuksista, ojen kunnosta ja toimenpidesuosituksista tehtiin pelkästään kuviotasolla, eikä arvioita painotettu kuvioiden pinta-aloilla. Käytännössä viiden hehtaarin kuviolla on merkittävämpi kuin 0,2 hehtaarin kuviolla.

Tulkinta-avaimien antaminen väri-infrakuvien sävyarvoille on subjektiivista. Lisäksi kuvia voidaan kehittää ja vedostaa varsin monisävyisiksi. Tämän tutkimuksen sukasvillisuutta kuvaavat väri- ja sävyarvot tukevat ruotsalaisten tutkimustuloksia (Rafstedt ja Andersson 1981, Eklund

ja Nylander 1990). Esimerkiksi jäkälät näyttivät joko violeteilta tai siniharmailta sekä rusko-rahkasammal punaruskealta. Rafstedtin ja Anderssonin (1981) tutkimuksessa kuvien mittakaavat olivat kuitenkin 1:20000–1:60000.

Yksittäisten suotyypien tulkinta ilmakuvilta ei ollut helppoa eikä se aina osunut oikeaan. Näin on todettu myös muissa tutkimuksissa (Jaakkola 1981, Rafstedt ja Andersson 1981, Eklund ja Nylander 1990). Puuston määrän ja latvuspeittävyuden kasvaessa tehtävä vaikeutuu entisestään (Rafstedt ja Andersson 1981). Toisaalta suotyypin määrittäminen ei ojitusalueilla ole aina helppoa maastossakaan (Laine 1983).

Latvuspeittävyuden vuoksi myöskään oijen toimivuuden arviointi ei aina ilmakuvilta onnistunut. Ilmakuvilta ei käy ilmi, onko ojassa vettä paljon sateen vuoksi, vai onko oja tukossa. Säätekijät onkin huomioitava erikseen kunnostusojituksen päätöksenteossa (Eklund ja Nylander 1990, Lauhanen 1992). Sen sijaan vetiset painanteet ja siinä mielessä ojituskelvottomat kohteet oli mahdollista erottaa kuvissa tummina juotteina.

Havupuiden neulasissa näkyviä metsätuhoja tai ravinnetalouden häiriöitä ei ollut mahdollista nähdä käytetyiltä 1:10000-mittakaavan väri-infrakuvilta. Tämä voisi olla 1:5000-kuvilta mahdollista (ks. Jaakkola 1981, Laine 1983).

Metsikön puulajisuhdearviot täsmäsivät kohtalaisen hyvin. Jaakkolan (1981) ja Laineen (1983) mukaan niitä samoin kuin kehitysluokkiakin on helppo arvioida ilmakuvilta. Maastoaineiston painoituessa karuille rämeille valtaosa taimikoista (> 1,3 m) ja nuorista kasvatusmetsistä oli lähellä kehitysluokkien rajaa. Näin ollen subjektiivisissa kehitysluokka-arvioissa ilmeni selviä eroja kuvatulkintojen ja maastotietojen välillä. Myös tulkitsijoiden välillä oli eroja.

Puuston tilavuusarvioissa oli korrelaatioanalyysin perusteella selviä eroja ja hajontaa maastohavaintojen ja kuvatulkintojen välillä (Kuva 3). Pienimittakaavaisten ilmakuvien (1:50000–1:60000) aikakaudella vastaavat kertoimet ovat olleet 0,602–0,861 (Poso ja Kujala 1971, 1977). Tämän tutkimuksen aineistoa vastaavalle kuvioaineistolle ja 1:10000-ilmakuville Poso (1983) on esittänyt korrelaatiokerroimen 0,695. Ågen (1985) mukaan ilmakuvilta arvioidun ja

kontrollialojen puuston keskitilavuuksien välinen korrelaatiokerroin oli 0,931.

Kunnostusojitustarpeen kokonaisvaltaisessa määrittämisessä elpymiskykyisen puuston tilavuus on oijen kunnan ja suotyypin ohella kuitenkin vain yksi osatekijä. Tässä tutkimuksessa väri-infrakuvien perusteella oli mahdollista tunnistaa vähäpuustoiset, rahkamättäiset alhaisen boniteetin omaavat vanhat ojitusalueet. Eklund ja Nylander (1990) päätyivät myös boniteetitutkimuksessaan samanlaiseen johtopäätökseen. Toisaalta kuvatulkitseijan ammattitaito ja kuvan laatu vaikuttavat aina tulkinnan luotettavuuteen (Laine 1983, Eklund ja Nylander 1990).

Väri-infrakuvien käytöllä voidaan vähentää maastokäyntejä ja saada aikaan kustannussäästöjä kunnostusojituksen alustavassa kohdevalinnassa. Väri-infrakuvia voitaneen ajatella käytettävän maanomistajien omatoimisia ojituskohteita, verovähennysoikeuksia ja metsänparannusrahoituksen saannin perusteita koskevissa ennakoarvioinneissa. Metsä- ja ympäristöalan organisaatiot voisivat kunnostusojituksen kohdevalinnan ohella soveltaa väri-infrakuvamenetelmää metsätaloudellisesti turhien ojitusten määrän arvioinnissa sekä luonnon monimuotoisuutta kuvaavissa kasvilisuuskartoituksissa ja -tutkimuksissa (Rafstedt ja Andersson 1981). Myös pellonmetsitysten vesitalousongelmia voisi mainiosti tutkia väri-infrakuvien avulla. Tätä tutkimusta laajemmat aineistot ovat vielä jatkossa tarpeen yksittäisten suotyypien, niiden lisämääreiden ja indikaattorikasvien erottamisen selvittämiseksi.

KIITOKSET

Pohjois-Pohjanmaan metsälautakunnan sekä METLAN Kannuksen, Parkanon ja Muhoksen tutkimusosiemien hoitokunnan esittämä ilmakuvatutkimus käynnistyi alkuvuodesta 1993 Metsämiesten säätiön myöntämän apurahan turvin. Mtt Taisto Jaakola ja Mtt Tero Takalo Kannuksesta avustivat tutkijoita maastotöissä sekä aineiston tallennuksessa. Prof. Erkki Tomppo, MH Matti Myllyniemi, Mti Pekka Surakka, Mti Matti Mattila sekä FK Ilkka Vanha-Majamaa ottivat kantaa kaukokartoitusmenetelmien käyttömahdollisuuksiin kunnostusojituksen kohdevalinnan sekä luonnon monimuotoisuuden arvioinnin tukena. MMT Jyrki Kangas ja MML Jyrki Hytönen sekä toimituksen valitsevat ennakkotarkastajat lukivat käsikirjoituksen tehden siihen huomionarvoisia parannusehdotuksia. Ohjelmoija Keijo Polet ja tutkimus-

sihteeri Maire Ala-Pönttiö valmistivat artikkelin kuvat. MH Erkki Pekkinen ja Marie Doyle, B.Agr.Sc., tarkastivat englanninkielisen tekstin. Edellä mainituille tutkimuksessa mukana olleille parhaimmat kiitokset. MH Mikko Moilaselle Muhokselle erityiskiitokset konsultoinnista.

KIRJALLISUUS

- Ahti, E. 1991. Kunnostusojituksen puuntuotanto- ja ympäristövaikutukset. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 374: 12–14.
- Ahti, E., Päivänen, J. & Vuollekoski, M. 1988. Kunnostusojitus. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 308: 46–55.
- BMDP PC-90 User's Guide 1990. BMDP Statistical Software, Inc. Los Angeles. 102 s.
- Eklund, A.-B. & Nylander, J. 1990. IR-färgbilder som hjälpmedel vid torvmarksbonitering. Nämnden för skoglig fjärranalys, NSF-INFO 10. 22 s.
- Huikari, O. 1952. Suotyypin määrittäminen maa- ja metsätaloudellista käyttöarvoa silmällä pitäen. *Silva Fennica* 75:1–22.
- Häme, T. 1991. Spectral interpretation of changes in forest using satellite scanner images. *Acta Forestalia Fennica* 222: 1–111.
- Jaakkola, S. 1981. Metsävarojen kaukokartoitustekniikka. Helsingin yliopisto, Metsänarvioimistieteen laitos, Tiedonantoja 13. 193 s.
- Kangas, J. 1991. Menetelmä ojitusvaihtoehtojen hyötyvertailuun (Summary: A method for utility comparison of forest drainage alternatives). *Suo* 42: 49–59.
- Keltikangas, M., Laine, J., Puttonen, P. & Seppälä, K. 1986. Vuosina 1930–78 metsäojitetut suot: ojitusalueiden inventoinnin tuloksia (Summary: Peatlands drained for forestry in 1930–1978: Results from field surveys on drained areas). *Acta Forestalia Fennica* 193: 1–94.
- Laine, J. 1983. Ilmakuvatulkinta metsäojitusalueiden kunnon ja toimenpidetarpeiden arvioinnissa (Summary: Usability of airphoto interpretation in drained peatland forest surveys). *Suo* 34: 1–7.
- Laine, J. & Vasander, H. 1990. Suotyypit. Kirjayhtymä. 80 s.
- Lauhanen, R. 1992. Kunnostusojituksen ongelmat ja tutkimustarpeet (Abstract: Ditch network maintenance, its problems and research needs). *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 40: 1–45.
- Metsänparannusohjeisto 1993: Metsäkeskus Tapio. Moniste. 85 s. + 4 liitettä.
- Mikkola, K. & Ritari, A. 1992. Montsegorskin alueen metsävauriot — alustava satelliittitutkimus (Abstract: Forest damages in Monchegorsk, Kola Peninsula. A preliminary satellite image analysis). Teoksessa: Kauhanen, H. & Varmola, M. (toim.). Itä-Lapin metsävaurioprojektin väliraportti (The Lapland Forest Damage Project -Interim report). *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 413: 244–259.
- Poso, S. 1983. Kuvioittaisen arvioimismenetelmän perusteita (Summary: Basic features of forest inventory by compartments). *Silva Fennica* 17: 313–349.
- Poso, S. & Kujala, M. 1971. Ryhmitetty ilmapu- ja maasto-otanta Inarin, Utsjoen ja Enontekiön metsien inventoinnissa (Abstract: Groupwise sampling based on photo and field plots in forest inventory of Inari, Utsjoki and Enontekiö). *Folia Forestalia* 132: 1–40.
- Poso, S. & Kujala, M. 1977. A method for national forest inventory in northern Finland. *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 93(1): 1–54.
- Rafstedt, T. & Andersson, L. 1981. Flygbildstolkning av myrvegetation. En metodstudie för översiktlig kartering. *Naturvårdsverket, Rapport* 1433. 106 s.
- Ranta, E., Rita, H. & Kouki, J. 1989. Biometria. Tilastotiedettä ekologeille. Yliopistopaino, Helsinki. 569 s.
- Saarinen, M. & Silver, T. 1992. Karujen rämeiden kunnostusojituskelpoisuus (Summary: Evaluation of ditch network maintenance on drained poor pine mires). *Suo* 43: 69–75.
- Tiihonen, P. & Virtanen, J. 1982. Koetuloksia ilmakuvien käytöstä energiapuun arvioinnissa Kannuksessa v. 1979–80 (Summary: Use of aerial photographs to estimate energy wood resources in Kannus in 1979–80). *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 66: 1–24.
- Åge, P.-J. 1985. Forest inventory photo interpretation. *Lantmäteriet, Tekniska skrifter* 13. 21 s.

SUMMARY:

Usability of infra red imagery in the planning of ditch network maintenance

The purpose of the study was to determine the usability of infra red imagery in evaluating the need for ditch network maintenance on nutrient-poor Scots pine mires (Fig. 1). It was assumed that

Sphagnum fuscum, reddish-brown in the imagery, indicated poor peatlands unsuitable for ditching.

Three employees of the local Forestry District Boards interpreted the IR imagery. After inter-

pretation of the 75 tree stands in six peatland areas in Muhos, Kannus and Parkano (western Finland) on the IR imagery (scale 1:10000), the stands were inventoried in the field (Fig. 1, Table 1). The first parameter to be determined was the site type using indicator plants and the nutrient level. Secondly, the volume of the growing stock (m^3ha^{-1}) and the proportions of tree species were measured. In addition, the health status and the development classes of the tree stands were estimated according to the instructions given by the Forestry Center Tapio (Metsänparannusohjeisto 1993). Thirdly, the condition of the ditches was assessed. Then feasible silvicultural treatments and forest improvement activities were suggested. Finally, the IR imagery data and the ground inventory data were linked together and compared.

Sphagnum fuscum was reddish-brown while the other *Sphagnum* species appeared light yellowish-white in the IR imagery (Fig. 1). Thus, with the aid of IR imagery, it was possible to determine the drained nutrient-poor peatland sites unsuitable for ditch cleaning or complementary ditching. Open fens and mires were also easy to determine on the basis of the IR imagery. However, it was difficult to evaluate the site types of the tree stands with high growing stocks (Jaakkola 1981, Rafstedt and Andersson 1981, Laine 1983, Eklund and Nylander 1990).

The proportion of tree species could be estimated well with the aid of IR imagery (Jaakkola 1981, Laine 1983, Table 1). There were, however, clear differences in the estimates of stand development classes (Fig. 2). The estimated mean volumes of the tree stands were -37 – $+11$ % of the values obtained in the ground inventories and the corresponding correlation coefficients were 0.609–0.938, respectively (Fig. 3). In forest

inventory studies, the coefficient values have been 0.602–0.931 (Poso and Kujala 1971, 1977, Poso 1983, Åge 1985).

The dark green colour in the imagery showed the presence of water in the ditches. However, the functional status of the ditches was not easily estimated (Table 1). The dark green shades in old drainage areas showed where the groundwater level was high.

Ditch cleaning was suggested in 1.3–13.2% of studied tree stands (Table 2). Neither complementary ditching nor a combination of these drainage treatments was deemed necessary. On nutrient-poor mires there was no need for thinning or forest fertilization from an economical viewpoint. The nutrient status of individual trees could not be determined from the IR imagery applied on the scale of 1:10000.

The decision making in ditch network maintenance depends on several factors (Ahti et al. 1988, Kangas 1991, Lauhanen 1992). In this study, IR imagery was found to be suitable in evaluating the need for ditch network maintenance on nutrient-poor mires (see also Eklund and Nylander 1990). The validity of the method depended on the quality of the imagery and the skill of the person interpreting the imagery (Laine 1983, Eklund and Nylander 1990).

IR imagery can be applied as a preliminary method in the planning of ditch network maintenance. Travelling costs of forestry staff, for example, will decrease. In addition, environmental and forestry authorities can use IR imagery for estimating the area of unnecessarily drained peatlands. The water status of former agricultural areas to be afforested, as well as the biodiversity in forestry, can also be studied with the aid of IR imagery.

Received 21.2.1995, accepted 29.5.1995

ERRATA

Numerossa 46(1) olleeseen Risto Lauhasen, Pekka Pietiläisen, Markku Saarisen & Eljas Heikkisen artikkeliin Väri-infrakuvat kunnostusojituksen kohdevalinnan tukena oli Kuvan 1 kuvatekstiin (s. 24) jäänyt virheellisyksiä. Selitysten kuuluisi olla seuraavasti:

a) ojittamatonta rahkanevaa, b) Oisavanjärvi näkyy mustana c) uudet täydennysojat täynnä vettä, d) suojaojitettu kivennäismaan uudistusala.

Toimitus pahoittelee.

Correction to the article Usability of infra red imagery in the planning of ditch network maintenance by Risto Lauhanen, Pekka Pietiläinen, Markku Saarinen & Eljas Heikkinen in Suo 46(1): the legend in Figure 1 (p. 24) should be as follows:

a) undrained Sphagnum fuscum bog, b) Lake Oisavanjärvi, c) complementary drainage area, new ditches full of water, d) upland forest regeneration area surrounded by shelter ditches.