

N2000 – korkeusjärjestelmän käyttöönotto Maanmittauslaitoksessa

Antti Saarikoski

Maanmittauslaitos/Kehittämiskeskus
s-posti: antti.saarikoski@maanmittauslaitos.fi

Johdanto

Nykyaikaisen toimivan korkeusjärjestelmän luonnissa ja käytössä on eroteltavissa tiettyjä peruskokonaisuuksia alkaen kertaluonteisesta järjestelmän luonnista päätyen yksittäisten kiintopisteiden jokapäiväiseen käyttöön ja ylläpitoon. Korkeusjärjestelmä vaikuttaa useisiin tietojärjestelmiin ja prosesseihin, joiden muuntaminen käsittelemään uuden, käyttöönotettavan järjestelmän tietoja on haastava tehtävä. Tietojärjestelmien on hallittava kaksi (tai useampia) järjestelmiä siten, että tiedot on luokiteltu eivätkä mene keskenään sekaisin. Tietojärjestelmien tulee kyetä antamaan tietopalvelua korkeustietojen tarvitsijoille. Tietojärjestelmien tulee kyetä myös lukemaan eri järjestelmien tietoja sisään.

Suomessa ollaan paraikaa toteuttamassa uutta korkeusjärjestelmän realisaatiota, josta käytetään lyhennystä N2000. Tässä esitelmässä kerrotaan uuden järjestelmän käyttöönoton aiheuttamista vaatimuksista Maanmittauslaitoksen vaaitustoiminnalle ja tietojärjestelmäkehitykselle. Esitelmässä pyritään vastaamaan kysymykseen minkälaisia toimenpiteitä käyttöönotto edellyttää toteutettavaksi tietojärjestelmille ja millä aikataululla Maanmittauslaitoksen toiminnassa ryhdytään käyttämään uutta N2000-korkeusjärjestelmää.

Esitelämä perustuu Maanmittauslaitoksessa toteutettuun N2000-vaatimuskehitysprojektiin, jonka loppuraportin projektin johtoryhmä hyväksyi kokouksessaan 20.8.2007. Projektissa työskentelivät Veijo Pätynen, Pekka Tätilä ja Antti Saarikoski Maanmittauslaitoksen kehittämiskeskuksesta ja Matti Musto Uudenmaan maanmittaustoimistosta.

Korkeusjärjestelmän perusteet

Korkeusjärjestelmä määrittelee kohteen korkeuden vertauspinnasta. Yleisin vertauspinta on keskimerenpinta ja usein käytetäänkin termiä ”korkeus merenpinnasta”. Suomessa valtakunnalliset korkeusjärjestelmät on sidottu Helsingin keskivedenpintaan. Yleisimmin käytössä on N60- järjestelmä, jota käytetään valtakunnallisissa kartastotehtävissä ja niihin kiinteästi liittyvissä toiminnoissa, kuten geologiassa, merenmittauksessa, merentutkimuksessa, rata- ja tiehallinnossa, ympäristöhallinnossa sekä puolustusvoimissa. Merkittävässä määrin käytetään kuitenkin myös N43-, LN- ja NN-järjestelmiä. Esimerkiksi sisävesien syvyystiedot sekä merkittävä määrä vesioikeuden päätöksiä ovat NN-järjestelmässä. Kunnissa on käytössä edellä lueteltujen lisäksi myös omia paikallisia järjestelmiä.

Uusi N2000-korkeusjärjestelmä on luotu, koska on ollut tarve vastata kahteen merkittävään muutostekijään. Fennoskandinaviassa jääkausi painoi maankuorta valtavalla voimalla alaspäin ja jään poistuttua alueelta maankuori pyrkii edelleen palaamaan takaisin ”normaalitilaan”.

Tämän seurauksena Suomen alueella maankuori nousee parhaimmillaan n. 1 cm vuosivauhdilla. Vaasan seudulla todellisen korkeuden ero N60-järjestelmään verrattuna on suurimmillaan (n. 47 cm). Pienimmillään ero on käsivarressa (n. 16 cm) ja aivan maan kaakkoiskulmassa Vaalimaalla (n. 20 cm). Korkeuksien hallitsemiseksi n. 0,5 metrin poikkeama aiheuttaa selkeän tarpeen järjestelmän uudistamiseksi, eli Suomessa korkeusjärjestelmä tulee uusia n. 50 vuoden välein.

Toinen merkittävä tarve syntyy Euroopan Unionin vaatimuksesta jäsenmaille. INSPIRE-direktiivi edellyttää, että jäsenmaiden on toimitettava ympäristöön liittyvää paikkatietoa yhteiseurooppalaisessa koordinaattijärjestelmässä. Direktiivi ei siis edellytä, että jäsenmaiden tulee muokata primäärit paikkatietoaineistot yhtenäisen järjestelmän mukaiseksi, vaan ainoastaan kyetä muuntamaan aineistot tilaajan niin halutessa yhteiseurooppalaisten koordinaattijärjestelmien mukaiseksi. Nämä järjestelmät on määritelty Kansainvälisen geodeettisen assosiaation (IAG) alaryhmien toimesta. Eurooppalaisesta tasokoordinaatistosta käytetään lyhennettä ETRS ja sen suomalainen realisaatio on EUREF-FIN. Korkeuskoordinaatiston lyhenne on EVRS, ja sen eurooppalainen realisaatio tunnetaan lyhenteellä EVRF tai spesifimmin EVRF2000, joka perustuu yhteiseurooppalaiseen korkeusverkkojen tasoitukseen UELN 95/98. EVRF2000 järjestelmän datum on Hollannissa sijaitseva NAP (Normaal Amsterdam Peil), joka on käytännössä (keski-) Euroopan maiden yleinen korkeuden nollataso.

Suomen alueelta korkeusjärjestelmät perustuvat Geodeettisen laitoksen suorittamiin valtakunnallisiin tarkkavaaituksiin. Ensimmäinen tarkkavaaitus suoritettiin Kajaani-Oulu tason eteläpuolelle vv. 1892-1910. Tämän perusteella syntyi NN-järjestelmä, jonka korkeudet vastaavat n. vuoden 1900 tilannetta. Nollapisteeksi valittiin pultti Helsingin Katajanokan sillan perustuksesta. Toinen tarkkavaaitus aloitettiin vuonna 1935 ja se toteutettiin useassa vaiheessa keskeytyen mm. sotavuosien seurauksena. Mittauksen edetessä tehtiin välitasoituksia, joiden seurauksena otettiin käyttöön tilapäisiksi järjestelmiksi tarkoitettut N43 ja LN. Toisen tarkkavaaituksen viimeiset vaaituslinjat toteutettiin Ahvenanmaalla 1962-1972, minkä jälkeen julkistettiin lopullinen N60-järjestelmä.

Kolmas tarkkavaaitus käynnistettiin vuonna 1978 ja viimeiset havainnot tehtiin vuonna 2004. Peruste kolmannen tarkkavaaituksen suorittamiselle oli ennen muuta kansainvälisen yhtenäisen korkeusjärjestelmän luominen, joka käytännössä on tarkoittanut tarkkavaaitusten yhteistasoitusta Itämeren ympärystäiden kesken (BLN = Baltic Levelling Net). Kolmannen tarkkavaaituksen linjojen yhteispituus on 9158 km ja korkeuksia laskettiin 6556 ensimmäisen luokan kiintopisteelle.

Kolmannen valtakunnallisten tarkkavaaitusten perusteella on luotu myös maannousumalli. Edelleen yksi järjestelmän luontovaiheen perustuote on tarkka geoidimalli.

Kolmannen tarkkavaaituksen seurauksena syntyi Suomeen uusi korkeusjärjestelmän realisaatio, joka nimettiin N2000-järjestelmäksi. Vaaitustulokset ja selvitykset käytetyistä menetelmistä on esitetty Geodeettisen laitoksen julkaisussa nro 82. Järjestelmä on määritelty julkisen hallinnon suositukseksi JHS 163, ”Suomen korkeusjärjestelmä N2000”. Datumiksi on valittu eurooppalaisen käytännön mukaan NAP.

Julkisen hallinnon suositus –status tarkoittaa, että valtakunnallisten organisaatioiden suositellaan ottavan toiminnassaan uusi järjestelmä siirtymävaiheen jälkeen käyttöön.

Käyttöpisteistön luominen ja käyttöönotto

Työnjako Geodeettisen laitoksen ja Maanmittauslaitoksen välillä koordinaattijärjestelmien osalta on määritelty siten, että Geodeettinen laitos hoitaa järjestelmien perustamiseksi vaadittavat ylemmän luokan valtakunnalliset mittaustyöt sekä havaintoverkkojen tasoituksen, kun Maanmittauslaitos puolestaan hoitaa alemman luokan käyttöpisteistön mittaus- ja laskentatyöt. Maanmittauslaitoksessa alemman luokan pisteistöä on käytännössä tehty valtakunnallisten yleisten kartastotöiden tarvetta varten. Sen lisäksi syntynyttä pisteistöä tarjotaan paikallisten mittausten lähtöpisteistöksi.

Tässä luvussa kuvataan niitä tehtäviä ja toimenpiteitä mitä Maanmittauslaitoksen tulee suorittaa olemassa olevan korkeuskiintopisteistön saattamiseksi uuden N2000-järjestelmän mukaiseksi.

Kiintopisterekkisterin ja laskentaohjelmien kehittäminen

Maanmittauslaitoksessa toteutettiin vv. 2002-2004 uusi kiintopisterekkisteri (KIIRE). Uusi rekisteri toteutettiin Oracle-tietokantana ja sovellusohjelmat Visual Basic ohjelmointikielellä. Tiedot talletetaan tietokantaan ja tietoja ylläpidetään GPS-pisteiden verkkotasoitushjelmalla ja vaaituspisteiden verkkotasoitushjelmalla.

Kiintopisterekkisterin tietomallia suunniteltaessa konsultoitiin sekä Geodeettista laitosta että Merenkulkulaitosta. Tuolloin uuden korkeusjärjestelmän käyttöönotto katsottiin tapahtuvaksi niin pitkän ajan päästä, ettei siinä vaiheessa pidetty tarpeellisena määritellä rekisterin tietomalliin N2000-korkeuksia. Uusi korkeusjärjestelmä on kuitenkin realisoitunut niin nopeasti, että juuri toteutettua kiintopisterekkisteriä on muutettava, jotta myös N2000-järjestelmässä laskettuja korkeuksia voidaan tallettaa.

Kiintopisterekkisteriin tulee pisteen tietoihin lisätä kentät N2000-korkeudelle sekä tieto siitä onko kyseinen korkeustieto laskettu havainnoista lähtien vai onko korkeustieto saatu muuntamalla (esim. N60 -> N2000).

Vaaitusverkon tasoitusohjelmaa on muunnettava siten, että ohjelmalla voidaan tasoittaa verkkoja myös N2000-järjestelmässä. Tärkein muutos on havaintojen ajanhetken huomiointi sekä siitä riippuvan maannousun vaikutus laskentatulokseen. Kun ohjelmaa käytetään verkkojen tasoittamiseen tulee havaintodatassa olla tieto havaintovuodesta ja mahdollisesti havaintokuukaudesta. Tasoituksessa maannousumallin avulla huomioidaan havaintojen suoritusajankohdasta ja sijainnista riippuva korjaus. Tämä mahdollistaa hyvinkin eri ikäisen havaintoaineiston käytön samoissa tasoituksissa siten, että eri-ikäinen havaintoaineisto sinänsä ei ole laskentatarkkuutta heikentävä tekijä. Toki eri aikakausina on ollut erilaista mittauskalustoa ja mahdollisesti myös erilaisia mittausmenetelmiä, mistä aiheutuvia ongelmia havainnoissa ei voida eliminoida.

Vaaituspisteiden laskeminen N2000-järjestelmässä

1b- ja 2-luokan korkeuskiintopisteet

Geodeettisen laitoksen johtaman kansallisen korkeusjärjestelmätyöryhmän raportissa (3.12.2004) todetaan kohdassa 6, ehdotus toimenpiteiksi:

”Geodeettinen laitos perustaa uuden korkeusjärjestelmän tasoittamalla tarkkavaaitusverkon. Tasoitukseen käytetään Suomen kansallisen tarkkavaaitusverkon lisäksi vaaitushavaintoja Itämeren ympäröivistä maista. Tasoituksen valmistuttua Geodeettinen laitos toimittaa uudet korkeusluvut Maanmittauslaitoksen käyttöön.

Uuden korkeusjärjestelmän käyttöönotto edellyttää Geodeettiselta laitokselta ja Maanmittauslaitokselta korkeusjärjestelmän käytännön realisaatiota ja sen laajentamista koko maan kattavaksi. Maanmittauslaitos suorittaa perusvaaitusten laskennan ainakin 1b – 2 luokan osalta jono- ja verkkotasoituksina olemassa olevia vaaitushavaintoja käyttäen. Alempien luokkien vaaituksista osa voitaneen laskea uuteen järjestelmään kiintopisteiden korkeudet muuntamalla. Perustamisen ja laskennan yksityiskohdat sovitaan Geodeettisen laitoksen ja Maanmittauslaitoksen yhteisessä työryhmässä.”

Tämän toimenpiteen valmistelu on käytännössä aloitettu jo vuonna 2006 muodostamalla kaikkien 1b ja 2 luokan vaaituslinjojen havaintotiedostot sekä laskennan vaatimat pistetiedostot. 1b-luokan pisteitä on n. 8000 kpl ja 2-luokan pisteitä n. 5000 kpl.

Havainto- ja pistetiedostojen luonnin aikana on verkkoja tasoitettu testimielessä N60-järjestelmässä. Tällä tavalla on välittömästi saatu selville mahdolliset tallennusvirheet. Myöhemmässä vaiheessa koostettu mittausdata tullaan laskemaan N2000-järjestelmässä.

Vanhan laskenta-aineiston käsittelyä hankaloittaa se, että suuressa osassa linjoja on tehty uusintahavaintoja. Uusintahavaintoja on voitu tehdä useina eri vuosina. Lisäksi monessa 1b ja 2-luokan linjassa on myös 3. luokan menetelmällä tehtyjä täydennyksiä, joita ei voi käyttää laskennassa, koska tavoitteena on luoda myös menetelmällisesti hierarkinen pisteistö. Jotta laskenta vastaisi mahdollisimman hyvin myös olemassa olevaa pisteistöä, havaintotiedostoja koostaessa pyritään siihen, että käytetään uusinta mahdollista havaintoa. Tällöin on kuitenkin varmistettava ettei laskentaan hyväksyty havainto syrjäytä tarkempaa havaintoa ja ettei linjaan muodostu eri aikoina tehtyjen havaintojen saumakohtiin pisteiden liikkumisesta johtuvaa epätarkkuutta.

Maanmittauslaitoksen perusvaaituksen ylemmät linjat on luokiteltu 1b ja 2-luokkaan. Näiden luokkien ero on hyvin vähäinen. Hierarkisesti linjat ovat samalla tasolla, mutta ajankohdasta riippuen osa linjoista on luokiteltu 1b-luokkaan ja osa 2-luokkaan. Koska ei esiinny mitään erityistä tarvetta 1b-luokan vaaituslinjoihin ja korkeuskiintopisteisiin, voidaan kyseisen tarkkuusluokan käytöstä luopua N2000-korkeusjärjestelmään siirryttäessä. Maanmittauslaitoksen korkeuskiintopisteiden ylin tarkkuusluokka on vastaisuudessa 2. luokan vaaituspiste.

Uusiin verkkoihin otetaan mukaan kaikki vähintään 2. luokan kriteerit täyttävät linjat. Verkoille suoritetaan testitasoitukset, jotka analysoidaan. Analyysissä voi paljastua linjojen epätarkkuutta, solmupisteiden liikkuneisuutta eri ajankohtina tehtyjen vaaitusten välillä tai vanhassa laskennassa on saatettu käyttää lähtöpisteinä nykyisiin verkkoihin kuulumattomia pisteitä eli verkkotasoituksen tarvitsemia liitoshavaintoja puuttuu.

Edellä todetut merkitsevät tarvetta tehdä lisävaaituksia, linjojen uusintoja tai täydennyksiä. Lisäksi joissakin silmukoissa esiintyy tarvetta vaaita uusia 2-luokan linjoja tai vaaita entisiä 3-luokan linjoja 2-luokan menetelmällä täydennykseksi laskettavaan verkkoon. Lisävaaituksia on tehty 2007 mittauskaudella.

Tarvetta lisävaaituksiin ilmaantuu koko ajan laskentatyön edistyessä. Mahdollista on, että näin tulee tapahtumaan myös lopullisia N2000-tasoituksia tehtäessä. Tämä saattaa tarkoittaa, että lisävaaituksia joudutaan suorittamaan myös tulevilla mittauskausilla (2008, 2009).

3-luokan korkeuskiintopisteet

Korkeusjärjestelmäryhmän raportissa (3.12.2004) todetaan, että alemman luokan vaaituspisteiden laskeminen N2000 -järjestelmään voidaan tehdä pääosin muuntamalla. Käytännössä tämä tulee toteuttaa liittämällä kiintopistereiden yhteyteen ohjelma, joka laskisi tarvittavat muunnokset. 3-luokan vaaituspisteitä on Maanmittauslaitoksen kiintopistereiden n. 28000 kpl.

Jatkossa myös 3-luokan vaaituksia on jossain määrin järkevää laskea verkkotasoituksina. Vanhoista vaaituslinjoista on mahdollista muodostaa laajoja verkkoja, joissa on runsaasti solmupisteitä ja ylimääräisiä havaintoja. Uudet tasoitukset voidaan tehdä vanhasta, usein sattumanvaraisesti muodostuneesta laskentajärjestyksestä poiketen. Tällä tavoin voidaan poistaa muunnoksella aikaansaaduista korkeuksista vanhojen tasoitusten laskentajärjestyksestä johtuvat epätarkkuudet.

MML:n vaaitusarkistossa on koottuna laskenta-aineistoa yli 60 vuoden ajalta. 3-luokan vaaituspisteiden uudelleen laskentaa voi tehdä kysynnän mukaan esimerkiksi niillä alueilla, joissa kunnat tai muut organisaatiot ovat aikeissa käyttää uutta korkeusjärjestelmää hankkeissaan. Samoin niillä alueilla, missä Maanmittauslaitoksen suorittamissa yleisissä kartastotöissä tullaan siirtymään uuteen korkeusjärjestelmään ensimmäiseksi, ja tiedossa on, että alueen korkeuskiintopisteistö on ongelmia.

Todennäköisesti ulkopuolisten toimijoiden kiinnostus uutta korkeusjärjestelmää kohtaan on suurinta alueilla, missä maannousukin on suurin.

Muunnokset järjestelmien (N60 \leftrightarrow N2000) välillä

Edellisessä käy ilmi, että N2000- ja N60-järjestelmien välille tulee määritellä muunnoskaava. Muunnoskaavan tulee toimia molempiin suuntiin eli tuntemalla korkeus jommassakummassa järjestelmässä voidaan muuntamalla saada toisen järjestelmän korkeustieto.

Muunnoskaavan määrittelyn koetyöt tehtiin 2007 keväällä ja kesällä. Muunnoksessa ollaan päätyvässä kolmioittaiseen alueelliseen (affiiniseen) muunnokseen. Koetöissä tutkittiin, että voidaanko muunnos perustaa riittävän luotettavasti pitäytyen pelkästään Geodeettisen laitoksen määrittämään 1. luokan pisteistöön. Koetöiden tuloksena voidaan todeta, että muunnoksen määrittelyssä on järkevää käyttää lisäksi 1b- ja 2-luokan pisteitä. Muunnoskaavan määrittämiseen on toteutettu interaktiivinen karttakäyttöliittymä, jonka avulla myös muunnokseen käytettävät pisteet voidaan valita ja samanaikaisesti simuloida saavutettavaa muunnostarkkuutta. Alustavissa testeissä muunnoksen keskivirhe näyttäisi olevan n. 3-4 mm kertaluokkaa.

Muunnoskaava tulee stabiloida mahdollisimman aikaisessa vaiheessa, jotta N2000-järjestelmän käyttöönotto etenee. Alkuperäisenä tavoitteena oli, että muunnos voitaisiin julkistaa syksyn 2007 Paikkatietomarkkinoilla, mutta lisävaaitusten vuoksi muunnoksen julkistusta on jouduttu lykkäämään.

Kiintopistereiden tietomalliin lisätään pistekohtainen kenttä N2000 korkeustiedon tallentamista varten. Kun muunnoskaava on määritelty, lienee viisainta eräajolla muuntaa 3-

luokan ja sitä alemmat korkeuspisteet järjestelmästä toiseen ja tallettaa muunnettu tieto talteen. Tämä edellyttää, että muunnos on stabiili eikä muutu jatkossa. Toinen vaihtoehto on, että korkeustieto muunnetaan laskennallisesti aina, kun tietoja haetaan tietokannasta.

Jossain tapauksessa lienee tarvetta myös muunnokselle aikaisempien järjestelmien (NN, N43, LN) korkeuksien muuntamiselle, mutta tämä lienee ratkaistavissa tapauskohtaisesti, eli päivittäisesti MML:ssa käytössä oleviin ohjelmiin muunnosta näiden järjestelmien välille ei implementoida.

Koska muunnosohjelmassa tarvitaan aina myös pisteen likimääräiset tasokoordinaatit, korkeusjärjestelmän muunnos voidaan implementoida myös KKJ \diamond EUREF-FIN muunnosohjelmaan. Muunnoksen tarkkuuden ongelmatiikasta on käyttäjälle ilmoitettava selkein ohjetekstein. Ko. muunnosohjelmaan voidaan lisätä muunnos myös GRS80 geoidin suhteen, mikä edellyttää tarkan geoidimallin käyttöä. Edelleen voidaan harkita maannousumallin implementointia.

N2000-järjestelmän ylläpito

Käyttöpisteistön tarve tulevaisuudessa

Edellä esitettyjen työvaiheiden toteuttamisen jälkeen kaikille korkeuskiintopisteille on käytettävissä luokkansa tarkkuutta vastaavat N2000 korkeusarvot. Lisäksi laskennallinen muunnos järjestelmien välillä on määritetty, joten tarvittaessa korkeudet voidaan muuntaa järjestelmästä toiseen.

Korkeuskiintopisteistön luontia on ohjannut menneinä vuosikymmeninä ensisijaisesti maan peruskartoituksen eteneminen. Muita erillisiä työllistäjiä ovat olleet vesi- ja tierakentamisen sekä kuntien tarpeet.

Maastotietojärjestelmän ylläpito (määräaikainen ajantasaistus) ei tarvitse juurikaan uusia korkeuskiintopisteitä. Tämä johtuu ensisijaisesti siitä, että ilmakuvauksessa käytetään nykyisin kuvanottoapaikkojen GPS-mittausta sekä lentokoneen aseman (kuvien ulkoisen orientoinnin) määrittämistä inertiamittauslaitteella. Uuden paikannustekniikan johdosta tarvitaan signaloituja kiintopisteitä maastokoordinaatiston siirtämiseksi ilmakuvablokille enää murto-osa entisestä. Toisaalta pisteiden tulisi sijaita optimaalisessa paikassa ilmakuvablokilla, mikä aiheuttaa aina jonkun verran korkeuspisteistön uudistamistarvetta.

Myös laserkeilaustekniikka tekee lähiaikoina maastomallien hankinnan helpommaksi ja tarkemmaksi, mikä osaltaan vähentää perinteisen kiintopisteistön tarvetta.

Vesi- ja tienrakentamisessa satelliittipaikannustekniikat ovat korvanneet vaaitukseen perustuvaa korkeudenmäärittystä jossain määrin. Mikäli satelliittimittauksen tuloksena halutaan kuitenkin saada ortometrisiä korkeuksia, tulee korkeuksien muuntamiseen geoidin pinnalta käyttää geoidimallia, jolloin parhaimmillaan päästään n. 5 cm tarkkuuteen. Näin ollen tarkoissa mittauksissa tarvitaan edelleen vaaituksiin perustuvaa korkeuskiintopisteistöä. Yhdyskuntarakentamista varten tarvittavat alemman luokan verkkojen lähtöpisteet ovat kuitenkin pääosin olemassa, kun nykyiset vaaituslinjat kulkevat maantie- ja rautatieverkkoja myöten keskeisten alueiden läpi.

Korkeuskiintopisteiden uudistuotannon sijaan tulevaisuudessa pääpaino on perusverkon ylläpidossa sekä kiintopisterekisterin ajantasaistamisessa ja luotettavuuden parantamisessa.

Vuosikymmenien aikana luotu ja N2000 –järjestelmään siirretty arvokas infrastruktuuri on pidettävä ajantasaisena ja käyttökelpoisena siitäkkin huolimatta, että uudet tekniikat osittain vähentävät sen käyttöä. Korkeuskiintopisteiden määrittämisessä mitkään uudet tekniikat eivät toistaiseksi ole syrjäyttäneet perinteistä vaaitusta.

Vaaitusresurssit ja -tarve

1990- luvun alkupuolella Maanmittauslaitoksessa vaaittiin vuosittain yli 1200 korkeuskiintopistettä, matkassa mitaten yli 1500 km / vuosi. Tuolloin oli käytettävissä 3 – 4 vaaitusryhmää. Samanaikaisesti kun runkomittajia on jäänyt eläkkeelle 1990-luvun aikana, on myös korkeuskiintopistetuotantoa on vähennetty . 2000-luvulla vuosituotanto on ollut noin 600 korkeuskiintopistettä, matkassa mitaten 500 – 800 km .

Vuonna 2007 vaaituksessa oli vakinaista henkilöstöä Uudenmaan maanmittaustoimistossa yksi insinööri, yksi teknikko ja yksi osa-aikaeläkkeellä oleva sihteeri, joka käytännössä hoitaa korkeuspisteiden tietopalvelutehtävät. Lisäksi Pohjois-Pohjanmaan maanmittaustoimistossa oli yksi päätoiminen kartoittaja. Maastokaudeksi on palkattu 6 apumiestä 3-4 kuukaudeksi (yksi mittausryhmä sekä UUMAan että PPOHiin).

Kiintopisteverkoston ylläpidon ja täydentämisen lisäksi on jo muutaman vuoden ajan tehty 2. luokan vaaituksia, joiden nimenomainen tarkoitus on edesauttaa N2000-järjestelmän käyttöönottoa. Vuonna 2006 tällaista vaaitusta tehtiin 270 km. Valmiiksi suunniteltuja 2. luokan vaaituslinjoja jäi tekemättä 70 km. Edellä mainitun lisäksi N2000-korkeusjärjestelmän laskenta-aineiston valmistelun yhteydessä tarpeelliseksi todetun 2. luokan vaaituksen määrä on noin 450 km. Silmukoiden XIX – XXIII sekä Ylä-Lapin vaaituslinjat , kuin myös silmukoiden ulkopuoliset rannikkolinjat ovat vielä tutkimatta. Lapissa on laajoja alueita, joiden korkeusrunkoverkko perustuu pelkästään voimalaitosyhtiöiden vanhoihin mittauksiin, joita ei voi ottaa mukaan uuden N2000-korkeusverkon laskentaan. Siksi Lapissa saattaa olla tarpeellista vaaita pitkiäkin uusia linjoja.

Edellisen perusteella voi arvioida, että koko nykyisen suuruinen vaaituskapasiteetti tarvitaan ainakin kahdeksi vuodeksi pelkästään N2000-järjestelmän käyttöönottoon liittyviin 2. luokan vaaituksiin.

Valmiiksi suunniteltuja 3-luokan vaaituksia on kahdelle mittausryhmälle yhteensä vuoden mittauskapasiteetin verran. Lisäksi tarpeelliseksi todettuja mittauskohteita, joiden tarkempi suunnittelu on toistaiseksi jätetty odottamaan, on karkeasti arvioiden ainakin viiden vuoden tuotantokapasiteetin verran.

Suunnitellut 3-luokan vaaitukset ovat luonteeltaan korkeuskiintopisteverkon ylläpitomittausta

1. tarkistuksia asiakaspalautteiden, omien arkistotutkimusten ja maastoinventointien perusteella
2. täydennyslinjoja maastotietotuotannon kartoitusilmakuvausten, merenkulkulaitoksen ja ympäristöhallinnon tarpeisiin
3. tilausvaaituksia, jotka usein liittyvät kuntien korkeusjärjestelmän muutokseen
4. GPS-verkkojen korkeustasoituksen tueksi tehtäviä tasokiintopisteiden korkeuksien vaaituksia.

Vaaitusstrategia tulevaisuudessa

Maanmittauslaitos on vastannut jo vuosikymmeniä korkeuskiintopisteiden saatavuudesta koko maassa. Edelleen koko valtakunnan alueella tarvitaan kiintopisteisiin sidottua tasalaatuista korkeustietoa. Kiintopisteistön tulee olla tarkka, ajantasainen ja riittävän tiheä. Vaikka uudet teknologiat osin vähentävätkin kansallisen korkeuskiintopisteistön käyttöä, sellainen pitää olla käytettävissä, koska se realisoi korkeusjärjestelmän.

Maanmittauslaitoksen tulee myös jatkossa säilyttää asemansa maanlaajuisen korkeuskiintopisteistön ylläpitäjänä. Se vastaa käytännössä 2- ja 3-luokan korkeuskiintopisteistä ja myös tarvittavien uusien pisteiden määrittämisestä. Edellisessä kappaleessa kerrottu vaaitustarve voidaan toteuttaa edellyttäen, että tehtäviä jatketaan nykyisellä volyymillä. Tarvetta arvioidaan uudelleen viiden vuoden päästä, kun N2000-järjestelmän käyttöönotossa on edetty.

N2000-järjestelmän käyttöönoton myötä korkeusjärjestelmän laatu paranee merkittävästi, koska edellisessä N60-järjestelmässä olevat maannoususta johtuvat ongelmat saadaan käytännössä korjattua. Käyttöönottohetkestä alkavan viiden vuoden jakson aikana vaaitustoiminnon päätehtävä on parantaa korkeuskiintopisteistön laatua edelleen mm. mittaamalla vaaitsemalla kriittisiä 3-luokan linjojen sidontoja uudelleen.

Asiakaspalautteen perusteella kiintopisteiden käyttäjät odottavat kiintopisterekisteristä jaettavien kiintopistetiedon olevan myös ajantasaista. Kiintopisterekisterin ylläpito ei ole pelkästään uusien kiintopisteiden mittaamista, vaan entistä enemmän tulisi panostaa vanhojen kiintopisteiden maastoinventointiin ja kunnostukseen. Maanmittauslaitoksen tarkoituksena on suorittaa N2000-järjestelmän käyttöönottoon liittyen kertaluonteinen olemassa olevan korkeuskiintopisteistön maastoinventointi. Kukin maanmittaustoimisto suorittaa oman toimialueeltansa inventoinnin asiantuntijan suorittaman valmistelun pohjalta.

Korkeuskiintopisteistön tärkein käyttäjä on Maanmittauslaitoksen maastotietotuotanto ja Merenkululaitoksen merenmittaustuotanto. Niiden tarpeet hoidetaan jatkossa täysimääräisesti. Koska Maanmittauslaitoksen oma tarve on vähenevää, yhteiskunnallisena palvelutehtävänä voidaan kapasiteettia suunnata jossain määrin kohteisiin, joissa kuntien tai muun yhdyskuntarakentamisen tarve edellyttää uusia korkeuskiintopisteitä.

N2000 Maanmittauslaitoksen tietojärjestelmissä

Tässä kuvataan korkeuskoordinaattien käsittelyä Maanmittauslaitoksen keskeisimmissä tietojärjestelmissä sekä nykyisin että N2000 käyttöönoton jälkeen.

Korkeustiedot maastotietojärjestelmässä (MTJ)

Maastotietokannan kaikilla kohteilla on kattavasti sekä tasokoordinaatit että korkeuskoordinaatit. Tietokannassa tasokoordinaatit ovat projisoituna KKJ 3.kaistaan millimetreinä ja korkeuskoordinaatit N60-järjestelmässä millimetreinä. Kohteiden ominaisuustietoina on sekä tasokoordinaattien että korkeuskoordinaatin metrinen sijaintitarkkuusluokka. Korkeuskäyräviivojen ominaisuustietona on lisäksi ao. viivan N60-korkeustieto. Osalla korkeuskäyristä on myös viivapisteissä korkeusarvo.

Maastotietokantaan on tallennettu ruudukkomuotoinen korkeusmalli 10 m ja 25 m ruutukoolla. 25 m korkeusmalli kattaa koko Suomen, 10 m korkeusmallin kattavuus on noin

60 % Suomen pinta-alasta. Myös korkeusmallit ovat KKJ 3. kaistassa ja N60-korkeusjärjestelmässä.

Maastotietokannan kohteiden ylläpito tehdään ESPA-stereotyöasemilla kolmiulotteisesti stereomallin päällä. Kohteita käsitellään metrisenä kulloisessakin KKJ-kaistakoordinaatistossa, joten muunnos käsittelykoordinaatiston ja tietokantamuodon välillä tapahtuu ”lennossa”. Suora yhteys ESPAn ja SmallWorldin välillä on toteutettu 3D-geometriolion välityksellä.

Maastotietokannan kohteiden korkeuskoordinaatit voivat saada arvoja kolmiulotteisen stereotyöasematyöskentelyn lisäksi myös korkeusmallista johtamalla. Järjestelmään on rakennettu toiminto, joka interpoloi tietokantaan talletetusta korkeusmallista korkeuden koordinaattipisteille.

Tiestön ylläpidossa uusien teiden geometriaa kerätään GPS-mittauksilla. Mitatuille tiestökohteille saadaan korkeuskoordinaatit, joita jatkokäsittelyssä käsitellään N60-järjestelmässä.

Korkeustiedot kiinteistötietojärjestelmässä (KTJ)

Kiinteistötietojärjestelmän rajamerkkien numeeriset koordinaatit ovat syntyneet seuraavilla eri tavoilla:

- vanhat käsin tussilla piirretyt rekisterikartat digitoitiin digitointipöydillä. Tällä tavalla synnyttiin koko valtakunnan kattavasti rajamerkkien tasokoordinaatit KKJ-järjestelmässä. Koordinaattien sijaintitarkkuus vaihtelee riippuen rekisterikartan tarkkuudesta, ja merkittävässä määrin esiintyy suurehkoja sijaintivirheitä.
- Ns. pohjakarttaprosessin puitteissa rajamerkit signaloitiin maastossa, alue ilmakuvaattiin ja signaalit mitattiin analyyttisillä stereomittauskojeilla. Yhdelle rajamerkille pyrittiin tekemään useita havaintoja eri stereomalleilta, joten lopulliset koordinaatit syntyivät tasoituksen tuloksena. Prosessissa syntyneellä tarkalla koordinaattitiedolla pyrittiin parantamaan myös niiden rajamerkkien koordinaattien sijaintitarkkuutta, joita ei saatu mitattua, suorittamalla tasoituslaskenta, jossa tunnettuja etäisyyksiä, suorita kulmia yms. käytettiin hyväksi. Tässä tasoituslaskennassa ei kuitenkaan ollut korkeuskoordinaatin käsittelyä mukana, ts. jos tasoituksessa muutettiin tasokoordinaatteja, niin korkeuskoordinaatti pysyi samana.
- Kiinteistötoimituksien yhteydessä määritetään jatkuvasti uusia rajamerkkien koordinaatteja. Nykyisin koordinaatit mitataan käytännössä GPS-laitteilla ja takymetreillä, jolloin myös korkeuskoordinaatti tallennetaan. Käytännössä kuitenkin korkeuskoordinaattien tarkkuuteen ei kiinnitetä tasokoordinaatteihin verrattuna huomiota, esim. GPS-antennin mittauskorkeuden poikkeamat aiheuttavat laatuvirheitä. Takymetriä käytettäessä kiinnitetään huomiota lähtöpisteiden tasokoordinaattien oikeellisuuteen, mutta usein korkeuskoordinaattien laatua ei tarkasteta.
- Kiinteistörekisterikartan perusparannuksen puitteissa on eräissä maanmittaustoimistoissa ryhdytty säännönmukaisesti mittaamaan GPS:llä

rajamerkkien koordinaatteja kattavasti. Tässä työssä ilmeisesti korkeuskoordinaatin tarkkuuteen on jossain määrin enemmän kiinnitetty huomiota verrattuna normaaliin toimitustuotantoon.

Edellä esitetyn perusteella voidaan todeta, että korkeuskoordinaattien laatu KTJ:ssä on puutteellinen ja merkittävässä määrin on rajamerkkejä, jolla ei ole korkeuskoordinaattia ollenkaan. Toisaalta lainsäädäntö ei edellytä korkeustietojen käsittelyä, eikä merkittävää asiakastarvetta rajamerkkien korkeustiedoille ole olemassa.

N2000 käsittely tietojärjestelmissä

Maanmittauslaitoksen kehittämiskeskuksessa on käynnissä kehittämishanke, jossa määritellään EUREF-FIN -järjestelmään siirtymisen vaihtoehtoja keskeisissä tietojärjestelmissä.

Siirtymiseen on löydetty seuraavat vaihtoehdot:

- Vaihtoehto A: Tietokantakoordinaatisto vaihdetaan aidosti EUREF-FIN-koordinaatistiksi
- Vaihtoehto B: Tietokantakoordinaatteja ei vaihdeta, mutta sovellus tukee EUREF-FIN -koordinaatiston käyttöä eri tasoilla:
 - taso 1: KKK- tai EUREF-FIN -koordinaatisto on käyttäjän vapaasti valittavissa
 - taso 2: EUREF-FIN -koordinaatisto valitaan järjestelmän primäärikoordinaatistiksi
 - taso 3: EUREF-FIN -koordinaatisto on käytössä vain sijaintiaineiston siirtotiedostojen tuottamisessa ja tiettyjen aineistojen sisään tuonnissa

Kehittämisehdotuksessa on esitetty, että EUREF-FIN -järjestelmään siirtymisen malliksi vaihtoehtoa B – taso 2, jossa tietokanta pidetään muuttumattomasti KKK 3-kaistassa, mutta sovelluksen pääkarttaikkuna toimii pelkästään EUREF-FIN - koordinaattijärjestelmässä vastaavalla tavalla kuin nyt käytetään peruskoordinaatistoa. Peruskoordinaattien käyttöä tuetaan vain tietyissä kohdeikkunoissa.

Vastaavalla tavalla voitaisiin toimia myös N2000 -korkeusjärjestelmän osalta. Valittavassa ratkaisussa korkeudet säilyvät tietokannassa edelleen millimetreinä N60-järjestelmässä. Käyttäjälle käyttöliittymään korkeudet muunnettaisiin N2000-järjestelmään. Siirtotiedostojen tuottamisessa ja aineistojen sisäänluvussa tehtäisiin tarvittavat muunnokset tasokoordinaatteja vastaavasti..

Tasokoordinaatiston osalta EUREF-FIN-järjestelmään siirrytään näillä näkymin helmikuun 2009 versionvaihdon yhteydessä. Aikataulu voisi olla sopiva myös korkeuskoordinaatiston muuttamiseksi N2000-järjestelmään edellyttäen, että korkeusjärjestelmien välinen (N60 <-> N2000) muunnos saadaan määriteltyksi riittävän varhaisessa vaiheessa.

N2000 uuden korkeusmallin tuottamisessa

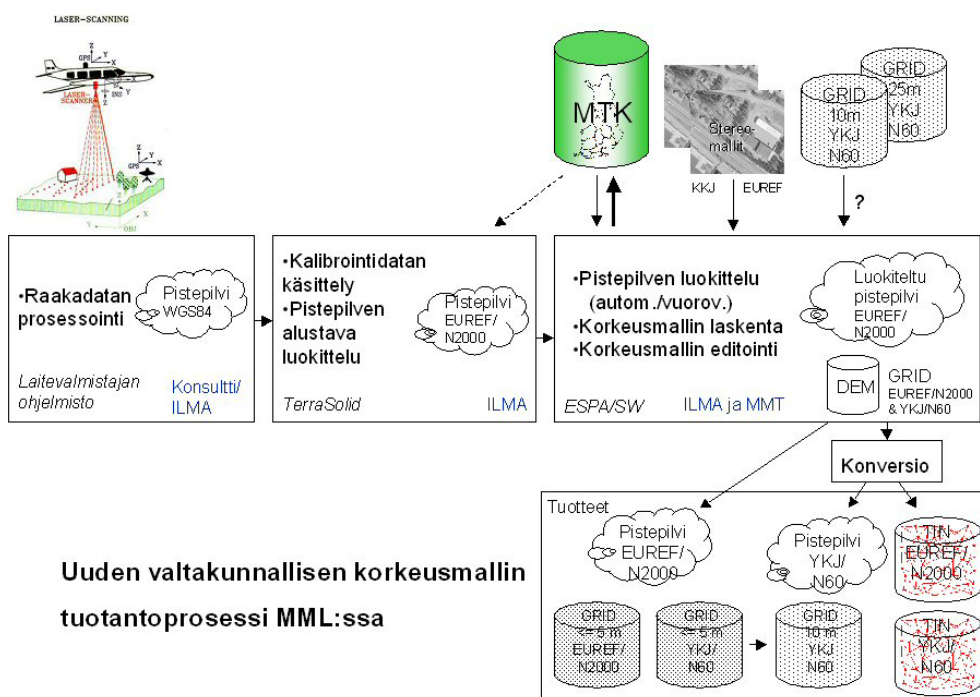
Maanmittauslaitoksessa on parhaillaan käynnissä kehittämishanke, jossa rakennetaan laserkeilaukseen perustuvaa uuden valtakunnallisen korkeusmallin tuotantoprosessia. Uuden korkeusmallin korkeustarkkuuden tavoite on 0,3 m. Prosessin lopputuotteena syntyy

ruudukkomuotoinen korkeusmalli, jossa ruutukoko on 2 metriä. Lisäksi tehdään erilaisia jalostettuja tuotteita, esim. luokiteltu pistepilvi, josta käyttäjät voivat itse laskea soveltuvia pintoja.

Uuden korkeusmallin tuotanto aloitetaan keväällä 2008.

Suunnitellussa tuotantoprosessissa on kolme päävaihetta:

- Laserkeilaus ja laserdatan käsittely ao. keilainohjelmistolla
- Laserdatan ensikäsittely Ilmakuvakeskuksessa
- Laserdatan jatkokäsittely ja uuden korkeusmallin luominen maanmittaustoimistossa oheisen kuvan mukaisesti.



- Laserkeilaus ja laserdatan käsittely ao. keilainohjelmistolla

Keilauslennon korkeuden on suunniteltu olevan noin 2000 m ja keilaimen avauskulman 40 astetta. Näillä parametreilla pistetiheys tulisi olemaan 0.5 pistettä/m². Kuvauksen lentorata hallitaan GPS/IMU-menetelmällä. Raakadatan koordinaattijärjestelmä on WGS84.

– Laserdatan ensikäsittely Ilmakuvakeskuksessa

Ilmakuvakeskuksessa laserdatan käsittely tehdään tällä hetkellä TerraSolidin ohjelmistolla, mutta jatkossa se voi olla joku muukin. Käsittelyn tarkoituksena on ensinnäkin varmistaa, että raakadatan laatu riittää jatkokäsittelyjen lähtöaineistoksi. Olennaista on selvittää, tarvitaanko täydennyskeilauksia.

Pisteiden alustavassa luokituksessa käytetään automaattisia pistepilveen itseensä perustuvia menetelmiä. Mahdollisesti myöhemmin menetelmiä tullaan kehittämään sellaisiksi, että myös maastotietokannan kohteita voidaan käyttää hyväksi luokituksessa. Tämän työvaiheen lopuksi pistepilviaineisto muunnetaan EUREF-FIN ja N2000-koordinaattijärjestelmiin.

– Pistepilven jatkokäsittely ja uuden korkeusmallin luominen maanmittaustoimistossa

Pistepilven luokittelua jatketaan maanmittaustoimistoissa ESPA-työasemilla. Maastotietojärjestelmän stereomallit ovat toistaiseksi KKK-kaistakoordinaatistossa ja N60-korkeusjärjestelmässä, mihin järjestelmiin testitöissä on aineisto muunnettu. Ilmakuvausprosessit tulisi kuitenkin muuttaa pikaisesti toimimaan EUREF-FIN ja N2000-koordinaattijärjestelmissä toimiviksi, jonka jälkeen stereomalleja on saatavissa myös EUREF-FIN/N2000:ssa. Tämä paitsi yksinkertaistaa prosessia myös takaa lopputuotteelle huomattavasti paremman laadun.

Pistepilven luokittelun tarkkuustavoite määräytyy johdettavan tarkimman korkeusmallin luomisen vaatimuksista. ”Ground” luokan pisteiden kattavuus pyritään saamaan tasaiseksi koko alueelta. Samoin ”Water” luokan pisteet pyritään saamaan mahdollisimman tarkasti luokitettua. Muut luokat syntyvät TerraSolid –ohjelman automaattisessa luokituksessa, eikä sitä tässä vaiheessa juuri täydennetä.

Maastotietokannan kohteita käytetään apuna luokittelussa, vaikka kohteiden korkeus-tarkkuudet eivät olekaan riittäviä käytettäväksi korkeusmallin luomisessa. Maastotietokannan aluemaisilla vesialueilla maskatut laserpisteet saavat arvon ”Water”. Luiska, jyrkänne, silta yms. taiteviivan maastoon muodostavia kohteita käytetään vihjetietoina ohjaamaan pistepilven vuorovaikutteista luokitusta mahdollisille virhealueille.

Kun pistepilven luokitus on saatu riittävän tarkaksi, lasketaan pisteistöstä uudet GRID-muotoiset korkeusmallit. Tarkimmat GRID-korkeusmallit johdetaan sekä EUREF-FIN/N2000- että KKK 3.kaista/N60-järjestelmiin.

KKK 3. kaista/N60-korkeusmalli voidaan tallentaa nykyiseen maastotietokantaan. EUREF-FIN/N2000-korkeusmallin tallentamismahdollisuutta Smallworld-kantaan selvitetään parhaillaan. Jos ESPA-ohjelmassa tiedot ovat EUREF-FIN/N2000 –järjestelmissä olisi luonnollista, että syntynyt korkeusmalli tallennettaisiin myös Smallworld-kantaan samassa järjestelmässä. Luokitellun pistepilven tallennustapaa ja –paikkaa ei ole vielä ratkaistu.

N2000 korkeustieto maastotietokannassa tulevaisuudessa

Kun laserkeilaukseen perustuva korkeustiedon tuotantoprosessi on käynnistetty, luokiteltu pistepilvi ja tarkka N2000-korkeusmalli tulevat toimimaan korkeustiedon originaalina, koska ne käytännössä ovat laadullisesti tarkempia ja tasalaatuisempia kuin mikään aikaisemmin tallennettu korkeustieto.

Luokitellusta pistepilvestä ja/tai tarkasta N2000-korkeusmallista johdetaan tarvittaessa asiakastuotteita, joita voivat olla esim.:

- Pistepilvituotteet eri koordinaatistoissa
- EUREF-FIN/N2000 ja KKJ 3.kaista/N60
- Korkeusmallit eri formaatissa ja koordinaatistossa
- GRID-korkeusmallit
- EUREF-FIN/N2000 ja KKJ 3.kaista/N60
- eri resoluutiot, esim. 2,5 m, 5 m, 10 m ja 25 m
- TIN-korkeusmallit
- EUREF-FIN/N2000 ja KKJ 3.kaista/N60
- Metatiedot

Uudesta korkeusmallista voitaisiin johtaa korkeudet myös kaikille maastotietokannan kohteille. Koska maastotietokannassa ei ole määritelty kohteelle korkeutta kahdessa eri korkeusjärjestelmässä, ei nykyisiä N60-korkeuksia kuitenkaan voida korvata, koska tällöin ajaututaan tilanteeseen, jossa tietokanta sisältää kahden eri järjestelmän korkeuksia. Tämän vuoksi todennäköisesti tullaan toimimaan niin, että toistaiseksi maastotietokannan kohteiden korkeudet tulevat jäämään N60-järjestelmään, ja vasta sitten kun uusi N2000 korkeusmalli on kattava (tai lähes kattava), suoritetaan korkeuksien korvaus eräajoluonteisena. Tietopalvelua varten järjestelmää kehitetään siten, että tarvittaessa voidaan interpoloida kohteille korkeudet N2000-korkeusmallista.

N2000 korkeusmallista tullaan kuitenkin johtamaan uusi korkeuskäyräesitys automaattisesti. Tämä N2000-käyrästä talletetaan omalle karttatasolleen sitä mukaa kun tuotanto etenee. Edelleen myös N60 korkeuskäyrät säilytetään kannassa. Päätös uusien korkeuskäyrien käyttämisestä painojulkaisuihin tehdään erikseen myöhemmässä vaiheessa. Luonnollista olisi, että julkaisut olisivat joko KKJ/N60/yleislehtijako tai EUREF-FIN/N2000/UTM-lehtijako ajattelun mukaisia. Koska nyt jo käytännössä olemme EUREF-FIN/N60/UTM-lehtijako toteutuksessa, on painetta korvata nykyiset korkeuskäyrät uusilla N2000-korkeuskäyrillä pikaisesti, jotta uudet koordinaattijärjestelmät ja lehtijako olisivat aidosti käytössä.

Talvella 2007-2008 tullaan perustamaan kehitysprojekti, jossa korkeuskäyrien interpolointi tarkasta korkeusmallista kehitetään tuotannolliseksi. Jos laserkeilaamalla muodostettu pistepilvi on testituloksia vastaavan tiheä, N2000-korkeusmallista on mahdollista interpoloida erittäin yksityiskohtaiset korkeuskäyrät, eli oikean yleistysasteen määrittely on avainasemassa. Kun korkeuskäyrien interpolointi saadaan tuotantokuntoon, voidaan nykyinen korkeuskäyrien perusparantamisen prosessi lakkauttaa.

N2000 korkeustieto kiinteistötietojärjestelmässä tulevaisuudessa

Maa- ja metsätalousministeriö on asettanut työryhmän miettimään 3-ulotteista kiinteistötietojärjestelmää. Työryhmän tärkeimpänä tehtävänä on miettiä miten 3-ulotteiset kiinteistöt määritellään ja miten niiden rekisteröinti toteutetaan. Ongelmaksi koetaan lähinnä kalliuluolien yms. maanalaisten tilojen ja tunneleiden ulottuvuuksien ja oikeuksien rekisteröinti. Todennäköistä on, että 3D-kiinteistöt tullaan merkitsemään joko erillisinä kohteina tai käyttöoikeusyksiköinä kiinteistötietojärjestelmään. Avoimena on vielä kysymys tullaanko kolmiulotteisuus määrittämään koordinaattien kautta vai jollain muulla tavalla. Usein tällaisten kohteiden mittaaminen on mahdollista vasta rakentamisvaiheessa, eikä kaavoituksen tai kiinteistönmuodostuksen yhteydessä.

Mikäli työryhmä päätyy mietinnössään esittämään 3D-kiinteistökohteiden rekisteröimistä korkeuskoordinaattien avulla, tulisi kiinteistötietojärjestelmän korkeustiedon laatuun kiinnittää aiempaa suurempaa huomiota. Tässä tapauksessa tulee harkita suoritettaisiinko kiinteistötietojärjestelmän rajamerkeille korkeuskoordinaattien interpolointi korkeusmallista ennen kuin 3D-kiinteistöjä ryhdytään rekisteröimään. Tällainen toimenpide olisi järkevää suorittaa vasta kun laserkeilaamalla toteutettu tarkka korkeusmalli on käytettävissä koko Suomen alueelta. Luonnollisesti järkevää olisi, että korkeustiedot talletettaisiin N2000-järjestelmässä.

Yhtenäisyyden vuoksi korkeustietoja tulee jatkossa käsitellä maastotietojärjestelmässä ja kiinteistötietojärjestelmässä samoin kriteerein sekä tietojärjestelmä- (käyttöliittymä) että prosessitasolla.

Palvelut

Koordinaatistoasioiden tuki

Maanmittauslaitoksen edistää ja tukee N2000-järjestelmän käyttöönottoa korkeustietoa käyttävissä organisaatioissa ja käytännön mittaus toiminnassa. Tavoitteena on avustaa käyttäjäorganisaatiota siirtymään toiminnassaan aikaisemmista järjestelmistä N2000 käyttöön. Ensivaiheessa tarvitaan yleistä informaatiota ja markkinointia järjestelmästä ja sen tarjoamista hyödyistä. Samaan aikaan pitää olla tarjottavana edellä mainitut muunnospalvelut järjestelmien välille.

Maanmittauslaitos tukee kuntien siirtymistä N2000-korkeusjärjestelmään huolehtimalla siitä, että kuntien käytettävissä on riittävästi valtakunnallisia korkeuskiintopisteitä, joita voidaan käyttää paikallisten korkeusrunkoverkkojen laskennassa lähtöpisteinä. Lisäksi annetaan liitosmittauksiin ja laskentaan liittyvää neuvontaa. Toisaalta kunnilta saatavaa havaintoaineistoa voidaan hyödyntää valtakunnallisten kiintopisteiden laskennassa.

Maanmittauslaitoksessa kehittää koordinaatistoasioiden tukipalvelua ei pelkästään oman henkilökunnan tarpeisiin vaan enenevässä määrin myös ulkoisten toimijoiden tarpeita vastaavaksi.

Korkeuskiintopisteistön tietopalvelu

Kiintopisterekisterin toteuttamisen yhteydessä tehtiin tietopalvelua varten erillinen työasemapohjainen *Kiintopiste*-ohjelma, jolla voi tulostaa yksittäisten kiintopisteiden pistekortteja tai irrottaa pistejoukkojen siirtotiedostoja standardiformaateissa. *Kiintopiste-*

ohjelma on lähes päivittäisessä käytössä Maanmittauslaitoksen Ilmakuvakeskuksessa ja maanmittaustoimistoissa. Ilmakuvakeskus hakee rekisteristä lähtötietoja ilmakolmiointeja varten, maanmittaustoimistot hakevat pistetietoja maastosignalointeja varten ja antavat tietopalvelua korkeustietoja tarvitseville.

Kiintopisterekisteri on myös liitetty maksuttomana aineistona Ammattilaisen karttapaikan verkkotietopalveluun. Tätä tietopalvelukanavaa käyttävät lähinnä valtakunnallisia mittauslaitoksia suorittavat toimijat.

Kiintopiste-ohjelmaa sekä Ammattilaisen karttapaikan tietopalvelua tulee kehittää kiintopisterekisteriä vastaavaksi eli N2000-korkeuksien tietopalvelu lisätään ohjelmiin. Pistekorteissa ja siirtotiedostoissa tulee ilmetä missä korkeusjärjestelmässä tiedot ovat, ja miten tieto on syntynyt (laskettu havainnoista / muunnettu muunnoskaavalla). Lisäksi käyttäjille tulee pystyä välittämään keskeiset metatiedot kuten esim. milloin piste on rakennettu, milloin havaittu, miten määritetty, milloin viimeksi tarkastettu jne.

Ratkaisevassa asemassa tiedon jakelussa on kiintopisterekisterin käytettävyyden ja tietosisällön oikeellisuus ja ajankohtaisuus.

Digitaalisten aineistojen tietopalvelu

Kuten edellä olevassa tekstissä jo todetaan, digitaalisia aineistoja tullaan toimittamaan asiakkaiden tarpeisiin N2000 -järjestelmän mukaisina heti kun laserkeilaamalla suoritettava uuden korkeusmallin tuotanto saadaan käyntiin. Huomioitavaa on, että tuotanto tulee kestäväksi useita vuosia, joten aineiston saatavuus kattavana uudessa korkeusjärjestelmässä tulee kestäväksi jonkun aikaa.

Lopuksi

Yhteenveto Maanmittauslaitoksen toimenpiteistä N2000-korkeusjärjestelmän käyttöönottamiseksi on luettelomuodossa seuraavanlainen:

- Kiintopisterekisterin tietomallia muutetaan siten, että N2000 järjestelmässä laskettuja pisteitä voidaan tallettaa.
- Vaaituksen verkkotasitusohjelmaan tehdään muutokset, jotka mahdollistavat vanhojen havaintojen korjaamisen N2000-datumin mukaisiksi. Vanhat 1b- ja 2-luokan vaaituslinjojen havaintoaineistot muokataan, tarkastetaan ja lasketaan uudessa korkeusjärjestelmässä. Jatkossa 1b- ja 2-pisteluokat yhdistetään 2-luokaksi. Vanhoja havaintoaineistoja täydennetään tarvittavilta osin maastovaaituksin.
- N60- ja N2000-järjestelmien välille määritellään molempiin suuntiin muunnosmenettely. Muunnoksen määrittelyssä käytetään Geodeettisen laitoksen 1-luokan korkeuskiintopisteiden lisäksi valikoidusti Maanmittauslaitoksen 1b- ja 2-luokan pisteitä. Muunnos pyritään stabiloimaan varhaisessa vaiheessa.
- 3-luokan ja siitä alemmille korkeuskiintopisteille muunnetaan korkeudet. Muunnetut korkeudet tallennetaan kiintopisterekisteriin. 3-luokan korkeuspisteitä lasketaan havainnoista lähtien mikäli lopputulos on selkeästi parempi kuin muuntamalla saatu, esim. havaintoaineiston paremman käsittelyn vuoksi.

- Vaaitusresurssit pidetään N2000-järjestelmän siirtymäajan vuoden 2006 tasolla. Vaaitukset kohdennetaan N2000-järjestelmän käyttöönoton kannalta tärkeisiin kohteisiin. Olemassa olevan korkeuskiintopisteistön maastoinventointiin maanmittaustoimistojen toimesta ehdotetaan käytettävän yhteensä 1.5-2 henkilötyövuoden kertaluonteinen työpanos.
- 1. Maasto- ja kiinteistötietojärjestelmissä tietokantakoordinaatteina säilytetään KKJ 3.kaista/N60, mutta käyttöliittymä muutetaan näyttämään EUREF-FIN/N2000. Maastotietotuotannossa stereomallien koordinaatistoksi muutetaan EUREF-FIN/N2000 vaikka tiedot maastotietokantaan tallennetaan edelleen KKJ/N60-järjestelmissä.
- Uusi laserkeilaukseen perustuva korkeusmallituotanto toteutetaan N2000-järjestelmässä. Tuotantojärjestelmiä kehitetään siten, että korkeusmalli voidaan tallentaa myös N2000-järjestelmässä. Korkeusmallista johdettuja korkeuskoordinaatteja ei kirjoiteta tietokantaan N60-koordinaattien päälle. Erilaisia N2000 korkeudet sisältäviä tietotuotteita toimitetaan käyttäjien tarpeiden mukaan.
- Uusi N2000-korkeusmalli toimii korkeustiedon osalta maastotietokannan primääriaineistona. Uudesta mallista johdetaan laskennalliset korkeuskäyrät, jotka tallennetaan maastotietokantaan uudelle karttatasolle. Tietotuotteissa uudet korkeuskäyrät otetaan käyttöön kun riittävä alueellinen kattavuus on saavutettu. Kiinteistötietojärjestelmän jatkokäsittely perustetaan 3D-kiinteistöjen rekisteröintiin MMM:n työryhmän ehdotusten mukaisesti.
- Koordinaatistoasioiden tukipalvelua sekä korkeuskiintopisteiden tietopalvelua kehitetään.