

LASERKEILAUSTIETOJEN HYÖDYNTÄMINEN MAASTOTIETOKANNAN TUOTTAMISESSA

Olli Sirkkiä

Maanmittauslaitos, Ilmakuvakeskus olli.sirkkia@maanmittauslaitos.fi

TIIVISTELMÄ

Maastotietokanta on koko maan kattava kansallinen tietovarasto, josta löytyy mm. valtakunnallisten karttojen pohjana käytettävä tieto luonnon muovaamasta ja rakennetusta maastosta. Yksi osa maastotietokannasta on uusi 2 metrin ruutukoon korkeusmalli, jonka tuottamiseen käytetään laserkeilausta. Tämä tuotanto on alkanut Maanmittauslaitoksessa keväällä 2008. Laserkeilausdatan käyttömahdollisuudet muuhun maastotiedon keräämiseen tai ajantasaistamiseen ovat vielä selvitys- ja kehitysvaiheessa, ja tästä johtuen tässä artikkelissa käsitellään vain korkeusmallituotantoa. Uusi korkeusmalli valmistetaan TM35FIN/N2000 järjestelmässä, ja sen tarkkuus on 30 cm. Prosessin toinen päätuote on stereotyöympäristössä tarkistettu laserpistepilvi, jonka tasotarkkuus on n. 60 cm ja korkeustarkkuus 15 cm.

Avainsanat: laserkeilaus, korkeusmalli, maastotietokanta

1 UUDEN KORKEUSMALLITUOTANNON TAUSTA

Aikaisempia valtakunnallisia korkeusmalleja tarkempaa mallia tarvitaan muun muassa monien yhteiskunnan eri toimintojen suunnittelussa ja poikkeaviin olosuhteisiin varautumisessa.

Vuoden 2005 puolivälissä aloitti toimintansa Maa- ja metsätalousministeriön korkeusmallityöryhmä, joka päätyi suosittelemaan laserkeilauksen käyttömahdollisuuksien selvittämistä ja kokeilemista todennäköisimpänä tarkan korkeusmallin tuotantovälineenä.

Esiselvitysten jälkeen aloitettiin vuonna 2006 laserkeilauksen testityö. Sen tulosten perusteella tehtiin vuoden 2007 aikana korkeusmallituotannon määrittelyt ja välinekehitystyön pääosa. Tuotannon käyttöönotto alkoi vuoden 2008 alussa välinekehityksen jatkeena sisältäen mm. tuotantoympäristön ja -prosessin viimeistelyä, joka tosin jatkui koko vuoden ajan, sekä koulutusta ja muuta tuotannon valmistelua. Varsinaisesti tuotanto käynnistyi huhtikuussa ensimmäisillä keilauksilla.

2 KORKEUSMALLITUOTANTO

Laserkeilaukset ja datan prosessointi tehdään tuotantoalueittain, joiden koko vaihtelee normaalisti välillä 864 km² - 1152 km² (1: 50 000 UTM karttalehti). Alueiden sijainti ja kiireellisyysjärjestys määräytyvät lähivuosina eniten tulvasuojelun tarpeiden perusteella. Vuonna 2008 keilattiin 20 tuotantoaluetta, yhteensä n. 21 000 km². 18 aluetta keilattiin ostopalveluna kahdelta eri konsultilta, joilta tilattiin tuotteena georeferoitu, luokittelematon pistepilvi. Maanmittauslaitos keilasi vuokratulla keilaimella ja prosessoi kokonaan itse kaksi aluetta.

Keilausten suunnitelmat ja toteumat on esitelty, ja tietoja datan prosessointien edistymisestä sekä korkeusmallituotannon edistymisestä ylläpidetään Maanmittauslaitoksen verkkosivuilla osoitteessa www.maanmittauslaitos.fi/tietoa_maasta/ilmakuvaus. Samasta osoitteesta löytyy myös tiivis tuoteseloste eli määrittelyt lopullisesta laserpistepilvestä ja korkeusmallituotteesta, jotka molemmat ovat prosessin päätuotteita, vaikkakin vain korkeusmalli tulee olemaan fyysisesti maastotietokannassa.

3 DATAN PROSESSOINTI

Datan prosessoinnin päävaiheita ovat pistepilven laskenta, kalibroinnit, laatuksentrollit, automaattinen maanpintaluokitus ja lopullinen luokittelu stereotyöympäristössä.

3.1 Pistepilven laskenta

Pistepilvi lasketaan keilaimen etäisyysmittaushavaintojen ja muiden rekisteröityjen tietojen sekä lentoratatiedon (GPS/IMU) perusteella laitevalmistajan ohjelmistolla (konsultti tai Ilmakuvakeskus). Pistepilvi lasketaan TM35FIN-koordinaattijärjestelmään. Korkeudet ovat tässä vaiheessa ellipsoidisia.

3.2 Kalibroinnit

Kalibroinnit käsittävät sekä järjestelmäkaliibrointeja että projektikalibrointeja (konsultti tai Ilmakuvakeskus). Järjestelmäkaliibrointi tehdään tarvittaessa, kuten esimerkiksi laitteistoasennuksen jälkeen tai jos näyttää, ettei järjestelmä ole pysynyt riittävän stabiilina. Projektikalibroinnissa sovitetaan yhteen eri keilauslinjat ja tuloksena saatu geometrisesti mahdollisimman homogeeninen pistepilvi sidotaan korkeustukipisteiden avulla N2000-korkeusjärjestelmään.

3.3 Laatuksentrollit

Riippumatta siitä, onko keilaus konsultin vai Maanmittauslaitoksen tekemä, tehdään muun muassa seuraavia laaduntarkistuksia (Ilmakuvakeskus):

- datan kattavuus ja aukottomuus; aukkoja sallitaan paikoissa, joista luonnostaan ei tule paluukaikuja (tyyni vesipinta sivussa nadiirista, tietyt kattomateriaalit, jne.)
- jonojen sivupeitot, minimi 20 %
- pistetiheys, minimi 0.5 pistettä/m² (pisteiden keskimääräinen etäisyys toisistaan n. 1.4 m)
- keilausjonojen yhteensopivuus korkeudessa ja tasossa
- vertailu kontrollipisteisiin
 - Z tarkastetaan korkeuspistekentillä, mahdollisesti karkeasti myös stereomalleilta
 - P/I tarkastetaan Espa-työasemalla stereomalleilta, pääasiassa itä-länsi ja pohjois-eteläsuuntaisilta talonharjoilta
- karkeat virheet, kuten esimerkiksi
 - mittaushäiriöt, esimerkiksi keilaimen ylihäikäisystä
 - korkeat pisteet, esimerkiksi laserpulsseja läpäisemättömistä pilvistä. Tällaiset kohdat joudutaan paikkaamaan. Riittävästi läpäisevät pilvet saavat jäädä laserpistepilveen.

Myös keilaimen lievä häikäistyminen voi synnyttää laserpisteitä todellisten kohteiden yläpuolelle (kuten alapuolellekin).

- o matalat pisteet, esimerkiksi monitieheijastuksen tai keilaimen lievän häikäistymisen takia maan alle rekisteröityneet (etäisyyden mittausta rekisteröitynyt liian pitkäksi)

3.4 Automaattinen maanpintaluokitus

Datan kalibrointien yhteydessä on jo tehty väliaikaisia automaattisia maanpintaluokituksia jokaiselta lentojonolta erikseen.

Lopullinen automaattinen maanpintaluokitus tehdään Ilmakuvakeskuksessa lentolinjat yhdistäen. Tällöin jonojen yhteisille peittoalueille muodostuu vain yksi maanpinta, joka valtaosin painottuu alemman pinnan suhteen, jos lentojonot eivät sovi täysin yhteen korkeussuunnassa. Luokituksen algoritmissa käytetään parametreja, jotka iteratiivisesti tiheytyvässä, alinta pintaa seuraavassa kolmioverkossa ottavat riittävästi huomioon maaston topografiaa ilman, että rakennuksia, rakenteita tai kasvillisuutta luokituu liian paljon maanpinnaksi.

Luokittelussa asetetaan aluksi kaikki ensimmäisten ja välikaikujen pisteet kasvillisuusluokkaan, joka edustaa yleisesti kaikkia todennäköisesti jostain kasvillisuudesta tulleita paluukaikuja. Luokittelukriteerien mukaisesti todennäköistä maanpintaa edustavat pisteet etsitään ainoiden ja viimeisten kaikujen pisteiden joukosta. Lisäksi joitakin pisteitä voi luokittaa (mataliksi) virhemittauksiksi, jos ne erottuvat valituilla kriteereillä liian paljon ympäröivien laserpisteiden korkeustasosta. Loput laserpisteet jäävät luokittelemattomiksi.

Luokitus esitarkastetaan Ilmakuvakeskuksessa, jonka jälkeen tämän luokitustason pistepilvi talletetaan nauha-arkistoon (UTM 3x3 km² karttalehdittäin). Pisteluokat ovat siis luokittelematon, maanpinta, kasvillisuus ja virhemittaus.

3.5 Lopullinen luokittelu stereotyöympäristössä

Espa-työssä eli stereotyöasematyöskentelyssä (Maamittaustoimistot, Ilmakuvakeskus) automaattisen maanpintaluokituksen mahdolliset selvät virheet etsitään käymällä koko tuotantoalue UTM 3x3 km²:n karttalehti kerrallaan kattavasti läpi. Maanpinnan oikeellisuus tarkastetaan vertaamalla väliaikaisesta 0.9 metrin ruutukoon korkeusmallista laskettuja 1 metrin visualisointikäyriä stereomallin maanpintaan ja muihin kohteisiin. Visualisointikäyrät lasketaan reaaliajassa stereonäkymään aina, kun operaattori siirtyy seuraavaan näkymään. Käyrien avulla tarkastus on paljon helpompaa kuin stereonäkymää voimakkaasti peittäviä laserpisteitä suoraan tutkimalla.

Tarkistuksen avuksi maastotietokannasta tuodaan stereonäkymään vihjekohteina vektoreita paikoista, joissa todennäköisimmin voisi olla vielä jäljellä virheitä automaattisen luokituksen ja sen esitarkastuksen jäljiltä. Tällaisia ovat muun muassa isot (yli 3000 m²) rakennukset ja erilaiset jyrkän topografian alueet kuten jyrkänteet, luiskat ja louhokset. Virheet korjataan laserpisteiden luokitusta muuttamalla. Operaattori voi myös lisätä pintapisteitä pakottamaan korkeusmallia sellaisissa paikoissa, joissa ei ole tarpeeksi tai ollenkaan laserpisteitä, ja se on korkeusmallin kannalta tarpeellista. Mahdolliset lisätyt pisteet tallennetaan eri tiedostoon kuin varsinaiset laserpisteet.

Korkeusmallin kannalta ainoastaan maanpintaluokitus ja vaka- ja virtavesien saaminen loogiseen

korkeuteen on oleellista. Kuitenkin tärkeän yhteistyötahon, SYKE:n tarpeisiin luokitellaan myös sillat manuaalisesti (kohtuullisen pieni työmäärä) omaan luokkaansa ja vaka- ja virtavesien alueella olevat laserpisteet omiin luokkiinsa. Sillat tuodaan stereotyöhön vihjekohteiksi maastotietokannasta. Vesistöjen pisteiden luokitus on yhdistelmä automatiikkaa ja manuaalista työskentelyä, joka tapahtuu sujuvasti korkeusmallityöhön integroituna. Vesialueiden luokituksen rajaus perustuu maastotietokannan rantaviivoihin. Mitään maastotietokannan kohteita ei tässä prosessissa muuteta.

Lopulliset pisteluokat ja niiden normaali visualisointiväri MML:n tuotantoympäristössä ovat siis luokittelematon (unclassified) valkoinen, maanpinta (ground) ruskea, kasvillisuus (low vegetation) vihreä, virhemittaus (low point) violetti, vakavesi (water) tumman sininen, virtavesi (stream) vaalean sininen sekä silta (bridge) keltainen. Pistepilvi tallennetaan karttalehdittäin levypalvelimen hakemistorakenteeseen ja nauha-arkistoon.

4 KORKEUSMALLI

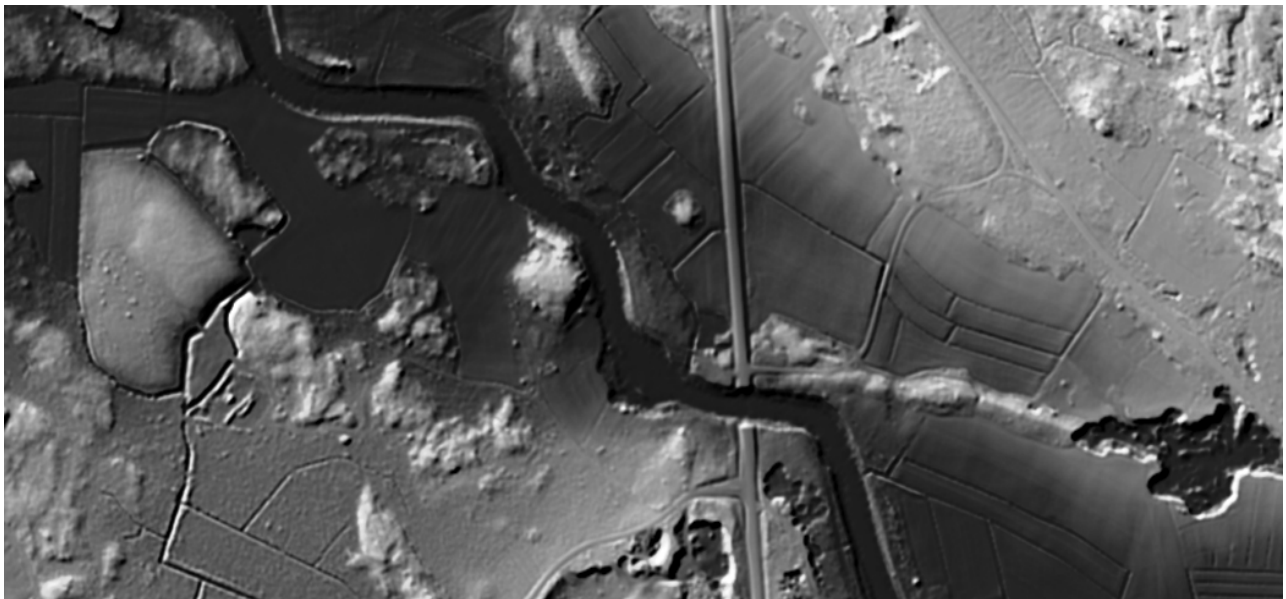
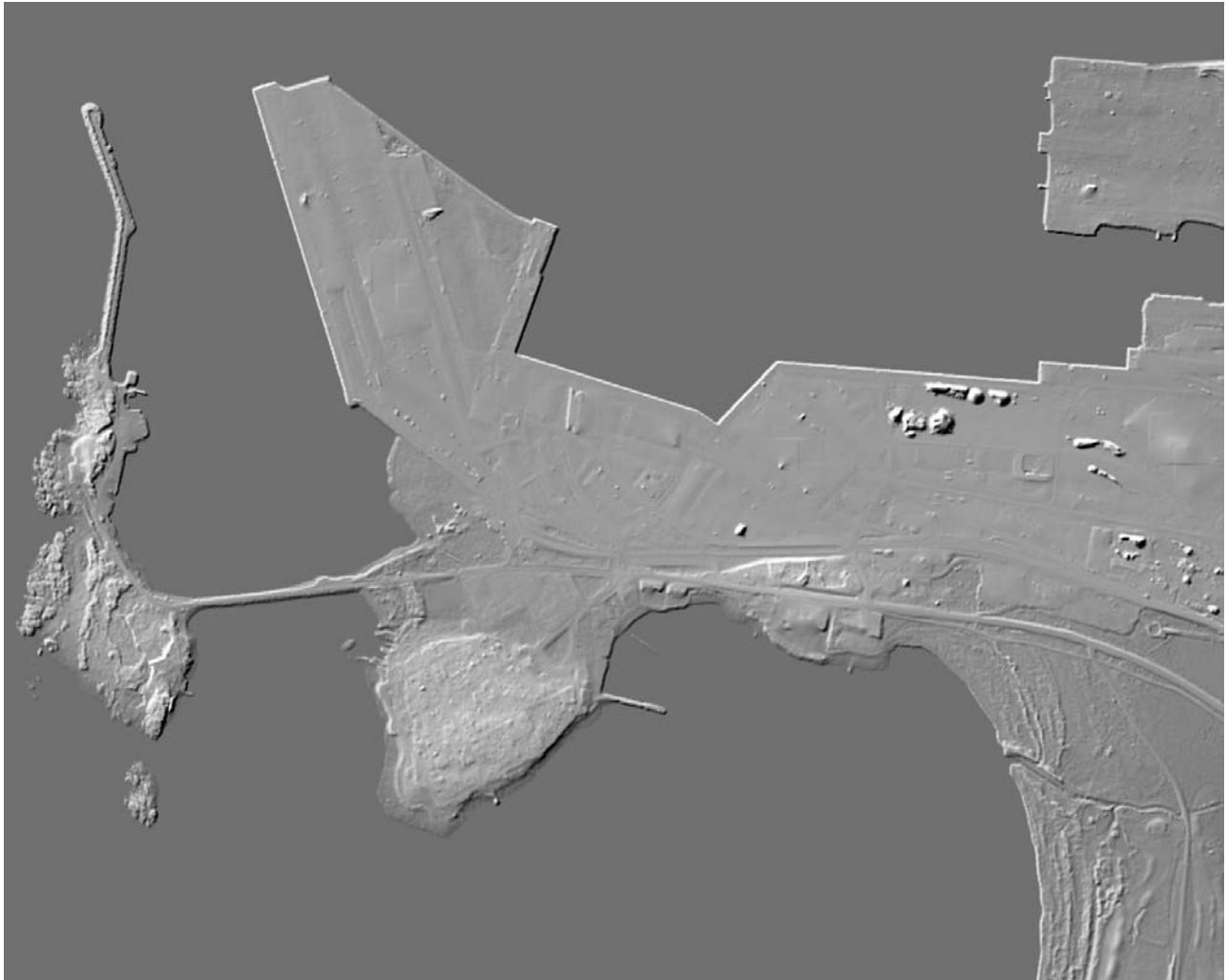
2 metrin ruutukoon korkeusmalli (KM2) lasketaan lopuksi laserpistepilven maanpinta-, vakavesi- ja virtavesiluokan pisteistä interpoloimalla se stereotyöskentelyn aikaisesta 0.9 metrin ruutukoon väliaikaisesta korkeusmallista. Vakavedet maskataan vakavesiluokan pisteiden keskiarvokorkeuteen, eli keilaushetken vedenkorkeuteen, maastotietokannan rantaviivojen mukaan. Korkeusmallista tehdään värikoodattu, vinovalovarjostettu visualisointikuva, jonka tarkastus on viimeinen varmistus siitä, ettei ainakaan karkeita virheitä ole. Alla on esimerkki (Kuva 1) siitä, miten karkea virhe voisi näkyä loppuvaiheen visualisointikuvassa (kuvat muutettu harmaasävykuviksi).



Kuva 1. Esimerkki KM2 korkeusmallin visualisointikuvasta ja siitä miten karkea virhe voi siinä ilmetä.

Visualisointikuva tallennetaan samaan paikkaan lopullisten laserpisteiden kanssa, kuten myös stereo-operaattorin täydentämä metatietotaulukko työkarttalehtien laser-pistetiedostoista. Korkeusmalli ja sen metatietoja tallennetaan maastotietokantaan.

(Kuvassa 2) alla on kaksi lisäesimerkkiä KM2 korkeusmallin visualisointikuvista.



Kuva2. Esimerkkejä KM2 korkeusmallin visualisoinneista.