

**PAIKKATIEDON HYÖDYNTÄMINEN MAA-
AINESTOIMINNASSA**

Tapaus Morenia Oy

Janne Posio

Opinnäytetyö
Tekniikan ja liikenteen ala
Maanmittaustekniikka
Insinööri (AMK)

2015

Tekniikan ja liikenteen ala
Maanmittaustekniikka

Tekijä	Janne Posio	Vuosi	2015
Ohjaaja	Sami Porsanger		
Toimeksiantaja	Morenia Oy		
Työn nimi	Paikkatiedon hyödyntäminen maa-ainestoiminnassa – Tapaus Morenia Oy		
Sivumäärä	53		

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli kehittää Morenia Oy:lle opas paikkatiedon hyödyntämiseen maa-ainestoiminnassa. Työn tavoitteena oli yhtenäistää ja tehostaa henkilöstön toimintatapoja sekä laajentaa kohderyhmän osaamista ja ymmärrystä paikkatietojärjestelmän mahdollisuuksista maa-ainesalan tehtävissä. Lisäksi tavoitteena oli nostaa paikkatieto korkeampaan osaan organisaation päätöksentekoprosessissa.

Opinnäytetyössä käydään läpi kartografiaa, paikkatietoa, maa-ainestoimintaa sekä siihen vaikuttavia lakeja ja asetuksia. Työssä tutustutaan tarkemmin suomalaisiin koordinaatti- ja korkeusjärjestelmiin, koordinaattimuunnoksiin, INSPIRE-direktiiviin sekä paikkatieto- ja rajapintapalveluihin. Teoriapohjaa opinnäytetyöhön kerättiin eri paikkatietopalveluiden tuottajilta, suomalaisilta viranomaisilta sekä paikkatietoalan tutkijoilta ja ammattilaisilta. Aineistoista jalostettiin kattava opas, joka on suunnattu maa-ainesalan toimintaympäristöön paikkatiedon hyödyntämiseksi jokapäiväisessä työssä.

Maa-ainestoiminnan tuotanto, suunnittelu ja valvonta perustuvat täsmällisiin sijainti- ja laatu-tietoihin, ja siksi on tärkeää, että organisaation jokainen henkilö pystyy hyödyntämään paikkatietojärjestelmää yhdenmukaisella, tehokkaalla ja turvallisella tavalla. Opinnäytetyö esittelee nykypäivän paikkatietoalan trendejä ja tuo ne osaksi jokapäiväistä työskentelyä.

Avainsanat	INSPIRE-direktiivi, maa-ainestoiminta, paikkatieto, paikkatietojärjestelmä
Muita tietoja	Työhön liittyy opas paikkatiedon hyödyntämiseen maa-ainestoiminnassa.

Technology, Communication and Transport
Degree Programme in Land Surveying

Author	Janne Posio	Year	2015
Supervisor(s)	Sami Porsanger		
Commissioned by	Morenia Oy		
Subject of thesis	Utilizing Geographic Information in Soil Extraction – Case Morenia Oy		
Number of pages	53		

The purpose of this thesis was to develop a guide for a company called Morenia Oy for using geographic information. The aim of this study was to unify and to increase the efficiency of methods and operations and to increase the knowledge and understanding of the possibilities in using geographic information in soil extraction. Furthermore, the objective was to improve the position of geographic information as part of the decision-making process in the organization.

The thesis discussed cartography, spatial information, soil extraction and laws and decrees which affect the soil extraction. The study will get acquainted with the Finnish coordinate systems, height systems, coordinate conversions, the INSPIRE directive, geographic information and spatial information interface services. The theory to the thesis was collected from wide range of producers of geographic information, Finnish authorities, researchers and professionals of geographic information. A comprehensive guide was written based on the information.

The production, planning and supervision of soil extraction are based on exact location and quality information. Therefore it is important that every person of the organization is able to utilize the geographic information system efficiently in a uniform and safe manner. The trends in today's field of geographic information were discussed and brought as part of daily work in this thesis.

Key words	geographic information, GIS, INSPIRE directive, soil extraction
Special remarks	The thesis contains a guide for utilizing geographic information in soil extraction.

SISÄLLYS

ALKUSANAT.....	6
KUVIO- JA TAULUKKOLUETTELO.....	7
1 JOHDANTO.....	8
2 KARTOGRAFIA.....	10
2.1 Kartografinen esittäminen.....	10
2.2 Koordinaattijärjestelmä.....	11
2.2.1 Ellipsoidi.....	12
2.2.2 Karttaprojektiot.....	13
2.2.3 Globaalit koordinaattijärjestelmät.....	14
2.2.4 Suomessa käytettävät tasokoordinaatistot.....	16
2.3 Korkeusjärjestelmä.....	18
2.3.1 Suomalaiset korkeusjärjestelmät.....	18
2.3.2 Geoidi ja geoidimallit.....	19
2.4 Koordinaattien muuntaminen.....	21
2.4.1 Koordinaattimuunnokset.....	22
2.4.2 Koordinaattikonversio.....	22
3 PAIKKATIETO.....	24
3.1 Paikkatietojärjestelmä.....	24
3.2 Paikkatietoaineistot.....	25
3.3 Paikkatiedon tuottaminen.....	27
3.4 INSPIRE-direktiivi.....	28
3.5 Julkisen hallinnon suositukset.....	29
3.6 Paikkatietoanalyysit.....	30
4 MAA-AINESTOIMINTA.....	32
4.1 Morenia Oy.....	33
4.2 Ottamistoiminta.....	33
4.3 Maa-ainestoimintaa säätelevät lait ja säännökset.....	34
4.3.1 Maa-aineslaki ja maa-ainesasetus.....	35
4.3.2 Ympäristönsuojelulaki, ympäristönsuojeluasetus ja valtioneuvoston asetus.....	36
4.3.3 Luonnonsuojelulaki.....	37
4.3.4 Maankäyttö- ja rakennuslaki sekä maankäyttö- ja rakennusasetus...	38

4.3.5	Vesilaki.....	39
4.3.6	Laki ympäristövaikutusten arviointimenettelystä	40
5	PAIKKATIEDON HYÖDYNTÄMINEN MAA-AINESTOIMINNASSA -OPPAAN TOTEUTUS.....	41
5.1	Toiminnallinen opinnäytetyö	41
5.2	Oppaan lähtökohdat ja tavoitteet	42
5.3	Oppaan suunnittelu ja toteutus	44
6	POHDINTA	46
	LÄHTEET	50

ALKUSANAT

Tämä insinööriytyö toteutettiin Morenia Oy:n toimeksiannosta osana paikkatieto-järjestelmän kehittämishanketta Rovaniemellä syksyn 2014 ja kevään 2015 aikana. Haluan kiittää koko Morenia Oy:n henkilöstöä opinnäytetyön aikana saamastani tuesta ja neuvoista, opinnoissa kannustamisesta ja ammatillisesta kasvusta. Erityiset kiitokset haluan osoittaa opinnäytetyön toimeksiantajan edustajalle ja yhteyshenkilölle Janne Karhulle kokonaisvaltaisesta ohjauksesta ja prosessin aikaisesta tuesta.

Lisäksi haluan koulun puolelta kiittää opinnäytetyön ohjaajaa Sami Porsangeria, sekä muita maanmittaustekniikan opettajia, jotka olette tarpeen tullen avustaneet työn etenemisessä.

Suuret kiitokset kuuluvat myös puolisololleni Paulalle tuesta ja kannustuksesta opintojeni ja opinnäytetyön aikana.

Rovaniemellä 22.4.2015

Janne Posio

KUVIO- JA TAULUKKOLUETTELO

Kuvio 1. Koordinaattijärjestelmän, koordinaatiston, koordinaattien ja datumin välinen suhde (Maanmittauslaitos 2015a)	11
Kuvio 2. Todellisen maanpinnan, ellipsoidin ja geoidin välinen suhde (Maanmittauslaitos 2015a).....	20
Kuvio 3. FIN2000- ja FIN2005N00-geoidimallit ja niiden väliset erot (FGI 2015b).....	21
Kuvio 4. Koordinaattikonversio koordinaattijärjestelmässä (Puupponen 2008, 28)	23
Kuvio 5. INSPIRE-direktiivin toteutusaikataulu (Paikkatietoikkuna 2015b).....	29
Kuvio 6. Soran ja kalliokiven otto 1990–2013 Suomessa (Ympäristöhallinto 2014)	32
Kuvio 7. Keskeisimmät maa-ainestoimintaa säätelevistä laista (Ympäristöministeriö 2009, 18)	34
Taulukko 1. Ellipsoidien väliset erot (missä a on maapallon säde metreissä päiväntasaajan kohdalla ja f on litistyneisyys) (Laurila 2010, 126).....	12
Taulukko 2. ETRS89:n hyödyntämien GRS80- ja WGS84-referenssiellipsoidien samankaltaisuus (Maanmittauslaitos 2015g).....	15
Taulukko 3. Esimerkkejä itäkoordinaatistojen muodostumisesta (Maanmittauslaitos 2015h).....	16
Taulukko 4. Suomessa käytettävien tasokoordinaatistojen ominaisuuksia (JUHTA 2008b, 6)	18

1 JOHDANTO

Ihminen on kerännyt historiansa aikana runsaasti tietoa sekä itsestään että ympäristöstään. Suuri osa tästä tiedosta on paikkaan sidottua ja se voi olla joko konkreettista tai abstraktia. Paikkatiedot ovat kartta- ja rekisteritietoa, paikan ominaisuutta tai sijaintia kuvailevaa tietoa, jolla voidaan kuvata lukemattomia eri asioita. Yksittäiset paikkatiedot yhdessä muodostavat paikkatietoaineistoja, joita taas voidaan käsitellä digitaalisen vallankumouksen myötä räjähdysmäisesti yleistyneissä paikkatietojärjestelmissä. Paikkatiedon käytön yleistymiseen vaikuttanee se, että sen potentiaali on tunnistettu monilla eri aloilla. Paikkatietojärjestelmien tehtäväkenttä on laaja ja tekninen kehitys on nopeaa.

Opinnäytetyöni tarkoituksena oli luoda Morenia Oy:lle opas paikkatiedon hyödyntämisestä maa-ainestoinnassa. Tämän päivän paikkatietojärjestelmät tarjoavat monipuolisia työkaluja, jotka auttavat välttämään päällekkäisyyksiä ja näin ollen turhaa työtä. Työn tavoitteena onkin tehostaa paikkatiedon hyödyntämistä organisaation sisällä ja näin ollen hakea toiminnallisia hyötyjä kustannustehokkuuteen, kestävän toiminnan ylläpitämiseen, parempaan päätöksenteon sekä mahdollisuuksien ja riskien tunnistamiseen. Opinnäytetyöni pyrkii myös vastaamaan tämän hetken paikkatietoalan trendeihin ja tuomaan ne osaksi jokapäiväistä käytännön työtä.

Oppaan kehittämisen lähtökohtana oli se, että Morenia Oy:n sisäiset toimintatavat paikkatietojärjestelmien käyttämisessä saataisiin yhtenäistettyä ja järjestettyä uudelleen. Uudistuksen tarve organisaatiossa syntyi, kun elokuussa 2013 Metsähallitus möi tytäryhtiö Morenia Oy:n Andament Group:lle ja T. Maijala Oy:lle, jolloin Metsähallituksen aikaisesta SutiGIS-järjestelmästä luovuttiin. Vuonna 2014 Morenia Oy:ssä otettiin käyttöön ArcGIS-paikkatietojärjestelmä, jota olin mukana kehittämässä. Paikkatietojärjestelmä on kehitetty toiminnan ja päätöksenteon tueksi yrityksen maa-ainesliiketoimintaan. Yrityksen itse ylläpitämä paikkatietojärjestelmä mahdollistaa toimintojen laajemman hyödyntämisen, minkä tueksi tämä opas on luotu.

Käyttäjälähtöinen opas käsittelee paikkatietojärjestelmää, ohjaa sen käyttöön ja tähtää paikkatiedon hyötyjen maksimoimiseen yrityksen sisällä. Oppaassa käydään läpi paikkatiedon käsittelyä, paikkatietokyselyitä ja -analyysyjä, paikkatiedon visualisointikeinoja sekä paikkatiedon hyödyntämistä päätöksentekoprosessissa. Opas on tehty Morenia Oy:n henkilöstölle, johon kuuluu johdon, myynnin, tuotannon ja toiminnan tukihenkilöstöä. On tärkeää, että organisaation henkilöstö pystyy hyödyntämään paikkatietojärjestelmää yhdenmukaisella, tehokkaalla ja turvallisella tavalla, koska maa-ainesalan tuotanto, suunnittelu ja valvonta perustuvat tarkkoihin sijainti- ja laatutietoihin.

Tässä opinnäytetyössä perehdytään kartografiaan, paikkatietoon, maa-ainestointaan sekä siihen vaikuttaviin lakeihin ja asetuksiin. Työssä käydään myös tarkemmin läpi suomalaisia koordinaatti- ja korkeusjärjestelmiä, koordinaattimuunnoksia, INSPIRE-direktiiviä sekä paikkatieto- ja rajapintapalveluita. Työn teoreettisen pohjan luomisessa on hyödynnetty monipuolisesti paikkatietoalan tutkijoita ja ammattilaisia, paikkatietopalveluiden tuottajia sekä suomalaisia viranomaisia.

2 KARTOGRAFIA

2.1 Kartografinen esittäminen

Maantieteellisissä tutkimuksissa hyödynnetään paljon graafisia menetelmiä, jotka voivat olla yksinkertaisia piirustuksia tai monimutkaisia karttoja ja suunnitelmia. Näillä menetelmillä voidaan havainnollistaa ja esittää ympäristöä ja sen alueellisia rakenteita. Kartaksi kutsutaan yleistettyä maantieteellisten pisteiden graafista esitystä. (Löytönen, Toivonen & Kankaanrinta 2003, 20.)

Kartografialla tarkoitetaan tieteen alaa, joka tuottaa ja tutkii karttoja. Kartografia on merkittävä grafiikan haara, sillä sen avulla voidaan tehokkaasti tutkia, kuvata ja analysoida kaksi- tai kolmiulotteisessa tilassa esiintyviä asioita, muotoja, ja sijoittumista suhteessa muuhun ympäristöön. Tiedon hankinnassa ja käsittelyssä kartat ovat sekä tärkeä tiedonlähde että havainnollistamistyökalu, koska niillä voidaan ilmaista esimerkiksi maanpinnan muotoja, korkeusvaihteluja, vesistöjen sijoittumista ja liikenneverkon tiheyttä. (Löytönen ym. 2003, 20.)

Karttojen tehtävä on lisätä käyttäjien maantieteellistä ymmärrystä kuvattavasta alueesta, ja tavallisimmin ne ovat pienennöksiä eli kartan mitat ovat pienemmät kuin todellisuudessa. Näiden suhdetta todellisuuteen kutsutaan mittakaavaksi ja tämä määrittää kartalle rajan, kuinka paljon informaatiota kartalle voidaan sisällyttää. Mittakaava esitetään suhdelukuna, joka ilmaisee kuinka paljon pienempi kartassa esitetty etäisyys on kuin vastaava etäisyys maastossa. Kartan päätehtävä on esittää paikkaan sidottua tietoa eli paikkatietoa. (Löytönen ym. 2003, 20.)

Kartografiassa sijainti ilmoitetaan joko suoran sijainnin tai epäsuoran sijainnin avulla. Suoraksi sijainniksi luokitellaan koordinaattijärjestelmän ja koordinaattien avulla ilmaistua sijaintia, kuten x- ja y-koordinaatistossa tai maantieteellisessä koordinaatistossa. Koordinaatit voivat olla geodeettisiä koordinaatteja (ϕ , λ , h), avaruuskoordinaatteja (X , Y , Z) tai tasokoordinaatteja (x , y tai N , E). Sijainti voidaan määrittellä leveys-, pituus- tai korkeuskoordinaattien avulla. Epäsuoraksi

sijainniksi kutsutaan aluejaon, hakuruudukon, osoitteen, tunnuksen tai muun yksiselitteisen järjestelmän avulla ilmaistavaa sijaintia, joka voidaan geokoodata tausta-aineiston tai palvelun avulla koordinaateiksi. Geokoodaus on yleisnimi analyysille, jonka avulla epäsuora sijainti muutetaan suoraksi sijainniksi eli esimerkiksi osoitetiedon muuttaminen koordinaattitiedoksi. (Sanastokeskus TSK ry 2014, 12; JUHTA 2008a, 3–4.)

2.2 Koordinaattijärjestelmä

Koordinaattijärjestelmällä (Coordinate Reference System) tarkoitetaan suureiden joukkoa, joita tarvitaan koordinaatiston määrittämiseen, sijoittamiseen ja orientoimiseen. Datumi kuvaa joukkoa parametreja, joilla koordinaatisto kiinnitetään maapallon pintaan (Kuvio 1). Koordinaatti- ja korkeusjärjestelmät muodostavat mittauksille perustoimintaympäristön. Pienalaisissa mittauksissa voidaan toimia yksinkertaisessa suorakulmaisessa tasokoordinaatistossa, kun taas laaja-alaisissa mittauksissa, esimerkiksi koko Suomen laajuisella alueella, asiat eivät olekaan niin yksinkertaisia. Tällaisissa tilanteissa on hyvä tuntea koordinaatti- ja korkeusjärjestelmiin liittyviä asioita. Paikkaa ilmaisevia koordinaatteja on käytetty jo vuosisatojen ajan, mutta niiden määritelmät ja tarkkuudet ovat muuttuneet tarpeiden ja tekniikan mukaan. (Maanmittauslaitos 2015a; Laurila 2010, 121–123, 141–142.)



Kuvio 1. Koordinaattijärjestelmän, koordinaatiston, koordinaattien ja datumien välinen suhde (Maanmittauslaitos 2015a)

Koordinaatisto on keino esittää kohteen sijainti lukuarvoisena matemaattisen täsmällisesti. Kohteiden mittaamiseen ja paikantamiseen maapallolla käytetään kolmenlaisia koordinaatistoja: kaksiulotteista kulmamittaa käyttävää maantieteellistä koordinaatistoa, ellipsoidikeskeistä suorakulmaista koordinaatistoa tai kaksiulotteista suorakulmaista koordinaatistoa. Kaksiulotteisia koordinaatistoja käytettäessä kolmantena ulottuvuutena käytetään korkeutta. Jotta koordinaatistoa voidaan hyödyntää, se realisoidaan eli kiinnitetään maapalloon runkomittauksen ja geodeettisen mittauksen avulla. (Laurila 2010, 126.)

2.2.1 Ellipsoidi

Koska Maa on hieman navoiltaan litistynyt pallo, sen mittasuhteita kuvaa parhaiten pyörähdysellipsoidi. Pyörähdysellipsoidin mittaluvut ja asento geoidin suhteen luovat perustan koordinaattijärjestelmien määrittelylle. Suomessa käytettävien koordinaattijärjestelmien näkökulmasta Hayfordin ellipsoidi eli Kansainvälinen ellipsoidi 1924, GRS80-järjestelmän (Geodetic Reference System 1980) ellipsoidi ja WGS84-järjestelmän (World Geodetic System 1984) ellipsoidi ovat tärkeimmät Maan muotoa kuvaavista pyörähdysellipsoideista (Taulukko 1). (Laurila 2010, 126; Maanmittauslaitos 2015b.)

Taulukko 1. Ellipsoidien väliset erot (missä a on maapallon säde metreissä päiväntasaajan kohdalla ja f on litistyneisyys) (Laurila 2010, 126)

Ellipsoidi	a / m	f	Käytössä järjestelmissä
GRS80	6378137	1/298.257222101	GRS80, ETRS89, EUREF-FIN
WGS84	6378137	1/298.257223563	WGS84
Hayford	6378388	1/297	KKJ

Kun ellipsoidi liitetään osaksi koordinaattijärjestelmää, kutsutaan tätä vertausellipsoidiksi. Koordinaattijärjestelmässä vertausellipsoidin tarkoituksena on kuvata mahdollisimman tarkasti matemaattisesti Maan pintaa. Maantieteelliset koor-

dinaatit määritetään myös ellipsoidin avulla. Koordinaattijärjestelmistä Kartasto-koordinaattijärjestelmä (KKJ) käyttää Hayfordin ellipsoidia, kun taas GRS80-ellipsoidia käytetään puolestaan ETRS89-koordinaattijärjestelmissä ja se perustuu tarkempiin ja uudempiin satelliittimittauksiin. (Laurila 2010, 126; Maanmittauslaitos 2015b.)

2.2.2 Karttaprojektiot

Karttaprojektio on keino kuvata maapallon pintaa kaksiulotteisella tasolla. Koska maapallon pinta on kaareva, sen esittäminen tasolla aiheuttaa vääristymiä. Vääristymiä hallitaan valitsemalla oikea projektio-tyyppi riippuen kartan käyttötarkoituksesta. Yleisimpiä karttaprojektio-tyyppejä ovat taso-, lieriö- ja kartioprojektio, jotka voidaan ryhmitellä projisointipinnan, projektion kuvausominaisuuksien tai käyttötarkoitusten mukaan. Tasoprojektioksi kutsutaan projisointia, jossa projektio muodostetaan suoraan pallopinnalta tasolle. Projisointi voidaan suorittaa myös toisen pinnan kautta, jolloin yleisimmin käytetään kartio-, lieriö- tai sylinteriprojektioita. Projisointipinta voi olla normaali tai poikittaisessa asennossa, mutta myös mielivaltaisessa asennossa. Projisointipinta voi sivuta maapalloa tietystä pisteestä, kuten meridiaanilla tai leveyspiirillä, mutta se voi myös leikata maapalloa Maan pinnan alapuolella ja osittain sen ulkopuolella. (Löytönen ym. 2003, 28–29; Maanmittauslaitos 2015c; Maanmittauslaitos 2015d.)

Mercatorin projektio on pystyasennossa oleva lieriönmuotoinen ja oikeakulmainen maanpintaa sivuava projektio. Perusasentoista Mercatorin projektioita käytetään yleisesti maailmankartoissa ja merikartoissa, koska projektiioon piirretty suora viiva leikkaa pituuspiirin maapallolla samassa kulmassa kartan kanssa. Mercatorin projektiossa projektio-pinnalle määritellään suorakulmainen koordinaatisto siten, että x-akseli on Greenwichin meridiaani ja y-akseli päiväntasaaja. Meridiaanit kuvautuvat yhdensuuntaisina tasaväleinä, jolloin pinta-alat ja etäisyydet vääristyvät. Tämän takia se ei ole käyttökelpoinen maapallon muotojen kuvaamisessa. (Löytönen ym. 2003, 29–30; Laurila 2010, 137–138.)

Gauss-Krügerin projektiota voidaan kuvailla Maan pintaa sivuavaksi poikittaisasentoiseksi Mercatorin projektioksi. Gauss-Krügerin projektiota käytetään muun muassa kartastokoordinaattijärjestelmän projisoimisessa. Gauss-Krügerin projektiossa keskimeridiaani kuvautuu oikean pituisena viivana muodostaen pohjoisakselin suorakulmaiselle koordinaatistolle. Päiväntasaaja puolestaan kuvautuu suorana viivana muodostaen itäakselin suorakulmaiselle koordinaatistolle. Suorakulmaisen tasokoordinaatiston origo eli nollapiste sijaitsee keskimeridiaanin ja päiväntasaajan leikkauspisteessä. (Laurila 2010, 145; Maanmittauslaitos 2015e.)

Universal Transverse Mercator eli UTM on poikittain ellipsoidia leikkaava lieeriömäinen ja oikeakulmainen projektiio. UTM-projektiota käytetään yleiseurooppalaisena projektiosuosituksena ja se kattaa koko maailman. UTM-projektiossa maapallo jaetaan 60:een kuuden asteen levyisiin kaistoihin, ja kaistojen sisällä pääasiassa kuuden asteen levyisiin ja kahdeksan asteen korkuisiin ruutuihin. UTM-projektiio on ollut myös Suomessa käytettävän ETRS-TM35FIN-tasokoordinaatiston ja TM35FIN-projektion perustana. (Maanmittauslaitos 2015f.)

2.2.3 Globaalit koordinaattijärjestelmät

ITRS (International Terrestrial Reference System) on maailmanlaajuinen koordinaattijärjestelmä, joka on määritelty tähtihavaintojen, kuulaserhavaintojen ja globaalin GPS-havaintoverkon avulla. Järjestelmän pisteille on määritelty suorakulmaiset avaruuskoordinaatit ja niiden vuosittainen liike. Tämän koordinaatit määrittävät ITRS:n realisaation eli toteutuksen, jota kutsutaan ITRF:ksi (International Terrestrial Reference Frame). Mannerlaattojen liikkeiden takia realisaatio on sidottu epookkiin eli tiettyyn ajankohtaan ja se näkyy realisaation nimessä. Viimeisin käytössä oleva ITRS-koordinaatisto on nimeltään ITRF2005. (Maanmittauslaitos 2015g.)

ETRS89 (European Terrestrial Reference System) on koordinaattijärjestelmä, jossa ITRS on kiinnitetty Euraasian mannerlaatan Euroopan puoleiseen kiinteään osaan. ETRS yhtyi ITRS-koordinaattijärjestelmään vuonna 1989 eli se on osa ITRF89-realisaatiota. ETRS89-koordinaattijärjestelmän eri realisaatiot vastaavat niiden sen hetkistä ITRS-ratkaisua eli esimerkiksi ETRF2000 vastaa ITRF2000:ta. ETRS89-järjestelmän realisointi ja ylläpito tapahtuu Euroopassa sijaitsevien GNSS-asemien (Global Navigation Satellite System) avulla. Kuten useissa Euroopan maissa, ETRS89-järjestelmästä on olemassa omia kansallisia toteutuksia, joista hyvä esimerkki on Suomen kansallinen ETRS89-realisaatio EUREF-FIN. FinnRef-verkko on osa GNSS-verkkoa, jonka 19 tukiaseman havainnot luovat perustan ja yhteyden valtakunnalliselle EUREF-FIN-koordinaattijärjestelmälle ja sitovat sen vastaaviin järjestelmiin ja mittauksiin. (Maanmittauslaitos 2015g; FGI 2015a.)

WGS84 (World Geodetic System) on koordinaattijärjestelmä, joka hyödyntää GPS-satelliittipaikannusjärjestelmää. Se on määrittelyiltään ITRS:n kanssa lähes identtinen. Myös ETRS89-järjestelmää ja suomalaista EUREF-FIN-järjestelmää voidaan pitää lähes identtisenä WGS84:n kanssa (Taulukko 2). Muihin järjestelmiin verrattuna se on kuitenkin realisoitu harvemmillä pisteverkolla, joka koostuu pääasiassa GPS-järjestelmän seuranta-asemista. WGS84-järjestelmässä ei ole Suomeen määritettyjä pisteitä, ja määrityksiensä uusien päivitys on tehty vuonna 2004. (Maanmittauslaitos 2015g.)

Taulukko 2. ETRS89:n hyödyntämien GRS80- ja WGS84-referenssiellipsoidien samankaltaisuus (Maanmittauslaitos 2015g)

Referenssiellipsoidi	Isoakselin puolikas a	Pikkuakselin puolikas b	Litistyssuhde (1/f)
GRS 80	6 378 137.0 m	≈ 6 356 752.314 140 m	298.257 222 101
WGS 84	6 378 137.0 m	≈ 6 356 752.314 245 m	298.257 223 563

2.2.4 Suomessa käytettävät tasokoordinaatitot

Suomessa maastokartoissa ja kartoitustöissä käytetään poikittaisasennossa olevia lieriöprojektioita ja niiden muodostamia tasokoordinaatistoja. Poikittaisessa lieriöprojektiossa tasokoordinaatiston origo on päiväntasaajan ja keskimeridiaanin leikkauskohdissa ja nämä linjat muodostavat koordinaatistolle x- ja y-akselit. Negatiivisten koodinaattien välttämiseksi origo voidaan siirtää lännen suuntaan muodostamalla niin sanottu vale-itä. Käytettävä projektiio määrittää keskimeridiaanin mittakaavan ja muuttuu mentäessä kauemmas keskimeridiaanista. Siirtäminen tapahtuu käytännössä valitsemalla keskimeridiaanin itäkoordinaatiksi riittävä vakioarvo (Taulukko 3). (Maanmittauslaitos 2015h.)

Taulukko 3. Esimerkkejä itäkoordinaatistojen muodostumisesta (Maanmittauslaitos 2015h)

Koordinaatisto	Itäkoordinaatin muodostuminen (arvo keskimeridiaanilla)	Esimerkki
VVJ	500 000 m + edessä keskimeridiaanin asteluku (ei aina)	(27°) 500 000 m
KKJ	500 000 m + edessä kaistanumero (0,1...5)	3 500 000 m
ETRS-TM35FIN	500 000 m	500 000 m
ETRS-GKn	500 000 m + edessä keskimeridiaanin asteluku	27 500 000 m

VVJ (Vanha valtion järjestelmä) oli Suomen ensimmäisiä valtakunnallisia tasokoordinaatistoja. VVJ:n kehittäminen aloitettiin 1920-luvulla, jolloin suoritettiin ensimmäiset ensimmäisen luokan kolmiomittaukset. VVJ koostui neljästä projektiokaistasta ja sen kehittämisen yhteydessä hyödynnettiin Hayfordin ellipsoidia sekä Gauss-Krügerin projektiota. VVJ:n ominaispiirteenä itäkoordinaatti esitettiin ilman edeltävää kaistanumeroa tai koordinaatin edessä saatettiin käyttää keskimeridiaanin astelukua. Koordinaateista saatettiin joskus myös jättää pois tuhannet tai sadat kilometrit. (Maanmittauslaitos 2015i.)

KKJ (Kartastokoordinaattijärjestelmä) on Suomen kolmiomittauksiin perustuva ja ED50-koordinaattijärjestelmässä (European Datum 1950) tasoitettu koordinaattijärjestelmä. Sen muunnos perustuu VVJ-järjestelmän kehittämisen aikaisiin ensimmäisen luokan kolmiomittauksiin ja ED50-koordinaattijärjestelmän välille määritettyihin muunnosparametreihin. KKJ:n kanssa käytetään Hayfordin ellipsoidia ja se koostuu kuudesta kolmen asteen levyisestä projektiokaistasta. Nämä muodostavat oman tasokoordinaatistonsa KKJ:n peruskoordinaatistoon. Usein peruskoordinaatistossa esitetään vain kaistat 1–4, sillä ne kattavat Suomen lähes kokonaan. KKJ:n kaistaa kolme käytetään myös koko Suomen levyisenä, jolloin sitä kutsutaan Yhtenäiskoordinaatistoksi (YKJ). (Maanmittauslaitos 2015j.)

ETRS-TM35FIN on UTM-karttaprojektion Suomen kattava tasokoordinaatisto. Suomi osuu UTM-karttaprojektion kaistoille 34–36. Suomessa on päätetty toteuttaa koordinaatisto siten, että yleisissä kartoitustöissä käytetään vain yhtä kaistaa eli kaistaa 35, jonka keskimeridiaani on 27 astetta. Tilanne on samanlainen kuin KKJ:n yhtenäiskoordinaatiston kanssa, mutta erot näkyvät mittakaavakorjauksissa, koska projektiotaso leikkaa pallon pintaa. Koska koordinaatisto poikkeaa kaistan leveyden takia muista UTM-kaistoista, sitä kutsutaan ETRS-TM35FIN-koordinaatistoksi. Näistä koordinaateista voidaan myös puhua EU-REF-FIN-koordinaatteina. (Maanmittauslaitos 2015k.)

ETRS-GKn-koordinaatisto hyödyntää maapallon pintaa sivuavaa Gauss-Krügerin projektiota ja GRS80-ellipsoidia. Tämän vuoksi sen parametrit eroavat ETRS-TM35FIN-koordinaatistosta ja KKJ:stä eivätkä ne ole yhteneviä näiden kanssa, vaikka keskimeridiaani olisikin sama (Taulukko 4). Mittakaavakorjauksien vuoksi on kannattavampaa käyttää kapeampia projektiokaistoja, minkä ETRS-GKn mahdollistaa. ETRS-GKn-tasokoordinaatistosta voidaan käyttää alueelle parhaiten soveltuvaa keskimeridiaania tasa-asteella ja tällöin määritettävä alue tulee kuvatuksi samassa projektiokaistassa. GK-pääte tulee koordinaatiston nimelle Gauss-Krügerin projektiosta ja n-kirjain keskimeridiaanin asteluvusta. (Maanmittauslaitos 2015l.)

Taulukko 4. Suomessa käytettävien tasokoordinaatistojen ominaisuuksia (JUHTA 2008b, 6)

	ETRS-TM35FIN	ETRS-TMn	ETRS-GKn	kkj
Karttaprojektio	UTM	UTM	Gauss-Krüger	Gauss-Krüger
Vertausellipsoidi	GRS80	GRS80	GRS80	Kansainvälinen 1924
Keskimeridiaani(t)	27°	21°, 27°, 33°	19°, 20°, 21°... 31°	18°, 21°, 24°, 27°, 30°, 33°
Meridiaanikaistoja	1	3	13	6
Kaistanleveys (suhteessa keskimeridiaaniin)	koko Suomi, noin 13° (-8° - +5°)	6°	tarkoituksen mukainen	3° (±1.5°)
Itäkoordinaatin arvo keskimeridiaanilla	500 000 m	500 000 m	n 500 000 m, missä n = keskimeridiaanin asteluku (19-31)	n 500 000 m, missä n = kaistannumero (0,1,2,3,4,5)
Mittakaava keskimeridiaanilla	0.9996	0.9996	1.0	1.0

2.3 Korkeusjärjestelmä

Korkeusjärjestelmät ovat yhdessä koordinaattijärjestelmien kanssa paikkatiedon perusta ja niiden avulla voidaan sijainti esittää yksiselitteisesti. Maankuoren muutosten vuoksi korkeusjärjestelmä on pidettävä ajan tasalla. Vuosikymmenien aikana Suomeen on määritetty useita eri korkeusjärjestelmiä, joista uusimmat N60 ja N2000 ovat luotu tarkkavaaituksien ja painovoimahavaintojen avulla. Aiempien järjestelmien määrittäminen on ollut alueellista. (FGI 2015c.)

2.3.1 Suomalaiset korkeusjärjestelmät

NN on Suomen ensimmäisen tarkkavaaituksen aikana määritetty valtakunnallinen korkeusjärjestelmä, jonka mittaukset toteutettiin vuosina 1892–1910. Tarkkavaaitukset kattoivat Suomen eteläisen puoliskon aina Kajaani–Oulu-akselille asti. Tämä loi Suomeen perustan seuraavalle valtakunnalliselle tarkkavaaitukselle. Järjestelmän lähtötasoksi määritettiin Helsingin Katajanokan siltaan kiinnitetty nollataso. (Laurila 2010, 155; JUHTA 2008c, 1; Häkli, Puupponen, Koivula & Poutanen 2009, 31–32.)

N43-järjestelmä perustuu toiseen valtakunnalliseen tarkkavaaitukseen, joka toteutettiin pääosin 1935–1955. Sen mittaukset jatkuivat kuitenkin vuoteen 1975

asti, kunnes se kattoi koko maan. Mittausten aikana määriteltiin alun perin tilapäiseksi tarkoitettu korkeusjärjestelmä N43. N43-järjestelmän vertailutasoksi määritettiin Helsingin keskivedenpinnan korkeus vuonna 1943. (Laurila 2010, 155; JUHTA 2008c, 1.)

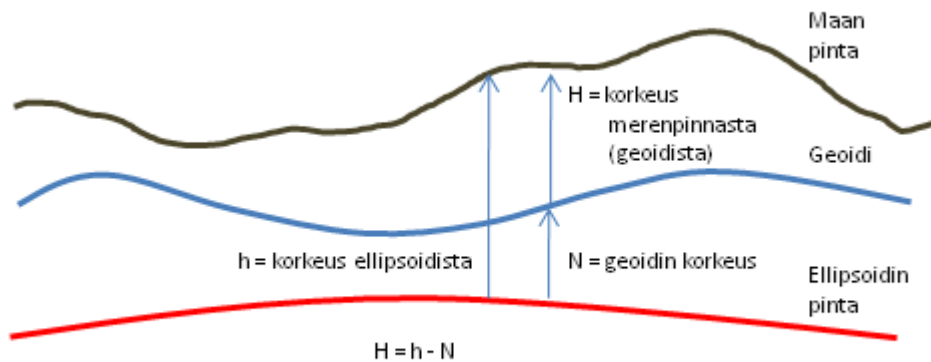
N60-järjestelmä rakennettiin toisen tarkkavaaituksen pääverkon valmistuttua, kun aloitettiin verkon tasoitus käyttäen painovoimaan liittyviä geopotentialilukuja. Tuloksena tästä saatiin laskettua maannousu niille alueille, joissa oli yhteisiä mittauspisteitä aiemmissa tarkkavaaituksissa. Lukujen avulla saatiin korjattua korkeuskiintopisteiden erot vuoteen 1960. Lähtökorkeudeksi valittiin Helsingin havainnoista laskettu keskivedenpinta vuoteen 1960 korjattuna. Järjestelmä sai nimekseen N60 ja se on ollut Suomen valtakunnallinen korkeusjärjestelmä viime vuosiin saakka. (Laurila 2010, 155; JUHTA 2008c, 2.)

N2000-järjestelmä perustuu vuosien 1987 ja 2006 välisenä aikana suoritettuun kolmanteen valtakunnalliseen tarkkavaaitukseen. Näiden mittausten perusteella voitiin määrittää myös Lappiin tarkkoja maannousuarvoja, missä nämä olivat olleet puutteellisia. Mittausten perusteella luotiin Suomeen uusi ja nykyaikainen korkeusjärjestelmä N2000. N2000-järjestelmän vertailutasona käytetään länsi-eurooppalaista Amsterdamin tasoa (NAP, Normaal Amsterdams Peil). Tätä korkeusjärjestelmää suositellaan käytettäväksi valtakunnallisissa kartoitustöissä sekä paikkatietopalveluissa, ja uudistuksen myötä Suomi liittyi osaksi kansainvälisiä korkeusjärjestelmiä. N2000-järjestelmää voidaan kutsua Suomen uudeksi valtakunnalliseksi korkeusjärjestelmäksi. (Laurila 2010, 155–156; JUHTA 2008c, 7.)

2.3.2 Geoidi ja geoidimallit

Geoidi on malli, joka kuvaa maapallon muotoa ja korkeuden nolatasoa. Se määrittää painovoiman tasa-arvopinnan, johon levossa oleva keskimerenpinta asettuisi. Manneralueilla geoidia käytetään keskimerenpinnan kuvitteellisena jatkona. Maan massa on jakaantunut epätasaisesti, minkä takia geoidin pinta on

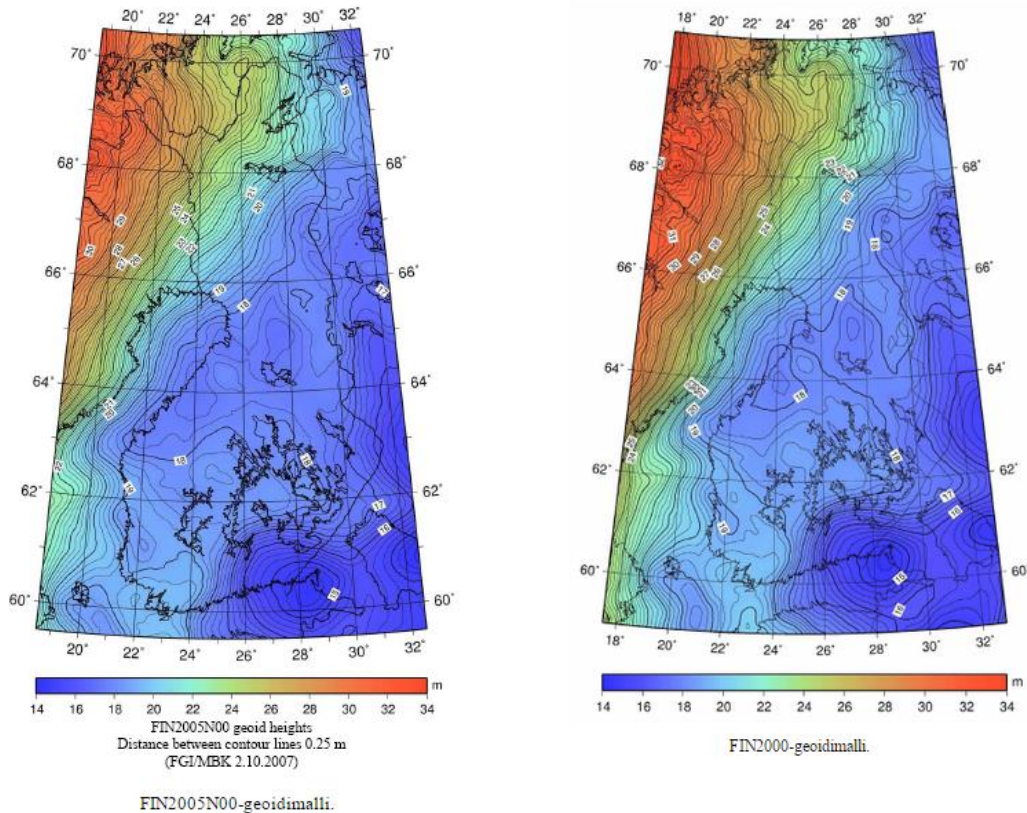
aaltoileva. Tietyillä alueilla se on siis kauempana Maan massakeskipisteestä kuin joissain muilla alueilla, mutta nämä vaihtelut ovat kuitenkin pieniä. Ellipsoidista korkeutta käytetään kuvaamaan korkeutta vertausellipsoidista ja muutoin korkeudesta puhuttaessa tarkoitetaan korkeutta merenpinnasta (Kuvio 2). Merenpinnan korkeuden käyttäminen on hyödyllisempää, sillä se kertoo veden virtaussuunnasta. (Maanmittauslaitos 2015b.)



Kuvio 2. Todellisen maanpinnan, ellipsoidin ja geoidin välinen suhde (Maanmittauslaitos 2015a)

Suomessa on käytössä kaksi kansallista geoidimallia: FIN2000 ja FIN2005N00. (Kuvio 3). Kun työskennellään N60-korkeusjärjestelmän kanssa, käytetään FIN2000-geoidimallia. N2000-korkeusjärjestelmän kanssa taas käytetään FIN2005N00-geoidimallia. FIN2000-mallilla saadaan GPS:llä mitatut EUREF-FIN:n ellipsikorkeudet muutettua N60-korkeuksiksi kolmen senttimetrin tarkkuudella. FIN2005N00-mallin avulla EUREF-FIN:n ellipsikorkeudet saadaan muutettua N2000-korkeudeksi kahden senttimetrin tarkkuudella. Suurimmat muunnosvirheet pysyvät kummassakin mallissa kuitenkin alle kymmenessä senttimetrissä. Suomessa käytettävät geoidimallit ovat pistehiloja, joissa jokaiselle hilapisteelle annetaan geoidin korkeus. Interpoloidulla geoidikorkeudella voidaan muuntaa N60- tai N2000-korkeudeksi GPS:llä mitattu ellipsoidikorkeus. Mitatessa on kuitenkin hyvä muistaa, että mitatun korkeuden tarkkuus riippuu GPS:n korkeuden määrittämisestä ja geoidimallin tarkkuudesta. Kun geoidikorke-

us tunnetaan, voidaan GPS:llä mitatut ellipsoidiset korkeudet muuntaa N60- tai N2000-korkeuksiksi. (Bilker-Koivula 2008, 12–13.)



Kuvio 3. FIN2005N00- ja FIN2000-geoidimallit ja niiden väliset erot (FGI 2015b)

2.4 Koordinaattien muuntaminen

Koordinaattien muuntamisesta puhutaan, kun halutaan muuttaa koordinaatteja koordinaattijärjestelmästä toiseen tai muuntaa niiden esitystapaa toisenlaiseksi. Koordinaatteja muunnetaan, kun halutaan muuttaa aineisto organisaation käyttämään koordinaatistoon, tai kun mittaukset on suoritettu erilliskoordinaatistoon ja nämä mittaukset halutaan siirtää valtakunnalliseen koordinaatistoon. Muunnokset jaetaan siis kahteen ryhmään: koordinaattimuunnoksiin ja koordinaattikonversioihin. (Maanmittauslaitos 2015l.)

2.4.1 Koordinaattimuunnokset

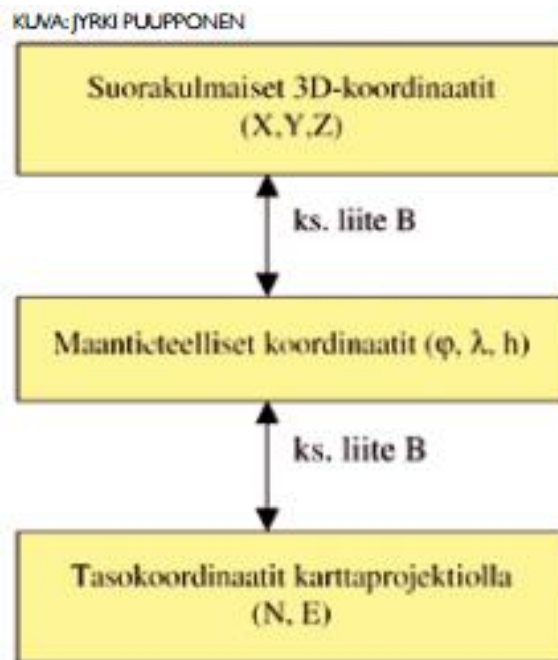
Koordinaattimuunnoksina voidaan pitää esimerkiksi KKJ- ja ETRS-TM35FIN-järjestelmien välistä tasomuunnosta. Tämä muunnos toteutetaan käyttäen muunnosparametreja, jotka on määritetty koordinaatistojen yhteisten pisteiden avulla. Koordinaattimuunnokseen syntyy aina muunnosvirheitä johtuen muunnospisteiden mittausvirheistä, eli käytännössä muunnoksessa ei synny uutta virhettä, vaan siinä vanha virhe siirtyy järjestelmästä uuteen. (Maanmittauslaitos 2015m; Puupponen 2012, 23–24.)

Yleisimmät muunnostavat ovat Helmert-muunnos ja affiininen muunnos. Lineaarinen yhdenmuotoisuusmuunnos eli Helmert-muunnos on matemaattinen muunnos, jonka avulla voidaan muuttaa kohteita kahden suorakulmaisen koordinaatiston välillä. Koordinaattimuunnoksessa koordinaatit muutetaan sivujärjestelmästä haluttuun pääjärjestelmään. Muunnoksessa huomioidaan origon erot, akselin kierto sekä mittakaavaerot. Affiinisessä muunnoksessa koordinaatisto siirretään ja akseli kierretään, mutta mittakaavaa muunnetaan kertoimien avulla x- ja y-akselien suunnissa. Affiininen muunnos ei tuota vastaavanlaisia aluemaisia muotoja eli neliöt muotoutuvat suunnikkaiksi, mutta käytännössä mittakaavaerot eri akseleilla ovat hyvin pieniä. Muunnos on kuitenkin käytössä joustavampi kuin Helmert-muunnos, jolloin sillä päästään usein parempaan muunnostarkkuuteen. (Laurila 2010, 75; Puupponen 2012, 24.)

2.4.2 Koordinaattikonversio

Koordinaattikonversio on muodoltaan matemaattinen operaatio, jossa koordinaatit konvertoidaan eli muutetaan saman järjestelmän sisällä. Konversiota käytetään, kun halutaan muuttaa esimerkiksi projektiokaistaa. Koordinaattikonversiolla muutettuun aineistoon ei synny prosessissa muunnosvirhettä, jos laskentatarkkuus eli desimaalien määrä on riittävä. Yleisesti koordinaattikonversiot on ohjelmoitu paikkatieto-ohjelmistoihin eikä käyttäjän tarvitse perehtyä tarkemmin tekniseen taustaan. Esimerkiksi KKJ:ssä kaistan vaihto 2-kaistasta 3-

kaistaan on koordinaattikonversio kuin myös kaistanvaihto ETRS-GK28-kaistasta ETRS-GK27:ään. Koordinaattikonversiota käytetään konvertoitaessa suorakulmaisia kolmiulotteisia koordinaatteja maantieteellisiksi, tai konvertoitaessa maantieteelliset koordinaatit tasokoordinaateiksi (Kuvio 4). (Maanmittauslaitos 2015m; Puupponen 2008, 28.)



Kuvio 4. Koordinaattikonversio koordinaattijärjestelmässä (Puupponen 2008, 28)

3 PAIKKATIETO

Paikkatiedolla tarkoitetaan kaikkea tietoa, joka viittaa sijaintiin, ja se koostuu sekä sijainti- että ominaisuustiedosta. Sijaintitieto ilmoitetaan yleensä koordinaatteina, mutta sitä voi kuvata myös paikkakunnan nimi tai osoite. Ominaisuustiedolla puolestaan voidaan tarkoittaa esimerkiksi tarkasteltavan alueen maaperän laatua, teiden kuntoa tai liito-oravahavaintoja. Paikkatieto muodostaa edelleen paikkatietoaineiston, jonka käsittely tapahtuu nykypäivänä tietokonepohjaisissa tietojärjestelmissä. Nämä paikkatietojärjestelmät ovat kokonaisuuksia, joilla sekä kerätään, tallennetaan, käsitellään, ylläpidetään että jaetaan paikkatietoa. Näitä paikkatietojärjestelmiä kuvataan termillä GIS (Geographic Information System). (Esri Finland 2015a.)

3.1 Paikkatietojärjestelmä

Paikkatietojärjestelmä on kokonaisuus, joka muodostuu neljästä päätekijästä. Laitteet, paikkatieto-ohjelmistot ja -aineistot sekä niiden käyttäjät muodostavat ympäristön, joka mahdollistaa erilaisten maantieteellisten tietojen yhdistämisen ja katselemisen päällekkäisinä kerroksina samanaikaisesti. Näin voidaan hahmottaa ja ymmärtää ympäröivää todellisuutta paremmin. (Esri Finland 2015a; Kennedy 2013, 32.)

Paikkatietoa tutkitaan ja käsitellään paikkatieto-ohjelmiston avulla. Paikkatieto-ohjelmassa kohteet (esimerkiksi vesistöt, tiet ja rakennukset) esitetään päällekkäisinä karttatasoina. Paikkatietoanalyysien avulla voidaan tutkia kohteiden ja ilmiöiden syy-seuraussuhteita ja näin saada tutkittua sellaista tietoa, joka olisi ollut vaikeaa tai jopa mahdotonta havaita. Paikkatiedosta ja analyyseistä tulkittavat tulokset esitetään useimmiten kartoilla, mikä mahdollistaa visuaalisen havainnollistamisen. (Esri Finland 2015a; Kennedy 2013, 32–33.)

3.2 Paikkatietoaineistot

Digitaalisessa muodossa oleva paikkatieto jaetaan kahteen eri muotoon: rasterimuotoisiin ja vektorimuotoisiin paikkatietoaineistoihin. Usein näitä paikkatietoaineistojen muotoja käytetään yhdessä, mutta yksinäänkin ne soveltuvat erilaisien ilmiöiden kuvaamiseen. Rasteri- ja vektorimuodoilla on kuitenkin omat käyttötarkoituksensa ja rajoitteensa paikkatietojärjestelmän sisällä. (Paikkaoppi 2015.)

Rasterimuotoinen paikkatietoaineisto on kuvamuotoinen paikkatietoaineisto, joka koostuu säännöllisistä ja tasakokoisista ruuduista eli pikseleistä. Rasterimuodossa pikselin koko määrittää aineiston tarkkuuden, sen väri ja sävy kuvastavat siihen tallennettua ominaisuustietoa ja kohteen sijainti määrittyy pikselin sijoittumisesta pikseliruudukkoon. Tarkempi resoluutio tarkoittaa parempaa sijaintitarkkuutta. Yleisimpiä käytössä olevia rasterimuotoisia paikkatietoaineistoja ovat ilma- ja satelliittikuvat sekä tietokoneelle skannatut paperikartat. Rasterimuotoisen paikkatietoaineiston etu vektorimuotoon verrattuna on sen kyky esittää niin kutsuttuja jatkuvia ilmiöitä. (Paikkatietoverkosto 2014, 8.)

Rasterimuotoisen aineiston julkaisemisessa suositellaan ensisijaisesti käyttämään TIFF- tai PNG-kuvaformaatteja, mutta yleisesti käytetään myös JPEG- ja JPEG2000-kuvaformaatteja. Kuvien georeferoimiseksi eli kiinnittämiseksi koordinaatistoon käytetään WORLD-tiedostoja. Nämä tiedostot ovat tfw-, pgw-, jgw- tai j2w-muotoisia, jotka asettavat kuvan oikein koordinaatistoon ja korrelaatioon. (Paikkatietoverkosto 2014, 8.)

Vektorimuotoinen paikkatietoaineisto kuvataan pikseleiden sijasta pisteinä, useita pisteitä yhdistävinä viivoina ja viivojen rajaamina alueina eli polygoneina. Vektoriobjekteja muodostaessa kullekin pisteelle määritetään niiden koordinaatit. Vektorimuotoista paikkatietoaineistoa voidaan kuvata taulukkona, johon on tallennettu kohteen sijainti- ja ominaisuustieto. Tällaisen vektoriaineiston visualisoiminen toteutetaan paikkatieto-ohjelmiston avulla. Vektorimuotoisen paikkatietoaineiston etu verrattuna rasterimuotoon on sen kyky kuvata kohteita

den todellisia muotoja. Vektoriformaatit jaotellaan kohderyhmän ja käyttötapojen mukaan. (Paikkatietoverkosto 2014, 7–8.)

Yleisesti käytettyjä vektoriformaatteja ovat GIS-ohjelmistopohjaiset Shapefile ja TAB, jotka ovat yleiskäyttöisiä formaatteja tiedon tuottajalle, käyttäjälle ja jatkojalostajalle. Suuren yleisön katselukäyttöön on olemassa KML-formaatti ja sovelluskehittäjille GeoJSON, kun taas GML- ja OGC-Geopackage-formaatteja käytetään avoimina ohjelmistoriippumattomina formaatteina. Edellä mainittujen lisäksi yksinkertaista CSV-tekstitiedostoa voidaan pitää vektoriformaattina, koska siinä tietokenttä voi sisältää kohteen sijainti- ja ominaisuustiedon. (Paikkatietoverkosto 2014, 7–8.)

Rajapinnoilla tarkoitetaan palvelua ja palvelua hyödyntävän ohjelmiston välistä määritettyä ohjelmallista yhteyttä (service interface), jonka tukemat palvelut ovat määritelty etukäteen rajapintakuvauksessa. Rajapinta määrittelee joukon palvelun tukemia toimintoja, kuvaa näihin liittyvät parametrit ja toimintotyypit sekä koostaa operaatioiden ja parametrien merkityksen. Periaatteena rajapinnassa on se, että asiakassovelluksen ei tarvitse tietää mitään palvelun sisäisestä toteuttamisesta, vaan kommunikoi ennalta määritetyn rajapintapalvelun kanssa. (JUHTA 2013, 5.)

Yleisimmin käytetyt rajapintapalvelut ovat erilaisia katselu- ja latausrajapintoja. Rajapinnat jaotellaan ensisijaisiin ja toissijaisiin rajapintoihin. Ensisijaiset rajapintateknologiat perustuvat OGC:n (Oper Geospatial Consortium) eli kansainvälisen vapaaehtoisuusperusteisen standardiorganisaation määrittelemiін standardeihin. (Paikkatietoverkosto 2014, 11; Lovett & Appleton 2008, 187.)

Ensisijaisia rasterimuotoisia rajapintapalveluja ovat muun muassa WMS (Web Map Service) ja WMTS (Web Map Tile Service). Hilamuotoisen paikkatiedon rajapintana käytetään WFC-palvelua (Web Coverage Service) ja vektorimuotoisen aineiston rajapintana käytetään WFS-palvelua (Web Feature Service). WFS-rajapinta ei sovellu laajojen aineistojen jakamiseen, vaan tällöin käytetään tiedostopalveluita, kuten ATOM-syötettä. Metatietojen välityksessä käytetään

CSW-rajapintaa. Toissijaiset rajapintapalvelut ovat erityistarpeisiin kehitettyjä rajapintoja ja paikkatietosisältöjen osalta ne eivät ole avoimien standardien mukaisia. REST-rajapinnat (Representational State Transfer) soveltuvat tähän käyttöön ominaisuuksiensa puolesta. (Paikkatietoverkosto 2014, 11; JUHTA 2013, 5.)

XML ja JSON ovat rajapinnoissa yleisesti käytettyjä formaatteja. XML (Extensible Markup Language) on merkintäkieli, jossa tiedon merkitys kuvaillaan tiedon sekaan. Sitä käytetään myös tiedonvälitysformaattina järjestelmien välillä, ja sen etuna on luettavuus sekä koneellisesti että käyttäjäpohjaisesti. JSON (JavaScript Object Notation) on puolestaan tiedonsiirtomuoto, jota käytetään JavaScript-sovelluksissa ja -ohjelmointiympäristöissä. (Eteläaho 2015.)

3.3 Paikkatiedon tuottaminen

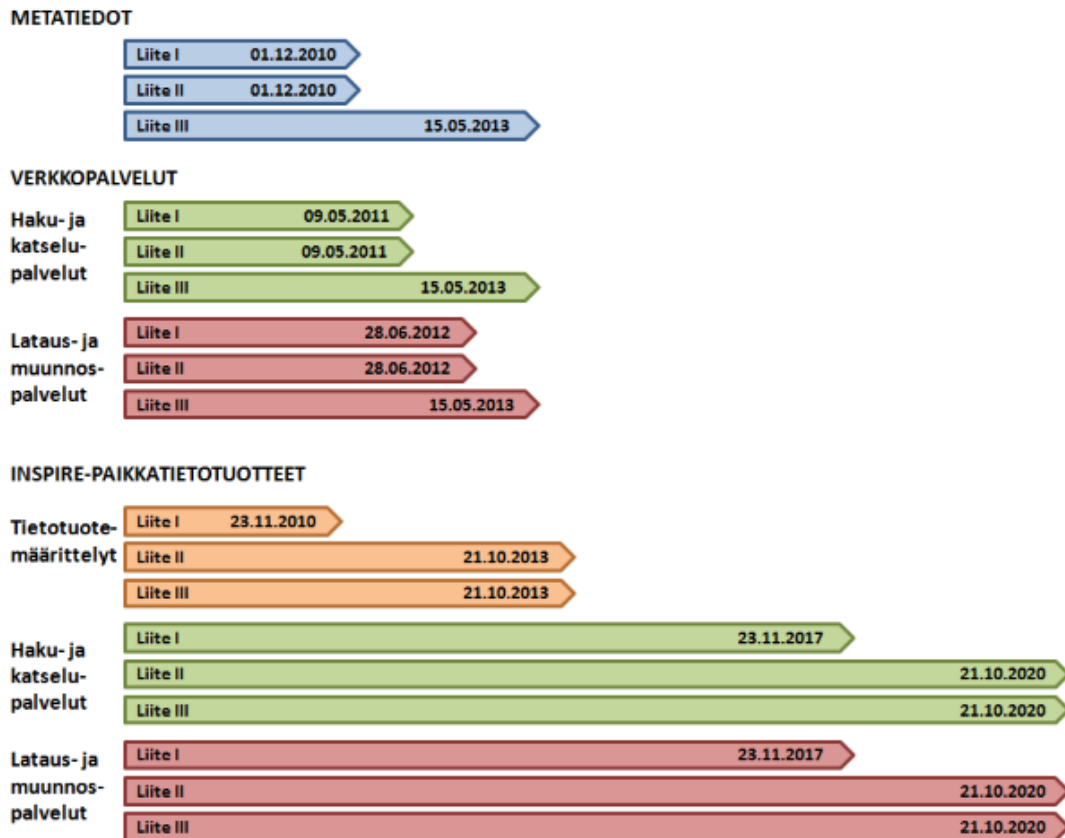
Paikkatietoa on saatavilla Suomessa monelta eri tuottajalta. Paikkatietoa kerää valtion virastot, yksityiset yritykset, organisaatiot ja yksityiset ihmiset. Suomea voidaan kutsua yhdeksi maailman parhaiten kartoitetummaksi maaksi, koska tietoa kerätään laajasti maastosta ja Suomen asukkaista. Esimerkiksi Maanmittauslaitos on tuottanut maastotietokannan koko maan maastokartoista, josta on mahdollista tutkia kohteiden geometrisiä tietoja sekä kohteiden ominaisuustietoja. Samalla tavalla kiinteistökartat, luonnonsuojelualueet, tierekisterit ja muut vastaavat rajaukset tallennetaan tietokantamuotoon, jossa yhdistyvät sijainti- ja ominaisuustieto. (Löytönen ym. 2003, 110–111.)

Suomen paikkatietoaineistojen keräämisestä ja tuottamisesta vastaa useimpien joku valtion laitos kuten Maanmittauslaitos, Suomen ympäristökeskus, Metsäntutkimuslaitos, Tilastokeskus, Väestörekisterikeskus tai Ilmatieteen laitos. Ne keräävät kattavan paikkatietoaineistokokoelman omista erityisaloistaan ja pitävät ne ajan tasalla. Euroopan unionin laatiman INSPIRE-direktiivin myötä tietyt viranomaiset ovat velvoitettuja kuvailemaan ja asettamaan direktiivin vaa-

timia paikkatietoaineistoja tietoverkon välityksellä käyttäjien saataville. (Löytönen ym. 2003, 112–113; Esri Finland 2015b.)

3.4 INSPIRE-direktiivi

INSPIRE-direktiivi (Infrastructure for Spatial Information in Europe) on Euroopan unionin direktiivi, jonka avulla kansallisista paikkatietoaineistoista ja -palveluista luodaan Euroopan unionin jäsenmaille yhteinen, yhtenäinen ja helposti hyödynnettävissä oleva paikkatietoinfrastruktura. Se tähtää paikkatietoaineistojen yhteentoimivuuteen, viranomaisten yhteistyön kehittämiseen sekä monipuolisten kansalaispalvelujen kehittämiseen. Direktiivi ohjaa ja määrittää viranomaisille tavat ja aikataulun, miten ja milloin palvelujen vaiheistukset tulee toteuttaa (Kuvio 5). Direktiivin määrittelemiä osia paikkatietoinfrastrukturaan ovat metatiedot, paikkatietoaineistot, palvelut, käyttöä koskevat sopimukset sekä raportoinnit ja seuranta. Suomen kansalliset vaatimukset paikkatietoinfrastrukturaan on määriteltä omassa laissaan, jonka tarkoituksena on parantaa viranomaisten paikkatietojen saatavuutta ja käyttämistä luomalla yhtenäinen paikkatietoinfrastruktura sekä saattaa sen palvelut yleiseen käyttöön. (Paikkatietoikkuna 2015a; Laki paikkatietoinfrastrukturaan 421/2009, 1:1 §.)



Kuvio 5. INSPIRE-direktiivin toteutusaikataulu (Paikkatietoikkuna 2015b)

3.5 Julkisen hallinnon suositukset

JHS-järjestelmän suositukset ohjaavat valtion- ja kunnallishallinnon tietohallintoa. Julkisen hallinnon suositus voi sisällöltään olla julkishallinnossa käytettäväksi tarkoitettu yhtenäinen menettelytapa, määrittely tai ohje. JHS-järjestelmän tarkoituksena on parantaa tietojärjestelmien ja niihin liittyvien tietojen yhteentoimivuutta sekä luoda edellytykset hallinto- ja sektorirajoista riippumatta toimintojen kehittämiseksi. Lisäksi järjestelmä pyrkii tehostamaan olemassa olevan tiedon hyödyntämistä. Suositusten tarkoitus on minimoida päällekkäistä kehittämistyötä, ohjata tietojärjestelmien kehittämistä ja saada aikaan yhdenmukaisia ja toimivia käytäntöjä julkishallinnon ja erityisesti julkisten organisaatioiden tietohallintoon. Julkisen hallinnon tietohallinnon neuvottelukunta JUHTA vastaa suositusten hyväksymisestä ja ohjaa JHS-jaoston toimintaa. (JUHTA 2015.)

Julkisen hallinnon suosituksien painopisteet ovat:

- Tietojärjestelmien yhteentoimivuus
- Yhteisten tietovarantojen hyödyntäminen
- Asiointikäyttöliittymät
- Tietojen käsittelyyn liittyvä tietoturva ja tietosuoja
- Palvelujen kehittämistä tukevat hyvät käytännöt (JUHTA 2015).

3.6 Paikkatietoanalyysit

Paikkatietoanalyysien hyödyntäminen ja niiden mahdollistamat hyödyt ovat rajoittomat. Paikkatietoanalyysillä voidaan ratkaista monia ongelmia tai tuottaa tutkittua tietoa päätöksenteon tueksi. Esimerkiksi tyypillisiä käyttökohteita voi kaupan alalla olla palveluverkoston tai kauppapaikkojen verkostanalyysi, kysynnän kartoittaminen, markkinoiden ja viestinnän kohdentaminen, raportointi sekä tuloksien seuranta. Maa-ainestoinnin näkökulmasta paikkatietoanalyysillä voidaan esimerkiksi paljastaa otollisimmat toiminta-alueet asettamalla toiminnalle ja toiminta-alueelle laskennalliset kartografiset ehdot. Analyysillä voidaan myös alustavasti arvioida ehtojen mukaisten toimintaedellytysten täytymistä taajama-alueiden tai muiden häiriintyvien kohteiden läheisyydessä. Kun paikkatieto liitetään osaksi liiketoimintatietoa, voidaan käsitellä tuhansia rivejä tietoa havainnollistavasti kartalla. (Esri Finland 2015c.)

Geometrinen tieto esitetään sovelluskohtaisesti. Vaihtoehdot esittämiseen ovat vektorimuoto, rasterimuoto tai dynaamiseen segmentointiin perustuvat muodot. Vektorimuoto sopii erityisesti ominaisuusmuutosten ja tarkkoja rajalinjoja sisältävien aineistojen kuvaamiseen. Rasterimuoto sopii kuvaamaan pieniäkin muutoksia, vaihteluita ja jatkuvia ominaisuuspintoja. Dynaaminen segmentointi sopii erityisesti nauhamaisten kohteiden ja sen segmenteissä sijaitsevien kohteiden kuvaamiseen. Paikkatietojärjestelmien ohjelmakohtaiset työkalut vaihtelevat, mutta muokkaus- ja analysointiritiinit luovat liittymän tietokantaan, aineiston yleistämiseen, luokitteluun ja uudelleen luokitteluun, pinta-alojen, vii-

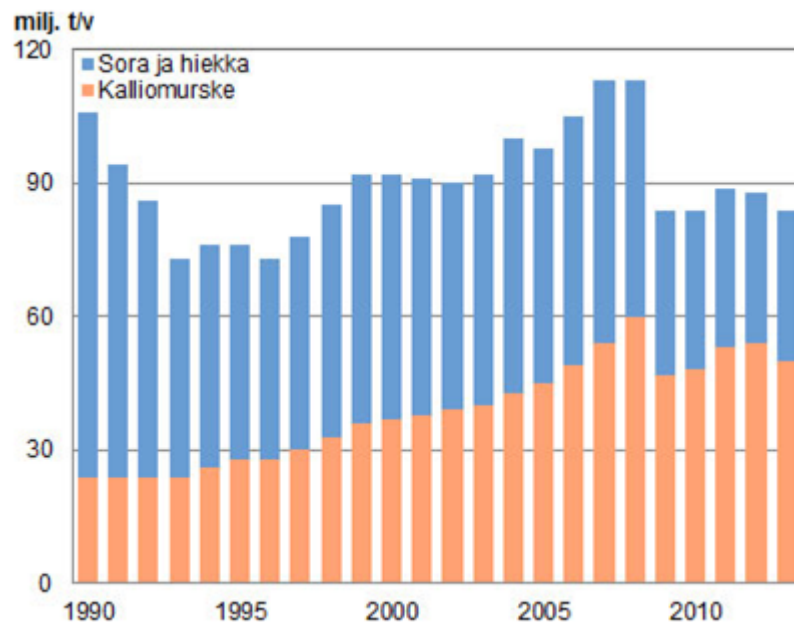
vojen pituuksien ja pisteiden väliseen laskentaan, leikkausanalyyseihin, vaikutusalueanalyyseihin, verkoston hallintaan, koealatiedoston yleistämiseen ja korkeusmallien hallintaan sekä analysointiin. (Tokola & Kalliovirta 2003, 1.)

Paikkatietoanalyysit voidaan jakaa kolmeen ryhmään: paikkatietoihin kohdistuviksi analyyseiksi, ominaisuustietoihin kohdistuviksi analyyseiksi, sijainti- ja ominaisuustietoihin kohdistuviksi analyyseiksi sekä näiden tulostuksien muotoilemisiin. Paikkatietoihin kohdistuvat analyysit liittyvät lähinnä tiedon esikäsitteilyyn eli karttojen formaattimuunnoksiin, projektiomuunnoksiin, reunan vertailuun, muokkaamiseen, yhteensovittamiseen ja suodattamiseen. Ominaisuustietoihin kohdistuvat analyysit kattavat kyselyt ja ominaisuustietojen ylläpidon. Sijaintiin ja ominaisuustietoihin kohdistuvat analyysit kattavat varsinaiset mallipohjaiset analyysit kuten overlay-, naapuruus- ja yhdistettävyysopeeraatiot. Analyysistä riippuen toteutetaan ne vektori- tai rasterimuodossa. (Tokola & Kalliovirta 2003, 2.)

Paikkatietoanalyysit mahdollistavat uudenlaisia näkökulmia ja tuovat tukea myös päätöksentekoon. Päätöksenteossa käytettävä tieto voi perustua taustatutkimuksiin, tutkimusaineistoon tai analyyseihin. Perinteisten analyysien lisäksi voidaan käyttää matemaattisia muuttujia, matriiseja tai todennäköisyyksiä haluttujen tuloksien saavuttamiseksi. Päätöksenteossa on kuitenkin otettava huomioon se, onko tutkittava ilmiö jatkuva vai yksittäinen tapahtuma. (Lovett & Appleton 2008, 80, 135–136; Kennedy 2013, 398.)

4 MAA-AINESTOIMINTA

Kivi- ja maa-aineksia käytetään Suomessa kaikenlaiseen rakentamiseen noin 85 miljoonaa tonnia vuodessa (Kuvio 6). Tästä yli puolet on jalostettu, koska Suomen olot vaativat roudankestäviä raaka-aineita. Käytännössä tämä merkitsee suurta kiviaineksien kulutusta. Suurin osa käytettävästä kiviaineksesta on soraa, hiekkaa sekä kalliosta louhittua ja jalostettua kiviainesta. Suomen laatuvaatimukset sekä EU:n standardivaatimukset asettavat kiviaineksille kovat kriteerit, esimerkiksi betoniteollisuus tarvitsee korkealaatuista hiekkaa betonin sidosaineeksi ja samalla lailla asfalttiteollisuus tarvitsee kovaa kalliokiviainesta tien korkean laadun varmistamiseksi. Maa-ainesalan liikevaihto kuljetuksineen vuodessa on noin 500 miljoonaa euroa. Soran käyttöä on viime aikoina hillinnyt pohjaveden suojelun rajoitteet sekä pula soravarannoista. Nykyisin jopa kaksi kolmasosaa käytettävästä maa-aineksesta on kalliomursketta. (Morenia 2015b; Ympäristöhallinto 2014.)



Kuvio 6. Soran ja kalliokiven otto 1990–2013 Suomessa (Ympäristöhallinto 2014)

4.1 Morenia Oy

Morenia Oy on koko maan kattava kiviainesalan toimija Suomessa ja lähialueilla, ja sen palvelukokonaisuuteen kuuluu varantojen hallinta, kiviaineksien tuotanto ja toimitukset sekä OKTO-rakennustuotteiden myynti ja markkinointi. Morenia Oy tuottaa laadukkaita CE-merkittyjä kiviainestuotteita monipuolisesti rakentamisen, teollisuuden, kuntien ja kaupunkien tarpeisiin. Yrityksen vahvuus perustuu laajaan palveluverkostoon, monipuoliseen tuotekokonaisuuteen, korkeaan laatuun sekä ympäristöosaamiseen. Morenia Oy on yksi suurimmista kiviainestoimintaan erikoistuneista toimijoista. Toiminnan perusta on asiakaslähttäisyys ja aito halu auttaa asiakkaita kaikissa kiviainestoimintaan liittyvissä kysymyksissä. Morenia Oy on osa Andament Group -konsernia. (Morenia 2015a.)

Vuonna 2014 Morenialla oli käytössään noin 150 maa-aineslupaa eripuolilla Suomea. Maa-ainesalueiden hallinta jakautuu omistus-, vuokra-, käyttöoikeus- tai projektialueisiin. Yhtiön liikevaihto on noin 27 miljoonaa euroa ja kiviainesta myydään vuosittain noin viisi miljoonaa tonnia. (Karhu 2014.)

4.2 Ottamistoiminta

Maa-ainesten ottaminen on vahvasti lain säätelemää toimintaa. Maa-ainesten ottamistoiminnan prosessi lähtee maa-aineslupahakemuksen ja ottamissuunnitelman laatimisesta. Ottamissuunnitelman sisällöstä säädetään valtioneuvoksen asetuksessa (926/2005). Ottamistoiminta voi alkaa kunnan käsiteltyä lupahakemuksen, ja kun lupaehtojen mukaiset vakuudet on asetettu. Ympäristöviranomaisen suorittamassa alkutarkastuksessa varmistetaan, että lupaehtojen edellyttämät valmistelevat toimenpiteet on toteutettu alueella. Tällaisia toimenpiteitä ovat muun muassa ottamis- ja kaivualueen merkitseminen maastoon, pohjavesien havaintoputkien asentaminen, vesinäytteiden otto, varoituskilpien, lippusiimojen ja aitauksien asennus, lupaehtojen edellyttämät liikennejärjestelyt sekä poltto- ja voiteluaineiden käsittelyalueiden rakenteiden tarkastaminen. Maa-ainestoiminnan lupaehdot on määritetty maa-aines- ja ympäristölupapä-

töksissä. Lupaehtojen toteutumista seurataan vuosittain viranomaisten toimesta. Luvanhaltija on velvoitettu seuraamaan toiminnan etenemistä muun muassa tarkkailemalla ottamistasoa ja mahdollista pohjavesipinnan korkeutta. Toiminnan päätyttyä maa-aineesalue maisemoidaan ottosuunnitelman mukaisesti. Viranomaisen tekemän lopputarkastuksen jälkeen maisemointitakaus palautetaan luvanhaltijalle. Toteutuneet maa-ainesten ottomäärät ilmoitetaan vuosittain ympäristöhallinnon maa-ainesten ottorekisteriin (NOTTO-tietokanta). (Morenia 2015b; Karhu 2014; Ympäristöministeriö 2009, 45–46.)

4.3 Maa-ainestoimintaa säätelevät lait ja säännökset

Maa-aineeslaissa ja valtioneuvoston asettamissa asetuksissa määritetään maa-ainesten ottamista. Maa-aineeslain ja muiden lakien tavoitteena on suojata ympäristön kestävä kehitystä siten, että maa-ainesten ja ympäristön tila turvataan sekä määrällisesti että laadullisesti myös tulevien sukupolvien käyttöön. Maa-ainesten ottamisen kannalta tärkeimmät lait on lueteltu kuviossa 7. (Valtiovainministeriö 2012, 4–5.)



Kuvio 7. Keskeisimmät maa-ainestoimintaa säätelevistä laista (Ympäristöministeriö 2009, 18)

4.3.1 Maa-aineslaki ja maa-ainesasetus

Maa-aineslaki sääntelee maa-ainesten ottamista lupamenettelyn kautta. Maa-aineslain tarkoitus on ohjata maa-ainesten ottamista siten, että luonnon, maiseman ja eräiden muiden ympäristöarvojen suojelu voidaan turvata kestävästä kehitystä tukevalla tavalla. Maa-aineslakia sovelletaan kiven, soran, hiekan, saven ja mullan ottamiseen pois kuljetettavaksi taikka paikalla varastoitavaksi tai jalostettavaksi. Laki ei kuitenkaan koske kaivoslakiin perustuvaa ainestenottamista; rakentamisen yhteydessä irrotettujen ainesten ottamista ja hyväksikäyttöä, kun siihen on viranomaisten lupa tai hyväksymä suunnitelma tai vesialueella tapahtuvaa ainesten ottamista silloin, kun siihen on vesilain mukaan oltava ympäristölupaviraston lupa. (Ympäristöministeriö 2009, 13.)

Maa-ainesten ottamisesta ei saa lain mukaan aiheutua:

- 1) ”kauniin maisemakuvan turmeltumista;
- 2) luonnon merkittävien kauneusarvojen tai erikoisten luonnonesiintymien tuhoutumista;
- 3) huomattavia tai laajalle ulottuvia vahingollisia muutoksia luonnonolosuhteissa; tai
- 4) tärkeän tai muun vedenhankintakäyttöön soveltuvan pohjavesialueen veden laadun tai antoisuuden vaarantuminen, jollei siihen ole saatu vesilain mukaista lupaa” (Maa-aineslaki 555/1981 1:3 §).

Ottamispaikat on sijoitettava ja maa-ainesten ottaminen on järjestettävä siten, että ottamisen vahingollinen vaikutus luontoon ja maisemakuvaan olisi mahdollisimman vähäinen. Maa-aineseesiintymää tulee myös hyödyntää säästeliäästi eikä toiminnasta saa aiheutua asutukselle tai ympäristölle vaaraa tai kohtuullisin kustannuksin vältettävissä olevaa haittaa. Maa-aineslaissa tarkoitettuun ainesten ottamiseen on saatava lupa, jota haetaan kunnan lupaviranomaiselta. Lupa on kuitenkin tarpeeton, mikäli aineksia otetaan kotitarvekäyttöä varten. Maa-ainesten ottamista kunnassa valvoo ja ohjaa kunnan valvontaviranomainen, kun

taas elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus valvoo ja ohjaa maa-aineslain mukaista toimintaa alueellaan. Ympäristöministeriölle kuuluu lain mukaisen toiminnan yleinen ohjaus, seuranta ja kehittäminen. (Maa-aineslaki 555/1981 1:3 §, 1:4 a §.)

Maa-ainesasetus tarkentaa maa-aineslakia erilaisin säädöksin. Asetus muun muassa täsmentää vaiheita, joita maa-ainesluvan hakeminen, saaminen ja toimeenpano edellyttävät ja velvoittaa luvan hakijaa sisällyttämään ottosuunnitelmaan tarvittavat lausunnot ja kuulemiset. Lupapäätöksen sisällöstä, tarkastusmenettelystä ja toimenpiteistä luvan voimassaoloaikana säädetään myös asetuksessa. (Maa-ainesasetus 926/2005.)

4.3.2 Ympäristönsuojelulaki, ympäristönsuojeluasetus ja valtioneuvoston asetus

Ympäristönsuojelulakia sovelletaan jätteen käsittelyyn ja sellaiseen toimintaan, josta voi aiheutua ympäristön pilaantumista, sekä toimintaan, jossa syntyy jätettä. Lain tavoitteena on

- 1) ehkäistä ympäristön pilaantumista ja sen vaaraa, ehkäistä ja vähentää päästöjä sekä poistaa pilaantumisesta aiheutuvia haittoja ja torjua ympäristövahinkoja;
- 2) turvata terveellinen ja viihtyisä sekä luonnontaloudellisesti kestävä ja monimuotoinen ympäristö, tukea kestävää kehitystä sekä torjua ilmastonmuutosta;
- 3) edistää luonnonvarojen kestävää käyttöä sekä vähentää jätteen määrää ja haitallisuutta ja ehkäistä jätteistä aiheutuvia haitallisia vaikutuksia;
- 4) tehostaa ympäristöä pilaavan toiminnan vaikutusten arviointia ja huomioon ottamista kokonaisuutena; sekä

5) parantaa kansalaisten mahdollisuuksia vaikuttaa ympäristöä koskevaan päätöksentekoon.” (Ympäristönsuojelulaki 527/2014 1:1 §, 1:2 §.)

Ympäristönsuojelulaki uudistettiin vuonna 2014 ja tällä uudistuksella tuotiin Euroopan unionin teollisuuspäästödirektiivi osaksi Suomen lainsäädäntöä. Uudistuksen keskeisin tavoite on tehostaa ympäristönsuojeluun liittyviä lupamenettelyitä ja niiden valvontaa. Myös vuonna 2014 uusittu ympäristönsuojeluasetus säättää lupaviranomaisen toimivallasta ja se tarkentaa ympäristölupahakemuksen sisältövaatimuksia. Asetuksessa säädetään ympäristölupahakemuksen vaiheista aina käsittelystä lupapäätökseen sekä ilmoitus-, valvonta- ja seurantamenettelyistä. Asetus sisältää myös erinäisiä säännöksiä, jotka määrittelevät muun muassa lupa- ja valvontaviranomaisten yhteistyötä, tietojärjestelmiin tehtäviä merkintöjä sekä asiantuntijaviranomaiset ja -laitokset. (Ympäristöministeriö 2014; Ympäristönsuojeluasetus 713/2014.)

Valtioneuvosto on säätänyt ympäristönsuojelulain nojalla kivenlouhimojen, muun kivenlouhinnan ja kivenmurskaamojen ympäristönsuojelusta erillisellä asetuksella. Asetuksen mukaan maa-ainesten ottamiseen liittyvä kivenlouhinta ja murskaamo tarvitsevat maa-ainesluvan lisäksi ympäristönsuojelulain mukaisen ympäristöluvan, jotka ovat keskenään rinnakkaisia. Lupien käsittely ja myöntäminen ovat siis periaatteessa toisistaan riippumattomia, vaikka lupapäätösten olisi hyvä olla yhteen sovitettua ristiriitaisten lupamääräysten välttämiseksi. (Valtioneuvoston asetus kivenlouhimojen, muun kivenlouhinnan ja kivenmurskaamojen ympäristönsuojelusta 800/2010; Ympäristöministeriö 2009, 18.)

4.3.3 Luonnonsuojelulaki

Luonnonsuojelulakia sovelletaan luonnon ja maiseman suojeluun ja hoitoon. Lain tavoitteena on

- 1) ”luonnon monimuotoisuuden ylläpitäminen;
- 2) luonnonkauneuden ja maisema-arvojen vaaliminen;
- 3) luonnonvarojen ja luonnonympäristön kestävän käytön tukeminen;
- 4) luonnontuntemuksen ja yleisen luonnonharrastuksen lisääminen; sekä
- 5) luonnontutkimuksen edistäminen.” (Luonnonsuojelulaki 1096/1996 1:1 §, 1:2 §.)

Lain tavoitteisiin pyritään laissa säädetyin keinoin, jotka voidaan jakaa kahteen pääluokkaan: luonnonsuojelullisesti ja maisemallisesti arvokkaat alueet rauhoitetaan rajoittamalla niiden käyttöä, ja erikseen määritellyt eläin- ja kasvilajit suojellaan kieltämällä niiden tappaminen ja häirintä. Uhanalaiset ja erityisesti suojellut lajit ovat eliölajien suojelussa maa-ainesten ottamisen kannalta huomionarvoisia. Yhä useamman lajin suojelun onnistuminen edellyttää niille tärkeiden elinympäristöjen turvaamista, minkä luonnonsuojelulaki mahdollistaa. Luonnonsuojelualueen yksistä perustamisedellytyksistä onkin se, että alueella elää tai on uhanalainen eliölaji. Muita perustamisedellytyksiä on muun muassa erikoinen tai harvinainen luonnonmuodostuma tai alue on erityisen luonnonkaunis. Luonnonsuojelualueiden perustamisedellytyksistä on myös säädetty luonnonsuojelulaissa. Luonnonsuojelualueilla on yleisesti kielletty luontoa muuttava toiminta, mutta myös liikkumista, leiryty mistä ja mairinnousua voidaan alueilla rajoittaa, ja myös maa-ainesten ottaminen on lähtökohtaisesti kielletty. (Ympäristöministeriö 2009, 19–20.)

4.3.4 Maankäyttö- ja rakennuslaki sekä maankäyttö- ja rakennusasetus

Maankäyttö- ja rakennuslaissa säädetään alueiden ja rakennusten suunnittelusta, rakentamisesta sekä käytöstä. *”Lain tavoitteena on järjestää alueiden käyttö ja rakentaminen niin, että siinä luodaan edellytykset hyvälle elinympäristölle sekä edistetään ekologisesti, taloudellisesti, sosiaalisesti ja kulttuurisesti kestä-*

vää kehitystä.” Maakuntakaava sisältää yleispiirteisen suunnitelman alueiden käytöstä maakunnassa tai sen osa-alueella, kun taas kunnat ohjaavat ja järjestävät alueiden käyttöä laatimalla yleiskaavoja ja niihin perustuvia asemakaavoja. (Maankäyttö- ja rakennuslaki 132/1999 1:1 §, 1:2 §, 1:3 §.)

Maankäyttö- ja rakennuslain nojalla vahvistetut maakuntakaavat sekä oikeusvaikutteiset yleiskaavat toimivat tietolähteinä lupahakemuksen kohteena olevan alueen arvioinnissa. Maa-ainesten ottamisluvan myöntämisen edellytyksistä säädetään maa-aineslaissa, mutta maakuntakaavassa on yleispiirteisesti osoitettu maa-ainestenottamiseen soveltuvat alueet EO-merkinnällä. Yleiskaavalla maankäyttöä ja eri toimintoja ohjataan sekä sovitetaan yhteen kunnan alueella ja se onkin keskeinen alueiden käytön suunnitteluväline. (Ympäristöministeriö 2009, 19.)

Maankäyttö- ja rakennusasetuksen tavoitteena on täydentää ja täsmentää maankäyttö- ja rakennuslakia. Asetus tarkentaa muun muassa kaavoitusta koskevaa lainsäädäntöä ja säättää eri kaavojen laatimisvelvollisuudesta, laatimistarkkuudesta ja esitystavasta yksityiskohtaisemmin. (Maankäyttö- ja rakennusasetus 895/1999.)

4.3.5 Vesilaki

Vesilain tavoitteena on edistää, järjestää ja yhteensovittaa vesivarojen ja vesiympäristön käyttöä siten, että se olisi yhteiskunnallisesti, taloudellisesti ja ekologisesti kestävä. Vesilaki pyrkii myös ehkäisemään ja vähentämään vedestä ja vesiympäristöstä aiheutuvia haittoja sekä parantamaan niiden tilaa. (Vesilaki 2011/587 1:1 §.)

Vesilaissa on säädetty muun muassa pohjaveden muuttamiskiellosta. Tämä tarkoittaa sitä, ettei ilman aluehallintoviraston lupaa voi ryhtyä sellaisiin toimiin, joista voi aiheutua pohjaveden saannin vaikeutumista. Kielto koskee myös maa-ainesten ottamista ja muuta vastaavaa toimintaa, josta voi seurata haittaa ym-

päristölle. Vesilain mukaisessa lupamenettelyssä selvitetään, ovatko luvan myöntämisedellytykset olemassa. Vesilupa voi tulla kyseeseen silloin, kun maa-ainesten ottaminen kohdistuu pohjavedenpinnan alapuolelle, veden ottamon läheisyyteen tai laaja-alaiselle pohjavesialueelle. (Ympäristöministeriö 2009, 27; Ympäristöhallinto 2013.)

4.3.6 Laki ympäristövaikutusten arviointimenettelystä

Ympäristövaikutusten arviointimenettelylain ja -prosessin tarkoituksena on edistää ympäristövaikutusten arviointia ja huomioonottamista sekä lisätä kansalaisten tiedonsaantia ja mahdollisuutta osallistua päätöksentekoon. YVA-menettelyä sovelletaan sellaisiin hankkeisiin, joissa toimenpiteiden täytäntöönpanosta saattaa aiheutua merkittäviä muutoksia ja haittoja ympäristöön. Menettelyä sovelletaan myös sellaisiin yksittäishankkeisiin tai jo olemassa oleviin hankkeisiin, joihin muutos aiheuttaisi todennäköisesti laadultaan ja laajuudeltaan merkittäviä ympäristövaikutuksia. (Laki ympäristövaikutusten arviointimenettelystä 468/1994, 1:1 §, 2:4 §.)

YVA-asetuksen hankeluettelosta löytyy maa-ainesasioita käsittelevä oma kohtansa: luonnonvarojen otto ja käsittely. Tässä kohdassa määritellään kiven, soran ja hiekanotosta siten, että kun louhinta- tai kaivualueen koko ylittää 25 hehtaaria tai otettava maa-ainesmäärä on yli 200 000 kiintokuutiometriä, muuttuu toiminta YVA-menettelyn varaiseksi toiminnaksi. Tähän riittää se, että toinen raja-arvoista ylittyy. (Ympäristöministeriö 2009, 21–22.)

5 PAIKKATIEDON HYÖDYNTÄMINEN MAA-AINESTOIMINNASSA -OPPAAN TOTEUTUS

Paikkatietoa on hyödynnetty Morenia Oy:ssä jo vuosikymmenten ajan. Viime vuosina kuitenkin aineistojen saatavuus Suomessa on lisääntynyt huomasti. Avoimen paikkatiedon avulla saavutetaan rahallisia ja ajallisia säästöjä, sillä päällekkäisiä työvaiheita ja tutkimuksia voidaan välttää. Lisäksi kehittyvä paikkatietoteknologia on mahdollistanut sen, ettei paikkatiedon hyödyntäjän tarvitse olla täysin alan ammattilainen saadakseen haluamansa hyödyn järjestelmästä. Opinnäytetyön tuloksena syntynyt opas on luotu toimimaan paikkatietojärjestelmän käyttäjän tukena.

5.1 Toiminnallinen opinnäytetyö

Toiminnallinen opinnäytetyö on keino yhdistää toiminnallisuus, teoreettisuus, tutkimuksellisuus ja raportointi. Toiminnallisessa opinnäytetyössä tutkimustiedolla pyritään täsmentämään, rajaamaan, kehittämään ja uudistamaan toiminnallista osuutta käyttäjää palvelevaksi kokonaisuudeksi. Toiminnallinen osuus tuotetaan olemassa olevan teoreettisen tiedon avulla ja tutkimustieto kerätään kohderyhmän arvioitavana. Toiminnallisen opinnäytetyön tuloksena syntyneestä tuotteesta tai palvelusta kerätty palaute mahdollistaa toiminnallisen osuuden jatkokehityksen. Toiminnallisen opinnäytetyön aiheen rajaaminen pyritään sovitamaan tavoitellun työn sisältöön, kohderyhmään ja tilanteeseen mihin se toteutetaan ja millaisesta näkökulmasta se toteutetaan. (Vilkkä 2010, 2–8.)

Toiminnallinen opinnäytetyö on keino ratkaista toimeksiantajan ja opiskelijan kesken yhteistyössä havaittuja ongelmia. Toiminnallisen opinnäytetyön tavoite on aina luoda konkreettinen tuote tai asia. Tuote voi olla tapahtuma, kirja tai opas tietyille kohderyhmälle. Toiminnallinen opinnäytetyö toteutetaan kaksivaiheisena ja siihen sisältyy sekä raporttiosuus että tuotos. (Vilkkä 2010, 10–14; Airaksinen 2009, 7–8.)

5.2 Oppaan lähtökohdat ja tavoitteet

Vuonna 2013 Metsähallitus möi tytäryhtiönsä Morenia Oy:n kiviainesliiketoiminnan Andament Group:lle ja T. Maijala Oy:lle. Tämä muutos vaikutti myös Morenian käyttämiin paikkatieto-ohjelmistoihin, koska Metsähallituksen aikana käytössä olleesta SutiGIS-järjestelmästä luovuttiin ja tilalle alettiin kehittää omaa uutta paikkatietojärjestelmää. Selvitystyön jälkeen vuonna 2014 otettiin käyttöön ArcGIS-paikkatietojärjestelmä, jota on siitä saakka pyritty kehittämään organisaation käyttöön siten, että kaikki sen mahdollistama potentiaali olisi hyödynnettävissä.

Olen työskennellyt Morenia Oy:n alaisuudessa vuodesta 2012 lähtien. Metsähallituksen SutiGIS-järjestelmää olen käyttänyt eri työtehtävissä, kuten rajojen merkitsemisen ja kartoitusmittauksien suunnittelussa. Vuonna 2014 Moreniassa tutustuttiin uuteen paikkatietojärjestelmään, jonka tarkoituksena oli korvata aikaisempi SutiGIS-järjestelmä ja tarjota monipuolinen työkalu paikkatiedon hallitsemiseen. ArcGIS-järjestelmää kehitettäessä havaittiin eri myyntialueiden erilaiset toimintatavat paikkatietojärjestelmän käytössä. Osa käyttäjistä kaipasi järjestelmään samankaltaisia ominaisuuksia, joita vanha paikkatietojärjestelmä sisälsi, kun taas toiset toivoivat järjestelmän tarjoavan nykyaikaisempia toimintoja. Kesän 2014 aikana havaittiin potentiaalia alueellisten toimintatapojen yhteensovittamisessa ja paikkatietojärjestelmän rakenteessa.

Kesällä 2014 organisaation johdon ja toiminnan tukihenkilöstön kesken sovimme opinnäytetyön aiheeksi selvittää Morenian henkilöstölle paikkatietoa ja sen hyödyntämistä maa-ainestoiminnassa. Sovimme, että rakentaisin koko organisaation käyttöön oppaan siitä, kuinka voisimme hyödyntää paikkatiedon monimutkaista maailmaa ja laaja-alaista paikkatietojärjestelmää yhdenmukaisin toimintatavoin. Työ on osa paikkatietojärjestelmän kehittämishanketta ja sen tavoitteena on tuoda myös muu henkilöstö osaksi kehittämistyötä.

Opas haluttiin luoda työskentelyn tueksi maanmittauksellisiin ja kartografisiin ongelmiin. Oppaan tavoitteeksi asetettiin paikkatietojen hyödynnettävyyden ke-

hittäminen ja parempi ymmärtäminen. Paikkatietojen visualisointi ja analysointi ovat tapoja tutkia paikkaan sidottua tietoa ja tuottaa siitä aineistoa päätöksenteon tueksi. Kehittämismahdollisuuksien tunnistaminen ja niiden esille tuonti kuuluu jokaisen henkilön tehtäviin, on osa normaalia työtä ja sillä pyritään organisaation toiminnan kehittämiseen.

Toiminnallisen opinnäytetyön tarkoituksena oli luoda Morenia Oy:lle ja sen henkilöstölle selkeä opas siitä, mikä paikkatietojärjestelmä on, millaisia mahdollisuuksia se mahdollistaa maa-ainesyristoiminnassa ja miten Morenia Oy:n paikkatietoympäristössä toimitaan tietoturvan säilyttämiseksi sekä turhien päällekkäisyyksien välttämiseksi. Oppaan pääasiallinen käyttäjäryhmä on Morenia Oy:n johdon, myynnin, tuotannon ja tukitoimien henkilöstö, ja sillä pyritään hakemaan toiminnallisia hyötyjä kustannustehokkuuteen, kestävän toiminnan ylläpitämiseen, parempaan päätöksentekoon sekä mahdollisuuksien ja riskien tunnistamiseen.

Paikkatiedon hyödyntäminen maa-ainestoiminnassa -opas pyrkii selventämään lukijalleen seuraavia asioita:

- Maa-ainestoiminnan peruseriaatteet
- Käytettävät koordinaatti- ja korkeusjärjestelmät ja niiden väliset muunnokset
- Organisaation paikkatietojärjestelmä ja toimintaohjeet käyttöympäristössä
- Paikkatietoanalyysit ja niiden tuomat hyödyt
- Paikkatiedon yleistäminen ja visualisoiminen
- Paikkatiedon hyödyntäminen päätöksenteossa.

5.3 Oppaan suunnittelu ja toteutus

Kirjastot ja internet ovat pullollaan paikkatietoon liittyvää kirjallisuutta. Paikkatietopalvelujen tuottajat, paikkatietoverkostot, tutkijat ja tutkimuslaitokset julkaisevat vuosittain paikkatietoon liittyvää kirjallisuutta ja tutkimuksia. Ongelmana tämän oppaan laatimisen tapaisissa selvityksissä on tiedon rajaaminen. Rajaaminen aloitettiin ensimmäisessä opinnäytetyöpalaverissa asettamalla työlle tavoitteita ja rajaehtoja. Opinnäytetyön rajaus päätettiin toteuttaa siten, että painopiste keskittyy paikkatietoon ja kartografiaan sekä niiden ongelmien ja mahdollisuuksien pohdintaan maa-ainestoiminnan näkökulmasta. Teemat, joista Paikkatiedon hyödyntäminen maa-ainestoiminnassa -opas koostuu, ovat maa-ainestoiminta, maa-ainesalan erityispiirteet, tutkimusmenetelmät, paikkatieto, paikkatietoanalyysimenetelmät, visuaaliset teemakartat ja päätöksenteko.

Opinnäytetyöprosessin alkuun selvisi, ettei tällaista opasta tai kirjaa ollut vapaassa levityksessä. Paikkatiedosta, paikkatietoanalyyseistä ja rajapinnoista on kirjoitettu toki paljon, muttei suoraa kokoelmaa. Myöskään paikkatiedon ja maa-ainestoiminnan suhdetta ei ole tutkittu. Maa-ainesalan käytännön työssä on lähes päivittäin tarve paikkatietoaineistojen käytölle. Oppaan teoriapohjan olen kerännyt eri viranomaisien, organisaatioiden, tutkimuslaitoksien sekä paikkatietoalan yritysten julkaisuista, jonka kokosin tiiviiksi paketiksi Morenian tarpeisiin. Oppaan visuaalisen ja kirjallisen ilmeen olen toteuttanut Morenia Oy:n ohjeiden mukaisesti, ja tarkistutin työtä toimeksiantajalla aina tarpeen mukaan.

Työn tausta-aineiston eli alan kirjallisuuden läpikäyminen ja sen ajantasaisuuden sekä luotettavuuden arvioiminen oli suuri osa-alue opinnäytetyöprosessissa. Työn teoreettisen viitekehyksen luomisessa käytin monipuolisesti ja kattavasti paikkatietoalan tutkijoita ja ammattilaisia, paikkatietopalvelujen tuottajia sekä Suomen viranomaisia. Suomen lain ohjaamat suuret laitokset, organisaatiot ja viranomaistahot ovat avoimesti alan toimintaa harjoittavia tahoja, joiden tuottaman tiedon voi arvioida melko luotettavaksi. Käytinkin hyväkseni paljon Maanmittauslaitosta, Geodeettista laitosta ja maailmanlaajuisista paikkatietoratkaisujen toimittajasta Esriä. Vähänkään tulkinnanvaraiset tiedontuottajat tai ongel-

malliset asiat tarkistin useista eri lähteistä, ja kaikki opinnäytetyössä käytetty tieto ja tietolähteet ovat tarkkaan harkittuja. Oppaan kirjoituksessa käytin myös hyväksi Morenian asiantuntevaa henkilöstöä, Lapin ammattikorkeakoulun opettajia ja muita paikkatietoalan ammattilaisia.

Opinnäytetyön kirjoittamisen aikana osallistuin kahteen alalle merkittävään tapahtumaan. Paikkatietomarkkinat pidettiin marraskuussa 2014 ja Esrin käyttäjäpäivät tammikuussa 2015. Paikkatietomarkkinoilta ja käyttäjäpäiviltä jäi mieleeni paljon paikkatietoalan tämänhetkisiä trendejä, joita halusin tuoda esille opinnäytetyössä. Trendinä tänä päivänä on tuoda paikkatieto osaksi liiketoimintaa lähes kaikilla eri aloilla. Esimerkkejä näistä liiketoimintaympäristöistä on useita, mutta suoraa yhteyttä maa-ainesalan tarpeisiin ei ole vielä avoimesti saavavilla. Liiketoimintapaikan suunnitteleminen, logistiikan reititys ja tarinakartat ovat esimerkkejä toiminnallisista keinoista etsiä kehittämistarpeita omasta toimintajärjestelmästä.

Opasta käytiin läpi prosessin aikana useita kertoja yhdessä toimeksiantajan edustajan kanssa. Oppaasta ja työn raporttiosuudesta tarkistettiin oikeinkirjoitusta ja sitä, ettei niihin ollut sisällön osalta jäänyt asiavirheitä. Lisäksi opinnäytetyön ohjaajan mielipiteet otettiin huomioon opinnäytetyöprosessin aikana. Lopullisen oppaan palautin huhtikuussa 2015 toimeksiantajan hyväksyttäväksi ja arvosteltavaksi sähköisessä muodossa. Valmiin työn visuaalisesta ilmeestä, julkaisumuodosta ja levityksestä vastaa toimeksiantaja.

6 POHDINTA

Insinööriyön tuotoksena toteutettu opas paikkatiedon hyödyntämiseen maa-ainestoinnassa on yksi askel eteenpäin paikkatiedon hallinnassa ja hyödyntämisessä Morenia Oy:n sisällä. Työ teetettiin Morenian henkilöstön tarpeisiin niin tueksi ongelmatilanteisiin kuin näkemään paikkatietojärjestelmän moniulotteiset mahdollisuudet. Opas pyrkii vähentämään eriävistä toimintatavoista johtuvia virheitä ja päällekkäisyyksiä ohjeistamalla käyttäjää toimimaan tiettyjen organisaation sisällä sovittujen ohjenuorien mukaisesti.

Uskon, että opasta hyödyntämällä Morenia Oy:n toiminnassa voidaan päästä parempaan kustannustehokkuuteen, kestäväen toiminnan ylläpitämiseen, parempaan päätöksentekoon sekä mahdollisuuksien ja riskien tunnistamiseen. Paikkatietojärjestelmän avulla voidaan pitää visuaalista kirjanpitoa maa-aineslupien kunnosta ja tilanteesta sekä maa-aineksien ja jalostettujen kiviaineksien laadusta. Tuotannosta vastaavat voivat pitää kirjaa esimerkiksi lupien voimassaoloista, ottomääristä, pohjavesien korkeuksista suhteessa ottamistasoon tai alueilla havaituista puutteista. Tällöin ongelmatilanteisiin ripeästi puuttamalla voidaan minimoida riskejä ja vähentää niistä aiheutuvia kustannuksia. Kustannushyötyjä voitaisiin saada esimerkiksi turhien työmaakäyntien vähenemisestä, logistiikan suunnittelusta reittejä optimoimalla ja maan tehokkaammasta hyödyntämisestä.

Opasta hyödyntämällä paikkatietojärjestelmän käytössä lisääntyisi ennakointi ja suunnitelmallisuus, jotka kustannustehokkuuden lisäksi vaikuttaisivat positiivisesti myös maa-ainesten kestäväen käyttöön. Luonnonarvoihin liittyvä ominaisuus- ja sijaintitieto ovat ajan tasalla sekä helposti saatavilla järjestelmässä, mikä helpottaa yhteistoimintaa ympäristöä valvovien viranomaistahojen kanssa. Maa-ainestutkimuksista, kairausraporteista ja pohjavesitutkimuksista saatava tieto saadaan ajettua ominaisuustiedoksi järjestelmän tietokantaan, mikä omalta osaltaan auttaa ylläpitämään kestäväen toimintaa. Maa-ainesalueiden ja tutkimusten ajantasaisuudella sekä luotettavuudella varmistetaan myös laadukas kiviaineshuolto ympäristö huomioon ottaen.

Opasta ja paikkatietojärjestelmää voidaan hyödyntää myös päätöksenteossa. Paikkatieto on yksi tapa tukea päätöksentekoprosessia ja ajaa tietojohdamisen ajattelutapaa. Se ei ole ainoa tapa esittää asioita, mutta oikein käytettynä se tarjoaa hyvät työkalut päätöksenteon tueksi. Sen vahvuus perustuu visuaaliseen esitysmuotoon, jossa voidaan tutkia ja verrata useita eri asioita ja ilmiötä päällekkäin samanaikaisesti. Siksi sen avulla voidaankin havainnoida tärkeitä asioita jopa ennen kuin ne ovat edes tapahtuneet. Paikkatietoa voidaan kuvitella pisteenä tai viivana kartalla, mutta oikein ymmärrettynä se kertoo käyttäjälle tärkeää ja haluttua tietoa syy-seuraussuhteista. Paikkatietojärjestelmän avulla eri vaihtoehtoja päätöksentekoprosessissa pystytään simuloimaan ja näin ollen ennakoimaan sekä arvioimaan tulevien päätösten toimivuutta.

Opas johdattaa lukijan hyödyntämään paikkatietojärjestelmän analyysitoimintoja. Maa-ainesalalla tehdään vuosittain monia erilaisia tutkimuksia ja mittauksia, joita voidaan visualisoida ja tutkia analyysien avulla. Analyyseillä voidaan tutkia lähes mitä vain, ja analyysimenetelmiä löytyy lähes yhtä monta kuin tutkimusongelmiakin. Ennen saattoi pohjavesitiedon hakeminen kestää useita päiviä, ellei viikkojakin, koska ne oli tilattava tulostettuna paperisena karttana joltain viranomaistaholta. Tiedot saattoivat myös olla sellaisessa tietomuodossa, jonka muuttaminen oman järjestelmän mukaiseksi vei oman aikansa. Analyysien avulla pohjavesitietojen hallintakin on nykyisin huomattavasti helpompaa ja halutun tiedon löytäminen on nopeiden työvaiheiden päässä.

Oppaassa ohjataan lukijaa hyödyntämään myös pilvipohjaisia paikkatietoratkaisuja, jotka ovat tekemässä vahvasti tuloaan. Kaupungit ja kunnatkin ovat uudistaneet raskaita karttapalveluitaan kevyimmille pilviratkaisuille. Pilvipohjaisia paikkatietopalveluita voidaan käyttää internet-yhteyden kanssa, mutta paikkatiedon keräämiseen tarkoitettujen ohjelmien toimivat jopa offline-tilassa. Myös tiedon kerääminen ja tallentaminen on helpottunut huomattavasti, koska kannettavan tietokoneen, tabletin tai älypuhelimien avulla tietoa voidaan tallentaa jo maastossa. Pilvipohjaisten palveluiden yhtenä ongelmana voidaan kuitenkin nähdä tietoturvallisuus, sillä niissä tieto tallennetaan johonkin organisaation ulkopuoliseen sijaintiin. Esimerkiksi liiketoimintasalaisuuksien ja henkilötietojen lisäämi-

nen pilveen on kyseenalaista mahdollisten tietoturva-aukkojen takia. Yritysmaailmassa tietoturva ja tiedonhallinta ovat tärkeä osa toimintajärjestelmää.

Oppaassa käydään läpi ajankohtainen INSPIRE-direktiivi ja ohjataan tämän mahdollistamien avoimien paikkatietoaineistojen hyödyntämiseen. Julkishallinnollisia viranomaisorganisaatioita on velvoittanut jo vuodesta 2009 lähtien asetettu laki paikkatietoinfrastruktuurista, joka on Euroopan unionin INSPIRE-direktiivin määrittelemä. Kyseisen direktiivin mahdollistamien julkishallinnon ylläpitämien avoimien paikkatietoaineistojen tuomat hyödyt yritystoiminnan näkökulmasta ovat vasta nyt nousemassa ansaitsemaansa arvostukseen.

Paikkatietoaineistojen määrä on moninkertaistunut viime vuosikymmenen aikana. Myös ohjelmistopuolella on tarjolla hyviä kilpailukykyisiä avoimeen lähdekoodiin perustuvia ohjelmistoja lisenssimaksullisten rinnalle. Maa-ainestoiminnassa avoimia paikkatietopalveluita ja rajapintoja käytetään alueiden ja ominaisuuksien tutkimiseen. Esimerkiksi Geologian tutkimuskeskus ja Ympäristökeskus tuottavat paikkatietoaineistoja liittyen ympäristön suojeluun ja tarkkailuun. Maanmittauslaitos tuottaa paljon erilaisia kartta- ja mittausaineistoja avoimena lisenssinä, jotka ennen INSPIRE-direktiivin toimeenpanoa ovat olleet maksullisia. Kustannussäästöjä syntyy pelkästään näiden avoimien palvelujen saatavuuden johdosta tuhansia, ellei jopa kymmeniä tuhansia euroja vuodessa Morenialle.

Opinnäytetyön toteutus onnistui itseni ja toimeksiantajan asettamassa aikataulussa, ja toimeksiantajan tilaamasta tuotteesta eli oppaasta tuli suunnitelmien mukainen. Vaikka työn rajaus olikin selvä koko luomisprosessin ajan, tuotti harmaita hiuksia taustamateriaalin suuri määrä. Selkeä tavoite ja työn tarkoituksenmukaisuuden silmällä pitäminen ohjasivat kuitenkin aineiston hakua ja sen rajaamista. Oma näkemykseni on, että opinnäytetyön yhteydessä tuotettu Paikkatiedon hyödyntäminen maa-ainestoiminnassa -opas on onnistunut, mutta oppaan lähtökohtaisten tavoitteiden saavuttaminen selviää vasta tulevaisuudessa. Oppaan käyttöönotto ja hyödyntäminen vaativat sekä organisaation johdon että muun henkilökunnan aktiivisuutta ja osallistumista.

Aika näyttää, miten oppaan hyödyntäminen käytännössä onnistuu ja mitä hyötyjä sen käytöstä konkreettisesti saadaan. Paikkatietojärjestelmän tuloksellisuutta voidaan mitata esimerkiksi ajallisten ja kustannuksellisten säästöjen perusteella. Paikkatietojärjestelmän avulla voidaan integroida useita työvaiheita kokonaisuuksiksi ja näin saada kyseisiä säästöjä. Toimeksiantajan kanssa olemme keskustelleet jo erilaisista työkaluista ja mittareista, jotka voisimme liittää osaksi paikkatietojärjestelmää. Tällaisesta mittarista esimerkkinä mainittakoon paikkatietopohjainen murskamittari. Opas luo toimintaympäristön näiden mittareiden ja työkalujen käyttämiseen organisaation sisällä.

Tulevaisuudessa olisi hyvä pyytää henkilökuntaa antamaan palautetta oppaasta ja sen hyödyntämisestä käytännön työssä. Paikkatiedon hyödyntäminen maainestoinnassa -opasta voidaan tulevaisuudessa päivittää muun muassa kerätyn palautteen perusteella ja sen toimintaympäristöön voidaan kehittää omia opas- ja toimintaohjekokonaisuuksia liittyen paikkatietoon, paikkatietoanalyysiin ja toimintatapoihin.

LÄHTEET

- Airaksinen, T. 2009. Toiminnallinen opinnäytetyö tekstinä. Viitattu 11.4.2015
<http://www.slideshare.net/TiinaMarjatta/toiminnallinen-opinnytyy-tekstin>.
- Bilker-Koivula, M. 2008. Miten GPS-korkeudet eroavat vaaituista. Viitattu 1.2.2015
http://www.paikkatietoikkuna.fi/c/document_library/get_file?uuid=b64a7aed-5f7d-41ce-b334-8300338a791f&groupId=108478.
- Esri Finland 2015a. Mitä ovat paikkatieto ja GIS? Viitattu 24.1.2015
http://www.esri.fi/referenssit/mita_paikkatieto_on/.
- Esri Finland 2015b. INSPIRE. Viitattu 20.2.2015
<http://www.esri.fi/kayttajatuki/vinkit/inspire/>.
- Esri Finland 2015c. Paikkatietoanalyysipalvelut - varmaa tietoa päätösten tueksi. Viitattu 20.2.2015
http://www.esri.fi/paikkatieto_palvelut/analyysipalvelut/.
- Eteläaho, A. 2015. Analyysi avoimen datan innovaatiokilpailun tunnustusta saaneista kilpailutöistä 2010-2013. Viitattu 26.2.2015
https://www.tut.fi/avaras/?page_id=1125.
- FGI 2015a. FinnRef asemat. Viitattu 4.2.2015
<http://euref-fin.fgi.fi/fgi/fi/paikannuspalvelu/finnref-asetat>.
- FGI 2015b. Geoidimallit. Viitattu 1.2.2015
<http://coordtrans.fgi.fi/geoidModels.jsp>.
- FGI 2015c. Koordinaatti- ja korkeusjärjestelmät. Viitattu 28.1.2015
<http://www.fgi.fi/fgi/fi/tutkimus/koordinaatti-ja-korkeusj%C3%A4rjestelm%C3%A4t>.
- Häkli, P., Puupponen, J., Koivula, H. & Poutanen, M. 2009. Suomen geodeettiset koordinaatit ja niiden väliset muunnokset. Geodeettinen laitos, Tiedote 30. Versio 10.12.2009.
- JUHTA 2008a. JHS 153 ETRS89-järjestelmän mukaiset koordinaatit Suomessa. Viitattu 16.2.2015
<http://docs.jhs-suositukset.fi/jhs-suositukset/JHS153/JHS153.pdf>.
- JUHTA 2008b. JHS 154 ETRS89-järjestelmään liittyvät karttaprojektiot, taso-koordinaatit ja karttalehtijako. Viitattu 16.2.2015
<http://docs.jhs-suositukset.fi/jhs-suositukset/JHS154/JHS154.pdf>.
- JUHTA 2008c. JHS 163 Suomen korkeusjärjestelmä N2000. Viitattu 16.2.2015
<http://docs.jhs-suositukset.fi/jhs-suositukset/JHS163/JHS163.pdf>.

- JUHTA 2013. JHS 180 Paikkatiedon sisältöpalvelut. Viitattu 16.2.2015
<http://docs.jhs-suositukset.fi/jhs-suositukset/JHS180/JHS180.pdf>.
- JUHTA 2015. Tervetuloa JHS-järjestelmän verkkopalveluun. Viitattu 30.3.2015
<http://www.jhs-suositukset.fi/web/guest;jsessionid=C322E1FD59BAE2E3F891C31DAA8E571B>.
- Karhu, J. 2014. Laatukäsikirja. Morenia Oy.
- Kennedy, M. 2013. Introducing Geographic Information Systems with ArcGIS. New Jersey: Wiley.
- Laki paikkatietoinfrastruktuurista 12.6.2009/421.
- Laki ympäristövaikutusten arviointimenettelystä 10.6.1994/468.
- Laurila, P. 2010. Mittaus- ja kartoitustekniikka, 271. Rovaniemen ammattikorkeakoulun julkaisusarja D nro 3.
- Lovett, A. & Appleton, K. 2008. GIS for Environmental Decision-Making. Florida: CRC.
- Luonnonsuojelulaki 20.12.1996/1096.
- Löytönen, M., Toivonen, T. & Kankaanrinta, I-K. 2003. Globus GIS. Porvoo: Wsoy.
- Maa-ainesasetus 24.11.2005/926.
- Maa-aineslaki 24.7.1981/555.
- Maankäyttö- ja rakennusasetus 10.9.1999/895.
- Maankäyttö- ja rakennuslaki 5.2.1999/132.
- Maanmittauslaitos 2015a. Määritelmiä. Viitattu 16.2.2015
<http://www.maanmittauslaitos.fi/kartat/koordinaatit/3d-koordinaatitot/maaritelmia>.
- Maanmittauslaitos 2015b. Ellipsoidi-geoidi. Viitattu 16.2.2015
<http://www.maanmittauslaitos.fi/kartat/koordinaatit/3d-koordinaatitot/ellipsoidi-geoidi>.
- Maanmittauslaitos 2015c. Karttaprojektiot. Viitattu 16.2.2015
<http://www.maanmittauslaitos.fi/kartat/koordinaatit/karttaprojektiot>.

- Maanmittauslaitos 2015d. Karttaprojektityypit. Viitattu 16.2.2015
<http://www.maanmittauslaitos.fi/kartat/koordinaatit/karttaprojektiot/karttaprojektiotyypit>.
- Maanmittauslaitos 2015e. Gauss-Krüger. Viitattu 16.2.2015
<http://www.maanmittauslaitos.fi/kartat/koordinaatit/karttaprojektiot/suomessakaytettavat-projektiot/gauss-kruger>.
- Maanmittauslaitos 2015f. UTM. Viitattu 16.2.2015
<http://www.maanmittauslaitos.fi/kartat/koordinaatit/karttaprojektiot/utm>.
- Maanmittauslaitos 2015g. ITRS-koordinaattijärjestelmät. Viitattu 16.2.2015
<http://www.maanmittauslaitos.fi/kartat/koordinaatit/3d-koordinaatistot/itrs-koordinaattijarjestelma>.
- Maanmittauslaitos 2015h. Tasokoordinaatistot. Viitattu 16.2.2015
<http://www.maanmittauslaitos.fi/kartat/koordinaatit/tasokoordinaatistot/tasokoordinaatisto>.
- Maanmittauslaitos 2015i. VVJ. Viitattu 17.2.2015
<http://www.maanmittauslaitos.fi/kartat/koordinaatit/tasokoordinaatistot/vvj>.
- Maanmittauslaitos 2015j. KKJ. Viitattu 17.2.2015
<http://www.maanmittauslaitos.fi/kartat/koordinaatit/tasokoordinaatistot/kkj>.
- Maanmittauslaitos 2015k. ETRS-TM35FIN. Viitattu 17.2.2015
<http://www.maanmittauslaitos.fi/kartat/koordinaatit/tasokoordinaatistot/etrs-tm35fin>.
- Maanmittauslaitos 2015l. ETRS-GKn. Viitattu 17.2.2015
<http://www.maanmittauslaitos.fi/kartat/koordinaatit/tasokoordinaatistot/etrs-gkn>.
- Maanmittauslaitos 2015m. Muunnokset. Viitattu 17.2.2015
<http://www.maanmittauslaitos.fi/kartat/koordinaatit/muunnokset>.
- Morenia 2015a. Morenia Oy. Viitattu 10.1.2015 <http://www.morenia.fi/morenia-oy/>.
- Morenia 2015b. Kourallinen maa-ainestietoa Morenian naapureille -opas. Morenia Oy.
- Paikkaoppi 2015. Rasteri- ja vektorimuotoinen paikkatieto. Viitattu 28.1.2015
http://www.paikkaoppi.fi/Oppitunnit_ja_projektimallit/Oppituntikokonaisuudet/2.2
- Paikkatietoikkuna 2015a. Tietoa inspire-direktiivistä. Viitattu 22.2.2015
<http://www.paikkatietoikkuna.fi/web/fi/inspire-direktiivi>.

- Paikkatietoikkuna 2015b. INSPIRE-direktiivin toteutusaikataulu. Viitattu 1.3.2015 <http://www.paikkatietoikkuna.fi/web/fi/toteutusaikataulu>.
- Paikkatietoverkosto 2014. Opas paikkatiedon avaajalle. Viitattu 16.1.2015 <http://www.paikkatietoikkuna.fi/documents/108478/a4dbe5c5-aad6-4e38-aabf-9a8b4217a9e0>.
- Puupponen, J. 2008. Tunnetko koordinaattimuunnokset? Positio 1/2008, 27–29.
- Puupponen, J. 2012. Koordinaattimuunnokset tutuiksi. Positio 1/2012, 23–26.
- Sanastokeskus TSK ry 2014. Geoinformatiikan sanasto. Viitattu 4.3.2015 <http://www.tsk.fi/tiedostot/pdf/GeoinformatiikanSanasto.pdf>.
- Tokola, T & Kalliovirta, J. 2003. Paikkatietoanalyysi. Yliopistopaino. Helsinki.
- Valtioneuvoston asetus kivenlouhimojen, muun kivenlouhinnan ja kivenmurskaamojen ympäristönsuojelusta 9.9.2010/800.
- Valtiovarainministeriö 2012. Maa-ainesvero. Viitattu 10.4.2015 http://www.2014.vm.fi/vm/fi/04_julkaisut_ja_asiakirjat/03_muut_asiakirjat/20120308Maaain/Maa-ainesveroselvitys060312_NETTI.pdf.
- Vesilaki 27.5.2011/587.
- Vilka, H. 2010. Toiminnallinen opinnäytetyö. Viitattu 22.2.2015 http://vilka.fi/hanna/Toiminnallinen_ont.pdf.
- Ympäristöhallinto 2013. Maa-ainesten ottamiseen liittyvä ilmoitus ja luvat. Viitattu 1.3.2015 http://www.ymparisto.fi/fi-FI/Asiointi_luvat_ja_ymparistovaikutusten_arviointi/Luvat_ilmoitukset_ja_rekisterointi/Maaainesten_ottamiseen_liittyva_ilmoitus_ja_luvat.
- Ympäristöhallinto 2014. Kallion murskaaminen korvaa soranottoa. Viitattu 4.3.2015 [http://www.ymparisto.fi/fi-FI/Kartat_ja_tilastot/Ympariston_tilan_indikaattorit/Luonnonvarat/Kallion_murskaaminen_korvaa_soranottoa\(27946\)](http://www.ymparisto.fi/fi-FI/Kartat_ja_tilastot/Ympariston_tilan_indikaattorit/Luonnonvarat/Kallion_murskaaminen_korvaa_soranottoa(27946)).
- Ympäristöministeriö 2009. Maa-ainesten kestävä käyttö. Ympäristöhallinnon ohjeita I | 2009.
- Ympäristöministeriö 2014. Ympäristönsuojelulain uudistaminen. Viitattu 25.1.2015 <http://www.ymparisto.fi/ymluudistus>.
- Ympäristönsuojeluasetus 4.9.2014/713.
- Ympäristönsuojelulaki 27.6.2014/527.