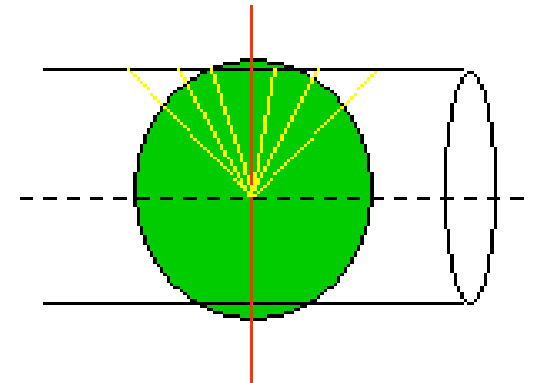
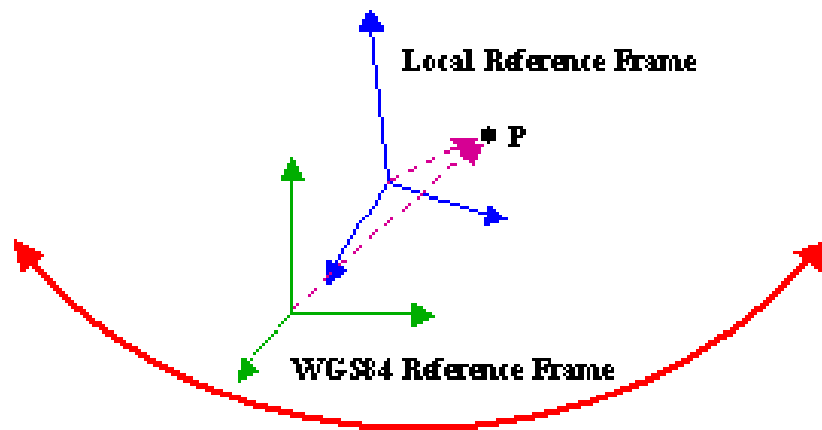




ДЕН2

ЕВН БЪЛГАРИЯ Електроразпределение

Тема: Трансформации и Височинни Модели

- when it has to be right

**Leica**  
Geosystems

# Преговор от Геодезията

# Истинска Земя (Геоид)

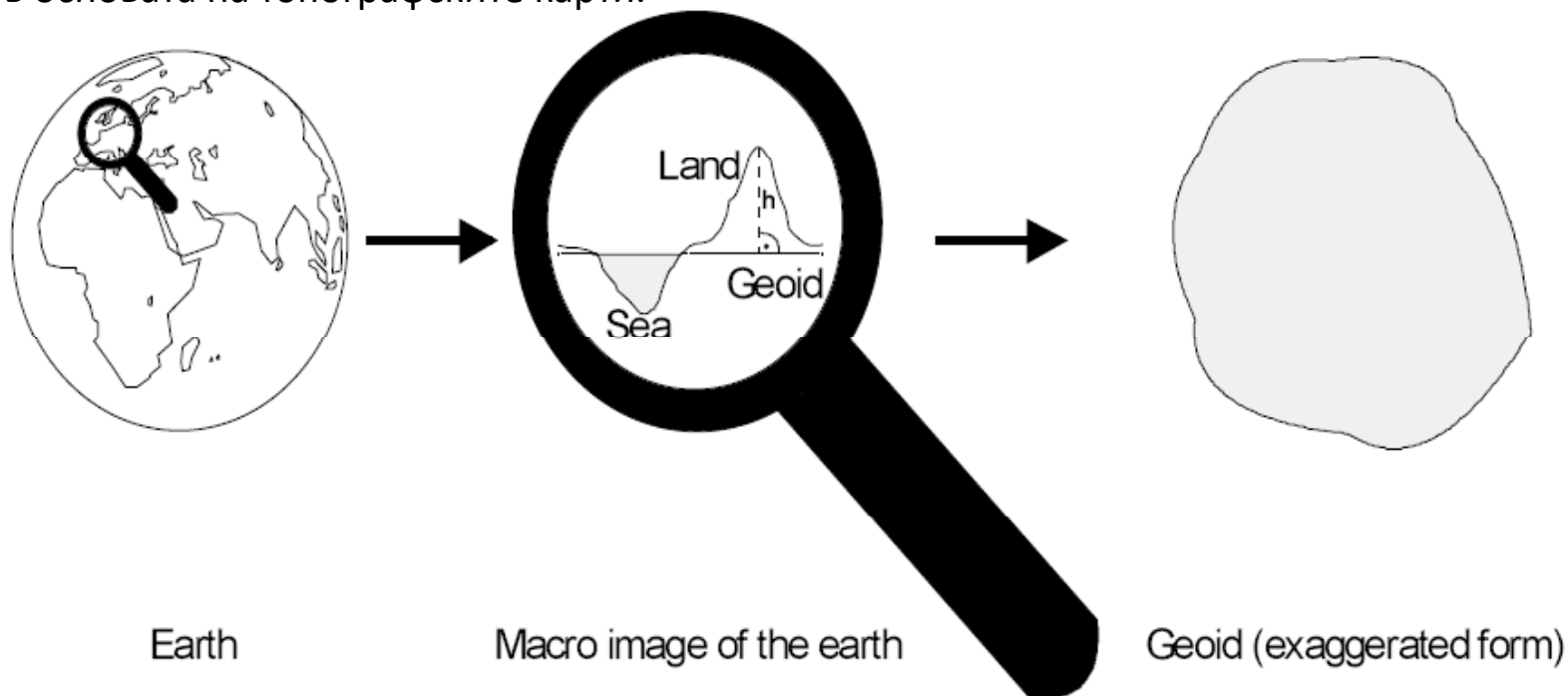
Геоидът е екипотенциална повърхнина , която най-добре апроксимира средното морско ниво.

- Геоидът е гладка, но нерегулярна повърхнина.
- Много сложна за математическо представяне.
- Може да се опише с безкрайно много параметри.



## Истинска Земя (Геоид)

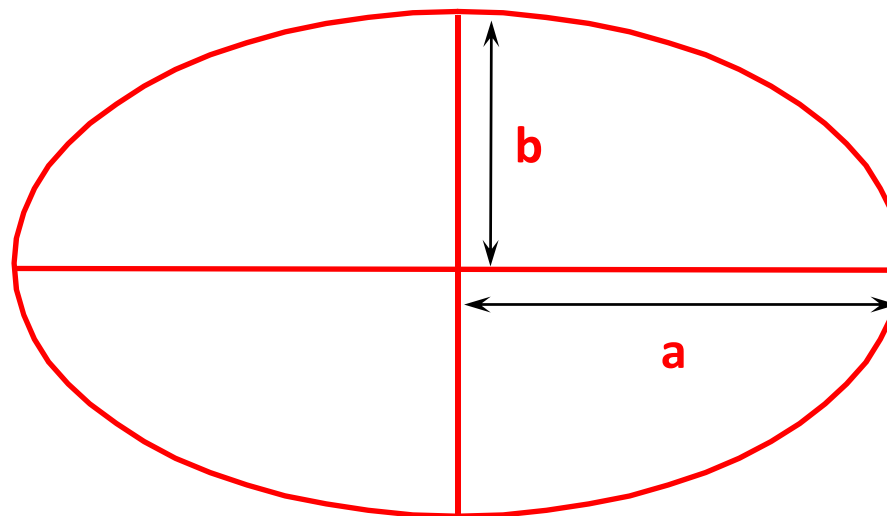
- Определените чрез нивелация височини се отнасят към средното морско ниво и се наричат ортометрични. В действителност те се определят спрямо геоида.
- Отрометричните височини се използват в ежедневната геодезическа практика и са в основата на топографските карти.



# Елипсост

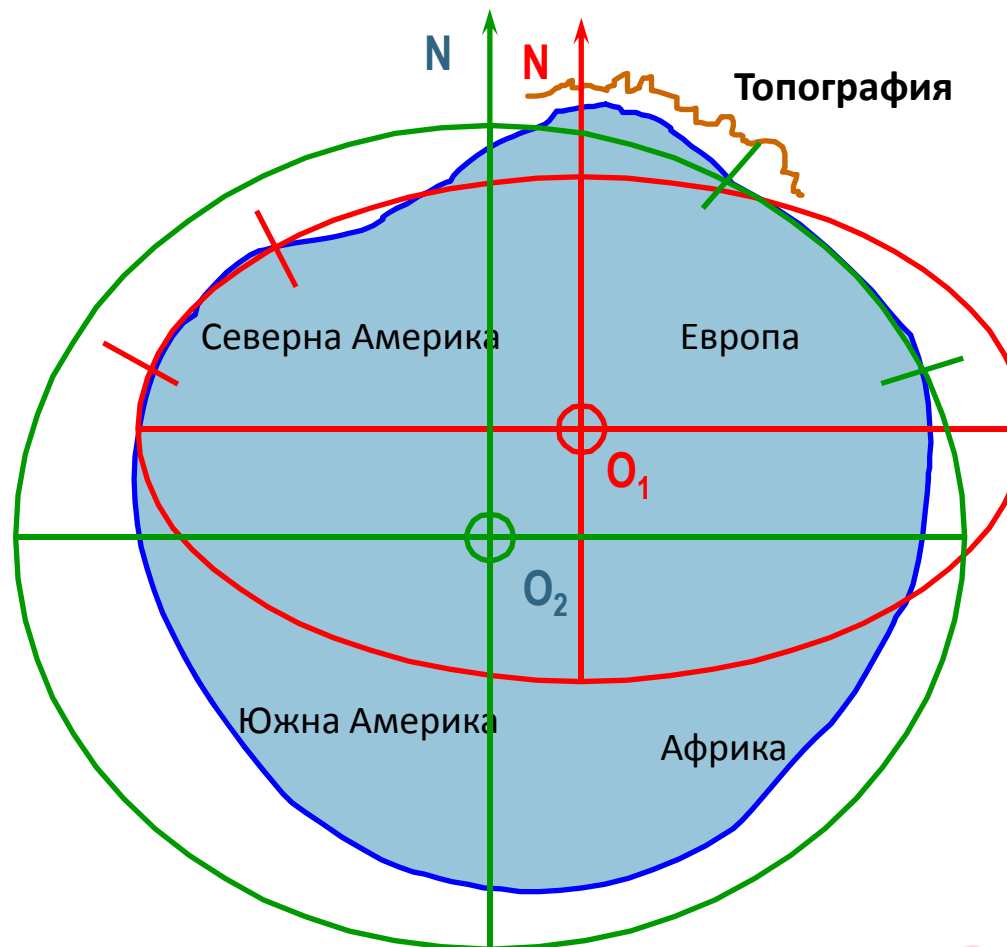
Елипсата е математическа фигура, която може да бъде дефинирана чрез следните параметри:

- Голяма полуос (a) напр. 6 378 245 m  
и
- Малка полуос (b)  
или
- Сплеснатост (f) =  $(a-b)/a$  напр.  $\alpha=1/298.3$
- Представява проста геометрична повърхнина.
- Не може да бъде описана чрез измервания с инструмент.



# Елипсоид и Геоид

Кой елипсоид да изберем?

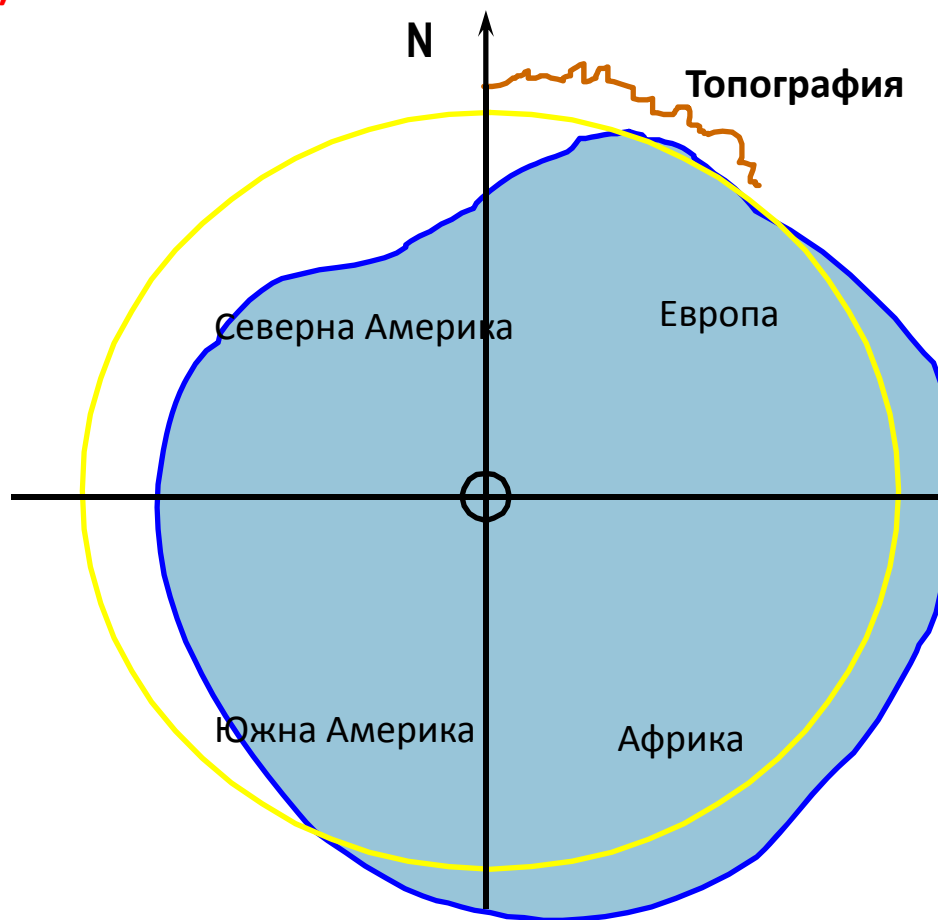


# WGS84 Елипсоид

## The World Geodetic System 1984 (WGS84)

- Най-добре описва формата на Земята

- $A = 6,378,137.000 \text{ m}$
- $1/f = 298.2572236$



- when it has to be right

# Локални Координатни Системи

Но разбира се, повечето геодезисти използват локални равнинни координати

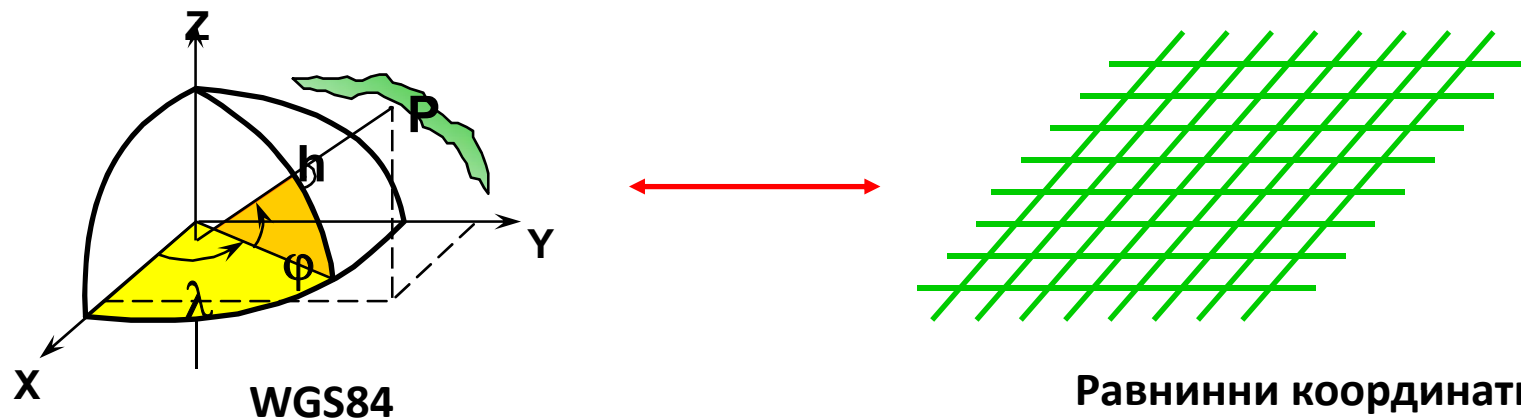
Примери:

Swiss co-ordinate system (елипсоид Bessel и Швейцарска проекция)

UK co-ordinate system (елипсоид Airy и Напречна Меркаторова проекция)

Как да преминем от WGS84 координати към по-удобните за използване локални координати?

Първо трябва да разберем различните типове координати....





# Трансформации и Височинни Модели

## Съдържание

- Различни типове координати
- Видове трансформации
  - Класическа Хелмертова 3D
  - Едностъпкова (Onestep)
  - Двустъпкова (Twostep)
  - Интерполация
- Височини
- Геоиден Модел



# WGS84 Декартови и Геодезически координати

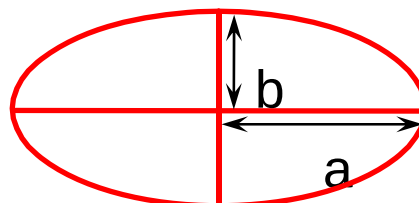
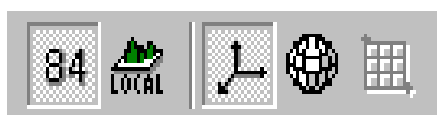
Една и съща физическа точка P може да има различен тип WGS84 координати

WGS84 **Декартови** - X, Y, Z

P = 4264650.810 X  
724089.202 Y  
4672014.4546 Z

WGS84 **Геодезически**- Дълж, Шир, Елипс. височина

P = 47° 23' 45.84283" N  
9 ° 38' 10.58730" E  
449.6911m H

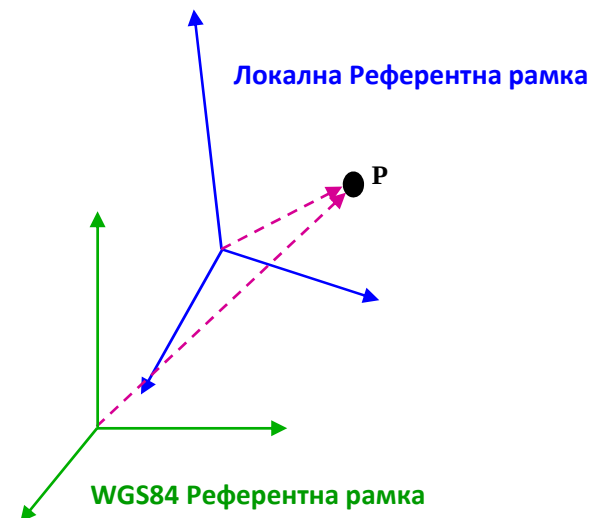


Необходим е само WGS84 елипсоида, за да преминаваме през 2-та типа координати

# Локална Координатна Система

Същата точка P може да съществува и в местна координатна система

- ... но вероятно използва друга референтна система
- Точката P може да има едновременно WGS84 Декартови и локални Декартови координати
- Трансформацията (нарича се **Класическа 3D**) задава връзките между 2-те референтни
  - 3 премествания -  $dx$ ,  $dy$  and  $dz$
  - 3 ротации  $R_x$ ,  $R_y$ ,  $R_z$
  - Мащаб



# Локални и WGS84 Декартови координати

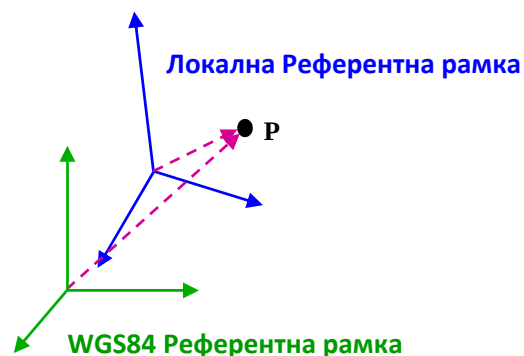
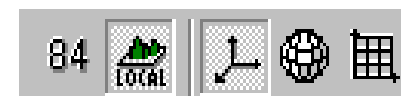
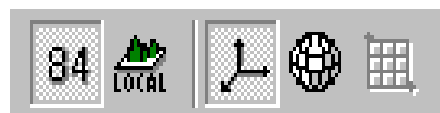
Сега вече можем да преминаваме между локални и WGS84 Декартови координати

WGS84 Декартови : X, Y, Z

P = 4264650.810 X  
724089.202 Y  
4672014.4546 Z

Локални Декартови: X, Y, Z

P = 4264750.810 X  
724189.202 Y  
4672114.4546 Z



Необходима е само **Classic 3D трансформация**, за да преминаваме между 2-та типа координати

# Локални Декартови и Геодезически координати

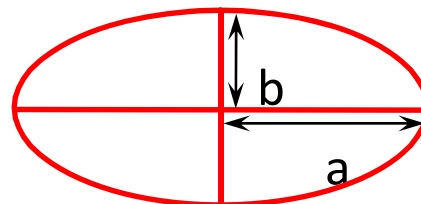
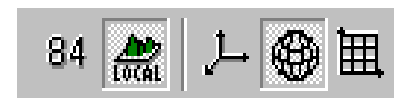
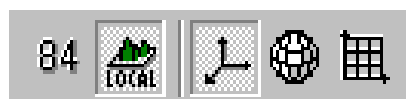
Вече знаем как да преминаваме между Декартови и Геодезически координати

Локални **Декартови** : X, Y, Z

P = 4264650.810 X  
724089.202 Y  
4672014.4546 Z

Локални **Геодезически**- Дълж, Шир, Елипс. височина

P = 47° 23' 43.14014" N  
9 ° 38' 10.49009" E  
1305.241m H



Отново, само **Локалния елипсоид** е необходим, за да преминаваме между 2-та типа координати

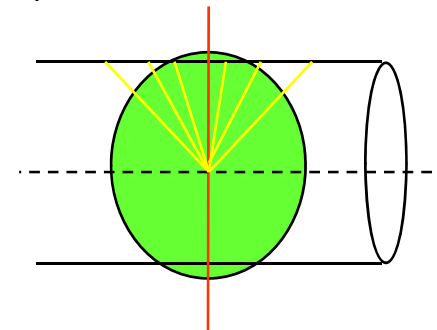
# Локални Геодезически и Равнинни координати (1)

...но равнинните координати са много по-използвани от геодезистите

- За да преминем от Локални геодезически в Локални равнинни координати, ни е необходима проекция

- Съществуват много видове проекции:

- Напречна Меркаторова, Ламбертова, Касини



- Проекцията превръща геод. координати в Изток и Север(Easting; Northing) в равнинна к.с.
- Проекцията, която се използва в различните страни, зависи от формата и размера на страната, конкретни изисквания и др. фактори...

## Локални Геодезически и Равнинни координати (2)

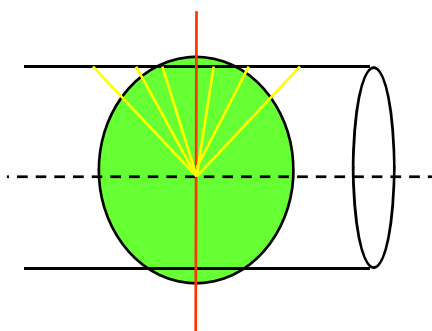
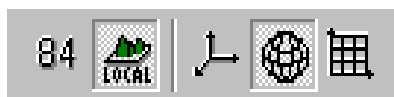
И така...вече знаем как да преминаваме от локални геодезически към локални равнинни координати

Локални Геодезически: Дълж, Шир, Елипс. височина

P = 47° 23' 43.14014" N  
9° 38' 10.49009" E  
1305.241m H

Локални Равнинни: Easting, Northing, Height

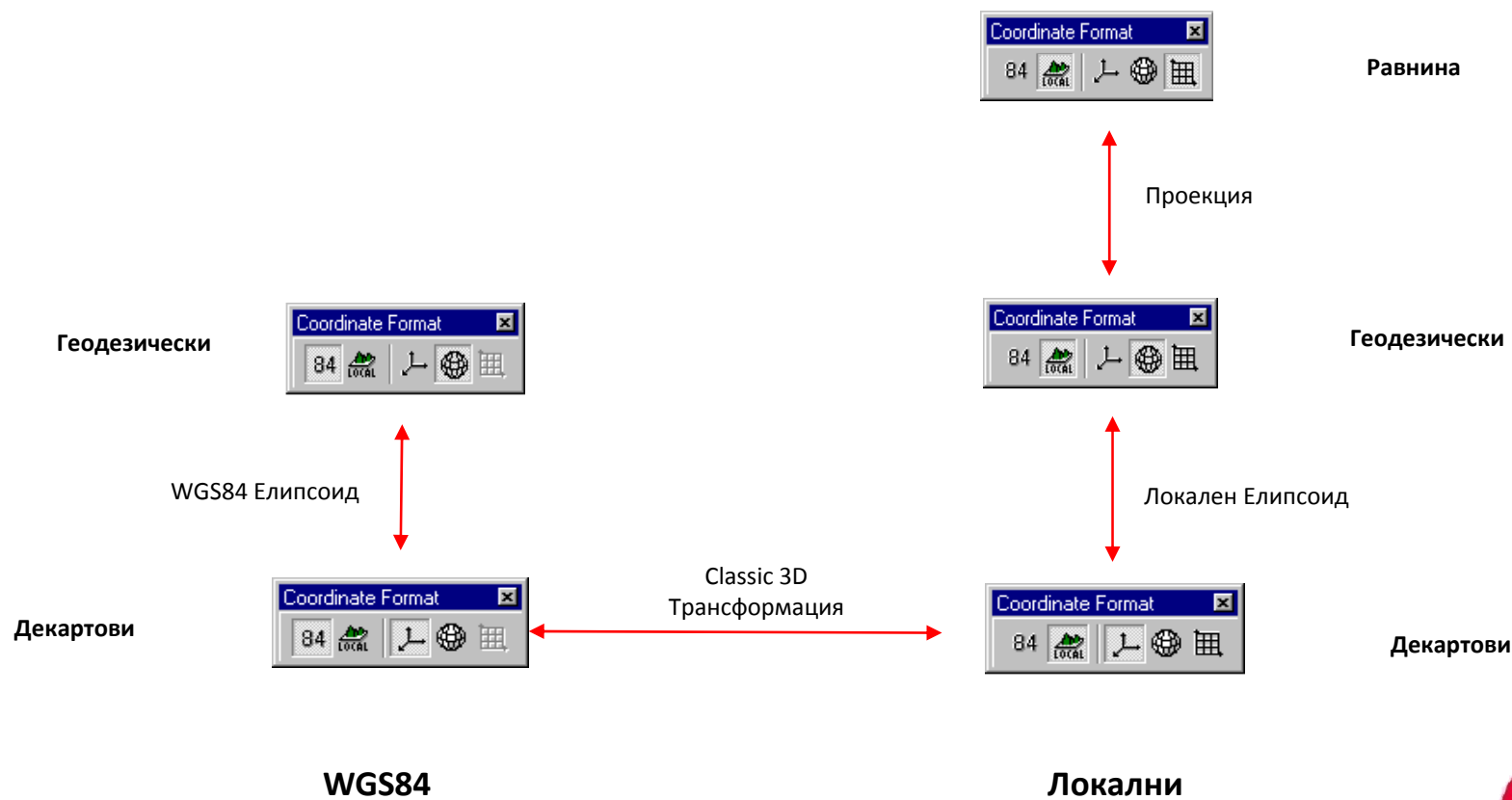
P = 548091.060 E  
5248758.030 N  
1305.241 m



Необходима е **проекция**, за да преминаваме между 2-та типа координати

# Различните типове Координати

Как да преминаваме през типовете координати?

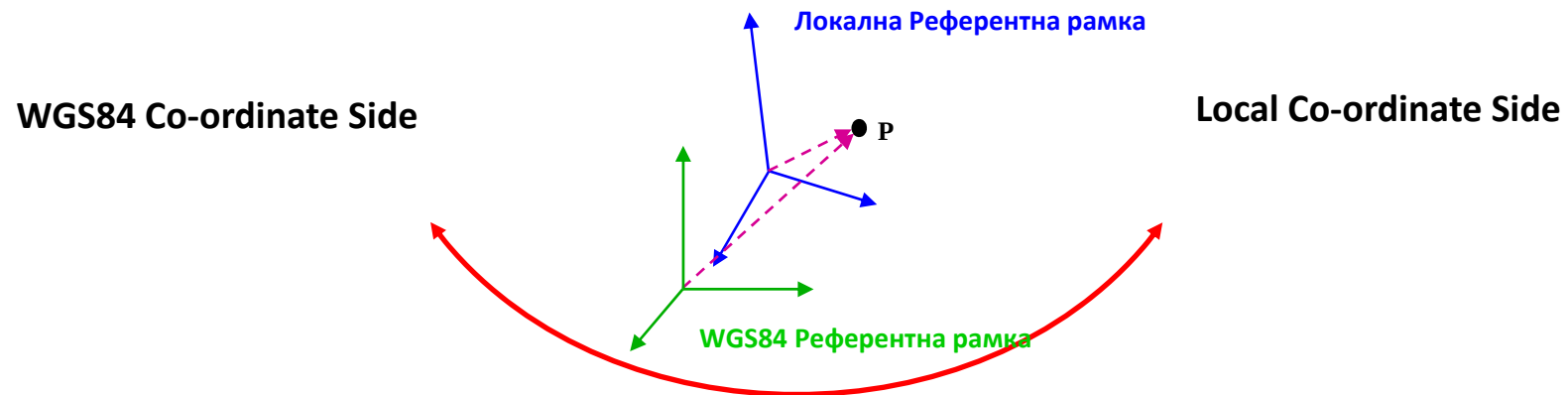




# Classic 3D Трансформация

Известни са ни WGS84 координатите на точките  
(Те са били измерени с GPS)

Знаем и локалните равнинни координати.  
(Измерени с тотална станция или взети от АГКК)



# Изчисляване на Classic 3D Трансформация (1)

## WGS84 Co-ordinate Side

| Point Id                                | Point Class | Latitude            | Longitude          | Ellip. Hgt. |
|-----------------------------------------|-------------|---------------------|--------------------|-------------|
| <input checked="" type="checkbox"/> 1   | Control     | 47° 17' 52.68592" N | 9° 17' 27.56392" E | -603.9890   |
| <input checked="" type="checkbox"/> 10  | Control     | 47° 17' 52.61708" N | 9° 17' 31.84701" E | -594.9890   |
| <input checked="" type="checkbox"/> 100 | Control     | 47° 18' 08.49795" N | 9° 17' 51.44688" E | -504.9839   |
| <input checked="" type="checkbox"/> 101 | Control     | 47° 18' 15.34824" N | 9° 17' 28.35076" E | -503.9817   |
| <input checked="" type="checkbox"/> 102 | Control     | 47° 18' 15.34059" N | 9° 17' 28.82672" E | -502.9817   |
| <input checked="" type="checkbox"/> 103 | Control     | 47° 18' 15.33294" N | 9° 17' 29.30267" E | -501.9817   |
| <input checked="" type="checkbox"/> 104 | Control     | 47° 18' 15.32529" N | 9° 17' 29.77863" E | -500.9817   |
| <input checked="" type="checkbox"/> 105 | Control     | 47° 18' 15.31765" N | 9° 17' 30.25458" E | -499.9817   |
| <input checked="" type="checkbox"/> 106 | Control     | 47° 18' 15.31000" N | 9° 17' 30.73054" E | -498.9817   |
| <input checked="" type="checkbox"/> 107 | Control     | 47° 18' 15.30235" N | 9° 17' 31.20649" E | -497.9817   |

## Local Co-ordinate Side

| Point Id                                | Point Class | Easting     | Northing    | Ortho. Hgt. |
|-----------------------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| <input checked="" type="checkbox"/> 1   | Control     | 740000.3829 | 240000.3851 | 100.6592    |
| <input checked="" type="checkbox"/> 10  | Control     | 740090.4158 | 240000.3681 | 109.5931    |
| <input checked="" type="checkbox"/> 100 | Control     | 740490.7006 | 240500.4432 | 199.2526    |
| <input checked="" type="checkbox"/> 101 | Control     | 740000.6000 | 240700.5997 | 200.6027    |
| <input checked="" type="checkbox"/> 102 | Control     | 740010.6036 | 240700.5978 | 201.5954    |
| <input checked="" type="checkbox"/> 103 | Control     | 740020.6073 | 240700.5959 | 202.5880    |
| <input checked="" type="checkbox"/> 104 | Control     | 740030.6109 | 240700.5940 | 203.5807    |
| <input checked="" type="checkbox"/> 105 | Control     | 740040.6146 | 240700.5921 | 204.5734    |
| <input checked="" type="checkbox"/> 106 | Control     | 740050.6183 | 240700.5903 | 205.5660    |
| <input checked="" type="checkbox"/> 107 | Control     | 740060.6219 | 240700.5884 | 206.5587    |

| Datum and Map |              |             |              |
|---------------|--------------|-------------|--------------|
| Point Id      | X            | Y           | Z            |
| 1             | 4276148.4275 | 699555.7012 | 4663849.8749 |
| 10            | 4276141.4655 | 699645.7330 | 4663855.0473 |
| 100           | 4275779.5336 | 700003.6951 | 4664253.7600 |
| 101           | 4275705.1289 | 699499.9270 | 4664397.9434 |
| 102           | 4275704.3553 | 699509.9307 | 4664398.5182 |
| 103           | 4275703.5817 | 699519.9344 | 4664399.0930 |
| 104           | 4275702.8081 | 699529.9380 | 4664399.6678 |
| 105           | 4275702.0344 | 699539.9417 | 4664400.2426 |
| 106           | 4275701.2608 | 699549.9454 | 4664400.8174 |
| 107           | 4275700.4871 | 699559.9491 | 4664401.3922 |

| Point Id | X            | Y           | Z            |
|----------|--------------|-------------|--------------|
| 1        | 4276148.5237 | 699556.2085 | 4663850.5834 |
| 10       | 4276141.7038 | 699646.2574 | 4663855.5407 |
| 100      | 4275779.3210 | 700003.9873 | 4664254.2401 |
| 101      | 4275705.2770 | 699500.2340 | 4664398.2183 |
| 102      | 4275704.2667 | 699510.6930 | 4664399.6235 |
| 103      | 4275703.3467 | 699520.8502 | 4664400.2840 |
| 104      | 4275702.1794 | 699530.7947 | 4664400.3411 |
| 105      | 4275702.0824 | 699540.3192 | 4664401.4549 |
| 106      | 4275700.8742 | 699550.6700 | 4664401.2035 |
| 107      | 4275700.7681 | 699560.2011 | 4664401.9345 |

| Matched points: 10 / Transformation type: Classical 3D |                   |                   |
|--------------------------------------------------------|-------------------|-------------------|
| System A Point Id                                      | System B Point Id | Point Type        |
| 1                                                      | 1                 | Position + height |
| 10                                                     | 10                | Position + height |
| 100                                                    | 100               | Position + height |
| 101                                                    | 101               | Position + height |
| 102                                                    | 102               | Position + height |
| 103                                                    | 103               | Position + height |
| 104                                                    | 104               | Position + height |
| 105                                                    | 105               | Position + height |
| 106                                                    | 106               | Position + height |
| 107                                                    | 107               | Position + height |

Свържете общите дадени точки, за да изчислите трансформацията

## Изчисляване на Classic 3D Трансформация (2)

| System A | System B | Easting | Northing | Height  | Position | Position+Height |
|----------|----------|---------|----------|---------|----------|-----------------|
| 1        | 1        | -0.0656 | -0.0037  | 0.0125  | 0.0657   | 0.0669          |
| 10       | 10       | -0.0336 | 0.2385   | 0.0139  | 0.2409   | 0.2413          |
| 100      | 100      | 0.3301  | -0.0317  | 0.0141  | 0.3316   | 0.3319          |
| 101      | 101      | 0.2904  | 0.4713   | 0.2282  | 0.5536   | 0.5988          |
| 102      | 102      | -0.1938 | -0.2105  | -0.2802 | 0.2861   | 0.4005          |
| !!! 103  | 103      | -0.3661 | -0.3576  | -0.2688 | 0.5117   | 0.5780          |
| 104      | 104      | -0.3684 | -0.3001  | 0.3749  | 0.4752   | 0.6053          |
| 105      | 105      | 0.2166  | -0.2327  | -0.4282 | 0.3179   | 0.5334          |
| 106      | 106      | -0.1933 | 0.0526   | 0.4251  | 0.2003   | 0.4699          |
| 107      | 107      | 0.3838  | 0.3737   | -0.0914 | 0.5357   | 0.5434          |

Прегледайте **поправките**, за да видите има ли точки, които трябва да се изключат от изчислението

| Transformation parameters |                  |            |                       |      |
|---------------------------|------------------|------------|-----------------------|------|
| Number of common points:  |                  | 10         | Transformation model: |      |
| Rotation origin:          |                  | X0         | 0.0000                | m    |
|                           |                  | Y0         | 0.0000                | m    |
|                           |                  | Z0         | 0.0000                | m    |
|                           |                  | Bursa Wolf |                       |      |
| No.                       | Parameter:       | Value      | r.m.s.                | Unit |
| 1                         | Shift dX         | 432.6512   | 2239.1807             | m    |
| 2                         | Shift dY         | -4401.5738 | 4375.1038             | m    |
| 3                         | Shift dZ         | -1651.6899 | 2103.7962             | m    |
| 4                         | Rotation about X | 114.24096  | 103.20972             | "    |
| 5                         | Rotation about Y | 48.76539   | 73.98897              | "    |
| 6                         | Rotation about Z | -80.27146  | 119.06560             | "    |
| 7                         | Scale            | 220.7605   | 312.8160              | ppm  |
|                           |                  |            |                       |      |
| Sigma a priori:           |                  | 1.0000     |                       |      |
| Sigma a posteriori:       |                  | 0.3088     |                       |      |

Трансформационните параметри могат да бъдат видяни

# Обобщение на Classic 3D трансформацията

Може да се изчисли в LGO и в GPS приемника

Трябват поне 3 общи точки, известни по позиция и височина

(може да се изчисли и с по-малко от 3 точки, но това не е препоръчително)

Трябва задължително да знаем локалния елипсоид и картната проекция

Позицията и Височината НЕ МОГАТ да бъдат обработвани отделно

Точките, които свързваме трябва задължително да са известни по позиция и височина

Classic 3D трансформацията може да се прилага върху неограничена площ

На практика сме ограничени до площта, която покриват точките с известни равнинни координати

# Ограничения при Classic 3D Трансформацията

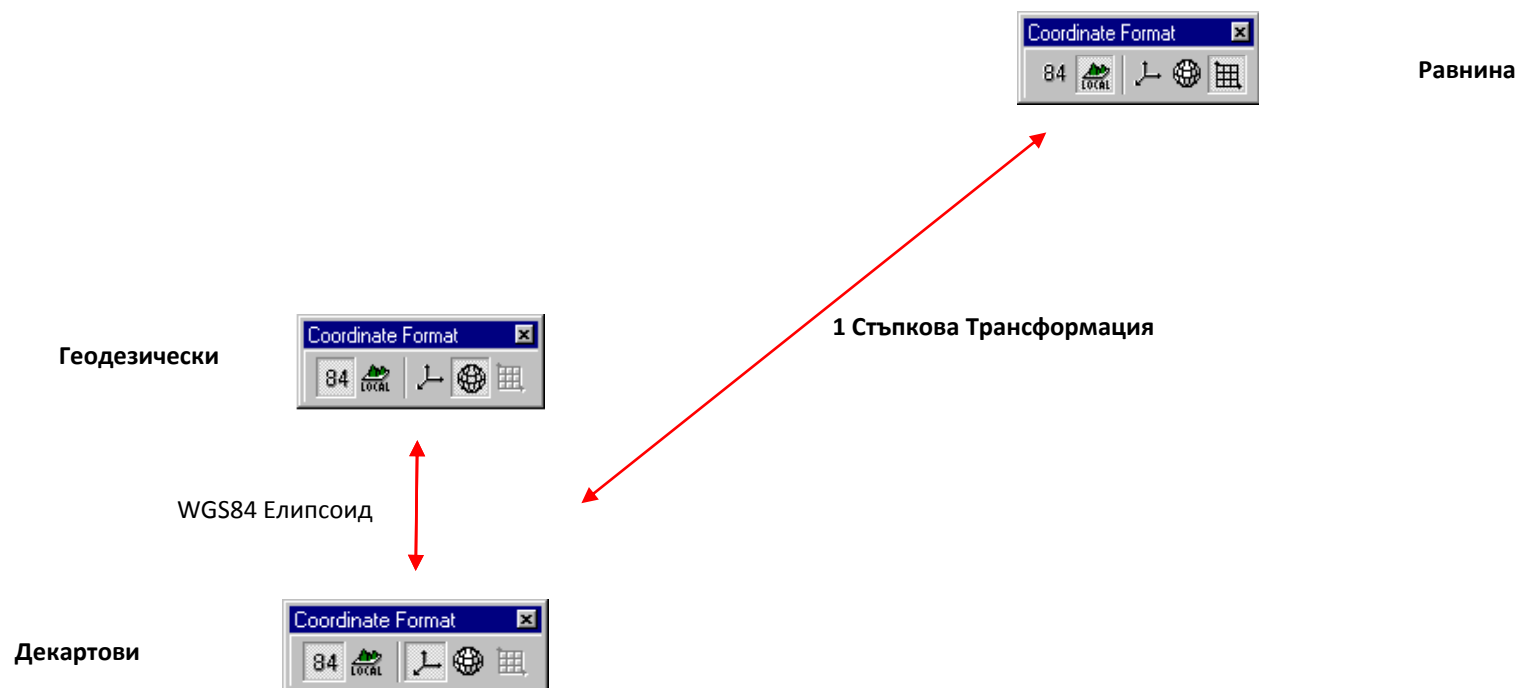
Не може да се използва при следните случаи:

- Произволна равнина
- Неизвестна Проекция / Елипсоид
- По-малко от 3 общи точки
- Не всички точки имат определена позиция и височина



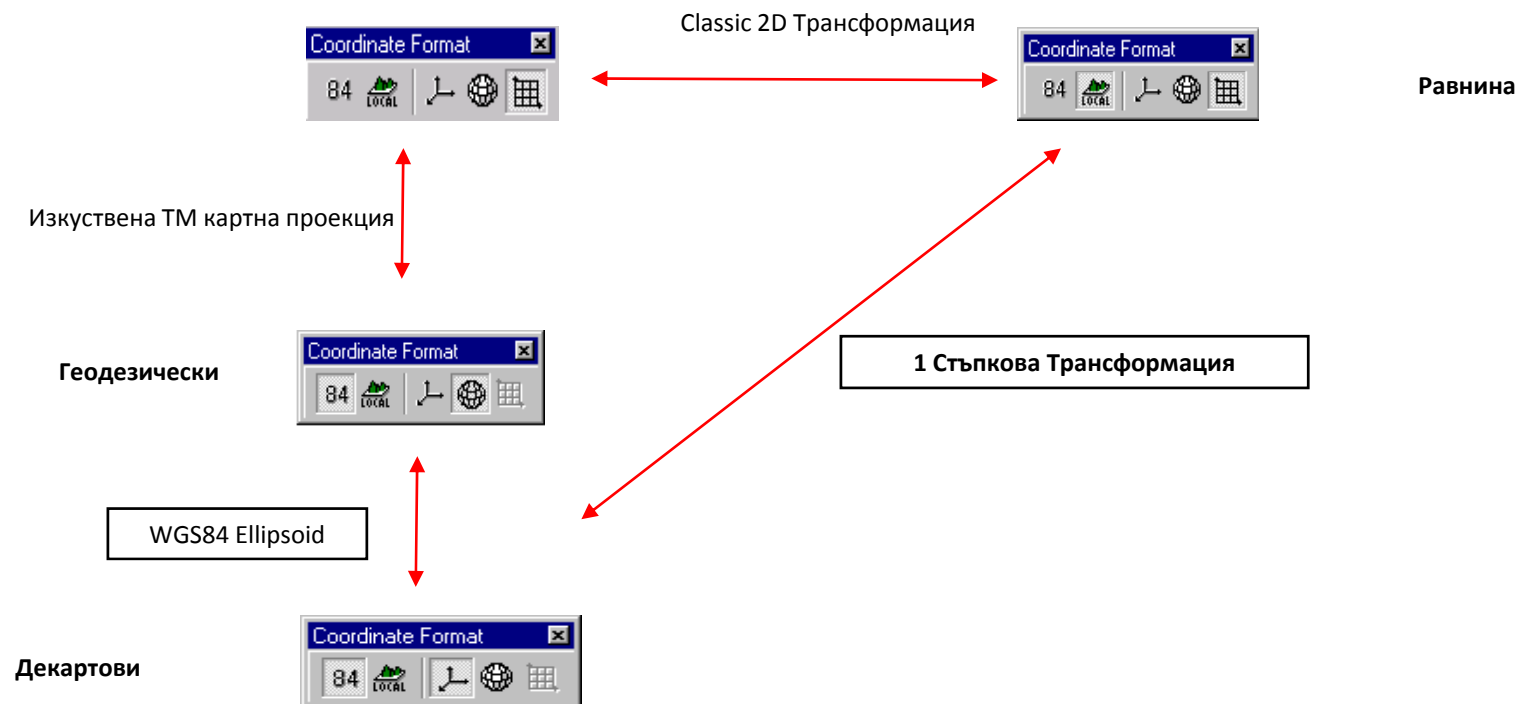
# One-step Трансформация

One-step трансформацията позволява директно преминаване между WGS84 и локални равнинни координати



# One-step Трансформация

Какъв е принципът на работа..?

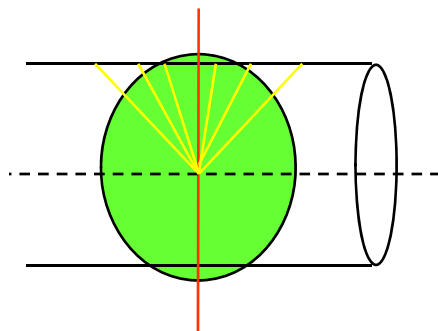


WGS84 Co-ordinate Side

Local Co-ordinate Side

## Как работи One-step трансформацията .?

За трансформация на позицията WGS84 координатите се проектират върху предварителна равнина, за което се използва Напречна Меркаторова картна проекция



След това се изчислява Classical 2D трансформация

Позицията и Височината се третират отделно, но 1-стъпковата трансформация може да се прилага върху ограничена площ



# Обобщение на One-step трансформацията

Може да се изчисли в LGO и в GPS приемника

Не е необходимо да знаем локалния елипсоид и картната проекция

Може да се изчисли само с една обща точка

- Не се препоръчва
- Не може да се изчисли мащаб и ротация

Може да се използват смесени точки с различен брой известни координати

Точките може да се свързват по Само Позиция, Само Височина или Позиция и Височина

..Но е приложима само върху ограничена площ

Препоръчително е да не се изчислява за площи над 10x10 km, за да се избегнат изкривяванията, причинени от изкуствената проекция.

## Two-Step трансформация

Комбинираща предимствата на Classic 3D и One-step

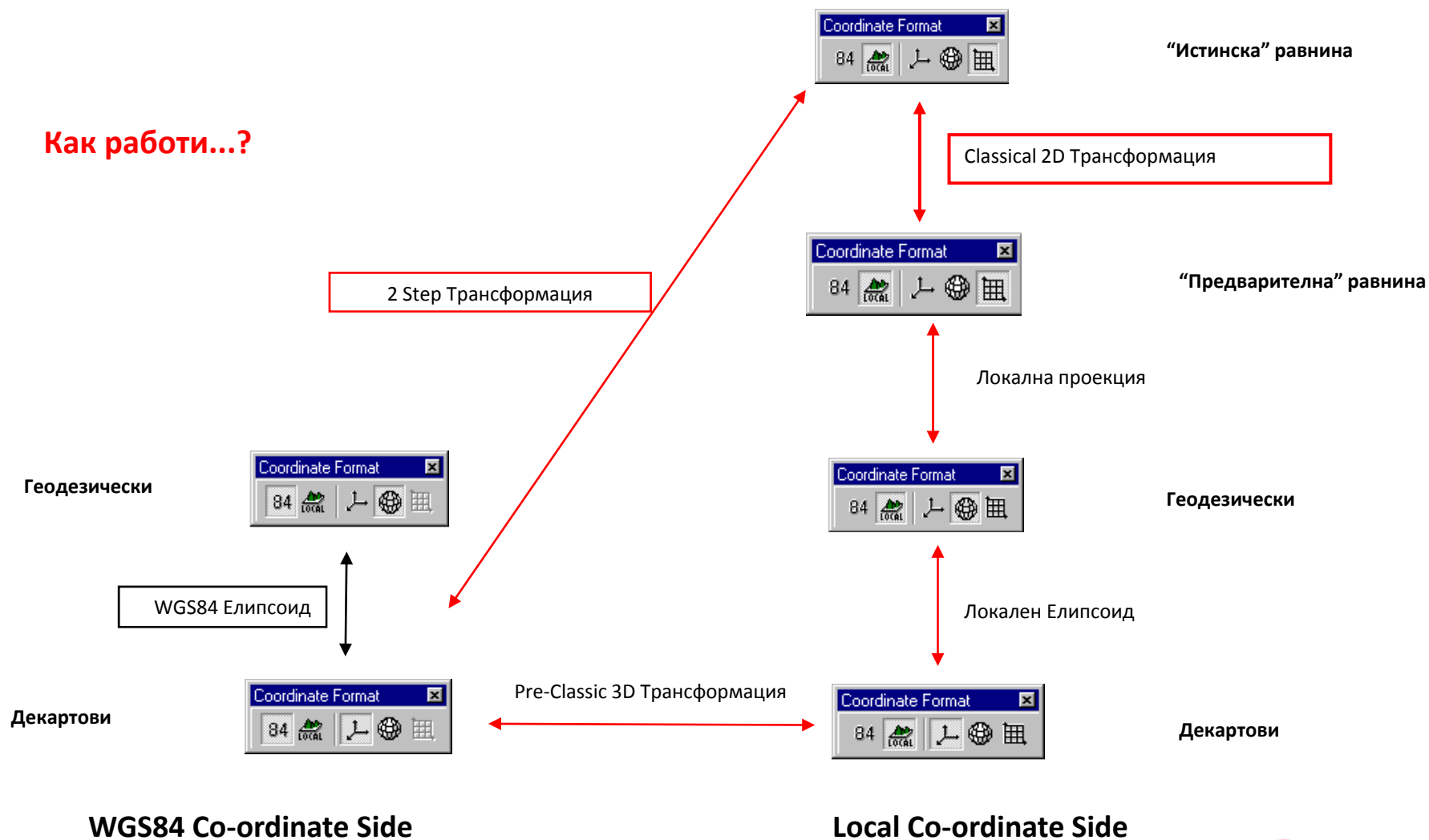
Позицията и Височината се третираат отделно (както при One-step), но се използва още

**Елипсоида и Картната Проекция на локалните точки**  
**Pre-Classic 3D Предварителна трансформация**

Без ограничения на площта, за която се извежда трансформацията

# Two-Step трансформация

Как работи...?



## Two-Step трансформация в LGO и GPS приемника

**Configuration**

Parameters | Outliers | Coord. System A | Coord. System B

Transformation type: Two Step

Pre-transformation: Australia Pre

Default point type: Position + height

System A coordinates:

Type: Cartesian

System: WGS84

System B coordinates:

Type: Grid

System: Local

Height Mode: Orthometric

**Step 2: Choose Parameters**

Pre Transform: 500

Ellipsoid : Bessel

Projection : M31

Geoid Model : <None>

# Обобщение на Two-step трансформацията

Може да се изчисли в LGO и в GPS приемника

Използва се предварителна трансформация, ако е известна

- Може да се използва и Нулева предварителна трансформация

Трябва задължително да знаем локалния елипсоид и картната проекция

Може смесено да се използват точки с различен брой известни координати

Точките може да се свързват по Само Позиция, Само Височина или Позиция и Височина

Без ограничения на площта, за която изчисляваме two-step трансформация

# Обобщение на Interpolation трансформацията

Може да се изчисли в LGO

Създава трансформационни параметри, базирани на афинна трансформация

- GPS координатите се свиват/разтягат/изкривяват умишлено, за да се напаснат към дадените точки в равнината
- Това може в различни случаи да е добър/лош подход
- Може да се зададе степен на изкривяване (level of distortion)

Не трябва да знаем локалния елипсоид и картната проекция

Позицията и Височината се третираат отделно

Ограничение до площ 10x10 km

# Обобщение на Step Wise трансформацията

Може да се изчисли в LGO

Комбинираща трансформациите Classic 3D и Interpolation

- Classic 3D се използва за трансформиране на точките по Позиция
- Interpolation се използва за трансформиране на точките по Височина
- Може да се зададе степен на изкривяване (level of distortion)

Позицията и Височината се третираат отделно

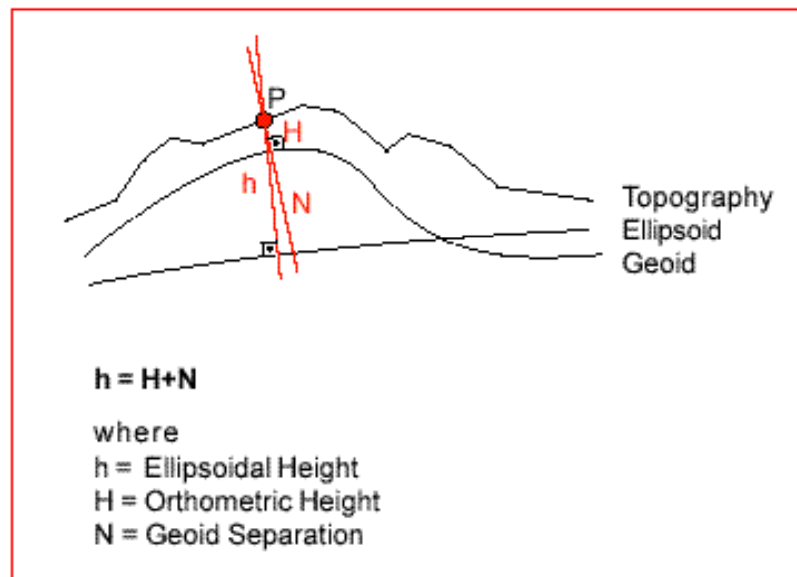
Трябва да знаем локалния елипсоид и картната проекция

Без ограничения на площта, за която изчисляваме step-wise трансформация

## Типове Височини

Ортометричната Височина се измерва над Геоида

Елипсоидната Височина се измерва над Елипсоида



**Връзка между Елипсоидни(с GPS) и Ортометрични(с тотална станция) височини**

Преди изчисление на трансформация в LGO или GPS приемника, трябва да зададем типа на височините, които искаме да виждаме като резултат



# Типове Височини и Координатни Системи

Бърз преговор...

Типа височини (**Height mode**) се задава в Трансформацията

Всички трансформации могат да работят с **Елипсоидни** и **Ортометрични** височини



## Преглед на типовете Височини в GPS приемника

Къде? В списъка с измерените точки или в панела за показване на текущата позиция

Shift F2 - за да превключвате между типовете височини (ако има Геоиден Модел)

Left Screenshot: Edit Point: 1

| Coords    | Obs | Code        | Annots |
|-----------|-----|-------------|--------|
| Point ID  | :   | 1           |        |
| Class     | :   | MEAS        |        |
| Sub Class | :   | GPS Fixed   |        |
| 3D CQ     | :   | 0.0154      |        |
| Easting   | :   | 764802.4487 |        |
| Northing  | :   | 252878.2303 |        |
| Ortho Ht  | :   | 418.4675    |        |

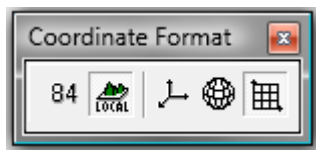
Right Screenshot: Edit Point: 1

| Coords       | Obs | Code          | Annots |
|--------------|-----|---------------|--------|
| Point ID     | :   | 1             |        |
| Class        | :   | MEAS          |        |
| Sub Class    | :   | GPS Fixed     |        |
| 3D CQ        | :   | 0.0154 m      |        |
| Easting      | :   | 764802.4487 m |        |
| Northing     | :   | 252878.2303 m |        |
| Local Ell Ht | :   | 1929.5666 m   |        |

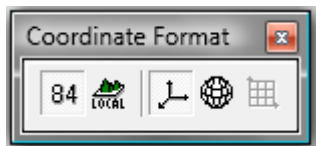
## Преглед на Типовете Височини (Height Mode) в LGO

Могат да бъдат прегледани в много различни страници: **Points tab view, Property views...**

В страницата **LOCAL** може да изберем едновременно показване на **Елипсоидни** и **Ортометрични** височини.



В страницата **84** – само **Елипсоидни**



| Point Id | Easting     | Northing    | Ellip. Hgt | Ortho. Hgt | Geoid Sep. |
|----------|-------------|-------------|------------|------------|------------|
| ✓ TP306  | 766900.4970 | 251793.6147 | 1141.0378  | -          | -          |
| ✓ SM708  | 766748.1361 | 250944.8793 | 1141.9378  | -          | -          |
| ✓ 9001   | 766760.4920 | 250937.3212 | 1141.5494  | -          | -          |
| ✓ 9002   | 766756.2745 | 250938.3434 | 1141.6371  | -          | -          |
| ✓ 9003   | 766751.5658 | 250940.3140 | 1141.7576  | -          | -          |
| ✓ 9004   | 766746.9699 | 250944.0429 | 1141.8486  | -          | -          |
| ✓ 9005   | 766743.8237 | 250950.2272 | 1141.8618  | -          | -          |

| Point Id | Easting   | Northing  | Ellip. Hgt | Ortho. Hgt | Geoid Sep. |
|----------|-----------|-----------|------------|------------|------------|
| ✓ TP306  | 3579.2607 | 700.8677  | -          | 37.9924    | -          |
| ✓ SM708  | 3403.3835 | -143.3770 | -          | 38.8835    | -          |
| ✓ 9001   | 3415.5258 | -151.2758 | -          | 38.4950    | -          |
| ✓ 9002   | 3411.3380 | -150.1368 | -          | 38.5828    | -          |
| ✓ 9003   | 3406.6855 | -148.0362 | -          | 38.7033    | -          |

| Point Id | Latitude            | Longitude          | Ellip. Hgt |
|----------|---------------------|--------------------|------------|
| ✓ TP306  | 47° 23' 51.90868" N | 9° 39' 03.43778" E | 437.1643   |
| ✓ SM708  | 47° 23' 24.57416" N | 9° 38' 55.03398" E | 438.0555   |
| ✓ 9001   | 47° 23' 24.31823" N | 9° 38' 55.61279" E | 437.6670   |
| ✓ 9002   | 47° 23' 24.35517" N | 9° 38' 55.41313" E | 437.7547   |

## Как да зададем Типа на Височините (Height Mode)?

Leica Geo Office – при конфигуриране на Трансформацията

**Configuration** [?] [X]

Parameters | Outliers | Coord. System A

Transformation type : One Step

Default point type : Position + height

System A coordinates :

Type : Cartesian

System : WGS84

System B coordinates :

Type : Grid

Height Mode : Orthometric

OK Cancel

## Как да зададем Типа на Височините (Height Mode)?

GPS приемник – избира се при конфигуриране на програмата  
Определяне на Координатна Система (Determine Coordinate System)

Step 1: Choose Transform Type

Transform Name: test

Transform Type: Twostep

Height Mode : Orthometric

HELP QUIT a ↑

**Трансфер на Трансформации LGO <-> GPS приемник** Типа Височини се запазва, когато трансформацията се прехвърля от софтуера LGO към GPS приемника, и обратно.

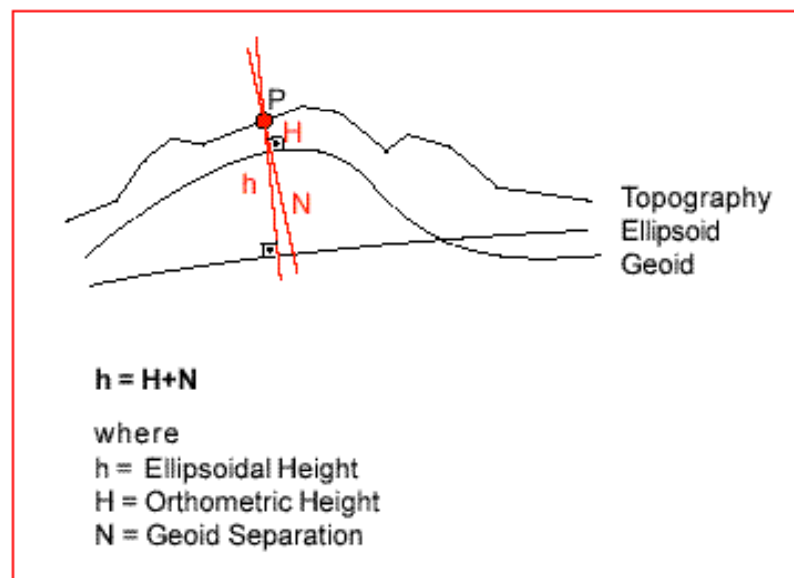
# Как да получа “другия” тип височини?

## Използвай Модел на Геоида (Geoid Model) !

...но как работи геоидния модел?

Във всяка точка от повърхността модела дава стойността на **Геоидната Ондулация (N)**.  
Тя представлява разстоянието, което разделя геоида и елипсоида

- Геоидната ондулация може да бъде положителна или отрицателна в зависимост от това, дали геоида е над или под елипсоида в дадена точка.
- Ако геоидната ондулация  $N$  и елипсоидната височина  $h$  са известни, ортометричната височина може да бъде определена.
- $h = H + N$



*Relationship between Orthometric and Ellipsoidal height*

# Трансформация и Геоиден модел

Трансформация и Геоиден модел: Типична комбинация...

Елипсоидна Classic 3D трансформация и локален геоиден модел

Shift F2 за преминаване между типовете височини



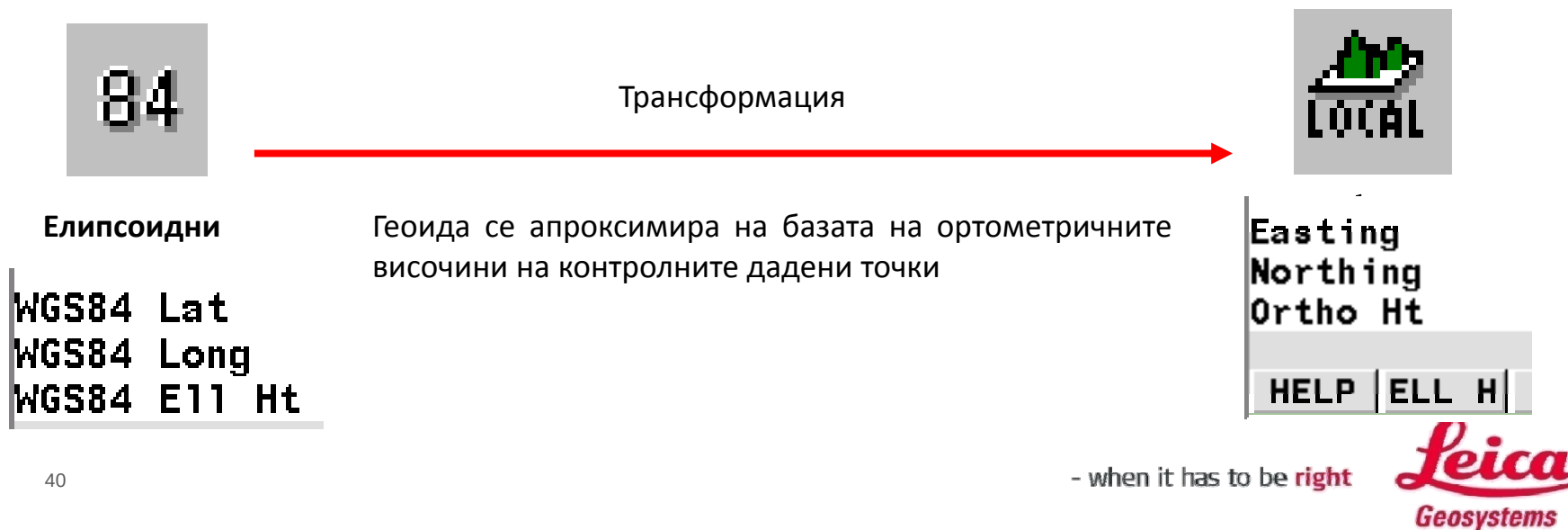
## Трансформация и Геоиден модел

Вслучай, че нямаме Геоиден Модел, използваме само контролни **дадени точки** с **локални координати и ортометрични височини....**

Конфигурираме какви височини да изчисли Трансформацията - избираме ORTHOMETRIC

Качеството\* на Трансформацията зависи главно от качеството на използваните дадени точки

\* Има се предвид точността по позиция и височина, която ще “дава” трансформацията.

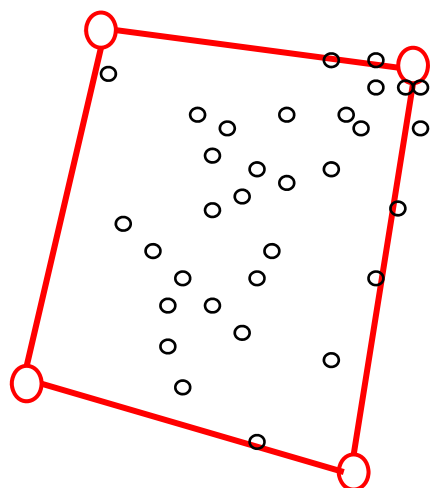




# Извеждане на Трансформация - Изисквания

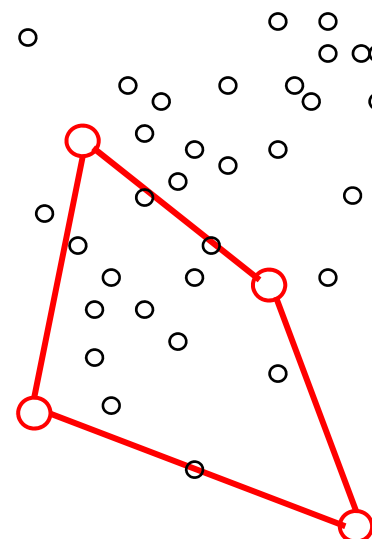
## Разпределение на общите точки, напр. WGS 84 и к.с.1970

- Общите точки трябва да покриват цялата площ, за която извеждаме трансформацията
  - ..за да имаме достатъчно информация
  - Грешките от трансформацията не са предвидими извън площта, покрита от общите точки
  - Грешките нарастват многократно с увеличаване на разстоянието извън контура, определен от общите точки



Идеално разпределение

- Контролни дадени точки
- Точки, които ще трансформиране



Неприемливо разпределение

# Как да проверя качеството на изчислената Трансформация?

Сравняваме трансформираната точка с “реалността” на земята

- Изключваме една от общите точки от изчислението на трансформацията
- Определяме параметри
- Прилагаме параметрите върху всички точки и изчисляваме техните локалните координати
- Проверяваме разликите между трансформираните и дадените координати на изключената точка
- Повтаряме този принцип за всички общи контролни точки
- Това ни дава очакваната горна граница на грешките от трансформацията