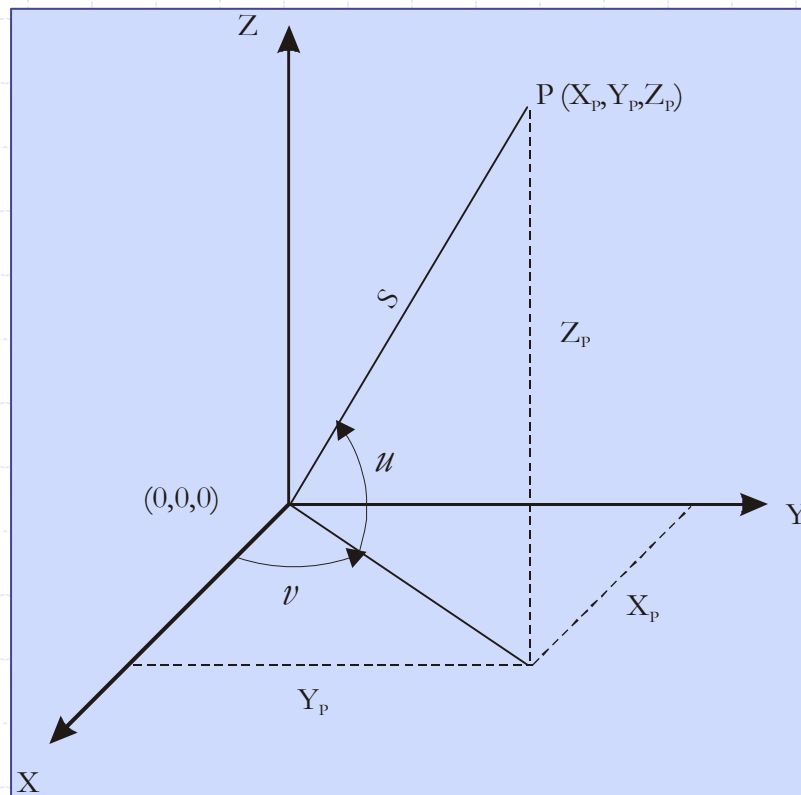


Układ współrzędnych

- **Układ współrzędnych** ustanawia uporządkowaną zależność (relację) między fizycznymi punktami w przestrzeni a liczbami rzeczywistymi, czyli współrzędnymi,
- Układy współrzędnych stosowane w geodezji mogą być **orto-kartezjańskie**, **dwu** lub **trój**-wymiarowe oraz **krzywoliniowe**.

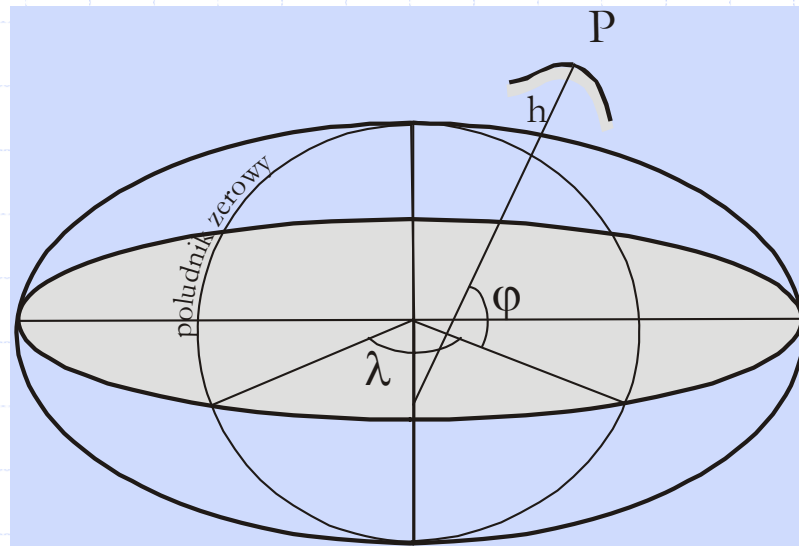
Kartezjański układ współrzędnych

- We współczesnej geodezji, kartezjański trójwymiarowy układ współrzędnych jest stosowany dla zadań globalnych.
- Jest on definiowany przez trzy ortogonalne osie, które tworzą układ prawoskrętny. Osie współrzędnych X, Y, Z przecinają się w początku układu.
- Jak pokazano na rysunku, punkt P jest zdefiniowany poprzez odległości od punktu początkowego O licząc wzdłuż X, Y i osi Z .

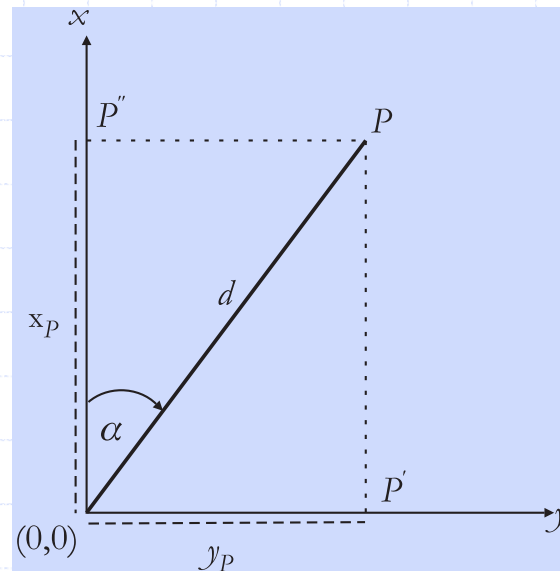
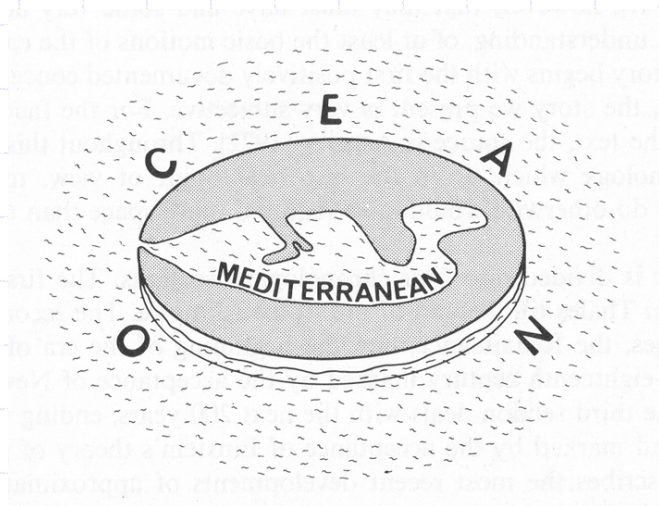


Elipsoidalny (geodezyjny) układ współrzędnych

- Współrzędne elipsoidalne są to linie krzywe leżące na powierzchni elipsoidy. Zwane są równoleżnikami jeśli szerokość jest stała (φ) i południkami, jeśli długość jest stała (λ)
- Jeśli elipsoida jest związana z bryłą Ziemi, to współrzędne elipsoidalne zwane są współrzędnymi geodezyjnymi
- Tradycyjnie, przeciwieństwem współrzędnych **geodezyjnych** są współrzędne **astronomiczne**; **szerokość i długość astr.**



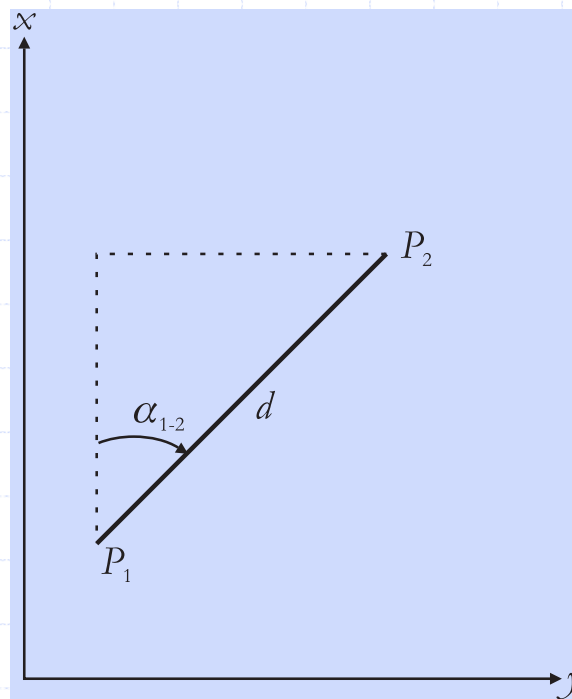
Kartezjański płaski układ współrzędnych



- Dwuwymiarowy kartezjański układ współrzędnych jest zdefiniowany poprzez dwie prostopadłe do siebie osie X i Y, powiązanymi z kierunkami geograficznymi: na północ (N), na wschód (E).
- Kąty są liczone zgodnie z ruchem wskazówek zegara

Współrzędne biegunowe

- Biegunowy system współrzędnych określa położenie punktu poprzez element liniowy i kątowy. W przypadku dwu wymiarów jest to kąt α i odległość d



Zależność między prostokątnym a biegunowym układem współrzędnych

$$x = d \cdot \cos \alpha_{1-2}$$

$$y = d \cdot \sin \alpha_{1-2}$$

Kiedy płaski układ współrzędnych?

$$AB = R \cdot \alpha$$

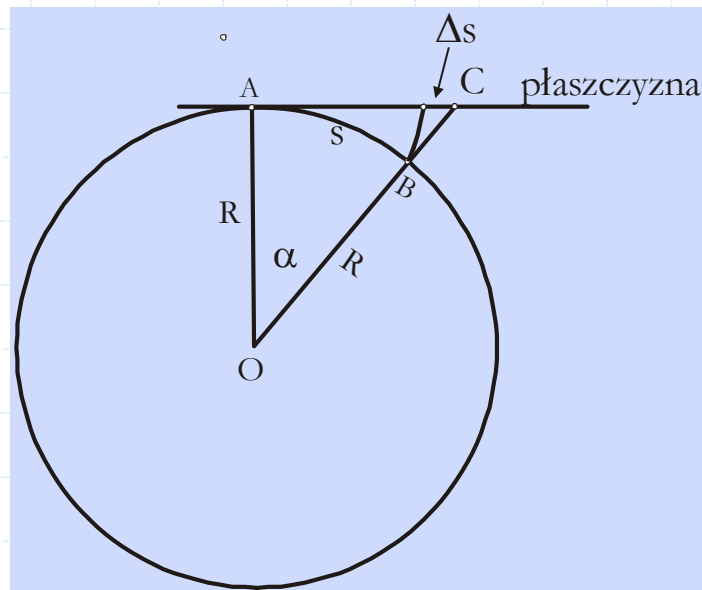
$$AC = R \cdot \operatorname{tg} \alpha$$

$$\Delta s = R(\operatorname{tg} \alpha - \alpha)$$

$$\operatorname{tg} \alpha \approx \alpha + \frac{\alpha^3}{3} \dots$$

$$\alpha = \frac{s}{R}$$

$$\Delta s \approx \frac{s^3}{3R^2}$$

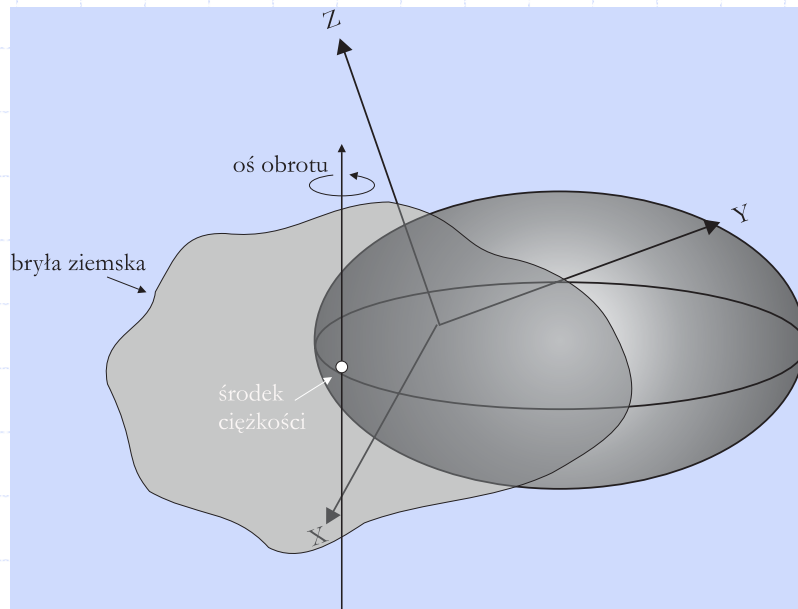


Wpływ zakrzywienia Ziemi na pomiary liniowe

s w km	Δs w mm	$\Delta s/s$
1	0.01	8×10^{-9}
5	~ 1	2×10^{-7}
10	~ 8	8×10^{-7}
15	~ 28	1×10^{-6}
20	~ 66	3×10^{-6}

System odniesienia

- Układ współrzędnych nie zawiera informacji o jego orientacji względem bryły ziemskiej,
- Układy współrzędnych oraz **parametry** opisujące ich orientacje względem bryły ziemskiej zwane są geodezyjnymi **systemami** odniesienia,
- Tak więc **system odniesienia** stanowi zbiór zaleceń i ustaleń oraz stałych wraz z opisem modeli niezbędnych do zdefiniowania początku, skali i orientacji osi układów współrzędnych w bryle ziemskiej oraz ich zmienności w czasie.

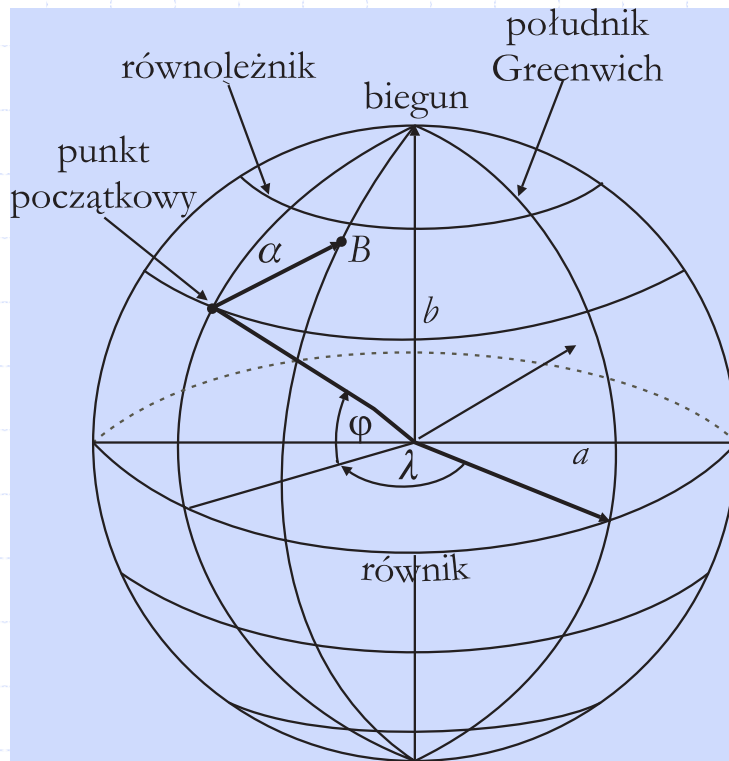


System odniesienia

- Definicja – kartezjański trójwymiarowy
 - Początek układu jest umieszczony w środku ciężkości mas Ziemi,
 - oś Z **prawie** pokrywa się z osią obrotu Ziemi
- Definicja – elipsoidalny układ - parametry opisujące jego orientację względem bryły ziemskiej
 - punkt początkowy P ,
 - jego szerokość φ_P ,
 - długość λ_P ,
 - azymut linii α_{PB} ,
 - parametry elipsoidy a oraz b ,
 - odstęp geoidy od elipsoidy N_P

System odniesienia

- punkt początkowy P ,
- jego szerokość φ_P ,
- długość λ_P ,
- azymut linii α_{PB} ,
- parametry elipsoidy a oraz b ,
- odstęp geoidy od elipsoidy N_P



Układ odniesienia

- Układ odniesienia stanowi praktyczną realizację systemu odniesienia
 - w przypadku geodezji klasycznej – jest określony przez liczbowe wartości sześciu parametrów,
 - W przypadku geodezji współczesnej (satelitarnej) przez współrzędne określonych stacji naziemnych.
- Na świecie istnieje wiele układów odniesienia
 - WGS84
 - EUREF

Układ odniesienia Pułkowo'42

Elipsoida Krasowskiego:	$a = 6\,378\,245\text{ m}$, $b = 6\,356\,863\text{ m}$, $f = 1:298.3$
Punkt początkowy:	Pułkowo: szerokość: $30^{\circ}19'42''$ długość: $59^{\circ}46'18''$
Azymut	$317^{\circ}02'51''$
Odstęp geoidy od elipsoidy	$N = 0$

Podsumowanie

- Geodezja zajmuje się wyznaczaniem pozycji punktów leżących na powierzchni Ziemi lub w jej pobliżu,
- W tym celu konieczny jest, dobrze zdefiniowany **ziemski system odniesienia**, **ziemski układ odniesienia**, **ziemski układ współrzędnych**,
- **System odniesienia** stanowi zbiór zaleceń i ustaleń wraz z opisem modeli niezbędnych do zdefiniowania początku skali i orientacji osi oraz ich zmienności w czasie,
- **Układ odniesienia** stanowi praktyczną realizację systemu odniesienia
 - Na układ odniesienia składają się wyznaczone z obserwacji wartości parametrów opisujących początek układu, skalę i orientację osi oraz ich zmienność w czasie
 - Przykładem geodezyjnych układów odniesienia są układ Pułkowo'42, ED50 (**E**uropean **D**atum 19**50**), NAD27 (**N**orth **A**merican **D**atum 19**27**), dla których to układów zostały przyjęte konkretne elipsoidy odniesienia o ustalonych parametrach.