PASAULIO ŽEMĖLAPIŲ KARTOGRAFINĖS PROJEKCIJOS

Pasaulio žemėlapių projekcijos.

Pasaulio žemėlapių tema lemia jų vaizdą. Šiuose žemėlapiuose kartografuojama:

1. **Vientisas planetos vaizdas.**
2. **Sausuma, kartu parodant jos ryšį su vandenynais.**
3. **Apgyvendinta ir intensyviai eksploatuojama sausumos dalis, išskyrus šiaurė ir pietų poliarines sritis. Pastariesiems žemėlapiams būdingos pakartojamai kartografuotos sausumos teritorijos.**

Pagrindinis pasaulio žemėlapiams keliamas reikalavimas – jie turi būti vaizdūs ir tikroviškai atspindėti Žemės paviršių. Šie reikalavimai lemia ir pasaulio žemėlapių iškraipymų pobūdį bei dydį. Kita vertus, viename lape išskleidžiant visą sferinį paviršių neišvengiami jo iškraipymai.

Pasaulio žemėlapiams sudaryti dažniausiai naudojamos cilindrinės, pseudocilindrinės, polikonusinės ir kai kurios laisvosios projekcijos. Normaliose cilindrinėse ir pseudocilindrinėse projekcijose lengva pateikti geografinės platumos zonas. Polikonusinėse ir kai kuriose kitose projekcijose, kurių paralelės yra lankai, pakankamai tiksliai kartografuojami sausumos kontūrai, išskyrus Arkties salas ir Antarktidą.

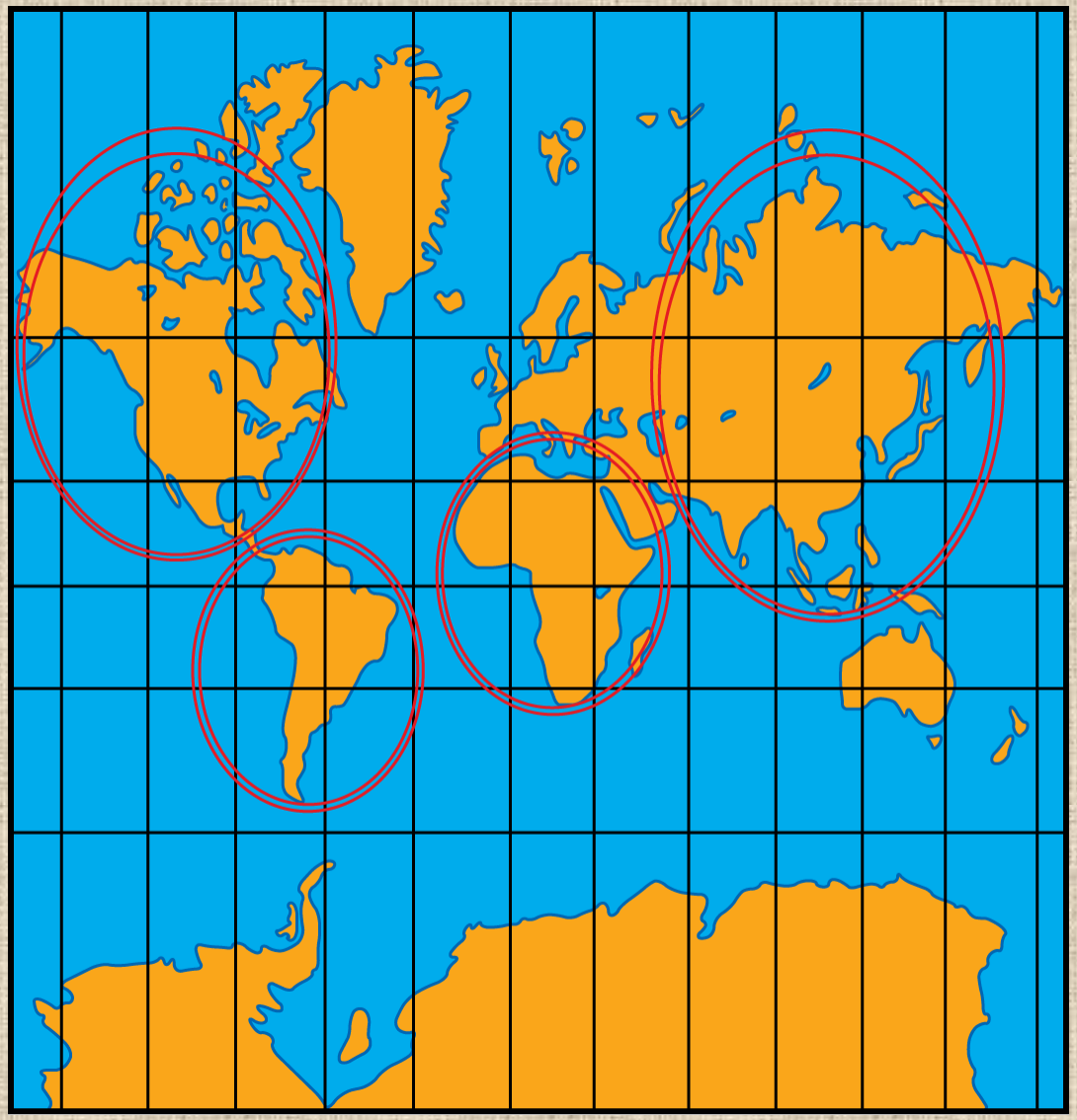
Normalios cilindrinės pasaulio žemėlapio projekcijos

Merkatoriaus projekcija. **Tai viena plačiausiai taikomų pasaulio žemėlapių projekcijų. Šioje projekcijoje Merkatorius sukūrė pirmąjį pasaulio daugialapį žemėlapį.**

Gaubliui, kurio spindulys lygus R, Merkatoriaus projekcijos lygtys yra šios:

$$x = R \times cos\varphi_0 \ln tg\left(\frac{\pi}{4} + \frac{\varphi}{2}\right); \qquad y = R\varphi_0 \times cos(\lambda - \lambda_0).$$

Merkatoriaus projekcijoje, ypatingai stipriai iškraipomas poliarinių platumų vaizdas. Nepatyrusiam vartotojui susidaro klaidingas įspūdis apie kartografuojamų žemynų, vandenynų ar salų dydį. Tokios kartografinio vaizdo transformacijos dažniausiai yra nepriimtinos, ypač tuose pasaulio žemėlapiuose, kurie naudojami didaktikai. XX amžiaus pabaigoje Vakarų Europos mokslininkų tarpe kilo diskusija, kuri tęsėsi kelis dešimtmečius. Diskusijos iniciatoriumi buvo vokiečių istorikas, Bremeno Bendrosios istorijos instituto direktorius Arno Petersas (1916 – 2002). Jo nuomone Merkatoriaus projekcija sukuria „europocentristinį“ pasaulio vaizdą, ypač išryškindama ir sureikšmindama „Senąjį pasaulį“, kartu „nustumdama“ į periferiją „Naująjį pasaulį“ ir rytų Aziją.



Žemynus apibrėžiančių apskritimų deformacijos normalioje cilindrinėje Merkatoriaus projekcijoje.

Šioje Merkatoriaus projekcijoje stipriai iškraipomi atstumai, plotai bei kontūrų formos. Tą gerai iliustruoja Merkatoriaus projekcijoje sudarytas pasaulio žemėlapis, kuriame gaublio paviršiuje nubrėžti vienodo ploto apskritimai virsta įvairiaplotėmis elipsėmis. Pagrindinė tendencija – Merkatoriaus projekcijoje apskritimai ištempiami šiaurės – pietų kryptimi.

Merkatoriaus projekcijos lygtys rodo, kad plotų ir atstumų iškraipymų pasiskirstymas tiesiogiai priklauso nuo pagrindinės paralelės platumos pasirinkimo. Ji lemia cilindro spindulį, į kurio paviršių projektuojamas Žemės paviršiaus vaizdas. Pagrindinei paralelei dažniausiai suteikiamos 0º, 30º, 40º ar 45 º geografinės platumos reikšmės. 12 – 14 lentelėse pateikiami iškraipymo dydžiai įvairioms pagrindinėms paralelėms.

Kai Merkatoriaus projekcijoje cilindras liečia gaublį ties ekvatoriumi, tai labiausiai iškraipomi toliausia nuo ekvatoriaus nutolę plotai – poliarinės sritys. Apskritimo, kuris gaublyje apibrėžia Europą, plotas padidinamas daugiau kaip 220 %, o šio apskritimo spindulių ilgiai iškraipomi 77 %. Šiaurės Amerikai šie iškraipymų dydžiai siekia 188% ir 64 %.

12 lentelė. Žemynų iškraipymo dydžiai, esant 0º pagrindinės paralelės platumai.

Regionas	Iškraipymai, %			
	plotų	atstumų	formos	apskritimo formos
Europa	223	77	66	7
Azija	133	49	115	25
Afrika	14	6	11	9
Šiaurės Amerika	188	64	120	20
Pietų Amerika	30	15	30	9
Australija	35	17	31	6

13 lentelė. Žemynų iškraipymo dydžiai, esant ± 30º pagrindinės paralelės platumai.

Regionas	Iškraipymai, %			
	plotų	atstumų	formos	apskritimo formos
Europa	142	55	66	7
Azija	75	34	115	25
Afrika	-15	10	11	9
Šiaurės Amerika	116	46	120	20
Pietų Amerika	-3	10	30	9
Australija	2	10	31	6

14 lentelė. Žemynų iškraipymo dydžiai, esant ± 45º pagrindinės paralelės platumai.

Regionas	Iškraipymai, %			
	plotų	atstumų	formos	apskritimo formos
Europa	62	30	66	7
Azija	16	26	115	25
Afrika	-43	26	11	9
Šiaurės Amerika	44	30	120	20
Pietų Amerika	-45	23	30	9
Australija	-32	21	31	6

Gaublį kertančiame cilindre, kur pagrindinės paralelės yra ± 30º platumose, didžiausi plotų ir atstumų iškraipymai taip pat yra Europoje ir Šiaurės Amerikoje. Mažiausi iškraipymai tenka Australijai ir Pietų Amerikai, kur jų reikšmės neviršija 2 – 3 %.

Gaublį kertančiame cilindre, kur pagrindinės paralelės yra ± 45º platumose, iškraipymų reikšmės visuose žemynuose esti mažiausios. Šiaurės Amerikos, Europos ir Azijos plotai tokioje projekcijoje yra padidinti, o Pietų Amerikos, Afrikos ir Australijos – sumažinti. Palyginus gaublio paviršiuje nubrėžtų ir į žemėlapį perkeltų žemynus apjuosiančių apskritimų plotus, jų nesutapimai neviršija 3,5 %, atstumų nesitapimai – 26 %.

Merkatoriaus projekcijoje nepriklauso nuo pagrindinių paralelių platumos, o nuo kartografuojamo objekto dydžio. Kuo didesnis kartografuojamo žemyno ar regiono plotas, tuo labiau iškraipomos jų formos. Formų iškraipymą aiškiausiai iliustruoja nubrėžtų žemynus apjuosiančių apkritimų gaublio paviršiuje deformacijos, perkeliant jų vaizdą į žemėlapio plokštumą.

Pagrindinių paralelių padėties pasirinkimas Merkatoriaus projekcijoje lemia žemynų plotų tarpusavio santykį: visada siekiama, kad vizualus žemynų plotas atitiktų realų jų plotų santykį.

Merkatoriaus projekcija turi vieną svarbią savybę – joje neiškraipomi elementarių atkarpų azimutai, o vienodo azimuto linijos (loksodromos) yra tiesės. Ši Merkatoriaus projekcijos savybė yra pritaikoma kai kuriuose teminiuose žemėlapiuose: vandenynų srovių, paukščių migracijos kelių.

Laisvosios cilindrinė projekcijos. **Vienos populiariausių yra laisvoji Milerio, perspektyvinė cilindrinė Golo, poilicilindrinė Urmajevo ir lygiatarpė rutulio projekcijos.**

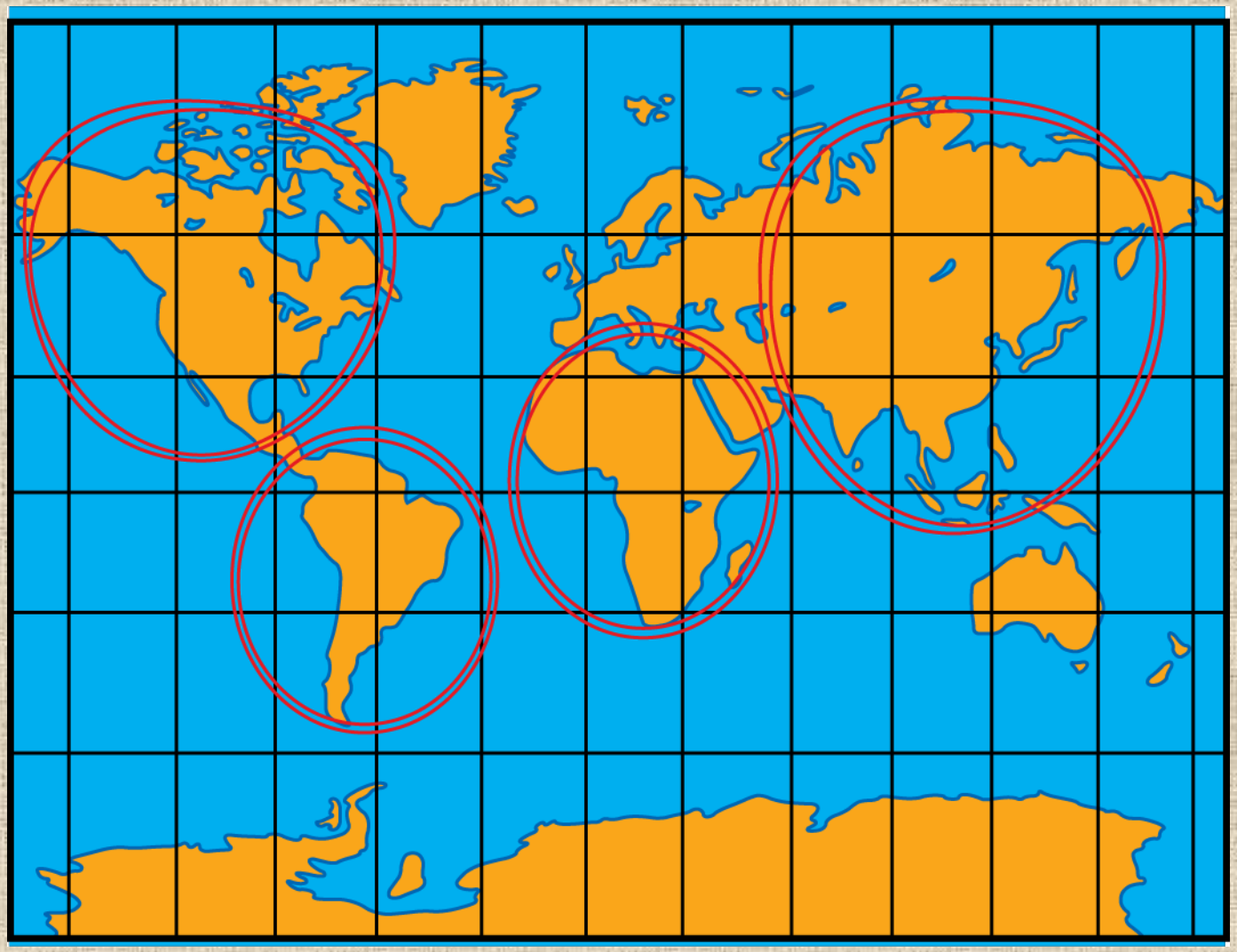
Milerio projekcija yra išvestinė Merkatoriaus projekcija, su tam tikrais projekcijos parametrų pakeitimais. Šioje projekcijoje projekcijos parametras prilyginamas rutulio spinduliui (C = R) arba pagrindinės paralelės spinduliu. Pavyzdžiui ± 45º platumai. Milerio projekcijos kartografinis tinklas vizualiai panašus į Merkatoriaus projekcijos tinklą, tačiau turi ir savo ypatybių. Šioje projekcijoje poliarinių platumų vaizdas mažiau iškraipomas nei Merkatoriaus projekcijoje. JAV ši projekcija dažnai naudojama pasaulio globaliniams žemėlapiams.

Golo cilindrinės projekcijos lygtys yra tokios:

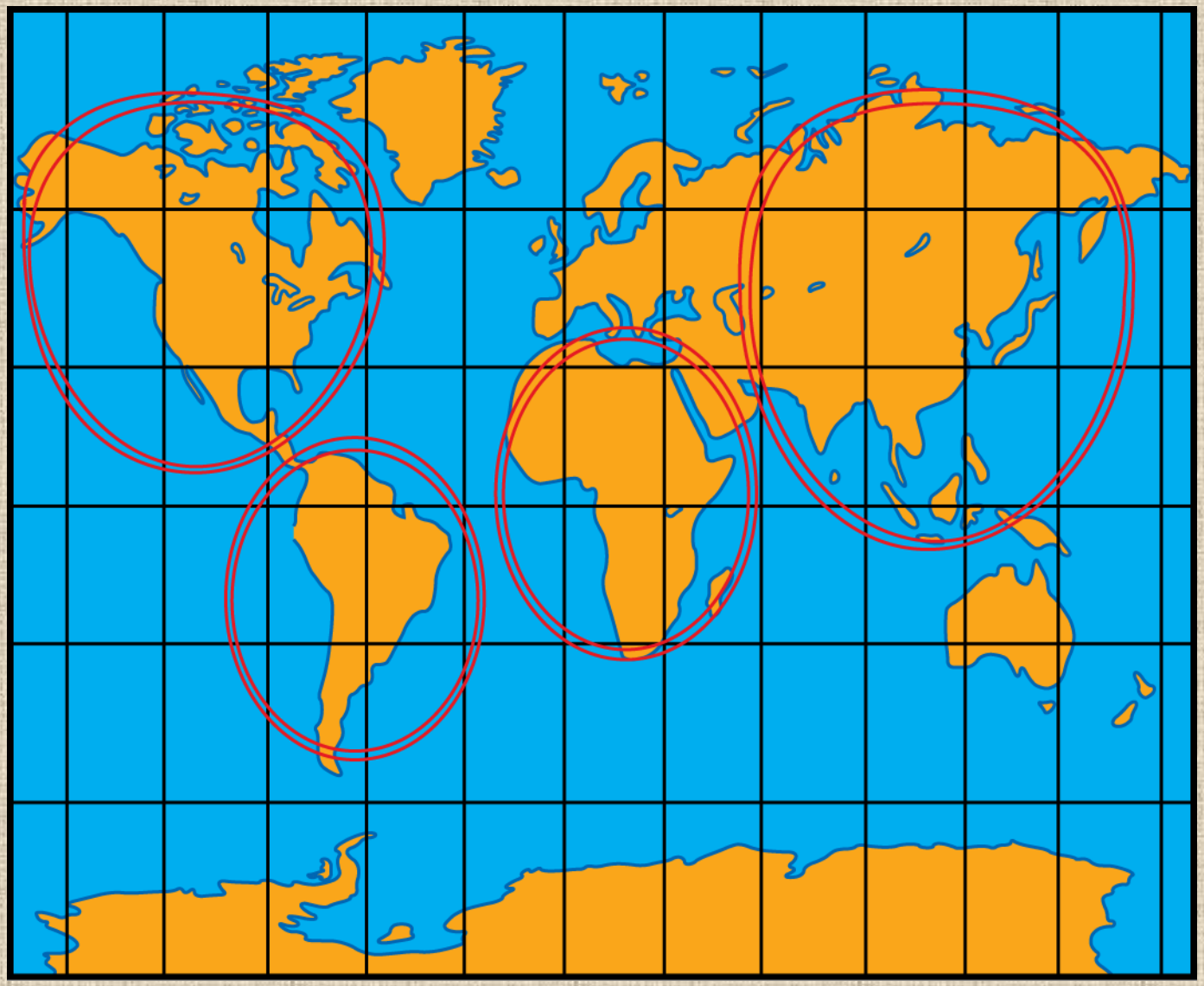
$$x = R\left(1 + \frac{1}{\sqrt{2}}\right) \times tg\left(\frac{\varphi}{2}\right); \qquad y = \frac{R(\lambda - \lambda_0)}{\sqrt{2}}.$$

Projekcija kuriama stereogrfiškai projektuojant gaublį į cilindrą. Cilindras kerta gaublį ties ± 45º paralelėmis.

Golo ir Milerio projekcijos pasižymi panašiomis savybėmis, kurių palyginamieji rodikliai pateikti 15 ir 16 lentelėse.



Žemynus apibrėžiančių apskritimų deformacijos laisvojoje cilindrinėje Milerio projekcijoje.



Žemynus apibrėžiančių apskritimų deformacijos perspektyvinėje cilindrinėje Golo projekcijoje.

15 lentelė. Regionų iškraipymų dydžiai Milerio projekcijoje, kai pagrindinės paralelė yra ± 45º platumoje.

Žemynai	Iškraipymai, %			
	plotų	atstumų	formos	apskritimo formos
Europa	34	18	33	36
Azija	1	15	48	40
Afrika	- 34	21	27	26
Šiaurės Amerika	17	15	46	26
Pietų Amerika	- 28	18	30	21
Australija	- 25	16	27	18

16 lentelė. Regionų iškraipymų dydžiai Golo projekcijoje, kai pagrindinės paralelė yra ± 45º platumoje.

Žemynai	Iškraipymai, %			
	plotų	atstumų	formos	apskritimo formos
Europa	23	17	50	41
Azija	- 9	19	56	14
Afrika	- 45	27	7	5
Šiaurės Amerika	7	18	63	47
Pietų Amerika	-39	24	17	7
Australija	-37	23	18	3

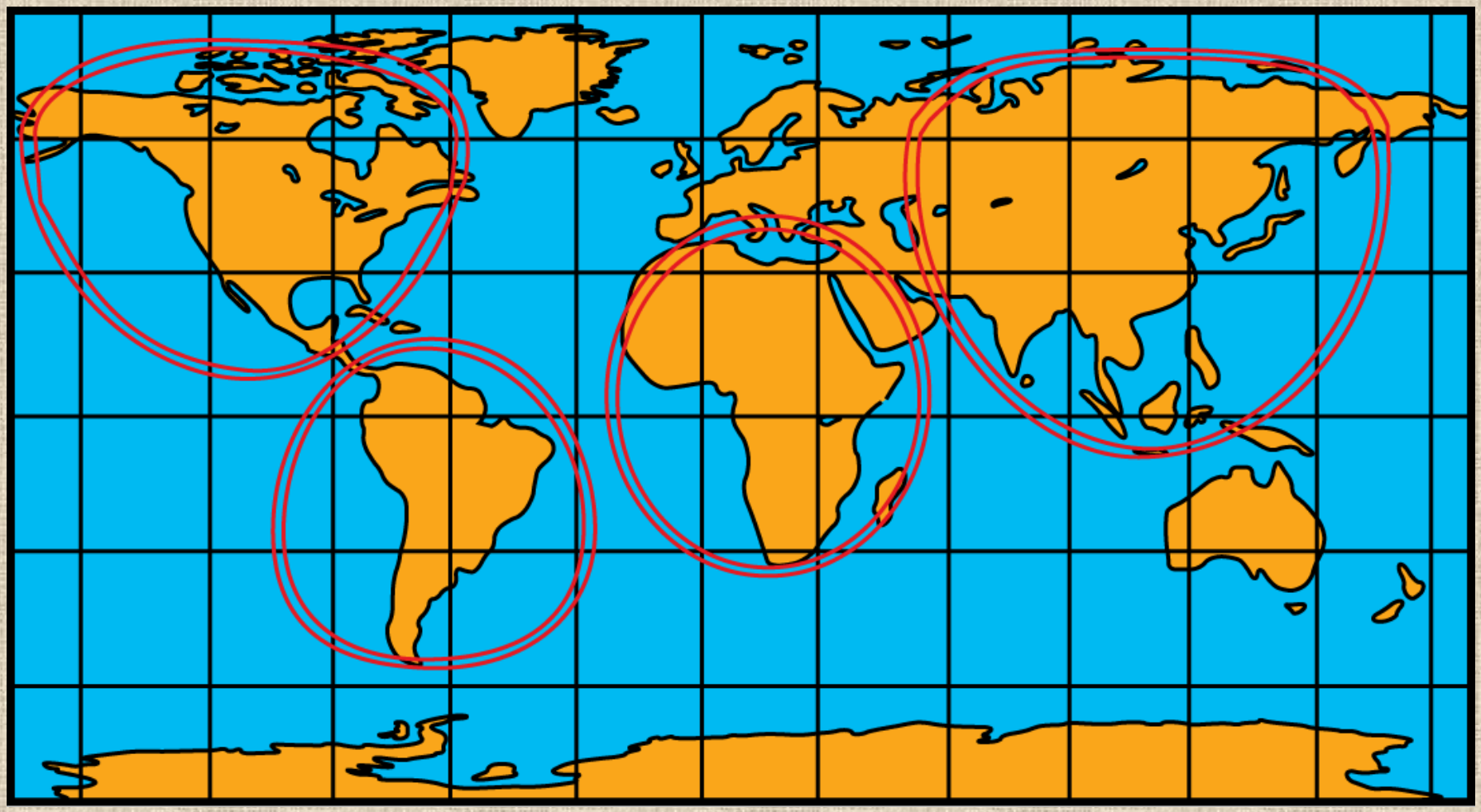
Šiaurės Amerikos ir Europos plotai mažiau iškraipomi Milerio projekcijoje, o jų formos – Golo projekcijoje. Be to, Golo projekcijoje mažiau iškraipomi plotai.

Golo projekcija plačiai naudojama pasaulio laiko juostoms kartografuoti. Pasaulio laiko juostoms kartografuoti taip pat naudojama Urmajevo projekcija, kuri gali būti kuriama iš anksto numačius ir apibrėžus iškraipymo dydžius.

Lygiatarpė cilindrinė tarpinė rutulio projekcija. **Šios projekcijos kartografinio tinklo linijos yra ortogonalinės ir sudaro kvadrato figūras. Ji dar vadinama kvadratine cilindrine projekcija. Projekcijos lygtys yra šios:**

$$x = R\varphi; \quad y = R(\lambda - \lambda_0).$$

XV – XVI amžiuose ši projekcija buvo plačiai taikoma pasaulio (globaliniams) žemėlapiams sudaryti. Šiuo metu kvadratinė cilindrinė projekcija plačiai naudojama teminių žemėlapių, publikuojamų knygose ir periodiniuose leidiniuose, sudarymui. Tą lemia labai paprastas kartografinio tinklo vaizdas. Ši projekcija taip pat tinkama GIS duomenų bazių konstravimui ir jų vizualizavimui kompiuterio ekrane, kuomet taškų koordinatės turi geografinės platumos ir ilgumos išraiškas. Tokiai projekcijai sudaryti dažniausiai naudojamas rutulys, turintis laisvai pasirenkamą spindulį.



Žemynus apibrėžiančių apskritimų deformacijos lygiatarpėje (kvadratinėje) cilindrinėje projekcijoje.

Projekcija kuriama naudojant liečiamąjį cilindrą, todėl joje mažiausiai iškraipoma ekvatoriaus sritis. Sausumos plotų iškraipymo pobūdis pateikiamas paveiksle, o iškraipymų parametrai 17 lentelėje. Tiksliausiai šioje projekcijoje kartografuojami Afrikos žemyno kontūrai ir jo plotas.

17 lentelė. Iškraipymų dydžiai kvadratinėje cilindrinėje projekcijoje.

Žemynai	Iškraipymai, %			
	plotų	atstumų	formos	apskritimo formos
Europa	74	46	76	134
Azija	40	23	44	124
Afrika	6	2	3	4
Šiaurės Amerika	56	34	60	153
Pietų Amerika	13	6	12	23
Australija	15	8	15	31

Lygiaplotė cilindrinė projekcija. **Šios projekcijos naudojamos neiškraipytam sausumos vaizdui kartografuoti. Projekcijos lygtys yra šios:**

$$x = \frac{R sin_{\varphi}}{cos\varphi_0}; \quad y = R(\lambda - \lambda_0)cos\varphi_0$$

Iškraipymų pasiskirstymas lygiaplotėje cilindrinėje projekcijoje priklauso nuo pagrindinių paralelių platumos. Kita vertus, nėra aiškios taisyklės, kurioje platumoje turėtų būti pagrindinės paralelės. Keičiant pagrindinių paralelių padėtį iškraipymai vienose žemėlapio dalyse mažėja, tačiau didėja kitose dalyse. Iškraipymo dydžiai žemynams pateikiami 18 – 20 lentelėse.

18 lentelė. Žemynų iškraipymo dydžiai lygiaplotėje cilindrinėje projekcijoje, esant 0º pagrindinės paralelės platumai.

Žemynai	Iškraipymai, %			
	plotų	atstumų	formos	apskritimo formos
Europa	0	45	285	467
Azija	0	21	161	470
Afrika	0	4	12	12
Šiaurės Amerika	0	32	235	617
Pietų Amerika	0	8	42	63
Australija	0	9	50	72

19 lentelė. Žemynų iškraipymo dydžiai lygiaplotėje cilindrinėje projekcijoje, esant ± 30º pagrindinės paralelės platumai.

Žemynai	Iškraipymai, %			
	plotų	atstumų	formos	apskritimo formos
Europa	0	31	190	325
Azija	0	13	101	328
Afrika	0	7	25	23
Šiaurės Amerika	0	20	155	438
Pietų Amerika	0	7	27	37
Australija	0	6	29	34

20 lentelė. Žemynų iškraipymo dydžiai lygiaplotėje cilindrinėje projekcijoje, esant ± 45º pagrindinės paralelės platumai.

Žemynai	Iškraipymai, %			
	plotų	atstumų	formos	apskritimo formos
Europa	0	15	96	183
Azija	0	17	82	140
Afrika	0	22	88	84
Šiaurės Amerika	0	14	91	258
Pietų Amerika	0	20	85	69
Australija	0	19	77	62

Tam tikras privalumas yra tuomet, kai pagrindinės paralelės yra ± 45º platumoje. Tuo atveju visų žemynų iškraipymo rodikliai tampa panašūs. Kita vertus Afrikos ir Pietų Amerikos žemynai stipriai „ištempiami“ meridianų kryptimi. Todėl tikslinga pagrindinių paralelių padėtį parinkti atsižvelgiant į konkrečių Žemės paviršiaus kontūrų plotų santykį, žemėlapio vaizdumą bei vertikalaus ir horizontalaus žemėlapio rėmelių proporcijas.

Žemėlapio vertikalios (a) ir horizontalios (b) rėmelio linijų santykį lemia pagrindinių paralelių geografinė platuma Santykis skaičiuojamas pagal formulę:

$$\frac{a}{b} = \frac{1}{\pi cos^2 \varphi_0}.$$

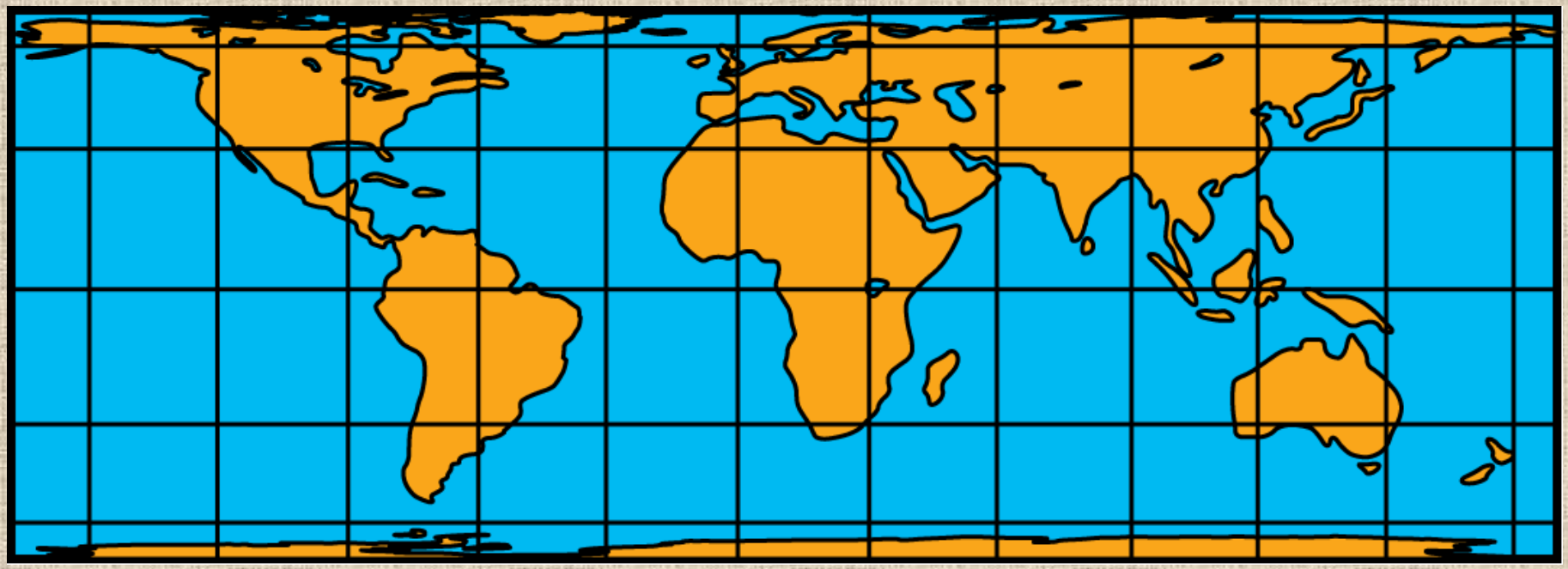
Esant įvairiai pagrindinių paralelių platumai, žemėlapio lapų rėmelių ilgis skirsis. Tačiau viso žemėlapio stačiakampio rėmo plotas bus vienodas.

Lygiaplotėje cilindrinėje projekcijoje, esant ± 30º pagrindinių paralelių platumai, žemėlapyje susiformuoja juosta, kurios plotas yra lygus pusrutulio plotui. Šiauriau ir piečiau šios juostos esančių žemėlapio dalių plotas lygus kitam pusrutuliui. Tokią sąlygą apibrėžia lygiaplotės cilindrinės projekcijos lygtys.

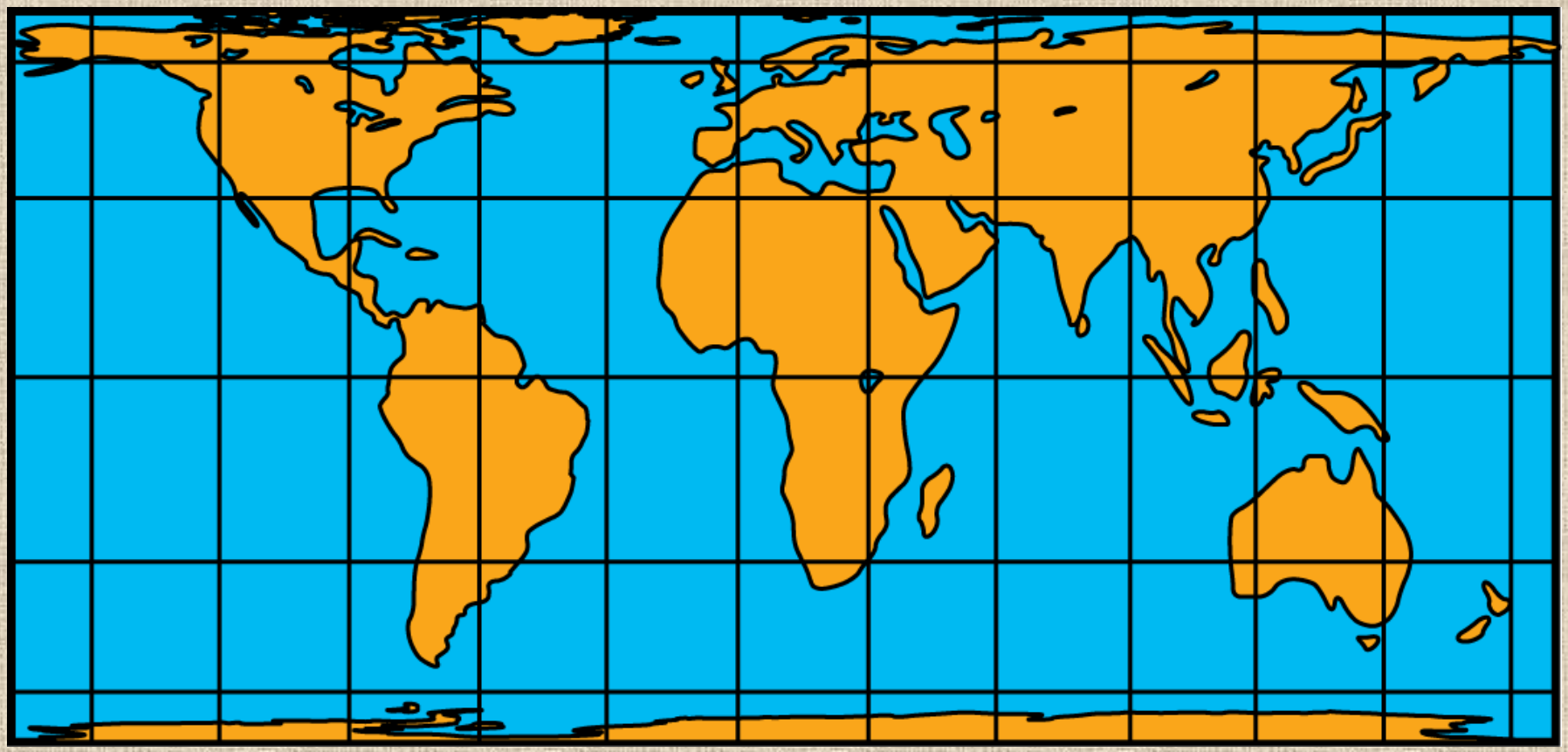
1772 metais Johanesas Lambertas pasiūlė lygiatarpę cilindrinę projekciją, kurios pagrindinė paralelė sutapatinama su ekvatoriumi (± 0º). Cilindro paviršius liečia rutulį ties ekvatoriumi. Šioje projekcijoje poliarinės sritys kartografuojamos labai „suspaustos“. Pats žemėlapio stačiakampis yra gerokai ištemptas horizontalia kryptimi ir „suspaustas“ vertikalia. Vertikalaus ir horizontalaus rėmelio santykis Lamberto projekcijoje lygus $\frac{1}{3,14}$.

Lygiatarpėje cilindrindinėje projekcijoje, kurios pagrindinės paralelės yra ties ± 30º platuma, žemėlapio rėmelių santykis yra $\frac{1}{2,36}$. Siekiant, kad žemėlapio rėmelių santykis būtų lygus $\frac{1}{2}$, kertančios pagrindinės paralelės turėtų būti ties ± 37º07'. Tokią projekciją 1910 metais pasiūlė Valteris Bermanas (Walter Emmerich Behrmann, 1882- 1955).

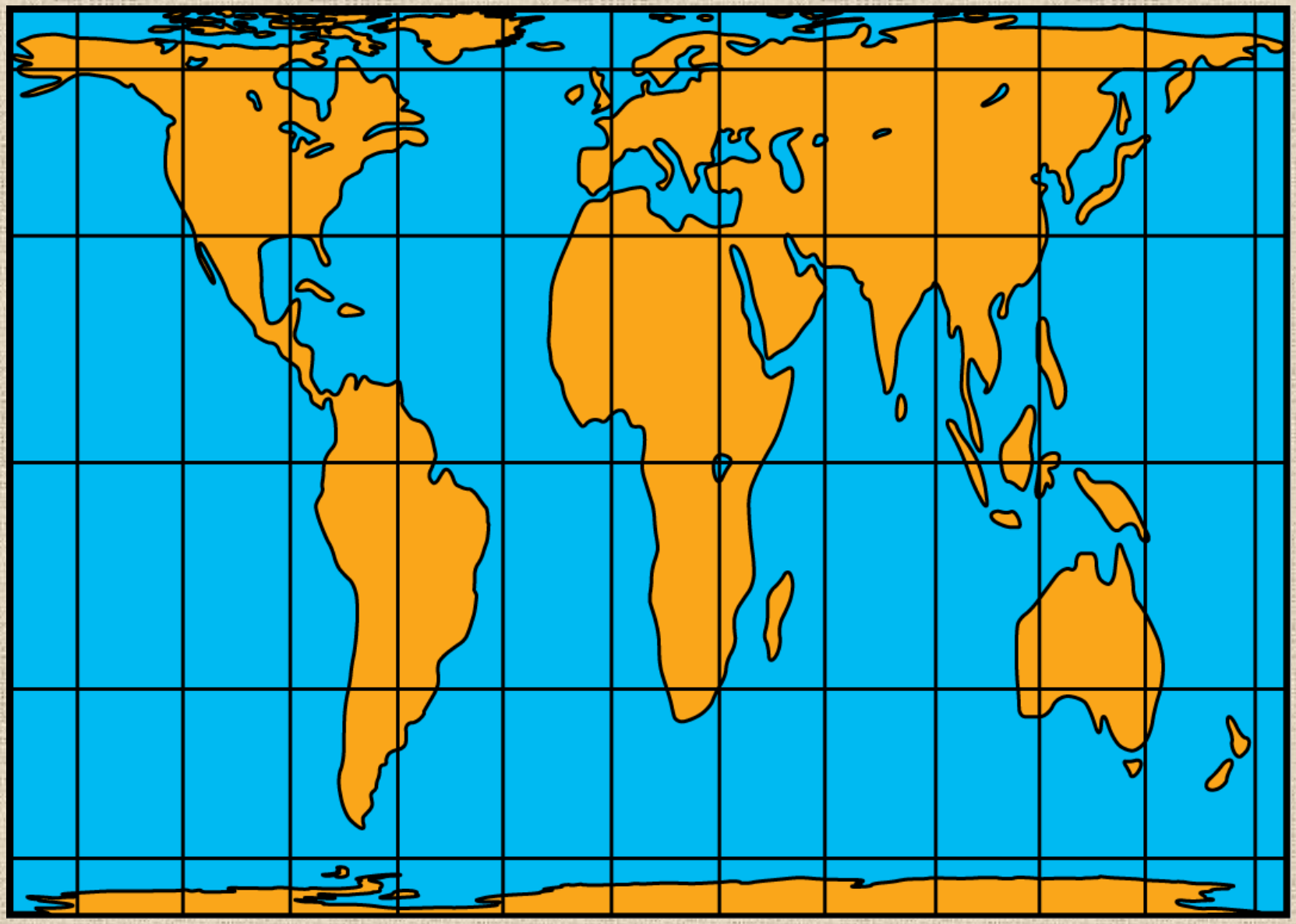
Lygiatarpėje cilindrinėje projekcijoje, kurios pagrindinės paralelės yra ties ± 30º platuma, žemėlapio rėmelių santykis yra $\frac{1}{1,57}$. Šio žemėlapio rėmelių ilgio santykis yra artimas kvadratui. Tačiau šiame žemėlapyje Pietų Amerikos, Afrikos ir pietų Azijos kontūrai yra labai ištempti meridianų kryptimi. 1885 metais šią projekciją pasiūlė Džeimsas Galas (James Gall, 1808 – 1895), suprojektavęs rutulio paviršių į kertantį cilindrą. Vėliau, 1974 metais, ją patobulino ir pakartotinai panaudojo vokiečių matematikas Arno Petersas (Arno Peters, 1916 – 2002), kaip alternatyvą Merkatoriaus projekcijai. Šis Galo – Peterso projekcijos variantas tapo labai populiarus.



Lygiaplotė cilindrinė projekcija. Pagrindinė paralelė 0° platumoje.



Lygiaplotė cilindrinė projekcija. Pagrindinė paralelė ± 30° platumoje.

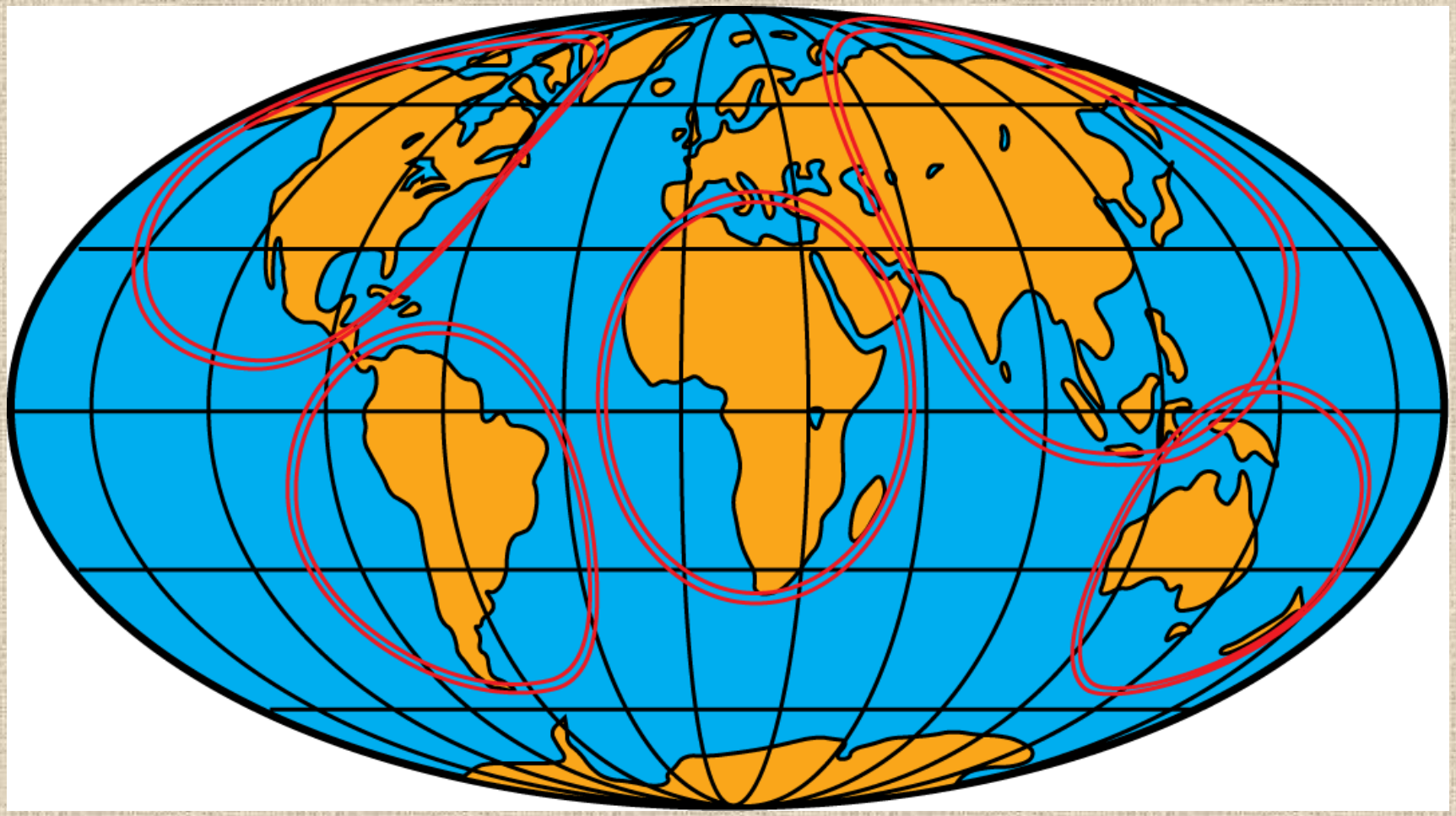


Lygiaplotė cilindrinė projekcija. Pagrindinė paralelė ± 45° platumoje.

Paseudocilindrinės pasaulio žemėlapių projekcijos.

Yra sukurta daugybė pseudocilindrinių projekcijų, tačiau plačiai taikomos tik keletas iš jų.

Lygiatarpė pseudocilindrinė Molveidės projekcija. **Ji naudojama įvairiems teminiams žemėlapiams sudaryti. Šios projekcijos normalų variantą dažniausiai naudoja Europos šalių kartografai, kartografuodami gamtinius ir socialinius globalius reiškinius. Europa ir Afrika yra centrinėje normalios pseudocilindrinės Molveidės projekcijos dalyje. Todėl šioje projekcijoje Europos vaizdas pateikiamas beveik be iškraipymų, Afrika nežymiai ištempiama šiaurės – pietų kryptimi. Mažai deformuota Pietų Amerika. Tuo tarpu Šiaurės Amerika, Azija ir Australija yra žymiai deformuotos ir ištemptos artimiausio ašigalio link: Azija ir Šiaurės Amerika link šiaurės ašigalio, Australija – link pietų. Iškraipymų dydžiai pateikiami 21 lentelėje.**



Lygiaplotė pseudocilindrinė Molveidės projekcija, su žemynus apibrėžiančių apskritimų deformacijomis.

21 lentelė. Iškraipymų dydžiai normalioje lygiatarpėje pseudocilindrinėje Molveidės projekcijoje.

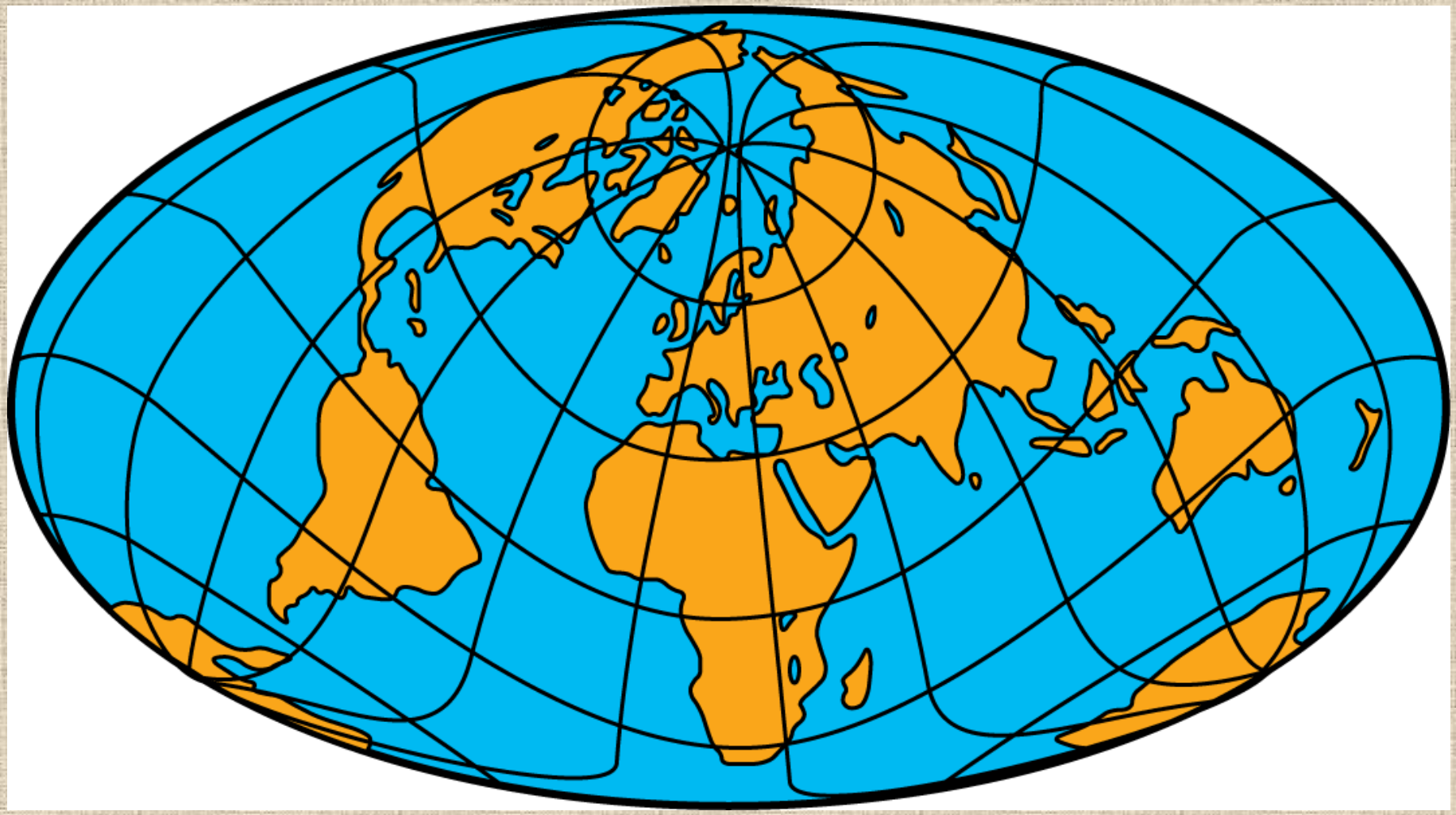
Žemynai	Iškraipymai, %			
	plotų	atstumų	formos	apskritimo formos
Europa	0	8	35	28
Azija	0	23	152	133
Afrika	0	6	20	23
Šiaurės Amerika	0	36	246	192
Pietų Amerika	0	11	55	43
Australija	0	23	128	99

Normalios lygiatarpės pseudocilindrinės Molveidės projekcijos lygtys yra šios:

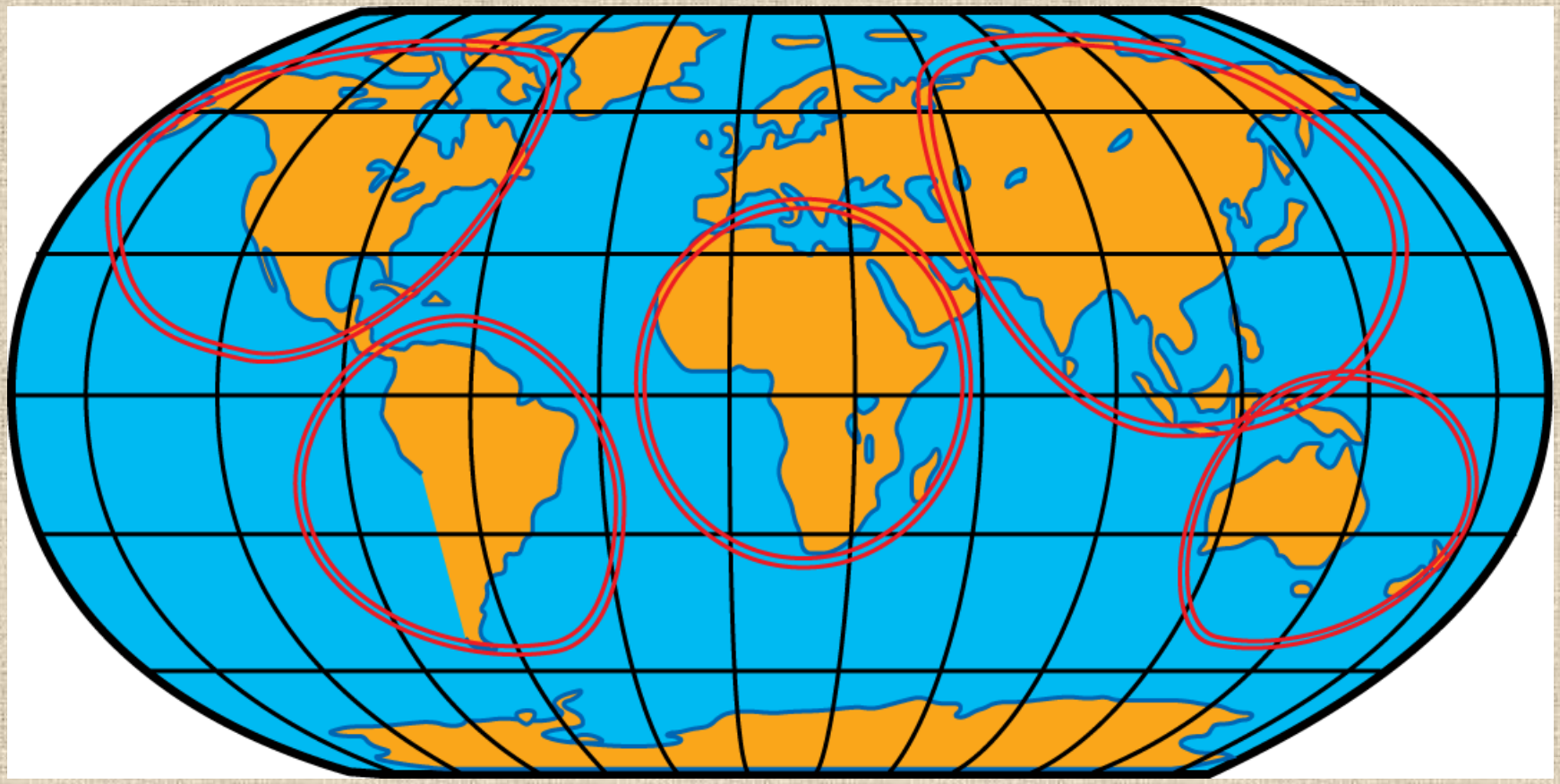
$$x = \sqrt{2R sin\theta}; \quad y = \frac{2\sqrt{2R(\lambda - \lambda_0) \times cos\theta}}{\pi};$$

$$2\theta + sin(2\theta) = \pi \times sin\varphi;$$

$$2\theta_{p+1} = \frac{2\theta_p - (2\theta_p + sin2\theta_p) - \pi \times sin\varphi}{(1 + cos2\theta_p)}$$



Lygiaplotė psudocilindrinė istrižoji Molveidės projekcija. Sąlyginio ašigalio platuma 50 laipsnių šiaurės platumos, vidurinio meridiano ilguma 20 laipsnių rytų ilgumos.



Laisvoji pseudocilindrinė Robinsono projekcija su žemynus apibrėžiančių apskritimų deformacijomis.

čia θ – platumos kintamasis, skaičiuojamas laipsniškam priartėjimui Niutono būdu; p – priartėjimo eiliškumas (numeris), kai $p = 0$, o $\theta = \varphi$. Ekvatoriuje ir ašigaliuose kampas θ įgyja platumų reikšmes ($\theta = 0^o$ arba $\theta = 90^o$). Priartėjimas nebeskaičiuojamas kai dviejų sekos narių p reikšmės tampa mažesnės nei kampo θ nustatymo tikslumas.

Be normalios pseudocilindrinės lygiatarpės projekcijos Molveidė sukūrė ir įstrižinę pseudocilindrinę lygiatarpę projekciją.

Laisvoji pseudocilindrinė Robinsono projekcija. Ją 1963 metais pasiūlė JAV kartografas Artūras Robinsonas (Arthur Robinson, 1915 – 2004). Tai viena plačiausiai naudojamų pseudocilindrinių projekcijų, kuri taikoma geoinformaciniuose programiniuose paketuose. Šioje projekcijoje mažiausi vaizdo iškraipymai yra tarp ± 45º platumų. Didžiausi iškraipymai yra polių srityse, kur ašigalių taškai tampa tiesėmis. Masteliai ties kiekviena paralele yra skirtingi. Pagrindiniai masteliai yra ties ± 38º paralelėmis. Ši projekcija pasižymi geresniu dydžių ir formų iškraipymo balansu. Dėl šios priežasties Robinsono projekcija yra tinkamesnė poliarinėms sritims kartografuoti nei Merkatoriaus ar Molveidės projekcijos. Robinsono projekcijoje tiksliau kartografuojamos Kanados, Rusijos, Grenlandijos teritorijos bei Pietų vandenyno akvatorija. Tiesa, Grenlandijos sala šiek tiek suspausta meridianų kryptimi. Robinsono laisvosios pseudocilindrinės projekcijos rodikliai pateikiami 22 lentelėje.

22 lentelė. Iškraipymų dydžiai laisvojoje pseudocilindrinėje Robinsono projekcijoje.

Regionas	Iškraipymai, %			
	plotų	atstumų	formos	apskritimo formos
Europa	11	13	43	60
Azija	- 3	14	76	67
Afrika	- 15	10	13	15
Šiaurės Amerika	3	21	112	104
Pietų Amerika	-12	9	28	25
Australija	-11	13	61	46

Laisvosios pseudocilindrinės Robinsono projekcijos lygtys yra šios:

$$x = 1,3523R \times X; \quad y = 0,8487R \times Y(\lambda = \lambda_0)$$

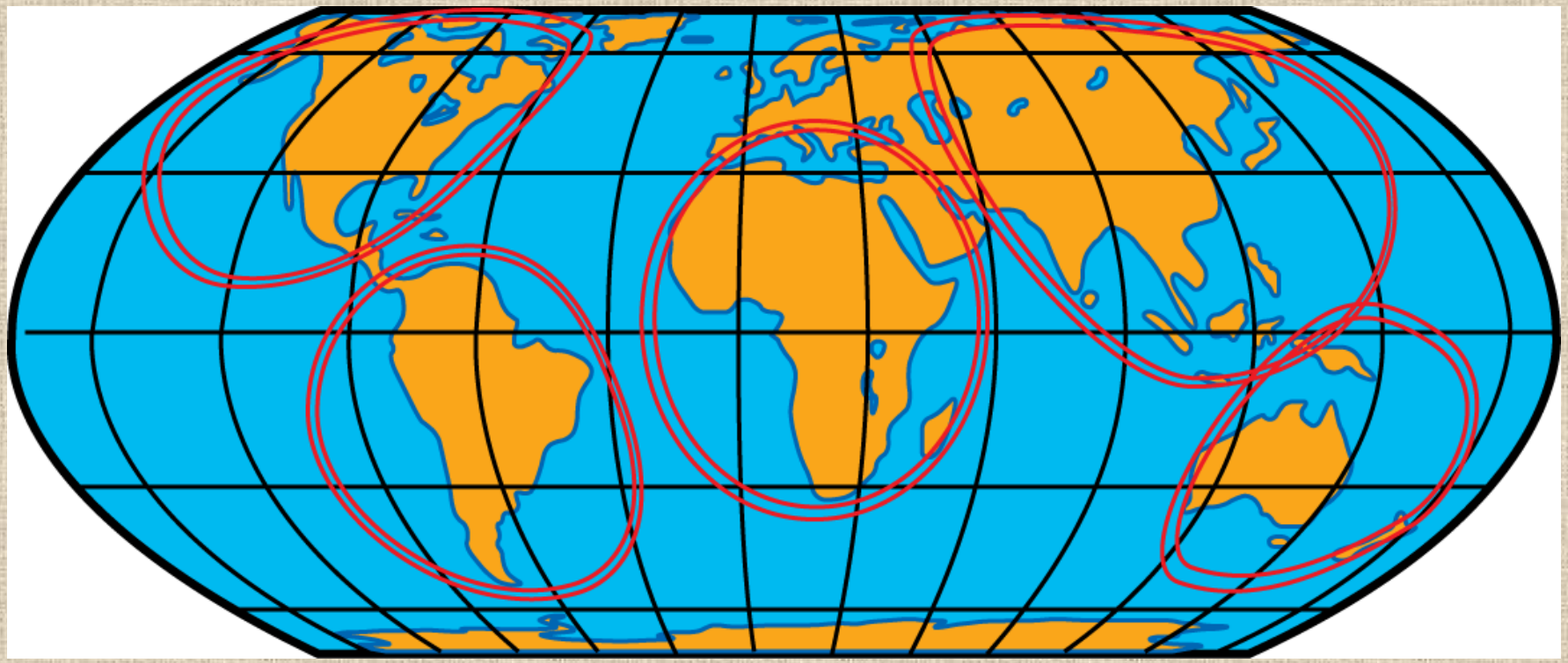
Laisvajai pseudocilindrinei Robinsono projekcijai dydžiai X ir Y pateikti 23 lentelėje.

23 lentelė. Koordinačių skaičiavimo lentelė Robinsono projekcijai.

φ^o	X	Y	φ^o	X	Y
0	0,0000	1,0000	50	0,6176	0,8679
5	0,0620	0,9986	55	0,6769	0,8350
10	0,1240	0,9954	60	0,7346	0,7986
15	0,1860	0,9900	65	0,7903	0,7597
20	0,2480	0,9822	70	0,8435	0,7186
25	0,3100	0,9730	75	0,8936	0,6732
30	0,370	0,9600	80	0,9394	0,6213
35	0,4340	0,9427	85	0,9761	0,5722
40	0,4958	0,9216	90	1,0000	0,5322
45	0,5571	0,8962			

Sinusoidinė pseudocilindrinė Urmajevo projekcija. **Šioje projekcijoje dalinis atstumų mastelis ties ekvatoriumi lygus 0,877383. Atstumai neiškraipomi tik ties ± 42,3º paralelėmis. Plotų iškraipymai kinta nuo 0 (ekvatoriuje) iki 30% ties ± 70º paralelėmis. Kampų iškraipymai siekia nuo 14,9º iki 50º. Jie neiškraipyti tik ties viduriniu meridianu ± 51º platumose. Iliustracijoje pateikiamos žemynų iškraipymo figūros, o iškraipymo parametrai pateikti 24 lentelėje.**

Urmajevo projekcijoje klasifikaciniai kampai yra intervale. Savo iškraipymų pobūdžiu Urmajevo projekcija artima lygiatarpėms projekcijoms.



Laisvoji sinusoidinė pseudocilindrinė Urmajevo projekcija su žemynus apibrėžiančių apskritimų deformacijomis.

Sinusoidinės pseudocilindrinės Urmajevo projekcijos lygtys yra šios:

$$x = 1,42469R(\psi - 0,138175\psi^3);$$

$$y = 0,877383R(\lambda - \lambda_0)cos\psi;$$

$$sin\psi = 0,8sin\varphi.$$

24 lentelė. Iškraipymų dydžiai sinusoidinėje pseudocilindrinėje Urmajevo projekcijoje.

Žemynai	Iškraipymai, %			
	plotų	atstumų	formos	apskritimo formos
Europa	- 19	16	110	122
Azija	-10	18	114	82
Afrika	- 3	7	23	24
Šiaurės Amerika	- 14	25	169	120
Pietų Amerika	- 5	11	46	47
Australija	- 6	19	104	78

Sinusoidinė pseudocilindrinė Kavraiskio projekcija. **Tai lygiatarpė projekcija. Dalinis atstumų mastelis ekvatoriuje lygus 0,877383 (kaip ir Urmajevo projekcijoje). Atstumai neiškraipomi ties ± 46,5º paralelėmis. Kampų iškraipymo reikšmės kinta nuo 14,5º (ekvatoriuje) iki 80º (poliarinėse srityse ties ± 80º paralelėmis). Iliustracijoje pateikiamos žemynų iškraipymo figūros, o iškraipymo parametrai pateikti 25 lentelėje.**

Sinusoidinės pseudocilindrinės Kavraiskio projekcijos lygtys yra šios:

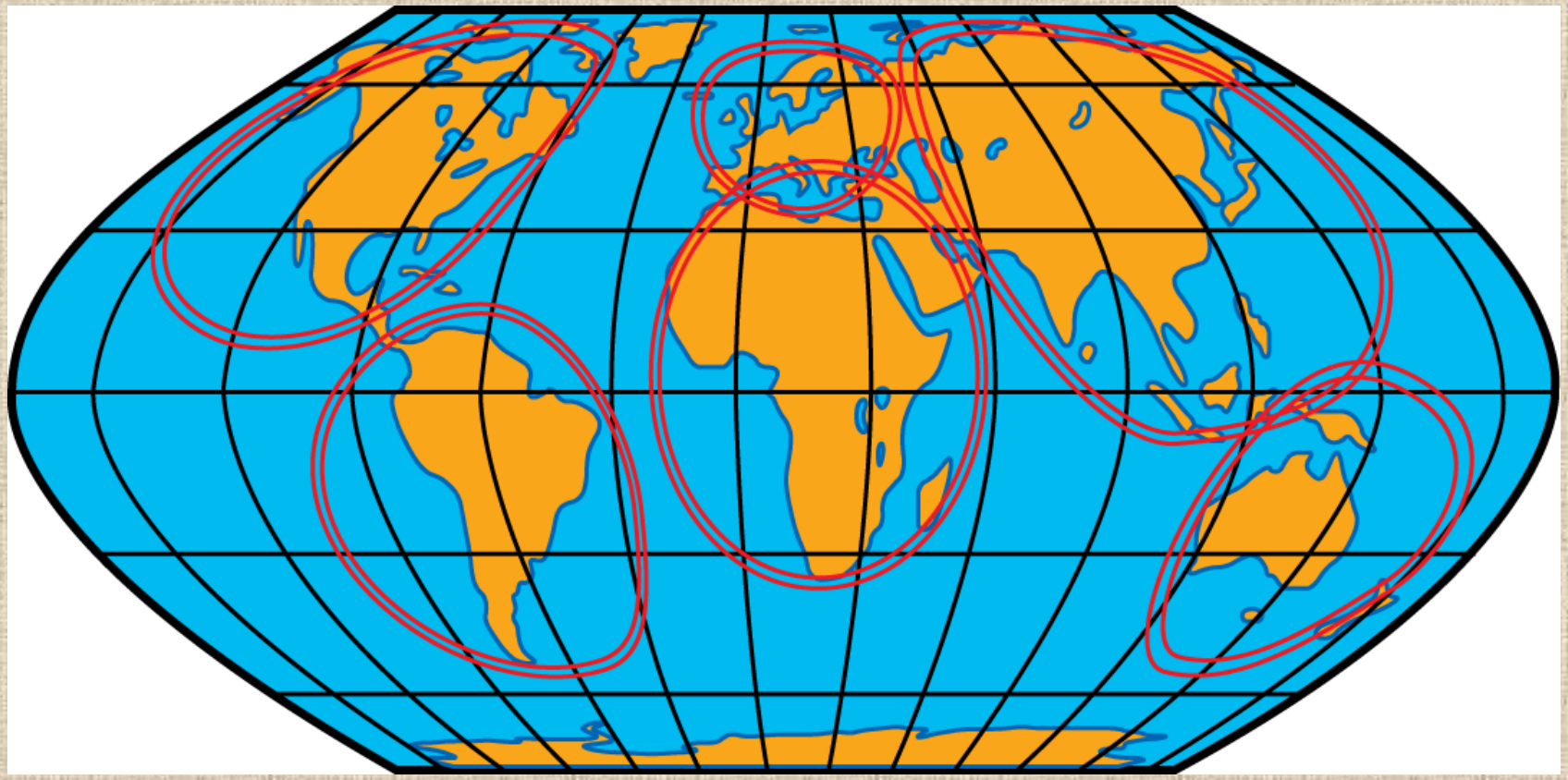
$$x = 1,31670R\psi;$$

$$y = 0,877383R(\lambda - \lambda_0)cos\psi;$$ **(kaip ir Urmajevo projekcijoje)**

$$sin\psi = 0,866025sin\varphi$$

25 lentelė. Iškraipymų dydžiai sinusoidinėje pseudocilindrinėje Kavraiskio projekcijoje.

Žemynai	Iškraipymai, %			
	plotų	atstumų	formos	apskritimo formos
Europa	0	7	33	31
Azija	0	20	108	82
Afrika	0	8	28	31
Šiaurės Amerika	0	29	148	125
Pietų Amerika	0	13	59	61
Australija	0	24	129	101



Lygiaplote pseudocilindrinė Kavraiskio projekcija su žemynus apibrėžiančių apskritimų deformacijomis.

Elipsinė pseudocilindrinė Kavraiskio projekcija. **Šioje projekcijoje dalinis atstumų mastelis ekvatoriuje lygus 0,866025. Plotų iškraipymas kinta nuo -13,4 (ekvatoriuje iki +218 % (ties ± 80º paralelėmis). Kampų iškraipymo dydžiai kinta nuo 8,2º iki 70º. Kampai neiškraipomi tik viduriniame meridiane ties ± 35,5º platumomis. Iliustracijoje pateikiamos žemynų iškraipymo figūros, o iškraipymo parametrai pateikti 26 lentelėje.**

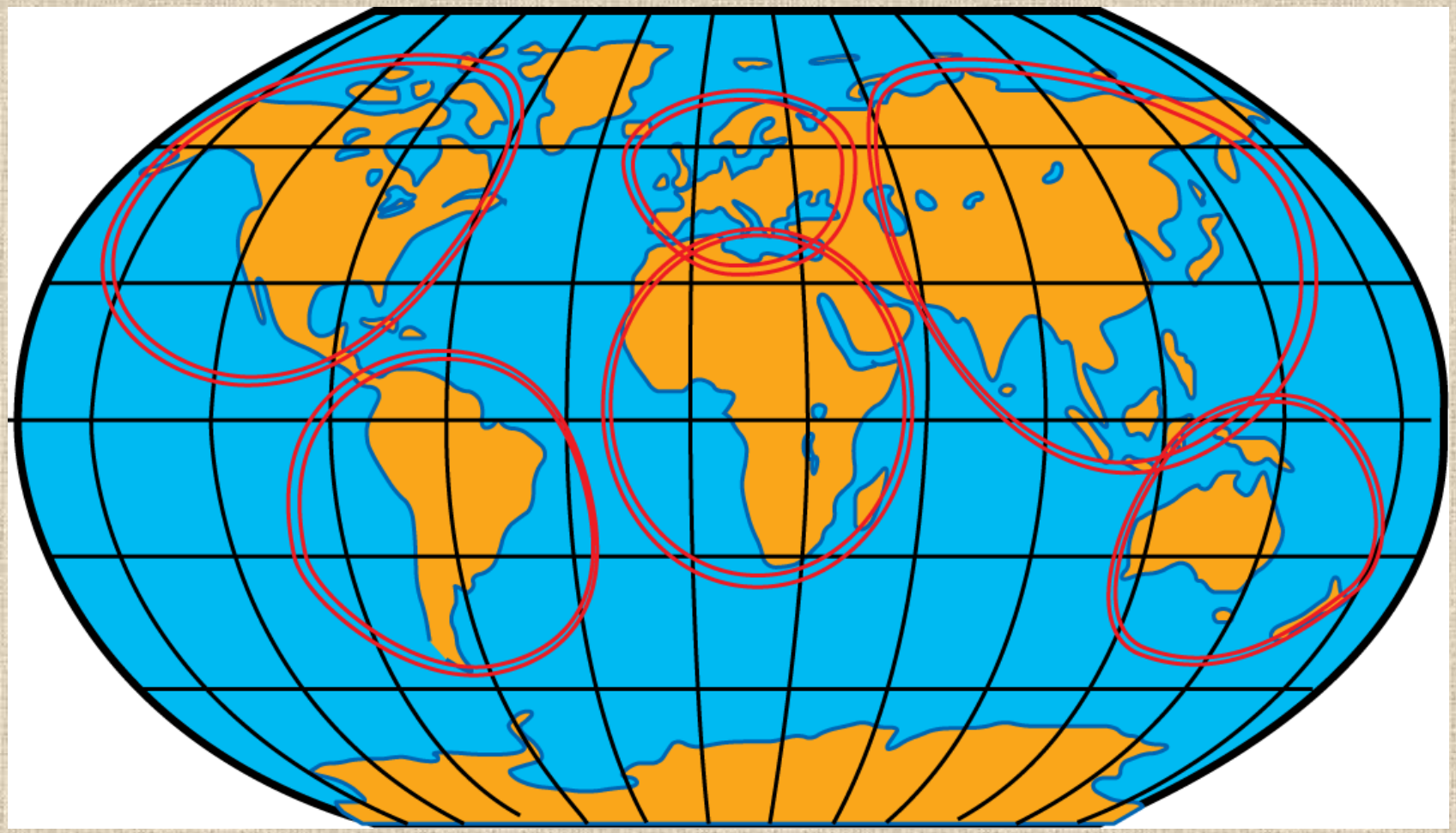
Elipsinės pseudocilindrinės Kavraiskio projekcijos lygtys yra tokios:

$$x = R\varphi; \quad y = 0,866025R(\lambda - \lambda_0)cos\psi; \quad sin\psi = 0,551329\varphi$$

Elipsinė psudocilindrinė Kavraiskio projekcija iškraipymų pobūdžiu užima tarpinę padėtį tarp lygiapločių ir lygiatarpių projekcijų. Klasifikacinis kampas Europai ir Afrikai yra apie 60º, o likusiems žemynams – apie 80º.

26 lentelė. Iškraipymų dydžiai sinusoidinėje elipsinėje pseudocilindrinėje Kavraiskio projekcijoje.

Žemynai	Iškraipymai, %			
	plotų	atstumų	formos	apskritimo formos
Europa	27	16	27	40
Azija	9	14	62	51
Afrika	- 10	8	15	17
Šiaurės Amerika	17	22	90	79
Pietų Amerika	- 6	8	26	29
Australija	- 5	12	53	43

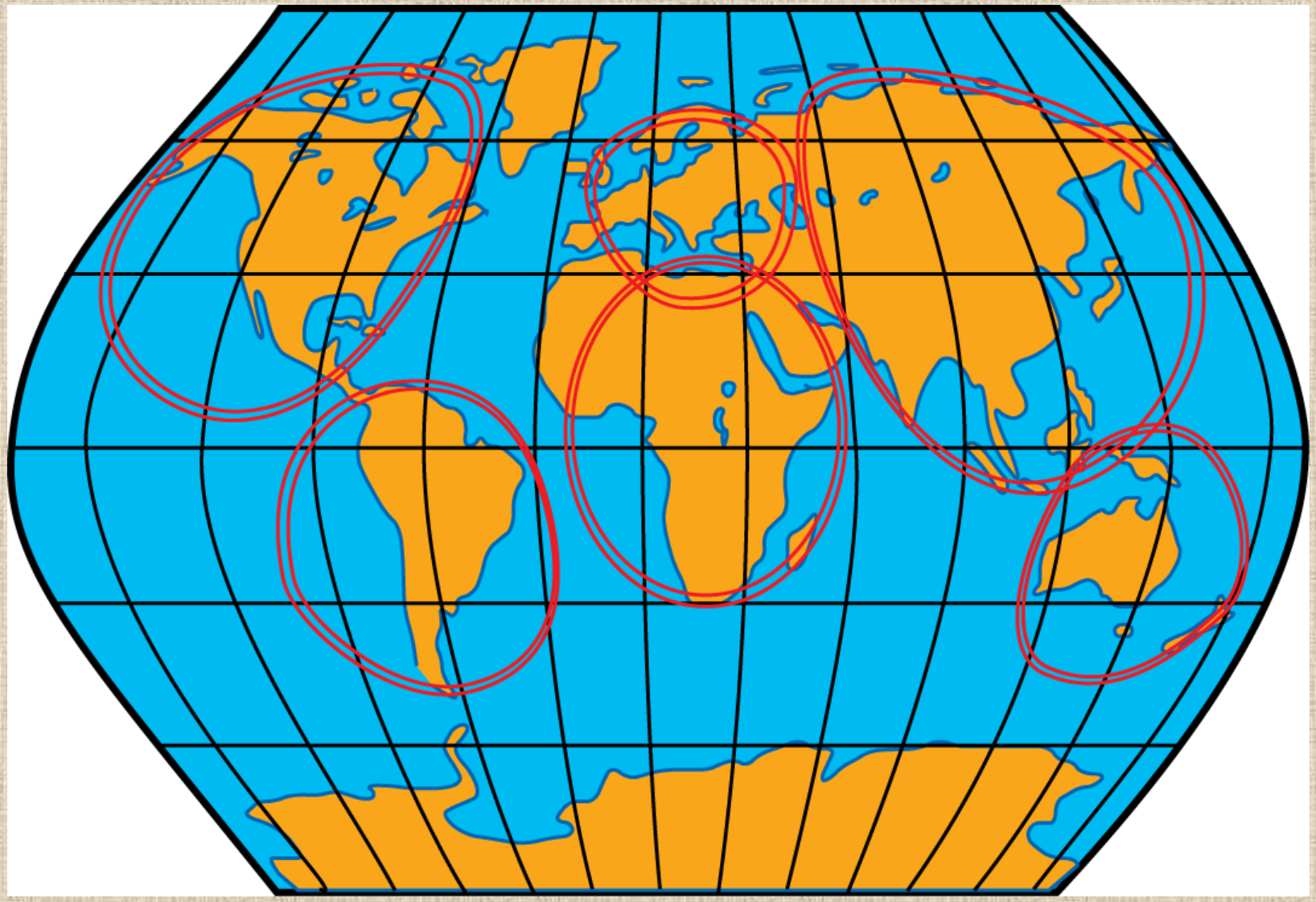


Laisvoji elipsinė pseudocilindrinė Kavraiskio projekcija su žemynus apibrėžiančių apskritimų deformacijomis.

Pseudocilindrinė Ginzburgo projekcija. **Ji dar kitaip vadinama CGAKMTI – 1944 projekcija. Šios projekcijos lygtys yra tokios:**

$$x = \frac{R(\varphi + \varphi^3)}{12}; \quad y = \frac{R(1 - \varphi^2)}{6,16} \times \frac{(0,87\lambda - \lambda^4)}{1049,95}$$

Šioje projekcijoje geografinės ilgumos λ skaičiavimas vykdomas nuo vidurinio meridiano. 27 lentelėje pateikiami pseudocilindrinės Ginzburgo projekcijos iškraipymo parametrai. Ginzburgo projekcijoje mažiausi plotų iškraipymai yra Pietų Amerikos ir Australijos žemynams, nedideli – Afrikai. Afrikos ir Australijos plotai Ginzburgo projekcijoje yra mažesni nei tikrieji, tuo tarpu Europos – didesnis. Europos žemyno kontūrai šioje projekcijoje pateikiami mažiausiai iškraipyti. Vaizdo iškraipymo požiūriu Ginzburgo pseudocilindrinė projekcija yra artima Kavraiskio elipsinei pseudocilindrinei projekcijai.



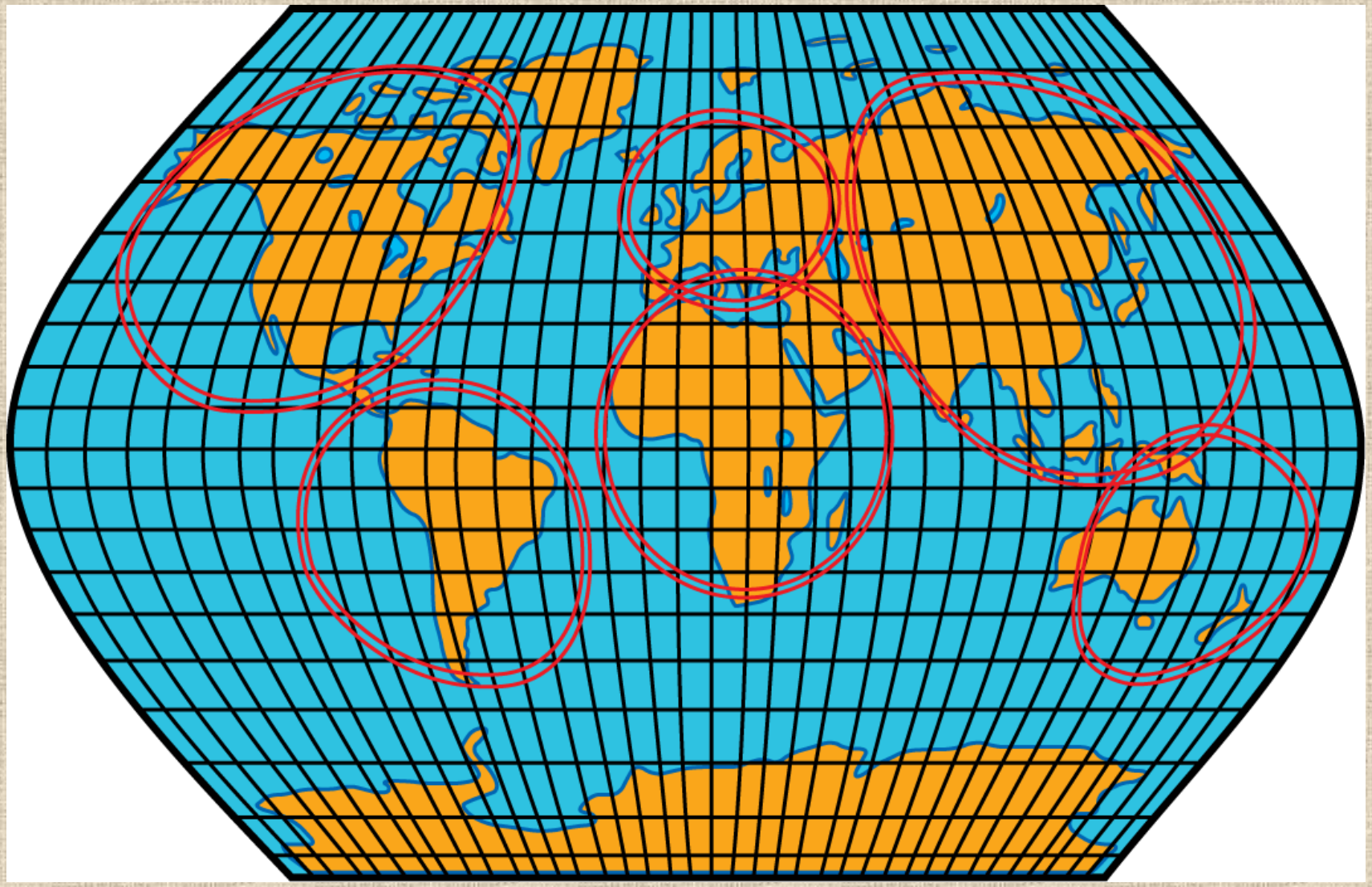
Laisvoji pseudocilindrinė Ginzburgo projekcija su žemynus apibrėžiančių apskritimų deformacijomis.

26 lentelė. Iškraipymų dydžiai pseudocilindrinėje Ginzburgo projekcijoje.

Žemynai	Iškraipymai, %			
	plotų	atstumų	formos	apskritimo formos
Europa	58	25	18	7
Azija	22	17	69	54
Afrika	- 7	8	20	21
Šiaurės Amerika	47	28	86	55
Pietų Amerika	1	8	34	35
Australija	- 4	14	64	52

Ginzburgo pseudocilindrindrinėje projekcijoje paralelių lankų ilgiai tolstant nuo vidurinio meridiano mažėja, o meridianų lankų ilgiai ašigalių link nežymiai didėja. Tai garantuoja mažesnius formų iškraipymus periferiniuose žemėlapio plotuose nei Urmajevo ar Kavraiskio projekcijose. Be to, Ginzburgo projekcijoje išlaikomas žemynų ir vandenynų plotų santykis.

Dar viena Ginzburgo projekcijos ypatybė – joje kartografuojamo pasikartojantys vandenynų plotai, pavyzdžiui Ramiojo vandenyno.



Laisvoji pseudocilindrinė Ginzburgo projekcija su pasikartojančiais vandenynų plotais ir žemynus apibrėžiančių apskritimų deformacijomis.

Polikonusinės globalinės projekcijos

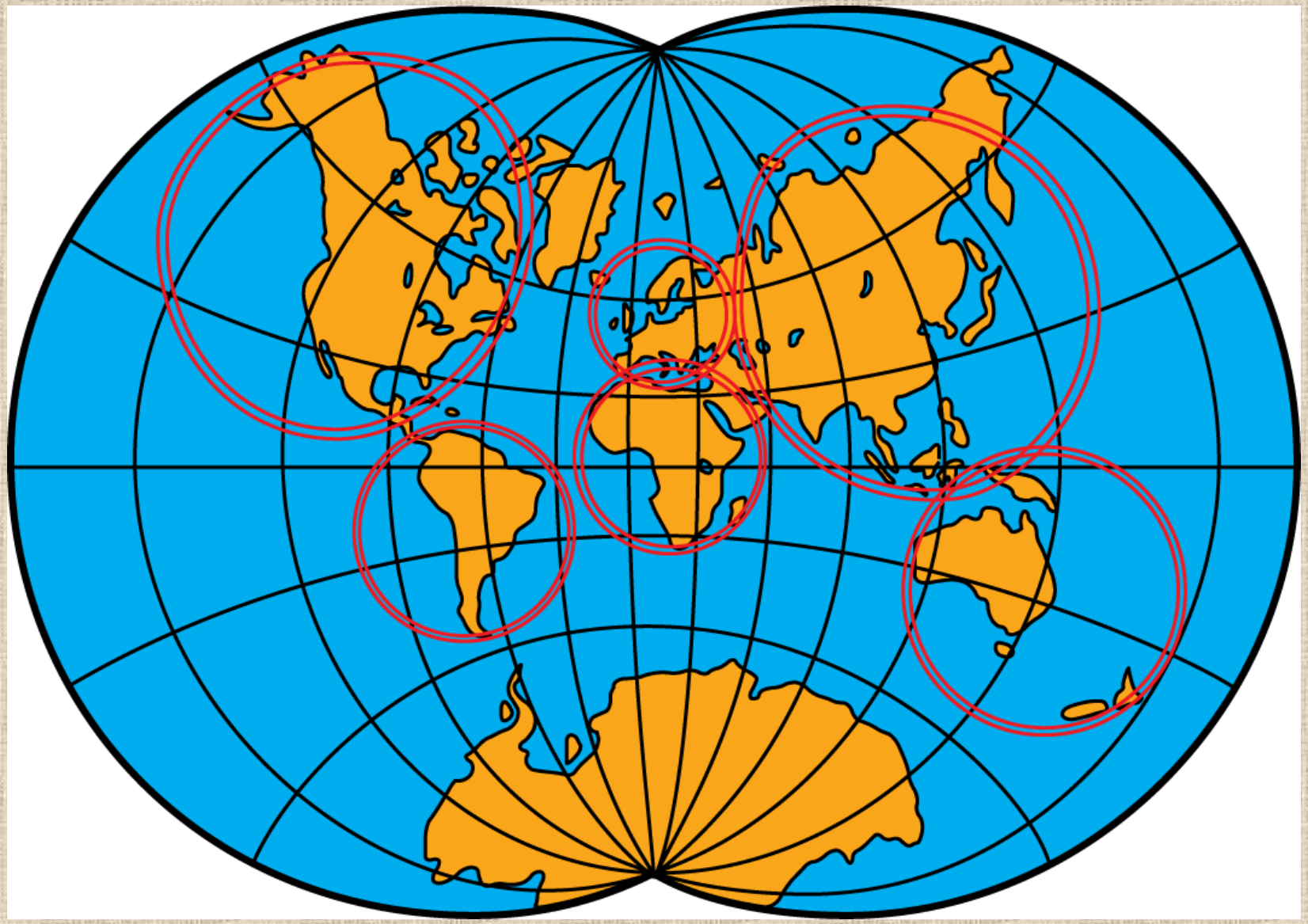
Tai vienos plačiausiai naudojamų globalinių žemėlapių projekcijų.

Lygiakampė Lagranžo projekcija. **Projekciją sukūre Džozefas Lagranžas (Joseph Louis Lagrange, 1736–1813), modifikavęs Lamberto (Johann Heinrich Lambert, 1728–1777) projekciją. Projekcijai buvo iškeltas reikalavimas – kiek galima labiau sumažinti globalaus žemėlapio iškraipymus.**

Visame žemėlapyje teritorijų plotai iškraipomi vidutiniškai. Didesni plotų iškraipymai yra Afrikoje ir Šiaurės Amerikoje. Europos, Pietų Amerikos ir ypač Afrikos plotai žemėlapyje sumažinti, o Azijos, Šiaurės Amerikos ir Australijos – padidinti. Žiūrint į visą žemėlapį kyla didesnis vizualinis žemynų plotų kontrastingumas.

Žemynų formos iškraipytos įvairiu mastu. Afrikos žemyno kontūrai mažai iškraipyti, vidutiniškai iškraipyti Europos, Pietų Amerikos ir Australijos kontūrai, labiausiai iškraipyti Šiaurės Amerikos ir Azijos kontūrai. Iškraipymų nevienodumus lėmė tai, kad įbrėžtinių apskritimų gaublyje spinduliai ašigalių kryptimi žemėlapyje tapo ilgesni, nei įbrėžtinių apskritimų spinduliai ekvatoriaus kryptimi.

Lagranžo projekcija turi aiškiai išreikštus stereografiškumo požymius: įbrėžtinių apskritimų gaublyje iškraipymai yra mažo ir vidutinio iškraipymo intervaluose. Lagranžo projekcija dažniausiai naudojama dinaminių objektų vektorių pateikiamui be žymesnių iškraipymų (jūrų srovės).



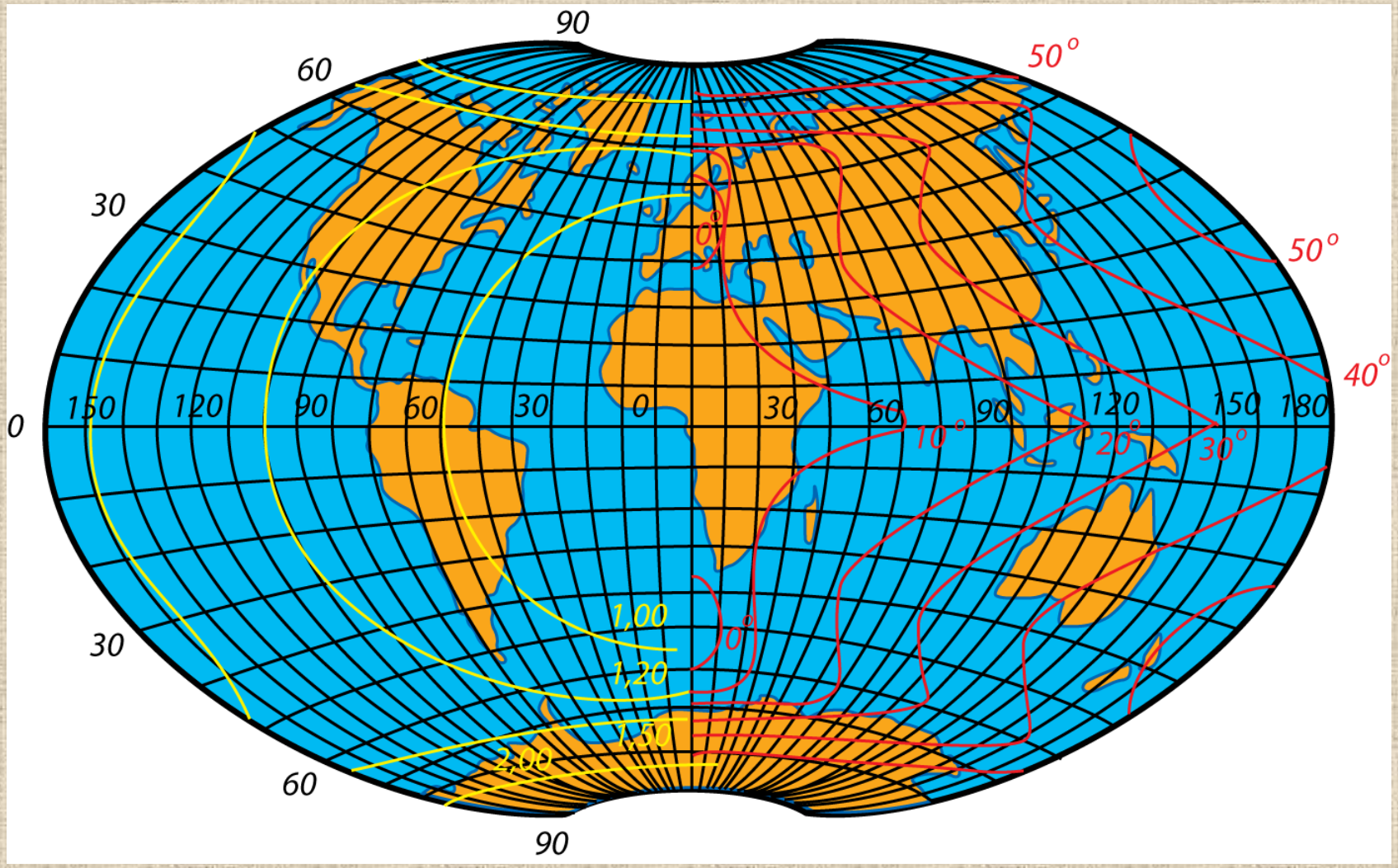
Polikonusinė lygiakampė Lagranžo projekcija su žemynus apibrėžiančių apskritimų deformacijomis.

28 lentelė. Iškraipymų dydžiai polikonusinėje Lagranžo projekcijoje.

Žemynai	Iškraipymai, %			
	plotų	atstumų	formos	apskritimo formos
Europa	- 24	19	44	5
Azija	11	20	81	19
Afrika	- 64	41	8	7
Šiaurės Amerika	68	32	80	15
Pietų Amerika	- 43	28	32	5
Australija	40	21	44	4

Polikonusinė CKAKMTI (1939-1943) projekcija. **Šios projekcijos autoriumi taip pat yra Georgijus Ginzburgas (Георгий Александрович Гинзбург, 1905 - ?). Šioje projekcijoje vidurinis meridianas yra 10º rytų ilgumos. Dalinis mastelis ties ekvatoriumi lygus 0,9, o ties viduriniu meridianu 1,0. Šioje projekcijoje kampų ir plotų iškraipymai yra tolygūs. Didžiausi kampų iškraipymai neviršija 50º. Daliniai plotų masteliai kinta nuo 0,9 (centrinėje žemėlapio dalyje) iki 1,8 ± 70º laipsnių platumose bei iki 2 poliarinėse srityse. Iškraipymų nėra tik ties viduriniu meridianu ir ± 52º platumose.**

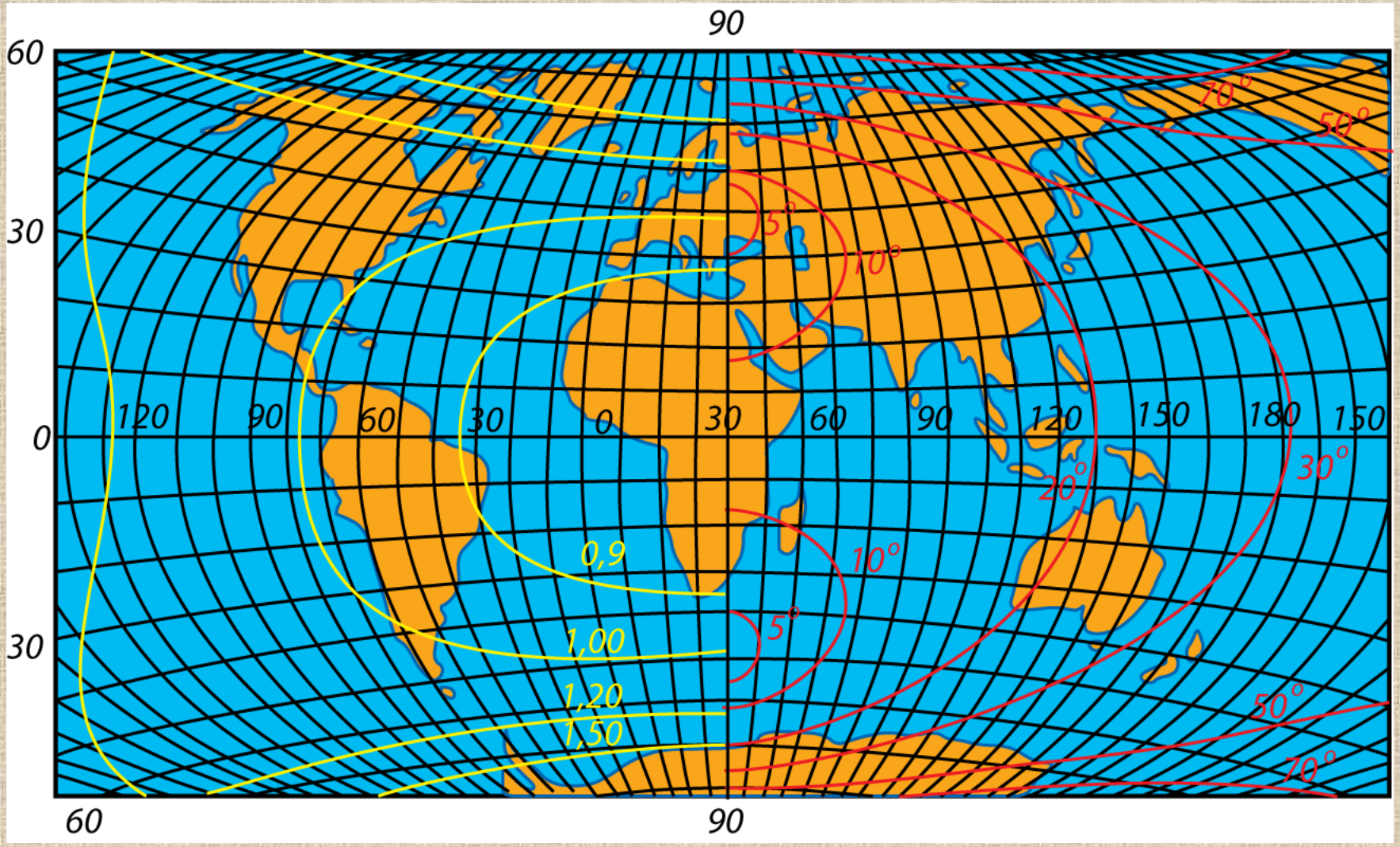
Ši projekcija naudojama klimato ir kitų fizinių geografinių reiškinių kartografavimui.



Polikonusinė CGAKMTI (1939-1949) projekcija su dalinio ploto mastelio ir maksimalaus kampų iškraipymo izokolomis.

***Polikonusinė CKAKMTI (1950) projekcija*. Šios projekcijos vidurinis meridianas yra 30º rytų ilgumos. Tarpai tarp paralelių yra vienodi, o paralelių išlinkimas (kreivumas) yra mažesnis nei polikonusinėje CKAKMTI (1939 – 1943) projekcijoje. Pagrindinis mastelis yra ties viduriniu meridianu ir ties ± 48º paralelėmis. Šioje projekcijoje plotai iškraipyti mažiau nei kampai. Plotai mažiausiai iškraipomi centrinėje žemėlapio dalyje. Čia dalinis plotų mastelis lygus *p = 0,823*, ties šiauriniais žemyno pakraščiai plotų mastelis lygus *p = 1,5 – 2*, poliarinėse srityse *p = 2* ir daugiau. Kampai labiausiai iškraipomi ties viršutiniu ir apatiniu rėmeliai, kur maksimalūs kampų iškraipymai viršija Atstumų mastelis ties ekvatoriumi lygus 0,823. Atstumų iškraipymų nėra tik ties viduriniu meridianu ir ± 48º platumose.**

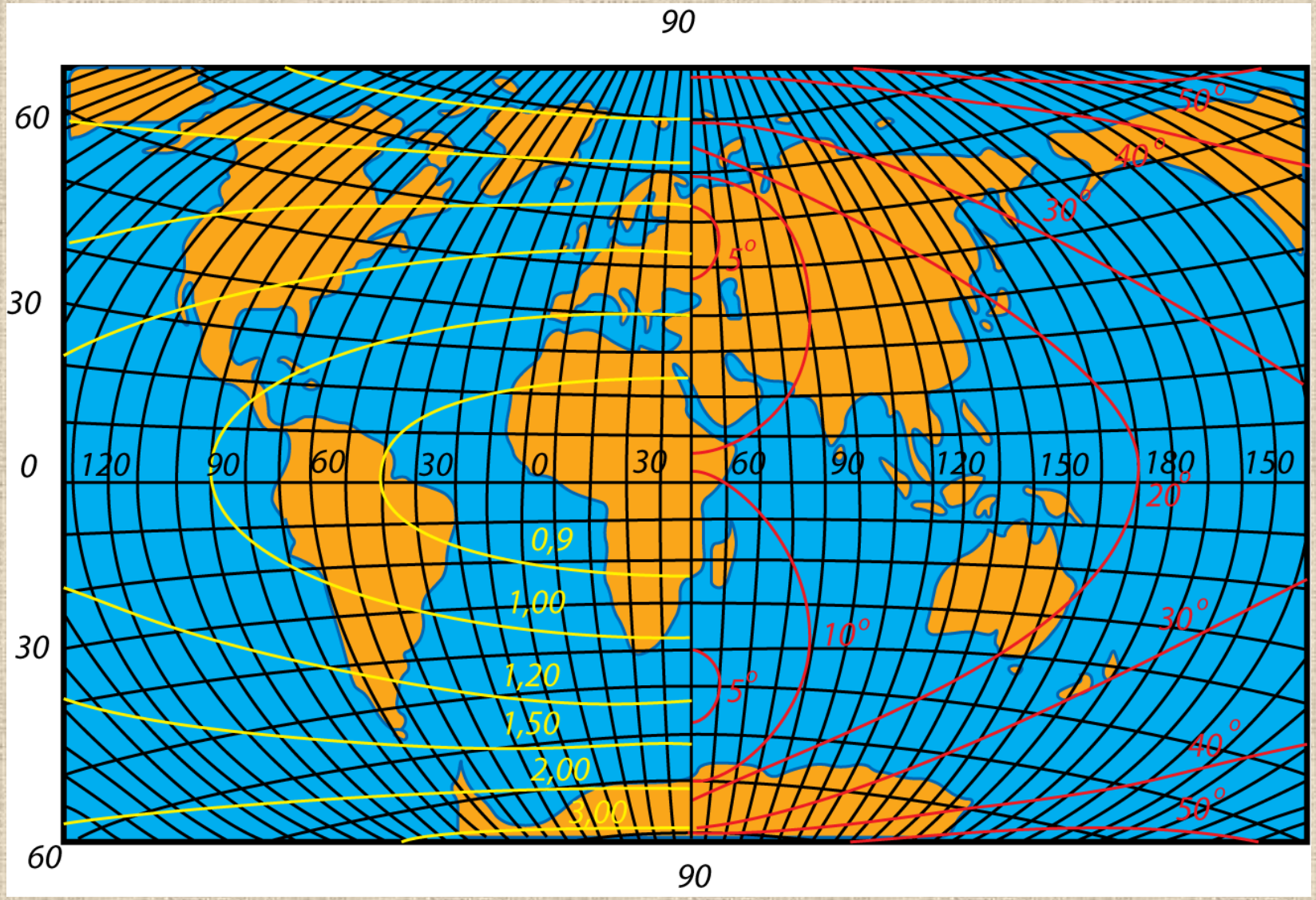
Ši projekcija plačiai naudota mokykliniuose atlasuose. Ją naudojant sudaryti pasaulio politiniai, pasaulio tautų, gyventojų tankio žemėlapiai.



Polikonusinė CGAKMTI (1950) projekcija su dalinio ploto mastelio ir maksimalaus kampų iškraipymo izokolomis.

Polikonusinė CKAKMTI projekcija (Didžiosios tarybinės enciklopedijos variantas). **Ši projekcija buvo specialiai sukurta didžiosios tarybinės enciklopedijos globaliniams žemėlapiams. Šio projekcijoje kampai ir plotai iškraipyti vienodu laipsniu, nors projekcija yra artimesnė lygiakampių projekcijų klasei. Europos, Afrikos, didžiojoje dalyje Azijos, Pietų ir Šiaurės Amerikų bei Australijos žemynuose kampų iškraipymai neviršija 20º. Labiausiai kampai iškraipomi žemėlapio rėmelio kampuose(virš 50º). Plotų mastelis kinta nuo 0,823 (žemėlapio centre), 2 (šiauriniuose žemynų pakraščiuose) iki 3 (poliarinėse srityse). Atstumų mastelis ties ekvatoriumi lygus 0,823. Atstumų iškraipymų nėra tik ties viduriniu meridianu ir ± 45º platumose. Kampai neiškraipomi ties viduriniu meridianu ir dviejuose taškuose ties ± 52,7º platuma. Vidurinis meridianas šiek tiek paslinktas rytų link, o paralelių kreivumas yra kiek didesnis nei polikonusinėje CKAKMTI (1950) projekcijoje.**

Ši projekcija plačiai naudota mokomiesiems bei demonstraciniams ir informaciniams pasaulio žemėlapiams.



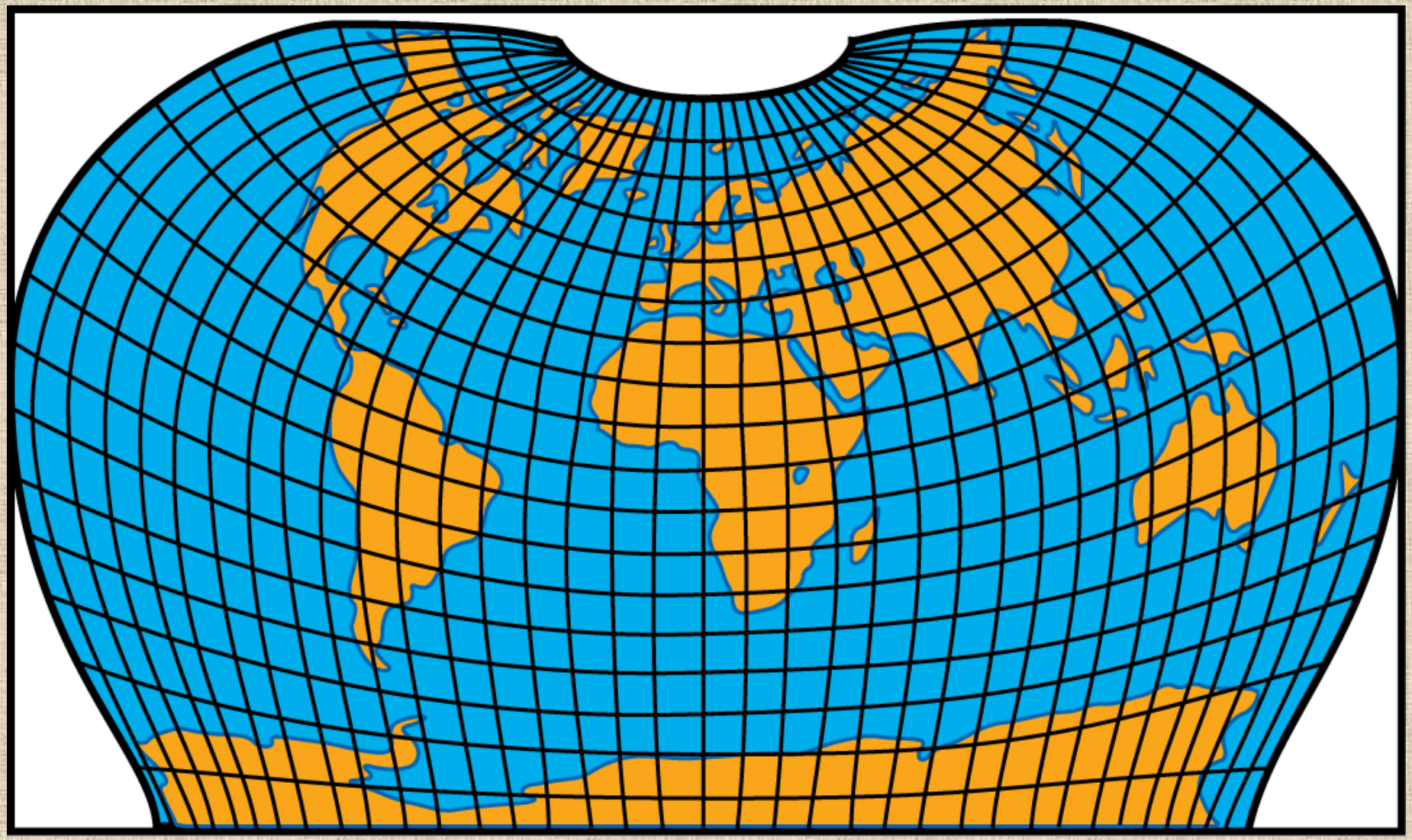
Polikonusinė CGAKMTI (Didžiosios tarybinės enciklopedijos variantas) projekcija su dalinio ploto mastelio ir maksimalaus kampų iškraipymo izokolomis.

Polikonusinė CKAKMTI projekcija (variantas Nr. 100). **Tai ypatinga projekcija, kurioje pietinio poliaus sritis stipriai iškraipyta. Visos projekcijos paralelė, tame tarpe ir ekvatorius, yra kreivė, kurių išlinkimas nukreiptas pietinio poliaus link. Dėl ekvatoriaus išlinkimo šiaurinio pusrutulio žemynų vaizdas mažiau iškraipytas. . Vidurinis meridianas yra tiesė, kurio atžvilgiu simetriški kiti meridianai. Paralelės ir meridianai yra nelygiatarpiški, tai yra atstumai tarp kaimynių paralelių ir meridianų nevienodi. Šioje projekcijoje šiaurės polius vaizduojamas kreive, o pietų – tiese. Geografinė ilguma skaičiuota nuo vidurinio meridiano - 10º rytų ilgumos.**

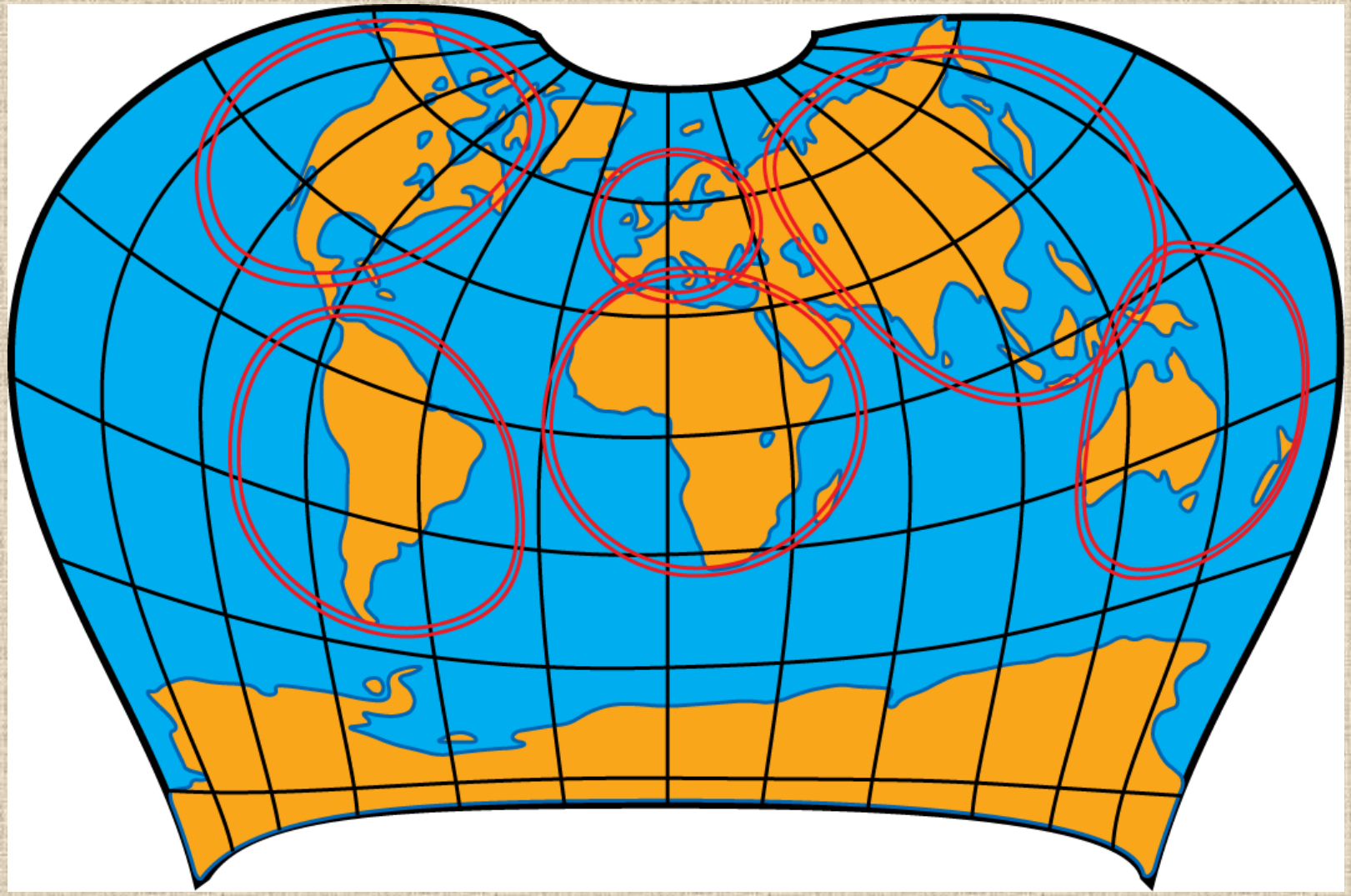
Projekcija sukurta aproksimuojant kartografinio tinklo eskizą polinomais. Geografinei platumai (abscisėms) taikyti 8 polinomai, o geografinei ilgumai (ordinatėms) – 9 polinomai.

$$x = k\sum_{i=0}^{i=8} \alpha_{ij}\varphi^i \lambda^j; \quad i = 0,1,2 \ldots\ldots 8; \quad j = 0,2,4,6,8; \quad i + j \leq 8;$$

$$y = k\sum_{i=0}^{i=9} b_{ij}\varphi^i \lambda^j; \quad i = 0,1,2 \ldots\ldots 9; \quad j = 1,3,5,7,9; \quad i + j =\leq 9$$



Polikonusinė CGAKMTI (variantas Nr. 100) projekcija.



Polikonusinė CGAKMTI (variantas Nr. 100) projekcija su žemynus apibrėžiančių apskritimų deformacijomis.

Mastelio koeficientas k = 57330315 $M_{ž}$, kur $M_{ž}$ – žemėlapio mastelis. Šioje projekcijoje platumos ir ilgumos išreikštos radianais, o ortogonalinės koordinatės gaunamos centimetrais žemėlapio mastelyje. Mazginių taškų koordinatės ir polinomų koeficientai pateikti specialiose lentelėse.

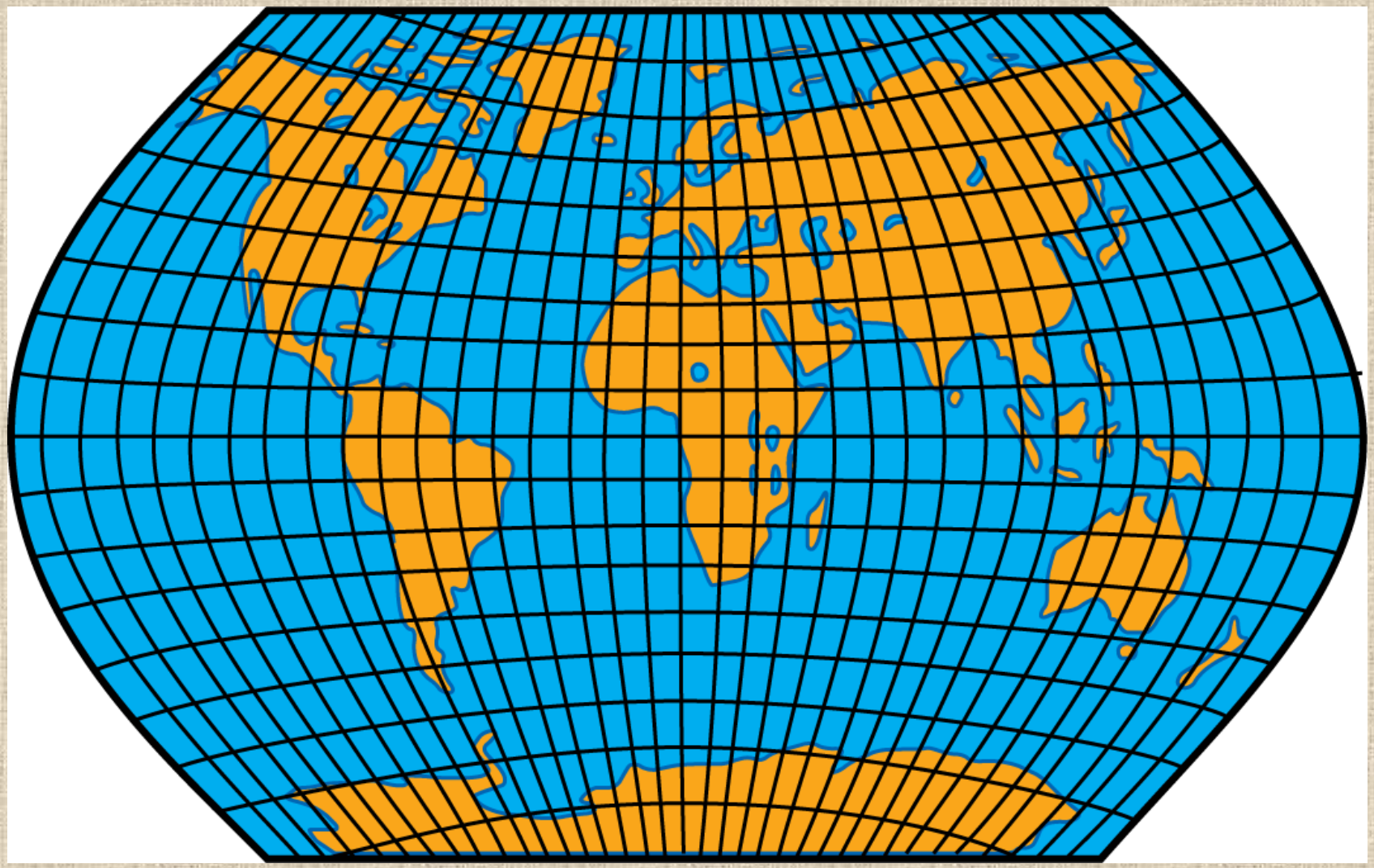
Didžiojoje žemynų dalyje atstumų iškraipymai yra 20 – 50 %i intervale, o plotų iškraipymai neviršija 50 %. Didžiausi kampų iškraipymai neviršija 30º. Iškraipymai labai padidėja ties poliarinėmis salomis. Remiantis iškraipymų pobūdžiu projekcija priskiriama tarpinių projekcijų klasei. 29 lentelėje pateikiami polikonusinės CKAKMTI projekcijos (variantas Nr. 100) iškraipymo parametrai.

29 lentelė. Iškraipymų dydžiai polikonusinėje CKAKMTI projekcijoje (variantas Nr. 100).

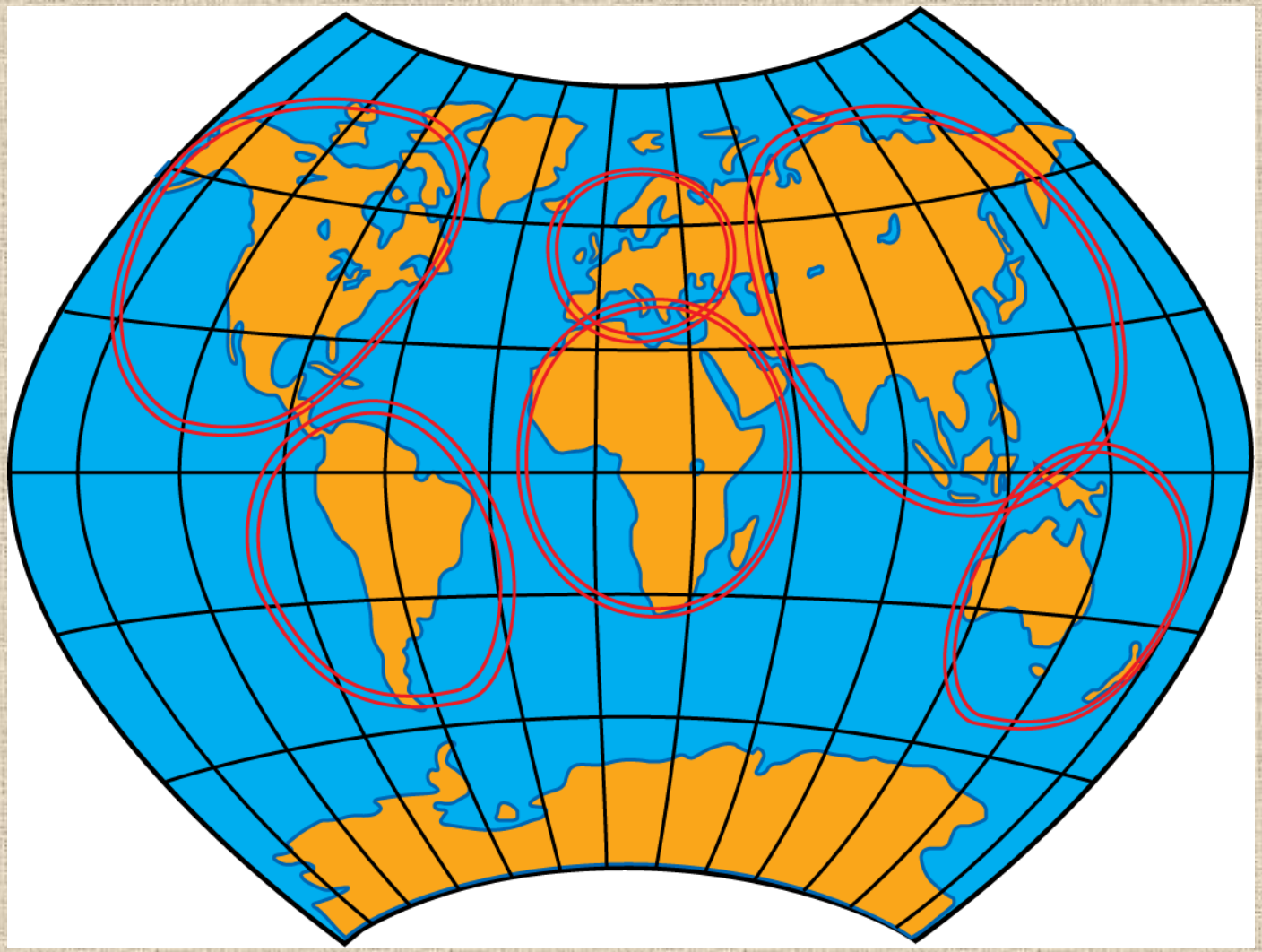
Žemynai	Iškraipymai, %			
	plotų	atstumų	formos	apskritimo formos
Europa	4	6	21	27
Azija	0	10	38	50
Afrika	- 1	3	3	4
Šiaurės Amerika	1	13	50	60
Pietų Amerika	9	11	39	49
Australija	23	25	72	120

Apskritimų, apibrėžiančių žemynus, forma mažai iškraipyta. Plotai labiausiai iškraipyti Australijoje ir Okeanijoje (apie 23 %), kitur – nežymiai. Apskritimų spindulių iškraipymai kinta nuo 3 iki 25 %. Ženkliau iškraipytos žemynų formos. Mažiausiai deformuota Afrika, Tuo tarpu Šiaurės Amerikos žemyno formos deformacijos siekia 50 %, o Australijos ir Okeanijos – 72 %.

Polikonusinė CKAKMTI projekcija (1954). **Ši projekcija skirta didaktiniams demonstraciniams žemėlapiams. Tai yra sudėtinė projekcija, kurios vakarinė ir rytinė dalys skiriasi. Praktiniams tikslams dažniausiai naudojamas pakeistas šios projekcijos variantas, kuriame vidurinis meridianas yra +5º ilgumos. Pirminiame projekcijos variante vidurinis meridianas yra +50º ilgumos. Vidurinis meridianas žemėlapyje nebraižomas. Nulinis Grinvičo meridianas šioje projekcijoje beveik tiesė. Šie pakeitimai lėmė, kad projekcija nebėra sudėtine, tai yra jos vakarinė ir rytinė dalys yra vientisos. Pakeistos projekcijos kartografinis tinklas yra simetriškas vidurinio meridiano ir ekvatoriaus atžvilgiu. Šioje projekcijoje vidutiniškai iškraipomi kampai ir plotai.**



Polikonusinė CGAKMTI (1954) projekcija, skirta vidurinių mokyklų žemėlapiams.



Polikonusinė CGAKMTI projekcija, skirta aukštųjų mokyklų žemėlapiams, su žemynus apibrėžiančių apskritimų deformacijomis.

Kampų iškraipymai žemynuose, išskyrus pasikartojančius sausumos plotus, neviršija 30º. Plotų mastelis *p* didžiojoje sausumos dalyje kinta nuo 0,83 iki 1,5. Tačiau poliarinėse srityse plotų iškraipymas *p* = 3 ir daugiau. Dėl šios priežasties Arkties vandenynui ir Antarktidai kuriamos įkarpos, kuriose vaizdas pateikiamas normalioje lygiatarpėje azimutinėje projekcijoje.

30 lentelė. Iškraipymų dydžiai polikonusinėje CKAKMTI (1954) projekcijoje.

Žemynai	Iškraipymai, %			
	plotų	atstumų	formos	apskritimo formos
Europa	25	12	15	14
Azija	18	15	61	60
Afrika	- 12	10	19	22
Šiaurės Amerika	33	23	76	82
Pietų Amerika	- 4	9	35	44
Australija	10	18	63	81

Pagal iškraipymų pobūdį ši projekcija yra tarpinė tarp lygiapločių ir lygiatarpių projekcijų. Klasifikacijos kampas yra apie 80º. Išimtimi yra tik Europos žemynas: šioje žemėlapio dalyje projekcija yra artimesnė lygiakampėm. Ties Europa klasifikacijos kampas lygus 29º.

CKAKMTI (1954) projekcija sukurta grafoanalitiniu būdu. Mazginių taškų koordinatės nustatytos 1:10 000 000 mastelyje. Parametrams skaičiuoti panaudotas kartografinių projekcijų atlasas, sukurtas 1957 metais. Vakarinė projekcijos dalis aproksimuota taikant polinomus apibrėžiančius geografinę platumą φ ir geografinę ilgumą λ.

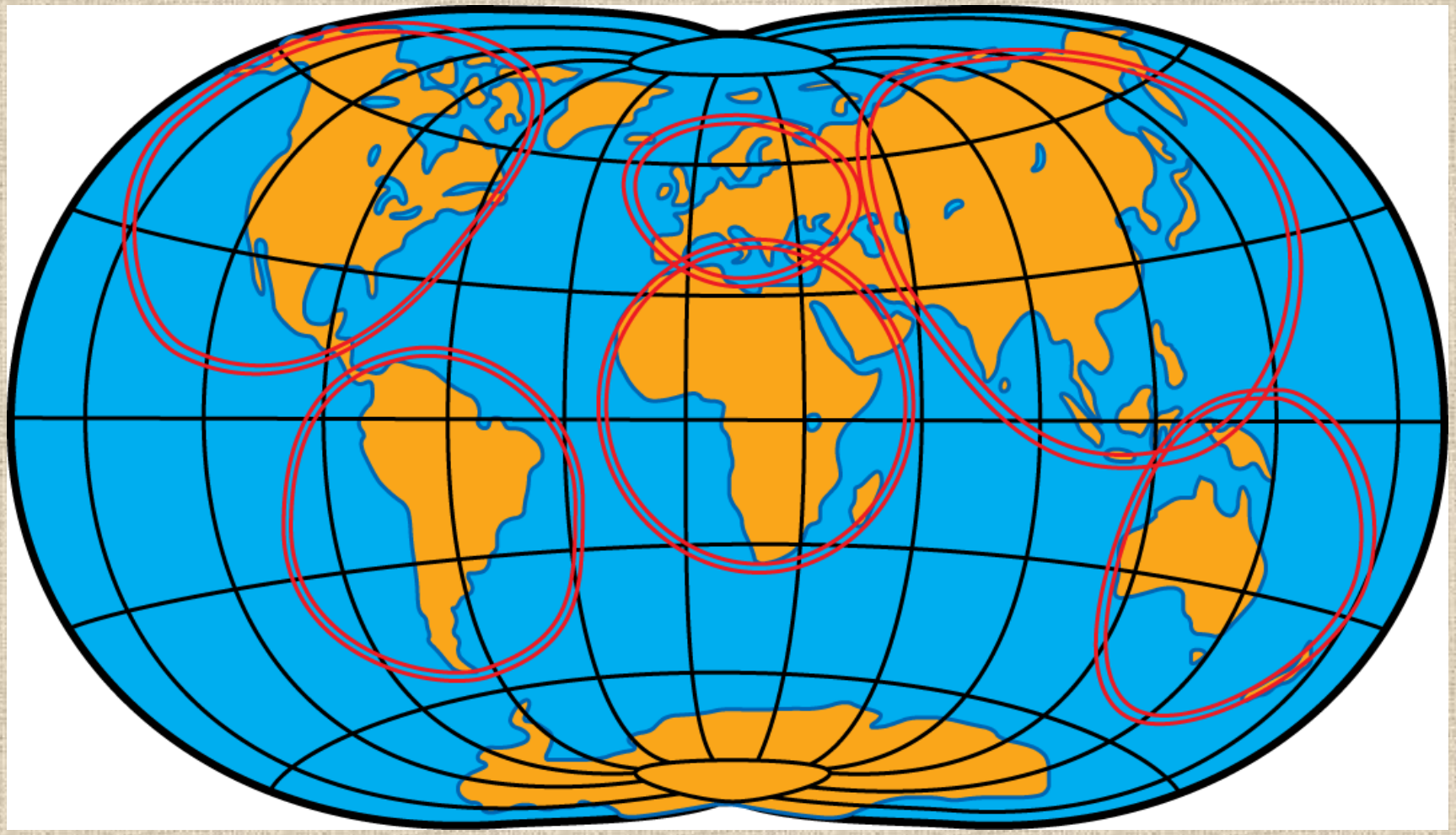
Ši projekcija buvo panaudota kuriant tarptautinį tektoninį pasaulio žemėlapį, pasaulio sausumos geologinį žemėlapį bei daugeliu teminių žemėlapių masteliu 1:15 000 000, skirtų aukštosioms mokykloms.

Tri – optimali Laskovskio projekcija. **Jai sukurti Laskovskis panaudojo penktos eilės bisimetrinius polinomus, turinčius 9 parametrus. Projekcijos skaičiavimams pasirinkta 5000 taškų (N = 5000), kurie tolygiai išsklidę rutulio paviršiuje. Tri – optimalioje projekcijoje Žemės paviršius pateiktas nepertrauktu vaizdu. Poliai nubrėžti kreivėmis. Poliarinių rajonų perspektyva sukuria sferiškumo iliuziją. Projekcijoje išlaikyta kartografinio tinklo simetrija ekvatoriaus ir vidurinio meridiano atžvilgiu. Ekvatoriuje pagrindinis mastelis yra pastovus.**

Šioje projekcijoje plotai ir atstumai iškraipyti vienodai. Formų iškraipymai yra 2 kartus didesni nei Sansono projekcijoje. Centrinėje žemėlapio dalyje, apimančioje Afriką, Europą, dalį Azijos, Šiaurės ir Pietų Amerikos plotų iškraipymas yra 2 kartus didesnis nei Sansono projekcijoje, o ilgių ir formų iškraipymai yra beveik vienodi.

Laskovskio projekcijoje vidurinis meridianas yra 11º rytų ilgumos. Joje mažiausiai iškraipomas Afrikos žemynas, o likę žemynų kontūrai iškraipyti vidutiniškai.

Pagal iškraipymų pobūdį projekcija yra tarpinė tarp lygiapločių ir lygiatarpių, tačiau artimesnė lygiatarpėms. Joje klasifikacinis kampas yra tarp 56 – 59º.



Tri-optimali Laskovskio projekcija su žemynus apibrėžiančių apskritimų deformacijomis.

31 lentelė. Iškraipymų dydžiai tri-optimalioje Laskovskio projekcijoje.

Žemynai	Iškraipymai, %			
	plotų	atstumų	formos	apskritimo formos
Europa	48	26	42	62
Azija	43	24	52	64
Afrika	6	3	7	8
Šiaurės Amerika	60	38	85	95
Pietų Amerika	23	11	22	27
Australija	51	32	58	86

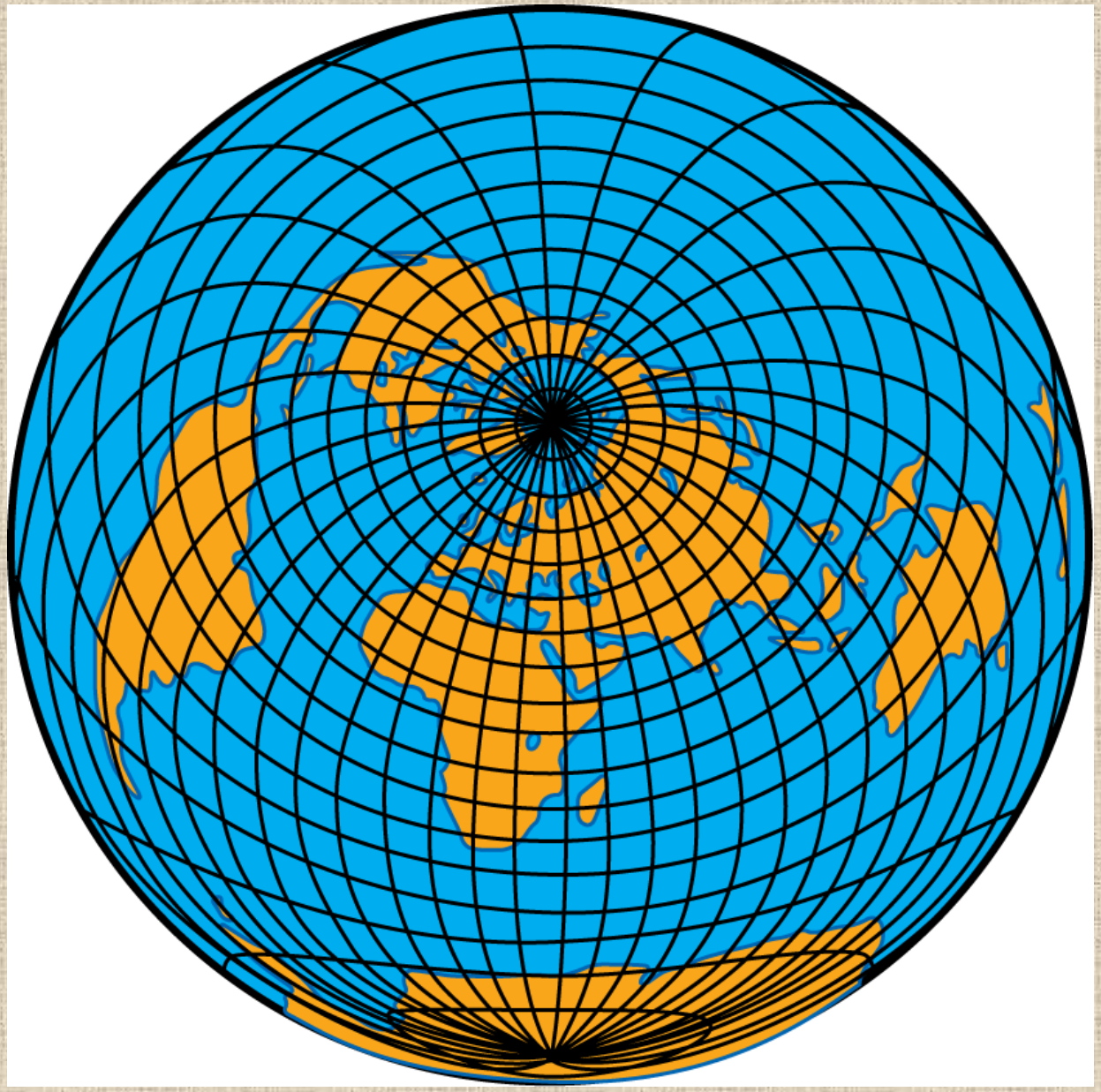
Azimutinės, pseudoazimutinės ir policilindrinės pasaulio žemėlapių projekcijos

Azimutinės lygiatarpės projekcijos. **Pasaulio žemėlapiuose šios projekcijos naudojamos siekiant pademonstruoti geografinių objektų nuotolį nuo tam tikrų centrų: šalies sostinės, polių, seisminių epicentrų ir panašiai. Tokiuose žemėlapiuose yra išsaugomi spindulių, išeinančių iš sąlyginio poliaus. Polius paprastai būna žemėlapio centre. Likę iškraipymo rodikliai traktuojami kaip nereikšmingi. Kita vertus, žemėlapio periferinėse dalyse labai iškraipomi plotai ir objektų formos. Jeigu zenitinis nuotolis *Z* yra artimas 180º, žemynų kontūrai tampa neatpažįstamais.**

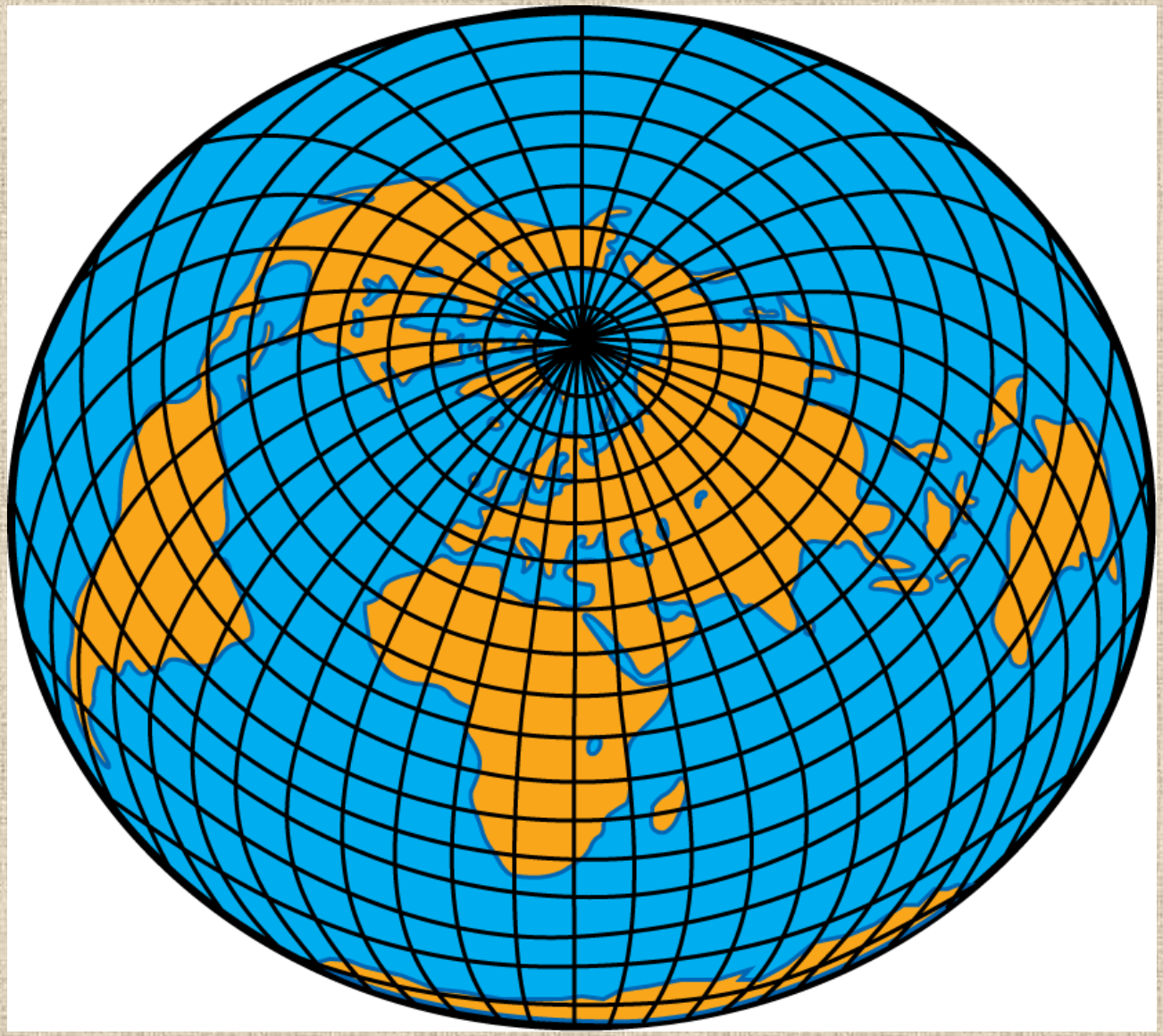
Azimutinėje lygiatarpėje projekcijoje koordinačių skaičiavimo formulės yra šios:

$$x = RZcos\alpha; \quad y = RZsin\alpha.$$

Čia *α* – taškų azimutas, *Z* – Taškų zenitinis nuotolis.



Įstriža azimutinė lygiatarpė projekcija.



Pseudoazimutinė Ginzburgo (CGAKMTI) projekcija.

***Pseudoazimutinė Ginzburgo projekcija*. Ši projekcija sukurta globaliniams žemėlapiams, o jos koordinačių skaičiavimo formulės yra tokios:**

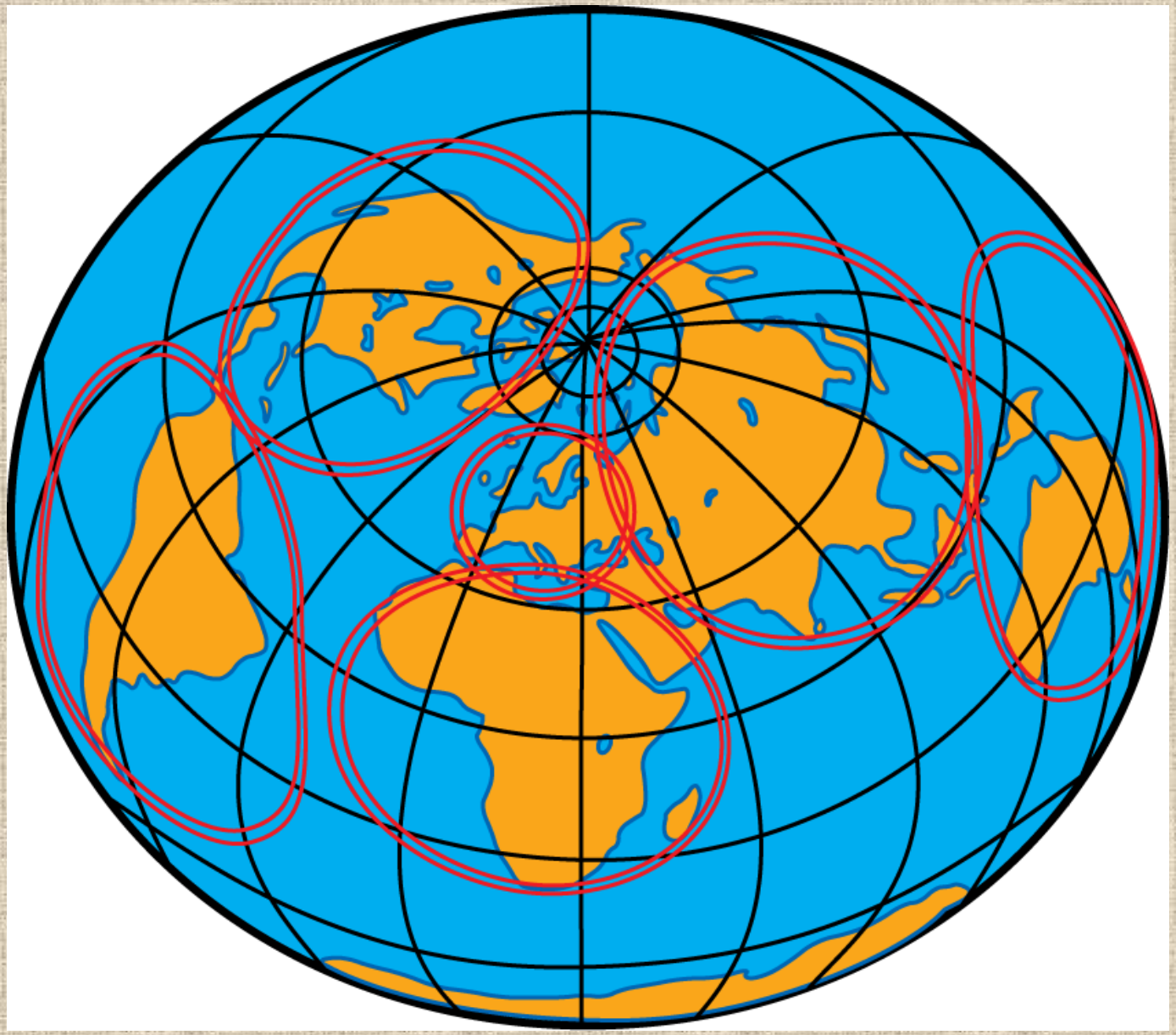
$$x = \rho cos\delta; \quad y = \rho sin\delta;$$

$$\rho = 3Rsin\left(\frac{Z}{3}\right); \qquad \delta = C\left(\frac{Z}{Z_{max}}\right)^{q} sin\left[k\left(\alpha + \frac{\pi}{2}\right)\right]$$

Projekcijos parametrai turi šias reikšmes: q = 2, k = 2, C = 0,15, Z_{max} = 120 – 150º. Projekcijos centre kartografuota Afrika, Europa ir vakarų Azija.

Šios projekcijos centre, kurio koordinetės φ0 = 55º ir λ= 30º nėra iškraipymų. Kampų ir plotų iškraipymai yra vienodo lygio. Plotų iškraipymai kinta nuo 0 (centriniame projekcijos taške) iki 50% (žemynų kontūrų pakraščiuose, išskyrus Antarktidą). Maksimalūs kampų iškraipymai kinta nuo 0 (centriniame projekcijos taške) iki 60º (žemynų kontūrų pakraščiuose). Projekcijos iškraipymų izokolos turi ovalo formą. 32 lentelėje pateikti pseudoazimutinės Ginzburgo projekcijos iškraipymų rodikliai.

Šioje projekcijoje Europos forma, kampai ir atstumai labai mažai iškraipyti. Nedaug iškraipytas ir Azijos žemynas. Plotai vidutiniškai iškraipyti visame žemėlapio plote. Tuo tarpu labiausiai iškraipytos Pietų Amerikos, Australijos ir Okeanijos salų formos.

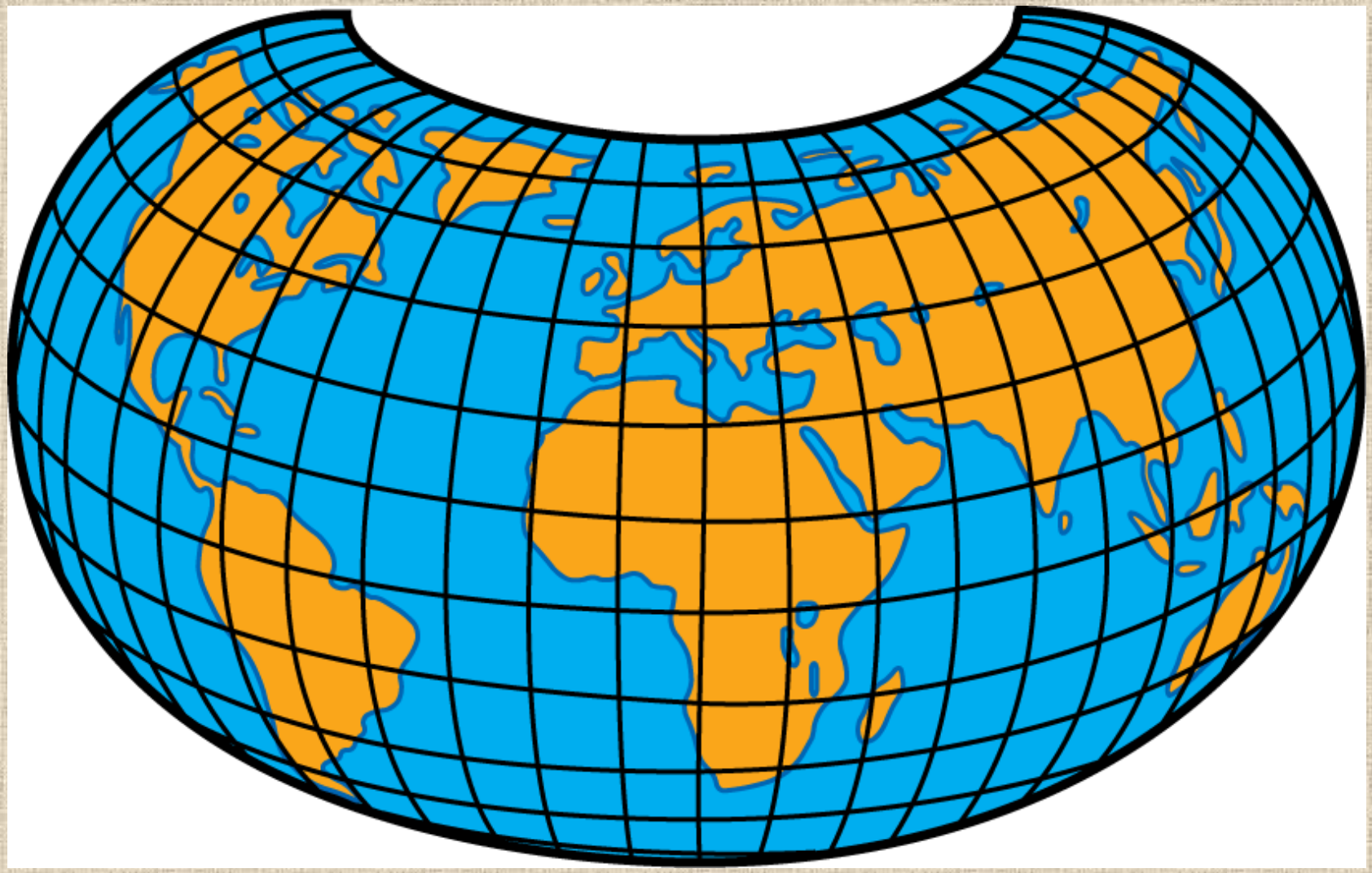


Pseudoazimutinė Ginzburgo (CGAKMTI) projekcija.

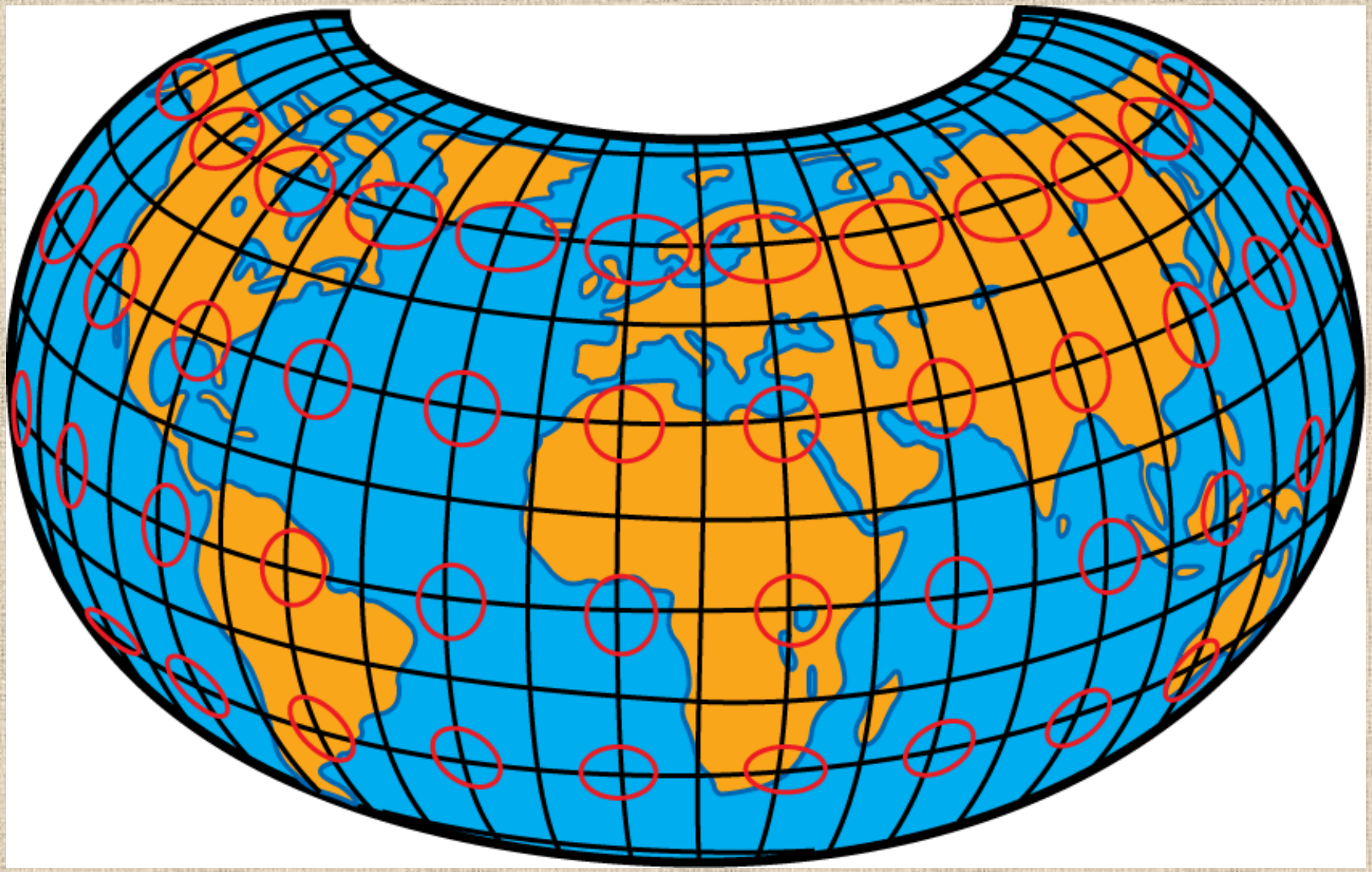
32 lentelė. Iškraipymų dydžiai pseudoazimutinėje Ginzburgo projekcijoje.

Žemynai	Iškraipymai, %			
	plotų	atstumų	formos	apskritimo formos
Europa	1	0	1	3
Azija	9	6	24	20
Afrika	14	10	30	25
Šiaurės Amerika	19	16	48	41
Pietų Amerika	35	39	126	156
Australija	47	56	174	252

Raiso projekcija **(Ervinas Raisas, 1893 – 1968). Tai įstriža ortografinė projekcijai, sudaroma sferinio paviršiaus segmente. Ji priskiriama policilindrinių projekcijų su kintamu paralelių kreivumu, klasei. Vidurinis projekcijos meridianas yra tiesė, o likę meridianai yra elipsės lankai. Paralelės yra elipsių lankai, turintys vienodus ekscentrisitetus. Šioje projekcijoje šiaurės polius yra pusė elipsės. Projekcija yra simetriška vidurinio meridiano atžvilgiu. Antarktida šioje projekcijoje nekartografuojama. Šioje projekcijoje labai ryškiai pateikiamas sausumos ir Pasaulinio vandenyno santykis.**



Pseudoazimutinė Raiso projekcija.



Pseudoazimutinė Raiso projekcija su iškraipymų elipsėmis.

Projekcijoje X ašis tapatinama su viduriniu meridianu ir atitinka šiaurės – pietų kryptį, o Y ašis tapatinama su rytų krypties linija, kuri kerta vidurinį meridianą 28,1º šiaurės platumoje. Pietinis žemėlapio rėmelis ribojamas platuma φ_s. Projekcijos lygtys yra šios:

$$x = R\left(0,201164 + 0,939693 sin\varphi - 0,34202\left[(1 + cos\varphi)cos\frac{\lambda}{2}\right]\right);$$

$$y = R(1 + cos\varphi)sin\left(\frac{\lambda}{2}\right); \qquad \varphi \geq \varphi_s = -arctg\left[\frac{cos\left(\frac{\lambda}{2}\right)}{0,36397}\right]$$

Geografinės ilgumos λ skaičiavimas atliekamas nuo vidurinio meridiano.

Gaublio paviršiaus paralelių ir meridianų susikirtimo taškuose (mazginiuose taškuose) nubrėžti apkritimai Raiso projekcijoje išlaiko formą ir dydį. Elipsėmis apskritimai virsta tik pačiuose žemėlapio pakraščiuose. Tai rodo, kad centrinė žemėlapio dalis Raiso projekcijoje beveik neiškraipoma. Tuo tarpu pietų pusrutulio žemynų vaizdas nepilnas: nesimato pačios pietinės Pietų Amerikos dalis, pietryčių Australijos, o Naujoji Zelandija visai dingsta.

Raiso projekcijoje dažnai sudaromi teminiai žemėlapiai, kuriuose kartografuojama gyvūnų (paukščių) migracija. Šita projekcija naudojama ir anamorfozėms (iškreipto vaizdo žemėlapiams) kurti.

Geografinės ilgumos λ skaičiavimas atliekamas nuo vidurinio meridiano.

Gaublio paviršiaus paralelių ir meridianų susikirtimo taškuose (mazginiuose taškuose) nubrėžus apkritimus, Raiso projekcijoje jie išlaiko formą ir dydį. Elipsėmis apskritimai virsta tik pačiuose žemėlapio pakraščiuose. Tai rodo, kad centrinė žemėlapio dalis Raiso projekcijoje beveik neiškraipoma. Tuo tarpu pietų pusrutulio žemynų vaizdas nepilnas: nesimato pačios pietinės Pietų Amerikos dalis, pietryčių Australijos, o Naujoji Zelandija visai dingsta.

Raiso projekcijoje dažnai sudaromi teminiai žemėlapiai, kuriuose kartografuojama gyvūnų (paukščių) migracija. Šita projekcija naudojama ir anamorfozėms (iškreipto vaizdo žemėlapiams) kurti.