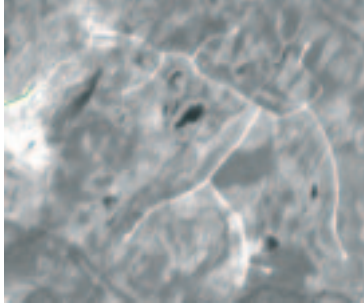
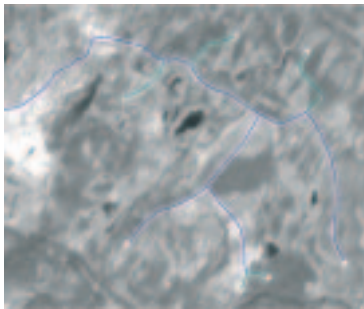


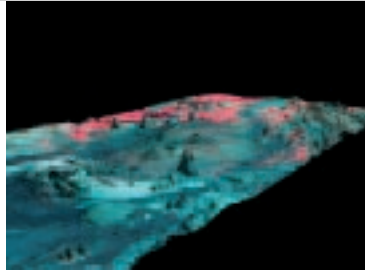
**Kuva 1.**



**Kuva 2.**  
Vanha tieaineisto.

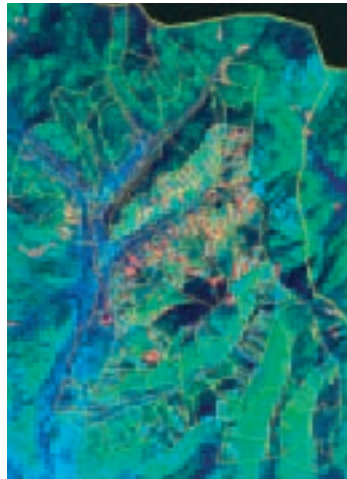


**Kuva 3.**  
Päivitetty ja luokiteltu tieaineisto.



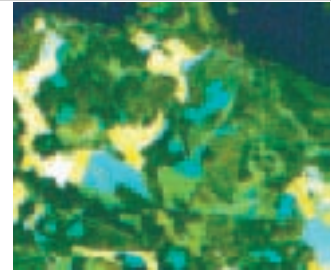
**Kuva 4.**

Landsat TM -kuvaa Islannista tehdyn SarDEM-korkeusmallin päälle levitettyinä.



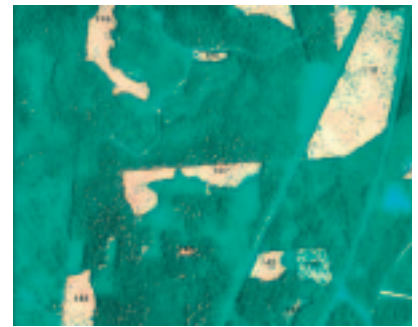
**Kuva 5.**

Landsat TM -satelliittikuvien (v. 1992 ja -97) ja AutoChange-menetelmän avulla tehty muutostulkinta Pohjois-Kiinasta. Aikavälin päätehakkuut erottuvat kuvasta punaisena. Kuvassa keltaisella on esitetty paikallinen kuvioraja-aineisto. Kuvan erotuskyky on 30 m.



**Kuva 6.**

Pankromaattisista IRS-satelliittikuvista (v. 1996 ja -99) tehty yhdistelmäkuva Keski-Suomesta, jossa erotus-, uusi ja vanha kuva. Aikavälin päätehakkuut erottuvat sinisinä, kuten myös osa pelloista. Kuvan erotuskyky on 5,8 m.



**Kuva 7.**

Pankromaattisista korkeailmakuvista (v. 1992 ja -95) Novosatissa tehty yhdistelmäkuva Keski-Suomesta, jossa erotus- ja uusi kuva. Rajatut aikavälin päätehakkuut erottuvat kuvasta oranssina. Kuvan erotuskyky on 1 m, joten myös uudistamismenetelmä voidaan tulkita. Muutostulkintaprosesseissa voidaan myös yhdistellä satelliitti- ja ilmakuvia.

## Miranda Saarentaus

# Satelliittikuvat paikkatiedoissa

Vuoden 1999 alusta vanhasta Satelliittikuvakeskuksesta tuli Novosat Oy. Novo Group Oy omistaa 60 % ja Maanmittauslaitos 40 % Novosatista. Satelliittikuvakeskuksen toiminta oli lähinnä ollut satelliittikuvien välitystä sekä tutkimustoimintaa. Uuden yrityksen myötä on tarkoitus löytää uusia kanavia satelliittikuvien käytölle.

Uuden yrityksen suurin painopiste on luoda satelliittikuviin perustuvia ratkaisuja. Miten satelliittikuvia voidaan hyödyntää perinteisessä kartantuotannossa tai paikkatietopalveluissa? Mikä on se menetelmä, jossa näkyy hyöty sekä ajan että talouden käytössä. Nämä kysymyk-

set ovat luoneet Novosatiin uutta toimintaa ja tänä päivänä Novosat pystyy tarjoamaan monia uusia käyttökohteita satelliittikuvilla paikkatietoihin.

Novosatin toiminta on jaettu kolmeen eri yksikköön: GIS ja Kartoitus, Tele- ja Metsä sekä Kuvamyynä. Kuvamyynä-yksikkö toimii edelleen kuvien välittäjänä. Uudet yksiköt kuten Tele- ja Metsä sekä GIS ja Kartoitus hoitavat suurimman osan satelliittikuvilla tehtävistä paikkatiedon ratkaisuksista.

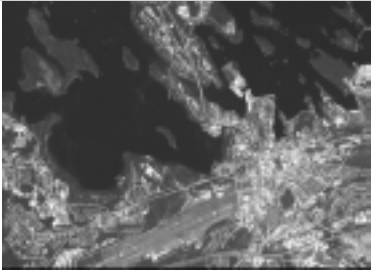
Näillä kahdella viimeksi mainituilla yksiköillä on viimeisen vuoden aikana ollut lukuisia uusia käyttökohteita. Pääntävyys satelliittikuvien käytössä oli Lapin Maanmittaustoimistolle tehtävä tiekan-  
nan päivitys. Seuraavassa on esitelty GIS

ja Kartoitus -yksikön tämän päivän viimeisimmät menetelmät ja tuotteet.

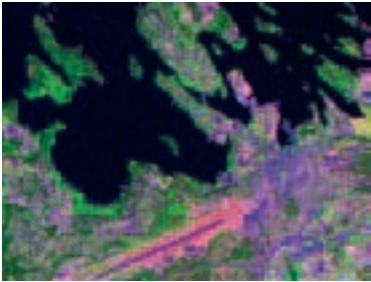
### Vektoritiedon päivitys satelliittikuvilta

Perinteisten menetelmien sijasta satelliittikuvia voidaan käyttää monenlaisen digitaalisten paikkatietoaineistojen päivittämiseen. Satelliittikuvien tuomia etuja ovat mm. mahdollisuus päivittää laajoja alueita kerralla, pienet kustannukset alueyksikköä kohden sekä päivitysten nopeus.

Päivitettäväksi kelpaavat hyvin tie- ja vesiaineistot, pelto- ja hakkuutietokannat sekä taajamat ja rakennukset käytetäessä korkearesoluutioisia satelliittikuvia. Vesi- ja peltoaineistojen päivittä-



**Kuva 8.**  
SPOT PAN -kuva.



**Kuva 9.**  
TM-kuva.



**Kuva 10.**  
Edellisten yhdistelmä.



**Kuva 11.**  
Lappeenranta. TM- ja SPOT PAN -yhdistelmä näytettynä SMVR-ohjelmalla.



**Kuva 12.**  
IKONOS- ja Landsat 5 TM -kuvausio Keravan alueelta.

**O**nko satelliittikuvatoiminta tavalliselle kartankäyttäjälle muuta kuin hienojen kuvien katselemista? Käytetäänkö satelliittikuvia Suomessa muuhun kuin tutkimustoimintaan? Yhdysvalloissa on pitkä perinne satelliittikuvien käytöstä kartantuotannossa. Tänä päivänä meille tarjotaan optisia IKONOS-satelliitin kuvia, joiden resoluutio on yhden metrin luokkaa. Muutaman viikon päästä seuraamme, onnistuuko seuraava VHR (Very High Resolution) -sukupol-



**Kuva 13.**  
TKK:n avaruustekniikan laboratoriossa työskentelevä Marcus Engdahl on tehnyt mielenkiintoisen tuotteen yhdistämällä 28 ERS-tutkakuvaa. Kuvien yhdistämisessä käytetyn menetelmän ansiosta eri maankäyttöluokat nousevat selkeästi esiin. Esimerkiksi lentokenttä ja golfkentät näkyvät punaisina.

## - miksi ja miten?

misessä voidaan tarkkuusvaatimuksista riippuen käyttää niin pankromaattisia kuin monikanavaisia Landsat-, SPOT- tai IRS-kuvia, tieaineistossa pankromaattisia SPOT- tai IRS-kuvia ja taajamien sekä rakennusten osalta pankromaattisia IRS- tai IKONOS-kuvia.

Lapin maanmittaustoimistolle Novosat päivitti digitaalisen tieaineiston Ylä-Lapin alueelta. Päivityksessä käytettiin orto-oikaistuja pankromaattisia SPOT-kuvia, joiden pikselikoko on 10 m.

GPS-mittauksella tarkistettiin päivityksen sijaintitarkkuuden onnistumista. Käytetyillä menetelmillä päästiin alle 10 m tarkkuuteen pääteiden osalta, ja myös pienemmät tiet saavuttivat tarkkuusvaatimuksen.

ven satelliitti QuickBird laukaisussaan. Kun satelliittikuvat ovat jo tarkkuudeltaan korkeakuvien luokkaa, voidaan kysyä, mihin kaikkien niitä voidaan käyttää. Optiset kuvat ovat tavalliselle kartantuottajalle tuttu työväline, mutta tutkakuvien käyttö onkin vaikeampaa. Tutkakuvien hyödyntäminen paikkatiedoissa on suuri ja mielenkiintoinen haaste.

Inarijärven luoteispuolelta otetussa kuvassa vihreä ohut viiva on vanhaa aineistoa ja siniset pisteet siltojen paikoja. Punaisella ja vaaleansinisellä on uudelleen digitoitu tieaineisto. Kuvasta erottuu hyvin vanhan tieaineiston sijaintivirhe. (Kuva 1.)

Uudet tieurat erottuvat satelliittikuvilta erittäin selkeästi. Kuvassa 2 vanha tieaineisto päättyy kuvan vasempaan laitaan. Kuvassa 3 on päivitetty ja tieluokan mukaan luokiteltu aineisto.

Ylä-Lapin päivitettyllä tie- ja siltaaineistolla on ominaisuustietona tieluokka, tienumero, tieosanumero ja siltanumero. Vanhan aineiston ominaisuustiedot voidaan siirtää päivitettyyn aineistoon ja niitä voidaan ajantasaistaa tarvittaessa.

## Korkeusmallit satelliittikuvilta

Pelkkä tasosijaintieto kartalla ei tänä päivänä enää riitä. Nykyaikaiset tilavuuslaskelmat, näkyvyysanalyysit ja reitin optimoinnit edellyttävät maaston muotojen tuntemista. Korkeusmalli on maaston muotoja kuvaava digitaalinen data. Tulevaisuuden GIS on virtuaalinen 3D-maailma, jonka tärkein lähtöaineisto on korkeusmalli.

Novosat:n korkeusmallit perustuvat ERS- tai RADARSAT-satelliittitutkakuviin ja alan uusimpiin tekniikoihin. Korkeusmalli tuotetaan joko tutkainterferometrialla tai -stereoskopialla, riippuen kohteen olosuhteista ja käytetystä aineistosta. Satelliittitutkakuvien lisäksi kohteesta tarvitaan tukipisteaineisto, joka käytännössä tarkoittaa GPS-pisteitä tai karttaa kohdealueesta. Korkeusmallituotteesta käytetään Novosatisssa nimitystä SarDEM.

SarDEM voidaan tehdä mistä päin maailmaa tahansa vierailematta kohdealueella. Tarkkuudeltaan tuote vastaa parhaimmillaan MML:n 25 m korkeusmalliaineistoa. Pienin mahdollinen alue, jolta SarDEM:n voi hankkia on yksi kuvapari, mikä vastaa pienimmillään Radarsat Fine -kuvan tapauksessa 2 500 km<sup>2</sup>:n aluetta. Jos käytetään asiakkaan omaa tutkakuvaparia, voidaan SarDEM tehdä myös pienemmiltä alueilta. Hinta, tarkkuus ja SarDEM:n kattama alue vaihtelee suuresti riippuen kohteesta ja asiakkaan tarpeista. (Kuva 4.)

## Muutostulkinta

Satelliittikuvia on perinteisesti käytetty laajojen alueiden inventointi- ja seuranta-järjestelmissä. Nykyisin kaukokartoituksen ja paikkatietojärjestelmien kehityksen myötä satelliittikuvia voidaan hyödyntää myös operatiivisessa suunnittelussa ja entistä pienemmille kohteille. Esimerkiksi uudet erittäin korkean resoluution satelliittikuvat tarjoavat varteentotettavan vaihtoehdon perinteisille vääräviiri-ilmakuville.

Peruslähtökohdانا taloudelliset näkökohdat huomioon ottavassa suunnittelussa on kuitenkin optimaalisen materiaalin valinta kutakin tietotarvetta vastaavaa tilannetta varten.

Metsäalan organisaatioissa suunnittelukauden pituus on usein noin 10 vuotta. Kauden aikana metsiä kasvatetaan malleilla ja tehdyt toimenpiteet päivitetään kuviotietokantaan. Kaukokartoitus tarjoaa mahdollisuuksia tietojen merkittävään tarkentamiseen ja ajantasaisen tiedon ylläpitoon.

Muutostietojen havaitseminen ja päivitys edellyttää kahden eri ajankohdan kuvamateriaalin käyttöä. Novosat Oy käyttää muutostulkinnassa mm. erotuskuvatulkintaa sekä VTT:ssä kehitettyä AutoChange-menetelmää, jonka avulla monikanavakuvista voidaan automaattisesti paikallistaa muutokset sekä arvioida muutoksen voimakkuutta ja tyyppiä. (Kuvat 5–7.)

## 3D-satelliittikuvakartta

Satelliittikuvilla pystytään tuottamaan nopeasti erilaisia satelliittikuvapohjia 3D-kuvaruutukarttoihin. Kuvapohja luodaan käyttäen olemassa olevaa tai uutta kuva-aineistoa. Satelliittikuvapohjaan voidaan yhdistää korkeusmalli sekä vektoritietoa ominaisuustietoineen. Olemassa olevaa lähtöaineistoa käytettäessä kuvaruutukartta syntyy parissa päivässä.

Eri resoluutioisia satelliittikuvia on mahdollista yhdistää toisiinsa matemaattisin menetelmin säilyttäen alkuperäisten kuvien parhaat ominaisuudet. Näin saadaan kuvaruutukartan pohjaksi maastoerotuskyvyllään tarkkoja värikuvia, joilta sekä geometriset piirteet, kuten tiestö, että luonnon kohteet, kuten kasvillisuus ja suot, erottuvat mainiosti. Mittakaavaluokassa 1:50 000 päästään hyviin tuloksiin esim. pankromaattisia IRS- ja SPOT-kuvia ja monikanavaisia TM-, SPOT- ja IRS-kuvia yhdistelemällä. (Kuvat 8–10.)

Satelliittikuvakartta voidaan valmistaa asiakkaan toimittamista valmiista aineistoista tai Novosat Oy voi hankkia satelliittikuvat, vektoriaineiston ja korkeusmallin. Kartan pohjana on myös mahdollista käyttää kuvamosaiikkeja eri resoluutioisista kuvista, jos esimerkiksi tarkempaa aineistoa halutaan vain taajamista. Vektorit, kuten tiestö, vesistöt, nimistö jne. voidaan esittää vektoreina tai ne voidaan rasteroida. Satelliittikuvakartta on toimitettavissa myös ilman korkeusmallia tai vektoriaineistoa.

Satelliittikuvakartta voidaan toimittaa useissa eri formaateissa asiakkaan käyttämän ohjelmistotarpeiden mukaan.

Novosat Oy käyttää kuvaruutukartan kolmiulotteiseen esittämiseen SMVR-virtuaalimalliohjelmistoa, jota se jatkokehittää yhteistyössä China Siwei Surveying and Mapping Technology Beijing Companyn kanssa. Ohjelmiston ominaisuuksia ovat mm. todellinen 3D-näyttö, 'fly-through', katveanalyysit, rinneanalyysit, matkan mittaus, volyymit ja omien vektoreiden lisääminen. Tarkoituksena on luoda edullinen ja kevyt 2.5D-katseluohjelmisto analyysityökaluineen

käytettäväksi esim. kannettavassa tietokoneessa maastossa liikuttaessa. (Kuva 11.)

Yhdistelmäkuvia voidaan luoda uusista IKONOS-kuvista, jolloin luodaan tarkkoja kuvaruutukarttoja 1:10 000-mittakaavassa. Keravan alueelta (kuva 12) Novosat on yhdistänyt IKONOS-kuvan ja Landsat 5 TM -kuvan. Kuva on mm. laitettu Internet-kuvapalvelimelle ja toimii opaskartan korvikkeena.

## Tutkakuvat ja niiden tulevaisuus karttaväelle

Tutkasatelliitti lähettää aktiivisesti signaalin kohteeseen ja rekisteröi takaisin sironneen signaalin. Näin ollen vuorokaudenaika tai pilvinen sää eivät vaikuta kuvauksen onnistumiseen. SAR-kuvat ovat oudompi käsite karttaihmisille, jotka ovat tottuneet työskentelemään passiivisten instrumenttien optisten kuvien kanssa. Tutkakuvan geometria ja kohinaisuus voivat yllättää. Kuvan kirkkaus riippuu kohteen pinnankarkeudesta, sähköisistä ominaisuuksista (esim. kosteus) sekä topografiasta. Korkeusmallin luominen tutkakuvilta on meille jo tuttu prosessi, mutta menetelmiä kehitetään erillisten kartoituskohteiden saamiseksi esiin tutkakuvista entistä luotettavammin.

Tutkakuvien ja optisten satelliittikuvien laajempi käyttö on meillä vasta alkuvaiheessa. Kuvien saatavuus helpottuu ja hinnat halpenevat. Uusien satelliittilaukaisujen myötä saamme yhä tarkempia kuvia käyttöömmeh; esim. RADARSAT-2:ssa on 3 metrin pikselikoko. (Kuva 13.)

© PEKKA LEHTONEN



**Kirjoittaja toimii Novosat Oy:ssä GIS- ja kartoitustiimin vetäjänä.**

**Sähköposti:**

**miranda.saarentaus@novosat.com,  
Internet: www.novosat.com.**