

Стабільність реалізації ETRS89 на національному рівні

The sustainability of the ETRS89 realizations at national level

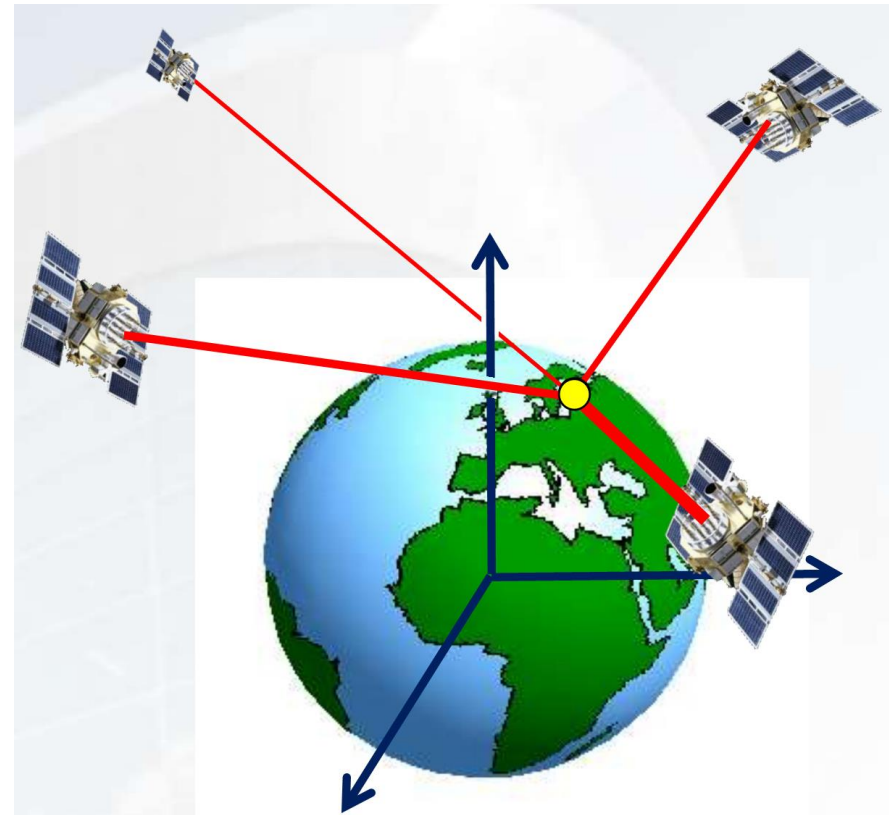
Janusz Ćwiklak, Stepan Savchuk
Polish Air Force Academy

Reference Frames/Реалізації референцної системи

З GNSS ми проводимо вимірювання і визначаємо координати в глобальній референцній системі ITRS; фізична реалізація такої системи називається ITRF (новітня версія ITRF2014).

Ми отримуємо абсолютні координати.

Реалізація є тривимірною (3-D).

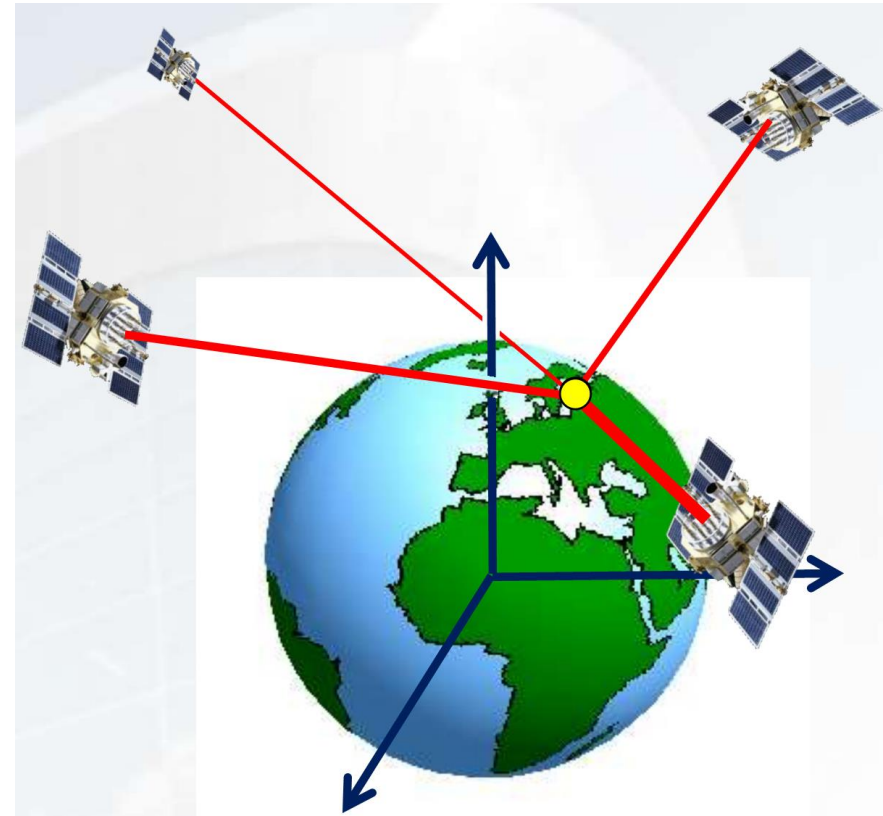


Reference Frames/Реалізації референцної системи

Реалізації референцної системи отримуються на основі даних спостережень з глобальної мережі перманентних GNSS-станцій.

Станції, що визначають реалізацію, розташовані на різних континентах.

Координати станцій змінюються на кілька см / рік



Для практичних завдань залежність координат від часу не є кращим варіантом.

Regional Reference Frames/Регіональні ралізації референцної системи

Для подолання проблем, що виникають у глобальній системі відліку, створені регіональні референцні системи / реалізації таких систем.

В Європі: **ETRS89** →
ETRF2000 / ETRF2014

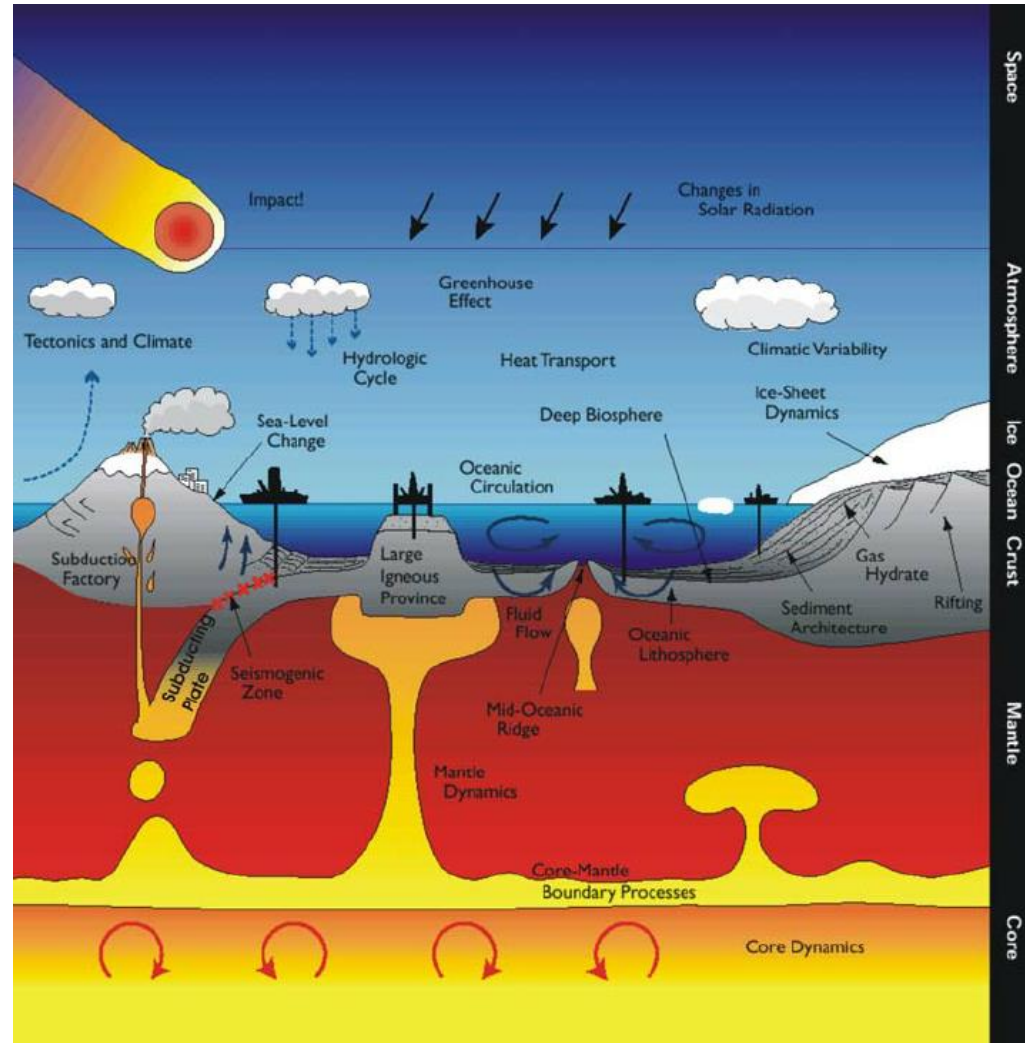
Фіксується і рухається разом з Євразійським континентом

Як перше наближення координати станції в ETRFxx не змінюються з часом.



Dynamics Earth/Динаміка Землі

Комплексні зв'язки між тектонікою, глобальною біотою, хімічним складом і циркуляцією океану та складом атмосфери керують довгостроковою еволюцією кліматичної системи. Найважливішим процесом керування цією системою є тектоніка плит.



Crustal deformation/деформації земної кори

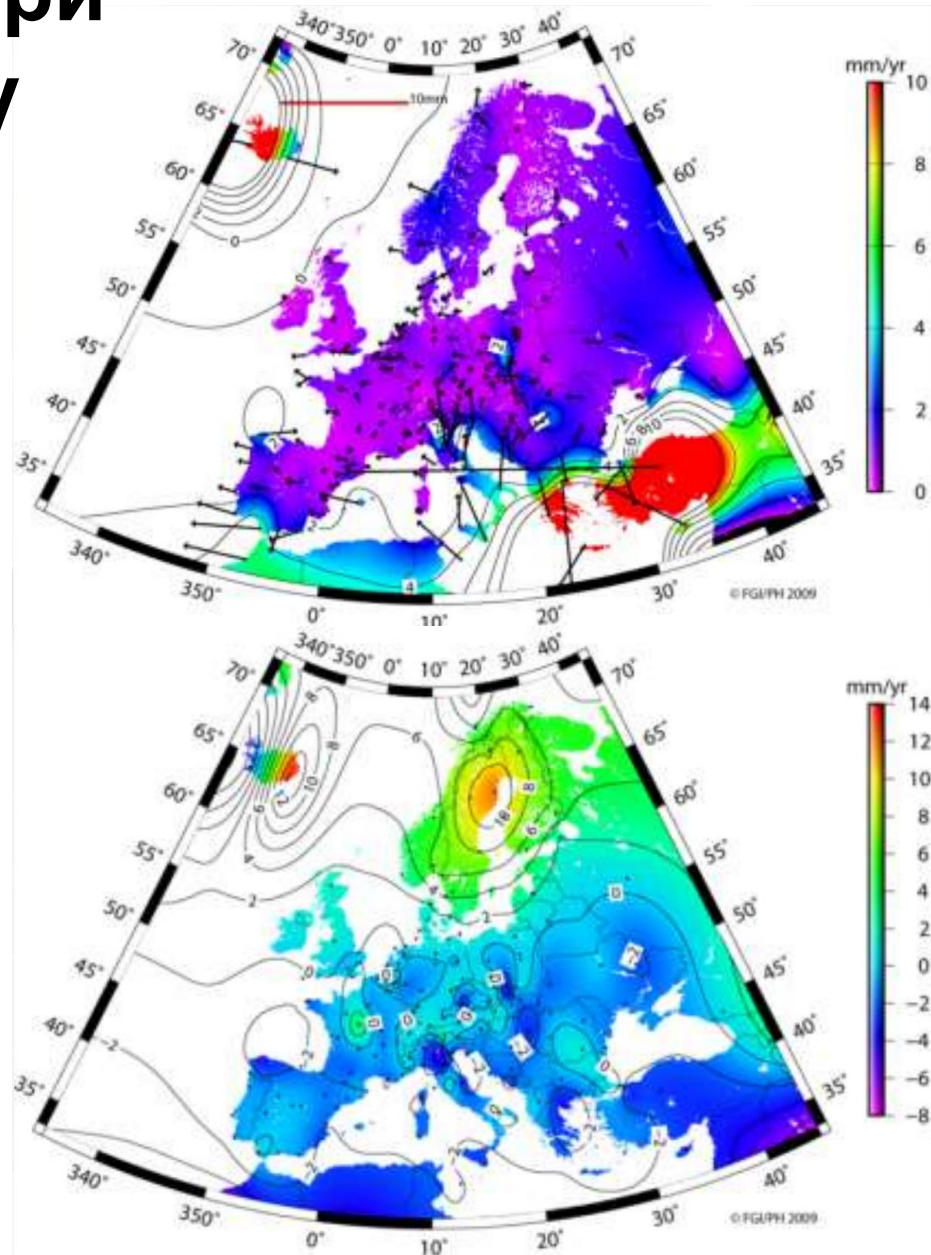
Переміщення референцних станцій може відбуватися на декількох рівнях:

1. **Рух континентів на рівні кілька см / рік** → змінюються абсолютні координати на поверхні Землі;
2. **Широкомасштабні рухи на континентальному рівні**; як приклад пост-льодовикова реакція для Fennoscandia або деформації на краях тектонічної плити;
3. **Місцеві різкі рухи**, такі як землетруси або зсуви;
4. **Місцеві повільні рухи**, такі як осідання, локальна тектоніка, підземні води тощо.

Щоб враховувати часові зміни в заданій референцній системі, ми повинні знати величини цих рухів краще, ніж **0,5 мм/рік**. При цьому можна вважати відомими лише рівень 1 та, частково, рівень 2.

Деформації земної кори в межах континенту

- Горизонтальна та вертикальна деформація євразійської плити. В межах континенту існують великі відмінності. Жодна модель не може описати особливості цих рухів.
- Постійне спостереження за рухами, поліпшення моделей, оновлення реалізацій референцних систем, ...



Статична, напівдинамічна, динамічна реалізації референцної системи

У центральноевропейському регіоні явище пост-льодовикової реакції не викликає внутрішніх деформацій на євразійській плиті, і вони не враховуються при трансформації де-факто EUREF.

Реалізація ETRS89 для Центральної Європи була створена переважно у 1990-х роках, тобто вже більше 25 років, і за той час могли проявитися деформації при порівнянні з сучасними координатами.

Проте навіть такий значний проміжок часу означає, що ці деформації можуть ігноруватися в більшості прикладних програм для геопросторових даних та у підтримці національних референцних систем координат.

Статична, напівдинамічна, динамічна реалізації референцної системи

Прогнозні моделі показують, що внутрішньоплитні швидкості для території Європи можуть досягати **0.05 мм/рік для горизонтальних** і до **0.1 мм/рік для вертикальних** деформацій.

Статична, напівдинамічна, динамічна реалізації референцної системи

Мета цієї роботи полягає в тому, щоб показати, як поле 3D-швидкостей, отримане на основі довготривалої діяльності референцних GNSS-станцій національного рівня, може бути використане для аналізу деформації від локального до регіонального рівня.

Дані також можуть використовуватися для трансформації координат назад у часі та екстраполявання позиції.

Початкові дані були виражені в ETRF2000 на основі розв'язків EPN (перманентні станції класів А та В), а також у розв'язках згущення (референцні станції від операторів активних мереж)).

Вхідні дані: оцінка якості

Дані про якість (POS + VEL) підсумовуються наступним чином:

EPN A class sites: provided by EPN

UPA Italian Densification: data submitted regularly to EPN Densification.

ARA Densification: data submitted regularly to EPN Densification.

Метод:

Горизонтально: створювати щорічні сітки з вузлами сітки, зміщені значенням горизонтальної швидкості, інтерпольованої в сітку.

Вертикальна: генерувати щорічні криві рівня, вертикально зміщені інтерпольованою вертикальною швидкістю.

Попередження: Щільність у Європі дуже нерівна.

Перспективи ...

- Зростання вимог до точності для застосувань у режимі реального часу
- Поточні статичні реалізації референцної системи недостатні і погіршують точність позиціонування.
- Нові технології, такі як PPP, вимагають також нового підходу у реалізаціях референцних системах.
- У різних частинах світу існують різні потреби: залежить від типу та величини деформацій, застосувань, існуючої геодезичної інфраструктури тощо.
- Напівдинамічний підхід є найбільш зручним для користувачів:
 - ✓ наявність активних мереж, що вже використовуються;
 - ✓ потреба кращих 3-D деформаційних моделей;
 - ✓ необхідний зв'язок з існуючими реалізаціями референцних систем.

Висновки

Наші дослідження показали, що з урахуванням внутрішньоплитних деформацій за допомогою національного підходу трансформації у реалізаціях ETRS89 можна отримати координати рівня **1 см** для Центральноєвропейського регіону із сучасних координат загальноземної системи ITRF.

Висновки

3. Активні референцні станції, що наведені у зведеному каталозі, можуть бути використані при створенні та оновленні топографічних карт і планів у державній геодезичній референцній системі координат УСК-2000, геодезичному забезпеченні ведення земельного кадастру та інших топографо-геодезичних роботах.

Дякую за увагу!

Степан Савчук

проф., д.т.н.

Національний університет “Львівська політехніка”

Інститут геодезії

вул.Ст.Бандери 12

79013 Львів

Україна

ssavchuk@polynet.lviv.ua