

JHS 154 ETRS89-järjestelmään liittyvät karttaprojektiot, tasokoordinaatitot ja karttalehtijako

Versio: 6.6.2008

Julkaistu:

Voimassaoloaika: Toistaiseksi

Sisällys

1 Johdanto.....	1
2 Soveltamisala.....	2
3 Viittaukset.....	2
4 Termit ja määritelmät.....	2
5 Karttaprojektiot.....	5
5.1 Yleistä.....	5
5.2 ETRS-TM35FIN -tasokoordinaatisto.....	7
5.3 ETRS-GKn -tasokoordinaatisto.....	7
5.4 Projektiokorjaukset.....	8
6 Koordinaatistojen väliset muunnokset.....	10
6.1 Yleistä.....	10
6.2 2D-muunnokset.....	11
7 Karttalehtijako.....	13
7.1 Yleistä.....	13
7.2 Karttalehtijaon ja tunnusjärjestelmän määrittely.....	13
8 Opastavia tietoja.....	15

1 Johdanto

Kansainvälinen yhteistyö näkyy paikkatiedon tuotannossa ja yhteiskäytössä vaatimuksena saumattomasta yhteydestä eri maiden paikkatietoaineistojen välillä. Yhteyden luomiseen tarvitaan yhtenäistä ja kansainvälistä koordinaattijärjestelmää. Julkisen hallinnon suositus JHS 153 määrittelee Suomeen eurooppalaisen ETRS89-järjestelmän mukaisen EUREF-FIN -koordinaatiston ja suosittelee sen käyttöä Suomessa paikkatiedon tuotannossa.

EUREF-FIN -koordinaatiston käyttöönotto ja erityisesti sen kanssa käytettävä karttaprojektio vaikuttavat myös maastokarttojen julkaisemiseen. JHS 154 määrittelee EUREF-FIN:n kanssa käytettävät projektiot, tasokoordinaatitot, karttalehtijaon sekä tarkan muunnoksen Kartastokoordinaattijärjestelmään (kkj). Valtakunnallisissa kartastotöissä ja paikkatietopalveluissa suositellaan käytettäväksi kansainvälisiin suosituksiin ja UTM-projektioon perustuvaa ETRS-TM35FIN -tasokoordinaatistoa. Paikallisissa tehtävissä voidaan käyttää myös Gauss-Krüger -projektiota ja siihen liittyviä tasokoordinaatistoja ETRS-GKn. Yleiset maastokartat suositellaan julkaistavaksi UTM-projektiossa, jonka mittakaavakerroin ja projektiokaistan leveys poikkeavat Kartastokoordinaattijärjestelmän Gauss-Krüger -projektiosta. Näin ollen myös karttalehtijako on määritelty uudestaan. Yleisille maastokartoille voidaan painaa myös ETRS-TM34 tai TM36-koordinaattiruudusto koordinaatistojen kattamalle alueelle.

JUHTA - Julkisen hallinnon tietohallinnon neuvottelukunta

Kartastokoordinaattijärjestelmässä (kkj) esitetyt paikkatiedot voidaan muuntaa EUREF-FIN -koordinaatistoon. Jos koordinaatit muunnetaan affiinisella muunnoksella kolmioittain, osa Kartastokoordinaattijärjestelmän vääristymiä saadaan pienennettyä.

Sijaintitietoa käsiteltäessä tulisi kuitenkin käyttää aina, kun se vain on mahdollista, ETRS89-järjestelmässä mitattuja koordinaatteja muunnettujen koordinaattien asemasta.

2 Soveltamisala

Tämä julkisen hallinnon suositus on tarkoitettu paikkatietoaineistojen ja -järjestelmien tuottajille sekä niiden käyttäjille. Suosituksessa määritellään EUREF-FIN -koordinaatiston kanssa käytettävät karttaprojektiot ja tasokoordinaatistot sekä tasomuunnos EUREF-FIN:stä projisoidun tasokoordinaatiston ja Kartastokoordinaattijärjestelmän (kkj) välille. Suosituksen tavoitteena on antaa tekninen ja matemaattinen pohja ETRS-TM35FIN ja ETRS-GK -tasokoordinaatistojen käyttöönottoon muun muassa projektiokaavojen ja esimerkkilaskujen muodossa. Tasomuunnos on määritetty affiinisena muunnoksena kolmioittain. Muunnoksen käyttöä varten on luotu muunnosohjelmisto, joka on liitettävissä osaksi muuta ohjelmistoa. Muunnosohjelma ja muunnoksen määrittämisessä käytetyt pisteet sekä niiden koordinaatit ovat saatavissa Maanmittauslaitoksen Internet-sivuilta (ks. tarkemmin luku 6).

3 Viittaukset

JHS 153: ETRS89-järjestelmän mukaiset koordinaatit Suomessa
ISO 19111¹ Geographic Information - Spatial Referencing by Coordinates

4 Termit ja määritelmät

datumi

Datumilla tarkoitetaan parametreja, jotka kiinnittävät koordinaatiston tarkastelun kohteena olevaan kokonaisuuteen. **Paikallinen datumi** on paikallisen koordinaatiston origon ja orientaation määrittelevä datumi. **Horizontaalinen datumi (tasodatumi)** käsittää vertauspinnan ja koordinaatiston nollatasot (akselit) geodeettisen koordinaatiston horisontaalisten koordinaattien ilmaisemista varten. **Korkeusdatumi** määrittelee korkeusjärjestelmän vertauspinnan eli nollatason, jonka suhteen pisteiden korkeudet ilmaistaan ja sitoo sen maahan. **Geodeettinen datumi** määrittelee valitun vertausellipsoidin tai kolmiulotteisen suorakulmaisen koordinaatiston sijainnin ja orientaation suhteessa Maahan.

epookki

Mannerlaattojen liikkeen ja maannousun johdosta koordinaatit ja korkeudet muuttuvat jatkuvasti. Epookki on ajanhetki, jolloin koordinaatit on sidottu koordinaatistoon, koordinaatisto on sidottu suhteessa maapallon keskipisteeseen tai korkeusjärjestelmän nollataso on määritetty suhteessa meren keskivedenkorkeuteen.

ETRF, EUREF-FIN

ETRS89-järjestelmän realisoinnin tuloksena saatu koordinaatisto. ETRS89 on realisoitu Suomessa GPS-mittausten avulla ja tästä realisaatiosta käytetään nimeä EUREF-FIN.

geodeettiset koordinaatit

Vertausellipsoidiin kiinnitetty paikan sijainti. Geodeettiset koordinaatit ovat leveys (ϕ) ja pituus (λ) ja korkeus vertausellipsoidin pinnasta (h). Leveys ja pituus mitataan kaarimitoissa (aste, minuutti ja sekunti) ja korkeus metreinä. Geodeettinen leveys ja pituus ilmaisevat vertausellipsoidin paikallisen normaalin suunnan ekvaattori- ja nollameridiaanitasojen suhteen.

¹ http://www.iso.org/iso/iso_catalogue/catalogue_tc/catalogue_detail.htm?csnumber=41126&commid=54904

Kartastokoordinaattijärjestelmä (kkj)

Vuodesta 1970 yleisissä kartastotöissä käytössä ollut tasokoordinaatisto. Peruskoordinaatistossa Suomi on kuvattu kuudessa Gauss-Krüger – projektiokaistassa, joiden leveys on 3°. Yhtenäiskoordinaatistossa (ykj) Suomi on kuvattu yhdessä projektiokaistassa, jonka keskimeridiaani on 27°.

karttalehtijako

Karttalehtijako on karttojen painatusta varten luotu järjestelmä, joka käsittää karttalehtien numeroinnin, karttojen mittakaavat ja karttalehtien koot. Karttalehtijako perustuu yleensä johonkin karttaprojektioon ja sen suorakulmaiseen koordinaatistoon. Esimerkiksi Kartastokoordinaattijärjestelmän kanssa käytettävä karttalehtijako on *yleislehtijako*. Karttalehtijakoa käytetään myös indeksinä monissa tietopalveluissa ja tietokannoissa.

karttaprojektio

Menetelmä, jolla maapallon kolmiulotteinen pinta kuvataan kaksiulotteiselle karttatasolle. Tämä tapahtuu projisioimalla kartalla kuvattavat kohteet tasolle karttaprojektion avulla. Projisointi voi tapahtua pallopinnalta tai ellipsoidilta joko suoraan tasolle tai esimerkiksi lieriön tai kartion pinnalle, joka levitetään tasoksi. Suomessa yleisesti käytettävät karttaprojektiot ovat lieriöprojektioita. Karttaprojektio voi olla esimerkiksi oikeakulmainen, oikeapintainen tai oikeapituinen.

koordinaatisto

Koordinaattiakselien muodostama mitta-akselisto. Erityyppisiä koordinaatistoja ovat esimerkiksi suorakulmainen koordinaatisto, geodeettinen koordinaatisto, pallokoordinaatisto, lieriökoordinaatisto, tasokoordinaatisto ja napakoordinaatisto. Termiä koordinaatisto käytetään geodesiassa tarkoittamaan myös koordinaattijärjestelmän realisaatiota (coordinate reference frame). Tällöin tarkoitetaan usein CTRF:n (Conventional Terrestrial Reference Frame²) mukaista koordinaatistoa. CTRF määrittää fyysisten pisteiden joukkona, joille on tarkasti määritetyt koordinaatit tietyssä koordinaattijärjestelmässä.

koordinaattijärjestelmä

Joukko suureita, jotka tarvitaan koordinaatiston määrittelemiseksi, sijoittamiseksi ja orientoimiseksi. Geodeettisen koordinaattijärjestelmän määrittelemiseen tarvittavia suureita ovat vertausellipsoidin isoakselin puolikas (a), Maan geosentrinen vetovoimavakio (GM), dynaaminen muotokerroin (J_2), pyörähdysliikkeen kulmanopeus (ω), koordinaatiston origon sijainti ja koordinaattiakselien suunnat.

koordinaattikonversio

Menetelmä, jolla muunnetaan koordinaatteja kahden samaan datumiin perustuvan koordinaatiston välillä (esimerkiksi muunnos geodeettisista koordinaateista tasokoordinaateiksi).

koordinaattimuunnos

Menetelmä, jolla muunnetaan koordinaatteja kahden eri datumiin perustuvan koordinaatiston välillä (esimerkiksi kkj:n ja EUREF-FIN:n välillä). Muunnos suoritetaan muunnosparametreilla, jotka on määritetty näissä koordinaatistoissa tunnettujen yhteisten pisteiden avulla. Muunnos voi olla yksiulotteinen korkeusmuunnos, kaksiulotteinen tasomuunnos tai kolmiulotteinen muunnos avaruudessa.

maantieteelliset koordinaatit

Vertausellipsoidiin kiinnitetty paikan sijainti. Maantieteelliset koordinaatit ovat leveys (φ) ja pituus (λ). Ne mitataan kaarimitoissa (aste, minuutti ja sekunti) päiväntasaajatasosta ja Greenwichin nollameridiaanista lähtien. Leveys on positiivinen ekvaattorin pohjoispuolella ja negatiivinen sen eteläpuolella. Pituus kasvaa nollameridiaanista itään.

² IERS Technical Note No. 32, <http://www.iers.org/MainDisp.csl?pid=46-25776>

JUHTA - Julkisen hallinnon tietohallinnon neuvottelukunta

Käytetyt lyhenteet

2D	kaksiulotteinen
3D	kolmiulotteinen
BIH	Bureau International de l'Heure Kansainvälinen aikapalvelutoimisto, joka toimi vuoteen 1987 saakka. Sen seuraaja on IERS.
GK	Gauss-Krüger, poikittainen sivuava lieriöprojektiio
GRS80	Geodetic Reference System 1980 ³ Vertausjärjestelmä, jonka IAG päätti ottaa käyttöön vuonna 1979. Se määritellään seuraavien suureiden avulla: Vertausellipsoidin isoakselin puolikas: $a = 6378\ 137\ \text{m}$ Maan geosentrinen vetovoimavakio: $GM = 3986\ 005 \times 10^8\ \text{m}^3\ \text{s}^{-2}$ Dynaaminen muotokerroin: $J_2 = 108\ 263 \times 10^{-8}$ Maan pyörähdysliikkeen kulmanopeus: $\omega = 7292\ 115 \times 10^{-11}\ \text{rad}\ \text{s}^{-1}$
ETRF	European Terrestrial Reference Frame 3D-koordinaatisto, jonka avulla ETRS89-järjestelmä on realisoitu. ETRS89-järjestelmästä on olemassa useita ETRF-realisaatioita, esim. ETRF89, ETRF96 ja ETRF2000.
ETRS89	European Terrestrial Reference System 1989 3D-koordinaattijärjestelmä, joka on kiinnitetty Euraasian mannerlaatan yhtenäiseen osaan ja yhtyy ITRS-järjestelmään epookkina 1989.0.
EUREF	European Reference Frame IAG:n alakomissio SC1.3a (Koordinaatistot – Alueelliset koordinaatistot – Eurooppa)
EUREF-FIN	ETRS89-järjestelmän realisaatio Suomessa
IAG	International Association of Geodesy
IERS	International Earth Rotation and Reference Systems Service Kansainvälinen Maan pyörähdysliikettä ja sen parametreja määrittävä organisaatio
ISO	International Organization for Standardization Kansainvälinen standardointijärjestö
ITRF	International Terrestrial Reference Frame ITRS:n realisaatio. ITRF-koordinaatteja on julkaistu useissa realisaatioissa, mm. ITRF2005. ITRF-koordinaatteihin on liitettävä myös ajanhetki, esim. ITRF2005(2008.12), sillä mannerlaattojen liikkeiden vuoksi koordinaatit muuttuvat ajan mukana.
ITRS	International Terrestrial Reference System Globaali geosentrinen 3D-koordinaattijärjestelmä, jonka perussuureet ovat GRS80-järjestelmän mukaisia ja koordinaatiston orientointi on BIH:n vuoden 1984.0 orientoinnin mukainen.
kkj	Kartastokoordinaattijärjestelmä
ppm	miljoonasosa (parts per million), 1:1 000 000 tai 10^{-6} , esimerkiksi 1 ppm on 1 kilometrin

³ Moritz, H. (2000). Geodetic Reference System 1980. Journal of Geodesy, 74:1, March 2000.

JUHTA - Julkisen hallinnon tietohallinnon neuvottelukunta

matkalla 1 mm.

TM	Transverse Mercator, poikittainen lieriöprojektiio
UTM	Universal Transverse Mercator, poikittainen leikkaava lieriöprojektiio 6° levyisin kaistoin
WGS84	World Geodetic System 1984 on GPS-satelliittien käyttämä koordinaattijärjestelmä. WGS84 on Yhdysvaltain puolustushallinnon karttalaitoksen (NIMA, nykyisin NGA, National Geospatial-intelligence Agency) määrittelemä järjestelmä, jonka tarkka määrittely esitetään NIMA:n julkaisussa TR8530.2 ⁴ . Siinä todetaan mm., että sellaisia alueellisia datumeja, jotka perustuvat tarkasti ITRS:n realisaatioon, kuten EUREF-FIN, voidaan pitää identtisinä WGS84:n kanssa.
ykj	yhtenäiskoordinaatisto; kkj-koordinaatisto yksikaistaisena (keskimeridiaanina 27° itäistä pituutta)

5 Karttaprojektiot

5.1 Yleistä

Julkisen hallinnon suosituksessa JHS 153 ”ETRS89-järjestelmän mukaiset koordinaatit Suomessa” suositellaan ETRS89-järjestelmään perustuvan EUREF-FIN -koordinaatiston käyttöä. EUREF-FIN:iin liittyvä koko Suomen kattava tasokoordinaatisto suositellaan muodostettavaksi käyttäen UTM-karttaprojektiota. Näin muodostetusta tasokoordinaatistosta käytetään nimitystä ETRS-TM35FIN. Paikallisesti voidaan käyttää myös Gauss-Krüger -projektiota ja siihen liittyviä tasokoordinaatistoja ETRS-GKn. Kansainvälisen yhteensopivuuden vaatiessa voidaan käyttää myös 6° levyisiä UTM-projektiokaistoja 34-36.

Tasokoordinaatistojen nimissä (esim. ETRS-TM35FIN ja ETRS-GK27) ETRS viittaa geodeettiseen datumiin sekä TM ja GK karttaprojektion tyyppiin. Numerot ilmaisevat joko kaistan numeroa (TMn) tai keskimeridiaanin arvoa (GKn). FIN-päätte ilmaisee, että projektiio poikkeaa standardista kaistan leveyden osalta.

ETRS-TM35FIN -koordinaatistossa käytetään Suomessa vain yhtä projektiokaistaa, jonka keskimeridiaani on 27° itäistä pituutta. Kaista ulottuu noin 8° keskimeridiaanista länteen ja noin 5° astetta itään. ETRS-GKn -projektiiossa käytetään tarkoituksenmukaista projektiokaistan leveyttä ja alueelle parhaiten soveltuvaa keskimeridiaania tasa-asteella 19°, 20°, 21°... 31° siten, että käsiteltävä alue tulee kuvatuksi samassa projektiokaistassa. Taulukossa 1 on vertailtu kyseisiä koordinaatistoja sekä vuodesta 1970 lähtien käytettyä Kartastokoordinaattijärjestelmää. Koordinaatistot määritellään tarkemmin seuraavissa kappaleissa ja projektiokaavat ovat liitteessä 1.

Suomessa käytettävien koordinaatistojen kansainväliset tunnistekoodit (ns. EPSG-koodit) on lueteltu liitteessä 8.

⁴ http://earth-info.nga.mil/GandG/publications/tr8350.2/tr8350_2.html

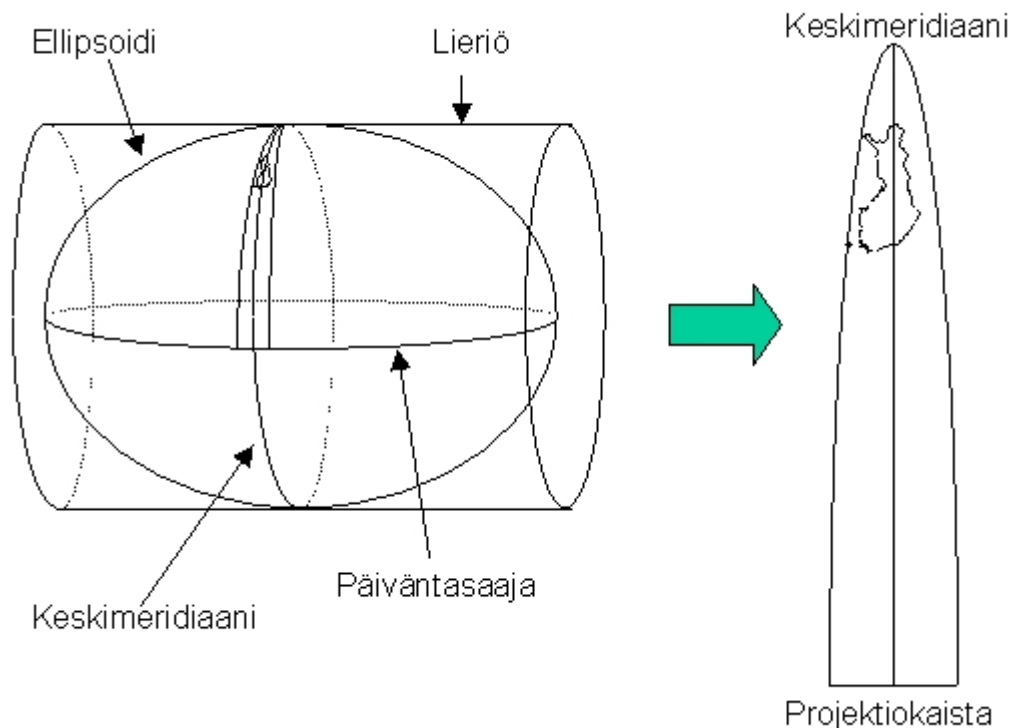
JUHTA - Julkisen hallinnon tietohallinnon neuvottelukunta

Taulukko 1. Suomessa käytettävien tasokoordinaatistojen ominaisuuksia.

	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

Tässä esitetyt karttaprojektiot ovat konformisia poikittaisia lieriöprojektiota. Lieriöprojektiossa kohteet kuvataan vertausellipsoidia sivuavalle tai leikkaavalle lieriölle, joka leikataan auki tasoksi. Kuvassa 1 on esitetty lieriöprojektion periaate.

UTM-projektio on leikkaava lieriöprojektio, kun taas Gauss-Krüger -projektiossa lieriö sivuaa ellipsoidia keskimeridiaania pitkin.



Kuva 1. Poikittaisen lieriöprojektion periaate.

5.2 ETRS-TM35FIN -tasokoordinaatisto

Pohjoismaisen Geodeettisen Komission (NKG) vuoden 1998 yleiskokouksen päätöslauselma suosittelee EUREF89-koordinaatistoa ja UTM-projektiota yhteispohjoismaiseksi järjestelmäksi. Myös Euroopan komission sisäinen suositus 1:500 000 ja sitä suurimittakaavaisempien karttojen esitystavaksi on UTM-pohjainen ETRS-TMn -koordinaatisto, missä n viittaa kaistan numeroon. Suomessa käytettävän kaistan numero on 35, jonka keskimeridiaani on 27°. ETRS-TMn -koordinaatiston datumi on ETRS89 ja vertausellipsoidi GRS80.

ETRS-TMn -koordinaatisto vastaa standardoitua UTM-projektiota⁵ pohjoisella pallonpuoliskolla. UTM-projektion ominaisuuksia ovat muun muassa:

- Projektion sovellusalue on välillä 80° eteläistä leveyttä ja 84° pohjoista leveyttä
- 60 kpl 6° levyisiä kaistoja numeroituna yhdestä 60:een, alkaen kaistasta 180°W - 174° W ja jatkuen itään.
- Keskimeridiaanilla mittakaavakerroin on 0.9996; oikeamittaiset leikkausviivat (mittakaava 1.0) sijaitsevat noin 180 km keskimeridiaanista itään ja länteen.
- Negatiiviset koordinaatit vältetään antamalla keskimeridiaanilla itäkoordinaatin arvoksi 500 000 m. Päiväntasaajalla pohjoiskoordinaatin arvo on 0 m pohjoiselle pallon puoliskolle ja 10 000 000 m eteläiselle pallonpuoliskolle.
- Yksiselitteinen tunnus kaikille kaistoille suorakulmaisessa tasokoordinaattijärjestelmässä.
- Napaluvun korjaus eli ero todellisen ja karttapohjoisen välillä on vähemmän kuin 5°.
- Mittakaavavirhe kaistojen sisällä on vähemmän kuin 1:2500.

Suomen valtakunnallinen ETRS-TM35FIN -koordinaatisto vastaa suurelta osin yleiseurooppalaista projektiosuositusta. Ainoana erona UTM-standardiin on kaistan leveys, joka on Suomessa laajennettu koko maan kattavaksi. Koordinaatistosta käytetään nimitystä ETRS-TM35FIN, jossa FIN ilmaisee standardista poikkeavaa kaistan leveyttä.

ETRS-TM35FIN -koordinaatistossa keskimeridiaanin itäkoordinaatin arvoksi on määritetty 500 000 m, jotta vältetään negatiivisilta koordinaateilta koko valtakunnan alueella.

Liitteessä 3 on esitetty ETRS-TM35FIN-karttaprojektion parametrit ISO 19111 standardin (Spatial referencing by coordinates) mukaisesti.

5.3 ETRS-GKn -tasokoordinaatisto

UTM-karttaprojektion sijasta voidaan paikallisesti käyttää Gauss-Krüger -projektiota niissä tehtävissä, joihin leveäkaistainen ETRS-TM35FIN -koordinaatisto ei sovellu. Näitä voivat olla esimerkiksi kaavoitus- ja rakentamistoiminta. Gauss-Krüger -projektiioon perustuvan tasokoordinaatiston keskimeridiaaniksi voidaan valita parhaiten soveltuva tasa-aste (19°, 20°, ... 31°). Tällöin projektiokorjaukset pysyvät pieninä. Kaistaa voidaan käyttää niin leveänä kuin on tarkoituksenmukaista. Tästä koordinaatistosta käytetään nimeä ETRS-GKn, missä n on käytetyn keskimeridiaanin asteluku, esim. ETRS-GK27. Koordinaatiston origo on ekvaattorin ja kyseisen kaistan keskimeridiaanin leikkauspisteessä. Itäkoordinaatin arvo on keskimeridiaanilla n 500 000 m, missä n tarkoittaa kaistan keskimeridiaanin astelukua (esim. 27).

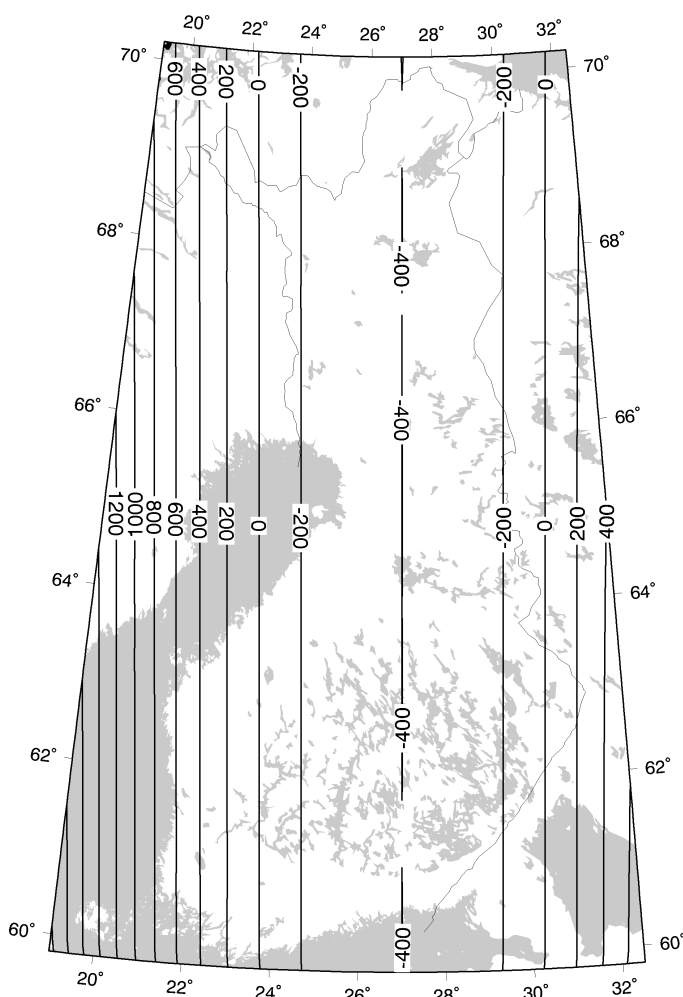
Liitteessä 4 on esitetty ETRS-GKn-koordinaatiston parametrit ISO 19111 standardin (Spatial referencing by coordinates) mukaisesti.

⁵ http://earth-info.nga.mil/GandG/publications/tm8358.2/TM8358_2.pdf

5.4 Projektiokorjaukset

Kuvattaessa maan ellipsoidipinta tasolle on pintaa venytettävä. Tällöin syntyy mittakaava- ja suuntavirhettä eli projektiiovirheitä. Vääristymiä voidaan pienentää käyttämällä kapeita projektiokaistoja, kuten ETRS-GKn -koordinaatistojen yhteydessä. Kauempana keskimeridiaanista tehtäviin mittaushavaintoihin on lisättävä projektiokorjaukset myös ETRS-GKn -koordinaatistoja käytettäessä.

Esitettäessä koko Suomi yhdessä projektiokaistassa on mittakaavakorjaus maan reuna-alueilla melko suuri. ETRS-TM35FIN -koordinaatistossa korjaus on suurimmillaan Ahvenanmaalla noin +1700 ppm ja mantereella välillä -400...+700 ppm. Projektiokorjausten arvoja on esitetty kuvassa 2 ja taulukoissa 2 ja 3. Mittaustulosten käsittelyssä ja käytettäessä kartoilta mitattuja tai koordinaateista laskettuja pinta-aloja tulee korjaus ottaa huomioon. Mittakaavakorjauksen laskentakaava on esitetty liitteessä 1.



Kuva 2. ETRS-TM35FIN -projektion mittakaavakorjaus.

JUHTA - Julkisen hallinnon tietohallinnon neuvottelukunta

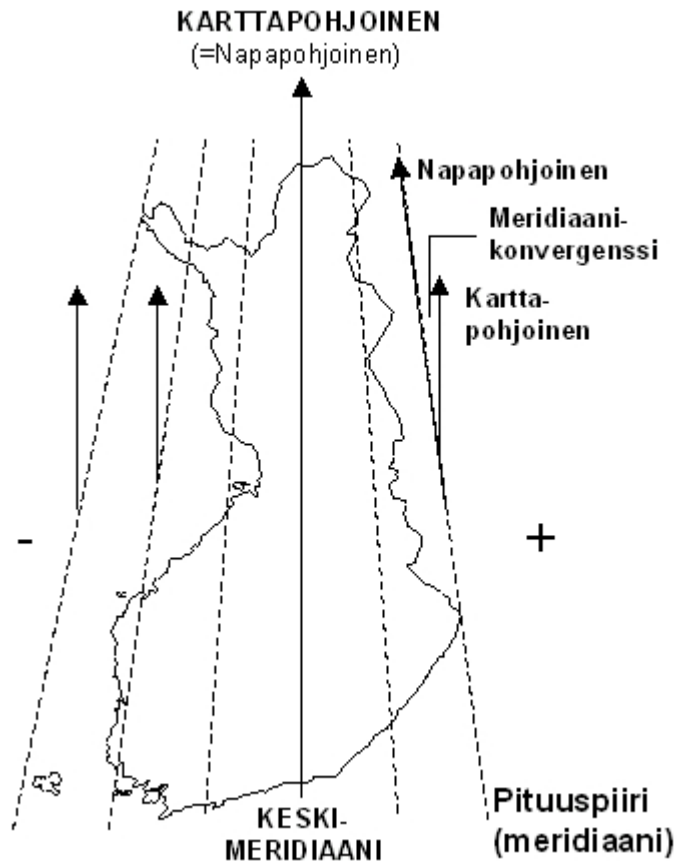
Taulukko 2. Mittakaavakorjaus eri etäisyyksillä keskimeridiaanista

ETRS-TM35FIN		ETRS-GK27	
Etäisyys keski-meridiaanista (km)	Mittakaavakorjaus (ppm)	Etäisyys keski-meridiaanista (km)	Mittakaavakorjaus (ppm)
0	-400	0	0
10	-399	10	1
25	-392	25	8
50	-369	50	31
75	-331	75	69
100	-278	100	122
150	-125	150	275
180	-3	180	397
200	90	200	490
250	365	250	765
300	703	300	1103
400	1563	400	1962
500	2672	500	3070

Taulukko 3. Mittakaavakorjauksen vaikutus 100 m:n etäisyyteen ja 100 m x 100 m pinta-alaan.

Etäisyys keski-meridiaanista (km)	ETRS-TM35FIN			ETRS-GK27		
	100 m	100x100		100 m	100x100	
	Kartalla (m)	Kartalla (m ²)	Alan muutos (m ²)	Kartalla (m)	Kartalla (m ²)	Alan muutos (m ²)
0	99.960	9992.01	-7.99	100.000	10000.00	+0.00
10	99.960	9992.02	-7.98	100.000	10000.02	+0.02
25	99.961	9992.16	-7.84	100.001	10000.16	+0.16
50	99.963	9992.62	-7.38	100.003	10000.62	+0.62
75	99.967	9993.38	-6.62	100.007	10001.38	+1.38
100	99.972	9994.44	-5.56	100.012	10002.44	+2.44
150	99.988	9997.50	-2.50	100.028	10005.50	+5.50
175	99.998	9999.50	-0.50	100.038	10007.50	+7.50
200	100.009	10001.80	+1.80	100.049	10009.80	+9.80
250	100.037	10007.30	+7.30	100.077	10015.31	+15.31
300	100.070	10014.06	+14.06	100.110	10022.05	+22.05
400	100.156	10031.28	+31.28	100.196	10039.28	+39.28
500	100.267	10053.51	+53.51	100.307	10061.49	+61.49

Suuntavirhe aiheutuu siitä, että ellipsoidipinnalla havaittu suunta ja vastaava suunta projektioitasolla poikkeavat toisistaan. Liitteessä 1 on esitetty suuntakorjauksen laskentakaava.



Kuva 3. Meridiaanikonvergenssi on positiivinen keskimeridiaanin itäpuolella ja negatiivinen länsipuolella. Katso myös kuva 4 liitteessä 1.

Käytettäessä leveää projektiokaistaa on huomattava, että myös meridiaanikonvergenssi eli ero karttapohjoisen ja todellisen pohjoisen välillä kasvaa.

Napaluvunkorjaus (Nak) on myös napapohjoisen ja karttapohjoisen välinen kulma, joka on itseisarvoltaan yhtä suuri kuin meridiaanikonvergenssi, mutta vastakkaismerkkinen. Nak on siis keskimeridiaanin itäpuolella negatiivinen ja länsipuolella positiivinen. Napaluvunkorjausta käytetään yhdessä neulaluvunkorjauksen kanssa. Neulaluvunkorjaus (Nek) eli eranto on napapohjoisen ja magneettisen pohjoissuunnan ero. Nak:n ja Nek:n avulla lasketaan kokonaiskorjaus (Kok), jota käytetään, kun korjataan joko kartalta mitatun suunnan pohjoislukua (PI) kulkusuunnaksi maastoon (kulkusuunnan pohjoisluku) tai päinvastoin.

kulkusuunnan PI maastossa = kartalta mitattu kulkusuunnan PI - Kok
 kulkusuunnan PI kartalla = maastossa mitattu kulkusuunnan PI + Kok
 missä Kok = Nek + Nak

6 Koordinaatistojen väliset muunnokset

6.1 Yleistä

Koordinaatistojen välisen *likimääräisen* 3D-muunnoksen muunnoskaavat ja -parametrit on esitetty suosituksessa JHS153 "ETRS89 -järjestelmän mukaiset koordinaatit Suomessa".

Yhdenmuotoismuunnoksella muutetaan koordinaatiston sijaintia, orientointia ja mittakaavaa siten, että

JUHTA - Julkisen hallinnon tietohallinnon neuvottelukunta

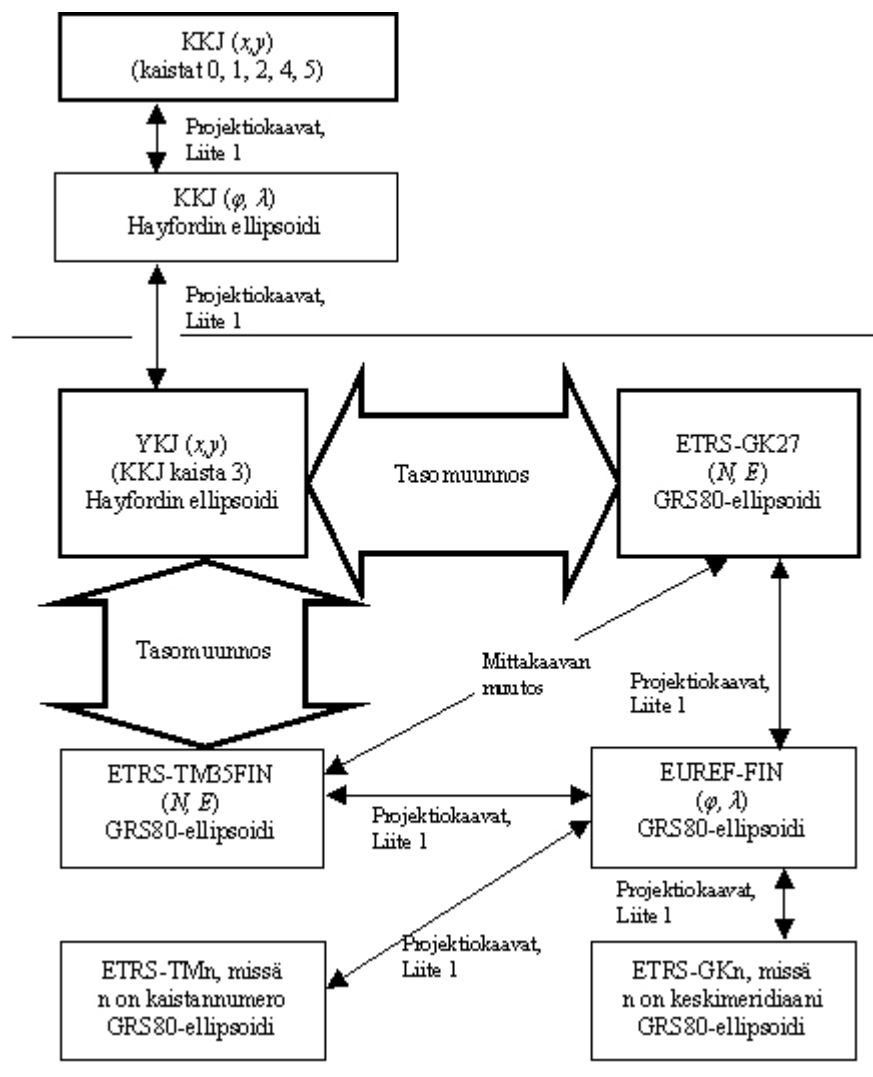
koordinaatisto yhtyy tavoitteena olevaan koordinaatistoon. Muunnos ei muuta pisteistön muodostaman kuvion muotoa lainkaan, eikä näin ollen myöskään oikease mahdollisia mittausvirheiden aiheuttamia vääristymiä. kkj- ja EUREF-FIN -koordinaattien välisen yhdenmuotoisuusmuunnoksen jäännösvirheet osoittavat kkj:n vääristymät valtakunnan alueella. Suurimmat erot pysyvät ± 2 m rajoissa, keskiarvon ollessa noin ± 0.5 m. Nämä luvut kertovat kuinka lähelle EUREF-FIN -koordinaatteja päästään, kun kkj-koordinaatit muunnetaan EUREF-FIN -koordinaatistoon 3D-muunnosta käyttäen.

Tapauksissa, joissa muunnokselta vaaditaan *parempaa tarkkuutta*, voidaan käyttää tämän suosituksen liitteessä 5 kuvattua kaksiulotteista muunnosta kkj:n paikallisten vääristymien oikaisemiseen. Tyypillinen esimerkki on kiinteistötietojen tai haja-asutusalueen rajamerkkien koordinaattien muuntaminen koordinaatistosta toiseen. EUREF-FIN –koordinaatiston ja Kartastokoordinaattijärjestelmän (kkj) välinen 2D-tasomuunnos on tässä suosituksessa määritetty ETRS-TM35FIN –koordinaatiston ja Yhtenäiskoordinaatiston (ykj) välille.

On korostettava, että muunnoksella ei saa koskaan korvata mittaamalla tapahtuvaa paikkatiedon tuotantoa, kun vaaditaan parasta mahdollista tarkkuutta. Esimerkiksi valtakunnallisen ja paikallisen kiintopisteverkon mittaaminen ja tihentäminen ovat tällaisia suurta tarkkuutta vaativia tehtäviä.

6.2 2D-muunnokset

Suosituksen mukaiset muunnokset suoritetaan seuraavan kaavion mukaisesti. Varsinainen tasokoordinaattien muunnos koordinaatistosta toiseen on esitetty lihavoituin nuolin.



Kaavio 1. Muunnospolku kkj-koordinaateista EUREF-FIN –koordinaateiksi.

6.2.1 Projisointi tasolle/tasolta

Projisointi ellipsoidilta tasolle tai päinvastoin on ns. koordinaattikonversio. Koordinaattikonversiolla muunnetaan koordinaattien esitystapaa saman koordinaatiston sisällä, esim. tasokoordinaateista maantieteellisiin koordinaatteihin projektiokaavoilla. Usein tarvitaan konversioita ennen koordinaattimuunnoksen suorittamista, koska koordinaattimuunnos voidaan suorittaa vain samantyyppisten (esim. 3D suorakulmaiset tai tasokoordinaatit) koordinaattien välillä. Esimerkiksi kkj:n 2-kaistan koordinaattien muuntaminen ETRS-TM35FIN –koordinaateiksi vaatii kkj2-koordinaattien konvertoinnin ensin maantieteellisiksi koordinaateiksi ja siitä edelleen ykj-koordinaateiksi. Tämän jälkeen voidaan suorittaa koordinaatistomuunnos ykj (x,y) → ETRS-TM35FIN (N,E) tai ensin ETRS-GK27:ään ja siitä mittakaavan muutoksella ETRS-TM35FIN:iin (ks. Kaavio 1).

Konversiot ETRS-TM35FIN –koordinaatiston ja ETRS-GK27 –koordinaatiston tasokoordinaateista (N,E) EUREF-FIN –koordinaatiston maantieteellisiin koordinaatteihin (φ, λ) tai päinvastoin suoritetaan liitteessä 1 esitetyillä projektiokaavoilla. Samoilla kaavoilla voidaan konvertoida myös kkj/ykj-tasokoordinaatit kkj-maantieteellisiin koordinaatteihin.

Kaavoja käytettäessä on huomioitava, että koordinaatistoon liittyvä ellipsoidi on oikea; kkj:ssä tämä on Kansainvälinen 1924 (Hayford) ellipsoidi ja ETRS89:ää käytettäessä GRS80.

6.2.2 Mittakaavan muutos ETRS-GK27 ↔ ETRS-TM35FIN

Mittakaavan muutos (myös koordinaattikonversio) voidaan suorittaa maantieteellisten koordinaattien kautta liitteen 1 mukaisilla projektiokaavoilla. Toinen tapa on muuttaa mittakaavaa seuraavasti:

$$\begin{aligned} N_{\text{ETRS-TM35FIN}} &= N_{\text{ETRS-GK27}} \cdot 0.9996 \\ E_{\text{ETRS-TM35FIN}} &= (E_{\text{ETRS-GK27}} - 500\,000 \text{ m}) \cdot 0.9996 + 500\,000 \text{ m} \\ &= E_{\text{ETRS-GK27}} \cdot 0.9996 + 200 \text{ m} \end{aligned}$$

ja

$$\begin{aligned} N_{\text{ETRS-GK27}} &= N_{\text{ETRS-TM35FIN}} / 0.9996 \\ E_{\text{ETRS-GK27}} &= (E_{\text{ETRS-TM35FIN}} - 200 \text{ m}) / 0.9996 \end{aligned}$$

Kaavassa 500 000 m on itäkoordinaatin arvo keskimeridiaanilla. Edellä olevia kaavoja käytettäessä ETRS-GK27 –itäkoordinaatin ($E_{\text{ETRS-GK27}}$) edestä on otettava pois projektiokaistaa (tasokoordinaatistoa) ilmaiseva tunnusnumero 27 (27 500 000 m → 500 000 m). On huomattava, että ko. kaavoja voidaan käyttää vain kun TM- ja GK-projektioiden keskimeridiaanit ovat samat.

6.2.3 Muunnos ykj ↔ ETRS-TM35FIN

Muunnos ykj:sta ETRS-TM35FIN:iin (tai ETRS-GK27:ään) on koordinaattimuunnos, sillä muunnos suoritetaan kahden eri datumin mukaisen koordinaatiston välillä. Molempien koordinaatistojen koordinaatit on ensin konvertoitava oikeaan muotoon muunnosta varten (mm. sama koordinaattien esitystapa, tasokoordinaateissa sama projektiotyyppi ja keskimeridiaani), jotta voidaan suorittaa koordinaatistomuunnos. Muunnos voidaan suorittaa erilaisilla muunnosmenetelmillä. Tämän suosituksen mukainen muunnos ykj:n ja ETRS-TM35FIN:n välillä tehdään affiinisena muunnoksena kolmioittain, joka on kuvattu tarkemmin liitteessä 5.

Muunnoksen tarkkuus

JUHTA - Julkisen hallinnon tietohallinnon neuvottelukunta

Muunnosta on testattu testipisteillä, joiden muunnoksen jälkeiset residuaalivektorit on esitetty liitteessä 5 (kuva 6). ETRS-TM35FIN ja ykj-koordinaatistojen välisellä kolmioittaisella affiinisella muunnoksella saavutetaan keskimäärin parempi kuin 10 cm:n (neliökeskivirhe) tarkkuus näillä testipisteillä koko Suomen alueella. Jotta sama muunnosmenetelmä ulottuisi valtakunnan rajoille, on rajojen ulkopuolelle laskettu virtuaalisia muunnospisteitä ja lisätty nämä muunnoskolmioiden muodostamaan verkkoon. Kolmiot on esitetty liitteessä 5 (kuva 5).

Muunnosohjelmat

Suosittelava muunnosohjelma lähtötietoineen on saatavissa Maanmittauslaitoksesta⁶ (ks. www.maanmittauslaitos.fi >Tietoa maasta >Kartoitus >Koordinaatti- ja korkeusjärjestelmät). Sovellusohjelmistoihin liitettävät muunnosohjelmamoduulit (C, Java) ovat saatavissa Maanmittauslaitoksen Kehittämiskeskuksesta.

7 Karttalehtijako

7.1 Yleistä

Valtakunnallisissa kartastotöissä suositellaan käytettäväksi EUREF-FIN -koordinaatistoa ja sen kanssa UTM-projektiota kaistassa 35 sekä seuraavassa kuvattua karttalehtijakoa.

Peruskartat (1:25000) ja maastokartat (1:50000) painetaan ETRS-TM35FIN-koordinaatistossa ja niissä esitetään UTM35- ja maantieteellisten koordinaattien mukaisten ruutujen lisäksi myös UTM34- tai UTM36-ruudusto kyseisten kaistojen alueella.

7.2 Karttalehtijaon ja tunnusjärjestelmän määrittely

Lehtijako ja siihen liittyvä tunnusjärjestelmä määritellään seuraavasti:

- Koko Suomi kuvataan yhdessä meridiaanikaistassa, jonka keskimeridiaani on 27°E. Karttaprojektiio on kuvattu kohdassa 5.2.
- Karttalehtijaon perusyksikkö on 3 x 3 km² kokoinen ruutu. Tätä toistamalla saadaan seuraavat lehtikoot mittakaavoittain:

Mittakaava	Maastokoko (km ²)	Pinta-ala (km ²)	Karttapinnan koko (cm ²)	Lukumäärä
1:5 000	3x3	9	60x60	42 000 karttalehteä
1:10 000	6x6	36	60x60	10 500 karttalehteä
1:20 000	12x12	144	60x60	2 600 karttalehteä
1:25 000	12x24	288	48x96	1 300 karttalehteä
1:50 000	24x48	1152	48x96	330 karttalehteä
1:100 000	48x96	4608	48x96	90 karttalehteä
1:200 000	96x192	18 432	48x96	38 karttalehteä

- 1:200 000 mittakaavaisten karttalehtien tunnuksissa pystysuunnassa käytetään kirjaimia K –Z ja vaakasuunnassa numeroita 2 - 6. Kirjainta O ei sekaantumisvaaran vuoksi käytetä. Nämä karttalehdet jakaantuvat suurempi mittakaavaisiin lehtiin seuraavan mallin mukaisesti:

Mittakaava	Lehtinumero	
1:200 000	V3	jaetaan 4 osaan 1 – 4

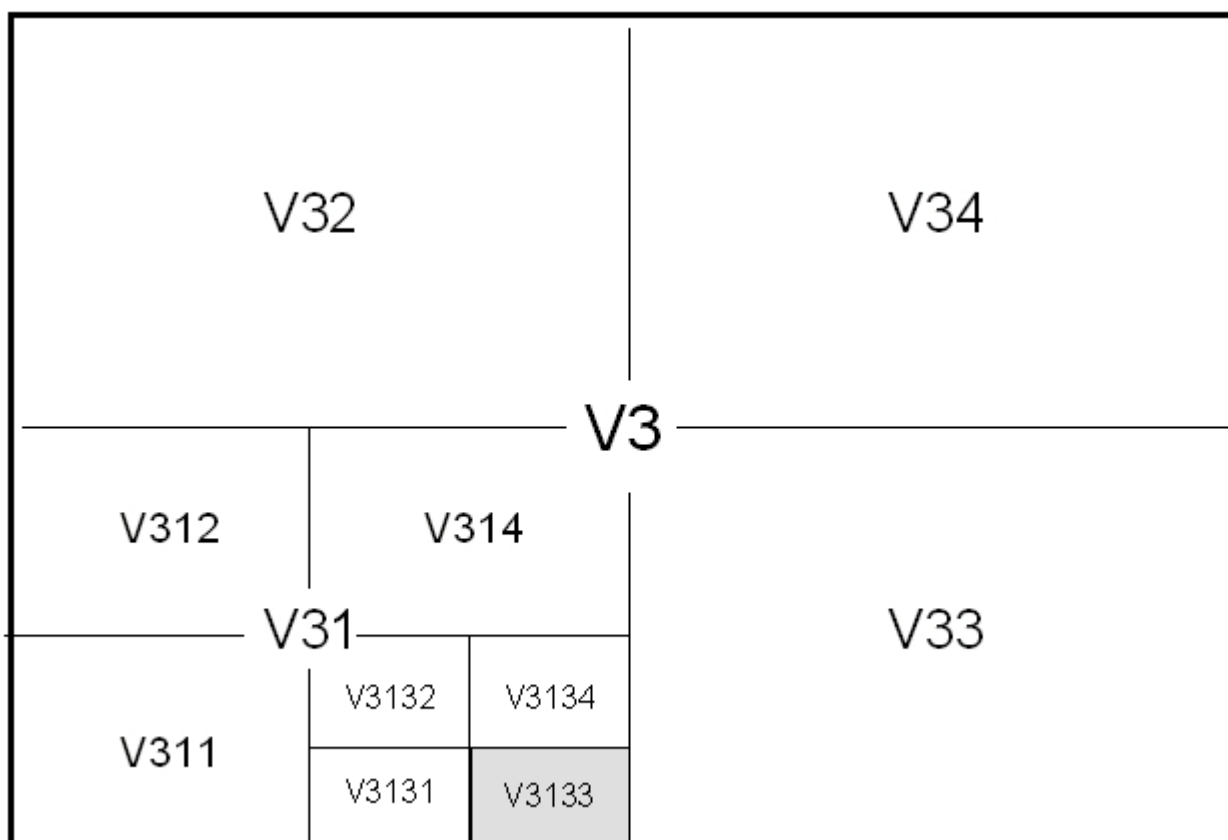
⁶ http://www.maanmittauslaitos.fi/Tietoa_maasta/Kartoitus/Koordinaattien_muunnosohjelmat/

JUHTA - Julkisen hallinnon tietohallinnon neuvottelukunta

1:100 000	V31	jaetaan 4 osaan 1 - 4
1:50 000	V313	jaetaan 4 osaan 1 - 4
1:25 000	V3133	jaetaan 8 osaan A - H
1:10 000	V3133A	jaetaan 4 osaan 1 - 4
1:5 000	V3133A3	ei jaeta

- Lehtijakoruudukko on sijoitettu itä-länsi-suunnassa kohdistamalla karttalehtien pystyreuna keskimeridiaaniin 27° itäistä pituutta.
- Keskimeridiaanin länsipuolella olevan karttalehden K4 oikean alanurkan koordinaatit ovat N = 6 570 000 m ja E = 500 000 m
- Mikäli on tarpeen numeroida karttalehtien puolikkaita, vasemmanpuoleisen lehden numeron loppuun lisätään L ja oikeanpuoleisen R (ks. liite 7).

Lehtijaon ja tunnusjärjestelmän periaate on kuvattu seuraavissa kaavioissa:



JUHTA - Julkisen hallinnon tietohallinnon neuvottelukunta

B		D		F	H
2		4		V3133	
A		C		E	G
1	3	V3133A3			

Liitteessä 6 on esitetty koko maan lehtijako.

8 Opastavia tietoja

Tätä suositusta ylläpitää Julkisen hallinnon tietohallinnon neuvottelukunta JUHTA, puh. (09) 160 01, sähköposti jhs-sihteeeri@jhs-suositukset.fi

<http://www.jhs-suositukset.fi>

Lisätietoja suosituksesta antavat Geodeettinen laitos ja Maanmittauslaitos.