



MAANMITTAUSLAITOS

MÄÄRÄYS MITTAUSTEN TARKKUUDESTA JA RAJAMERKEISTÄ KIINTEISTÖTOIMITUKSISSA

1. Johdanto	2
1.1. Määräyksen soveltamisala	2
1.2. Termit, määritelmät ja lyhenteet.....	2
2. Mittausluokat.....	5
3. Koordinaattijärjestelmät.....	5
4. Toimitusmittaukset	6
4.1. Rajamerkkien mittausmenetelmät.....	6
4.2. Rajamerkkien tarkkuus	8
4.2.1. RSK-luvun määritelmä	8
4.2.2. RSK-luvun määrittäminen	9
4.3. Toimituksessa mitattavat kohteet ja niiden tarkkuusvaatimukset	10
4.3.1. Rajamerkkien tarkkuusvaatimukset.....	11
5. Toimitusmittausten liittäminen kiinteistörekisterikarttaan (KRK).....	11
6. Pinta-alojen merkitseminen toimitusasiakirjaan	12
7. Raja- ja muut maastomerkit sekä niiden käyttö	12
7.1. Rajamerkit ja rajapisteet, käyttö ja numerointi.....	12
7.2. Rajojen osoittaminen rajamerkein.....	14
7.3. Muut maastomerkit.....	15
7.3.1. Tiealueen rajapaalu.....	15
7.3.2. Muu paalu	15

1. Johdanto

1.1. Määräyksen soveltamisala

Maanmittauslaitoksen keskushallinto on tänään päättänyt kiinteistönmuodostamislain (554/95) 291 §:n 2 momentin nojalla kumota 4.12.1996 antamansa määräykset mittaus-ten tarkkuudesta, rajamerkeistä ja karttamerkeistä kiinteistötoimituksissa nro 59N/97 sekä niihin 31.5.2004 (MML/03/012/2004) ja 1.11.2007 (kohtaan 7.1) tekemänsä muutokset.

Mittausten tarkkuuksissa ja kiinteistötoimituksissa käytettävien rajamerkkien osalta on noudatettava tätä määräystä. Määräykset koskevat sekä maanmittaustoimistoja että kiinteistörekisteriä ylläpitäviä kuntia.

Määräykset tulevat voimaan 1.8.2011 ja ovat voimassa toistaiseksi.

Määräykset liitteineen ovat saatavissa Maanmittauslaitoksen arkistokeskuksen kirjastosta, ja ne ovat myös nähtävissä Finlexin www-sivuilta <http://www.finlex.fi> ja Maanmittauslaitoksen www-sivuilta <http://www.maanmittauslaitos.fi>.

1.2. Termit, määritelmät ja lyhenteet

ETRS89 ja ETRF89

ETRS89 on CTRS:n mukainen maahan sidottu koordinaattijärjestelmä, joka on kiinnitetty Euraasian mannerlaatan yhtenäiseen osaan ja yhtyy globaaliin ITRS-järjestelmään epookkina 1989.0. ETRF on 3D-koordinaatisto, jonka avulla ETRS89-järjestelmä on realisoitu.

ETRS = European Terrestrial Reference System
ETRF = European Terrestrial Reference Frame
CTRS = Conventional Terrestrial Reference System
ITRS= International Terrestrial Reference System

ETRS-GKn

ETRS89 - järjestelmän kanssa käytettävä Gauss-Krüger-projektio ja tasokoordinaatisto. Projektio-kaistan leveys on 1°, mutta sitä voidaan käyttää leveämpänä esimerkiksi kunnissa. Projektion (ja tasokoordinaatiston) nimesä ETRS tarkoittaa koordinaattijärjestelmää, GK projektiotyyppiä (Gauss-Krüger) ja n on keskimeridiaanin asteluku. Esimerkiksi ETRS-GK27 on tasokoordinaatisto, jonka keskimeridiaani on 27 ° itäistä pituutta.

ETRS-TM35FIN

ETRS-TM35FIN on poikittainen karttaprojektio (Transverse Mercator), jossa TM -projektion kaista 35 on ulotettu kattamaan koko Suomen alue. ETRS-TM35FIN - projektion keskimeridiaani on 27° itäistä pituutta. Projektion (ja tasokoordinaatiston) nimessä ETRS tarkoittaa koordinaattijärjestelmää, TM projektityyppiä (Transverse Mercator), 35 on TM kaistan numero ja FIN tarkoittaa projektion suomalaista sovellusta.

EUREF-FIN

ETRS89-järjestelmän kansallinen realisaatio Suomessa.

FIX-ratkaisu

RTK-mittauksissa FIX-ratkaisu (tai Fixed-ratkaisu) tarkoittaa, että vastaanottimen paikka on määritetty tarkasti. Se perustuu satelliittien ja vastaanottimen välisten etäisyyksien ratkaisemiseen signaalien kantoaalloista (ns. alkutuntemattomien ratkaisu eli alustus). FIX-ratkaisussa mittaustarkkuus on senttimetriluokkaa.

FLOAT-ratkaisu

FLOAT-ratkaisussa vastaanottimen paikkaa ei ole määritetty tarkasti. Vastaanottimen alustus on vielä kesken ja FLOAT-tilassa pisteen koordinaatit saattavat poiketa oikeista koordinaateista useita metrejä.

Gauss–Krüger–karttaprojektio

Gauss-Krüger–projektio on kulmatarkka poikittainen lieriöprojektio, jossa lieriö sivuaa maapalloa keskimeridiaania pitkin. Mittakaava on keskimeridiaanilla 1.0. Keskimeridiaani muodostaa suorakulmaisen koordinaatiston pohjoisakselin ja päiväntasaaja itäkselin.

ETRS89 - järjestelmän kanssa käytetään Gauss-Krüger–projektiota 1° leveysinä projektiokaistoina. Projektioista (ja tasokoordinaatistosta) käytetään nimeä ETRS-GKn (missä n on keskimeridiaanin asteluku). Pohjoiskoordinaatin tunnus on N ja itäkoordinaatin E.

Kartastokoordinaattijärjestelmä perustuu Gauss-Krüger–projektiioon ja 3° leveysiin projektiokaistoihin. Pohjoiskoordinaatin tunnus on x ja itäkoordinaatin y.

Kartastokoordinaattijärjestelmä (KKJ)

Kartastokoordinaattijärjestelmä on valtakunnallisissa kartastotöissä aikaisemmin käytetty tasokoordinaatisto. KKJ koostuu peruskoordinaatistosta (Suomi kuvattu kuudessa Gauss-Krüger–projektiokaistassa, leveys 3°) ja yhtenäiskoordinaatistosta (Suomi kuvattu yhdessä projektiokaistassa).

PDOP

Position Dilution of Precision, satelliittigeometrian laadun mitta, joka kertoo satelliittien sijainnin vaikutuksesta paikannustarkkuuteen. Mitä pienempi lukuarvo, sitä parempi satelliittigeometria.

RTK

RTK (Real Time Kinematic) on eräs satelliittimittausmenetelmä, jossa käytetään vähintään kahta satelliittivastaanotinta. Toinen vastaanotin on koordinaateiltaan tunnetulla pisteellä ja toisella vastaanottimella kartoitetaan halutut kohteet reaaliajassa. Mittauksen tarkkuus on senttimetriluokkaa (FIX-ratkaisu).

Runkopiste

Runkopisteitä ovat koordinaateiltaan ja/tai korkeudeltaan määritetyt kiintopisteet ja tukipisteet. Pysyvästi maastoon merkityt ovat kiintopisteitä. Tukipisteet ovat tilapäisesti merkittyjä tai ilmakehältä valittuja taso- tai korkeus- tukipisteitä.

TM-karttaprojektio

TM-projektio (Transverse Mercator) on poikittainen leikkaava lieriöprojektiio, jossa on kaksi oikeanpituista leikkausviivaa. TM-projektio perustuu yleensä 6° levyisiin projektiokaistoihin. Sen tunnetuin sovellus on UTM-järjestelmä (Universal Transverse Mercator), jossa suurennussuhde on keskimeridianilla 0.9996, leikkausviivojen kohdalla 1.0 ja niiden ulkopuolella yli 1.0 projektiovirheiden pienentämiseksi.

WGS84

WGS84 (World Geodetic System) on GPS-satelliittien käyttämä koordinaattijärjestelmä ja koordinaatisto. WGS84 on Yhdysvaltain puolustushallinnon karttalaitoksen määrittelemä järjestelmä. Alueellisia järjestelmiä, kuten Suomessa EUREF-FIN, jotka perustuvat tarkasti ITRS:n realisaatioon, voidaan pitää identtisinä WGS84 - järjestelmän kanssa.

Verkko-RTK

Verkko-RTK menetelmässä käytetään useita tukiasemia, joiden avulla lasketaan verkkoratkaisu ja edelleen korjaustermit, joilla liikkuvan vastaanottimen paikka voidaan määrittää tehokkaasti ja luotettavasti. Mittauksen tarkkuus on perinteisen RTK-mittauksen tasolla, jopa parempi. Verkko-RTK:n avulla mittausaluetta voidaan laajentaa perinteiseen RTK-mittaukseen verrattuna.

VRS (Virtual Reference Station) – virtuaalitukiasemaverkko on eräs satelliittimittauksia varten kehitetty kiinteiden tukiasemien verkkoratkaisu. VRS-verkossa voidaan tehdä RTK -satelliittimittauksia vain yhden vastaanottimen avulla.

2. Mittausluokat

Toimituksen kohteena olevat alueet jaetaan seuraaviin neljään mittausluokkaan:

Mittausluokka 1:

Taajama-alueet, joilla on voimassa sitovan tonttijaon asemakaava tai rakennuskielto tällaisen asemakaavan laatimista varten.

Mittausluokka 2:

Taajama-alueet, joilla on ohjeellisen tonttijaon asemakaava.

Mittausluokka 3:

Ranta- asemakaava ja ranta-alueet sekä muut sellaiset alueet, joilla maa on maa- ja metsätalousmaata selvästi arvokkaampaa, esimerkiksi ns. haja-asutusalueet.

Mittausluokka 4:

Edellisiin luokkiin kuulumattomat maa- ja vesialueet.

Toimituksen kohteena oleva alue luokitellaan mittausluokkaan, jos mittaukset on suoritettu kyseisen mittausluokan vaatimalla tavalla ja tarkkuudella. Olemassa olevaa koordinaattiaineistoa (esim. vanhat rajamerkit) voidaan käyttää, mikäli se täyttää kyseisen mittausluokan vaatimukset. Muuten kohteet on mitattava uudelleen kyseisen mittausluokan mukaisesti.

3. Koordinaattijärjestelmät

Kiinteistörekisterikartan koordinaatisto on ETRS-GKn, jota on käytettävä ensisijaisesti toimitusmittauksissa.

Kunnissa, joissa on käytössä kartastokoordinaattijärjestelmä (KKJ) tai ns. vanha valtion koordinaattijärjestelmä (VVJ) tai muu kolmiomittaukseen perustuva koordinaattijärjestelmä (paikallinen järjestelmä), voidaan asemakaava-alueilla käyttää edelleen tätä järjestelmää.

Satelliittimittauksen laskennassa käytetään ETRS89- järjestelmää (EUREF-FIN), jossa määritetyt pisteiden koordinaatit muunnetaan kartoitustasolle hyväksytyjä kartta-projektioita, muunnosmenetelmiä ja -parametrejä käyttäen.

Lisätietoja julkisen hallinnon suosituksista:

- JHS 153: ETRS89-järjestelmän mukaiset koordinaatit Suomessa
- JHS 154: ETRS89 -järjestelmään liittyvät karttaprojektiot, tasokoordinaatistot ja karttalehtijako

4. Toimitusmittaukset

4.1. Rajamerkkien mittausmenetelmät

Rajamerkkien mittauksessa hyväksytyjä menetelmiä ovat takymetrimittaus, RTK-mittaus ja verkko-RTK -mittaus sekä tietyissä tapauksissa suorakulmainen kartoitus. RTK- ja verkko-RTK -mittauksissa sallitaan vain ns. FIX-ratkaisu. Mittauksissa on noudatettava alla olevia sekä laitevalmistajan antamia ohjeita. Maanmittauslaitoksessa on lisäksi noudatettava mitaamisesta annettuja sisäisiä ohjeita.

Takymetrimittausta, RTK -mittausta ja verkko-RTK -mittausta voidaan käyttää kaikissa mittausluokissa.

RTK-mittaus ja verkko-RTK -mittaus

Käytettävien laitteiden on oltava sopivia RTK-mittaukseen ja verkko-RTK -mittaukseen. Maasto ja muut olosuhteet (mm. satelliittigeometria) vaikuttavat mittauksen onnistumiseen. Hankalissa olosuhteissa on syytä käyttää esimerkiksi takymetriä.

RTK-mittauksessa tukiasemapisteinä on käytettävä kiintopisteitä, joilla on hyvä satelliitinäkyvyys (ei esteitä yli 15° korkeuskulmalla). Mittauksessa on mahdollista käyttää myös kiinteää tukiasemaa tai tukiasemaverkkoja (verkko-RTK), jolloin oman tukiaseman perustamisesta voidaan luopua.

Mittausten oikeellisuuden kontrolloimiseksi rajamerkeistä on vähintään 5 % mitattava kahteen kertaan joko eri tukiasemapistettä käyttäen tai samalta tukiasemalta tai verkko-RTK-menetelmällä, kun satelliittigeometria on muuttunut riittävästi. Jälkimmäisessä tapauksessa myös mittauksen alustus (alkutuntemattomien määrittäminen) on tehtävä uudelleen. Uudelleen mitattavien rajamerkkien on sijaittava tasaisesti ympäri mittausaluetta.

RTK- ja verkko-RTK -mittauksessa on huomioitava lisäksi seuraavat asiat:

- kaksitaajuusvastaanottimien käyttö on suositeltavaa,
- mittauksissa hyväksytään vain FIX-ratkaisu
- mittauslaitteen FLOAT-tilassa antamia koordinaatteja ei saa tallentaa eikä käyttää
- jälkilaskentaa voidaan käyttää havaintojen laskemiseen, esimerkiksi jos FIX-ratkaisu ei ole onnistunut
- satelliittigeometrian on oltava riittävän hyvä ja mittauksessa on oltava riittävästi satelliitteja luotettavan ratkaisun saamiseksi, vähintään 6 – 7 satelliittia,
- monitieheijastumisen¹ (multipath) välttämiseen on kiinnittävä erityistä huomiota rakennusten, puiden, veden jne. läheisyydessä,
- korkeuskulmarajaksi suositellaan 15°,
- mittauksia ja mittausmenetelmän tarkkuutta voi kontrolloida myös seuraavasti:
 - mitattavien kohteiden lähellä sijaitsevia kiintopisteitä voidaan mitata riittävän lähitarkkuuden varmistamiseksi

¹ Monitieheijastuminen eli satelliitin signaali ei tule antenniin suoraan vaan on heijastunut jostakin kohteesta.

- o verkko-RTK:n toimivuuden ja mittaustulosten oikeellisuuden voi testata myös esimerkiksi toimipisteen lähellä sijaitsevalla tunnetulla pisteellä ennen mittausalueelle lähtöä

Takymetrimittaus

Takymetrillä voidaan kartoittaa suurta sijaintitarkkuutta edellyttävät kohteet kuten rajamerkit ja rakennukset sekä tarvittaessa myös muita kohteita.

Kartoitus voidaan tehdä tunnetulta pisteeltä (esimerkiksi peruskiintopiste, käyttökiintopiste, rajamerkki), jolloin suuntaviuhkaan on otettava vähintään kaksi liitossuuntaa. Yhtä liitospistettä voidaan käyttää, jos orientointiin käytetään suunnan lisäksi etäisyyshavaintoa. Mittausluokassa 1 ja 2 takymetrimittaus on tehtävä käyttäen kiintopisteitä asema- ja liitospisteinä. Mittausluokissa 3 ja 4 voidaan käyttää myös tarkasti identifioitavissa olevia ja koordinaateiltaan tarkkoja rajamerkkejä (RSK-luku ≤ 0.20 ja ≤ 0.35 m vastaavasti).

Käytettäessä vapaata asemapistettä on suunnat ja etäisyydet mitattava vähintään kahden tunnettuun pisteeseen. Suositeltava tapa on käyttää kolmea tunnettua liitospistettä siten, että vapaa asemapiste sijoittuu näiden kolme pisteen muodostaman kolmion sisälle.

Rajamerkkejä kartoitettaessa kartoitussäde saa olla enintään kaksi kertaa liitossuuntana käytetyn sivun pituus.

Mikäli kartoituksen lähtöpisteiksi sopivia kiintopisteitä ei ole riittävästi, on kiintopisteistöä tihennettävä. Tihennysverkkoa mitattaessa on noudatettava kiintopisteiden mittauksesta Kaavoitusmittausohjeissa ja JHS-suosituksissa annettuja ohjeita.

Suorakulmainen kartoitus

Suorakulmainen kartoitus prisman ja mittanauhan (tai esimerkiksi laseretäisyysmittarin) avulla on pääasiassa apumittausmenetelmä. Sitä voidaan käyttää esimerkiksi RTK-mittauksessa tehtäessä epäkeskisiä mittauksia (mitattavaa rajamerkkiä ei voida mitata suoraan esimerkiksi peitteisyyden vuoksi).

Mittausluokissa 1 - 3 suorakulmaista kartoitusta ei saa käyttää varsinaisena mittausmenetelmänä. Suorakulmaista kartoitusta voi käyttää apumittausmenetelmä, mutta silloin on varmistettava, että tarkkuus täyttää ao. mittausluokan vaatimukset.

Suorakulmaista kartoitusta voidaan käyttää mittausluokassa 4 harkinnan mukaan pienissä mittauksissa. Tällöin a- ja b-mittojen on oltava riittävän lyhyitä (a-mitta + b-mitta ≤ 70 m, a-mitan on oltava suurempi kuin b-mitan) ja runkolinjan muodostavien pisteiden tarkkoja ja tarkasti identifioitavissa, jotta saavutetaan riittävä tarkkuus (RSK-luku ≤ 0.50 m).

Esimerkiksi:

Runkolinjan pisteiden RSK-luvut	a- ja b-mitta yht.(m)	Kartoitustarkkuus (m)
0.10	70	0.40
0.20	70	0.45
0.25	70	0.50
0.40	70	0.70

4.2. Rajamerkkien tarkkuus

Mitattavalle rajamerkille määritetään aina koordinaatit sekä sijaintitarkkuus. Sijaintitarkkuus ilmoitetaan pistekeskivirheenä (RSK- lukuna).

Rajamerkeillä ja rajapisteillä tulee olla RSK-luku.

4.2.1. RSK-luvun määritelmä

Rajamerkin RSK-luku (Rajamerkin Sijainnin pisteKeskivirhe) ilmaisee rajamerkin sijainnin tarkkuuden perusrunkoverkon tasokiintopisteisiin nähden. RTK-mittauksessa ja verkko-RTK-mittauksessa tukiasemat vastaavat perusrunkoverkon kiintopisteitä.

RSK-lukuun vaikuttavat liitospisteiden identifioinnin tarkkuus (i_i), mahdollinen mitattavan pisteen identifioinnin tarkkuus (i_m) ja tarkkuus (l_m), joka koostuu liitospisteiden RSK-luvuista ja mittauksen tarkkuudesta.

$$RSK = \sqrt{i_i^2 + i_m^2 + l_m^2}$$

Mitattava uusi piste on identifioitava tarkasti. Liitospisteen ja mitattavien vanhojen rajamerkkien identifioinnin tarkkuutena voidaan käyttää seuraavia arvoja:

- putkipyykit, betonipyykit, rajamerkisä mittamerkki 0.01 - 0.05 m
- muut hyvin identifioitavat rajamerkit 0.05 - 0.10 m
- kaatuneet, kumollaan olevat, rikkoutuneet, isokokoiset luonnonkivet ja muut vastaavat rajamerkit > 0.10 m

4.2.2. RSK-luvun määrittäminen

RTK - mittaus ja verkko-RTK- mittaus

RSK-luvun likiarvo lasketaan seuraavan kaavan mukaan:

$$RSK = \sqrt{i_m^2 + l_m^2}$$

missä RSK-luku on pistekeskivirhe. Kaavassa termi (l_m) sisältää vain RTK-mittauksen tarkkuuden, ei liitospisteiden RSK-luvun vaikutusta. RTK-mittauksen tarkkuutena voidaan käyttää arvoa 0.05 - 0.1 m. Avoimella paikalla tarkkuus on parempi ja peitteisessä maastossa huonompi. Laitteiden näyttämä tarkkuusarvio on useasti parempi, mutta yleensä liian optimistinen.

Esimerkkejä:

Esimerkki 1: (mitattavana uusi rajamerkki, avoin paikka)

- mitattavan pisteen identifioinnin tarkkuus (i_m) = 0 m (virheetön)
- mittauksen tarkkuus = 0.05 m (RTK-mittauksen tarkkuus)
- $RSK = \sqrt{i_m^2 + l_m^2} = \sqrt{0^2 + 0.05^2} = 0.05$ m

Esimerkki 2: (mitattavana vanha kallistunut rajamerkki, peitteinen paikka)

- mitattavan pisteen identifioinnin tarkkuus (i_m) = 0.15 m (kallistunut)
- mittauksen tarkkuus = 0.10 m (RTK-mittauksen tarkkuus)
- $RSK = \sqrt{i_m^2 + l_m^2} = \sqrt{0.15^2 + 0.10^2} = 0.18$ m

Takymetrimittaus

Takymetrimittauksessa RSK-luvun likiarvo lasketaan seuraavan kaavan mukaan:

$$RSK = \sqrt{i_t^2 + i_m^2 + l_m^2}$$

missä termi l_m (koostuu liitospisteiden RSK-luvuista ja mittauksen tarkkuudesta) voidaan säteittäisessä kartoituksessa laskea kaavalla:

$$l_m = \sqrt{2 \cdot lp_{RSK}^2 + 0.05^2}$$

missä lp_{RSK} on lähtöpisteen (yleensä asemapisteen) RSK-luku. Mikäli liitospisteen RSK-luku on suurempi, käytetään kaavassa sitä. Kaavassa oleva vakioarvo 0.05 m sisältää takymetrimittauksen virheet (etäisyydenmittauksen ja suuntahavainnon virheet).

Esimerkkejä:

Esimerkki 1: (mitattavana uusi rajamerkki, asemapiste putkipyykki, l_{RSK} on 0.25 m, $i=0.01$)

- *mitattavan pisteen identifioinnin tarkkuus (i_m) = 0 m (virheetön)*
- *liitospisteen identifioinnin tarkkuus (i) = 0.01 m (tarkka)*
- *mittauksen tarkkuus $l_m = \sqrt{2 \cdot 0.25^2 + 0.05^2} = 0.36$ m*
- *$RSK = \sqrt{i_l^2 + i_m^2 + l_m^2} = \sqrt{0.01^2 + 0^2 + 0.36^2} = 0.36$ m*

Esimerkki 2: (mitattavana vanha rajamerkki, asemapiste putkipyykki, l_{RSK} on 0.25 m, $i=0.01$)

- *mitattavan pisteen identifioinnin tarkkuus (i_m) = 0.15 m (kallistunut)*
- *liitospisteen identifioinnin tarkkuus (i) = 0.01 m (tarkka)*
- *mittauksen tarkkuus $l_m = \sqrt{2 \cdot 0.25^2 + 0.05^2} = 0.36$ m*
- *$RSK = \sqrt{i_l^2 + i_m^2 + l_m^2} = \sqrt{0.01^2 + 0.15^2 + 0.36^2} = 0.39$ m*

RSK-luvun ilmoitustarkkuus

RSK-luvun mittayksikkönä on metri ja luku ilmoitetaan seuraavalla tarkkuudella:

RSK-luku	ilmoitustarkkuus (m)	
0.00 - 0.20	0.01	(1 cm) -senttimetrin tarkkuus
0.20 - 0.50	0.02	(2 cm) -pyöristettynä lähimpään parilliseen senttimetriin
0.50 - 2.0	0.05	(5 cm)-pyöristettynä lähimpään 5 senttimetriin
2.0 - 5.0	0.10	(10 cm)-pyöristettynä lähimpään 10 senttimetriin

4.3. Toimituksessa mitattavat kohteet ja niiden tarkkuusvaatimukset

Suurta sijaintitarkkuutta edellyttävät kohteet, kuten rajamerkit ja rakennukset suositellaan mitattaviksi kiintopisteisiin tukeutuen takymetrillä tai satelliittimittauksella (RTK-mittaus, verkko-RTK-mittaus). Suorakulmaista mittauksia voidaan käyttää apumittausmenetelmänä.

Kiinteistötoimitusmittauksissa on mittausluokan edellyttämällä tavalla mitattava toimituksen kannalta tarpeelliset yksityiskohdat, kuten

- kiinteistörajat rajamerkkeineen
- rasite- ja muut käyttöoikeusalueet mahdollisine rajamerkkeineen
- rakennukset ja pysyvät rakennelmat
- liikenneväylät ja -alueet
- maa- ja vesialueet

Mittausluokissa 1 - 3 on rantaraja tai muu siihen verrattava luonnollinen raja kartoitettava, ellei ole käytettävissä luotettavaa tietoa siitä, että raja on sijainniltaan varma rekisterikartalla (toimituksessa tehty rajankäynti tai kartoitus). Mittausluokassa 4 voidaan käyttää muutakin kartoitusaineistoa kuten maastotietokantaa. Mikäli raja on epävarma, on mittausluokasta riippumatta suoritettava rajankäynti vesialuetta, vesijättöä tms. aluetta vastaan.

4.3.1. Rajamerkkien tarkkuusvaatimukset

Rajamerkkien tarkkuusvaatimukset (RSK-luku) mittausluokittain ovat seuraavat:

- mittausluokka 1: ≤ 0.12 m
- mittausluokka 2: ≤ 0.20 m
- mittausluokka 3: ≤ 0.30 m
- mittausluokka 4: ≤ 0.50 m

Mittausluokassa 1 voidaan käyttää myös tiukempia tarkkuusvaatimuksia.

Mittausluokasta ja niiden tarkkuusvaatimuksista riippumatta rajamerkille tulee antaa edellä ilmoitettuja tarkkuusvaatimuksia parempi RSK-luku, jos mittausmenetelmä ja mitausolosuhteet sen mahdollistavat.

5. Toimitusmittausten liittäminen kiinteistörekisterikarttaan (KRK)

Takymetrillä tehtävä toimitusmittaus sidotaan sijainniltaan tarkkoihin kiintopisteisiin, tukipisteisiin tai rajamerkkeihin.

Kiintopisteinä voidaan käyttää valtakunnallisia kiintopisteitä tai kunnan perus- ja käyttökiintopisteitä. Perus- ja käyttökiintopisteiden tarkkuusvaatimukset ovat:

- peruskiintopisteiden suhteellinen tasotarkkuuden on oltava ≤ 20 ppm
- käyttökiintopisteiden suhteellisen tasotarkkuuden on oltava:
 - mittausluokissa 1 ja 2 ≤ 50 ppm (15 mm, kun sivunpituus $l \leq 300$ m)

Mikäli kiintopisteitä ei ole käytettävissä voidaan käyttää tukipisteitä ja rajamerkkejä.

- Tukipisteitä ovat takymetrillä mitatut ja tilapäisesti merkityt jonopisteet, satelliittimittaus-apupisteet, runkolinja-, korkeus- ja kuvapisteet.
- Mittausluokissa 1 ja 2 tukipisteiden tarkkuusvaatimuksissa noudatetaan kiintopisteiden tarkkuusvaatimuksia
- Satelliittimittaus-apupisteet mitataan RTK- tai verkko-RTK - mittauksena. Myös staattista, jälkilaskentaan perustuvaan GNSS- mittauksista voidaan käyttää.
- Sidontaan käytettävien rajamerkkien RSK-luvun on oltava
 - mittausluokassa 3: ≤ 0.10 m
 - mittausluokassa 4 ≤ 0.25 m

RTK -mittauksella tai verkko- RTK-mittauksella tehtävissä toimitusmittauksissa saatavat koordinaatit ovat oikein tehtynä suoraan koordinaattijärjestelmässä. Erillistä sidontaa ei tarvita.

6. Pinta-alojen merkitseminen toimitusasiakirjaan

Tonttien ja yleisten alueiden pinta-alat merkitään toimitusasiakirjaan neliömetreinä ja muiden kiinteistöjen ja niiden palstojen kokonaispinta-alat ilman pyöristämistä hehtaareina neljän desimaalin tarkkuudella.

Kiinteistörekisteristä annettavissa otteissa tonttien ja yleisten alueiden pinta-alat esitetään neliömetreinä ja muiden rekisteriyksikkölajien maa- ja/tai vesipinta-alat sekä kokonaispinta-alat hehtaareina pyöristettynä seuraavasti:

Pinta-ala	Esitystarkkuus (desimaalien määrä)
< 2.0 ha	0.0000
≥ 2.0 ha < 20.0 ha	0.000
≥ 20.0 ha < 200.0 ha	0.00
≥ 200.0 ha	0.0

7. Raja- ja muut maastomerkit sekä niiden käyttö

7.1. Rajamerkit ja rajapisteet, käyttö ja numerointi

Rajamerkkejä ovat

- putkipyykki
- yksikivinen pyykki,
- pulttipyykki,
- nelikulmainen pyykki,
- viisikivinen pyykki ja
- viisipaaluinen pyykki

Putkipyykkinä on käytettävä SFS 4940-standardin mukaista VTT-C -merkinnällä varustettua metallista putkipyykkiä, jota saa käyttää vain kantavalla maalla.

SFS 4940-standardin mallin 1 mukaista, ilman näkyvöityskappaletta olevaa putkipyykkiä saa käyttää vain asemakaava-alueella tontin, rakennuspaikan ja yleisen alueen rajalla.

SFS 4940-standardin mallin 1 mukaisella näkyvöityskappaleella varustettua putkipyykkiä saa käyttää asema- ja ranta-asemakaava- alueella sekä muualla rakennuspaikan rajalla, tien varressa ja pellolla.

SFS 4940-standardin mallin 2 mukaisella näkyvöityskappaleella varustettua putkipyykkiä saa käyttää kaikilla rajoilla.

Yksikivisenä pyykkinä käytetään joko luonnonkiveä tai teräsbetonista valmistettua katkaistua pyramidia, johon mittausluokissa 1 ja 2 tulee hakata sijaintia tarkentava mitta-

merkki. Luonnonkiven läpimitan tulee olla vähintään 200 mm ja korkeuden vähintään 700 mm. Luonnonkivestä olevaa yksikivistä pyykkiä saa käyttää vain rakennuspaikan rajalla, tien varressa ja pellolla.

Teräsbetonista valmistetun katkaistun pyramidin korkeus on vähintään 700 mm sekä yläpinnan sivu vähintään 100 mm ja alapinnan sivu vähintään 300 mm. Tällaista pyykkiä saa käyttää kantavalla maalla kaikilla rajoilla.

Pulttipyykki tehdään siten, että kiinteään maaperäkiveen tai kallioon upotetaan ja kiinnitetään lujasti metalliputki, jonka läpimitta ja korkeus kiven tai kallion pinnasta ovat vähintään 20 mm, taikka metallipultti, jonka kiveen tai kallioon upotettava ja lujasti kiinnitettävä osa on läpimitaltaan vähintään 10 mm ja kiven tai kallion päälle jäävä osa läpimitaltaan ja korkeudeltaan vähintään 20 mm. Pulttipyykkiä saa käyttää kaikilla rajoilla.

Nelikulmaisen pyykin runko-osa rakennetaan kivistä tai suolla turpeesta vähintään yhden metrin pituiseksi ja levyiseksi sekä vähintään 400 mm korkeaksi. Runko-osan keskelle pystytetään keskuskivi, jonka läpimitta on vähintään 200 mm sekä korkeus kivistä rakennetussa pyykissä vähintään 600 mm ja turpeesta rakennetussa pyykissä vähintään 500 mm. Pyykin keskuskiveen voidaan hakata sijaintia tarkentava mittamerkki.

Kivistä ladottua **nelikulmaista pyykkiä** saa käyttää kaikilla rajoilla. Turpeesta rakennettua nelikulmaista pyykkiä saa käyttää vain suolla. Löyhällä ja vesiperäisellä maalla on nelikulmainen pyykki rakennettava kantavalle lavalle.

Viisikivinen pyykki tehdään pystyttämällä keskuskivi, jonka läpimitta on vähintään 200 mm ja korkeus vähintään 600 mm, sekä noin 0,7 metrin etäisyydelle keskuskivestä ja yhtä etäälle toisistaan neljä kulmakiveä, joiden läpimitta on vähintään 200 mm ja korkeus vähintään 500 mm. Pyykin keskuskiveen voidaan hakata sijaintia tarkentava mittamerkki. Viisikivistä pyykkiä saa käyttää kantavalla maalla kaikilla rajoilla.

Viisipaaluinen pyykki tehdään kuten edellä on määrätty viisikivisestä pyykistä käyttämällä kivien asemesta maahan pystytettäviä kestäviä paaluja, joiden läpimitta on vähintään 100 mm ja pituus vähintään 1500 mm sekä pystytetyn paalun korkeus maan pinnasta vähintään 700 mm. Viisipaaluista pyykkiä saa käyttää vain hyllyvällä suolla.

Numerointi

Pyykkiin on tehtävä numero, ellei jäljempänä toisin sanota. Putkipyykin numerointi on määrätty standardissa SFS 4940. Pulttipyykin numero tehdään joko pyykkiin tai sen avulla kiveen tai kallioon kiinnitettyyn vähintään 2 mm paksuun pyykin kanssa samaa materiaalia olevaan metallilaattaan taikka pyykin viereen.

Numeron pienin korkeus pultissa ja putkessa on 10 mm, metallilaatassa 20 mm ja muualla 80 mm. Numeron syvyys metallissa on vähintään 1 mm ja muussa materiaalissa vähintään 5 mm.

Asemakaava-alueella, lukuun ottamatta ranta-asemakaava-aluetta, olevaan putki- tai tankopyykkiin voidaan numero jättää tekemättä.

Rajapisteen paikka rajamerkissä voidaan rajamerkin rakentamisen tai rajankäynnin yhteydessä pysyvästi osoittaa mittamerkillä, joka voidaan tehdä rajamerkkiin reiällä tai sellaisella rajamerkkiin kiinnitetyllä metalliputkella tai -putilla kuin pulttipyykistä on sanottu.

Rajamerkkejä voi rakentaa myös ns. pistepariperiaatteella siten, että rajamerkiltä on näkyvyys toiseen rajamerkkiin.

Pitkien rajojen osoittaminen

Yli 300 m pitkille suorille rajoille, joilla ei ennestään ole ojaa tms. rajaa maastossa osoitettavaa luonnollista kohdetta, on rakennettava pyykkejä 50 - 300 metrin välein maasto-olosuhteista riippuen.

Rajamerkkejä voi rakentaa lyhyemmillekin rajoille osoittamaan rajan paikkaa esimerkiksi silloin, kun alueella on suuret korkeuserot.

Rajaviittoja ei uusissa toimituksissa enää rakenneta.

7.2. Rajojen osoittaminen rajamerkein

Rekisteriyksikön rajan pääte- ja kulmapisteisiin on rakennettava pyykki, ellei rajaa KML 185 §:n nojalla jätetä maastoon merkitsemättä.

Jos rajan pääte- tai kulmapiste sattuu paikkaan, johon pyykkiä ei voida sijoittaa tai jossa se ei säily taikka jossa siitä olisi huomattavaa haittaa, saadaan rajapisteen paikka osoittaa rakentamalla pyykki rajapisteestä lähtevälle rajalinjalle tai erityisestä syystä sen jatkeelle.

Kaarevan rajan aseman määrittämiseksi pyykkit tulee rakentaa kaaren tangenttipisteisiin siten, että rajan sijainti niiden perusteella käy havainnolliseksi.

Maantie- tai rautatiealueen rajaan päättyvät kiinteistörajat merkitään maastoon käyttämällä kohdassa 7.1 määriteltyä pyykkiä. Muut maantie- tai rautatiealueen tai siihen rajoituvien rekisteriyksiköiden väliset rajapisteen merkitään maastoon kohdassa 7.3.1 selostetulla tavalla. Viimeksi mainittu koskee myös tienpitäjälle tieoikeudella lunastettujen liitännäisalueiden sijainnin merkitsemistä.

Vesialueella olevat rajapisteen osoitetaan vain koordinaattien ja kartan avulla, jollei rajamerkein voida sanottavasti selvittää rajan kulkua vedessä. Rajan paikka voidaan jättää maastoon merkitsemättä asemakaava-alueella (lukuun ottamatta ranta-asemakaava-alueita) sekä erityisestä syystä muuallakin, jos merkitseminen ei ole tarpeen kiinteistöjakoituksen selvytyden vuoksi eikä muodostettavan kiinteistön omistaja merkitsemistä vaadi. Maastoon voidaan myös jättää merkitsemättä selvä luonnollinen raja sekä vedessä oleva raja, jota ei voida sopivasti rajamerkein osoittaa.

Suojelualuekiinteistön ja valtion metsämaan välinen uusi raja voidaan jättää merkitsemättä maastoon rajamerkeillä. Tällöin kulma- ja tarvittaessa muutkin rajapisteen merkitään muovi- tai puupaaluilla tai YM:n asetuksessa 53/2008 mainituilla paaluilla. Suojelualan rajoittuessa yksityisen omistamaan tilaan, kiinteistöraja avataan ja pyykkitetään.

Suojeluohjelmissa osoitetun tai Natura 2000-verkoston mukaisen suojelualueen sisäpuolella tehtävissä rajankäynneissä määrättävät rajat ja toimituksissa syntyvät uudet rajat voidaan jättää pysyvästi maastoon merkitsemättä, koska rajat poistuvat, kun ao. suojelualuekiinteistö muodostetaan.

7.3. Muut maastomerkit

7.3.1. Tiealueen rajapaalu

Jos maantiealueen, tieoikeudella lunastetun liitännäisalueen tai rautatiealueen rajapisteitä ei pyykitetä kohdassa 7.2 selostetulla tavalla, rajapisteet merkitään maastoon käyttämällä tiealueen rajapaaluja. Jos rajapisteiden merkitseminen maastoon on ilmeisen tarpeetonta tai aiheuttaa maanomistajille haittaa, rajapisteet voidaan jättää merkitsemättä maastoon.

Tiealueen rajapaaluna käytetään muovipaalua, joka numeroidaan tarvittaessa.

7.3.2. Muu paalu

Paalulla voidaan merkitä pysyvästi maastoon sellainen kaavaraja, nautintaraja, käyttöoikeus- ja käyttörajoitusalueen raja, joka ei ole rekisteriyksikön raja. KML 185.3 §:n säännöstä rasitealueiden maastoon merkitsemisestä sovelletaan myös käyttöoikeus- ja käyttörajoitusalueisiin.

Paaluna on käytettävä edellä kohdassa 7.1 määriteltyä pyykkiä. Paaluna voidaan käyttää myös tiealueen rajapaalua. Sitä ei tarvitse numeroida.