

Title	Satelliitilla tarkat ja tuoreet jäätiedot
Author(s)	Rauste, Yrjö; Nieminen, Markku; Korhonen, Ossi; Pohjola, Jaakko; Enoksen, Rolf-Terje
Citation	Navigator 1985:9, s. 22-23
Date	1985
Rights	This article may be downloaded for personal use only

VTT
<http://www.vtt.fi>
P.O. box 1000
FI-02044 VTT
Finland

By using VTT Digital Open Access Repository you are bound by the following Terms & Conditions.

I have read and I understand the following statement:

This document is protected by copyright and other intellectual property rights, and duplication or sale of all or part of any of this document is not permitted, except duplication for research use or educational purposes in electronic or print form. You must obtain permission for any other use. Electronic or print copies may not be offered for sale.

SATELLIITILLA TARKAT JA TUOREET JÄÄTIEDOT

Satelliittikuvan siirtokokeilu jäänmurtajalle osoitti, että reaaliaikainen ja tarkka kuva voi helpottaa jokatalvista jäissä puskemista.

Tällä hetkellä kiertää maata lukuisa joukko satelliitteja, joiden tavallisimmat sovellusalueet ovat viestintä, paikantaminen, maanpinnan ominaisuuksien kaukokartoitus sekä säähavaintojen suoritus.

Kaukokartoituksessa käytetään myös Suomessa laajalti Landsat satelliittia. Tämä satelliitti omaa varsin suuren alueellisen erottelykyvyn, 30 m × 30 m, mutta kuva-alasta muodostuu tällöin melko kapea. Tästä johtuen saadaan Landsat kuvia vain joka 18. päivä samasta paikasta. Jos sää on pilvinen, voidaan kuvaa joutua odottamaan kuukausia.

Lähinnä sääpalvelun käyttöön on laukaistu TIROS-N sarjan satelliitteja tähän mennessä 9 kappaletta. Näistä ovat edelleen toiminnassa NOAA-6 ja NOAA-9. Edellä mainitut satelliitit ovat kaikki amerikkalaisia.

Joitakin vuosia sitten vastaanotettiin Suomessa myös neuvostoliittolaisten METEOR-sarjan sääsatelliittien kuvia ja vuosikymmenen vaihteessa myös Euroopan avaruusjärjestö (ESA = European Space Agency) tulee lähettämään kaukokartoitus- ja sääsatelliitteja taivaalle. Näiden uudentyyppisten satelliittien joukossa on mm. tutkasatelliitteja, joilla voidaan ha-



vainnoida myös pilvien läpi.

NOAA satelliitit kiertävät maata 830–870 km korkeudella ja niiden kiertoaika on noin sata minuuttia. NOAA-6 ylittää Suomen pohjoisesta käsin ja NOAA-9 etelästä päin. Satelliitti viipyy Suomen yllä parisen minuuttia ja lähettää tänä aikana suuren määrän tietoa viideltä eri aallonpituuskanavalta.

Näkyvän valon kanava eli kanava 1 (550–680 nm) edustaa suurin piirtein sitä aallonpituusalueita, jolla ihmissilmä toimii. Sen sijaan kanava 5

(11500–12500 nm) vastaa silmälle näkymätöntä lämpösäteilyä. Kanavat 2–5 sijoittuvat aallonpituudeltaan edellisten väliin.

NOAA:n alueellinen erotuskyky suoraan lentoradan alla on 1.1 km × 1.1 km, mutta huononee kuvausalueen reunoille siten, että aivan reunassa se on noin 5.5 km × 2.0 km. Tämä täyden erotuskyvyn kuva lähetetään maahan HRPT (High Resolution Picture Transmission) lähetyskanavalla 1700 MHz:n taajuudella. Tämän lisäksi NOAA-satelliit-

tit lähettävät kuvaa myös APT (Automatic Picture Transmission) lähetyskanavalla, missä alueellinen erotuskyky on noin 5 km × 5 km, mikä on liian karkea jään tulkintaan. Kun kiertäviä satelliitteja on kaksi, saadaan niistä vuorokauden aikana kaksi kuvaa päiväsaikaan.

Jäät riesana kuukausitolkulla

Suomi on eräs harvoja maita, missä kaikki satamat jäätyvät umpeen joka vuosi. Perämeri jäätyy käytännössä kauttaaltaan joka vuosi, Pohjanlahti ja Suomenlahti kokonaan noin joka kolmas vuosi. Jäitä esiintyy merenkulun kannalta merkittävästi Perämerellä 5–6 kuukautta ja Pohjan- ja Suomenlahdella 2–4 kuukautta vuodessa. Ahtaumat ovat tavallisimpia Perämerellä, mutta niitä voi luonnollisesti esiintyä kaikilla merialueillamme säätiloista riippuen. Paksuimmillaan jää voi olla metrin paksuista tai ylikin, kuten viime talvena Torniossa 121 cm.

Merentutkimuslaitoksessa on havaittu satelliittikuvien käyttökelpoisuus laadittaessa jääkarttoja talvimerenkulkua varten. Jääkartat sisältävät tietoja jään määrästä, paksuudesta ja laadusta. Ne lähetetään radioteitse laivoille, missä ne tulostetaan piirturilla. Satelliittikuvat voivat tarjota reaaliaikaista ja tarkkaa tietoa jääolosuhteista ja täydentävät näin jääkarttoja. Satelliittikuvilla on lähes voitu korvata erilliset lentokoneella tehdyt jäätiedustelulennot. Jäätiedustelulentoihin verrat-

tuna antaa satelliitti todenperäisemmän kuvan oloista, sillä havainnot lentokoneesta joudutaan piirtämään käsin tietyllä tarkkuudella, eikä havaintoalue ole yhtä laaja.

Kuvat Norjan kautta

Kuvat vastaanotettiin satelliitteista Tromsön vastaanottoasemalla Norjassa. Perämeren ja Merenkurkun kattava, noin 550 km × 550 km -koinen osakuva rajattiin ja lähetettiin Espooseen Valtion teknillisen tutkimuskeskuksen (VTT) maankäytön laboratorioon yleistä datasiirtoverkkoa, Datexia, pitkin.

Maankäytön laboratoriossa kuva talletettiin VAX-tietokoneen levymuistiin. Kuvaa käsiteltiin tällä tietokoneella ja siihen kytketyllä, VTT:ssä kehitetyllä kuvankäsittelyn työasemalla.

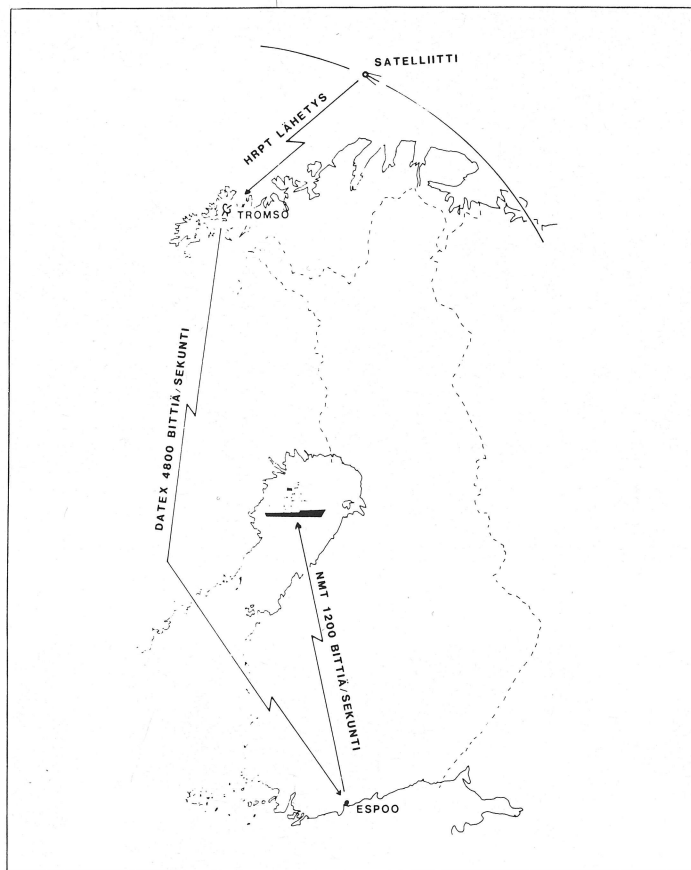
Käsittelyn jälkeen kuvasta rajattiin noin 256 km × 256 km kokoinen osakuva, joka peitti tärkeimmän osan Perämerästä. Tämä osakuva lähetettiin NMT autopuhelimen välityksellä jäänmurtaja Sisulle, missä kuva oli tarkasteltavissa mikroprosessoripohjaisen vastaanotto- ja näyttölaitteen monitorissa. Kaikissa siirto- ja käsittelyvaiheissa kuva oli täysin digitaalisessa muodossa.

Pääsiallinen syy siihen, että kuvat vastaanotettiin satelliitteista Norjassa oli se, että Suomen vastaanottoasemista ei kuvaa saada ulos digitaalisessa muodossa. Kuitenkin tulevaisuudessakin kuvansiirto yleisessä datasiirtoverkossa on tarpeen, jos käytetään Landsat-satelliittien, tulevien tutkasatelliittien tai muiden sellaisten satelliittien kuvia, joille Suomessa ei ole omaa vastaanottoasemaa.

Kuvansiirrossa käytettiin yleisen datasiirtoverkon suurinta nopeutta (Espoossa), 4800 bittiä sekunnissa, ja synkronista tiedonsiirtotapaa. Kolmikanavaisen (kolmella eri aallonpituusalueella otetun) kuvan, jossa on 512 × 512 yksittäistä pistettä eli pikseliä ja kolme × kymmenen bittiä pikseliä kohti, siirto kesti nopeimmillaan 34 minuuttia.

Vääristymät korjattiin

Ensimmäinen vaihe kuvan kä-



sittelyssä oli geometrinen korjaus. Satelliittin kuvaustavan, maan kaarevuuden ja maan pyörahdyksliikkeen takia Suomen alue vääristyy NOAA-satelliittien ottamissa kuvissa sen mukaan miten lähellä kuva-alan reunaa Suomi kulloinkin sattuu olemaan. Tällaisia vääristymiä näkee usein television säätiedotuksissa esitetyissä NOAA-kuvissa. Geometrisen korjauksen avulla kuva saadaan oikean muotoiseksi.

Seuraavaksi kuvaa terävöitettiin digitaalisen kuvankäsittelyn keinoin. Toisin kuin tavallisessa valokuvauksessa, missä tärähtänyttä tai muuten epäterävää kuvaa on lähes mahdotonta saada teräväksi, on kuvan terävöittäminen digitaaliselle kuvalle melko yksinkertaista. Terävöittämisellä pyrittiin korostamaan kuvan pienimpiä yksityiskohtia.

Seuraavaksi kuvan päälle piirrettiin kartasta digitoitu rantaviiva. Tämä tapahtui VTT:ssä kehitetyn työaseman avulla siten, että rantaviiva piirrettiin kuvan päälle työaseman graafiseen tasoon aluksi mielivaltaiseen asentoon. Työaseman kursorin avulla rantaviivaa siirrettiin ja kierrettiin kuvaruudulla ja sen mittakaavaa muutettiin erilailla eri suunnissa kunnes rantaviiva sopi kuvan päälle.

Tämän jälkeen itse kuvaa kierrettiin siten, että pohjoinen tuli kuvassa suoraan ylös. Samalla myös kuvan mittakaavaa itä-länsisuunnassa muutettiin siten, että kuva tuli täsmälleen oikean muotoiseksi TV-monitorissa tarkasteltuna.

Viimeisenä vaiheena ennen laivalle lähetystä kuvan sävynäyttöä säädettiin sellaiseksi, että Perämeren tummimmat alueet näkyvät mustina ja vaaleimmat täysin valkoisina.

Jäänmurtaja Sisulla ollut kuvan vastaanotto- ja näyttölaitte suunnillettiin ja rakennettiin VTT:n teleteknikan laboratoriossa erityisesti tätä koekielua varten. Laitteessa on 256 × 256 kuvapisteen eli pikselin kuvamuisti, jossa jokaisesta pistettä esitetään kuudella bitillä. Kuva lähetettiin maankäytön laboratorioista modeemin välityksellä puhelinlinjaa käyttäen Sisun NMT-puhelimeen. Toinen modemi yhdisti NMT-puhelimen kuvan vastaanotto- ja näyttölaitteeseen. Modemeja, joiden nopeus oli 1200 bittiä sekunnissa, käytetään kuvan siirtoaika oli noin 13 minuuttia.

Reitin etsintä helpottui

Lähes reaaliaikainen kuvansiirto osoittautui hyödylliseksi jäänmurtajatoiminnan kannal-

ta. Ensiksikin se auttoi jäänmurtajan kapteenia löytämään raiioja, joita pitkin laivat voivat kulkea ilman jäänmurtajan apua, ja neuvomaan, miten nämä raiiot löytyvät. Toiseksi satelliittikuvan siirto auttoi jäänmurtajan kapteenia havaitsemaan avovesialueet tai alueet, missä jää on hyvin heikkoa ja missä siksi ei tarvita jäänmurtajaa. Lopuksi kuvansiirto auttoi jäänmurtajaa löytämään kulku-uria, missä jää on heikompaa, ja välttämään ahtautuneen jään alueita. Toisaalta satelliittikuva ei voi täysin korvata helikopterilla tehtäviä jäätiedustelulentoja.

Kaikki tässä kokeilussa tehty kuvankäsittely (kuvan terävöittäminen, geometrinen korjaus, oikaisu sekä rantaviivan ja majakoiden piirtäminen) osoittautui hyödylliseksi. Rantaviivan piirtäminen kuvan oli hyödyllistä etenkin silloin, kun osa rannikkoa oli pilvien peitossa.

TIROS-N sarjan satelliittien ottamien kuvien käytössä pahin puute on se, että kuvia ei saada pilvisellä säällä, jolloin jäättilanne muuttuu nopeimmin. Tämä haitta voitaisiin tulevaisuudessa välttää käyttämällä suunniteltujen tutkasatelliittien ottamia kuvia. Toisaalta kun jäättilanne pilvisellä ja myrskyisellä säällä muuttuu nopeasti, niin myös kuvan sisältämä tieto jäättilanteesta vanhenee nopeasti.

Suomessa sijaitsevan vastaanottoaseman käyttö TIROS-N sarjan satelliittien kuvien vastaanotossa yksinkertaistaisi ja nopeuttaisi kuvansiirtoa jäänmurtajalle, koska kuvansiirto yleisessä datasiirtoverkossa jäisi pois. Kaksisuuntainen tiedonsiirto NMT-autopuhelinta käyttäen mahdollistaisi virheellisesti lähetetyn kuvalinjan uudelleenlähetämisen ja siten eliminoisi siirtovirheiden vaikutuksen siirrossa jäänmurtajalle. Samalla myös kuvansiirrossa vastaava operaattori näkisi, että kuva todella siirtyy.

YRJÖ RAUSTE, Valtion teknillinen tutkimuskeskus, Maankäytön laboratorio
 MARKKU NIEMINEN, Valtion teknillinen tutkimuskeskus, Teleteknikan laboratorio
 OSSI KORHONEN, Merentutkimuslaitos
 JAAKKO POHJOLA, Jäänmurtaja Sisun kapteeni
 ROLF TERJE ENOKSEN, Tromsø Telemetry Station