

Telpisko datu digitālā apstrāde Biol2021

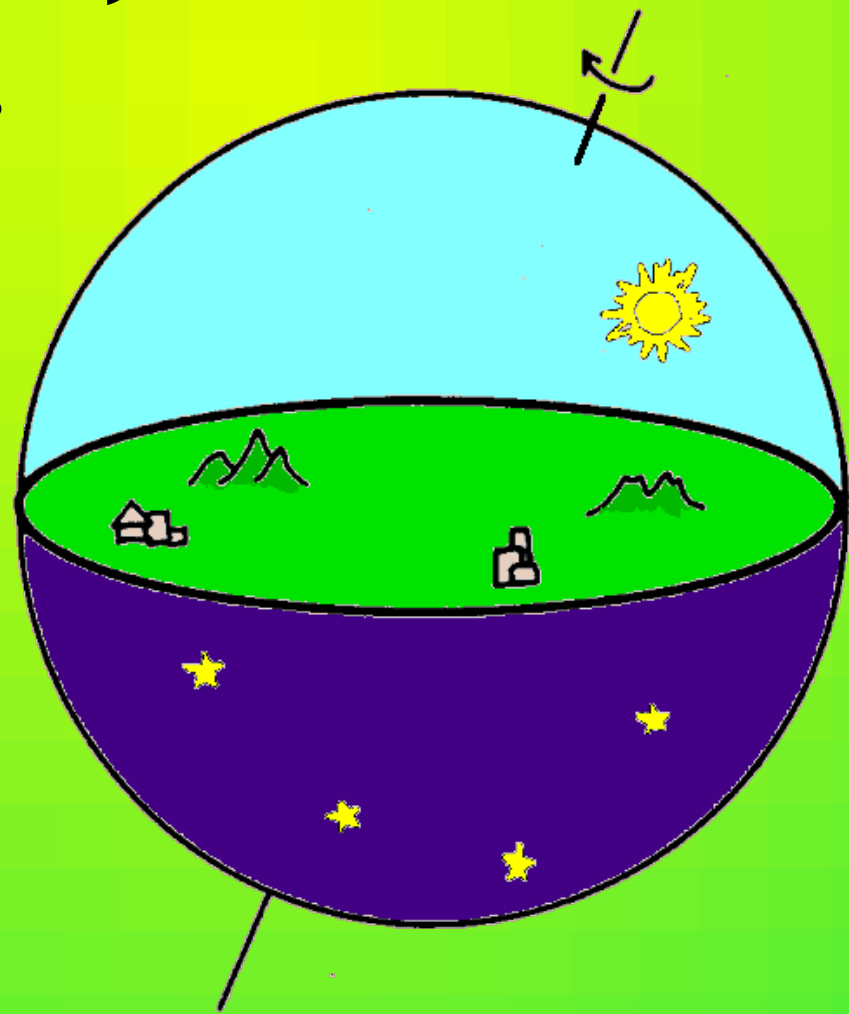
Kartogrāfijas pamati

Kārlis Kalviškis, LU Bioloģijas fakultāte

2013. gada 22. februārī



**Visu kartogrāfu nelaiemes
sākās, kad pārstāja ticēt, ka
zeme ir plakana.**

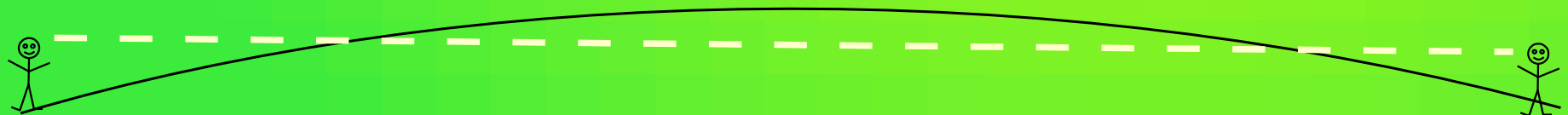


Lodes virsmu nevar izklāt plaknē, to nesabojājot



Vai Latvijā var redzēt, ka zeme ir apaļa

- Piemēram, lai ezera kupols paceltos par 2 m, tad tam ir jābūt 10,1 km garam. Latvija tik gari ezeri ir, piemēram, Rāzna (12,1 km), Dridzis (11 km), Engures ezers (19 km), Lubāns (15,6 km), Burtnieks (13,3 km), Usma (13,5 km).



Kartes matemātiskais pamats

- Zemes elipsoīds (*ellipsoid*), tā novietojums (*datum*)
- Kartes projekcija
- Ģeodēzisko punktu tīkls
- Virzienu orientēšanas sistēma
- Augstumu sistēma

Kartes matemātiskais pamats

- Koordinātu tīkli
- Kartes mērogs
- Lapu sadalījums un nomenklatūra

Vai Zemeslode ir lode?



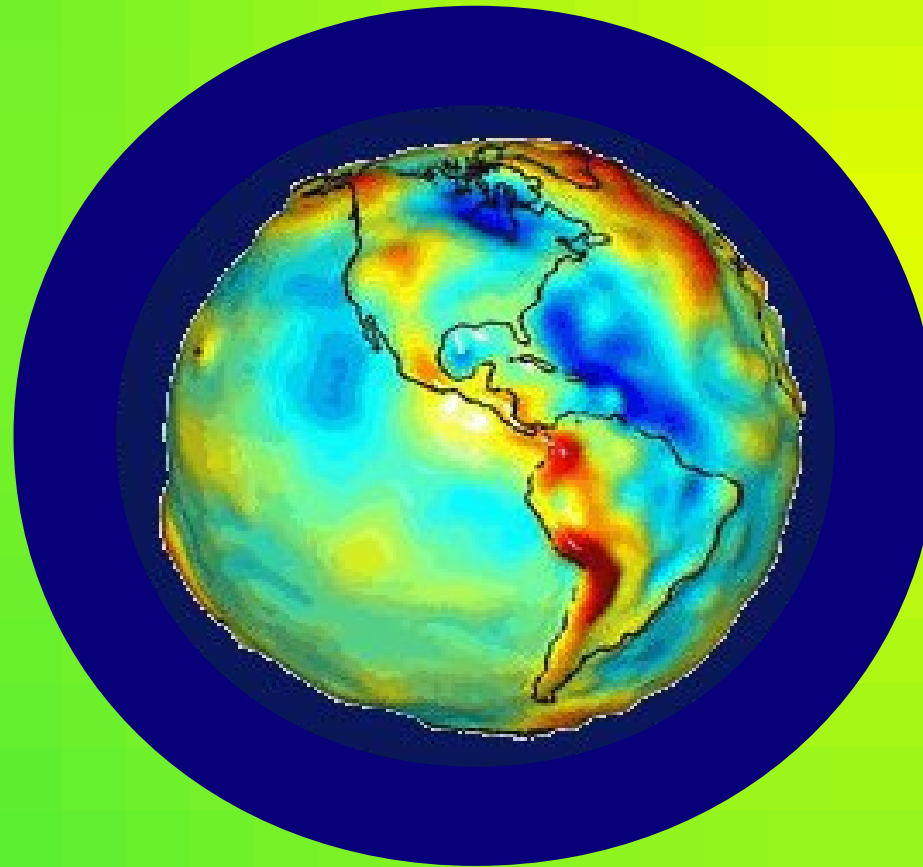
Zemeslode

Vai Zemeslode ir lode?



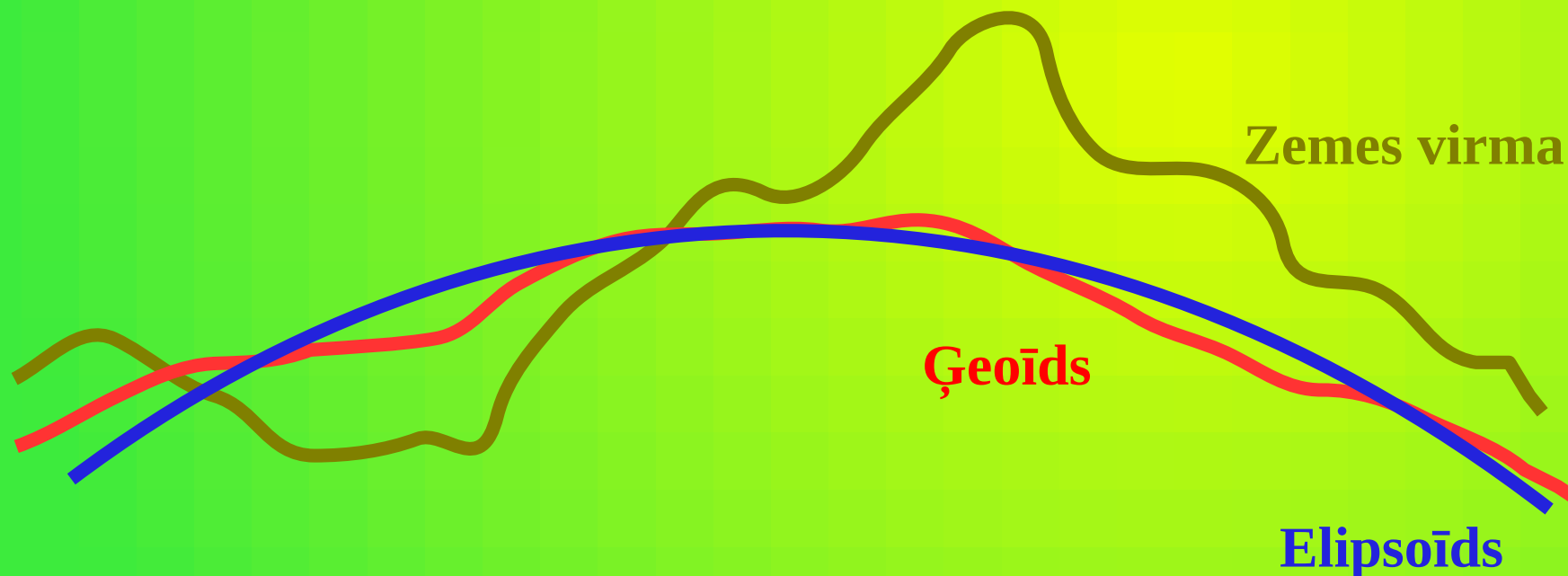
Elipsoīds

Vai Zemeslode ir lode?

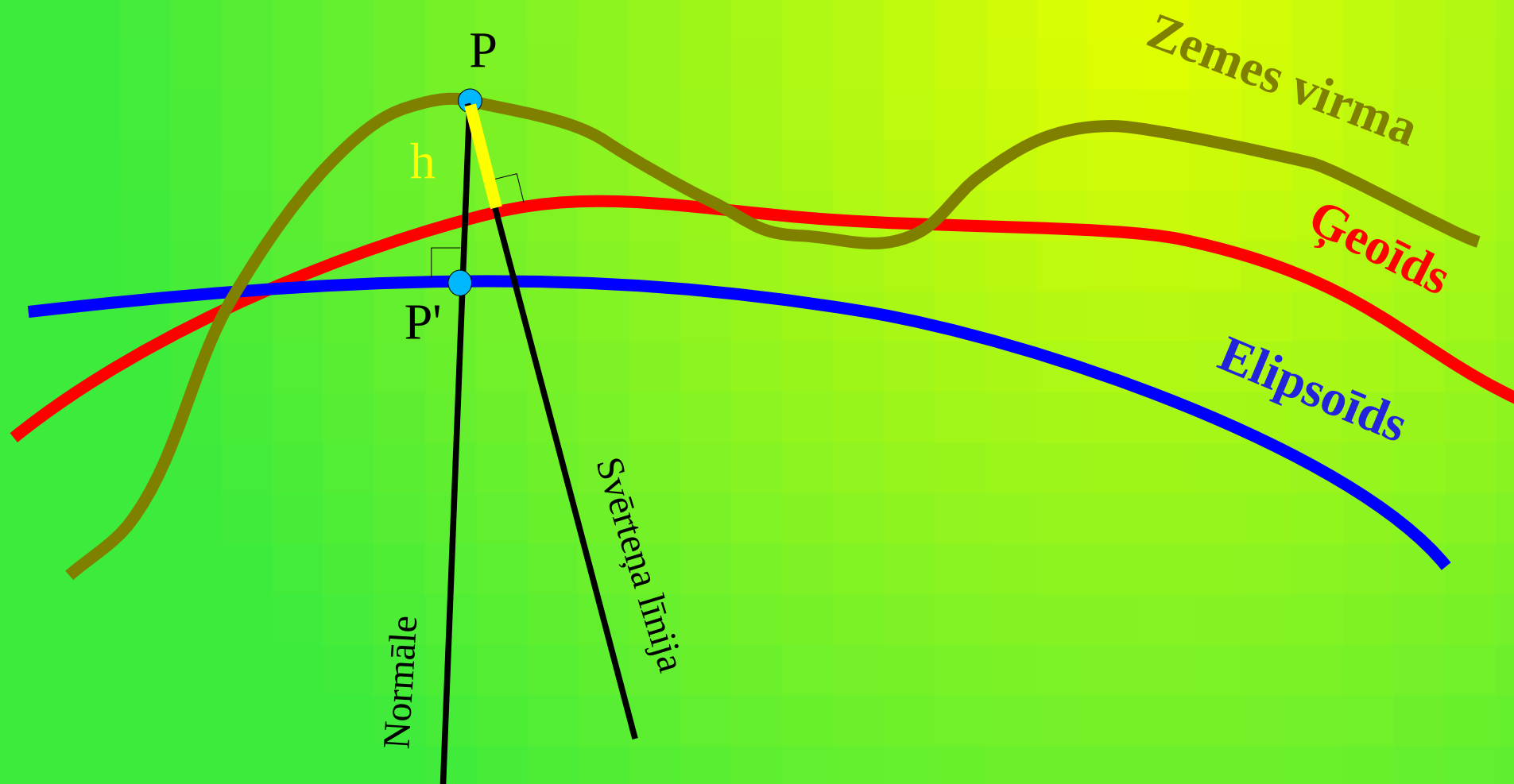


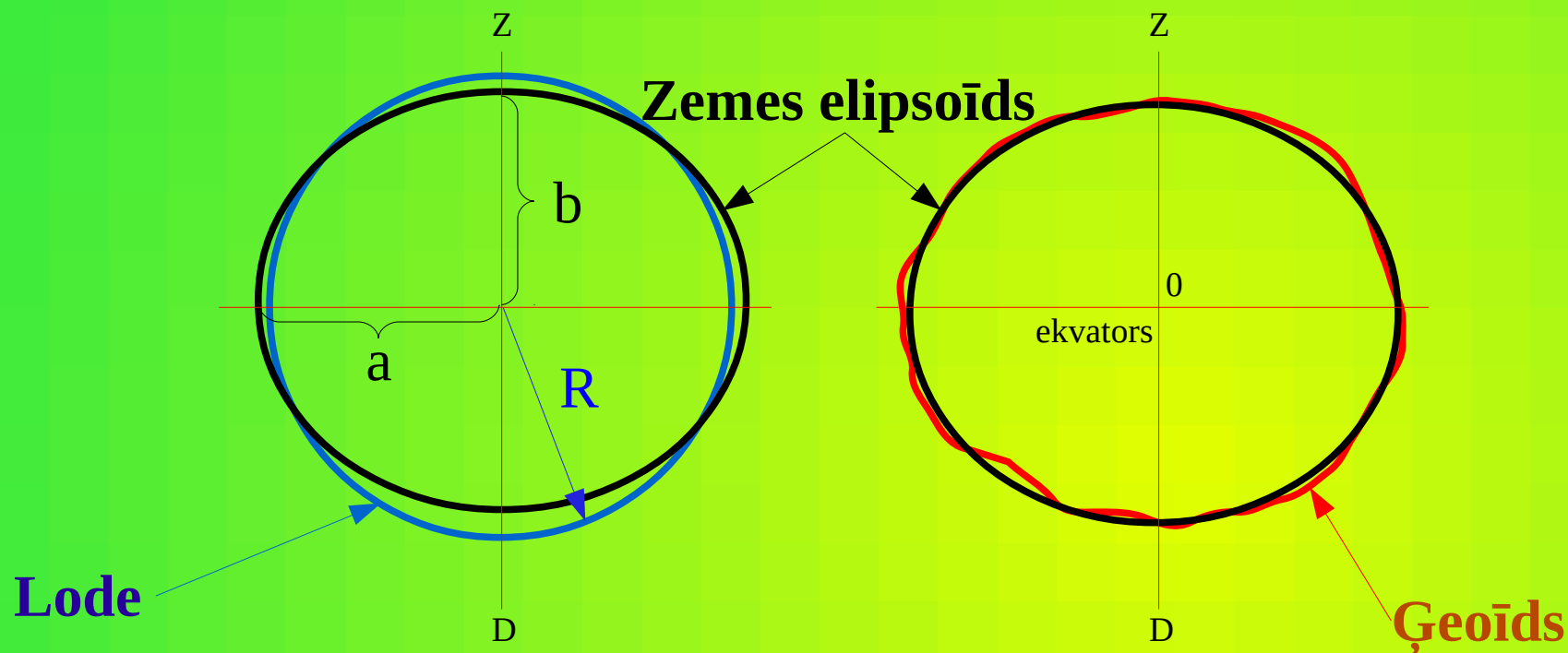
Ģeoīds

Vai Zemeslode ir lode?



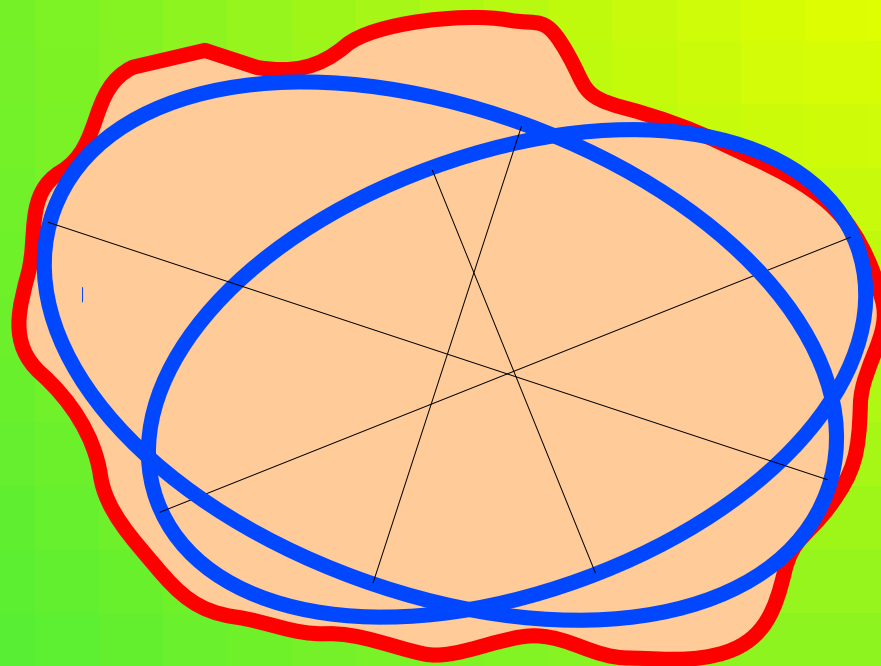
Punkta projekcija uz elipsoīda



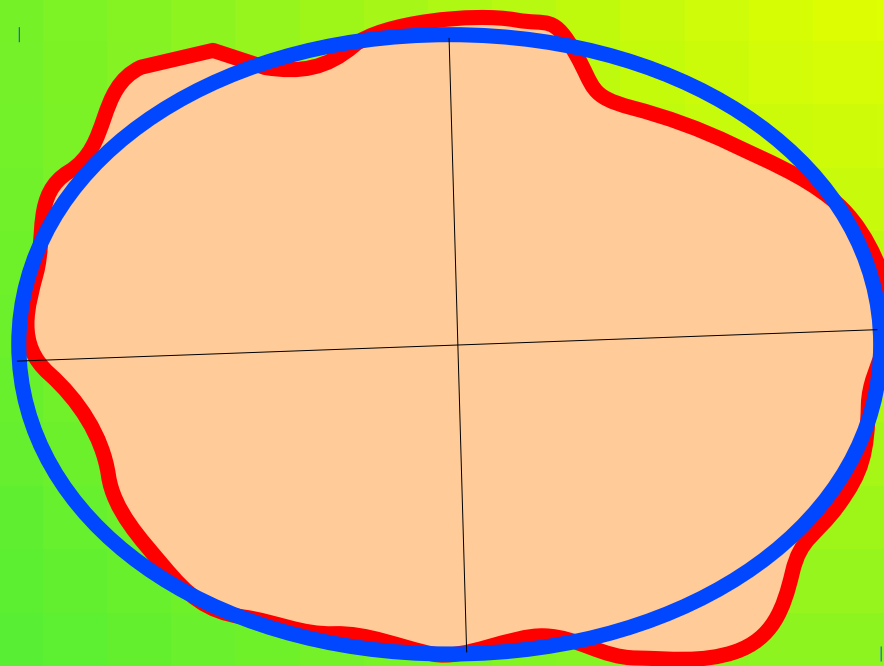


Elipsoīds	lielā pusass (a)	mazā pusass (b)	apgrieztais saplacinājums $1/f=1/(a-b)/a$	rādiuss $R=1/3(2a+b)$
World Geodetic System 1984 (WGS-84)	6 378 137,0000	6 356 752,3142	1 : 298,257223	6371008,7714
Geodetic Reference System 1980 (GRS-80)	6 378 137,0000	6 356 752,3141	1 : 298,257222	6371008,7714
World Geodetic System 1972 (WGS-72)	6 378 135,0000	6 356 750,5200	1 : 298,26	6371006,8400
Bessel (1841) (lietoja Vācijā)	6 377 397,2000	6 356 079,0000	1 : 299,152705	6370291,1333
Clark (1866) (lieto Ziemeļ Amerikā)	6 378 206,0000	6 356 584,0000	1 : 294,986865	6370998,6667
International (1924) / Hayford (1909)	6 378 388,0000	6 356 911,9461	1 : 297	6371229,3154
Krasovska (1942) (lietoja PSRS)	6 378 245,0000	6 356 863,0000	1 : 298,299738	6371117,6667

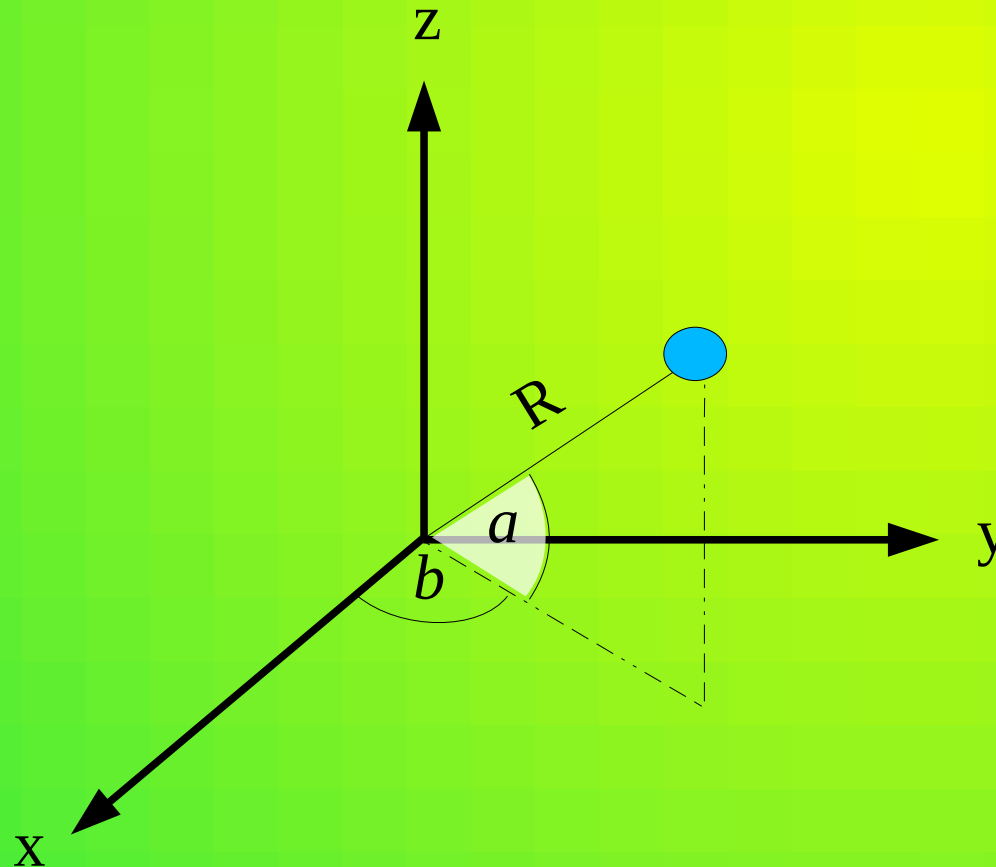
Reģionāli piesaistīti referencilipsoīdi



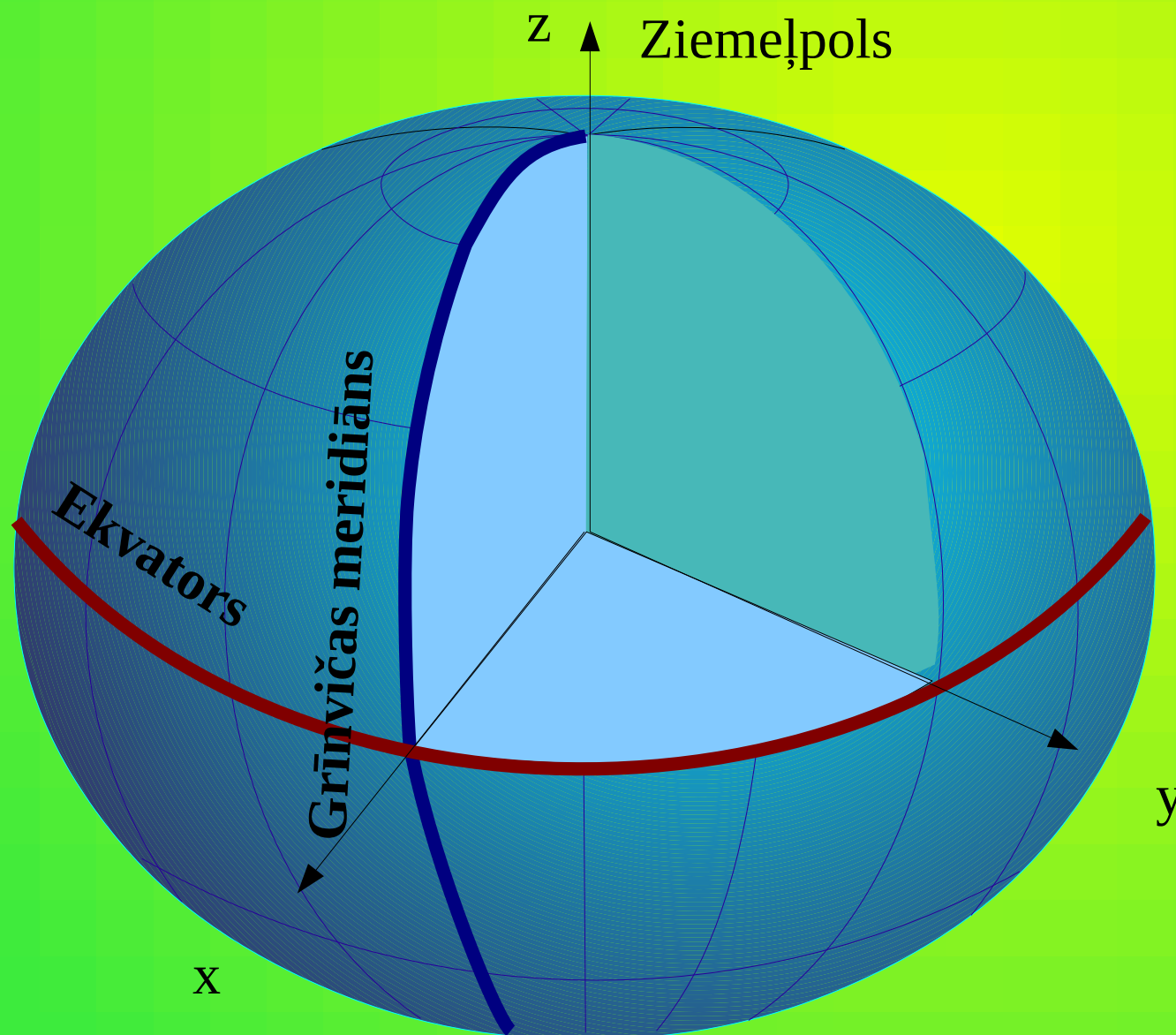
Globāli piesaistīts referencilipsoīds



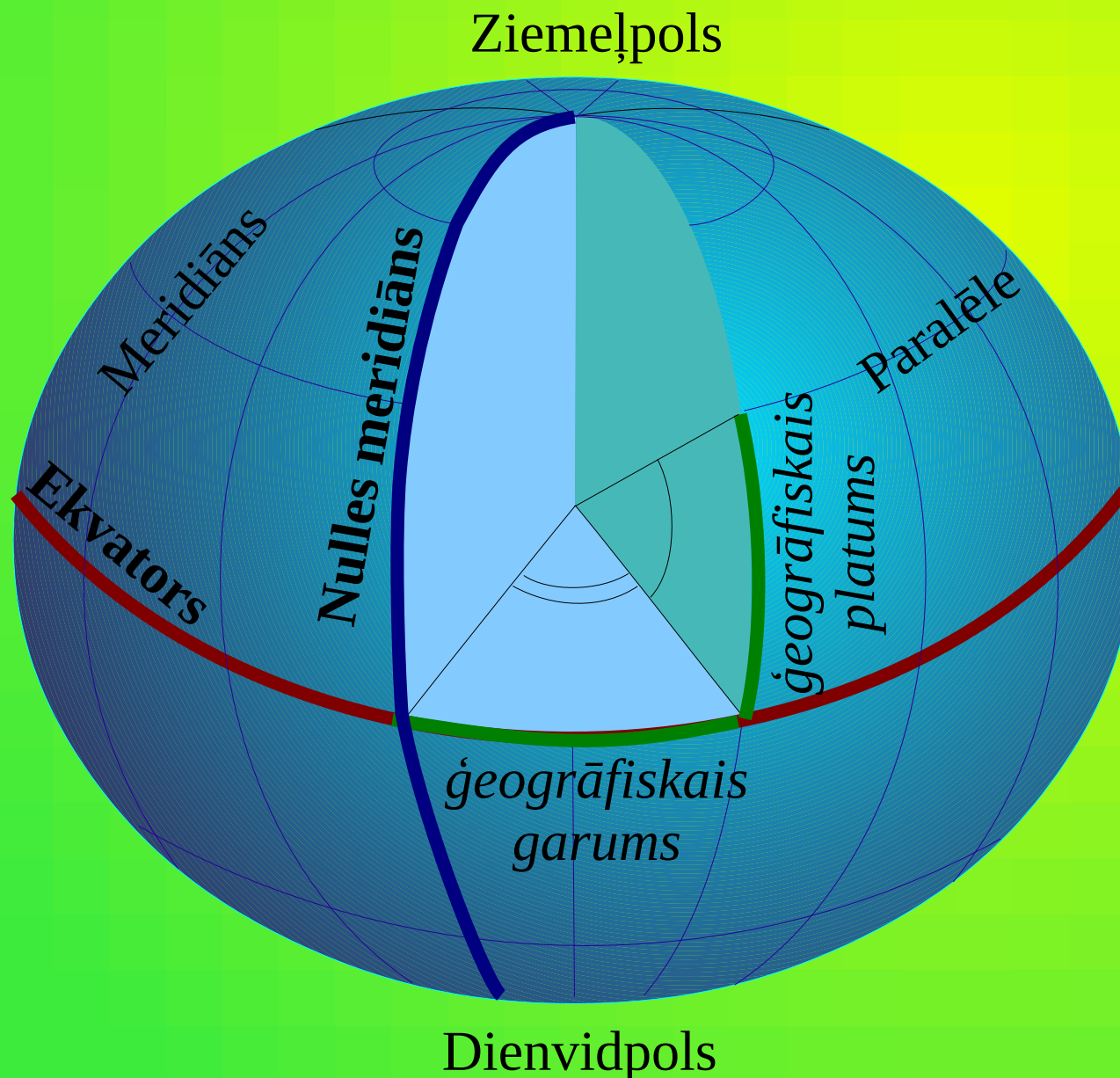
Sfēriskā koordinātu sistēma



Ģeocentrisko koordinātu sistēma



Ģeogrāfisko koordinātu sistēma



Ģeogrāfiskās koordinātas

- Izmainās atkarībā no izmantotā elipsoīda un tā novietojuma, piemēram, atšķirība Rīgā starp PSRS armijas kartēm un LKS-92 ir ~250m.

Vēsturiskais Latvijas republikas koordinātu sākumpunkts

- Sv.Pētera baznīcā Rīgā
- Uz Beseļa elipsoīda:
 - $56^{\circ} 56' 53,932''$
 - $24^{\circ} 06' 31,942''$
- Us GRS-80 elipsoīda:
 - $56^{\circ} 56' 50,912''$
 - $24^{\circ} 06' 31,635''$



Metriskās koordinātu sistēmu saistība ar ģeogrāfiskajām koordinātām

- Viens platuma grāds $\sim 111,33$ km.
- Viena platuma sekunde $\sim 30,92$ m.
- Viens garuma grāds Latvijas Ziemeļos $\sim 58,98$ km.
- Viena garuma sekunde Latvijas Ziemeļos $\sim 16,38$ m.
- Viens garuma grāds Latvijas Dienvidos $\sim 62,91$ km.
- Viena garuma sekunde Latvijas Dienvidos $\sim 17,47$ m.
- $0,01$ sekunde = $0,0000027(7)$ decimālgrāda.

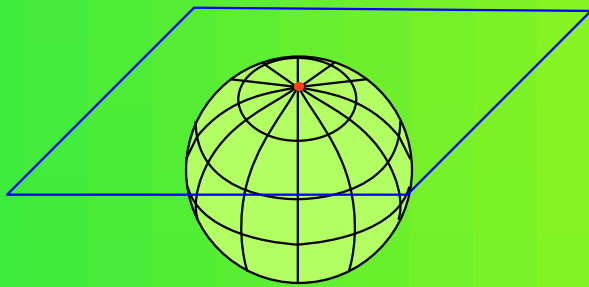
Telpisko datu digitālā apstrāde Biol2021

Projekcijas

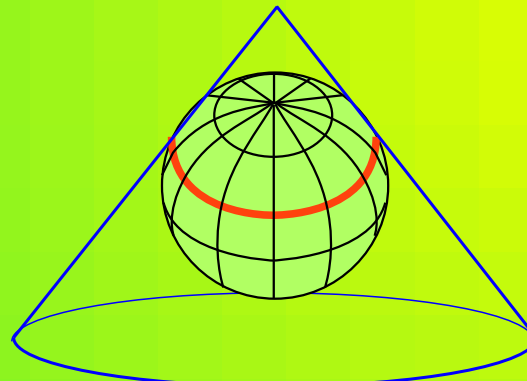
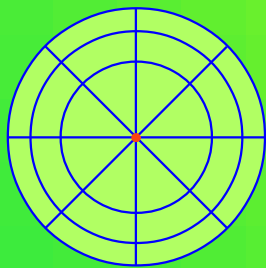
Kārlis Kalviškis, LU Bioloģijas fakultāte



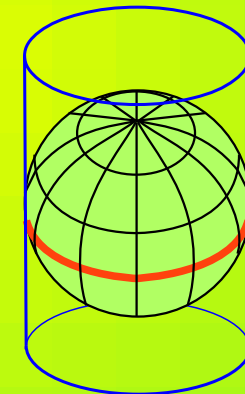
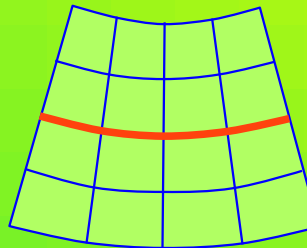
Projekcijas



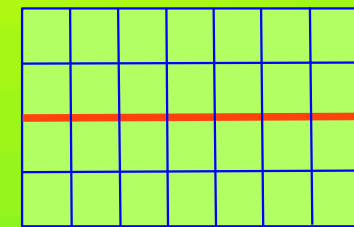
Azimetālā



Koniskā



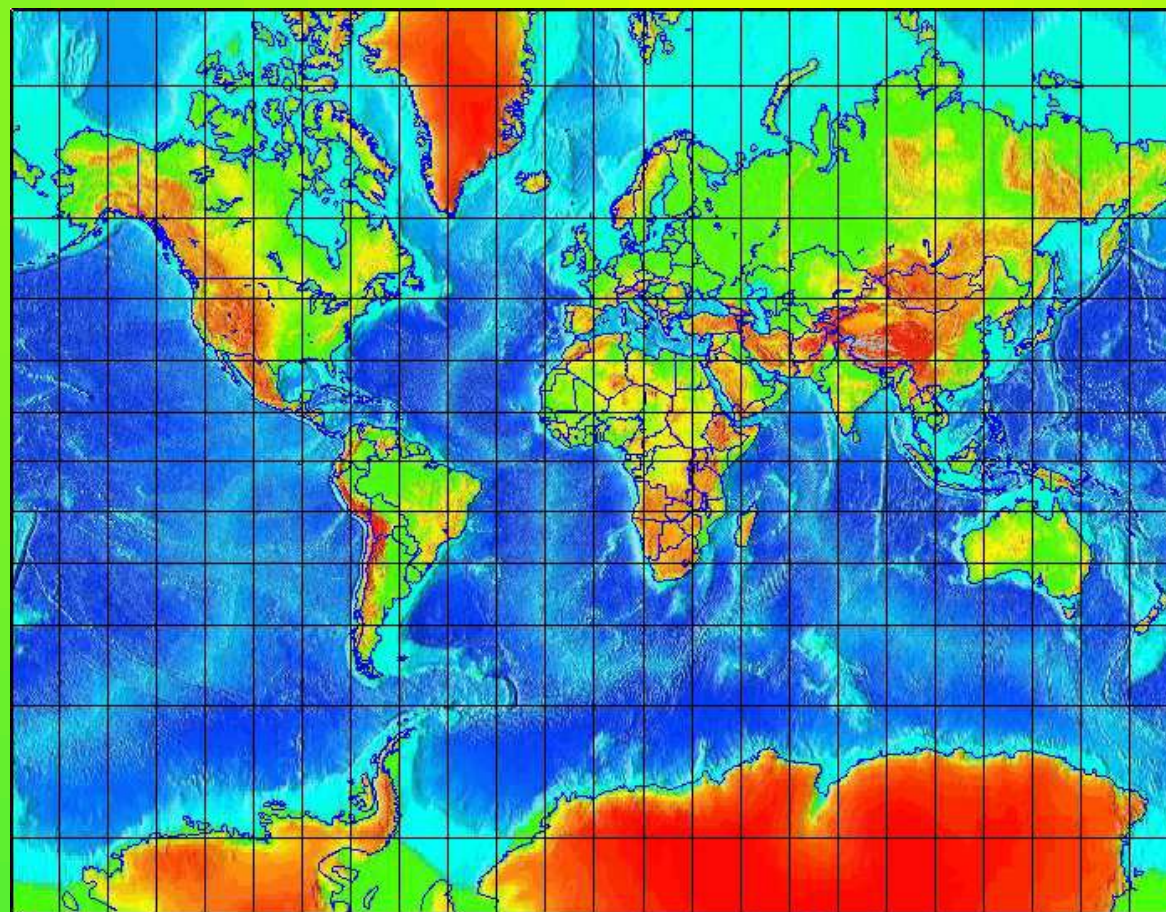
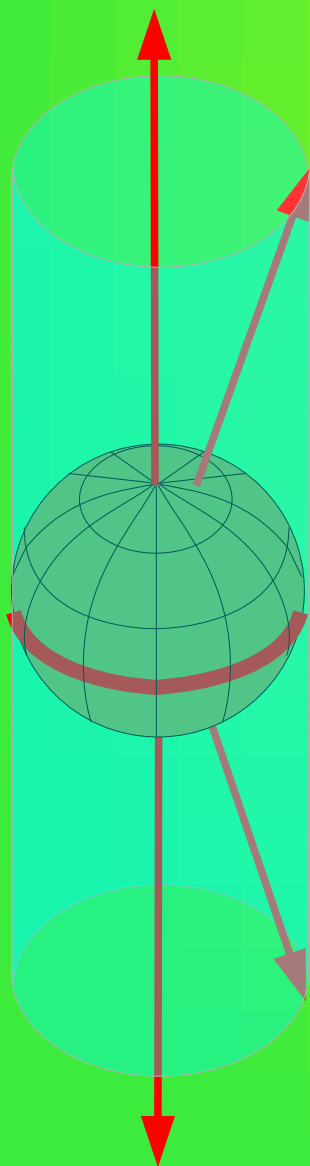
Cilindriskā



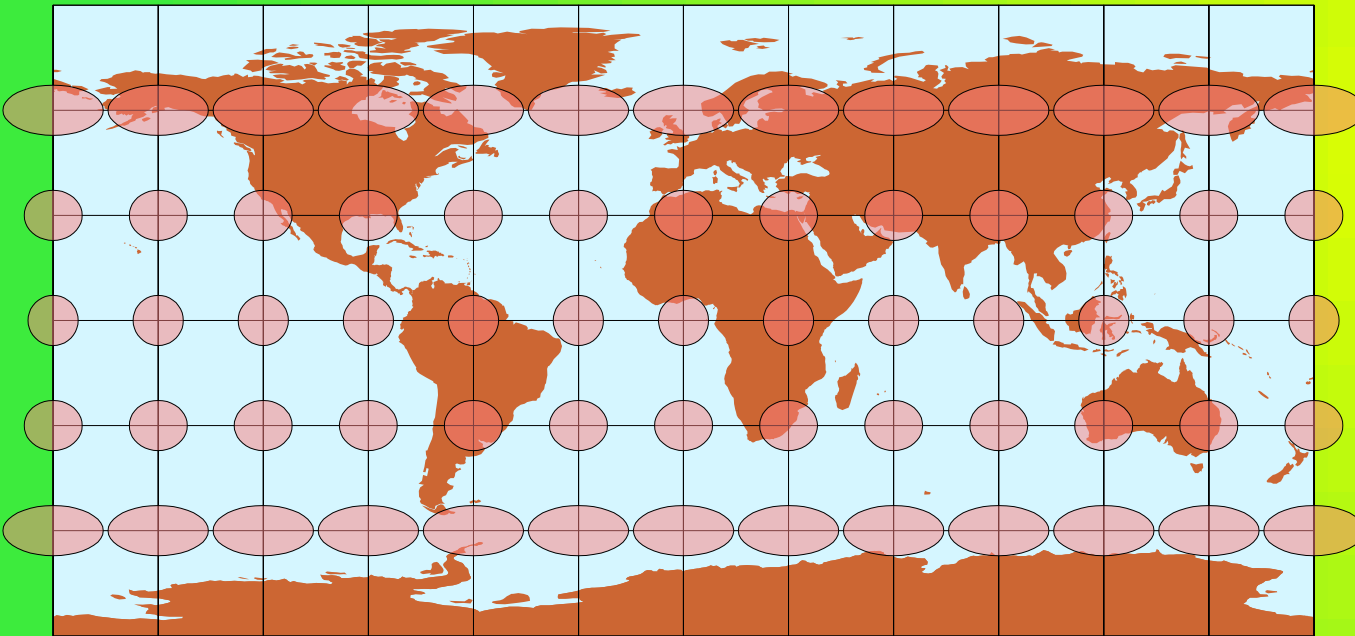
Projekcijas izmaiņa:

- laukumus
- leņķus
- izskatu
- attālumu
- virzienu

Merkatora projekcija



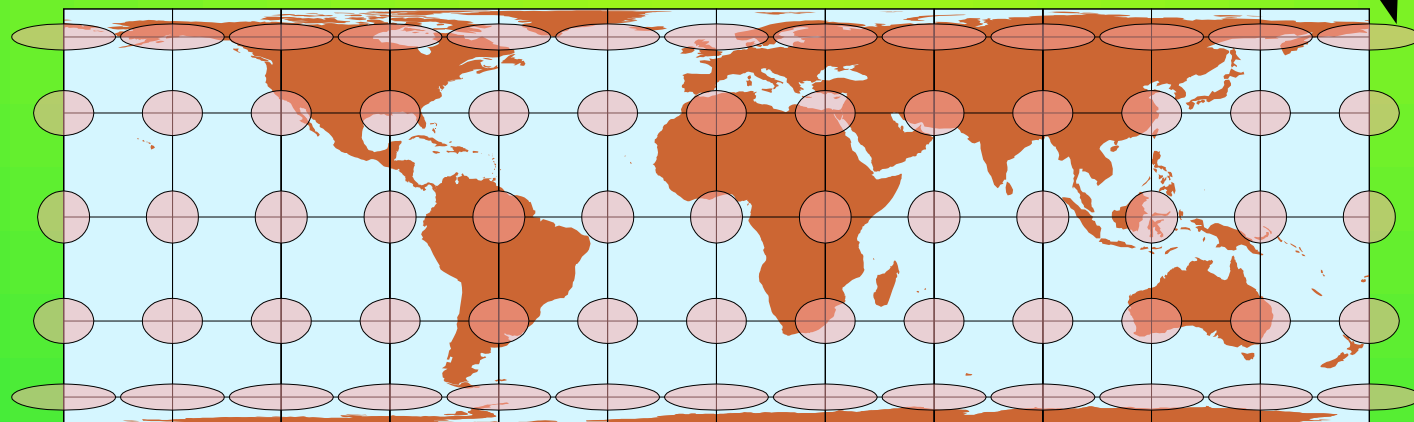
Projekcijas



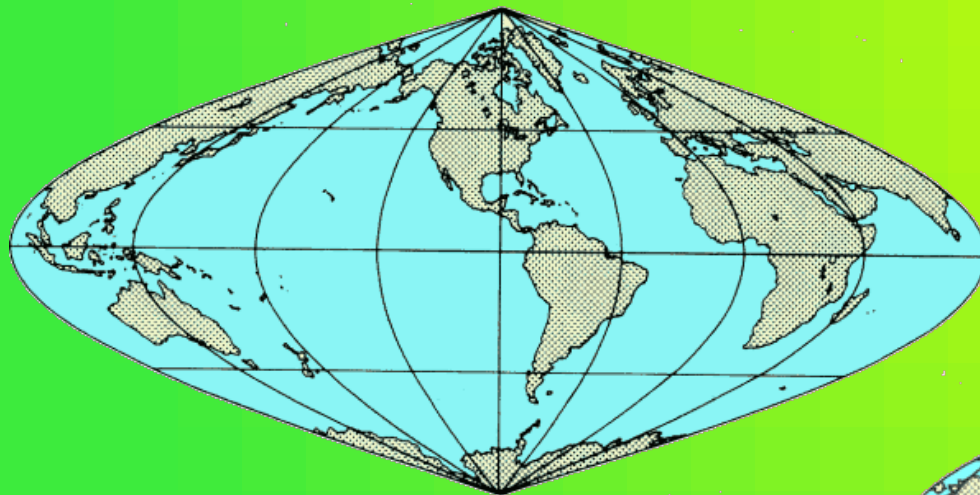
Sagrozījuma elipse
(*Tissot's Indicatrix*)

Lamberta cilindriskā
vienādlaukumu projekcija

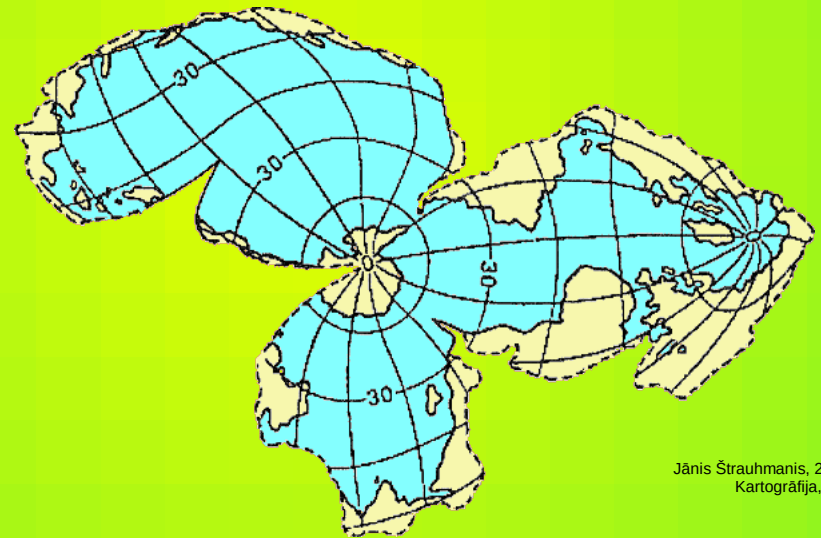
Plate Carrée cilindriskā
vienādattālumu projekcija.
Garuma un platuma grādi
kā taisnlenča koordinātu
sistēma.



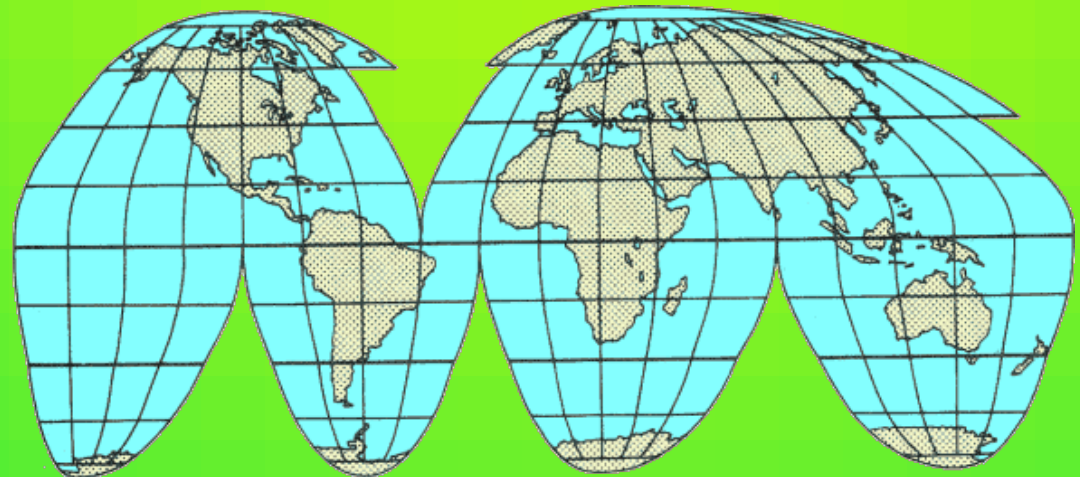
Projekcijas



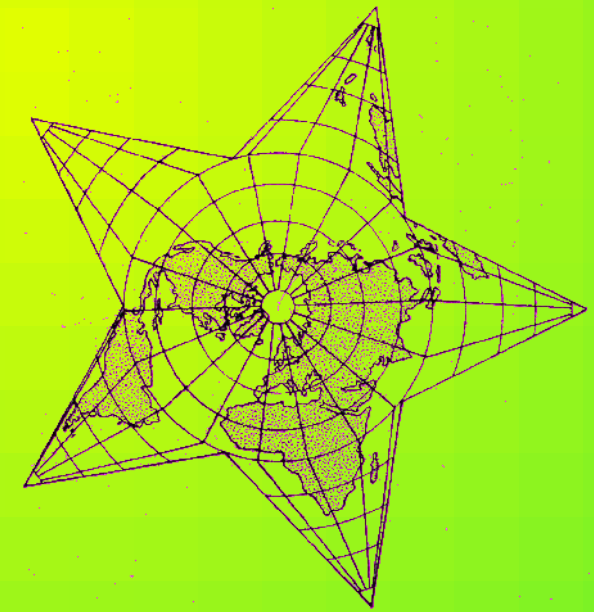
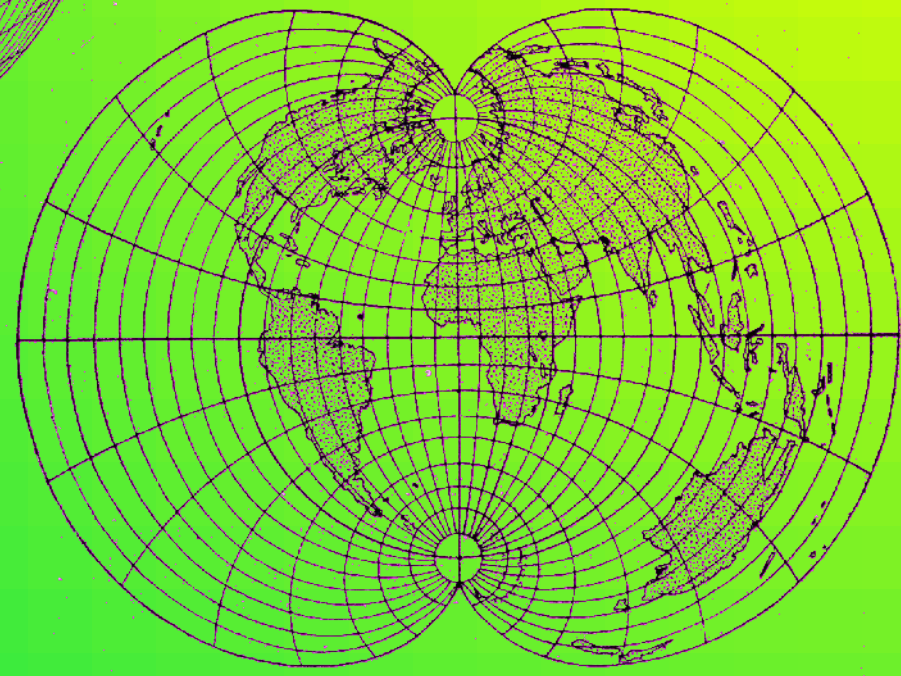
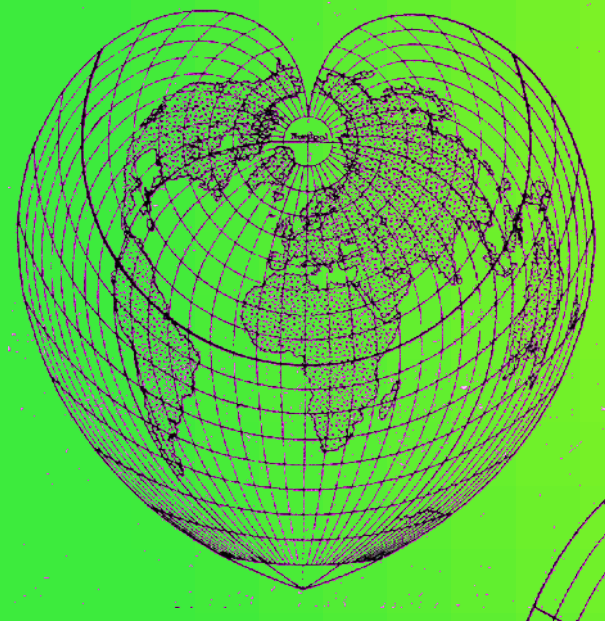
Mark Monmonier, 1996.,
How to lie with maps, The University of Chicago Press



Jānis Štrauhmanis, 2004.,
Kartogrāfija, RTU

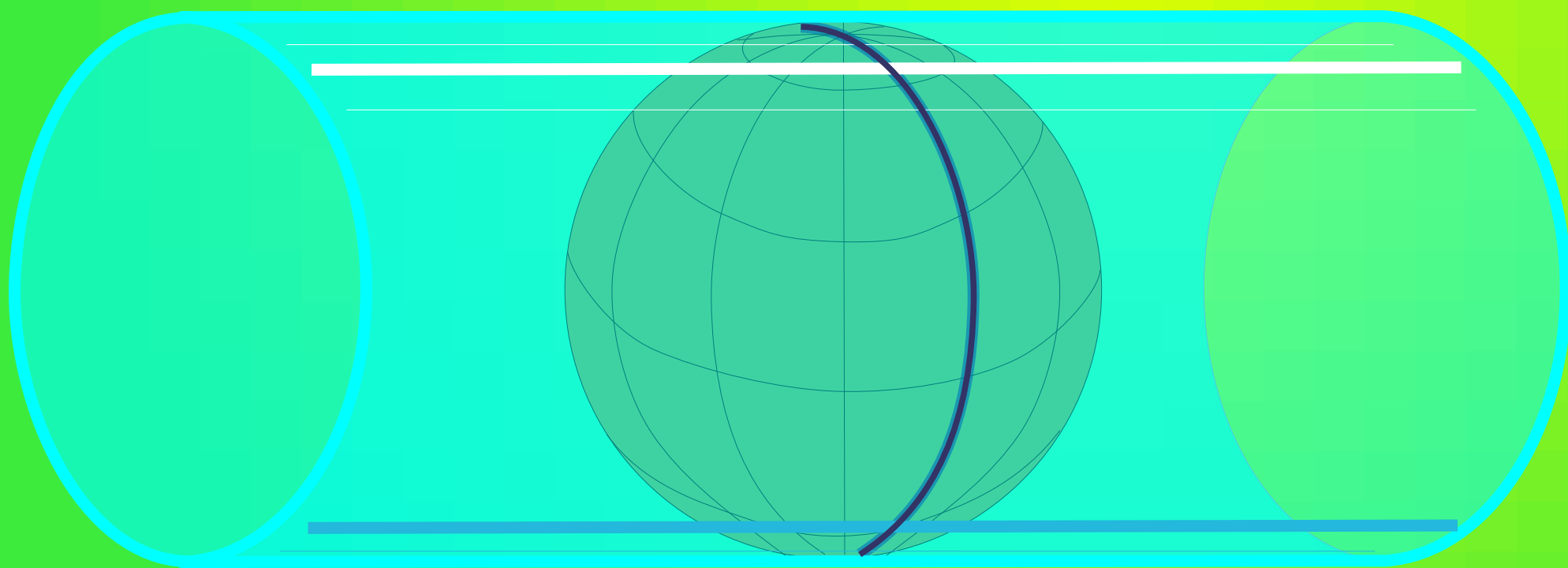


Projekcijas

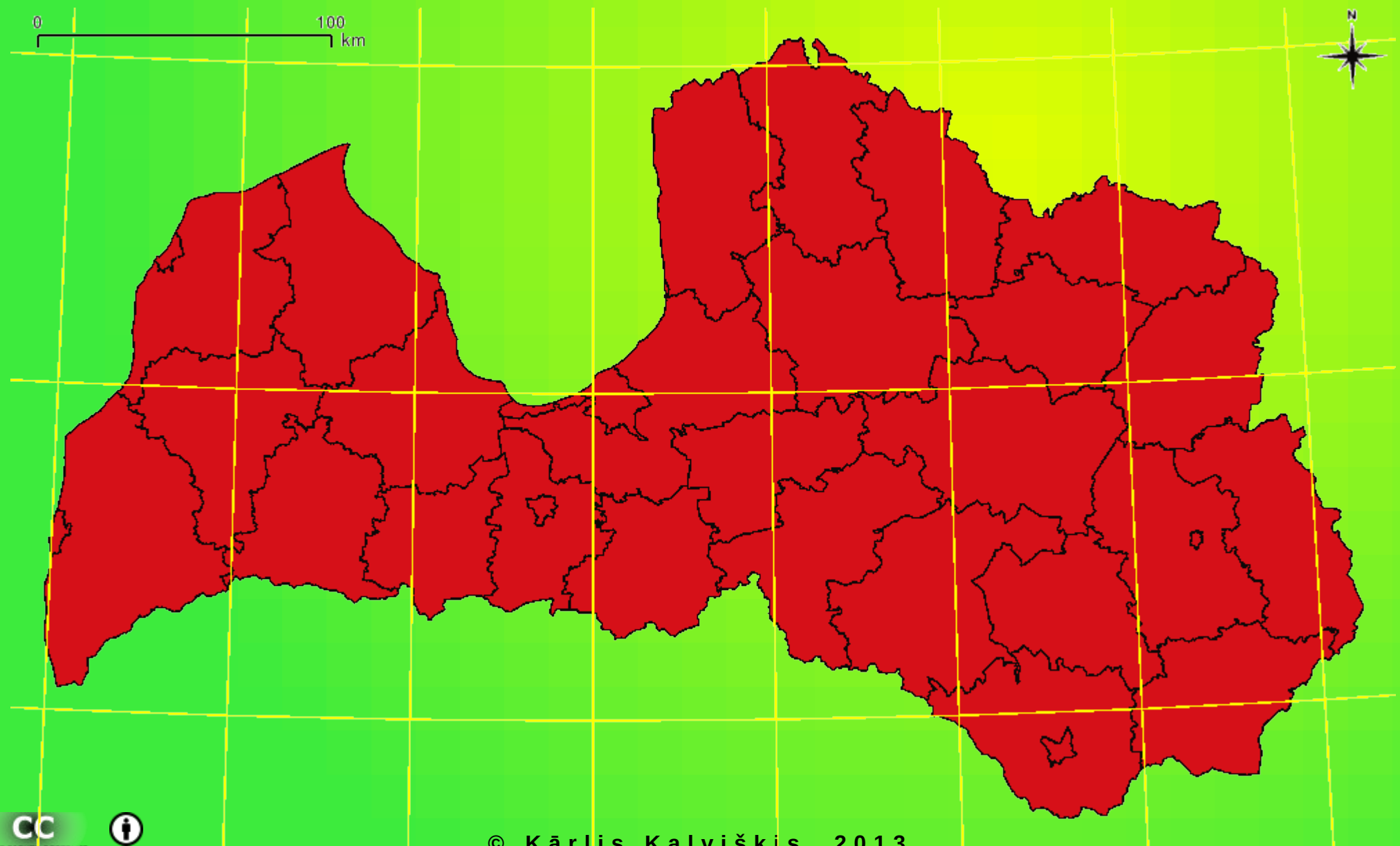


M. Groll, 1912.,
Kartenkunde: I, Die Projektionen,
G. J. Göschen

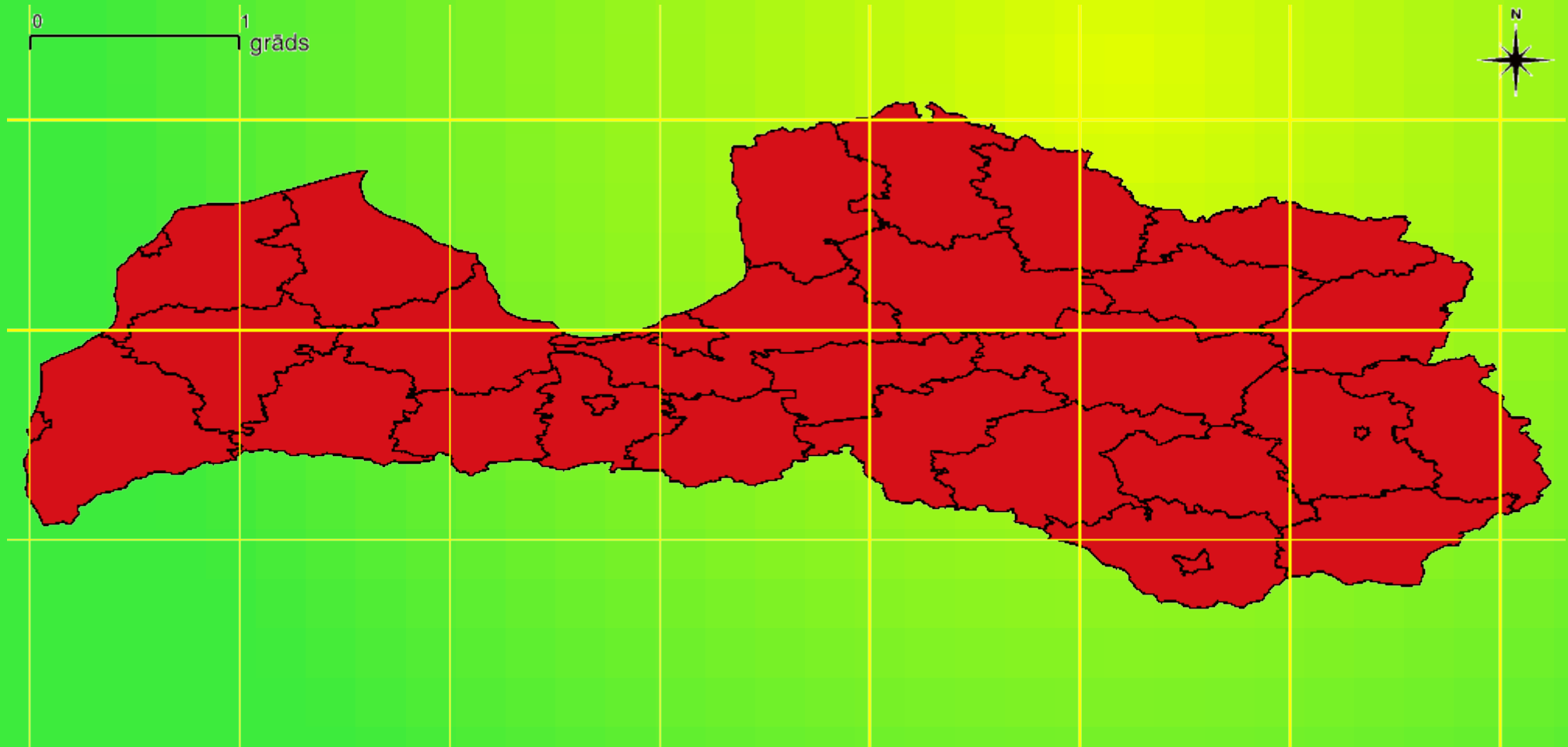
Tranversālā (šķērsā) Merkatora projekcija



Projekcijas (TM)



Projekcijas (Plate Carrée)



Datorprogrammas projekciju izpētei

- Flex Projector
<http://www.flexprojector.com/>
- G.Projector
<http://www.giss.nasa.gov/tools/gprojector/>

Datorprogrammas projekciju izpētei

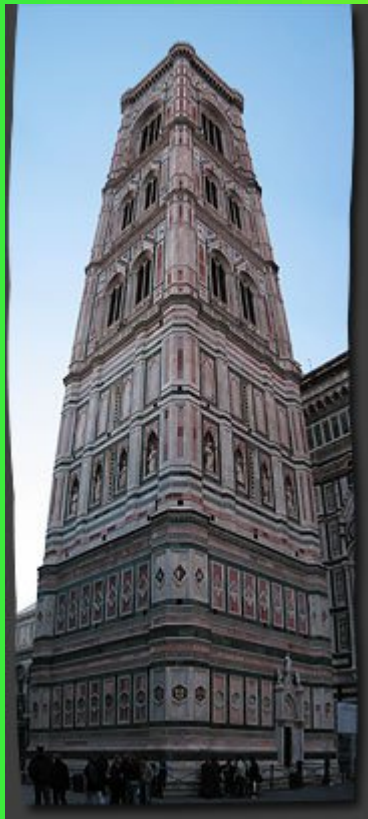
- Henry Bottomley's JavaScript examples
<http://www.btinternet.com/~se16/js/mapproj.htm>
- Map Projections
http://www.uff.br/mapprojections/mp_en.html

Projekciju izmantošana fotogrāfijās



http://wiki.panotools.org/The_General_Panini_Projection

Projekciju izmantošana fotogrāfijās



<http://www.cambridgeincolour.com/tutorials/image-projections.htm>

Telpisko datu digitālā apstrāde Biol2021

Koordinātu sistēmas Latvijā

Kārlis Kalviškis, LU Bioloģijas fakultāte



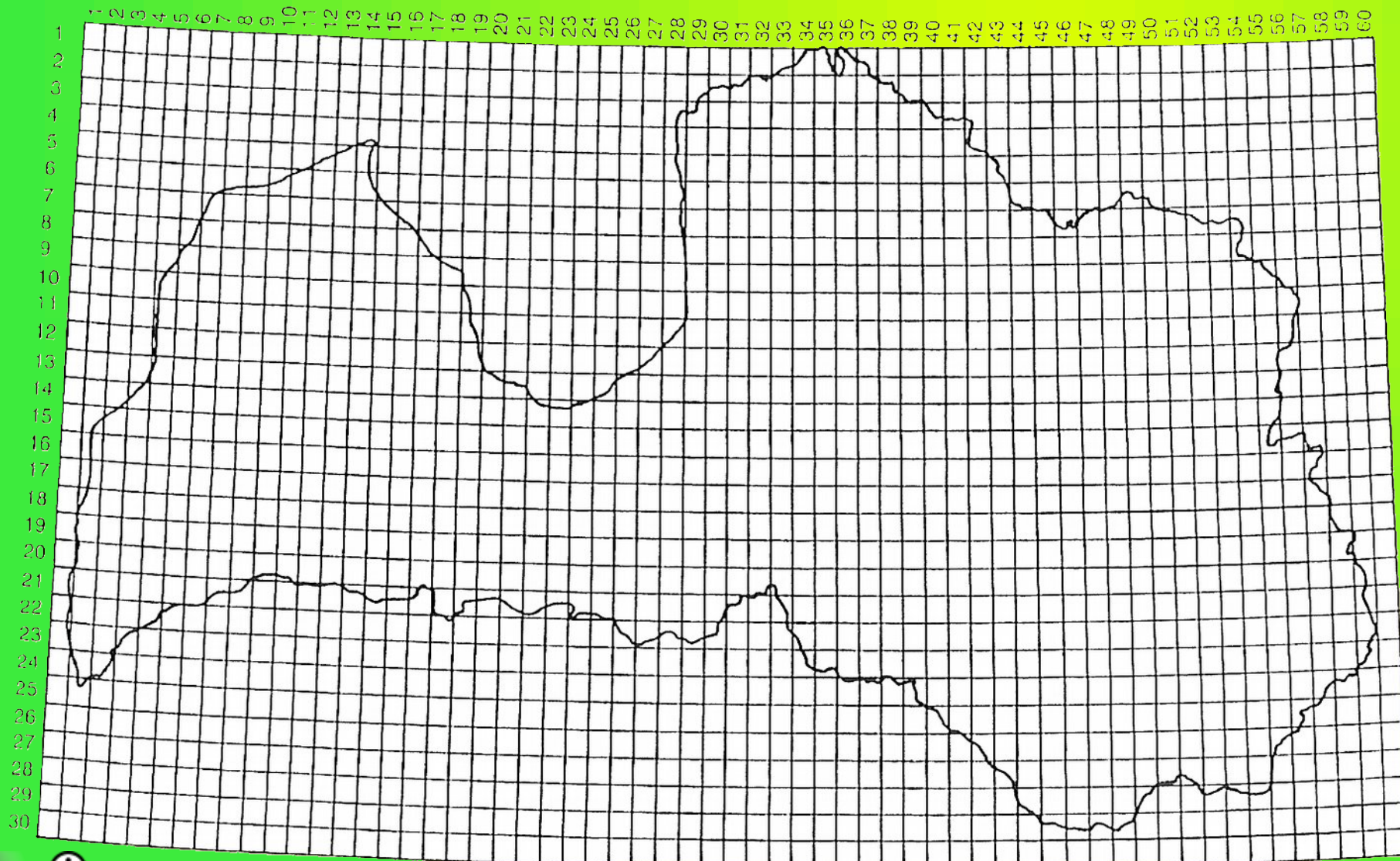
Pirmskara Latvijas topogrāfiskās kartes

- Tiek izmantots Beseļa elipsoīds

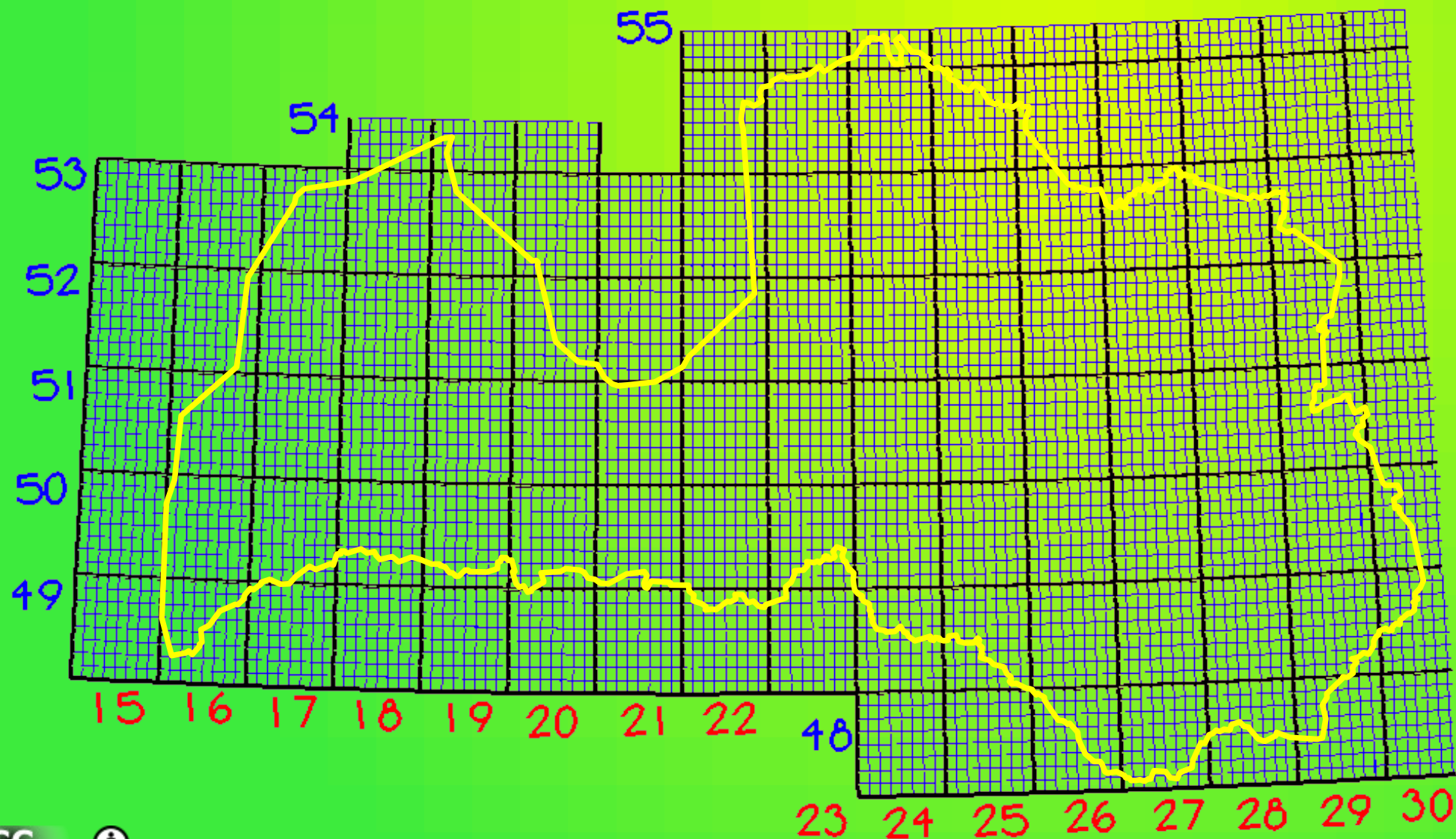
Padomju armijas ģenerālštāba izdotās kartes

- Tiek izmantots Krasovska elipsoīds
- '42. gada koordinātu sistēma
- '63. gada koordinātu sistēma

Augu kartēšana Padomju laikā (grādu tīkls ar 7'30" × 5' iedaļām)

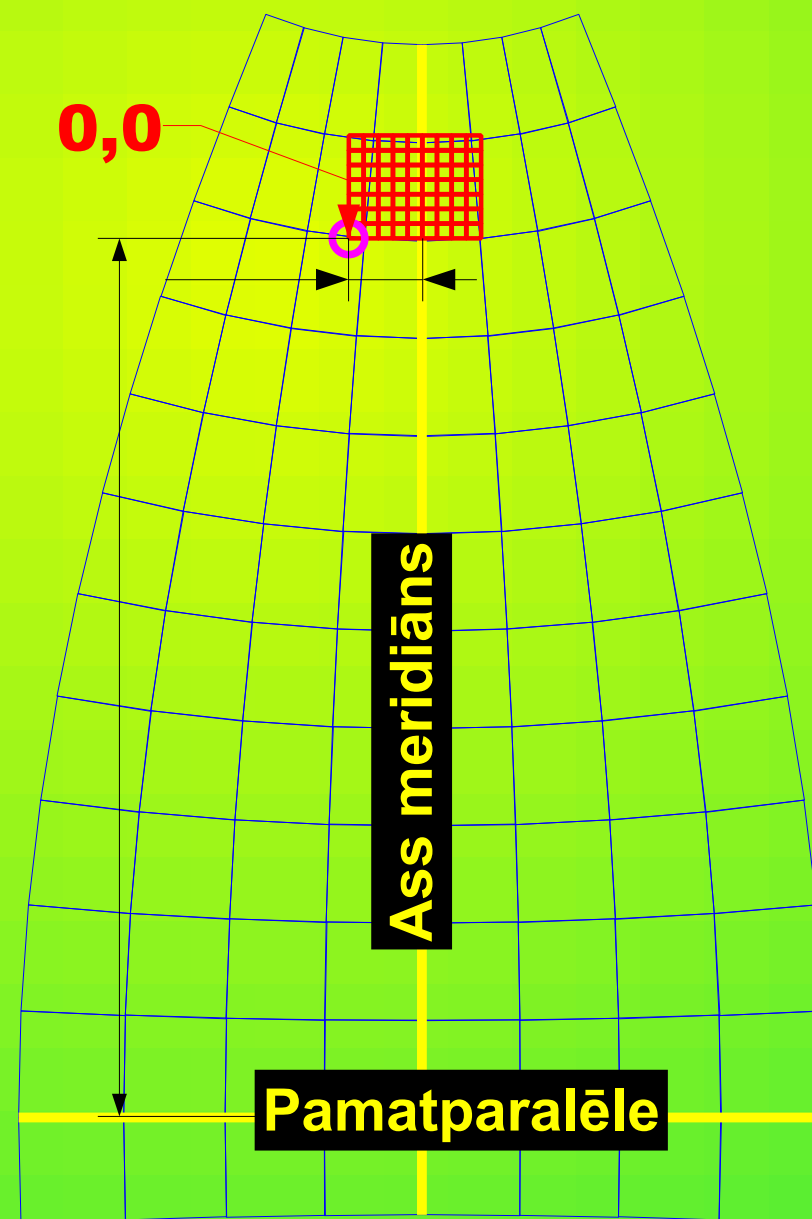


Padomju armijas ģenerālštāba izdotās kartes (TKS-63, 1 : 10 000)

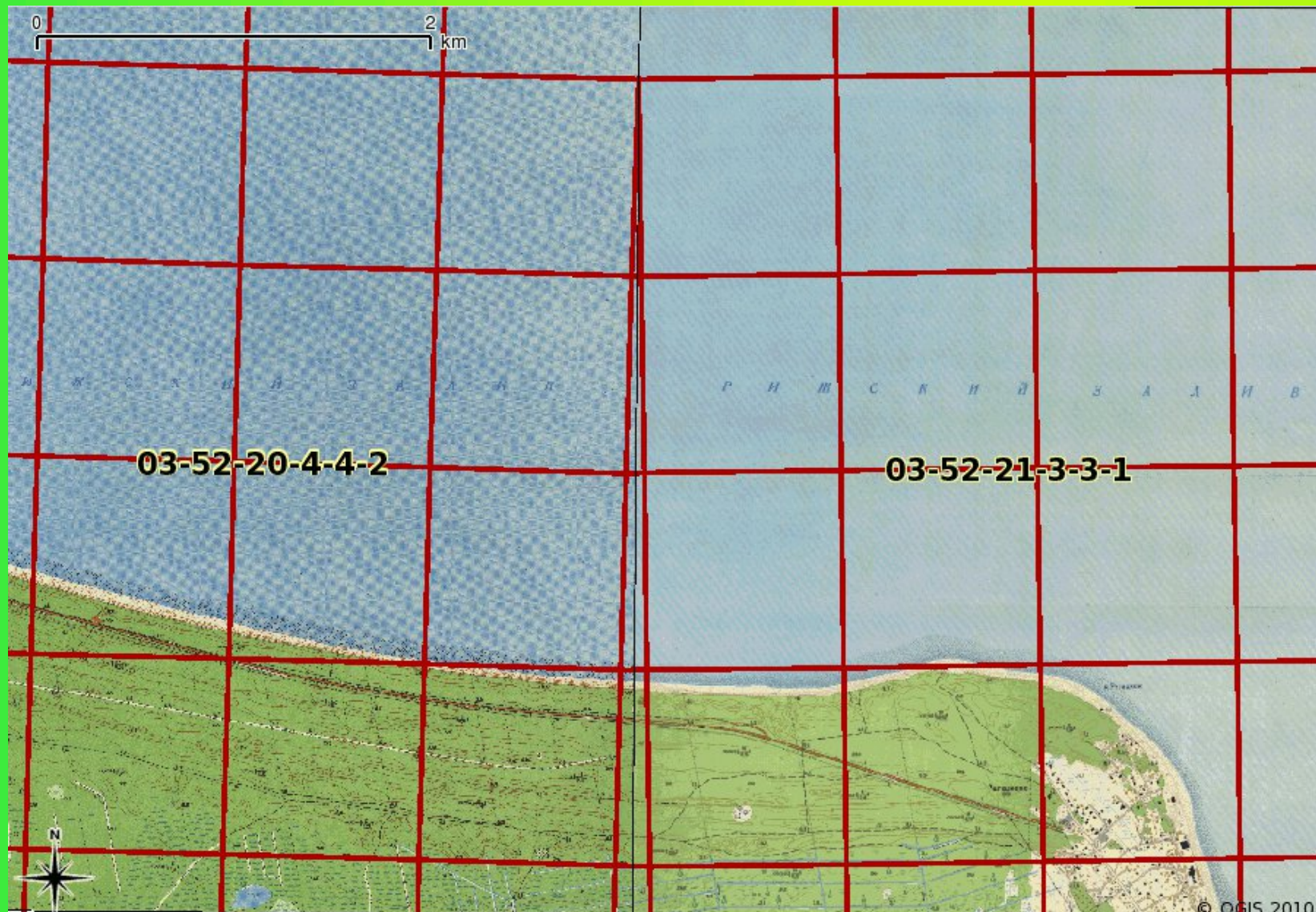


Taisnleņķu koordinātu sistēma

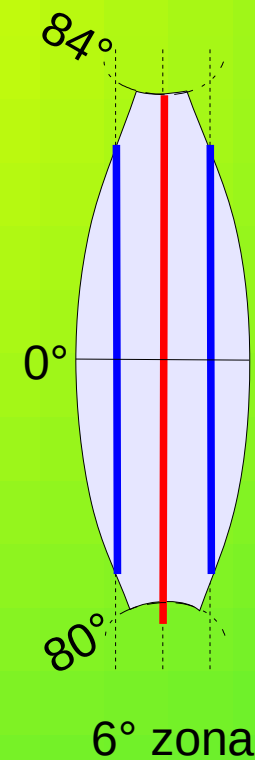
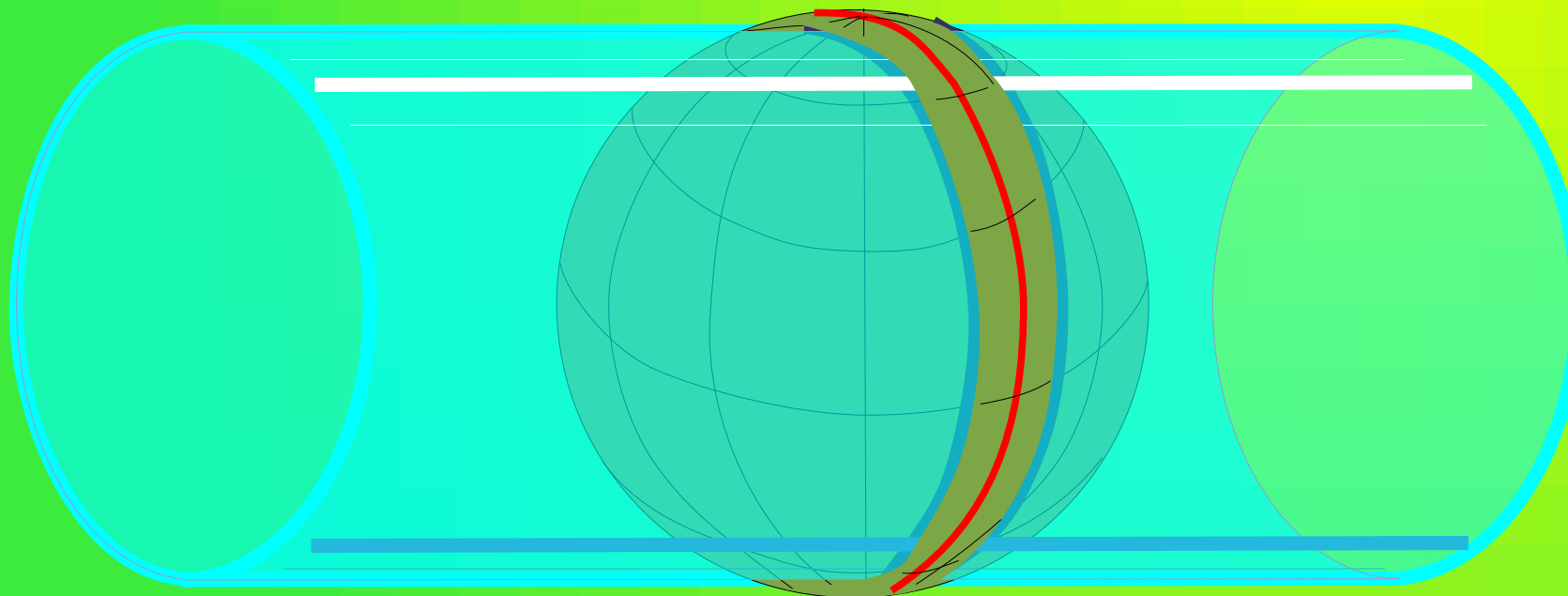
- Lai projicētājā kartē ērtāk būtu veikt dažādus mērījumus, tiek definēta taisnleņķu koordinātu sistēma.



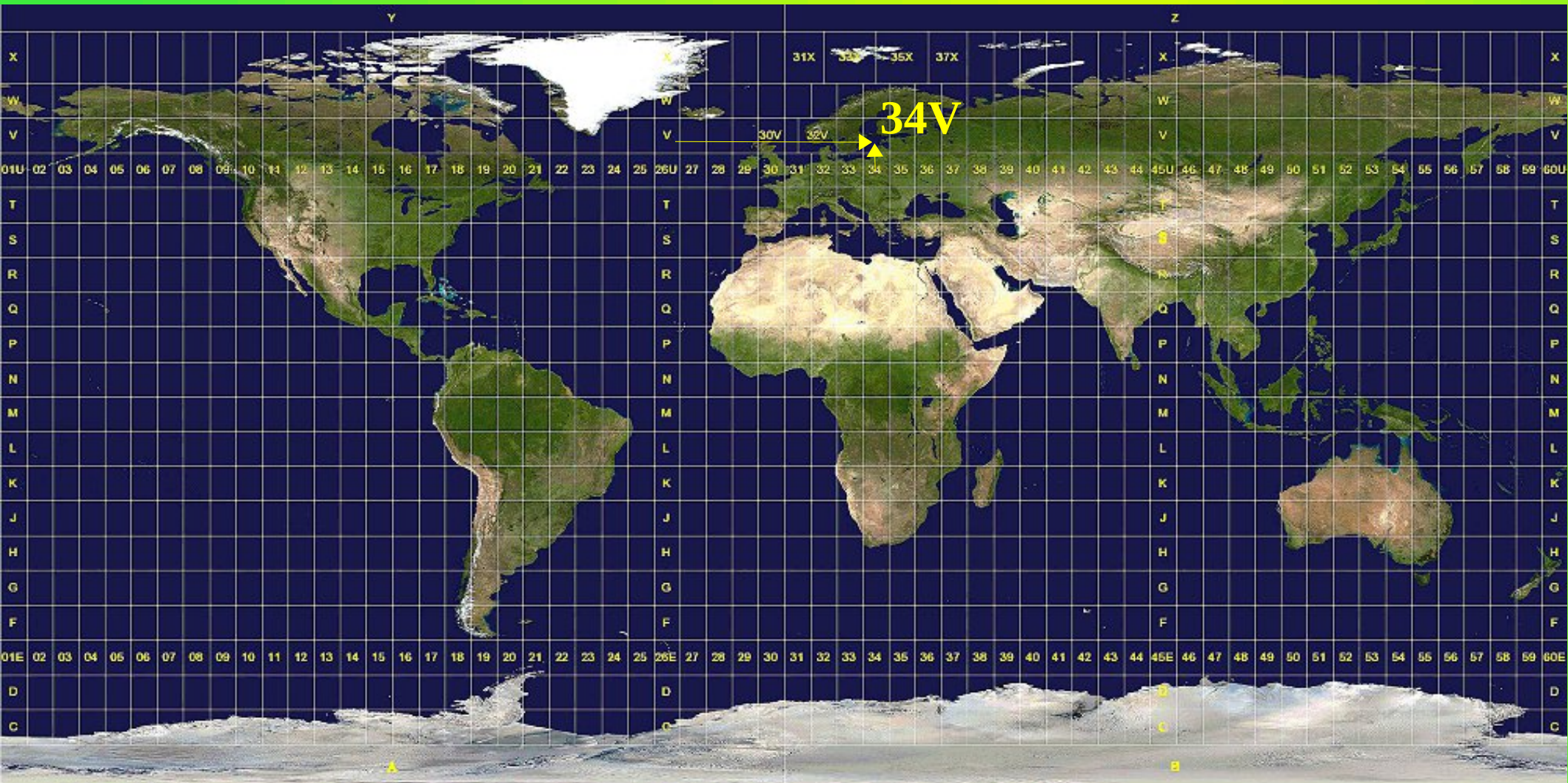
Padomju armijas ģenerālštāba izdotās kartes (TKS-63, 1 : 10 000)



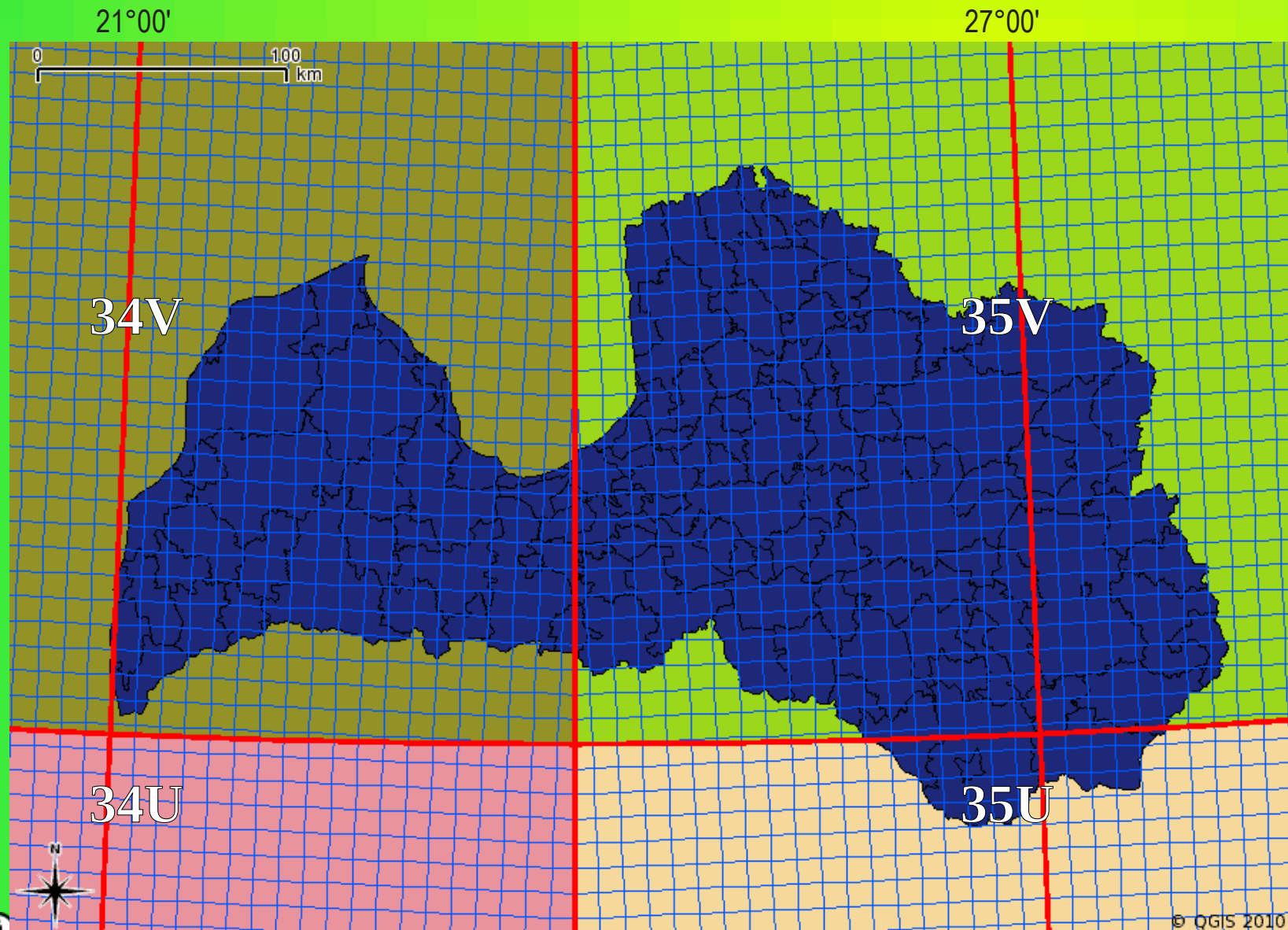
Universālā Tranversālā Merkatora (UTM) projekcija



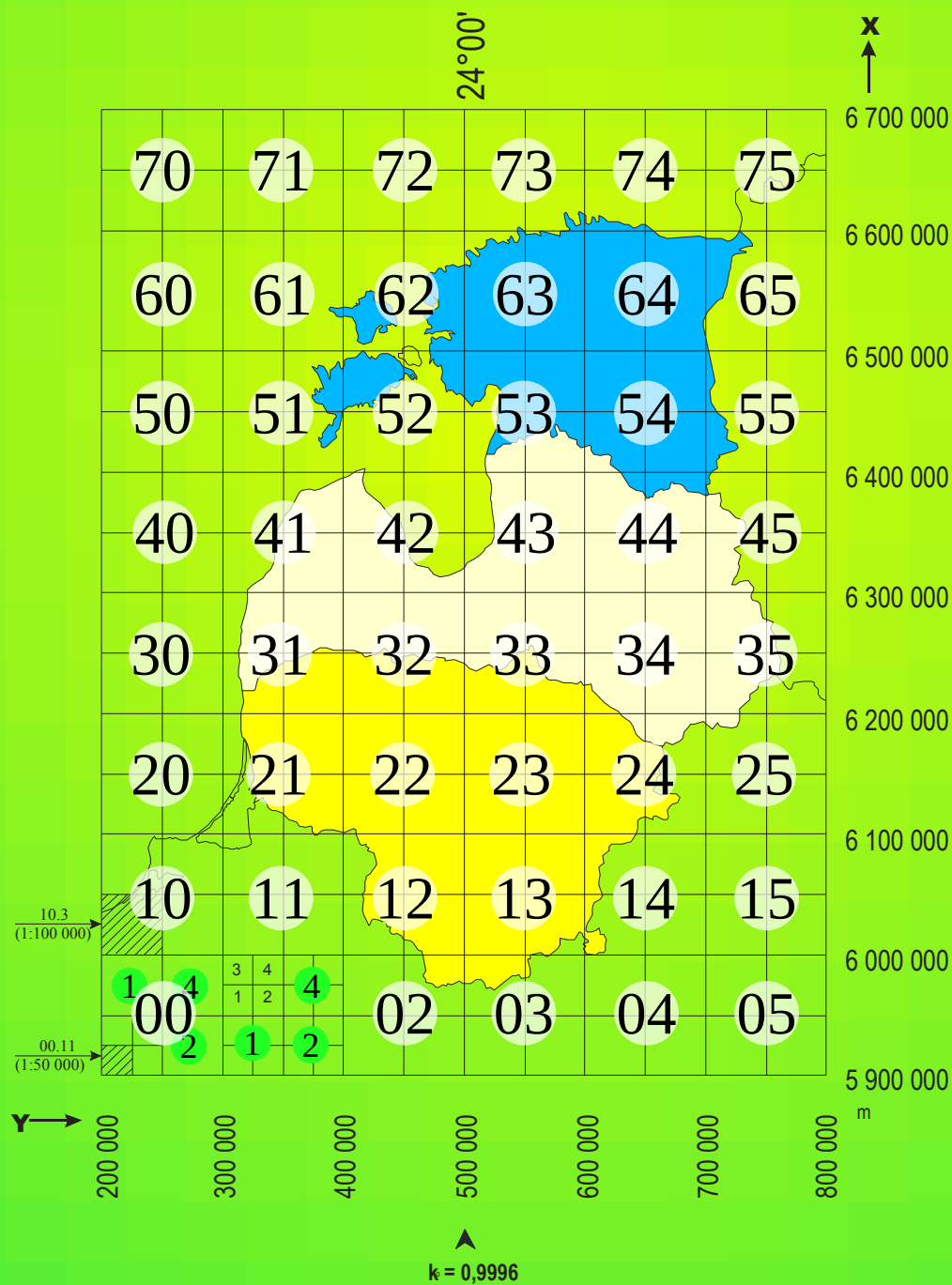
UTM lapu izkārtojums



Latvijas novietojums UTM zonās



ETRS89 / TM Baltic93



Ģeotelpiskās informācijas likums

- Likums Saeimā pieņemts 2009. gada 17. decembrī.
- Valsts prezidents V. Zatlers to parakstījis Rīgā 2009. gada 30. decembrī.
- Stājās spēkā ar 2010. gada 13. janvāri.

Ģeotelpiskās informācijas likums

- *III nodaļa.* Ģeotelpiskās informācijas iegūšana, sagatavošana, apstrāde un uzturēšana
- *11.pants.* Latvijas 1992. gada ģeodēzisko koordinātu sistēma un 1993. gada topogrāfisko karšu sistēma.

Ģeotelpiskās informācijas likums

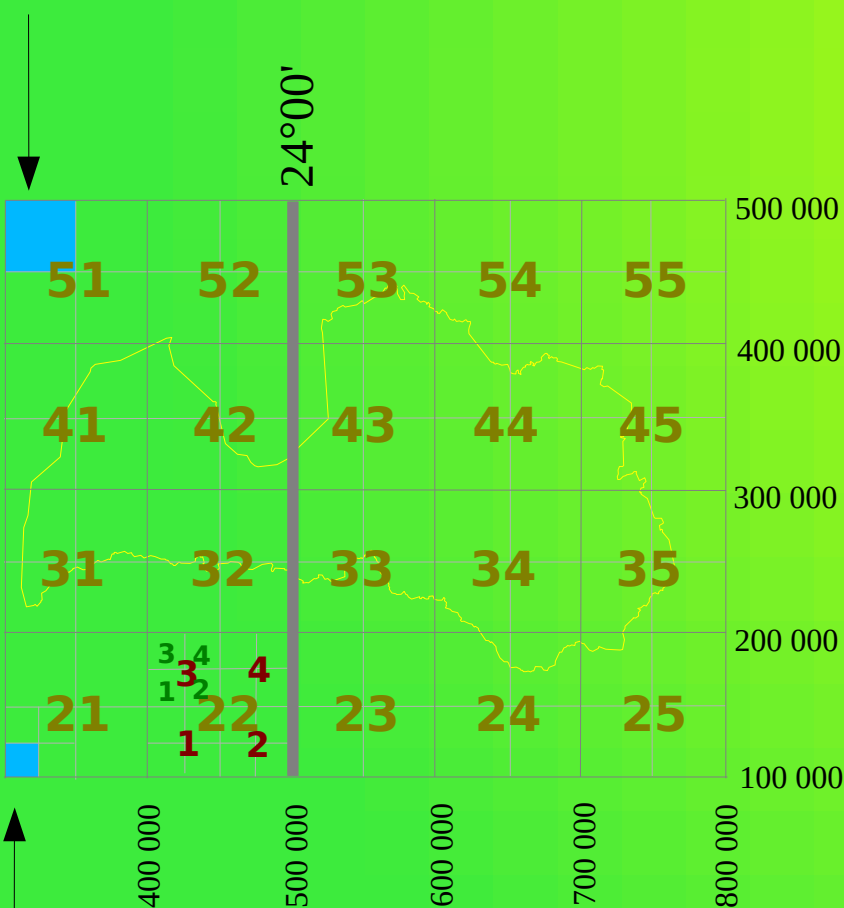
- (3) Ģeotelpiskās informācijas pamatdatu iegūšanā, sagatavošanā un uzturēšanā izmanto Latvijas 1992. gada ģeodēzisko koordinātu sistēmu, 1993. gada topogrāfisko karšu sistēmu un Baltijas 1977. gada normālo augstumu sistēmu. Minēto sistēmu parametrus un to piemērošanas kārtību nosaka Ministru kabinets.

Ģeodēziskās atskaites sistēma un topogrāfisko karšu sistēma

- Ministru kabineta 15.11.2011 noteikumi Nr.879:
 - LKS-92 parametri un piemērošanas kārtība.
 - Baltijas 1977. gada normālo augstumu sistēma.
 - TKS-93 parametri un piemērošanas kārtība.
 - valsts ģeodēziskā tīkla izveide.
 - LatPos sistēmas izveide un izmantošana.
 - Ģeodēziskās atskaites sistēmas izmantošana un uzturēšana.
 - Prasības par LKS-92 TM sāk piemērot ne vēlāk kā 2014. gada 1. janvārī.

LKS-92, TKS-93

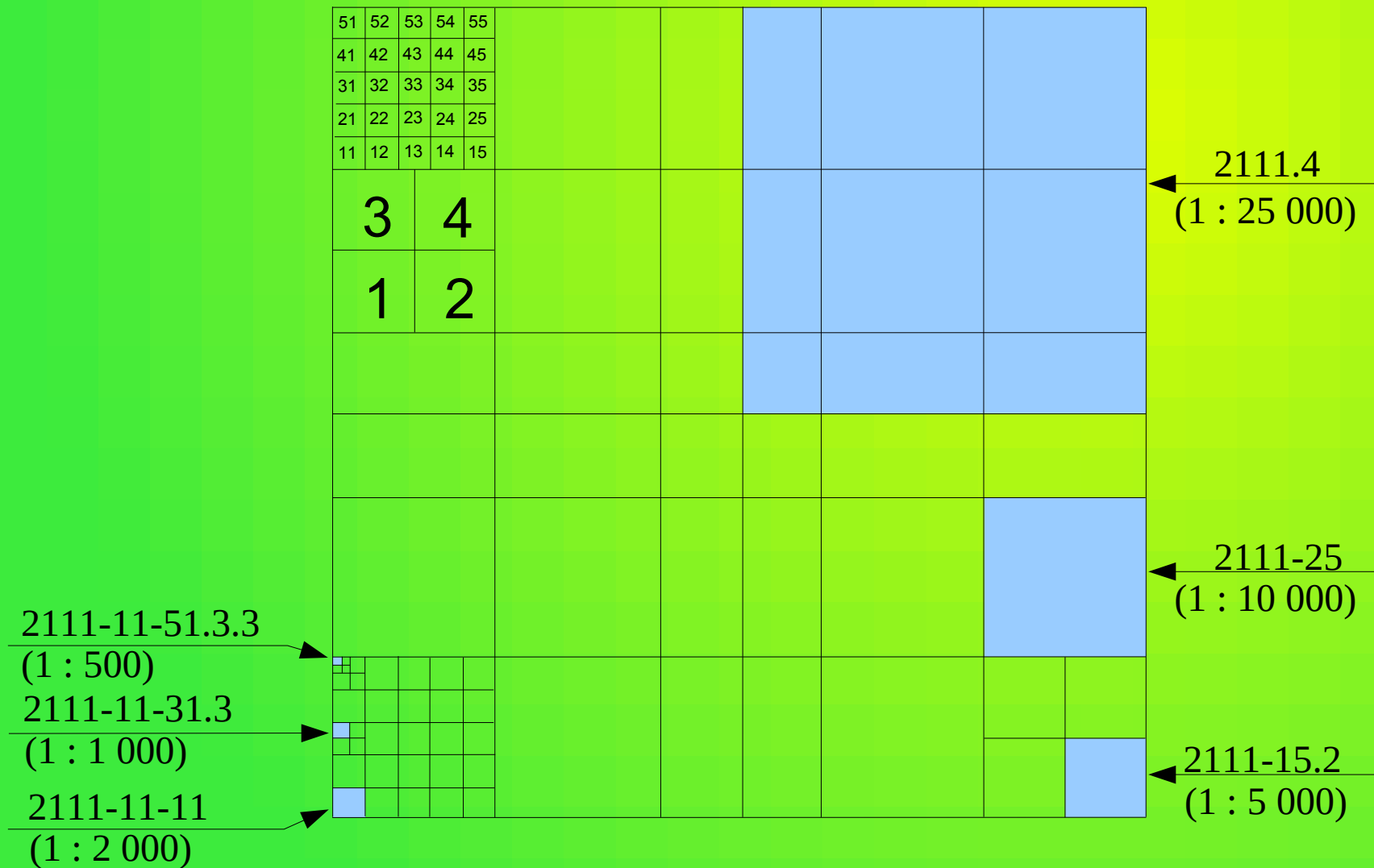
513
(1 : 100 000)



2111
(1 : 50 000)

- Elipsoīds (*Datum*): **WGS 84 (~GRS 1980)**
- Projekcija (*Projection*):
Transversālā Merkatora (TM)
- Ass meridiāns (*Central Meridian*): **24°E**
- Pamatparalēle (*Latitude Of Origin*): **0°**
- Nobīde austrumu virzienā (*False Easting*): **500 000 m**
- Nobīde ziemeļu virzienā (*False Northing*): **-6 000 000 m** (ir sastopamas kartes ar **0 m**, bet tad tā ir *ETRS89/TM Baltic* projekcija)
- Mēroga koeficients (*Scale_Factor*): **0.9996**
- Vienības (*Unit*): **m**

1 : 50 000 lapas «2111» iedalījums lielāku mērogu lapās



Piekrastes projektā izveidotā karšu nomenklatūra

- TKS-93 trūkums:
 - par pamatu izmanto 50×50 cm karšu lapas kvadrātu, kas nav parocīgs ne izdrukājot, ne strādājot lauka apstākļos.

Piekrastes projektā izveidotā karšu nomenklatūra

- Nosacījumi jaunveidojamām karšu lapām:
 - Izdrukām jāiekļaujas A4 formāta lapā;
 - Mērogs – 1 : 5 000 (1 mm uz papīra atbilst 5 m dabā – mazākai kartējamai vienībai);
 - Koordinātu sistēma – LKS-92

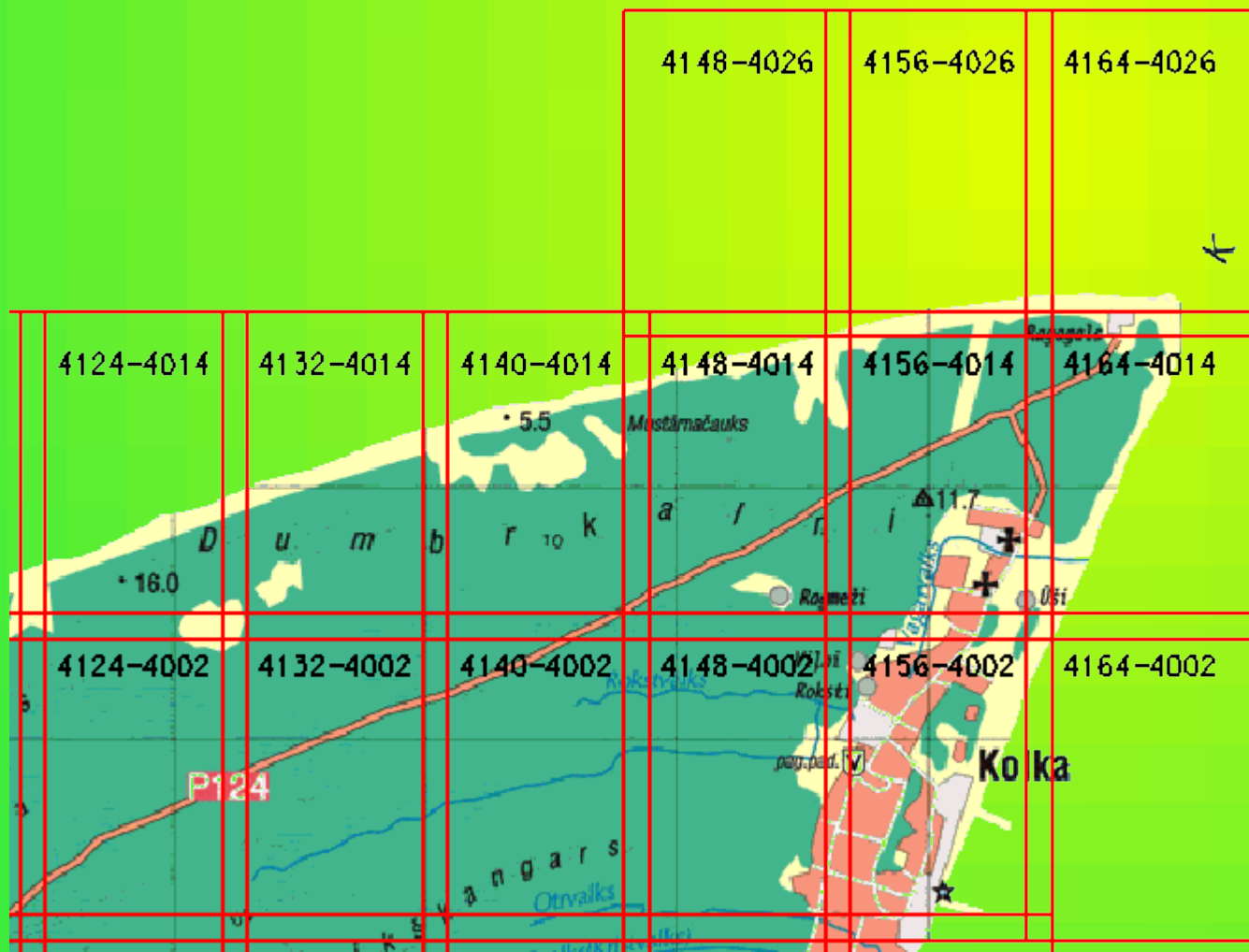
Piekrastes projektā izveidotā karšu nomenklatūra

- Jauno karšu lapu parametri:
 - Nosaukumu veido no apakšējā kreisā stūra x un y koordinātu pirmajiem četriem cipariem;
 - Sākumpunkts: 302000, 171000 (apakšējais kreisais stūris);

Piekrastes projektā izveidotā karšu nomenklatūra

- Jauno karšu lapu parametri:
 - Teritorija dabā: 900 × 1300 m (ieskaitot pārsedzi);
 - Lapu pāredze: 100 m (2 cm uz papīra);
 - Izdrukas izmērs: 18 × 26 cm.
- <http://priede.bf.lu.lv/scripts/atteli/albums.cgi?d=biotopi&f=3&s=k>

Piekrastes projektā izveidotā karšu nomenklatūra



Piekrastes projektā izveidotā karšu nomenklatūra



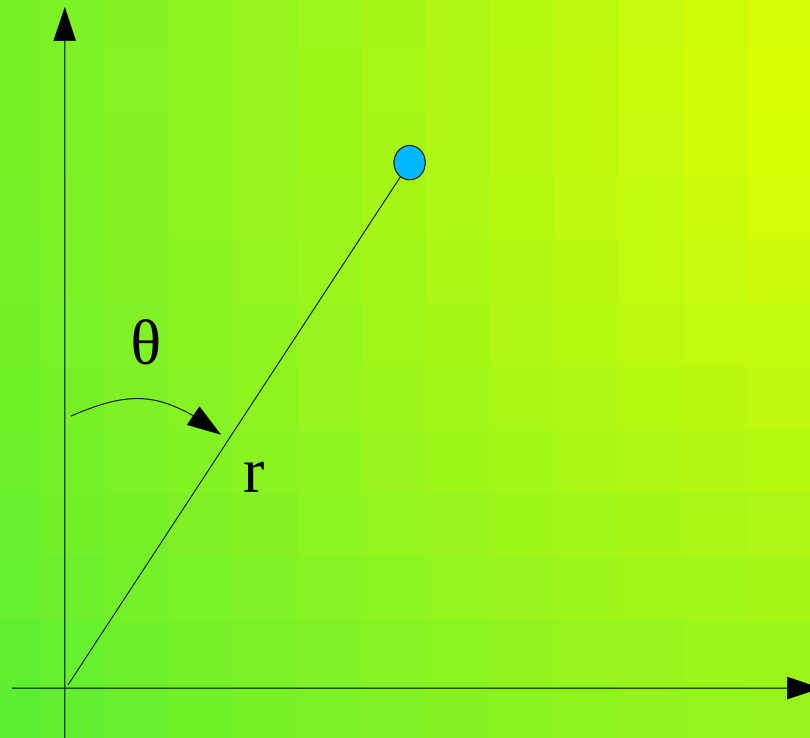
Telpisko datu digitālā apstrāde Biol2021

Citas veida koordinātu sistēmas

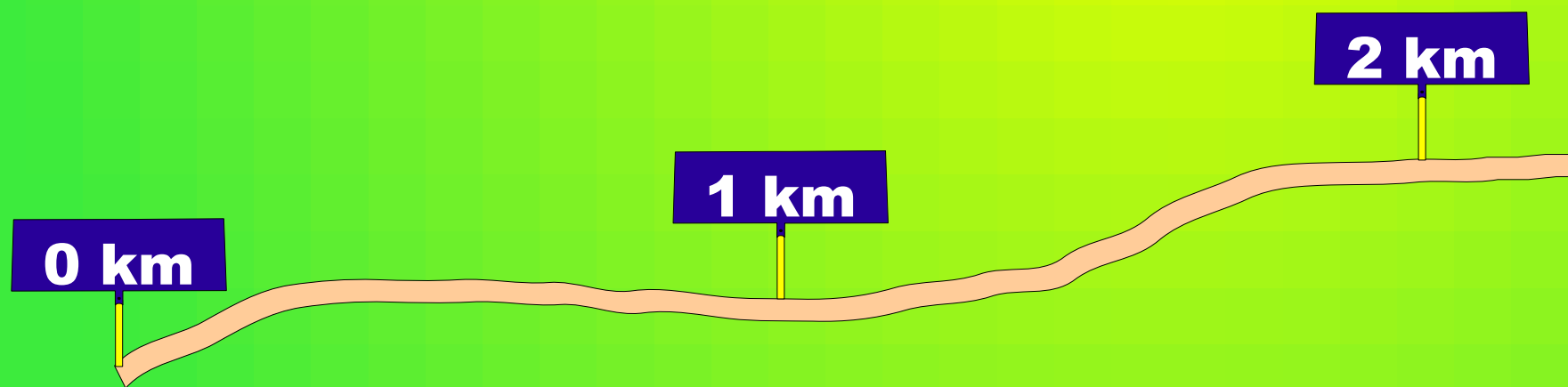
Kārlis Kalviškis, LU Bioloģijas fakultāte



Polāro koordinātu sistēma



Lineārās atskaites koordinātu sistēma



Ģeokodēšana

- Mājas adreses.
- Pasta nodaļas.
- Rajoni.
- Vietvārdi.
- Izvietojums noteiktā tīklojumā.
- ...

„Būvlaukuma” ģeodēzija.

- Vietējie mērījumi parauglaukumā.
- Nav jāņem vērā Zemes izliekums.

Perspektīva

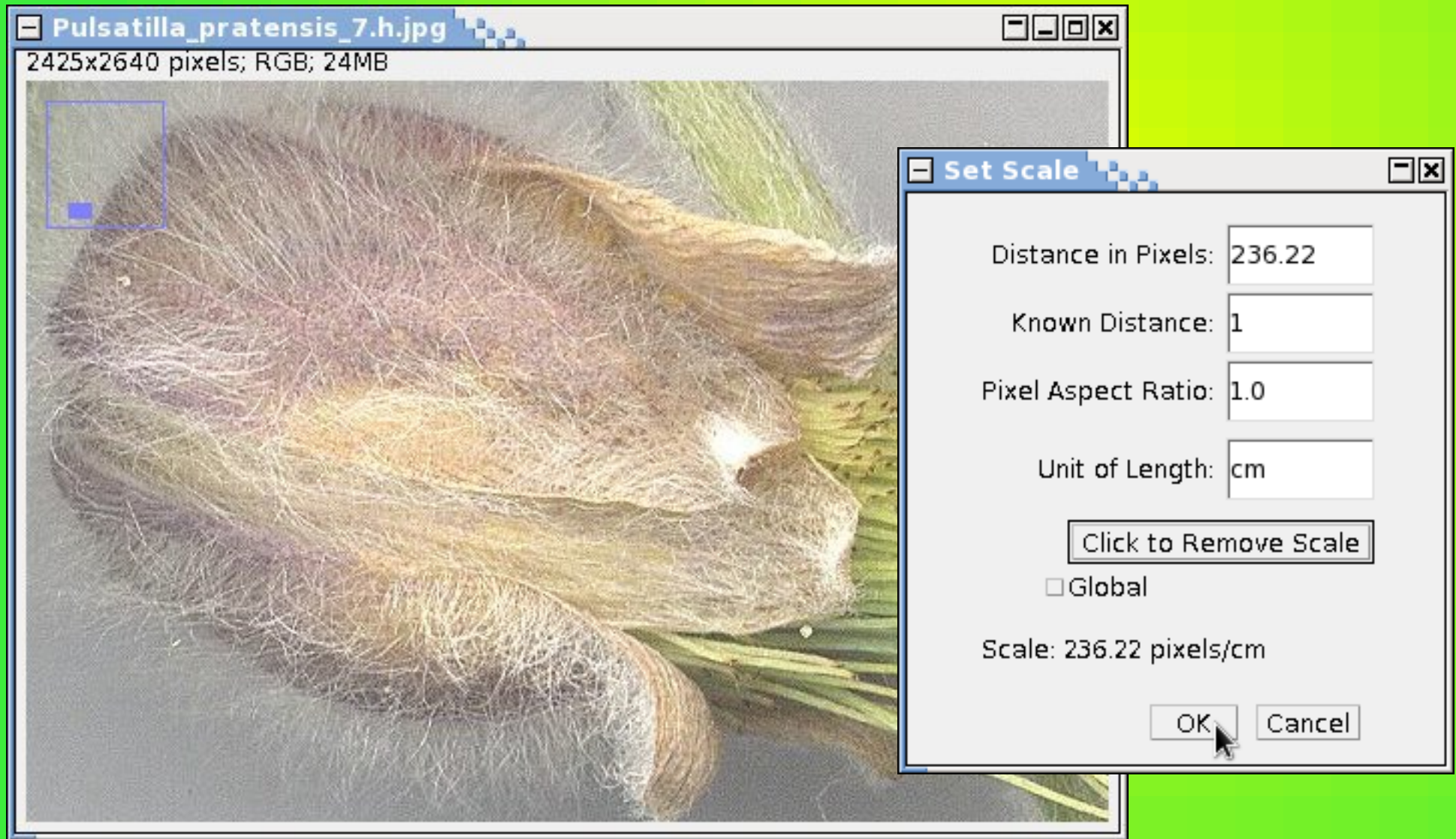


Nosacīto koordinātu tīkls

	A	B	C	D	E	F	
1							
2							
3							
4							



Attēla koordinātas



1 colla = 2,54 cm \rightarrow 600 dpi = 236,22 pikseļi/cm

Telpisko datu digitālā apstrāde

Biol2021

Karte kā pasaules modelis

Kārlis Kalviškis, LU Bioloģijas fakultāte



Karšu precizitāte

- Ģeneralizācijas pakāpe
- Attēlotie objekti
- Tīši un netīši sagrozījumi

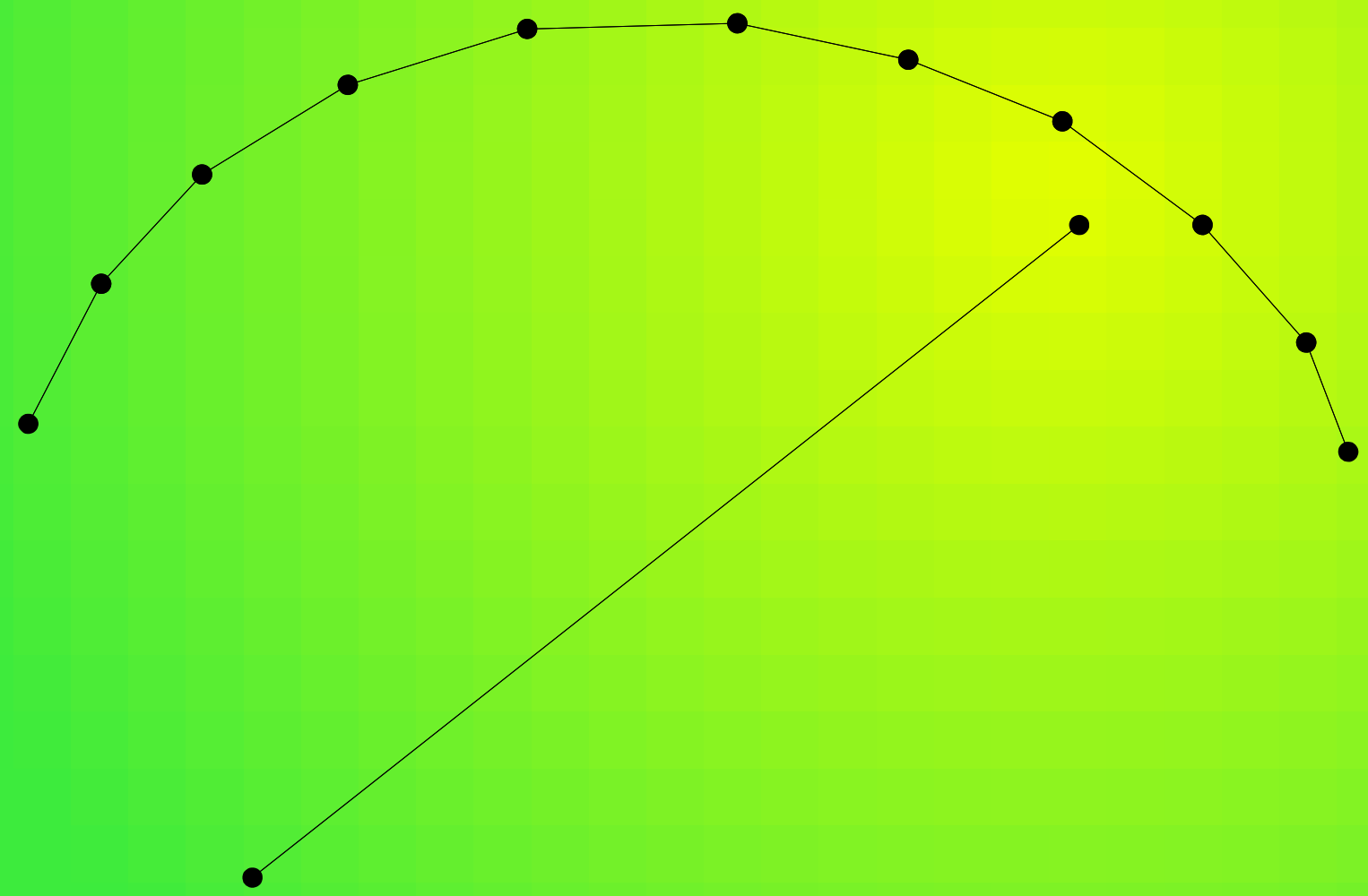
Karšu precizitāte

- Papīru karšu precizitāti ietekmē pats papīrs, vai tā aizvietotājs, mitrums, temperatūra, glabāšanas apstākļi.
- Jebkura papīra karte ir jau novecojusies tās izdošanas brīdī.

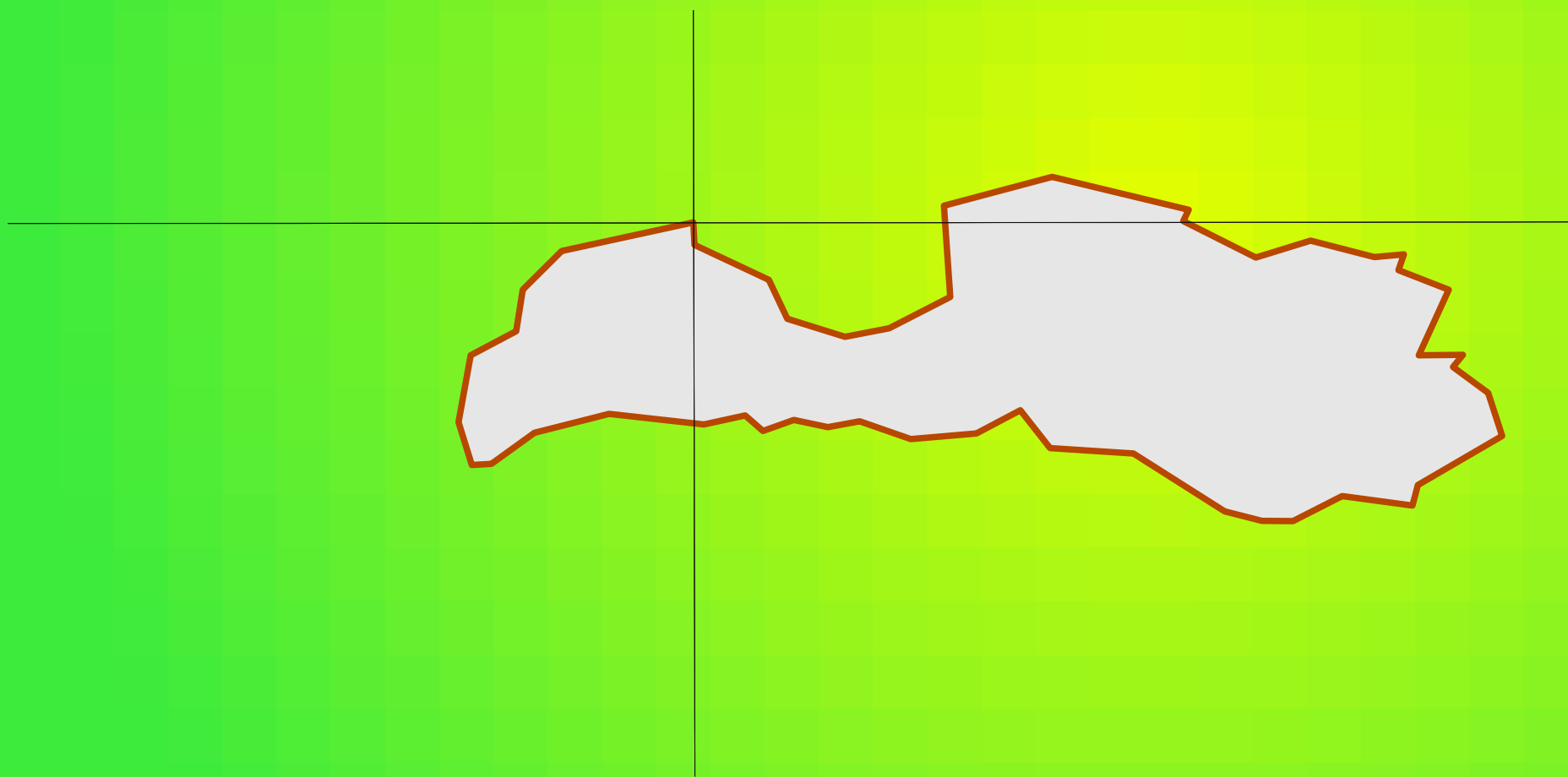
Ģeneralizācijas pakāpe

- Kādam mērogam karte ir piemērota.
 - 1 : 10 000 kartei piemēroti telpiskie dati veidos pārblīvētu attēlu kartē, kas izdrukāta mazākā mērogā, piemēram, 1 : 200 000.
 - 1 : 200 000 kartei piemērotie telpiskie dati veidos rupju zīmējumu lielāka mēroga, piemēram, 10 000, kartē.

Punktu skaits līnijā

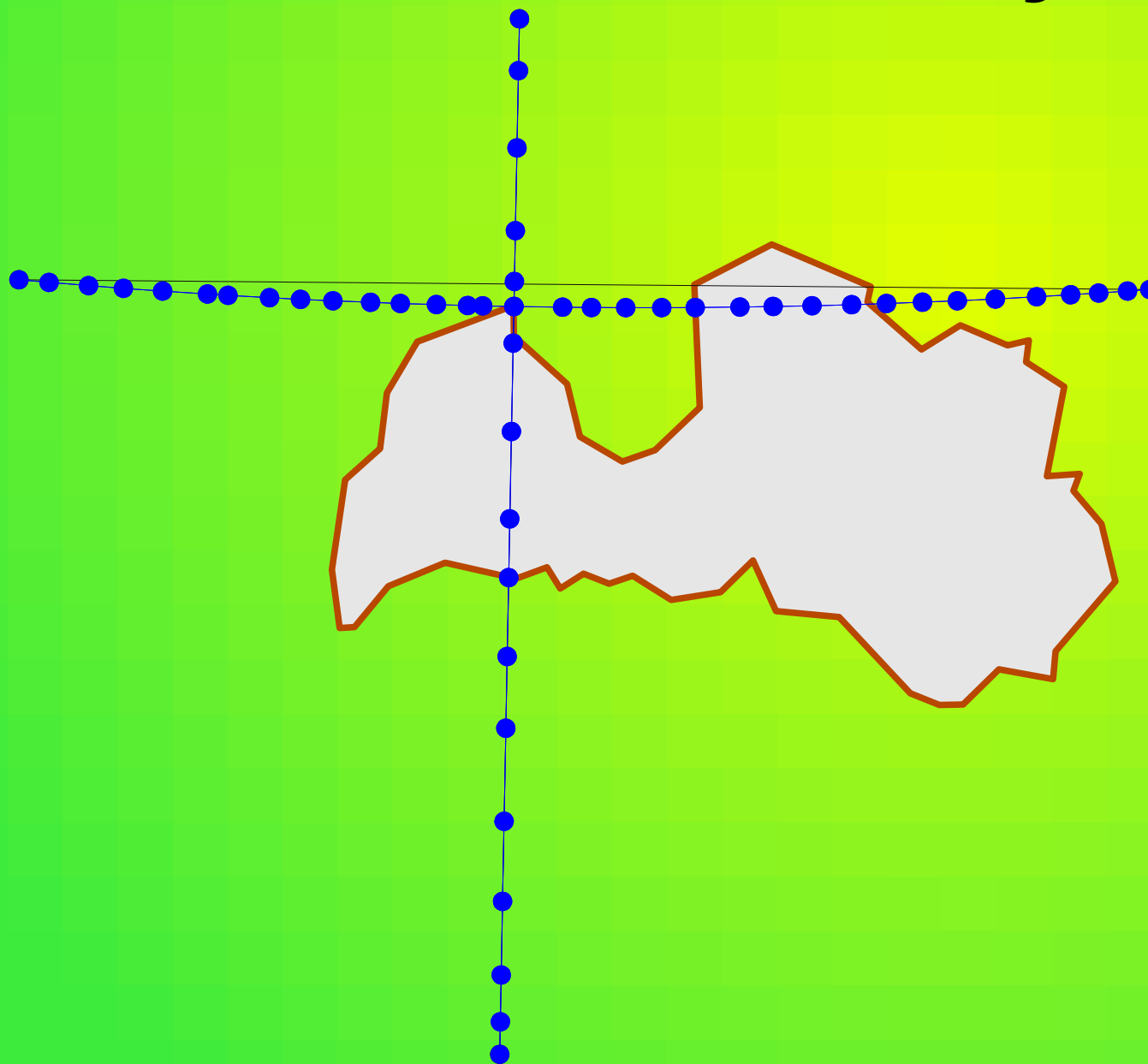


Koordinātu tīkls kā līnijas



WGS 84 ģeogrāfiskās koordinātās

Koordinātu tīkls kā līnijas



LKS 92 TM

Ģeneralizācijas pakāpe



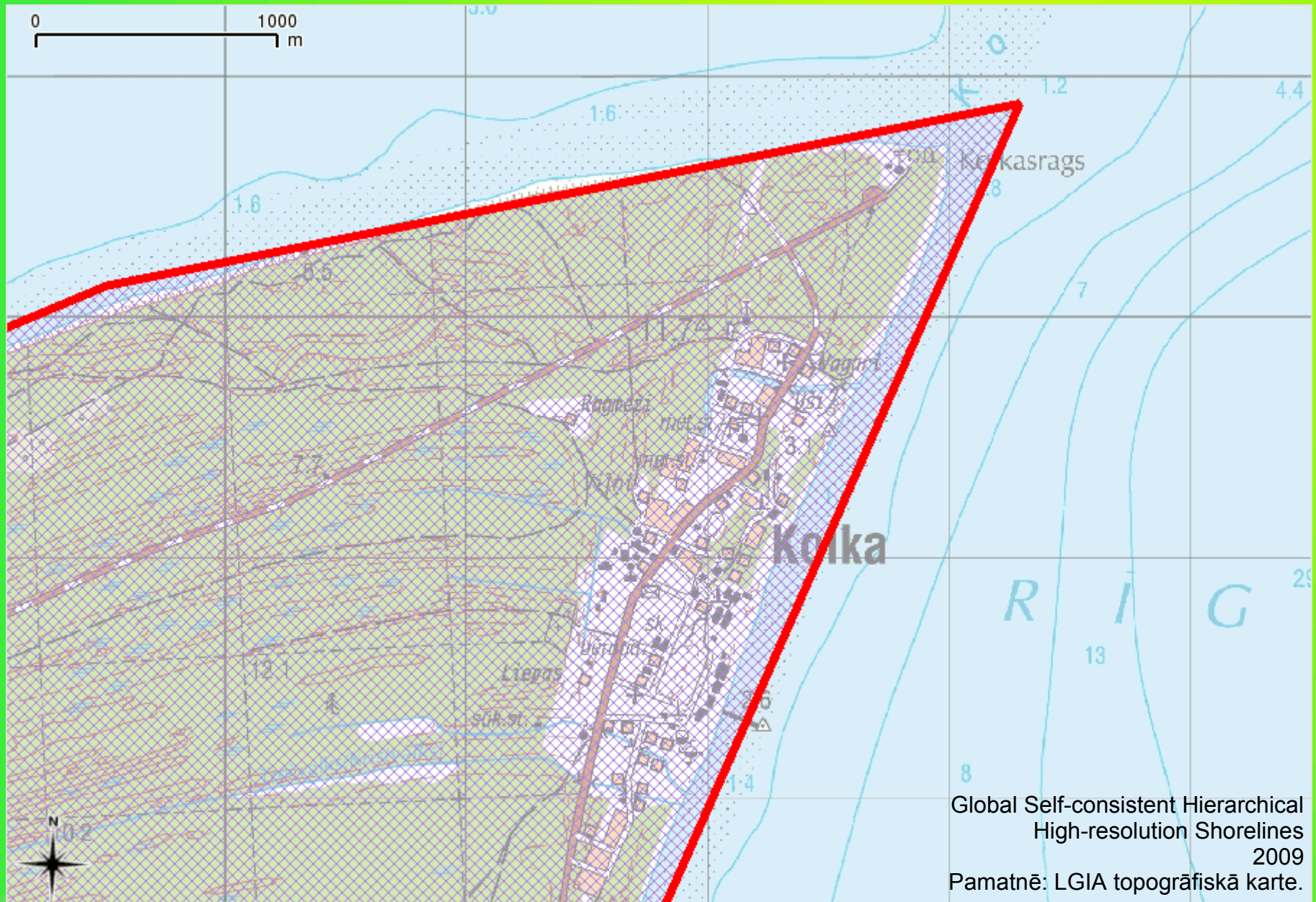
Generalizācijas pakāpe



Tūrisma karte
M 1 : 200 000, 2009.



Ģeneralizācijas pakāpe



Global Self-consistent Hierarchical
High-resolution Shorelines
2009
Pamatnē: LGIA topogrāfiskā karte.

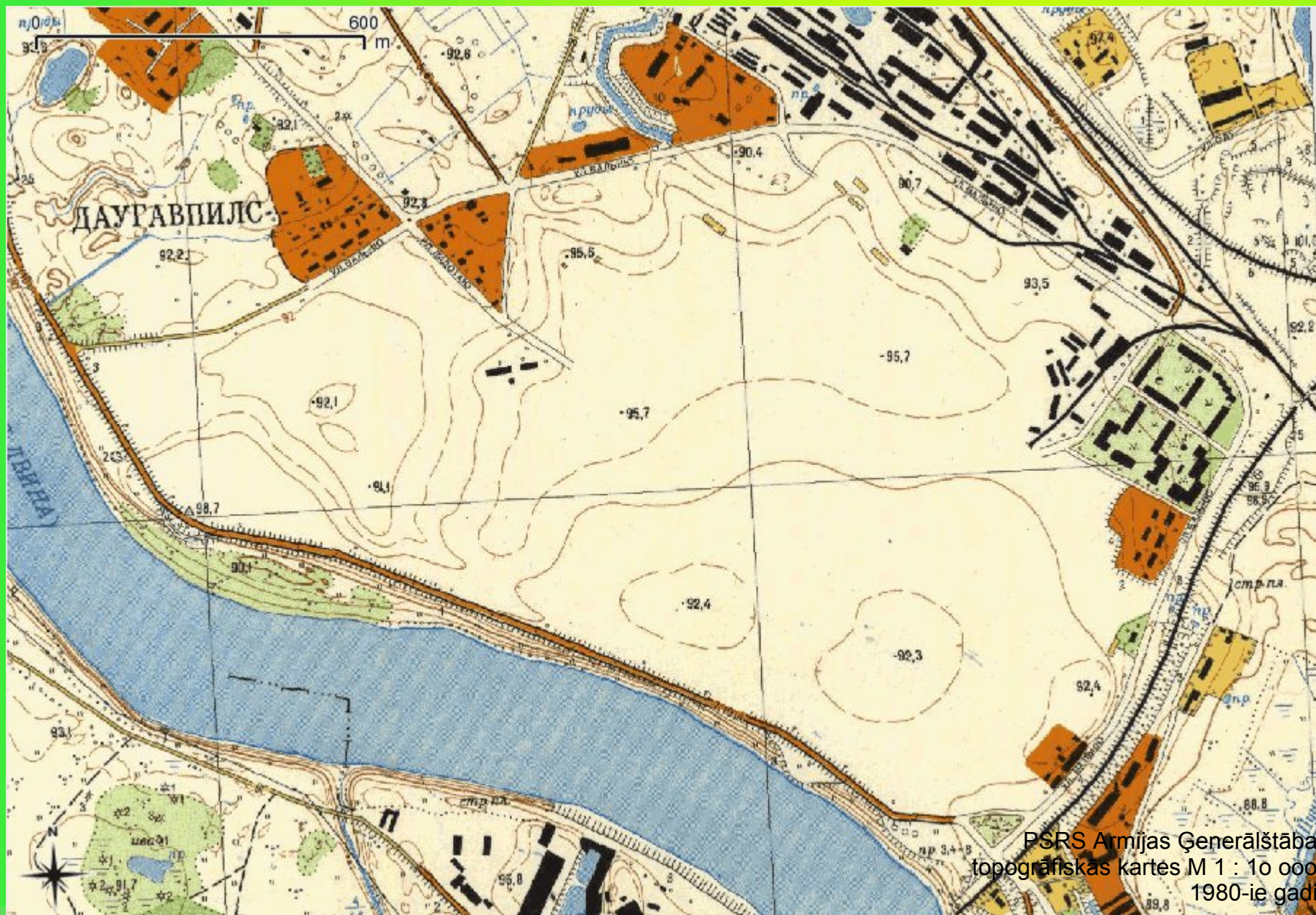
Sagrozijumi kartēs



Sagrozijumi kartēs



Sagrozījumi kartēs



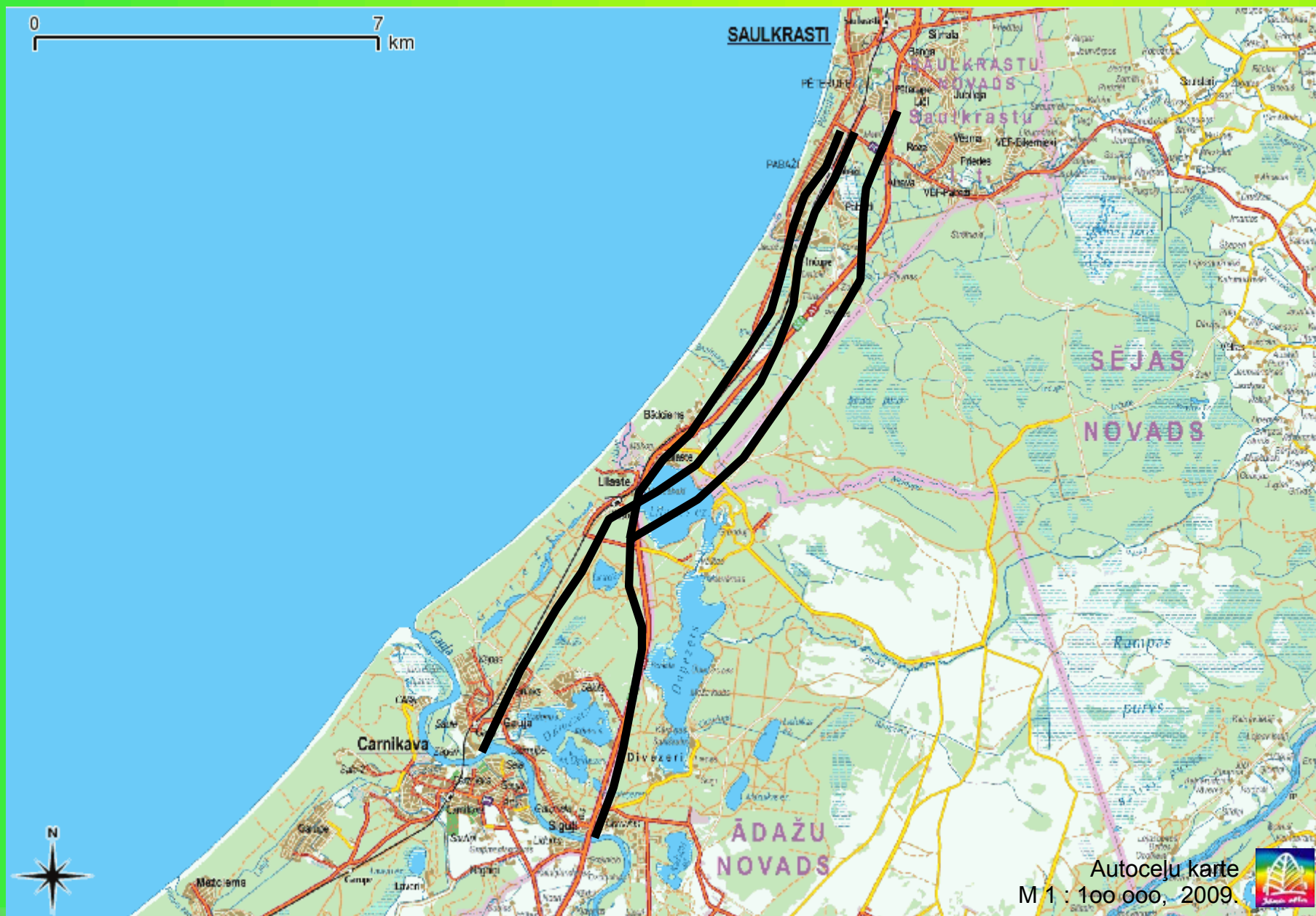
Sagrozijumi kartēs



Sagrozijumi kartēs



Sagrozijumi kartēs



Informācija uz kartes malām

- Elipsoīds, projekcija, koordinātu tīkls.
- Koordinātu atskaite, augstumu atskaite.
- Kartes lapas nomenklatūra un nosaukums.
- Apzīmes un izmantotie klasifikatori.
- Ģeneralizācijas pakāpe un/vai mērogs.

Informācija uz kartes malām

- Apvidus uzmērišanas datums jeb izmantotā pamatne.
- Kartes izdošanas datums.
- Kartes sastādītājs un izdevējs, autortiesības.

Telpisko datu digitālā apstrāde

Biol2021

Izmantotā literatūra

Kārlis Kalviškis, LU Bioloģijas fakultāte



Literatūra

- *Autoru kolektīvs Ditas Praves vadībā*, 2001., **Mūsdienu Latvijas topogrāfiskās kartes**, Valsts Zemes Dienests, 204 lpp.; ISBN 9984-9508-2-4
- *Jānis Štrauhmanis*, 2004., **Kartogrāfija**, RTU izdevniecība, 109 lpp.; ISBN 9984-32-704-3

Literatūra

- *Brigita Helfriča, Inese Bīmane, Maigonis Kronbergs, Uldis Zuments, 2007., Ģeodēzija, Latvijas Ģeotelpiskās informācijas aģentūra, 263 lpp.; ISBN 9984-28-428-X*

Literatūra

- 17.12.2009. likums „**Ģeotelpiskās informācijas likums**”, («LV», 205 (4191), 30.12.2009.) [spēkā ar 13.01.2010.]
- Latvijas kartogrāfijas attīstības koncepcija, Akceptēta Ministru kabineta 1995. gada 23. maija sēdē.

Literatūra

- *Mark Monmonier*, 1996., **How to lie with maps**, The University of Chicago Press, 207 lpp.; ISBN: 0226534219

Tīmekļa vietnes

- *Carlos A. Furuti*, **Map Projections**
<http://www.progonos.com/furuti/MapProj/>
- *Richard Knippers*, **Geometric Aspects of Mapping**
<http://www.kartografie.nl/geometrics/>

Tīmekļa vietnes

- Information and Service System for European Coordinate Reference Systems - CRS
<http://www.crs-geo.eu/>
- EPSG Geodetic Parameter Dataset
<http://www.epsg-registry.org/>
- Spatial Reference List
<http://spatialreference.org/ref/epsg/>

Papildus izmantotā literatūra

- *M. Groll*, 1912., **Kartenkunde: I, Die Projektionen**, G J Göschen'sche Verlagshandlung, Berlin-Leipzig
- *Alfreds Eglītis*, 1944., **Karte. Kā to lasīt un sastādīt.**, Saimniecības literatūras apgāds., Rīga., 280 lpp.