



**MML**  
MAAN-  
MITTAUS-  
LAITOS

# Vertausjärjestelmät ja niissä toimiminen

Maanmittauspäivät, Tampere 11.5.2023

Marko Ollikainen, Maanmittauslaitos/PATI-GEO

(esityksen pohjana on FGI:n Hannu Koivulan ja Pasi Häklin esitys- ja kuvamateriaalia)

# Asialista

- Vertausjärjestelmä
- Vertausjärjestelmät Suomessa
- Haasteita
- Jatkonäkymistä



# Vertausjärjestelmät – työnjako MML:ssa

- Paikkatietokeskus FGI

- vastaa Suomen koordinaatti-, korkeus- ja painovoimajärjestelmistä ja niiden infrastruktuureista, kansainvälisiä liitoksista, paikkatietojen metrologiasta ja tekee alan tutkimusta.

- PATI-GEO

- TUO - Peruspaikkatietopalvelut - Geodeettiset infrastruktuurit
- Aloitti 1.1.2023
- Vastuulla:
  - MML:n GNSS- ja EU:n EGNOS RIMS tukiasemat
  - FINPOS-paikannuspalvelu
  - Kiintopisteet + E2-palvelu
  - Metsähovin geodeettinen tutkimusasema (operointi)
  - Maastomittauksen tuki

Maanmittauslaitos.fi

OTA YHTEYTTÄ >



Kartta- tai paikkatietoaineistot



# Vertausjärjestelmä/referenssijärjestelmä?

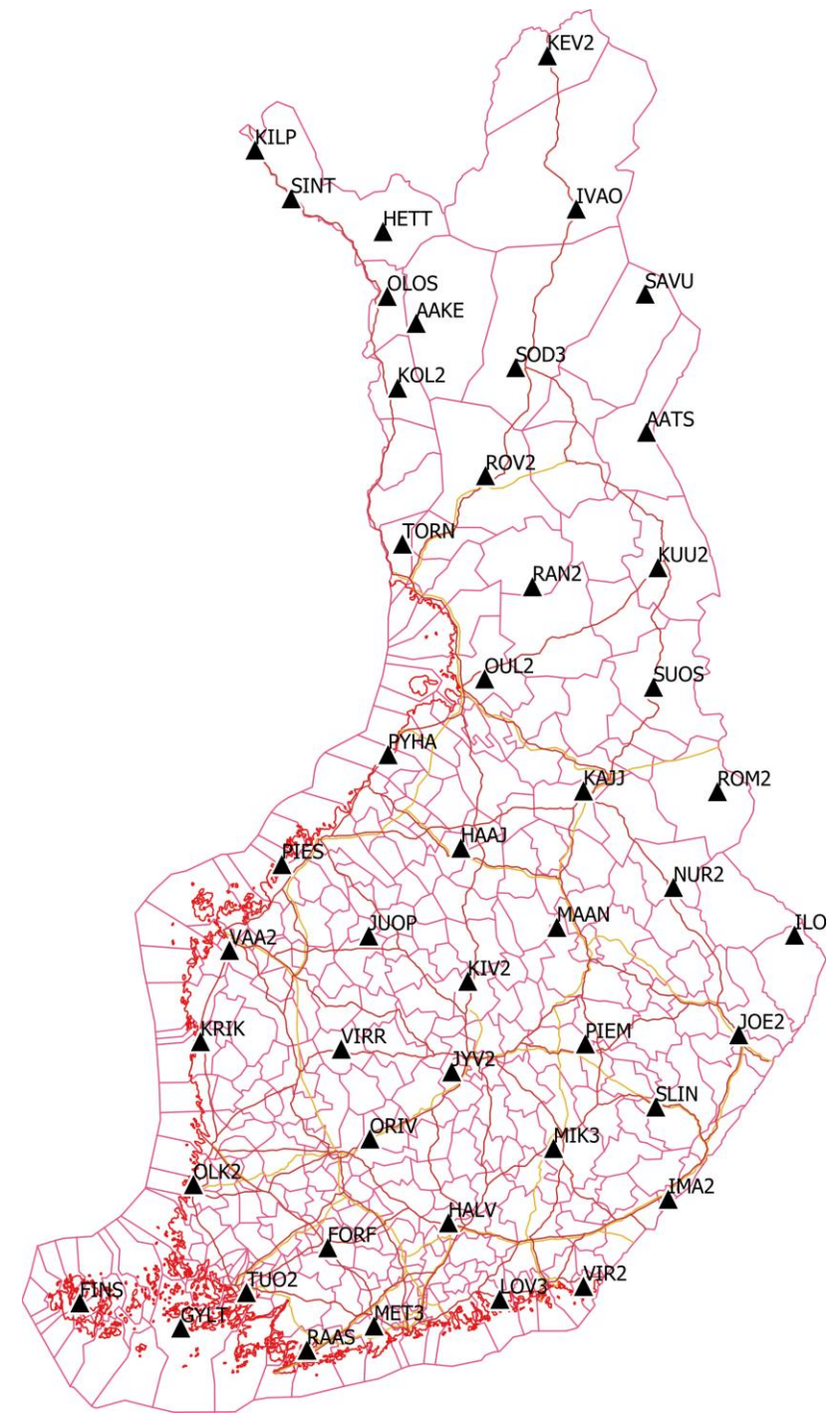
- **Vertausjärjestelmä on yleisnimitys**
  - **Koordinaattijärjestelmälle:** 2D tai 3D-koordinaatit
  - **Korkeusjärjestelmälle:** 1D, painovoimaan liittyvät korkeudet
  - **Painovoimajärjestelmälle:** 1D, painovoima-arvot
- **Koordinaattijärjestelmä koostuu**
  - Koordinaatistosta (eli koordinaattiakselisto ja sen määrittely)
  - Datumista (eli miten koordinaatisto liitetään Maahan),
    - Aikariippuvuus: Staattinen/semi-dynaaminen/dynaaminen
  - Koordinaattijärjestelmä (esim. ETRS-TM35FIN) muodostuu sovitulla tavalla (datum: EUREF-FIN) Maahan liitetystä koordinaatistosta (esim. UTM-projektio)
- **Merkitys**
  - Koordinaatteja, korkeuksia ja painovoima-arvoja ei voida esittää ilman referenssijärjestelmiä
  - Yhtenäinen tapa esittää ko. arvot
  - Nyky-yhteiskunnan perusedellytys

# Vertaus-/referenssijärjestelmät Suomessa

- Maanmittauslaitos monitoroi referenssijärjestelmien laatua ja osaltaan määrittää niitä
- Suomessa käytössä olevat järjestelmät:
  - EUREF-FIN (koordinaatit)
  - N2000 (korkeus)
  - FOGN (painovoima)

## FinnRef - referenssijärjestelmien perusverkko

- Ylin aktiivisen kiintopisteistön luokka
- Asemat tarkkavaaitaan (tavoite 2025)
- Absoluuttipainovoimamittaukset (20 asemaa)



# FinnRef

- **Maanmittauslaitoksen pysyvien (aktiivisten) GNSS-  
asemien verkko.**
  - 47 asemaa peruskalliolla/betonipilarilla
- Pääasialliset käyttötarkoitukset:
  - on **suomalaisten koordinaattijärjestelmien runko**,  
esim. EUREF-FIN
  - toimii **linkkinä** kansallisten ja kansainvälisten  
koordinaattijärjestelmien välillä
  - mahdollistaa **maankuoren liikkeiden seurannan**  
(esim. mannerlaatan liikkeet, maannousu), ja  
jatkuvien havaintojen myötä koordinaattien  
aikariippuvuuden määrittämisen (nopeudet)
  - mahdollistaa **(dynaamiset) koordinaatit** globaaleissa  
koordinaattijärjestelmissä



# Haasteet referenssijärjestelmiin liittyen

## 1. Tarkkuuden heikkeneminen

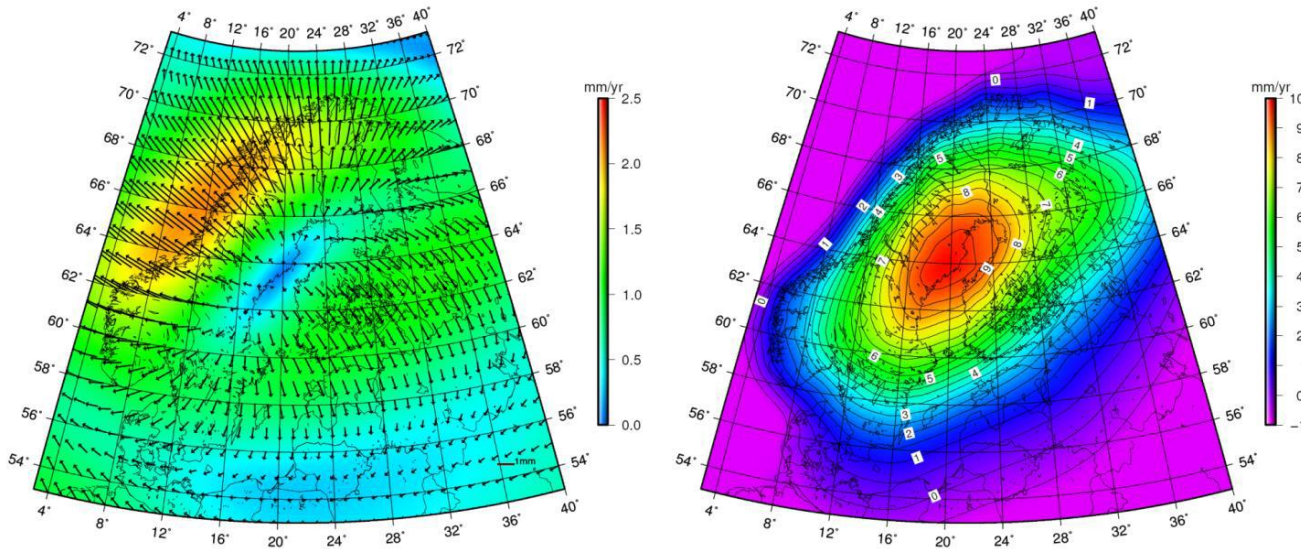
- Nykyisten staattisten koordinaatti- ja korkeusjärjestelmien (EUREF-FIN, N2000) tarkkuus heikkenee mm. maankuoren liikkeiden vuoksi

## 2. Teknologinen kehitys

- Aktiivisten pisteiden ja niihin perustuvien paikannuspalveluiden merkitys kasvanut huomattavasti perinteisten passiivisten pisteiden kustannuksella
- Passiivisia pisteitä tuhansia eri luokissa, ylläpito (mittaus) aikaa vievää ja kallista → pisteiden (yhteiskunnallinen) tarve tänä päivänä?
- Nykyiset koordinaattijärjestelmien määritelmät perustuvat passiivisiin pisteisiin (EUREF-FIN: E1 lk ja N2000: 1.lk), mutta aktiiviset pisteet jo laajassa käytössä
- Myös GNSS-korkeudenmääritys (N2000-korkeudet) lisääntynyt monissa sovelluksissa (esim. koneohjaus, laserkeilaus)

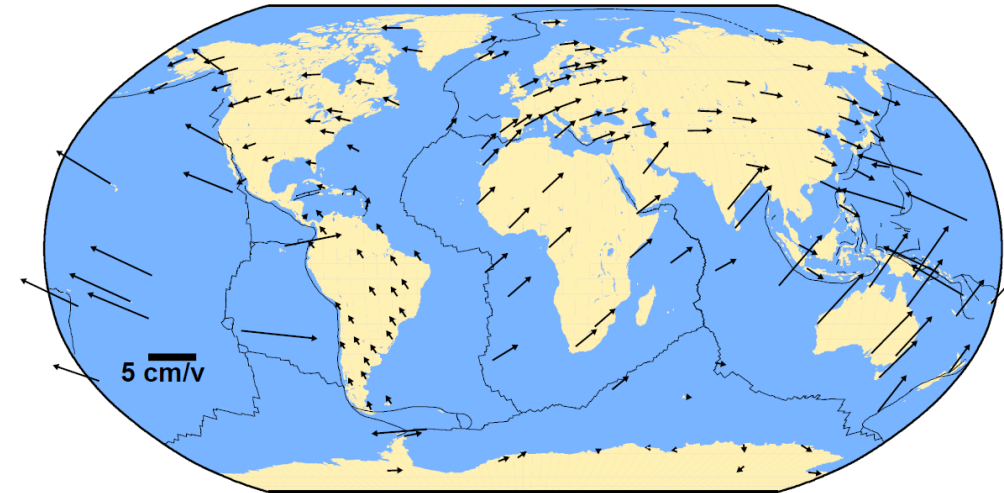


# Tarkkuuden heikkeneminen



Maankohoaminen muuttaa koordinaatteja Suomessa

- Vaakasuunnassa jopa 2,5 cm /10 vuotta (vasen kuva)
- Korkeus 2-10 cm/10 vuotta (oikea)



**Maankuori liikkuu.**

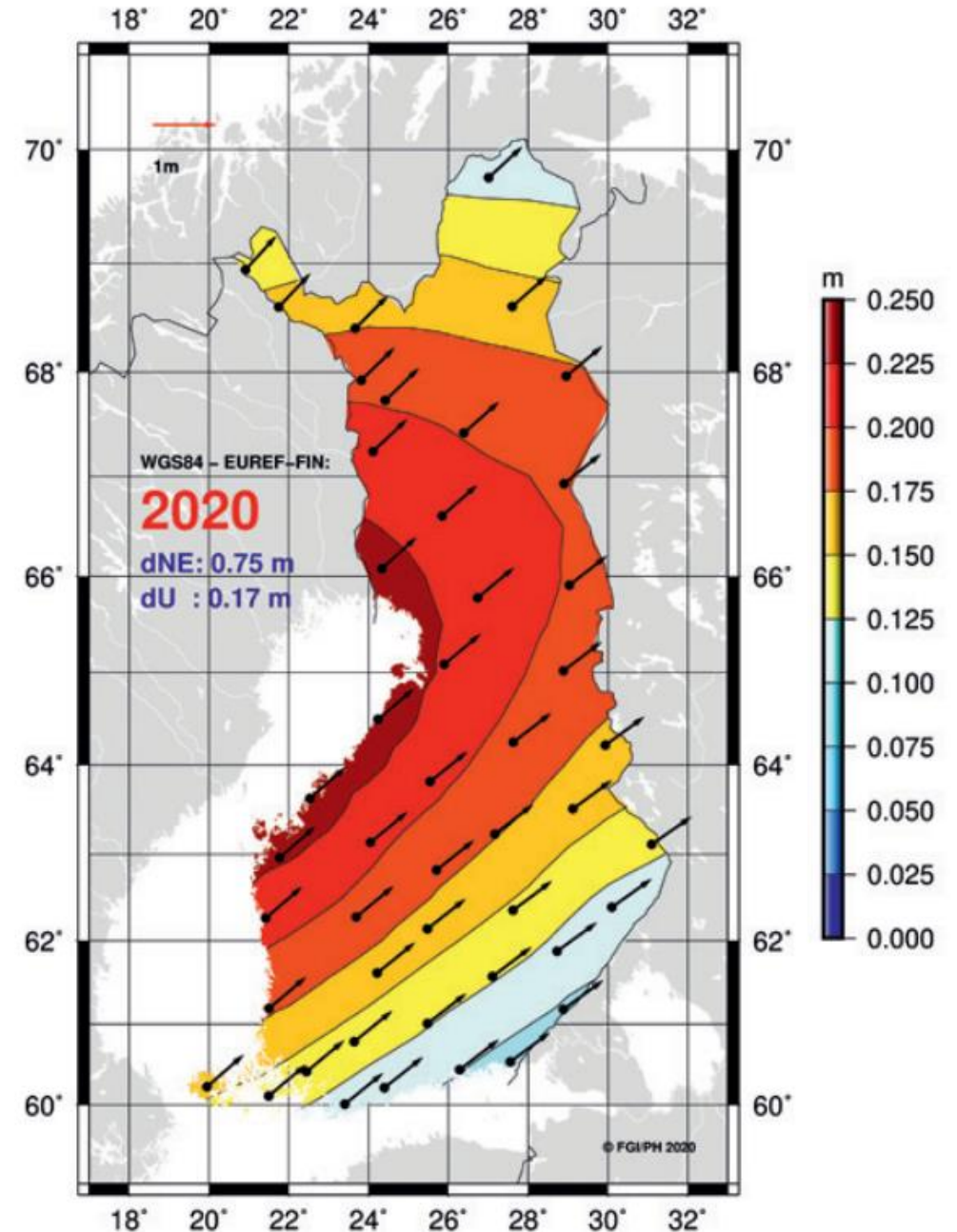
Globaalissa dynaamisessa vertauskehyksessä pisteiden koordinaatit muuttuvat koko ajan muutamia senttimetrejä vuodessa.



# EUREF-FIN:n ero globaaleihin järjestelmiin kasvaa

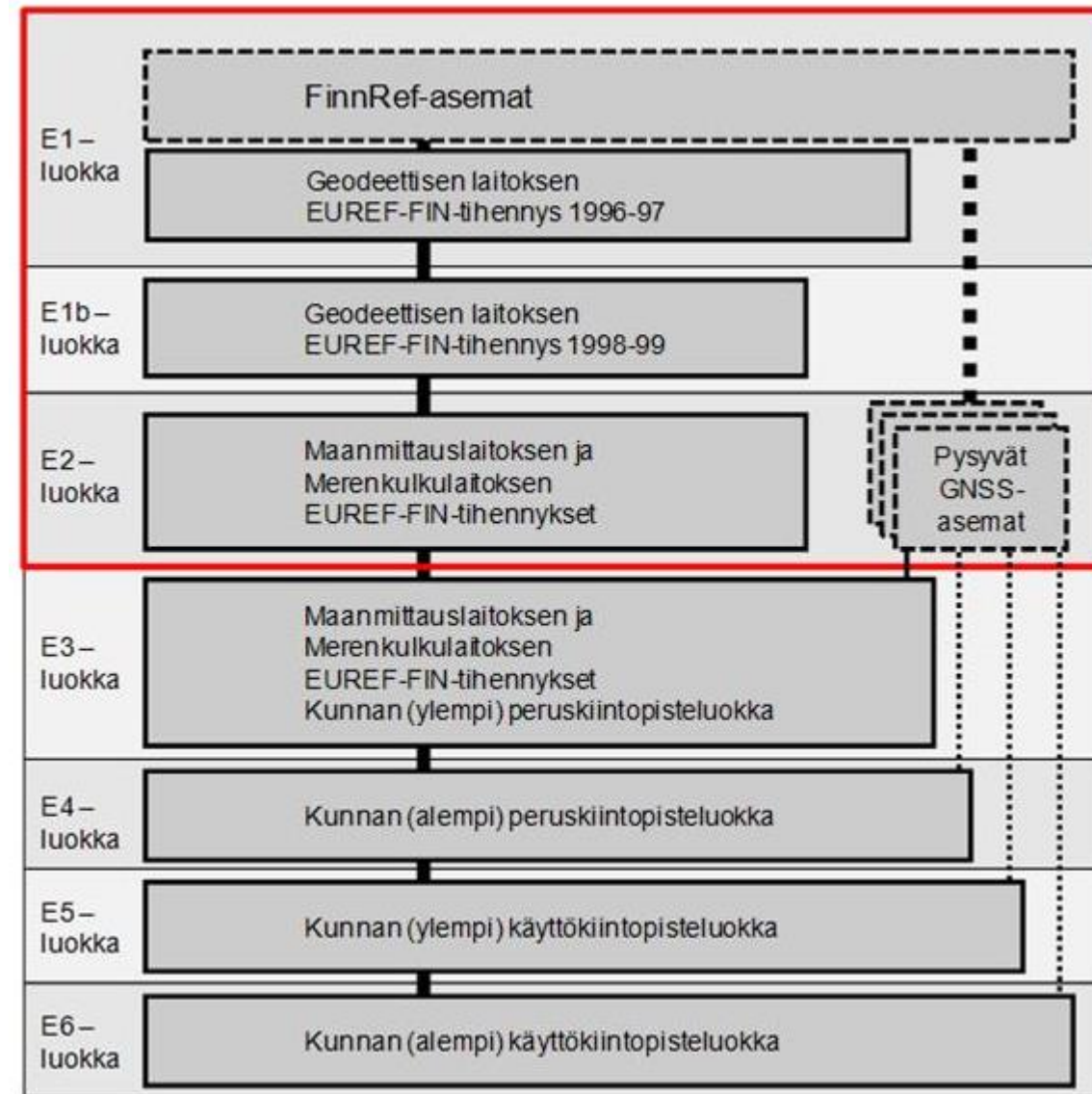
- WGS84/ITRFyy:n (globaali) ero EUREF-FIN:iin (kansallinen):
  - WGS84 ja ITRFyy ovat dynaamisia vertauskehyksiä
  - EUREF-FIN on staattinen vertauskehys

→ero kasvaa ajan myötä lähinnä mannerlaattojen liikkeiden vuoksi, esim. vuonna 2022 ero on tasossa n. 80cm ja korkeudessa n. 10...25cm



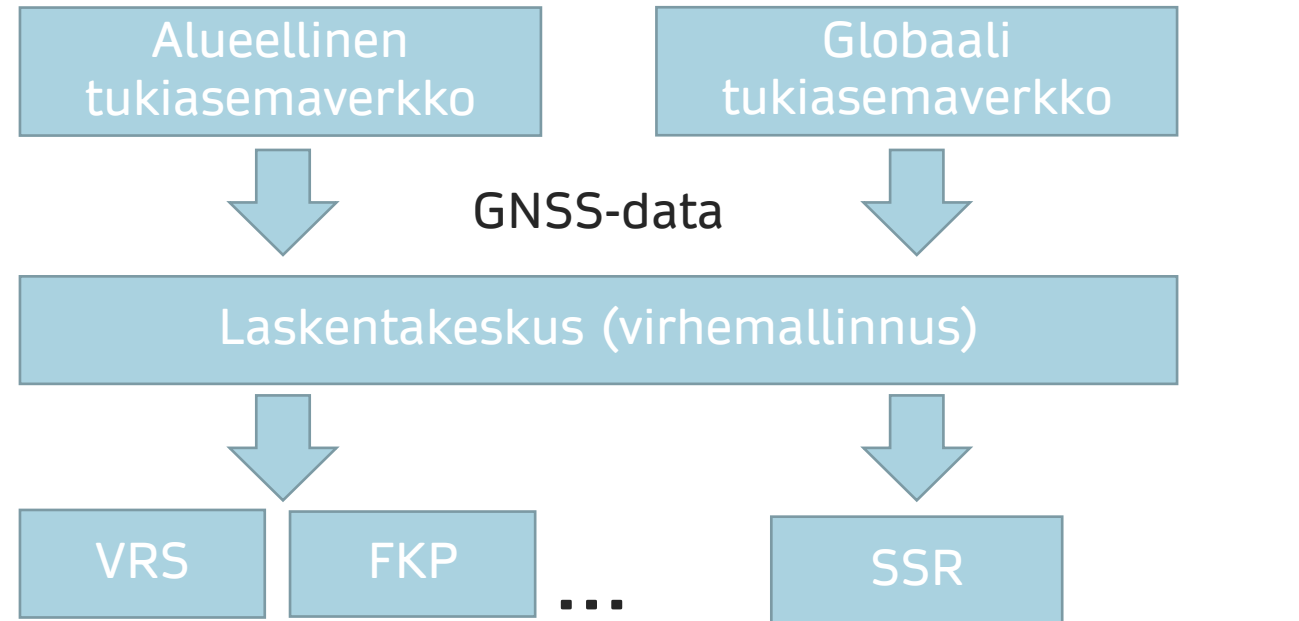
# Kiintopisteiden käytettävyys?

- E1-luokka määrittelee EUREF-FIN:in
- Tihennetty passiivilla pisteillä
- Aktiivisten GNSS-asemien/-verkkojen rooli kasvanut
  - Aktiivisten luokittelu (E2-palvelu)
- Passiivisten ja aktiivisten pisteiden yhteensopivuus?
  - Selvitetty 2020-21
  - Laskettu aktiivisten pisteiden suhteen (hierarkian ohittava mittaus)
  - Vertailu virallisiin (passiivisiin) EUREF-FIN-koordinaatteihin (hierarkinen mittaus)
  - Yhteensopivuus (rms) hyvä
    - Taso: n. 1 cm
    - Korkeus: n. 2 cm



# Teknologinen kehitys ja mittaaminen

- ”Tasorunko”
  - Kolmio-/jonomittaus
  - Staattinen mittaus
  - RTK-mittaus
  - Verkko-RTK-mittaus
  - PPP
- ”Korkeusrunko”
  - Vaaitus
  - Trigonometrinen
  - GNSS (edellä)



- Tulokset tarkkoja (1-2 cm) alueellisen verkon määrittämässä järjestelmässä
- EUREF-FIN

- Yksi malli kaikille
- Sopii jos paljon käyttäjiä
- Soveltuu PPP ja PPP-RTK
- Tulokset globaalin verkon määrittämässä järjestelmässä (ITRF, WGS84) -> muunnos paikalliseen järjestelmään !

# Lisätietoa

- **Julkisen hallinnon suositukset**

- Julkishallinnon suositukset geodeettisten referenssijärjestelmien osalta vielä pääosin ajantasaisia
- JHS196:
  - ”ETRS89-vertausjärjestelmän kansallinen realisaatio Suomessa on EUREF-FIN-vertauskehys.”
  - ”EUREF-FIN-vertauskehystä pitää käyttää kartastotöissä ja paikkatietopalveluissa.”
- JHS197:
  - ”EUREF-FIN:iin liittyvä koko Suomen kattava tasokoordinaattijärjestelmä on ETRS-TM35FIN, joka pitää olla tuettuna Suomessa valtakunnallisissa kartastotöissä ja paikkatietopalveluissa. Paikallisesti saa käyttää myös ETRS-GKn-tasokoordinaattijärjestelmiä. Kansainvälisen yhteensopivuuden vaatiessa saa käyttää myös ETRS-TMn-koordinaattijärjestelmiä, jotka perustuvat 6°levyisiin UTM-projektiokaistoihin. Suomen alueelle on määritetty UTM-kaistat 34–36.”
- JHS163:
  - ”Suomen valtakunnallinen korkeusjärjestelmä on N2000. N2000-korkeusjärjestelmä pitää olla tuettuna Suomessa valtakunnallisissa kartastotöissä ja paikkatietopalveluissa.”
- JHS184:
  - E2-palvelu aktiivisten GNSS-asemien koordinaattien määrittämiseen ja seurantaan

- **Muunnoksista**

- [https://www.maanmittauslaitos.fi/kartat-ja-paikkatieto /asiantuntevalle-kayttajalle/koordinaattimuunnokset](https://www.maanmittauslaitos.fi/kartat-ja-paikkatieto/asiantuntevalle-kayttajalle/koordinaattimuunnokset)

# Mitä on tulossa?

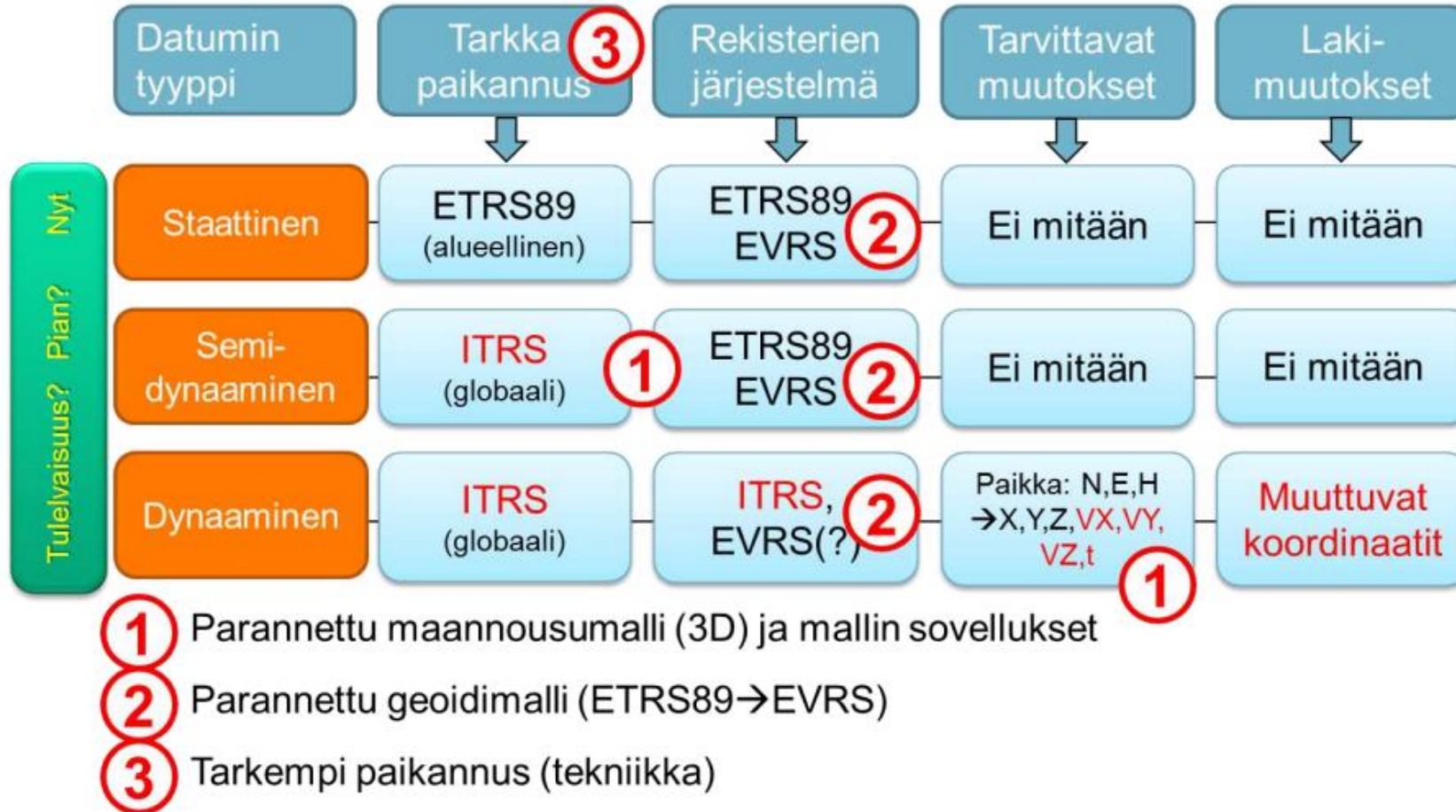
## Lähivuosina

- Laskettu uusi geoidimallin sovitus GNSS-vaaitusaineistoon -> uusi geoidimalli (?)
- Mahdollisesti uusi muunnospinta EUREF-FIN ↔ N2000
- 1-cm tarkkan geoidimallin vaatimusten selvittäminen

## Geodesia Suomessa/Visio ja strategia vuosille 2017–2026, vuoteen 2026 mennessä mm.

- selvitetään vaatimukset dynaamiseen koordinaattijärjestelmään siirtymiseksi ja luodaan tarvittava valmius semidynaamisen järjestelmän käyttöön kaikessa paikkatietotuotannossa
- selvitetään vaatimukset aktiiviseen kiintopisteistöön siirtymisestä eri referenssijärjestelmien kannalta ja otetaan FinnRef-verkkoon liittyvä pisteistö osaksi semidynaamista järjestelmää
- uudet maannousu- ja geoidimallit tarjoavat tarkat 3D-mallit dynaamisen ja semidynaamisen järjestelmän vaatimille muunnoksille ja korkeusjärjestelmän ylläpidolle
- luodaan menetelmät valtakunnallisen korkeusjärjestelmän ylläpidolle

# Uuteen koordinaattijärjestelmään siirtymisen aiheuttamat muutostarpeet



# Summa summarum

- EUREF-FIN ja N2000 ”vanhenevat”, mutta käyttökelpoisia
- Suomalaisista paikannuspalveluista saa ko. järjestelmien mukaisia koordinaatteja ja korkeuksia (geoidimalli/muunnospinta!)
- Nykyinen JHS-ohjeistus on ajan tasalla
  - JHS184 (kiinto)pisteiden mittauksessa
- Tulevaisuuden muutostarpeita selvitetään (FGI)

# Yhteiseen suuntaan

