



KIINTEÄ MAA

**Rakenne, painovoima, muoto, mittasuhteet,
vertausjärjestelmät**

Pasi Laurila

Lapin AMK

5.2.2017

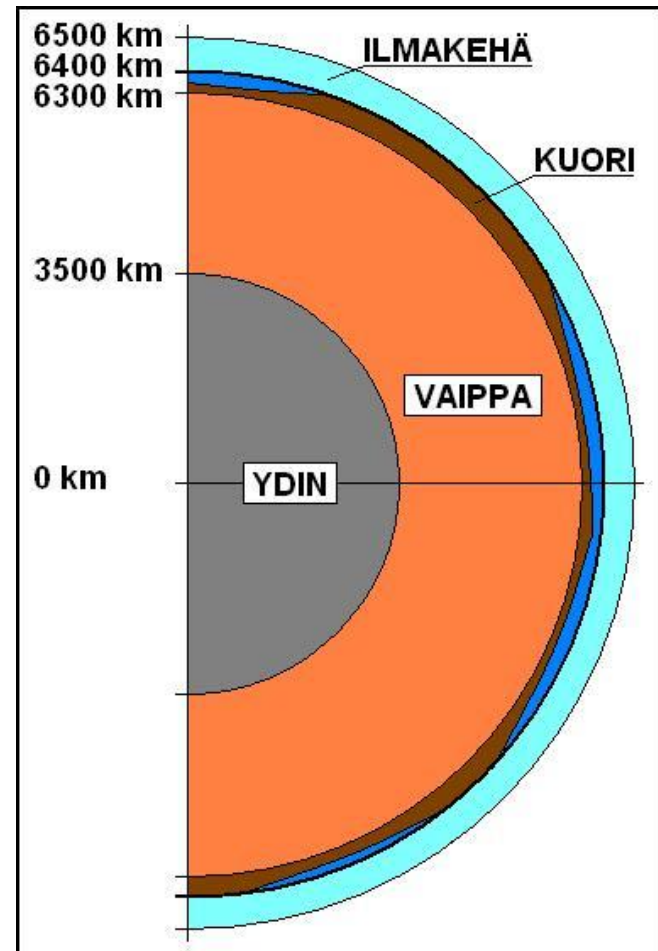
Maan synty, rakenne ja muuttuva pinta

Maa on kiviplaneetta

- Maa on pallomainen, kerroksellinen kiviplaneetta
- Sen ikä on noin 4.5 miljardia vuotta
- Ilmakehä
- Vesikehä
- Kuori
- Vaippa
- Ydin

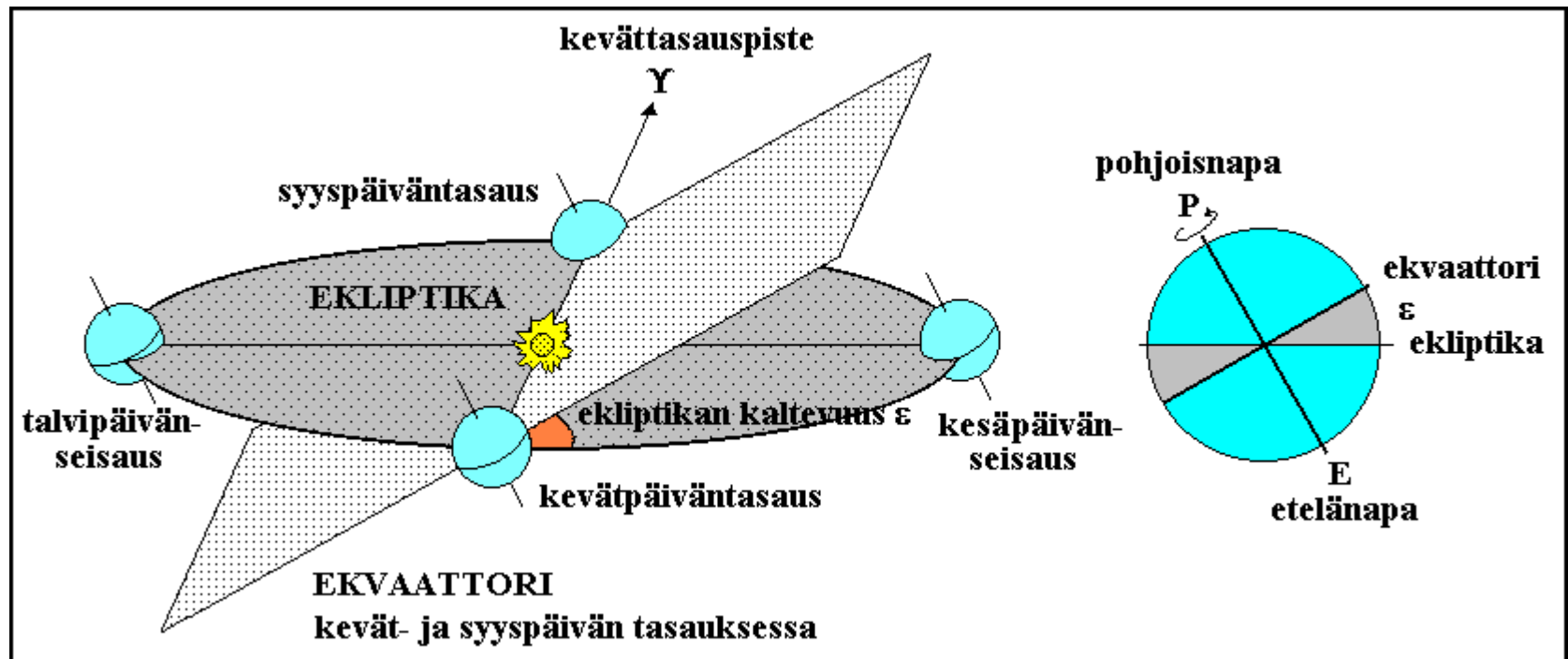
Ytimen
lämpötila
on noin
6000 °C

PREM = Preliminary
Reference Earth Model



Maa syntyi osana Aurinkokuntaa

**Pääosa Aurinkokunnan aineesta on samassa tasossa.
Erityisesti ekliptika on Maan ratataso**

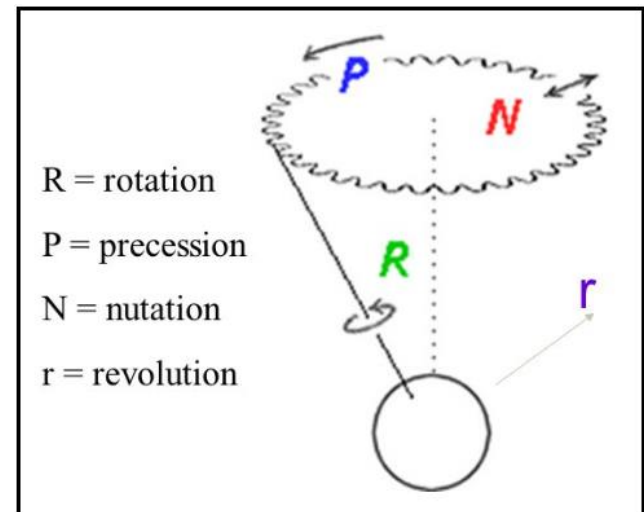


Maan pyörimisakseli ei ole kohtisuorassa ratatasoonsa nähden.
Akselin kallistuskulma on ekliptikan kaltevuus

Prekessio, nutaatio ja planeettaprekessio

- **Prekessio**: Maan pyörimisakselin suunta avaruudessa kiertyy 26000 vuoden jaksoissa → sivu 40
- **Nutaatio**: Kuun vetovoima muuttaa hieman Maan asentoa päivittäin ja pisimmillään 18.6 vuoden jaksoissa
- **Planeettaprekessio**: Planeettojen aiheuttamat häiriöt kääntävät maapallon ratatasoa eli ekliptikaa noin 41000 vuoden jaksossa. Tämä vaikuttaa ekliptikan kaltevuuteen

Auringon, Kuun ja planeettojen vetovoimat



**Maan asennon parametrit
(Earth orientation
parameters) → GNSS**

Litosfääri eli kivikehä

- Litosfääri eli kivikehä on maapallon ylin kiinteä kerros, johon kuuluvat kuori ja vaipan jäykkä osa
- Litosfäärin paksuus on keskimäärin 75 km
- Merellinen ja mantereiden litosfääri ovat ominaisuuksiltaan erilaisia
- Merellistä kuorta syntyy ja häviää jatkuvasti
- Ohuempi merellinen kuori on raskasta vaippasyntyistä basalttia
- Mantereet ovat periaatteessa pysyviä rakenteita
- Paksumpi mantereinen kuori muodostuu kiteisistä kivilajeista

Tektoniset laatat

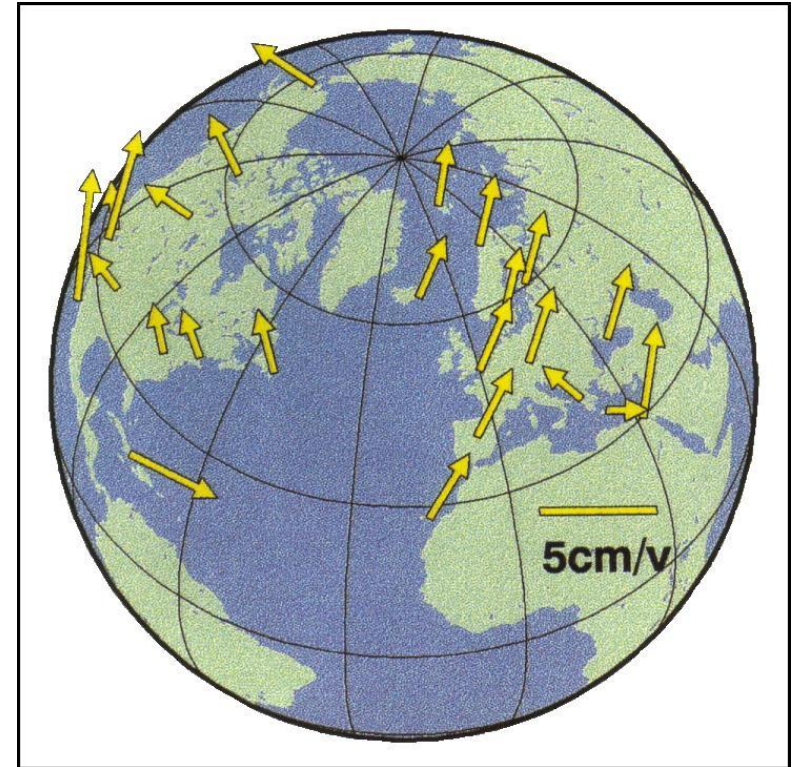
Litosfääri jakaantuu noin kahdeksikymmeneksi jäykäksi tektoniseksi laataksi



Suomi sijaitsee Euraasian laaatalla

Laatat liikkuvat vaakatasossa

- Tektoniset laatat liikkuvat toistensa suhteen
- 1912 Alfred Wegener julkaisi hypoteesin mannerten liikkumisesta
- Se hyväksyttiin vasta myöhemmin, kun saatiin selville liikevoima
- Nykytiedon mukaan vaipan konvektiovirtaukset ylläpitävät liikettä
- Laattojen liike on enimmäkseen noin 20 cm/vuosi

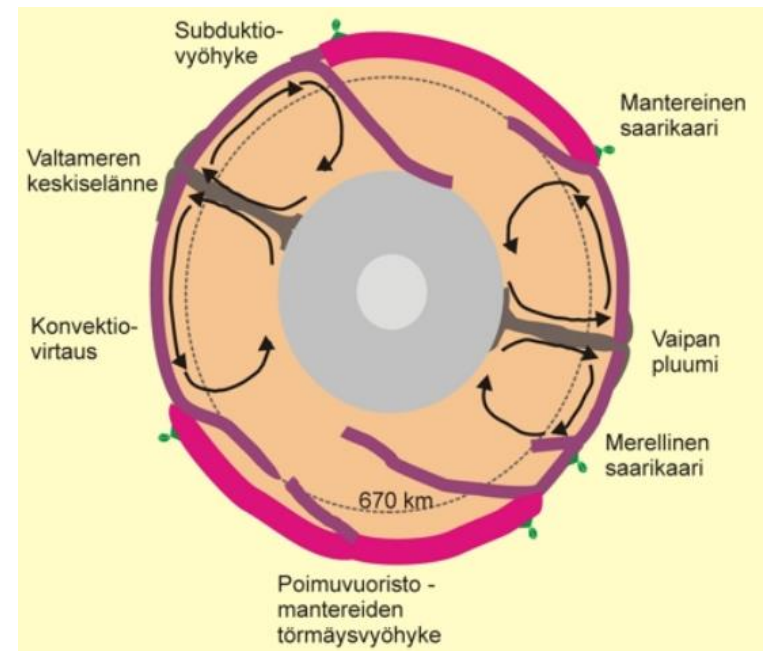


Myös paikalliset pystysuorat liikkeet ovat mahdollisia

Konvektiovirtaukset

- Konvektiovirtaus on lämpötilaerojen aiheuttama **massavirtaus** Maan vaipassa
- Vaipan osaa, jossa massa- virtaukset tapahtuvat, kutsutaan astenosfääriksi
- Vaipan virtaukset liikuttavat tektonisia laattoja
- Sulan ulkoytimen virtaukset ylläpitävät Maan magneettikenttää

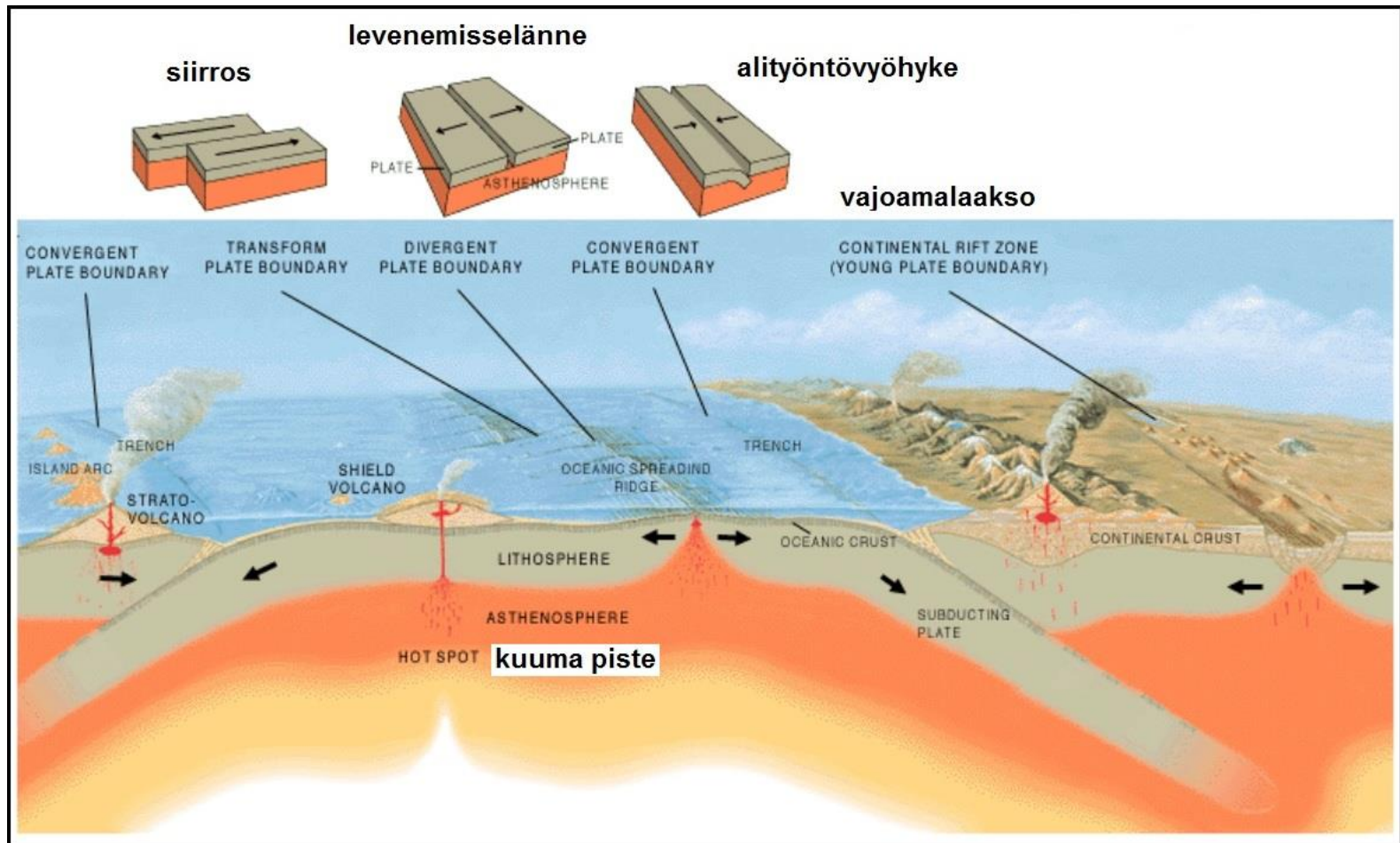
Virtaussolut



Tektonisten laattojen reunat

- Laattojen reunat voivat olla levenemisselänteitä, alityöntövyöhykkeitä, törmäysvyöhykkeitä, siirrosvyöhykkeitä ja vajoamalaaksoja
- Levenemisselänteillä syntyy uutta merellistä kuorta
- Merellinen kuori uusiutuu noin 200 miljoonassa vuodessa
- Alityöntövyöhykkeillä merellinen kuori häviää mantereellisen kuoren alle
- Laattojen reunoilla on maanjäristyksiä ja tulivuoritoimintaa

Laattojen reunoilla tapahtuu



Maanpinnan pystysuorat liikkeet

Fennoskandian maannousu

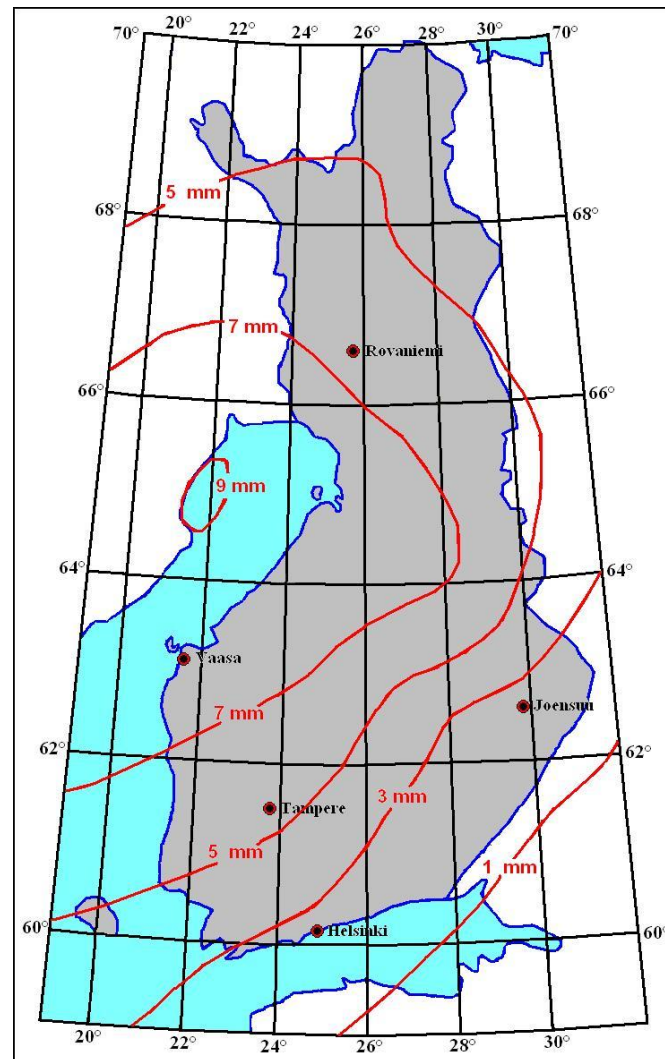
- Itämeren alueella on vuosisatoja seurattu ilmiötä, joka ilmenee uuden maan nousuna merestä
- Mittausten perusteella on selvää, että kysy on nimenomaan maanpinnan noususta
- Nousunopeus on suurimmillaan noin senttimetri vuodessa
- Fennoskandian maannousun syiden tiedetään liittyvän viimeisimpään jääkauteen

Maannousu on jääkauden tulos

- Jääkaudella Fennoskandian alueella oli useita kilometrejä paksu jäätikkö, joka painoi maankuorta useita satoja metrejä
- Jäätikön sulaessa alkoi maankuori palautua alkuperäiseen korkeuteensa
- Viimeiset jäätiköt sulivat noin 10000 vuotta sitten
- Arvioidaan, että maa kohoaa Pohjanlahdella vielä noin 100 metriä seuraavan 10000 vuoden aikana
- Maannousun vuoksi Perämerestä voi tulla järvi

Maannousun suuruus

- Maannousun suuruutta on selvitetty Fennoskandian alueella tehtyjen tarkkavaaitusten perusteella
- Nykyisin mittauksia tehdään myös paikannus- ja kaukokartoitus-satelliittien avulla
- Nousu on Perämeren alueella noin 9 mm/v ja Suomenlahdella noin 2 mm/v
- Maannousu on vielä yhtä suurta tai suurempaa kuin ilmastonmuutokseen liitetty merenpinnan nousu



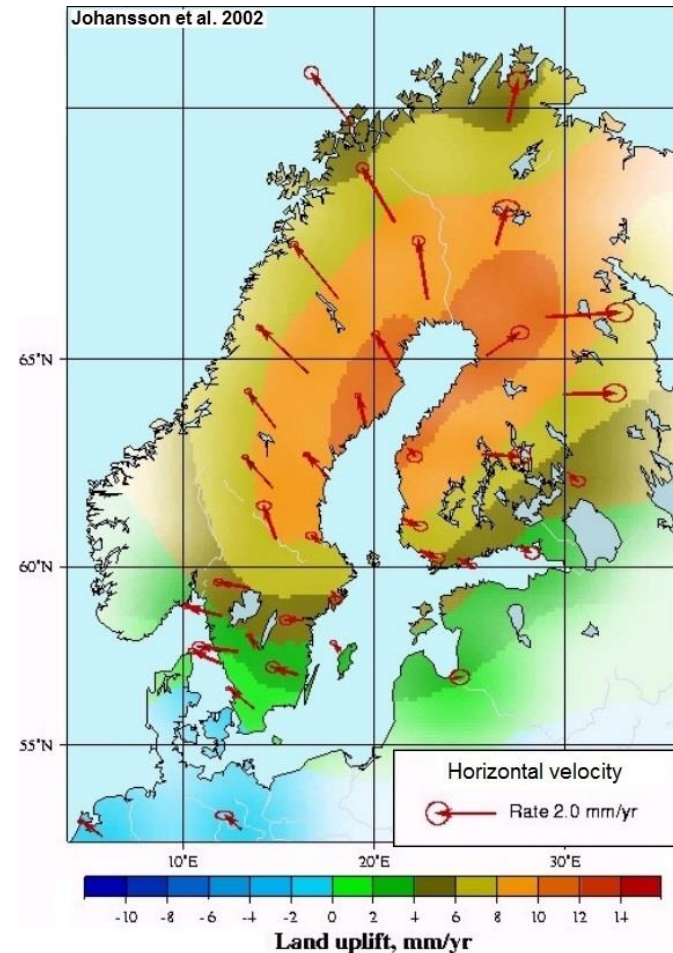
Korkein ranta Rovaniemellä

- Maannousun merkkejä löytyy ympäri Suomea
- Rantakivikot ja lajittuneet sora- ja hiekkakerrostumat osoittavat rannan sijainnin
- Ounasvaaralla ylimmät rantakivikot ovat nykyisin noin 210 metrin korkeudella
- Ne syntyivät noin 9000 vuotta sitten muinaisen Itämeren Ancyclusjärvi-vaiheen aikana



Maannousuun liittyy myös vaakasiirtymä

- 2000-luvulla tarkat, satelliitti-paikannukseen perustuvat kiintopistemittaukset ovat tuoneet esille maannousuun liittyvän vaakaliikkeen
- Kyse on kansainvälisistä ja Geodeettisen laitoksen (FGI) tekemistä mittauksista
- Vaakasiirtymät ovat enintään pari millimetriä vuodessa



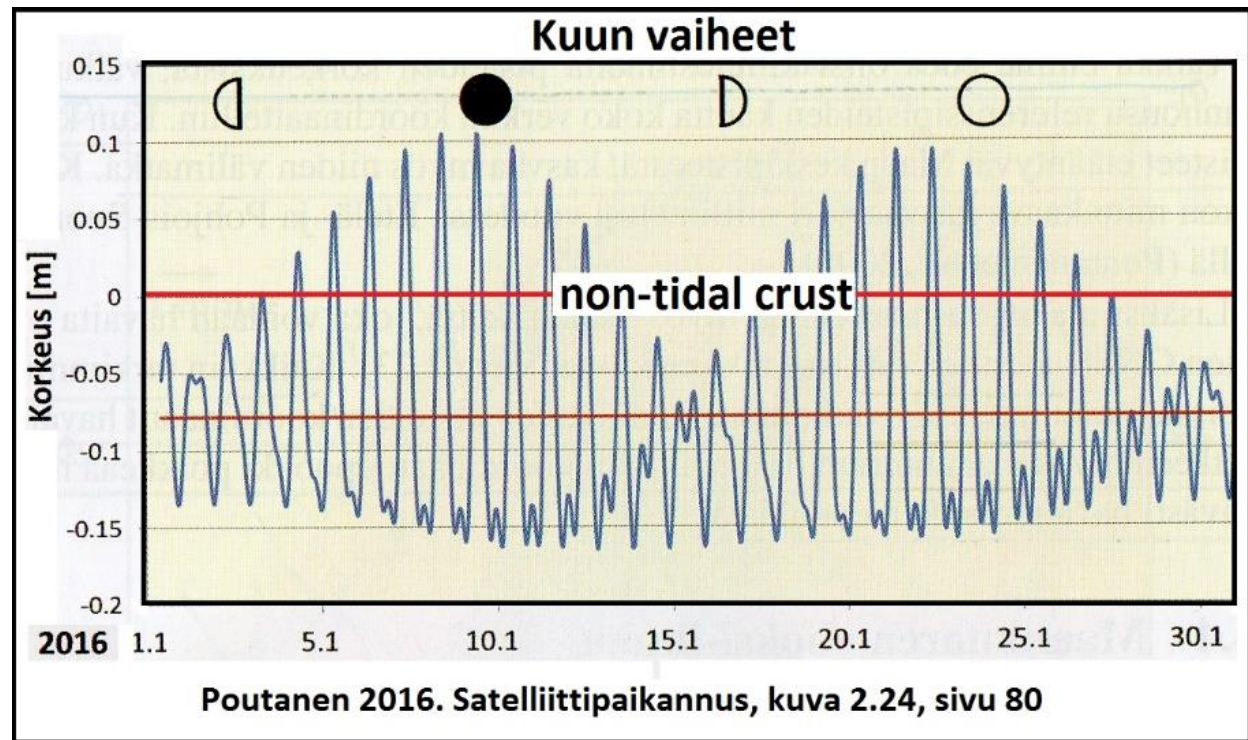
Kiinteän maan vuoksi

- Maa ei ole jäykkä vaan elastinen kappale, jonka vuoksi sen muoto muuttuu Maahan vaikuttavien voimien vaikutuksesta
- Kiinteän maan vuoksi on analoginen valtamerien vuorovesi-ilmiön kanssa
- Sillä ei ole kuitenkaan vuorovesi-ilmiön kaltaista jokapäiväistä merkitystä
- Kuitenkin sillä on merkitystä GNSS-mittauksissa, Maan rakenteen tutkimuksessa ja tarkkoissa geodeettisissa mittauksissa

Kiinteän maan vuoksi Helsingissä

Kuun ja Auringon aiheuttamat vuorovesivoimat saavat aikaan kiinteän maan vuoksen. Se aiheuttaa maanpinnan pystysuoran liikkeen, jonka suuruus on noin 25 cm vuorokaudessa

**Helsingissä
mitattu kiinteän
maan vuoksi-
aalto tammi-
kuussa 2016**



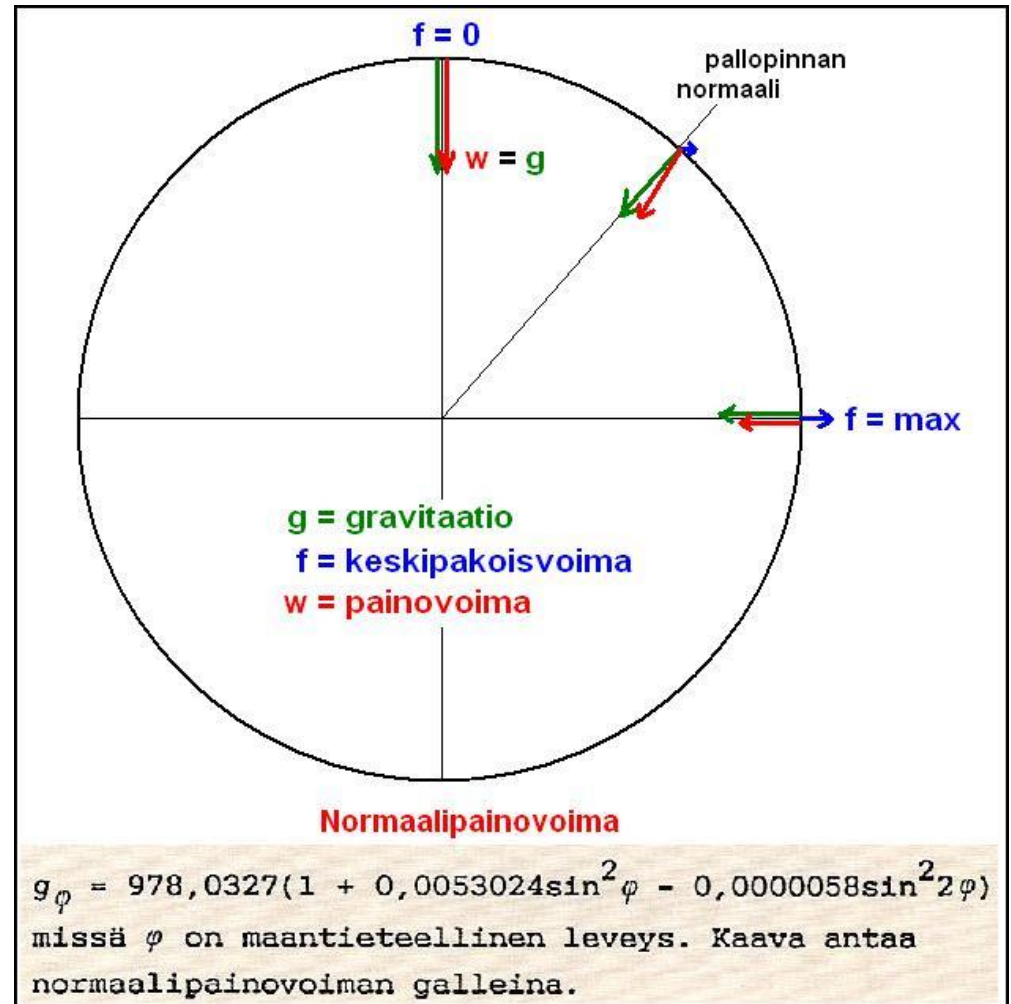
Maan painovoima

Perusvoimat ja painovoima

Luonnon neljä perusvoimaa ovat:

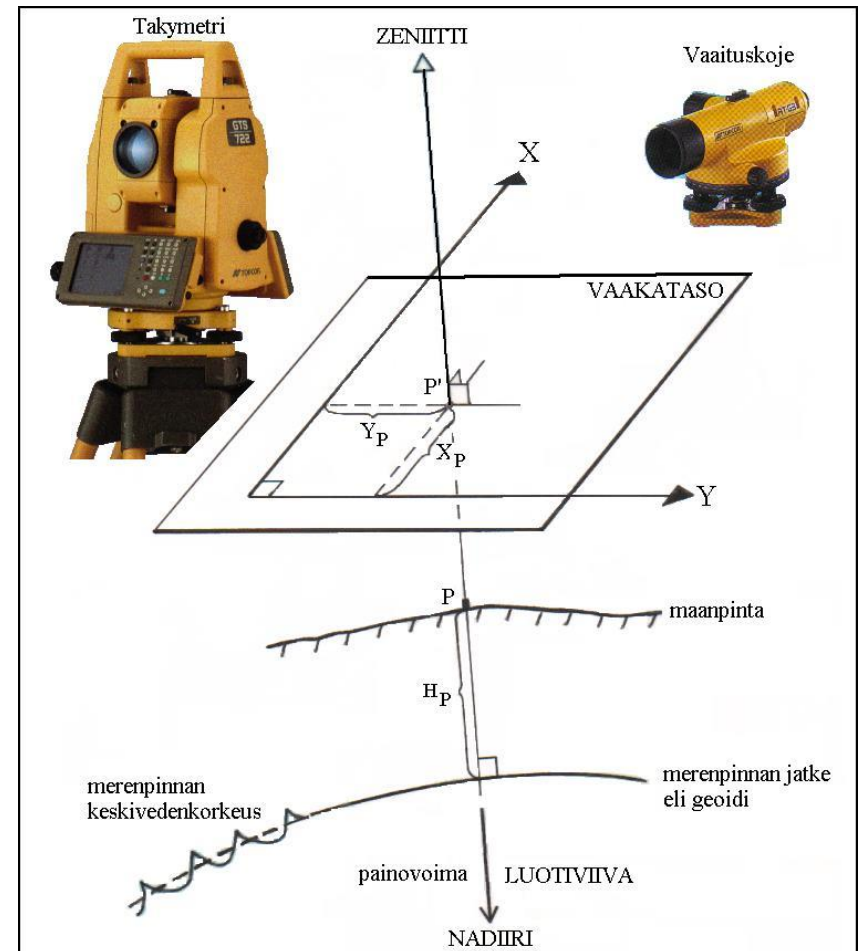
1. Gravitaatiovoima
2. Sähkömagneettinen voima
3. Vahva ydinvoima
4. Heikko ydinvoima

Painovoima on planeetan pinnalla gravitaatiovoiman ja keskipakoisvoiman resultantti



Vaakataso ja pystysuora

- Geodeettiset mittaukset tehdään painovoiman määrittämien perustasojen ja suuntien suhteen
- Luotiviiva osoittaa painovoiman suunnan
- Pystysuora, vaakataso, zeniitti ja nadiiri



Newtonin gravitaatiolaki

Newton esitti 1687 gravitaatiolakinsa, jonka mukaan kappaleet vetävät toisiaan puoleensa voimalla, jonka suuruus riippuu kummankin kappaleen massasta ja niiden painopisteiden välisestä etäisyydestä

Näin lasketaan tämän lain perusteella maanpinnalla olevan kappaleen putoamiskiihtyvyys

$$F = G \frac{mM}{R^2}$$

missä

G = gravitaatiovakio = $6.6742 \times 10^{-11} \text{ Nm}^2/\text{kg}^2$

m = Maan pinnalla olevan kappaleen massa (kg)

M = Maan massa = $5.974 \times 10^{24} \text{ kg}$

R = Maan säde = 6370000 m

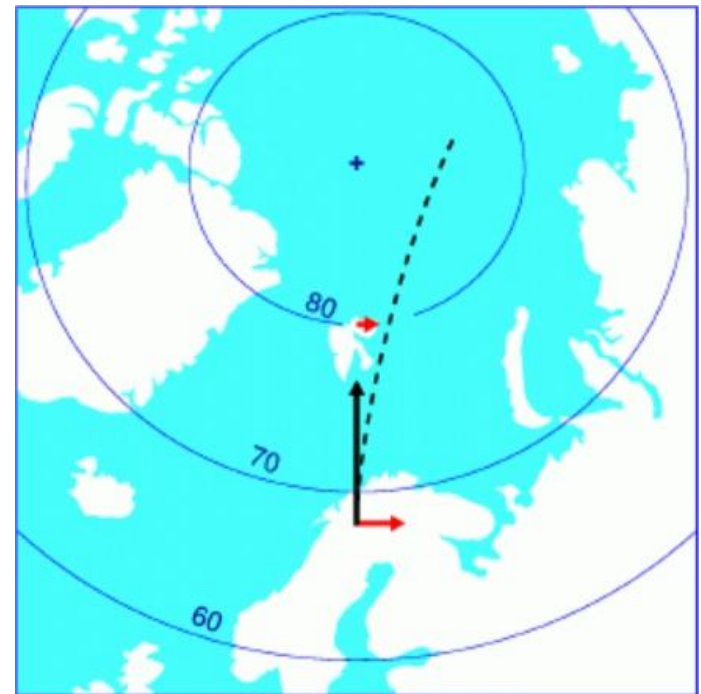
$$F = mg = m \frac{GM}{R^2}$$

$$\Rightarrow g = \frac{GM}{R^2} = \frac{6.6742 \times 10^{-11} \frac{\text{Nm}^2}{\text{kg}^2} \times 5.974 \times 10^{24} \text{ kg}}{(6370 \times 10^3 \text{ m})^2} = 9.826 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

Näennäisvoimia

- Pyörivän kappaleen kuten Maan pinnalla näyttää esiintyvän näennäisiä voimia, jotka vaikuttavat kappaleiden ja ilman tai veden liikkeisiin
- Keskipakoisvoima ja coriolisvoima ovat geofysiikassa tärkeitä näennäisvoimia
- Ne ovat näennäisvoimia, koska ne johtuvat tarkastelukoordinaattiston kiertoliikkeestä
- **Keskipakoisvoima vaikuttaa pyörivän kappaleen pinnalla**

Coriolisvoiman vaikutuksesta kappaleen liikerata kaartuu pohjoisella pallonpuoliskolla oikealle



Normaalipainovoima ja anomaliat

- Maan painovoima määräytyy Maan massaan liittyvän vetovoiman ja pyörimisliikkeeseen liittyvän keskipakoisvoiman yhteisvaikutuksesta
- Painovoima on navoilla suurempi kuin päivän-tasaajalla
- Normaalipainovoiman kaavalla voidaan laskea painovoima leveysasteen funktiona
- Poikkeamat normaalipainovoimasta ovat painovoima-anomaliaita
- Painovoima-anomaliailla on merkitystä muun muassa geoidin ja malminetsinnän kannalta

Painovoiman mittaus

- Gravimetri on painovoima-mittari
- Perinteisimmät gravimetrit ovat pudotus- tai jousi-gravimetrejä
- Nykyaikaisessa supra-johtavassa gravimetrissä on magneettikentässä leijuva pallo, jonka paikkaa seurataan
- Painovoimaa mitataan myös ilmasta ja satelliiteista

Geodeettisen laitoksen (maanmittaus-laitoksen paikkatietokeskuksen) suprajohtava gravimetri on maailman tarkimpia painovoimamittareita

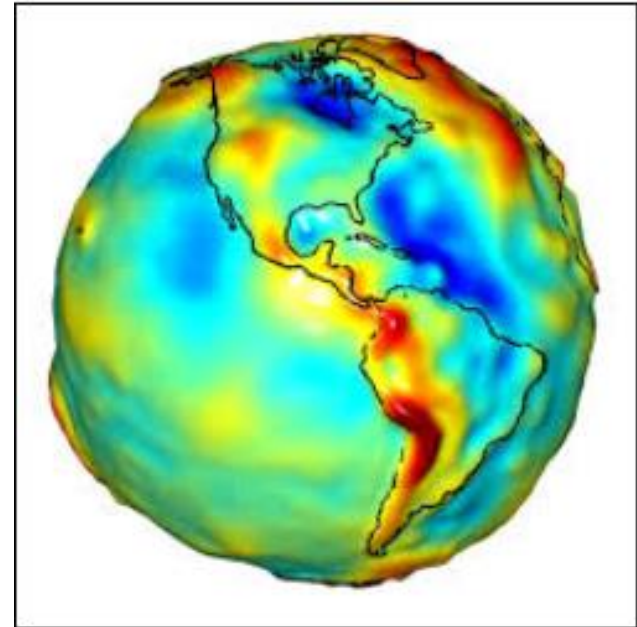
Sillä voidaan havaita painovoiman vaihteluita, jotka ovat suuruusluokaltaan 10^{-12} g



Geoidi

- **Geoidi on painovoimaa kuvaava tärkeä käsite**
- Geoidi on painovoiman potentiaalin tasa-arvopinta
- Maanmittauksessa käytettävät geoidit edustavat painovoimaa merenpinnan tasolla
- Geoidi liittyy yleisesti Maan muodon ja mittasuhteiden määrittämiseen
- Geoidi muodostaa korkeusjärjestelmien vertailupinnan

Geoidi on fysikaalinen pinta



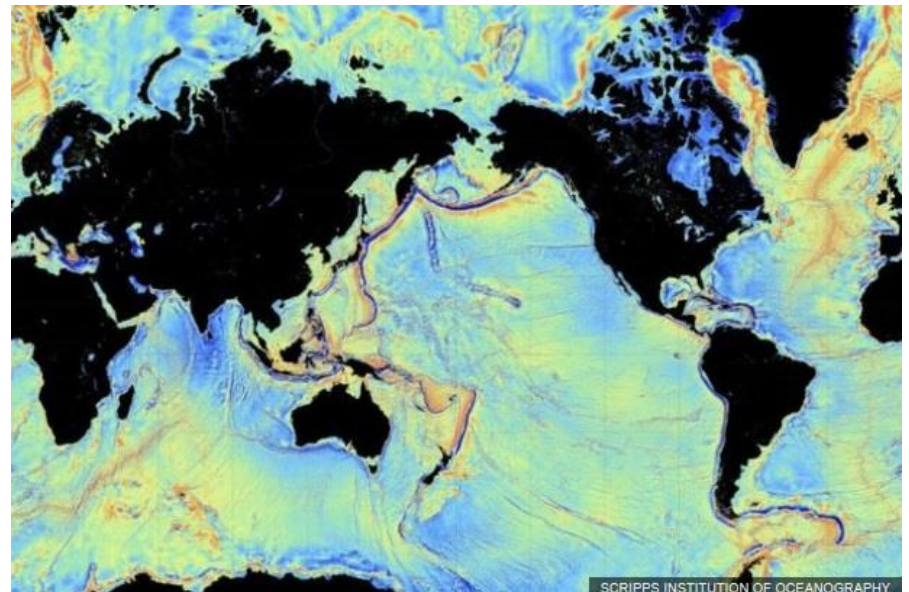
Geoidimalli on "korkeusmalli" joka kertoo geoidin muodon mittaukseen valituissa järjestelmissä

Tyyntä merenpinta on geoidi

- Vapaa vedenpinta on painovoiman tasa-arvopinta eli geoidi
- Merenpinta on siis geoidi
- Merenpinnan korkeuksia mitataan satelliiteista muun muassa mikroaalto-alueella toimivilla tutka-altimetrillä ja SAR-tutkalla
- Merenpinnan korkeusvaihtelut heijastavat merenpohjan topografiaa ja rakenteita

Geosat (1985) ERS (1991-) ja Cryosat (2010-) ovat olleet tai ovat merenpinnan korkeuksia mittaavia satelliitteja

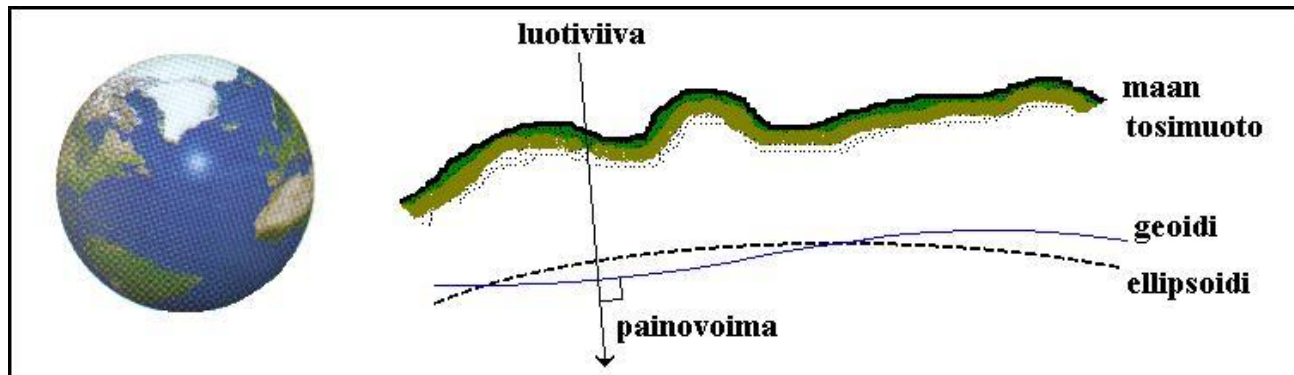
**Kuvassa merenpinnan vaihteluista laskettu merenpohjan topografia
→ laattatektoniikka**



Maan muoto ja mittasuhteet

Maan muodon mallit

- **Geodesian tehtävänä on Maan muodon ja koon määrittäminen**
- Määrittämisen yleisenä lähtökohtana on Maan tosimuoto
- Tosimuoto yksinkertaistetaan geoidin avulla, joka on Maan muodon fysikaalinen malli
- Geoidin muotoihin sovitetaan paras ja riittävän yksinkertainen matemaattinen malli, joka on pyörähdysellipsoidi

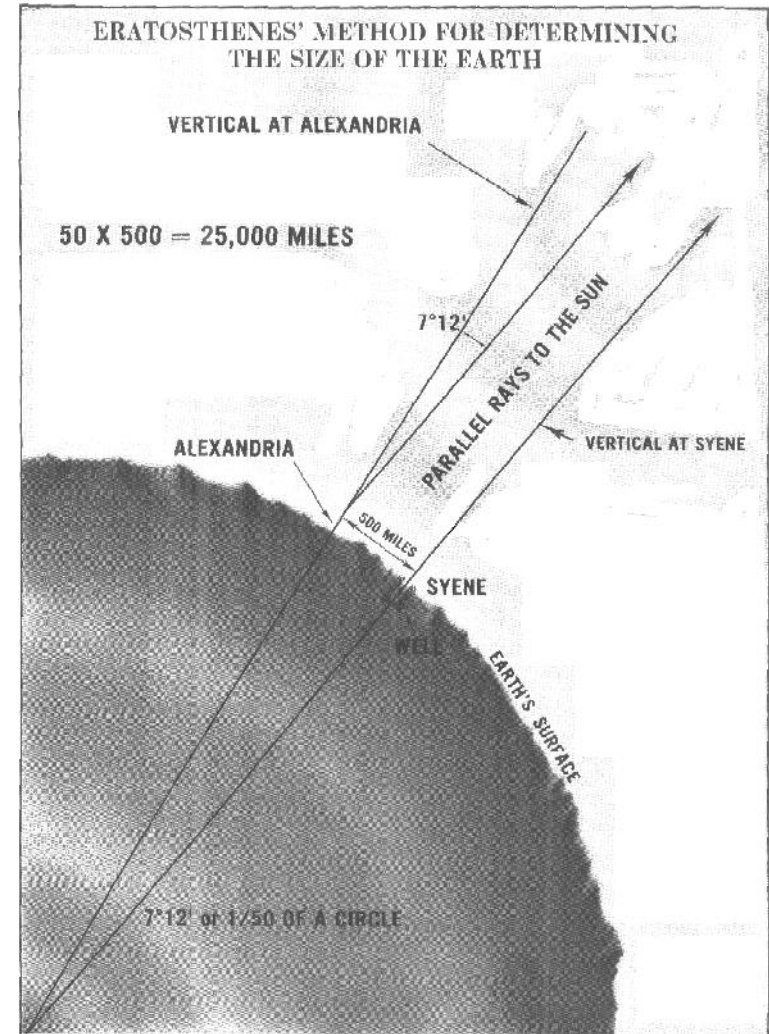


Maa on pallomainen kappale

- **Yleisesti on riittävää kuvata Maa pallona, mutta esimerkiksi maanmittauksen näkökulmasta tämä ei riitä**
- Maan kaarevuussäde on noin 6400 kilometriä
- Ympärysmitta on noin 40000 kilometriä (→ metrin alkuperäinen määritelmä)
- Pinta-ala on noin 510 miljoonaa neliökilometriä
- Etäisyys Auringosta on noin 150 miljoonaa kilometriä
- Keskitiheys on noin 5500 kg/m^3
- Pinnan keskilämpötila on noin $14 \text{ }^\circ\text{C}$
- Putoamiskiihtyvyys maanpinnalla on noin $9,8 \text{ m/s}^2$

Jo Eratosthenes mittasi Maan

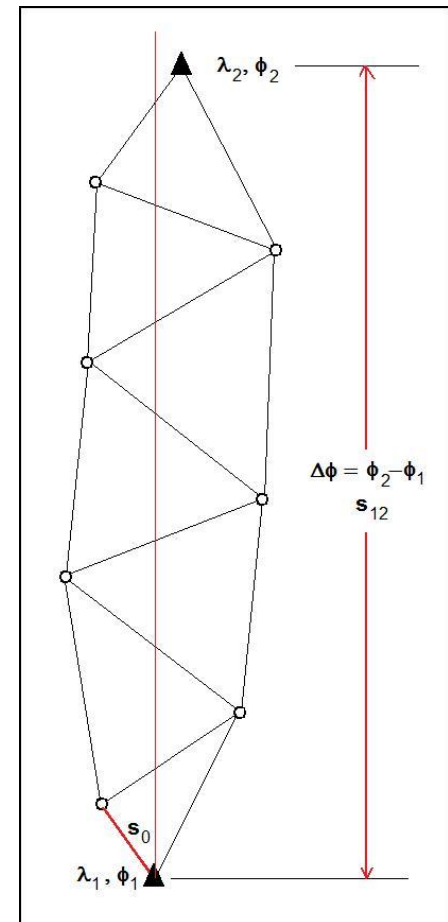
- **Käsitys pallonmuotoisesta Maasta on vuosituhsia vanha**
- Eratosthenes mittasi Maan ympärysmitan noin 200 eKr.
- Miten hän suoritti viereisen kuvan perusteella tämän mittauksen?
- Mikä on tuloksista laskettu maapallon säde?
- 1 maili = 1.609 km



Astemittaus

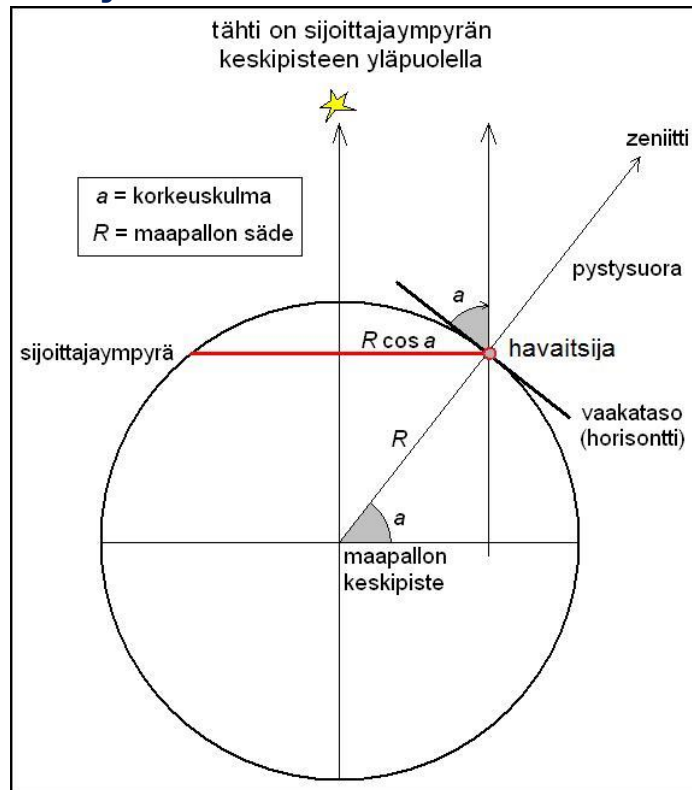
- Maailmaa ei olisi kunnolla pystytty kartoittamaan ilman tietoa sen mitoista
- **Astemittaus on maapallon koon ja muodon selvittämiseksi tehty mittaus**
- Astemittauksella määritetään yhden asteen meridiaanin kaaren pituus eri leveysasteilla
- Astemittausketjun päätepisteiden välinen etäisyys maastossa määritetään kolmiomittauksella
- Astemittauksen kolmioketju on pohjois-suunnassa
- Päätepisteiden leveysasteiden ero määritetään tähtitieteellisellä paikanmäärityksellä → **maantieteelliset koordinaatit**

**Astemittaukset
aloitettiin 1700-luvulla**

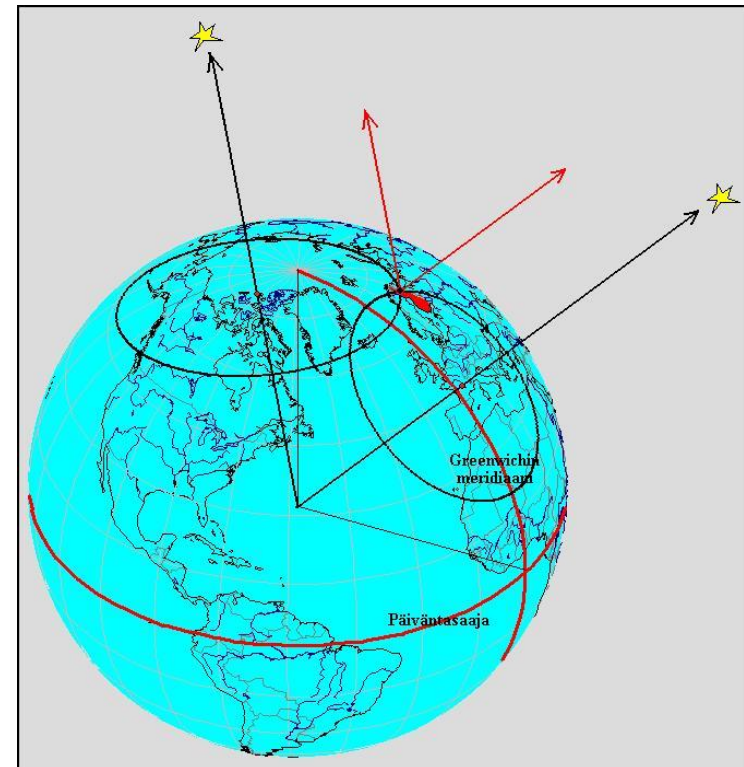


Tähtitieteellinen paikannus

Mitataan tähden korkeuskulma ja havaintohetken aika



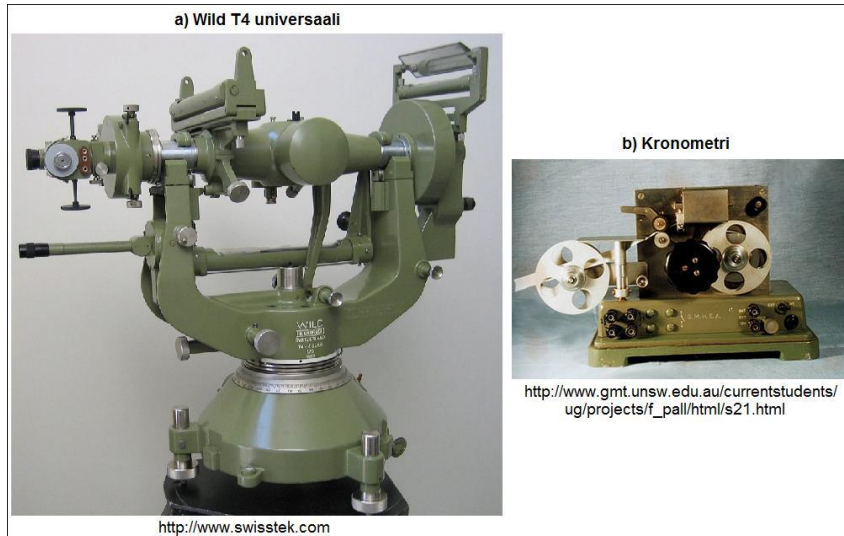
Mittaajan paikka on sijoittajaympyröiden leikkauspisteessä



Tähtien paikat tiedetään tarkasti ajan funktiona

Vanhaa ja uudempaa tekniikkaa

Universaali ja kronometri

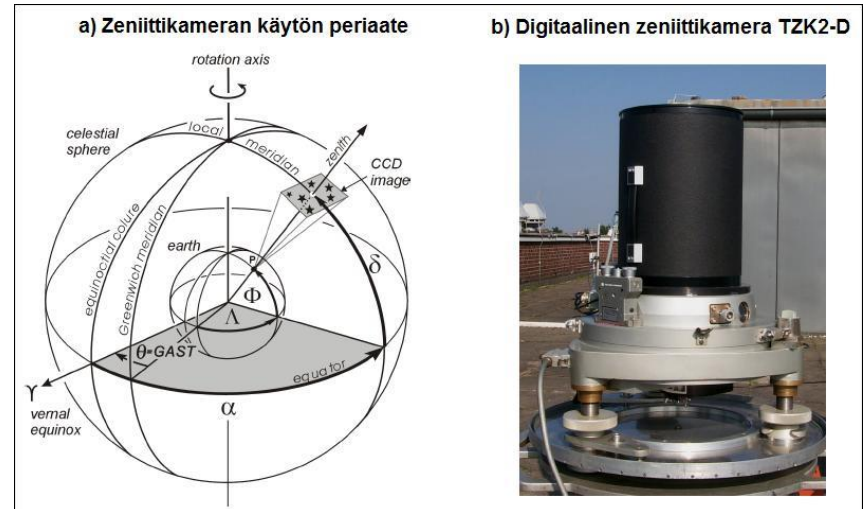


Leveyskulma mitataan esimerkiksi Horrebow-Talcottin menetelmällä

Pituuskulma mitataan yleensä havaitsemalla tähden ohikulkuhetki meridiaanitason yli

Pohjoissuunta havaitaan Pohjantähden avulla

Zeniittikamera



<http://www.ife.uni-hannover.de/>

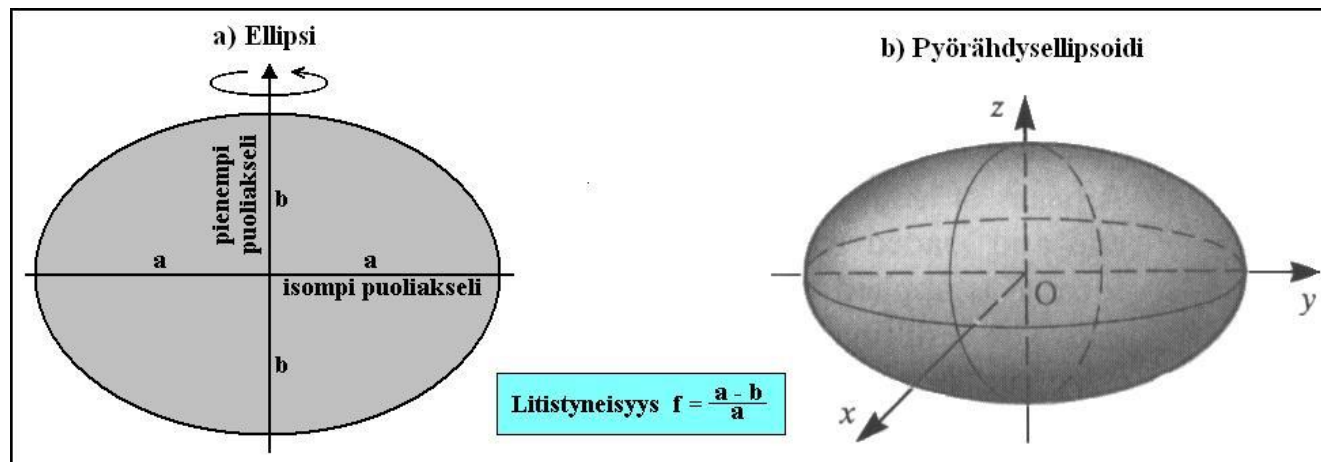
Zeniittikameraa käytetään lähinnä Maan painovoimakentän ja liikkeiden tutkimukseen

Astemittausten tulokset

- Astemittausten tuloksista laskettiin meridiaaniasteen kaaren pituus ja maapallon litistyneisyys yhdistämällä eri leveyspiirien mittaukset → **pyörähdysellipsoidi**
- Maupertuisin astemittaus 1736-1737 Lapissa on paikallisesti ja myös tieteen historiassa tärkeä tapahtuma
- Mittauksilla oli merkitystä myös metrin määrittelylle: etäisyys päiväntasaajalta navalle on 10 000 000 metriä
- 1800-luvulla mitattu Struven ketju Musta mereltä Jäämerelle on osa maailman kulttuuriperintöä
- **Nykyisin astemittauksia ei enää tehdä vaan ne ovat korvautuneet paikannus-, painovoima- ja kauko-kartoitussatelliittien avulla tehtävin mittauksin**

Pyörähdysellipsoidi

- Pyörähdysellipsoidi on paras kohtuullisen yksinkertainen Maan muodon matemaattinen malli
- Pyörähdysellipsoidi syntyy, kun ellipsi pyörähtää symmetria-akselinsa (iso- tai pikkuakseli) ympäri
- Pyörähdysellipsoidi ja sen asento geoidin suhteen luo perustan koordinaattijärjestelmälle → **vertausellipsoidi**

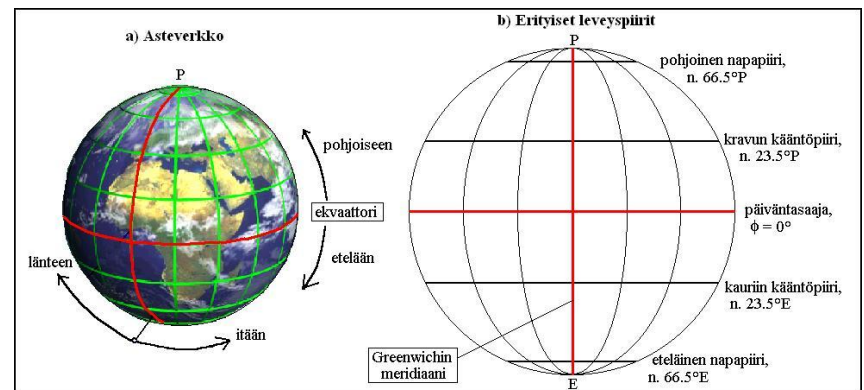
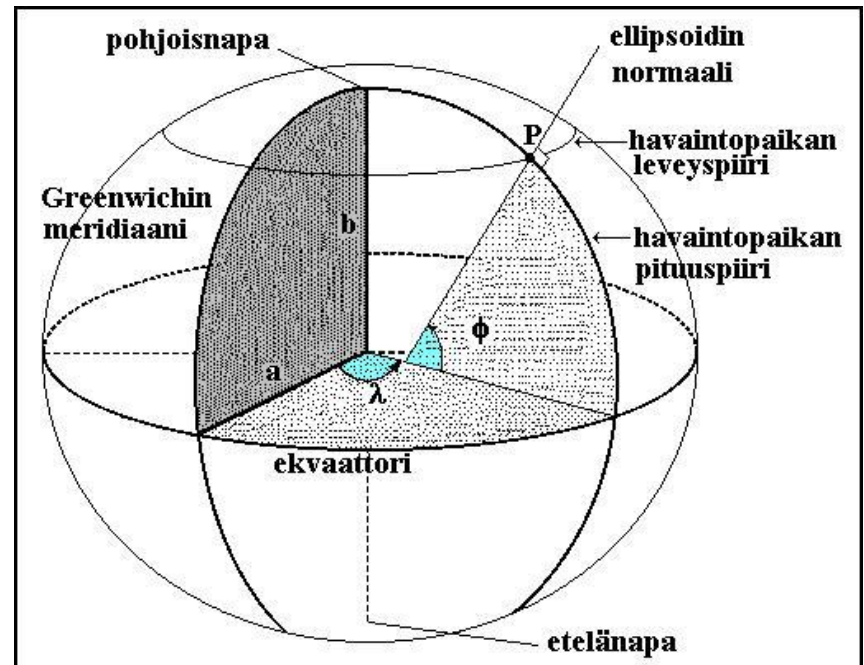


Maantieteellinen koordinaatisto ja pohjoisnapa

Maantieteellinen koordinaatisto

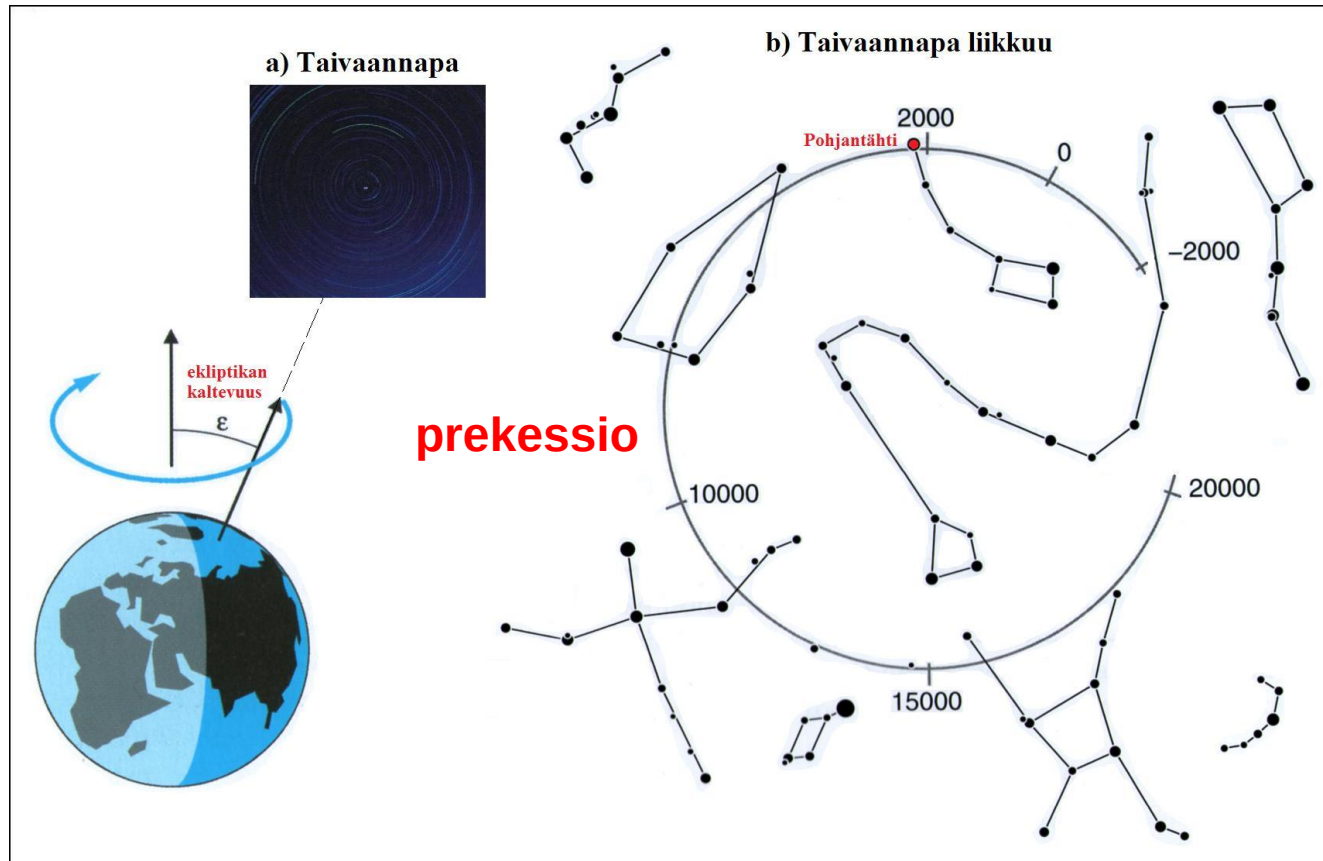
Paikan sijainti maapallolla ilmoitetaan maantieteellisinä koordinaatteina

- Iso- ja pikkuympyrät
- Pohjois- ja etelänavat
- Meridiaani, pituuspiiri, longitudi
- Greenwichin meridiaani, nollameridiaani
- Leveyspiiri, latitudi
- Päiväntasaaja
- Kääntö- ja napapiirit
- **Pituuskulma (λ)**
- **Leveyskulma (ϕ)**
- Asteverkko



Taivaannapa

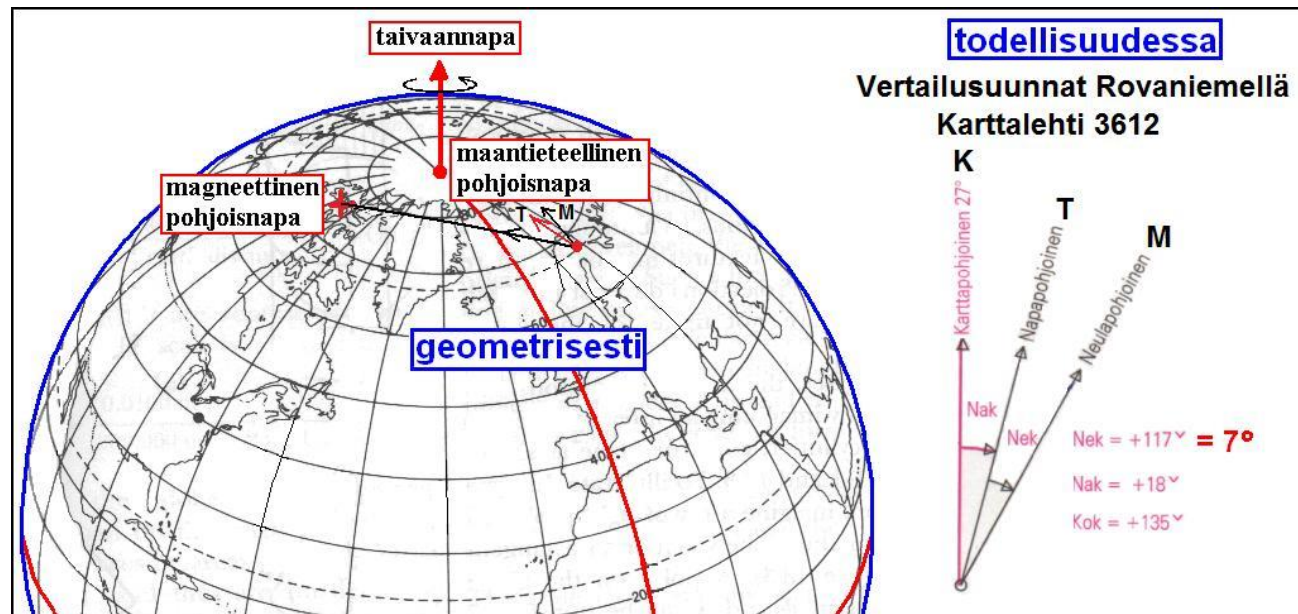
Taivaannapa on Maan pyörimisakselin ja taivaanpallon leikkauspiste



Maapallo näyttää pyörivän taivaannavan ympäri. Taivaannapa liikkuu prekession vuoksi

Pohjoinen ja pohjoisnapa

- **Pohjoinen on suunta** pohjoiseen maantieteelliselle (T) tai magneettiselle pohjoisnavalle (M)
- Maantieteellinen ja magneettinen pohjoisnapa ovat paikkoja pohjoisessa

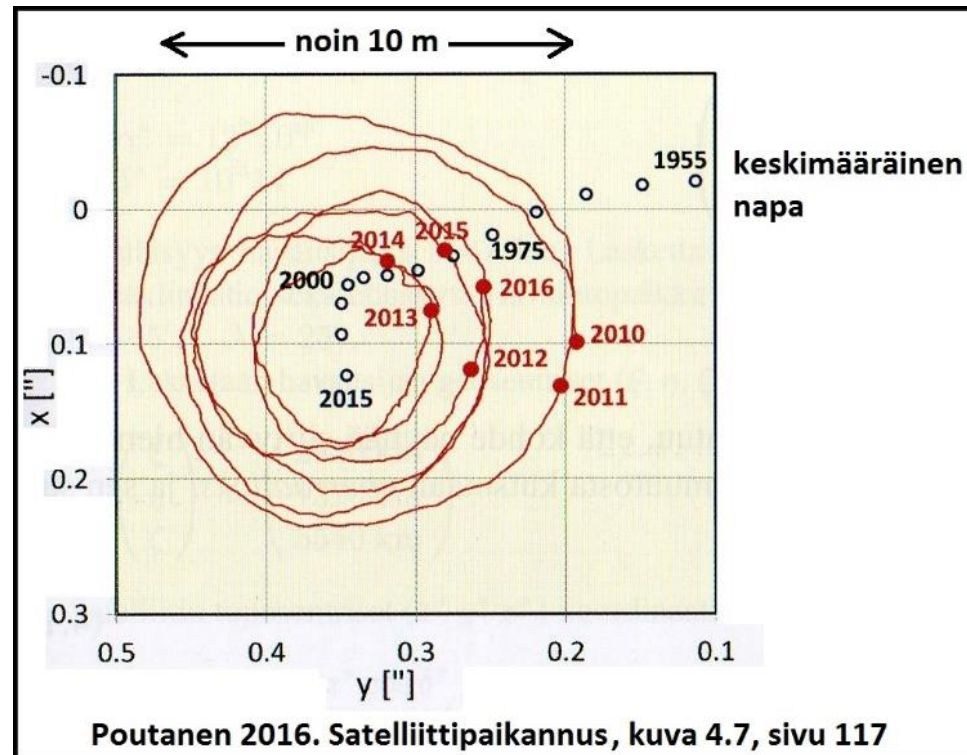


tähtitieteellinen pohjoinen = maantieteellinen pohjoinen (T), magneettinen pohjoinen (M), karttapohjoinen (K), atsimuutti, neulaluku, suuntakulma, eranto

Napavariaatio

Napavariaatio tarkoittaa maantieteellisten napojen liikettä. Vuotuinen liike tapahtuu noin aarin alueella. Sen syynä ovat Maan sisäiset massojen liikkeet, merivirrat ja sään ja vuodenaikojen vaihtelu

**Pohjoisnavan
liike 1955-2015**



Vertausjärjestelmät ja vertauskehykset

Vertausjärjestelmät

- **Vertausjärjestelmä** (reference system) on joukko matemaattisia ja fysikaalisia määritelmiä, joiden avulla sijainti on kuvattavissa
- **Vertauskehys** (reference frame) on vertausjärjestelmän realisaatio → **koordinaattijärjestelmä**
- **Koordinaatisto** (coordinate system) on matemaattisten sääntöjen joukko, jolla määritellään se, miten pisteille annetaan koordinaatit → **maantieteellinen koordinaatisto**
- Tähtitieteelliset ja terrestriiset vertausjärjestelmät ja –kehukset
- Korkeusvertausjärjestelmät ja –vertauskehukset
- **Näihin asioihin liittyy sekä sopimista että mittaamista**

Vertausellipsoidi

- Vertausellipsoidi on vertausjärjestelmän perustaksi valittu pyörähdysellipsoidi
- Sen mitoista ei tarvitse eikä voi olla absoluuttisen oikeaa tietoa: pitää vain sopia mitä mittoja käytetään
- Täsmälliset mitat ovat geodeettisten laskentojen kannalta välttämättömiä

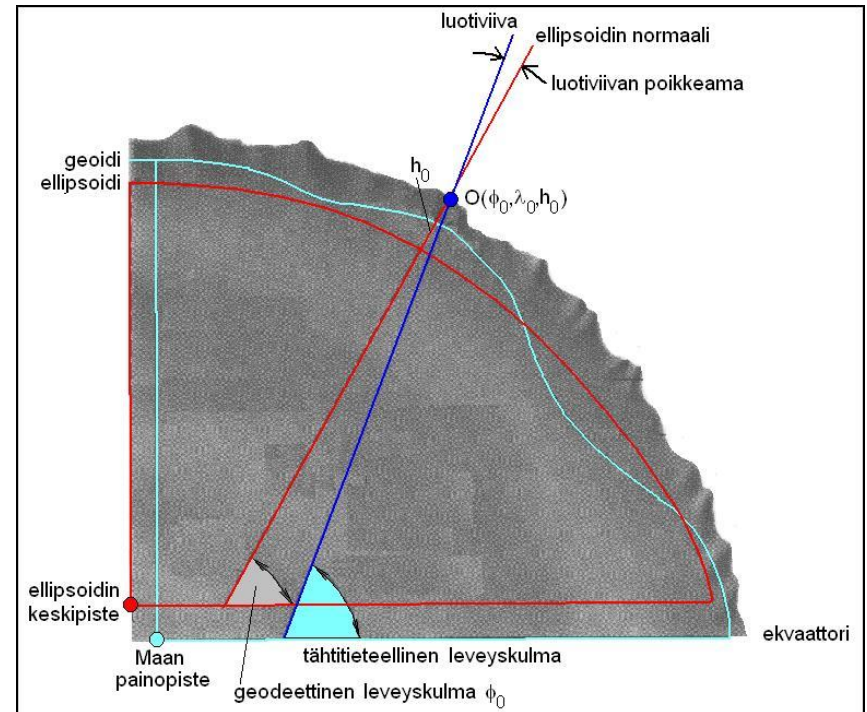
Ellipsoidi	a / m	f	Järjestelmät
Hayford	6378388	1/298.257222101	KKJ
GRS80	6378137	1/298.257223563	ETRS89, EUREF-FIN
WGS84	6378137	1/297	WGS84

KKJ = kartastokoordinaattijärjestelmä (Suomen vanha), ETRS89 = European Terrestrial Reference System 1989, EUREF-FIN (Suomen uusi), WGS84 = World Geodetic System 1984 (GPS)

Geodeettinen datumi

- **Geodeettinen datumi kiinnittää koordinaatiston Maahan → syntyy koordinaattijärjestelmä (vertauskehys)**
- Tiedettä, sopimista ja mittaamista
- Geodeettisen datumi realisoidaan kiintopisteiden avulla
- Kuitenkin globaalit geodeettiset datumit kiinnitetään tähtitaivaan kohteisiin ja paikannussatelliitteihin, koska muuttumatonta kiinteää maata ei ole olemassa kuin vain paikallisesti ajateltuna → **laattatektoniikka**

Vertausellipsoidin perinteinen orientointi

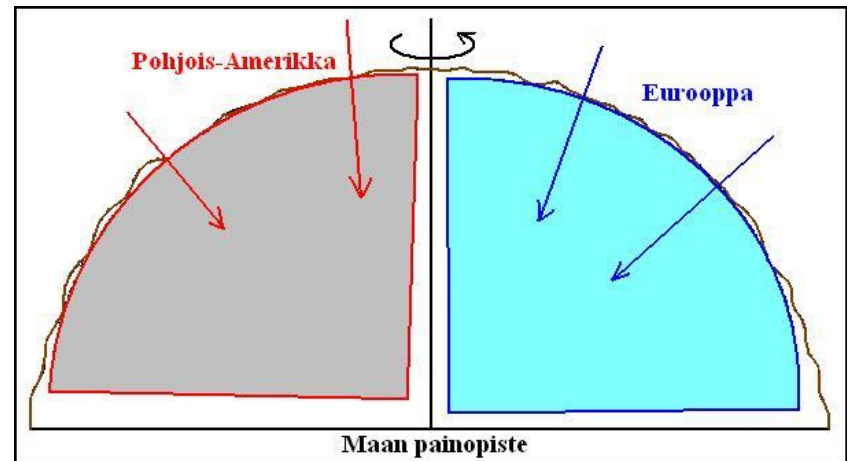


Orientointi suoritetaan niin, että
vertausellipsoidi sopii
mahdollisimman hyvin todellisuuteen

Eri maiden geodeettiset datumit

- Eri mailla ja alueilla on ollut ja on edelleen omat datuminsa, vaikka elämmekin globaalien koordinaattijärjestelmien aikaa
- Tähän on sekä historiallisia, geofysikaalisia että mittaus-tekniisiä syitä
- Eri datumien suhde määritetään mittaamalla

Tulevaisuudessakin tarvitaan paikallisia datumeja/koordinaattijärjestelmiä. Miksi?



Koordinaattijärjestelmät

- **Koordinaattijärjestelmä (vertauskehys) on geodeettisen datumin ja koordinaatiston muodostama järjestelmä, jonka avulla kohteen sijainti voidaan ilmaista yksikäsitteisesti**
- Esimerkiksi Suomessa EUREF-FIN ja KKJ
- Koordinaattijärjestelmän koordinaatisto voi olla
 - maantieteellinen koordinaatisto,
 - suorakulmainen 3D-koordinaatisto tai
 - karttaprojektioon perustuva suorakulmainen 2D-koordinaatisto (karttakoordinaatisto)
- Maailmalaajuisissa mittauksissa käytetään suorakulmaista 3D-koordinatistoa tai maantieteellistä koordinaatistoa
- Paikallisesti käytetään yleisimmin suorakulmaista kartta-koordinaatistoa, Suomessa ETRS-TM35FIN tai GK_n

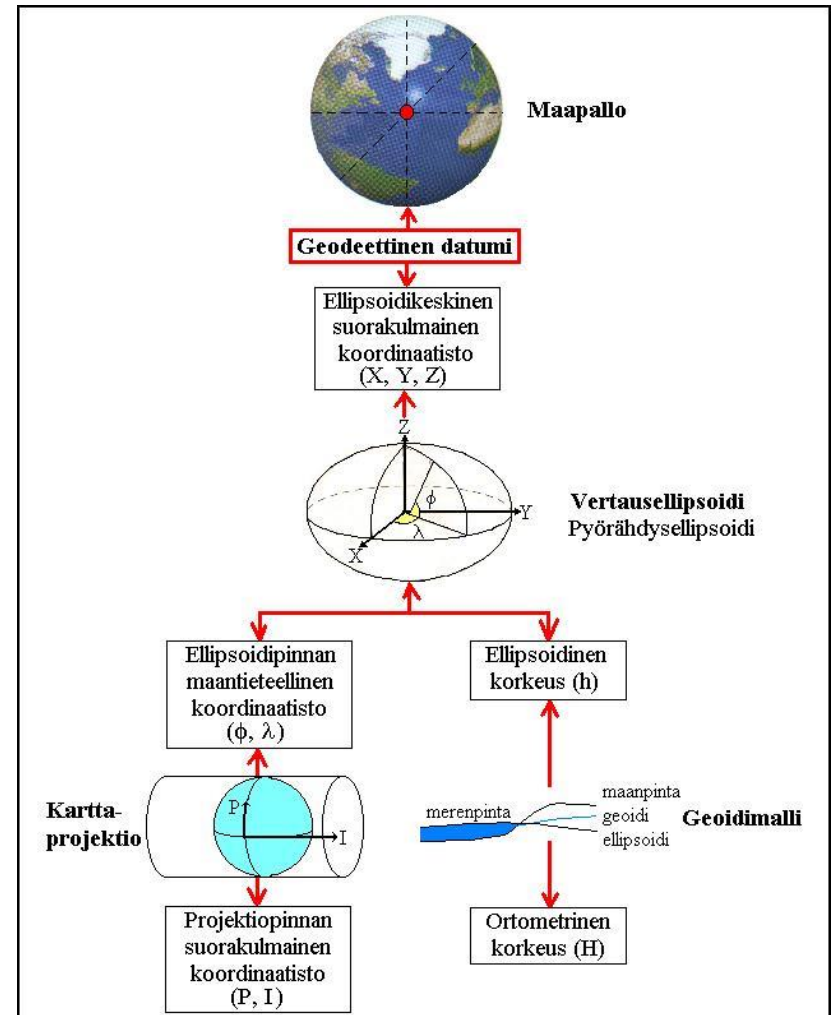
TM = Transverse Mercator, poikittainen Mercator, UTM = Universal Transverse Mercator, GK = Gauss-Krüger, n = keskimeridiaani

Koordinaattijärjestelmän koordinaatistot

Koordinaattijärjestelmä on maanmittauksen tekninen toimintaympäristö

Koordinaattijärjestelmä voi olla geosentrinen, jolloin sen origo sijaitsee Maan painopisteessä

Esimerkiksi GPS-mittauksissa käytettävä WGS84 on geosentrinen järjestelmä



Järjestelmän epookki

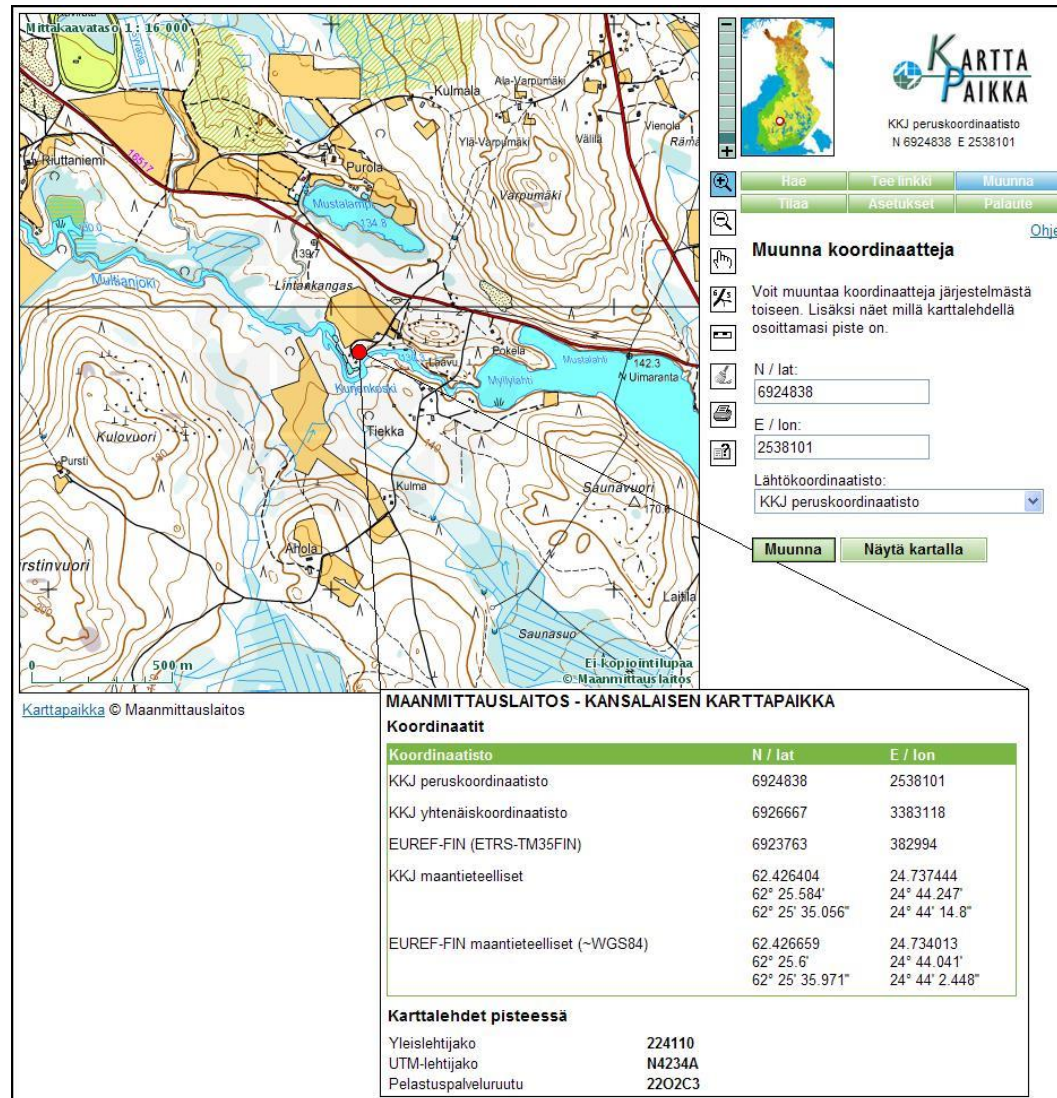
- Globaaleissa vertaus- ja koordinaattijärjestelmissä on kiintopisteiden koordinaattitietoihin liitettävä tektonisten laattojen liikkeiden vuoksi havaintohetki ja liikenopeus
- Näillä tiedoilla on merkitystä ensisijaisesti järjestelmien ylläpitäjien näkökulmasta
- **Havaintohetkeä sanotaan järjestelmän epookiksi**
- Havaintohetki on laskennallinen hetki, johon järjestelmän realisointia varten tehdyt mittaukset on korjattu
- Esimerkiksi WGS84 → 1984 ja ETRS89 → 1989

Kansalaisen karttapaikka

Maanmittauslaitoksen kansalaisen karttapaikka kertoo suomalaisista kartoista, ilmakuvista ja koordinaatistoista

Karttapaikka on uudistettu vuoden 2016 aikana, joten sen ulkonäkö ei ole enää viereisen kuvan mukainen

<https://asiointi.maanmittauslaitos.fi/karttapaikka/>



KARTTAPAikka
KKJ peruskoordinaatisto
N 6924838 E 2538101

Hae Tee linkki Muunna
Tilaa Asetukset Paralle

Muunna koordinaatteja Ohje

Voit muuntaa koordinaatteja järjestelmästä toiseen. Lisäksi näet millä karttalehdellä osoittamasi piste on.

N / lat:
6924838

E / lon:
2538101

Lahtokoordinaatisto:
KKJ peruskoordinaatisto

Muunna Näytä kartalla

MAANMITTAUSLAITOS - KANSALAISEN KARTTAPAikka

Koordinaatit

Koordinaatisto	N / lat	E / lon
KKJ peruskoordinaatisto	6924838	2538101
KKJ yhtenäiskoordinaatisto	6926667	3383118
EUREF-FIN (ETRS-TM35FIN)	6923763	382994
KKJ maantieteelliset	62.426404 62° 25.584' 62° 25' 35.056"	24.737444 24° 44.247' 24° 44' 14.8"
EUREF-FIN maantieteelliset (~WGS84)	62.426659 62° 25.6' 62° 25' 35.971"	24.734013 24° 44.041' 24° 44' 2.448"

Karttalehdet pisteessä

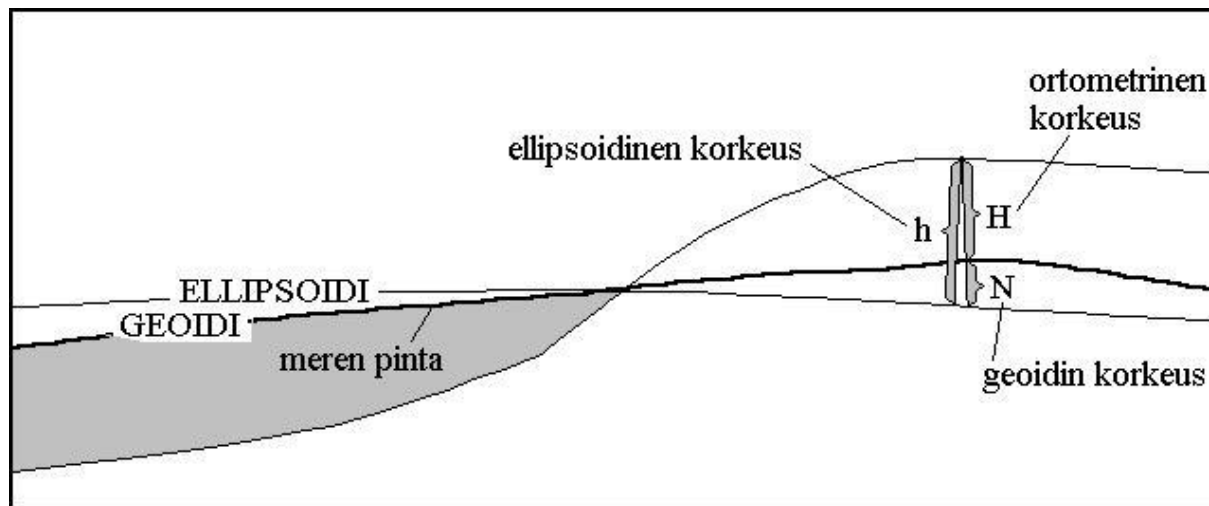
Yleislehtijako	224110
UTM-lehtijako	N4234A
Pelastuspalveluruutu	2202C3

Kahdenlaisia korkeuksia

Yleisimmin korkeus ymmärretään kohteen etäisyydeksi merenpinnan tasosta. Täsmällisemmin sanottuna on kyse geoidin pinnasta mitattavasta **ortometrisesta korkeudesta**

Satelliittipaikannuksessa korkeus mitataan kuitenkin pyörähdysellipsoidin pinnasta. Tätä matemaattista korkeutta kutsutaan **ellipsoidiseksi korkeudeksi**

Ellipsoidiset korkeudet muunnetaan tavanomaisiksi ortometrisiksi korkeuksiksi **geoidimallin** avulla, joka kertoo ellipsoidista mitatut geoidin korkeudet



Suomen korkeusjärjestelmät

- **Korkeusjärjestelmä määrittää ortometristen korkeuksien vertailutason**
- Koska maannousu ei ole yhtä suurta kaikkialla, muuttuvat korkeusrunkopisteiden väliset korkeuserot jatkuvasti
- Myös suhde globaaleihin järjestelmiin muuttuu
- Nämä syyt pakottavat uudistamaan Suomen korkeusjärjestelmää muutaman kymmenen vuoden jaksoissa
- Eri aikoina Suomessa käytettyjä korkeusjärjestelmiä ovat N43, N60, N2000

Kirjallisuutta

- Hatakka, J., Saari, H., Sirviö, J., Viiri, J. ja Yrjänäinen, S. 2005. Physica 5 – Pyöriminen ja gravitaatio. WSOY, Helsinki
- Kakkuri, J. 1991. Planeetta Maa. Ursan julkaisuja 42. Ursa, Helsinki
- Laurila, P. 2012. Mittaus- ja kartoitustekniikan perusteet. RAMK, Rovaniemi
- Poutanen, M. (toim.) 2003. Maan muoto. Ursan julkaisuja 86. Ursa, Helsinki
- Poutanen, M. 2016. Satelliittipaikannus. Ursan julkaisuja 152. Ursa, Helsinki
- Torge, W. 2003. Geodäsie. Walter de Gruyter, Berlin
- Sanastokeskus 2014. Geoinformatiikan sanasto. TSK 45. Sanastokeskus TSK ry.