

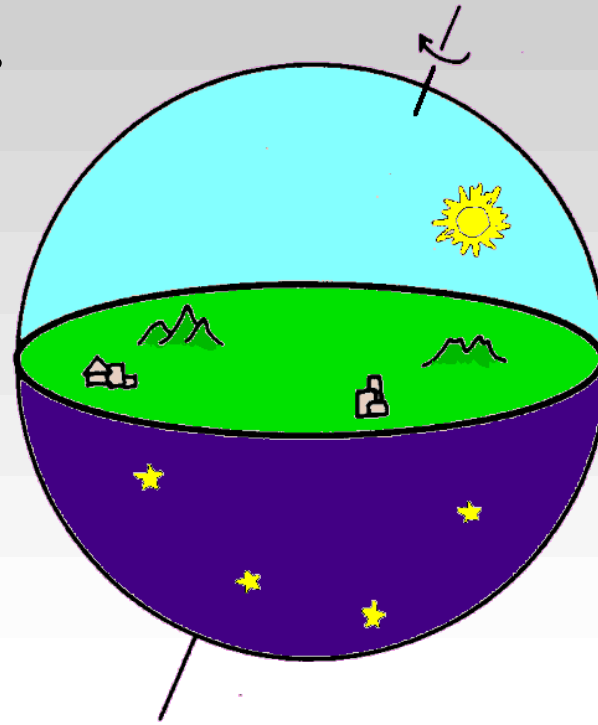
Kartogrāfijas pamati



Kārlis Kalviškis

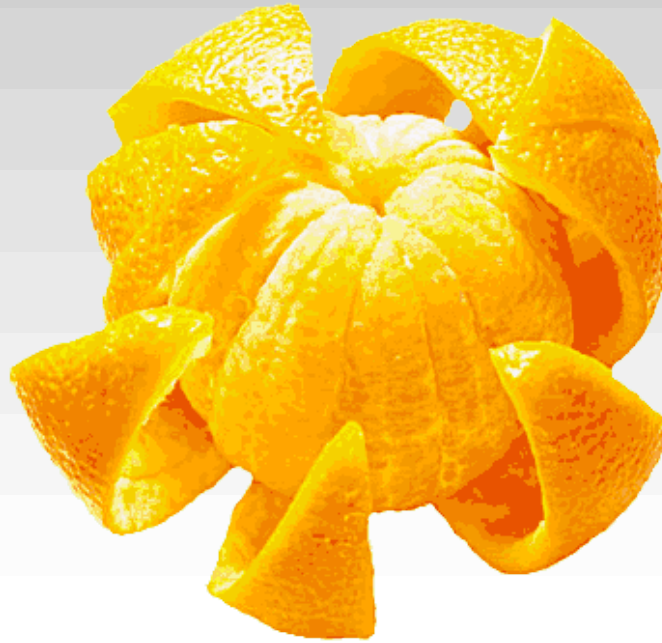
12.02.2021

Visu kartogrāfu nelaimes sākās ar to brīdi, kad pārstāja ticēt, ka Zeme ir plakana.



Telpisko datu digitālā apstrāde

Lodes virsmu nevar izklāt plaknē, to nesabojājot



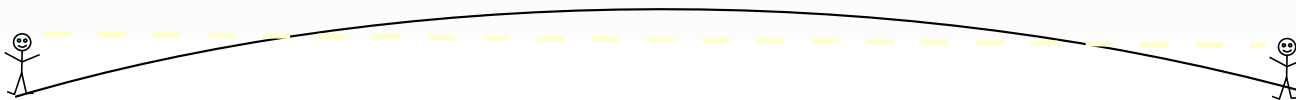
Kārlis Kalviškis, 2020.



Telpisko datu digitālā apstrāde

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), Drīdzis (11 km), Engures ezers (19 km), Lubāns (15,6 km), Burtnieks (13,3 km), Usma (13,5 km).



Ja pieņem, ka Zeme ir lode ar rādiusu 6371 km.
Kalkulators tīmeklī:
<https://dizzib.github.io/earth/curve-calc/?d0=10.1&h0=2&unit=metric>

Kārlis Kalviškis, 2020.

Kartes matemātiskais pamats

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

Pirmās mūsdienās zināmās kartes ar matemātisku pamatu veioja Klaudijs Ptolemajs no Aleksandrijas (Κλαύδιος Πτολεμαῖος, Klaúdios Ptolemaíos) (90 – 168).

Kartes matemātiskais pamats

- Koordinātu tīkli
- Kartes mērogs
- Lapu sadalījums un nomenklatūra

Lai arī mēs Zemi saucam par
Zemes**lodi**, ...

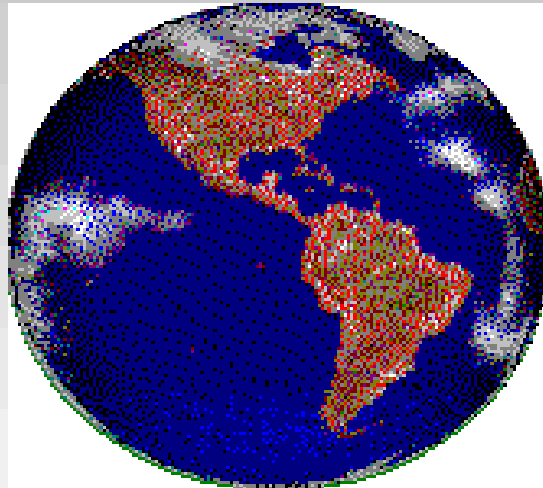
Vai Zemeslode ir lode?



Zemeslode

Telpisko datu digitālā apstrāde

Vai Zemeslode ir lode?

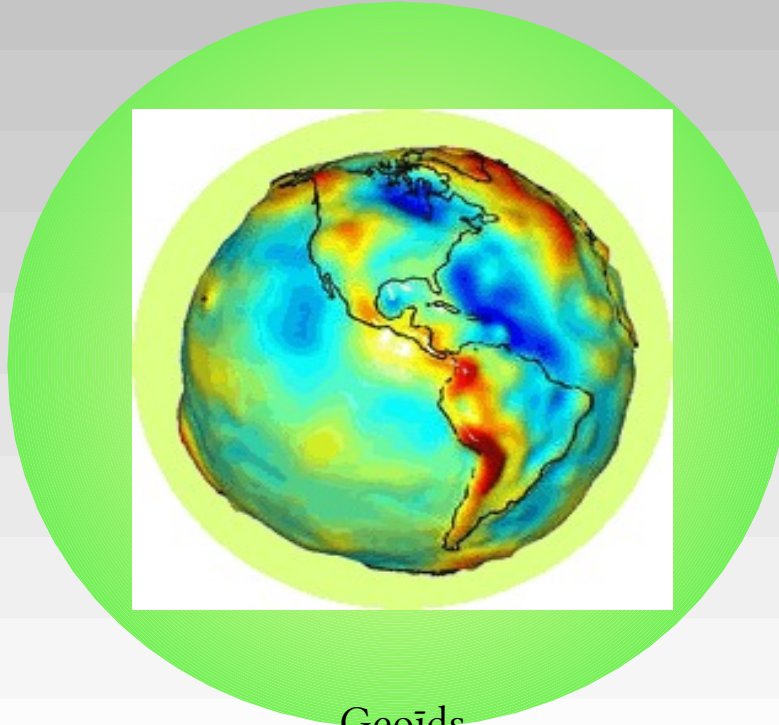


Elipsoīds

... tās formu labāk raksturo **elipsoīds**, jo Zeme ir nedaudz saplacināta polu virzienā.

Kārlis Kalviškis, 2020.

Vai Zemeslode ir lode?



Ģeoīds

Patiesā Zemes forma ir daudz sarežģītāka. Šādi Zemi „redz” pavadoņi. Kartogrāfijas vajadzībām tiek piemeklēti elipsoīdi, kuri vislabāk atbilst šai sarežģītajai formai.

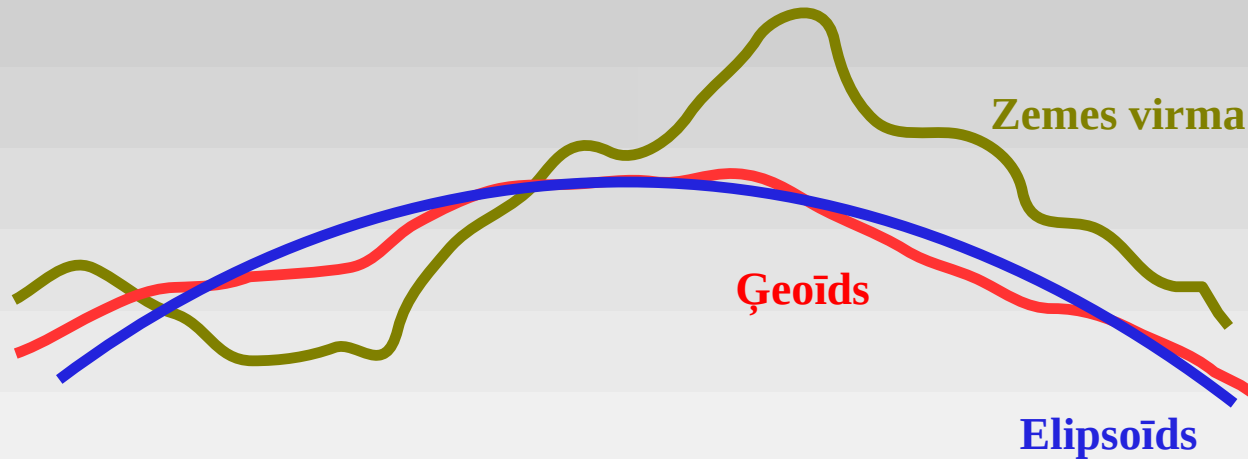
Attēls no:

<http://www.csr.utexas.edu/grace/gallery/gravity/>

<http://www.csr.utexas.edu/grace/gallery/gravity/>

Telpisko datu digitālā apstrāde

Vai Zemeslode ir lode?



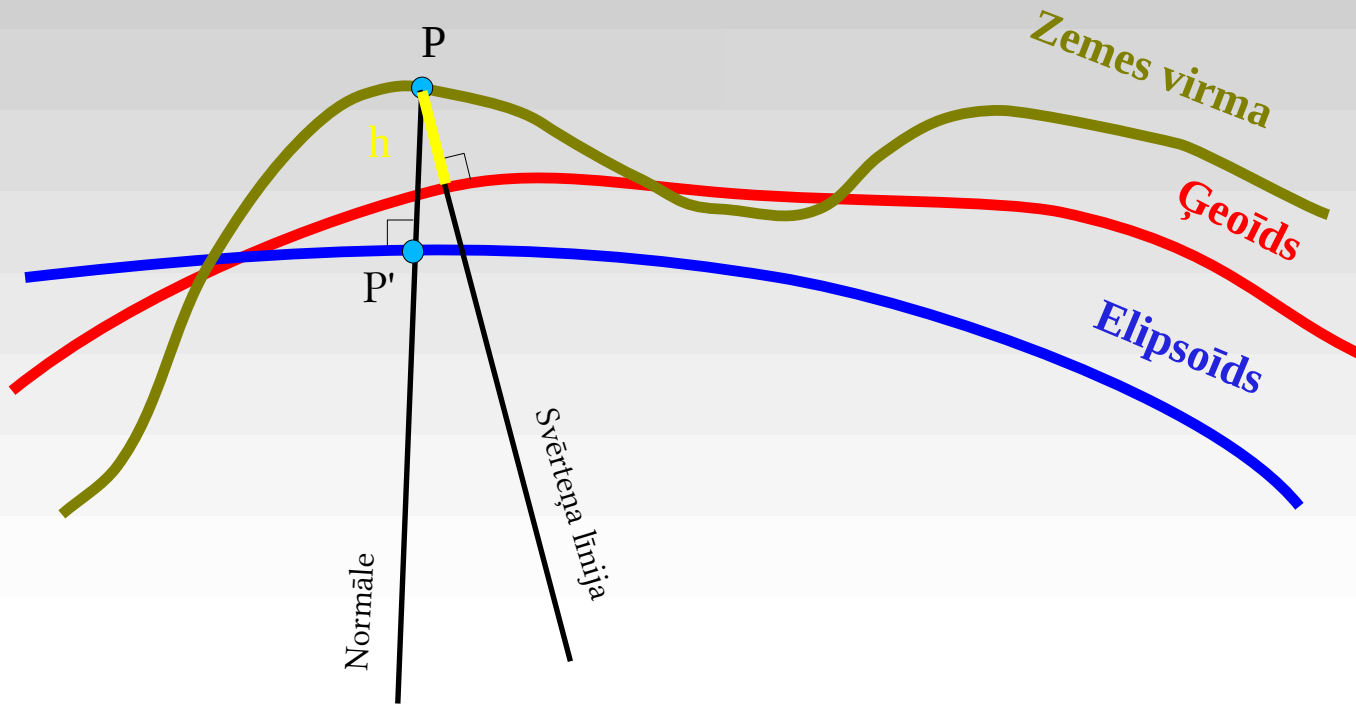
Šajā un turpmākos attēlos Zemes virsmai, ģeoīdam un elipsoīdam ir pārspīlētas proporcijas un atšķirības.

Kārlis Kalviškis, 2020.



Telpisko datu digitālā apstrāde

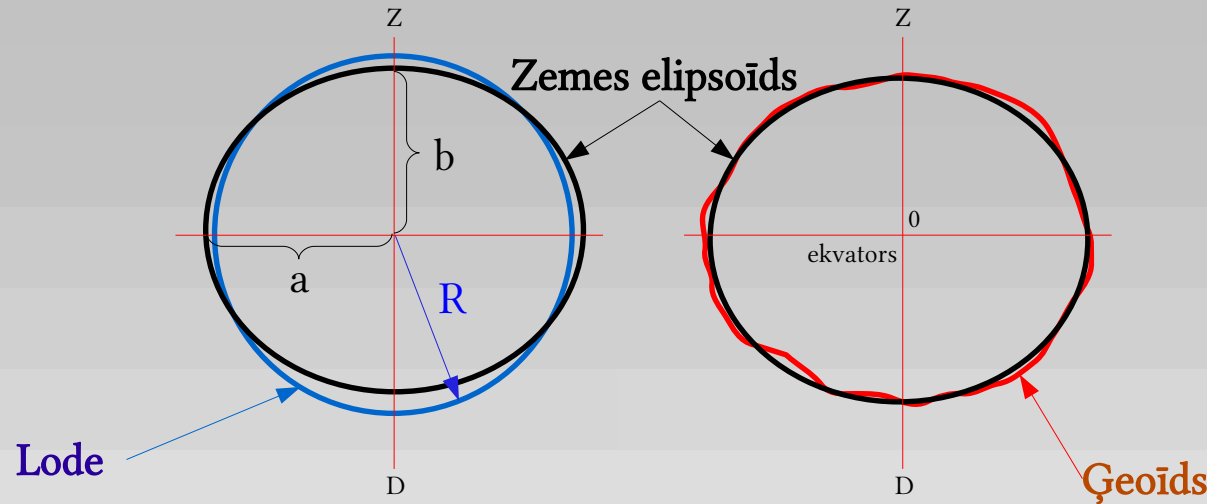
Punkta projekcija uz elipsoīda



Veidojot kartes, zemes virsma vispirms tiek projicēta („pārnesta”) uz elipsoīdu.

Kārlis Kalviškis, 2020.

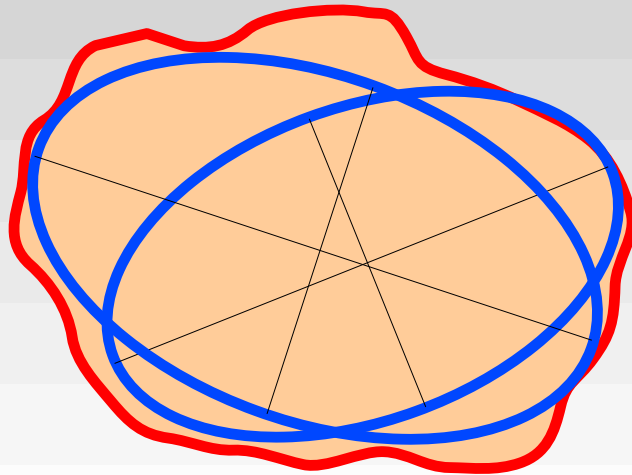
Telpisko datu digitālā apstrāde



Elipsoīds	lielā pusass (a)	mazā pusass (b)	apgrieztais saplacinājums $1/f = 1/(a-b)/a$	rādiuss $R = \frac{1}{3}(2a+b)$
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

Kārlis Kalviškis, 2020.

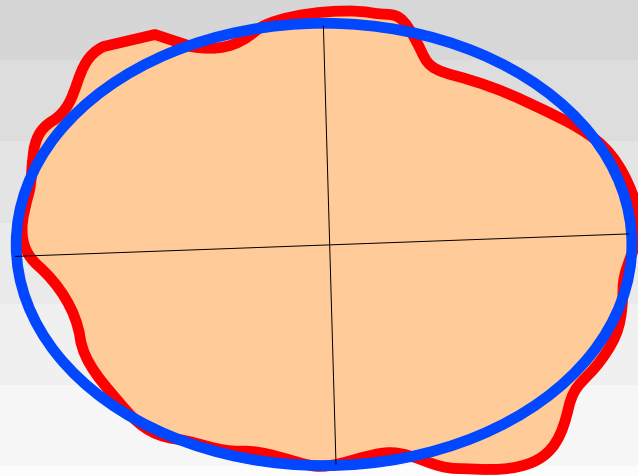
Reģionāli piesaistīti referencilipsoīdi



Tā kā Zemes forma nav ne lode, ne elipsoīds, bet drīzāk atgādina kartupeli, tad iespējami dažādi elipsoīdi, kuriem atšķiras gan izmēri, gan novietojums. Agrāk, veidojot kartes vienai valstij, izvēlējās elipsoīdu, kurš bija vispiemērotākais dotajam reģionam. (Angļu valodā – „datum”)

Telpisko datu digitālā apstrāde

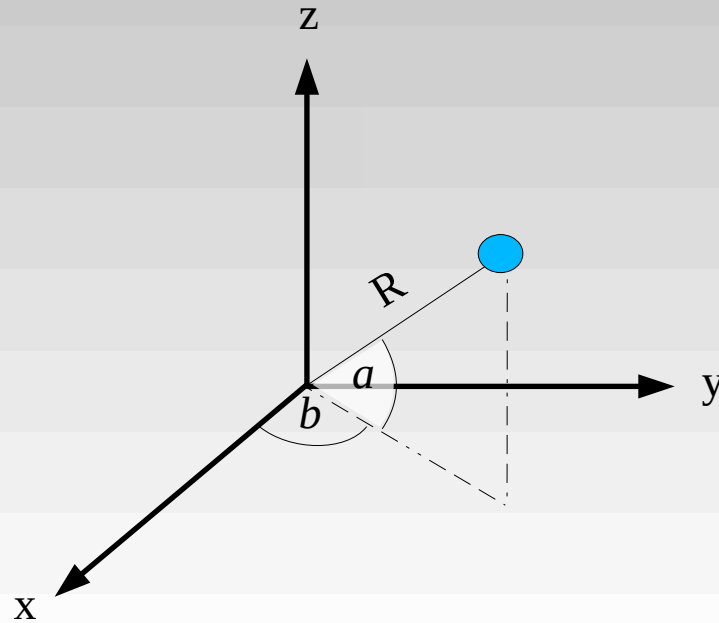
Globāli piesaistīts referencilipsoīds



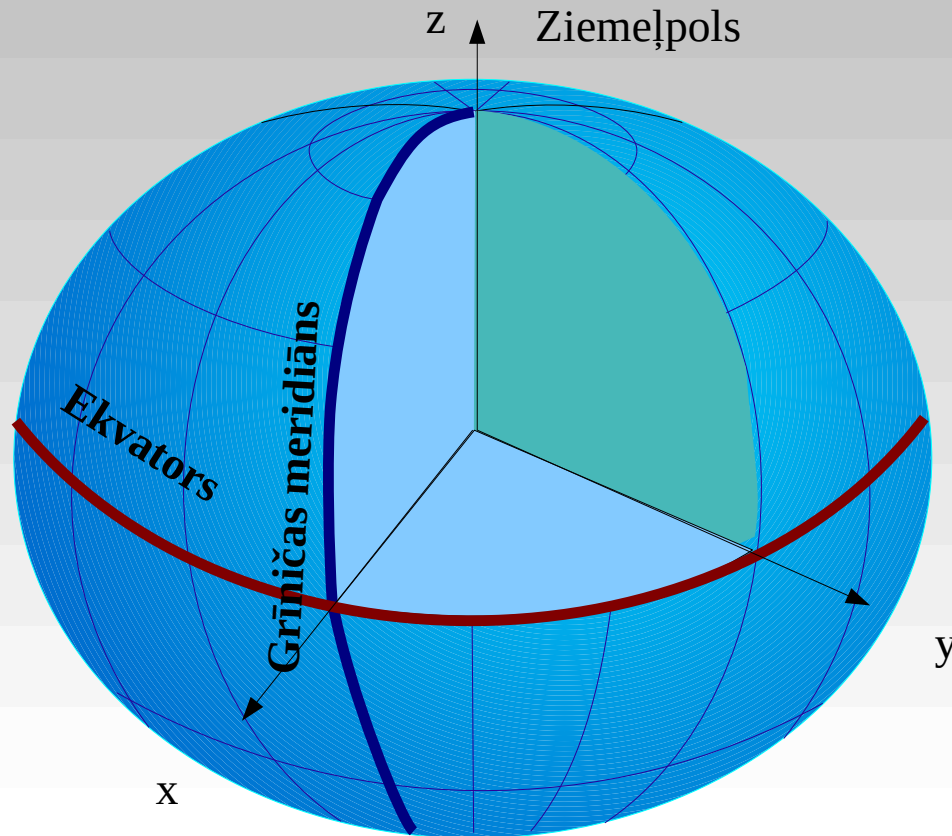
Mūsdienās arvien plašāk tiek izmantotas kartes, kas aptver visu Zemeslodi. Šādām vajadzībām tiek izmantots elipsoīds **WGS-84**. Ikdienas vajadzībām var pieņemt, ka šis elipsoīds ir vienādas ar **GRS-80**.

Kārlis Kalviškis, 2020.

Sfēriskā koordinātu sistēma



Ģeocentrisko koordinātu sistēma

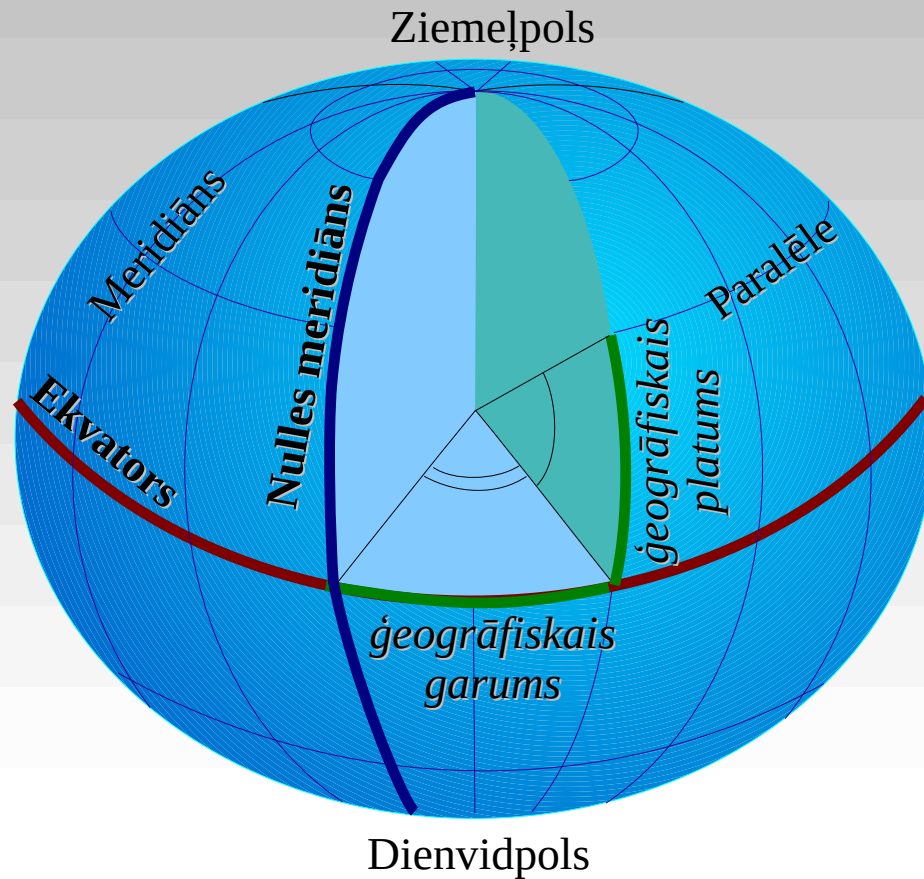


Iekšēji to izmanto navigācijas satelīti (GPS u.c.). Neaprocīga ikdienas lietošanai.

Terry Prachett, A Discworld novel, Soul Music
„Susan looked.
The horse was standing on the air.
What sort of command was necessary to make a horse resume contact with the ground? It was an instruction that the equestrian sorority had not hitherto required. As if understanding her thoughts, the horse trotted forward and dipped below the field, as if the surface were no more substantial than mist. Then Binky appeared to determine where the ground level should be, and decided to stand on it.”

Telpisko datu digitālā apstrāde

Ģeogrāfisko koordinātu sistēma



Kārlis Kalviškis, 2020.



Ģeogrāfiskās koordinātas

- Izmainās atkarībā no izmantotā elipsoīda un tā novietojuma, piemēram, atšķirība Rīgā starp PSRS armijas kartēm un LKS-92 ir ~250 m.
- Vēsturiskām kartēs var tikt izmantots cits nulles meridiāns, piemēram Parīzes meridiāns. Mūsdienu Griničas (*Greenwich*) meridiānu definēja 1851. gadā.

Telpisko datu digitālā apstrāde

Vēsturiskais Latvijas republikas koordinātu sākumpunkts

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



Viena un tā paša punkta projekcijas uz dažādiem elipsoīdiem atšķiras – tām ir atšķirīgas ģeogrāfiskās koordinātas.

Metriskās koordinātu sistēmu saistība ar ģeogrāfiskajām koordinātām

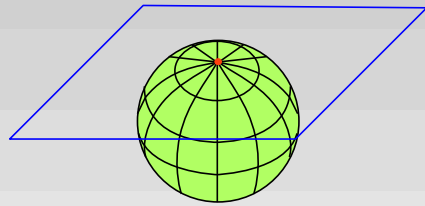
Rēķināts ar QGIS, atliekot sekunžu garus taisnes nogriežņus

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

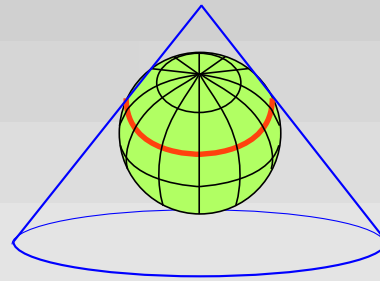
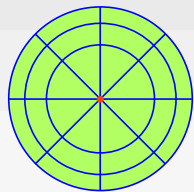
Projekcijas



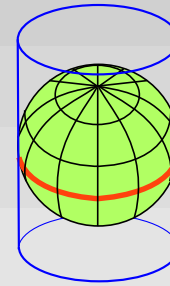
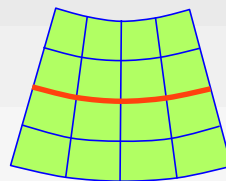
Projekcijas



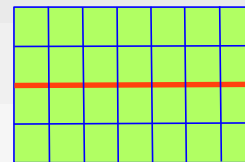
Azimutālā



Koniskā



Cilindriskā



Tā kā elipsoīdu nav iespējams atritināt 2-dimensionālā plaknē, tad uz elipsoīda iegūtais attēls jāpārprojicē uz tādas virsmas, kuru var atritināt plaknē. Vienkāršākās šādas virsmas ir pati plakne, konuss un cilindrs.

Projekcijas izmaiņa:

- laukumus
- leņķus
- izskatu
- attālumu
- virzienu

Nav iespējam projekcija, kurā netiktu izkropļots vismaz viens no uzskatītajiem lielumiem.

Telpisko datu digitālā apstrāde

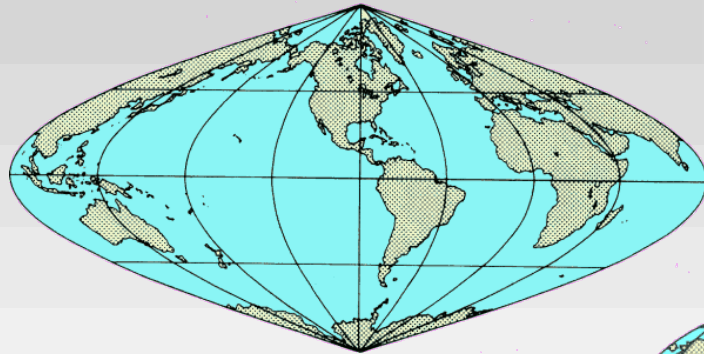
Kādēļ lidmašīnu ceļi ir loki



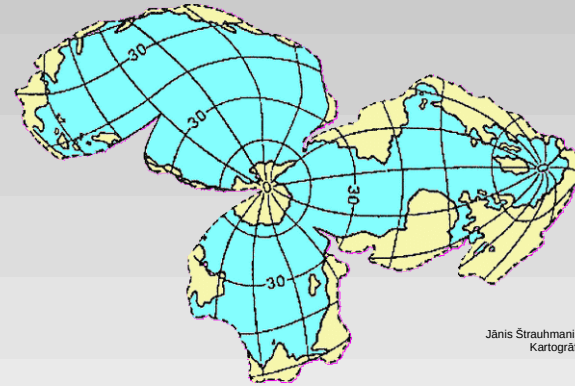
Kārlis Kalviškis, 2020.



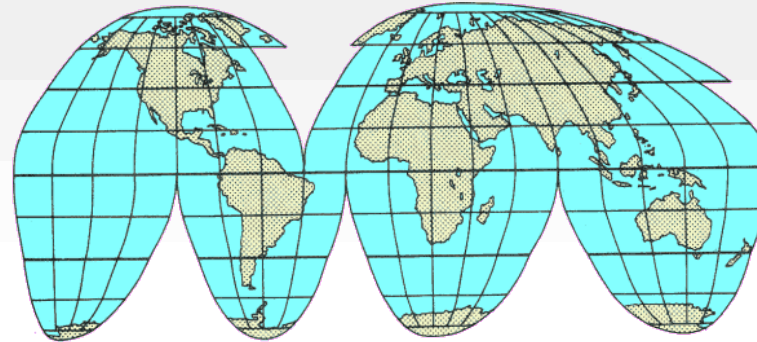
Projekcijas



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



Jānis Strauhmanis, 2004.,
Kartogrāfija, RTU

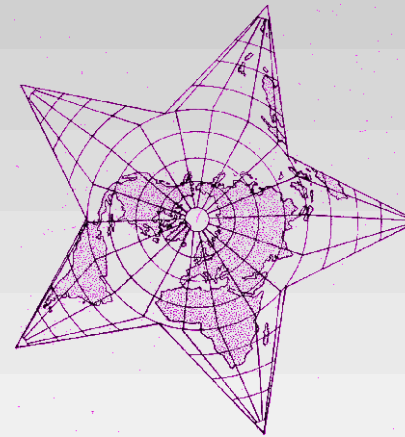
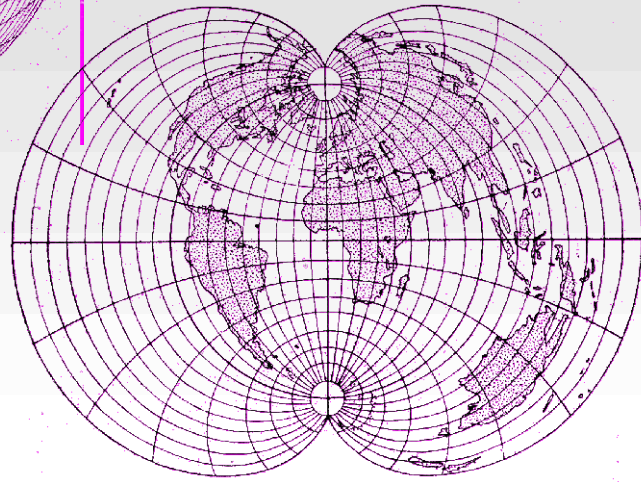
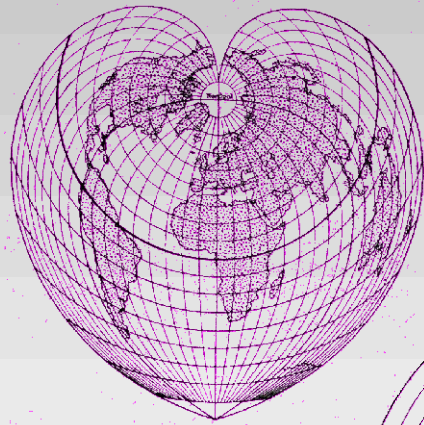


Kārlis Kalviškis, 2020.

Kartogrāfijas vajadzībām tiek izmantotas daudzas dažādas figūras un projekcijas.
Attēli no: Jānis Strauhmanis, 2004., **Kartogrāfija**, RTU
Mark Monmonier, 1996., **How to lie with maps**, The University of Chicago Press

Telpisko datu digitālā apstrāde

Projekcijas



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

Kārlis Kalviškis, 2020.



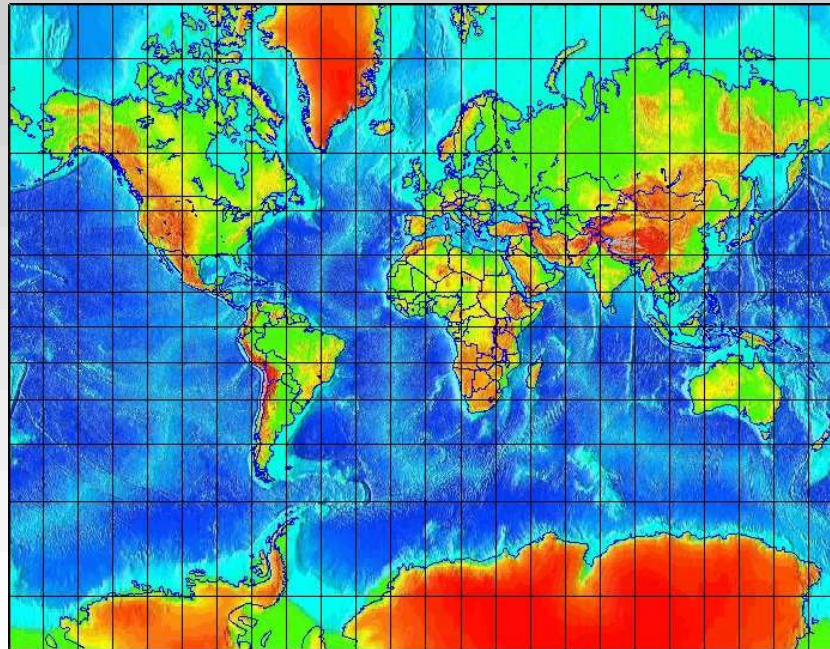
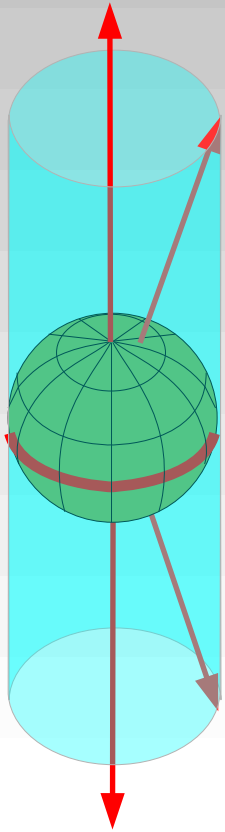
Datorprogrammas projekciju izpētei

- 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

Merkatora projekcija



Merkatora projekcijā apgabali, kuri tuvāki poliem, izskatās daudz lielāki, nekā tie, kuri ir tuvāk ekvatoram. Attēlā redzamajā kartē Grenlande izskatās lielāka par Austrāliju, kaut gan patiesībā Grenlandes platība ir 2 166 086, bet Austrālijas kontinenta (bez Jaungvinejas) – 7 686 850 km² liela. Poli projicējas bezgalībā.

Projekciju radītie sagrozījumi

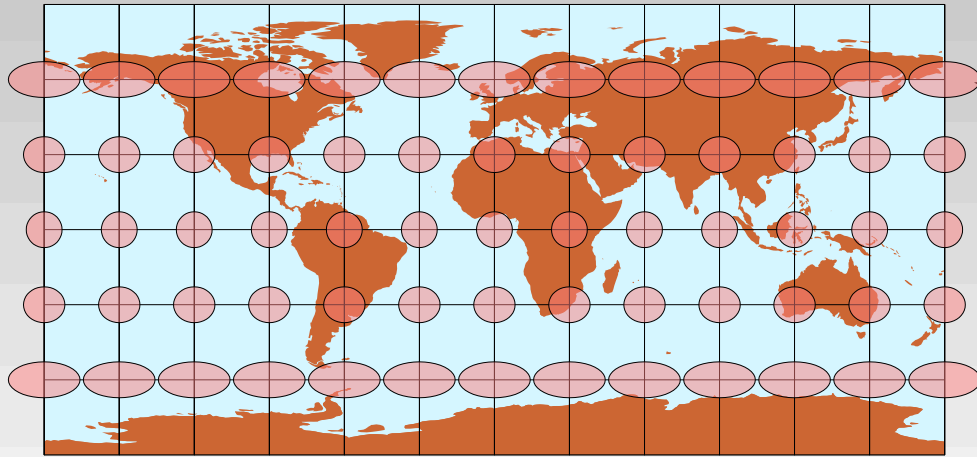
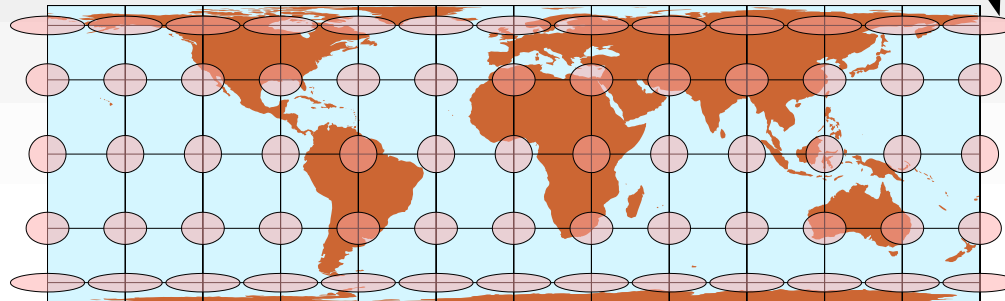


Plate Carrée cilindriskā vienādattālumu projekcija. Garuma un platuma grādi kā taisnlenča koordinātu sistēma.

Sagrozījuma elipse (*Tissot's Indicatrix*)

Lamberta cilindriskā vienādlaukumu projekcija



Kārlis Kalviškis, 2020.

Lai uzskatāmi parādītu dažādu projekciju radītos izkropļojumus, tiek izmantotas sagrozījumu elipses. Tie ir iedomāti, vienādi apli uz elipsoīda virsmas, kuri dažādās projekcijās kartē redzami kā elipses.

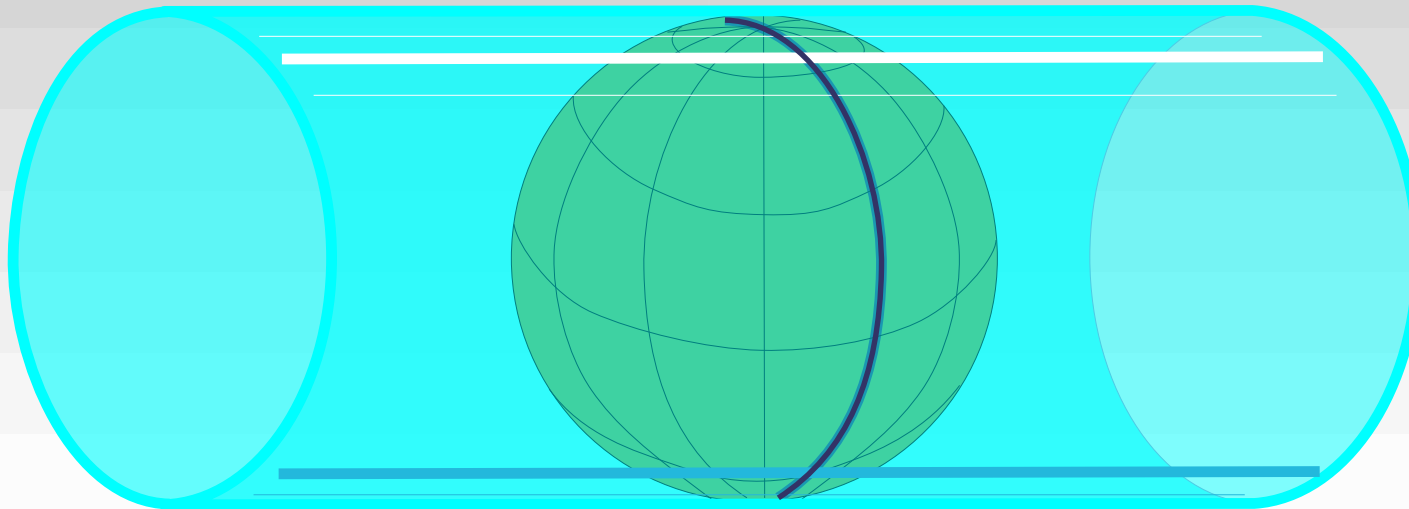
Šie izkropļojumi jāņem vērā arī, piemēram, zīmējot riņķa līniju ap kādu punktu. Jo mazāka mēroga karte un lielāks rādiuss, jo lielāk iespēja, ka riņķis dabā kartē nebūs riņķis.

Pseudomerkatora (tīmekļa projekcija)

- *Lode elipsoīda vietā*
 - *OSGEO Tile Map Service (TMS);*
 - *Google Maps;*
 - *Microsoft Bing Maps Tile System.*

Telpisko datu digitālā apstrāde

Tranversālā (šķērsā) Merkatora projekcija



Kartēšanā bieži tiek izmantota tranversālā (šķērsā) Merkatora projekcija (TM), kurā, atšķirībā no Merkatora projekcijas, cilindrs ir pagriezts pa 90° .

Kārlis Kalviškis, 2020.

Telpisko datu digitālā apstrāde

Projekcijas (TM)

Lielāko daļu Latvijas karšu ir šajā projekcijā.

0 100 km



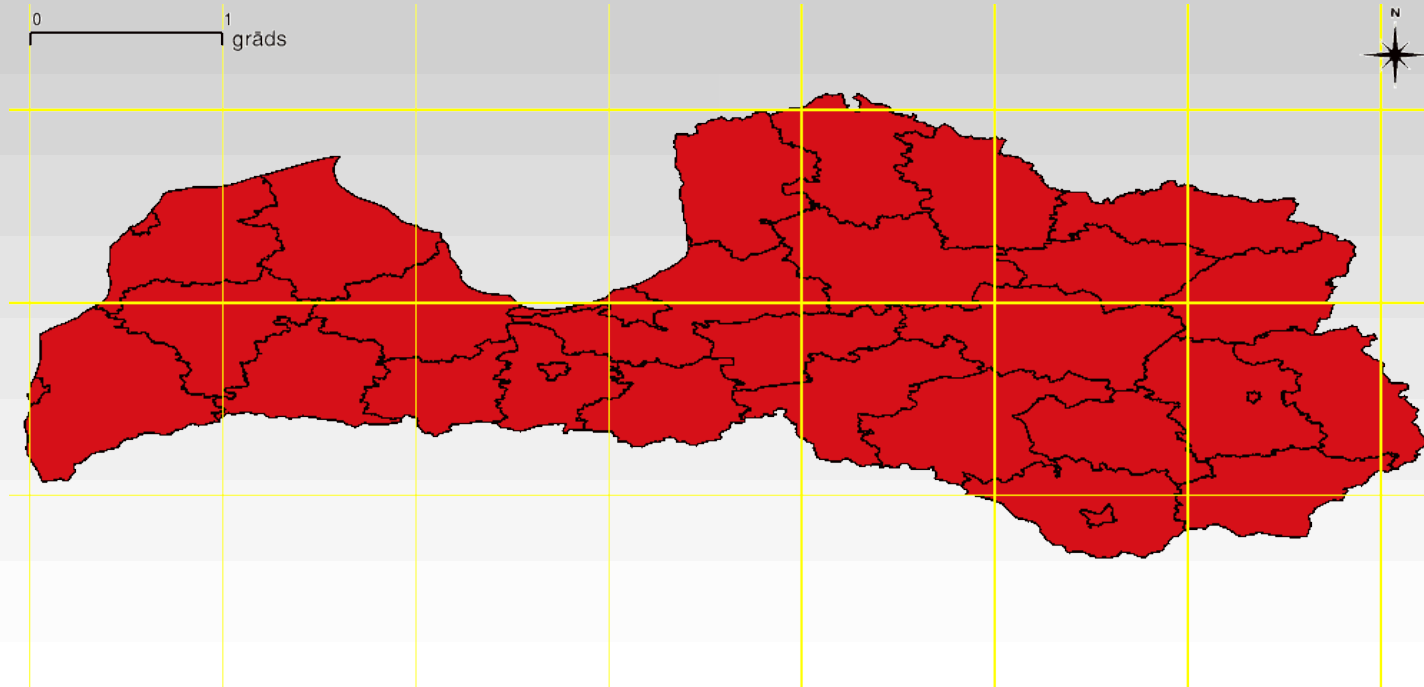
Kārlis Kalviškis, 2020.



Telpisko datu digitālā apstrāde

Projekcijas (Plate Carrée)

Šo projekciju bieži izmanto
pasauls kartēm.

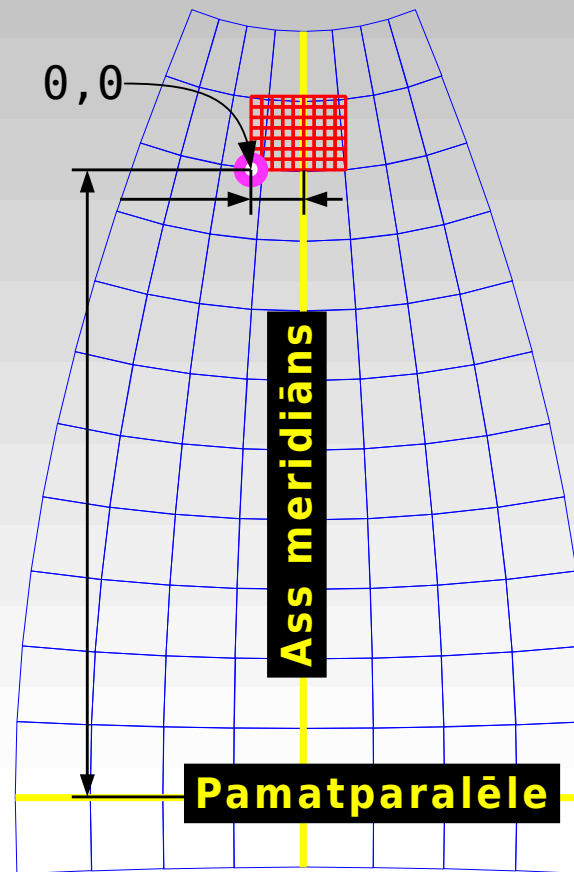


Kārlis Kalviškis, 2020.



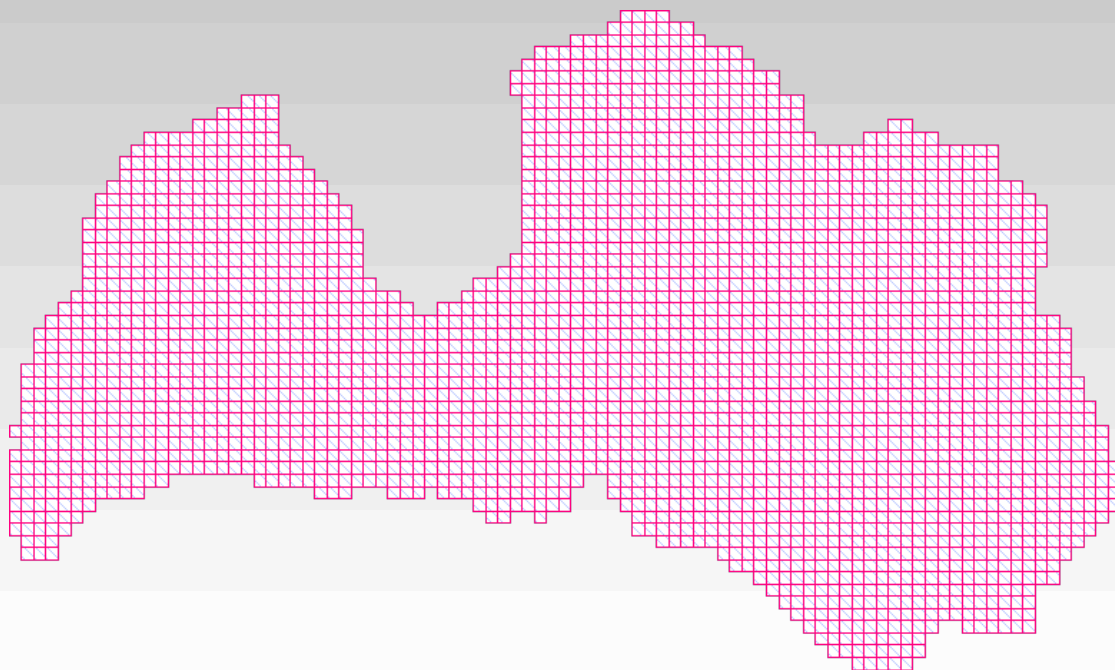
Taisnleņķu koordinātu sistēma

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



Telpisko datu digitālā apstrāde

Taisnleņķu koordinātu sistēma



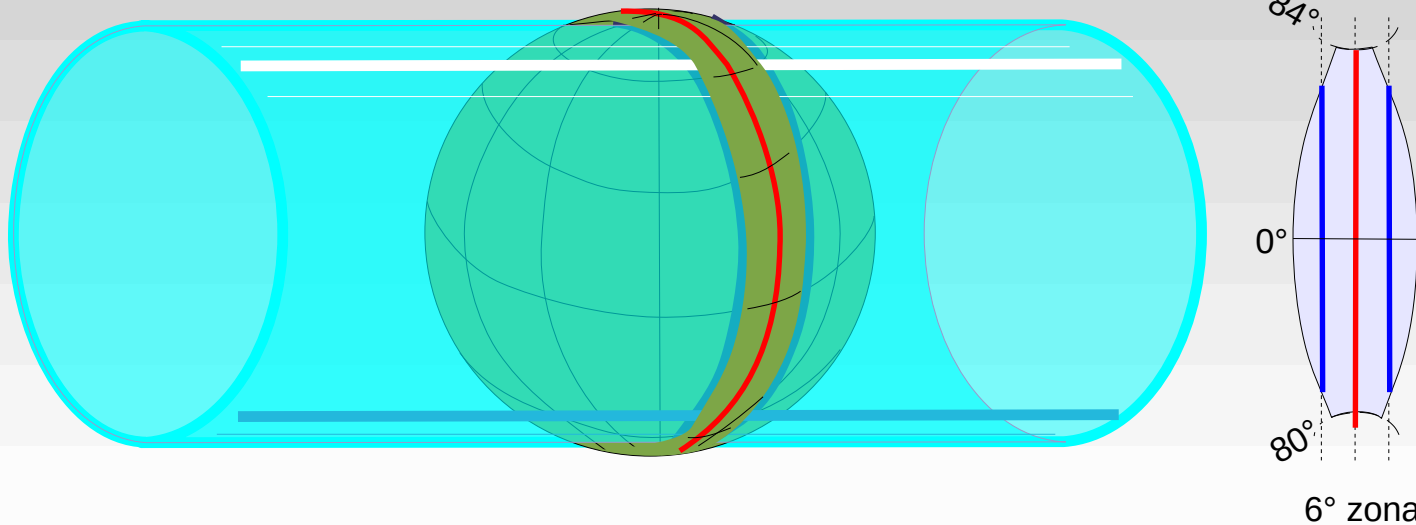
Kārlis Kalviškis, 2020.



Telpisko datu digitālā apstrāde

Universālā Tranversālā Merkatora (UTM) koordinātu sistēma

Šajā projekcijā veidotās kartes, pirmām kārtām, lieto NATO vajadzībām, bet tās arī izmanto dažādi starptautiski projekti.



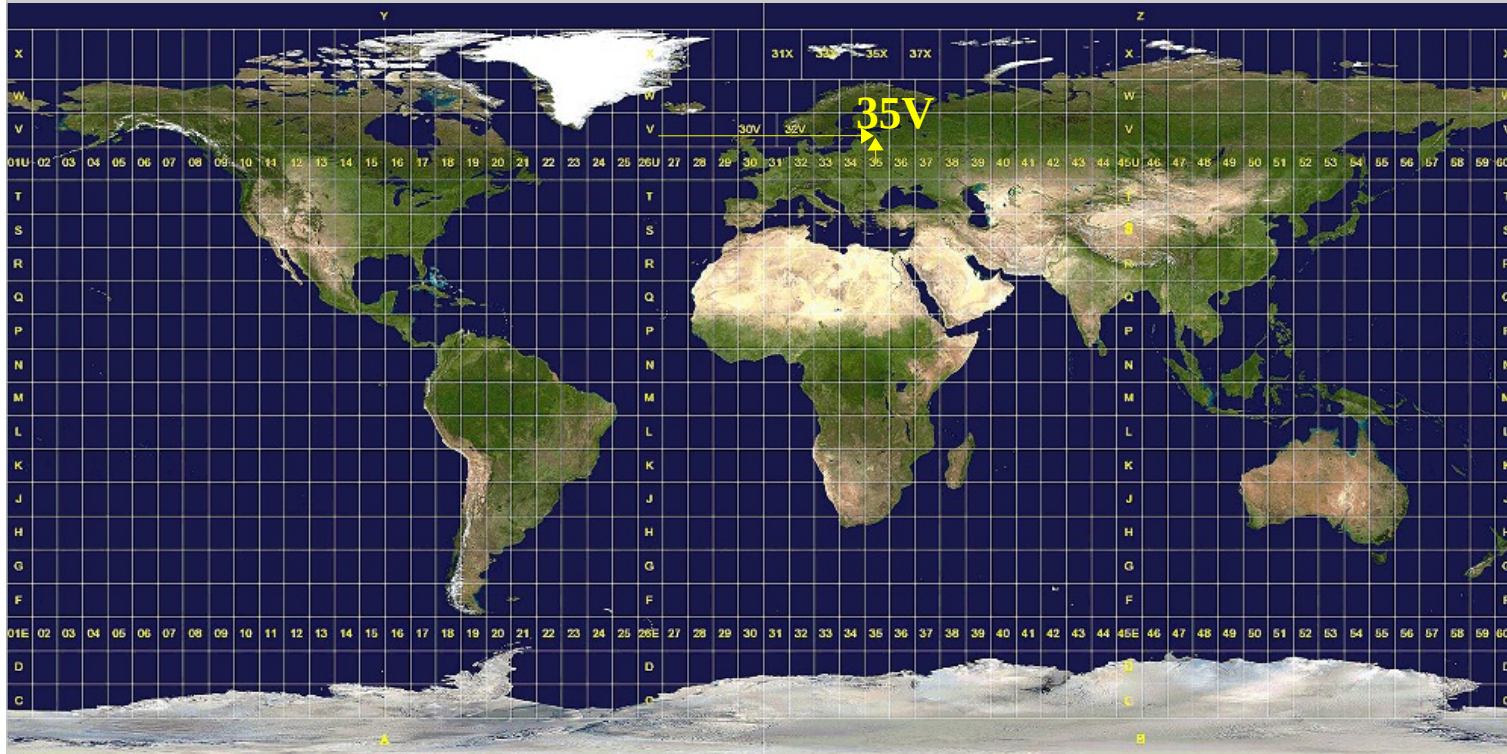
Kārlis Kalviškis, 2020.

Telpisko datu digitālā apstrāde

UTM lapu izkārtojums

Koordinātu pieraksta piemērs: 35N 504928 6226945

Šī projekcija ļauj vienotā sistēmā attēlot gandrīz visu Zemeslodi – no -80° līdz $+84^\circ$ platuma grādiem. Norādot koordinātas, jānorāda zona (skaitlis) un puslode (ziemeļu (N) vai dienvidu (S)). Attēls no: <http://en.wikipedia.org/wiki/Image:Utm-zones.jpg>



Kārlis Kalviškis, 2020.

<http://en.wikipedia.org/wiki/Image:Utm-zones.jpg>

Universālā Polārā Stereografiskā (UPS) koordinātu sistēma

- Izmanto Ziemeļpola (sākot no 84°) un Dienvidpola (sākot no -80°) kartēšanai.

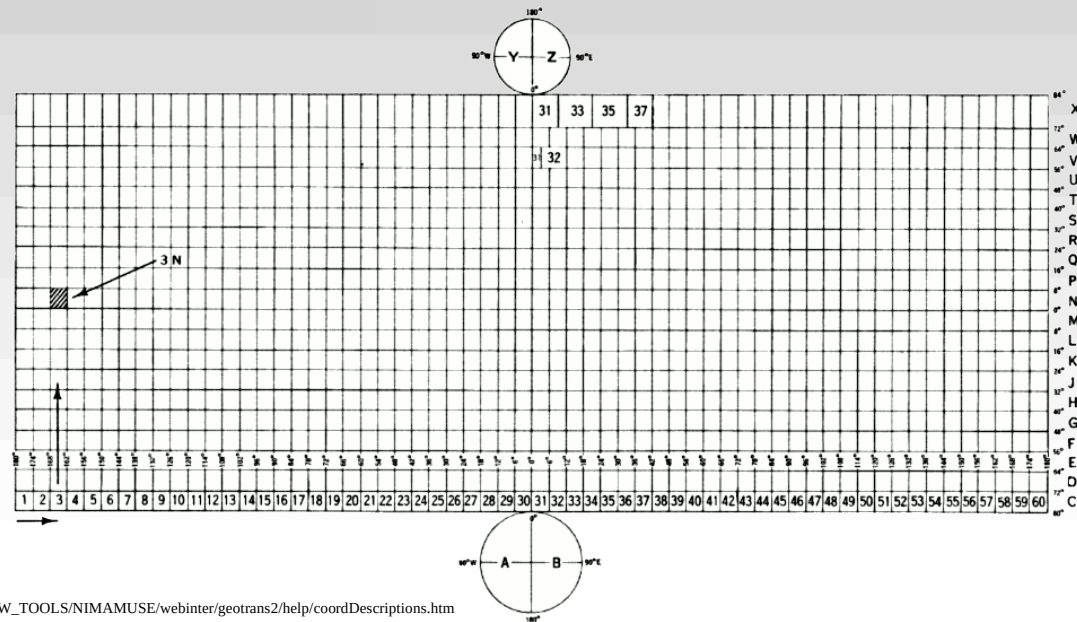


Telpisko datu digitālā apstrāde

MGRS

(military grid reference system)

- UTM + UPS
- Piemērs: 35VNC0492826945



http://geoengine.nga.mil/geospatial/SW_TOOLS/NIMAMUSE/webinter/geotrans2/help/coordDescriptions.htm

Kārlis Kalviškis, 2020.



Telpisko datu digitālā apstrāde

Projekciju izmantošana fotogrāfijās

The general Panini projection –
no „zivs acs” uzņēmuma
uztāisa iztaisnotu attēlu.

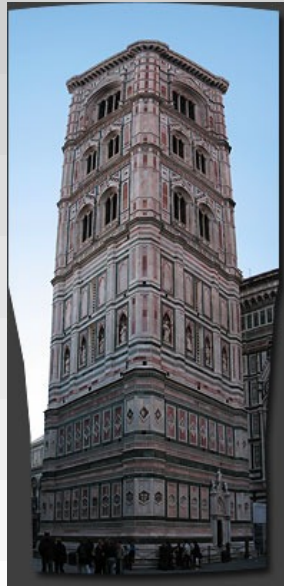


http://wiki.panotools.org/The_General_Panini_Projection

Kārlis Kalviškis, 2020.



Projekciju izmantošana fotogrāfijās



Dažādas projekcijas ļauj veidot kvalitatīvākus stateniskos panorāmskatus. Protams, labāk būtu bijis izmantot objektīvu ar pabīdīšanas (shift) iespējām, tad nebūtu rezultāts jāpārprojicē, vai tas būtu jādara daudz mazākā mērā. Mūsdienās, protams, ja tas ir pieļaujams, stateniskā panorāmattēla iegūšanai var izmantot dronus.

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

Kārlis Kalviškis, 2020.

Koordinātu sistēmas Latvijā



Telpisko datu digitālā apstrāde

Pirmskara Latvijas topogrāfiskās kartes

- Tiek izmantots Beseļa elipsoīds

Kārlis Kalviškis, 2020.



Telpisko datu digitālā apstrāde

Padomju armijas ģenerālštāba izdotās kartes

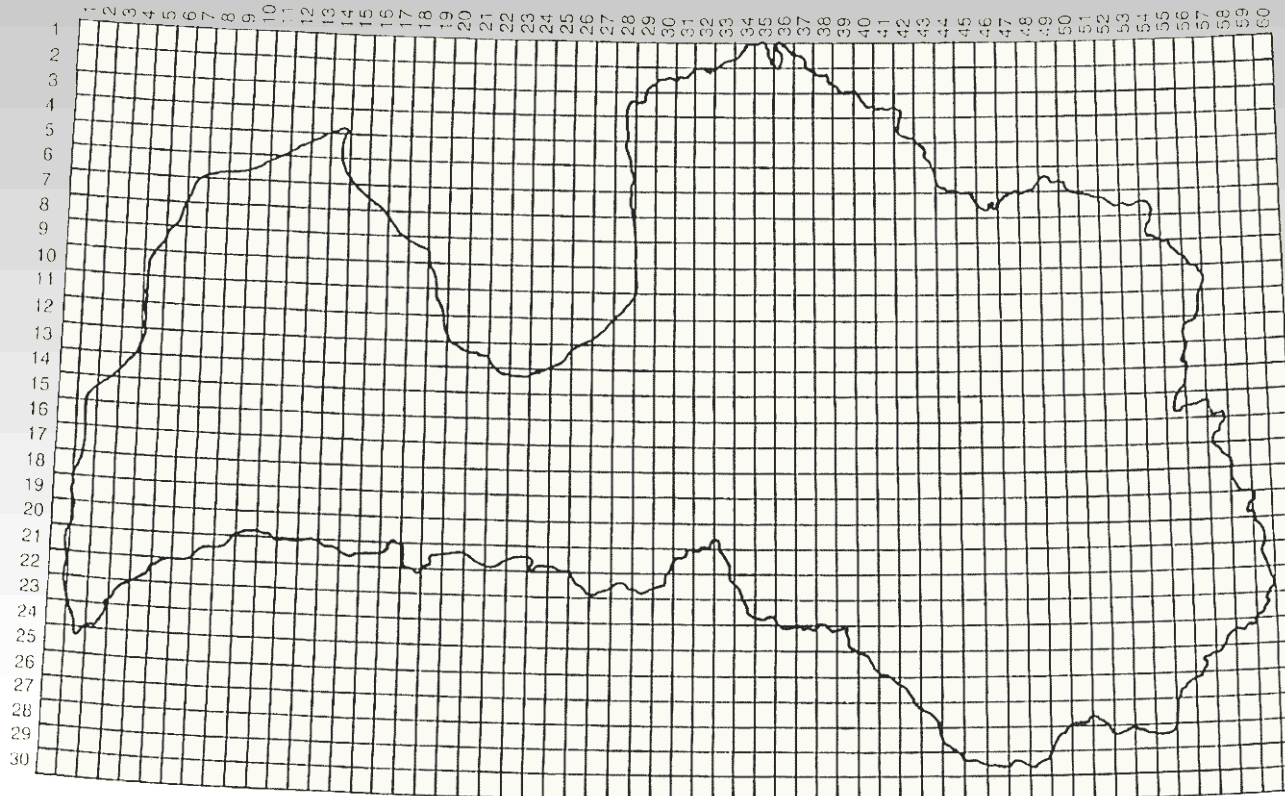
- Tiek izmantots Krasovska elipsoīds
- '42. gada koordinātu sistēma
- '63. gada koordinātu sistēma

Kārlis Kalviškis, 2020.



Telpisko datu digitālā apstrāde

Augu kartēšana Padomju laikā (grādu tīkls ar $7'30'' \times 5'$ iedaļām)

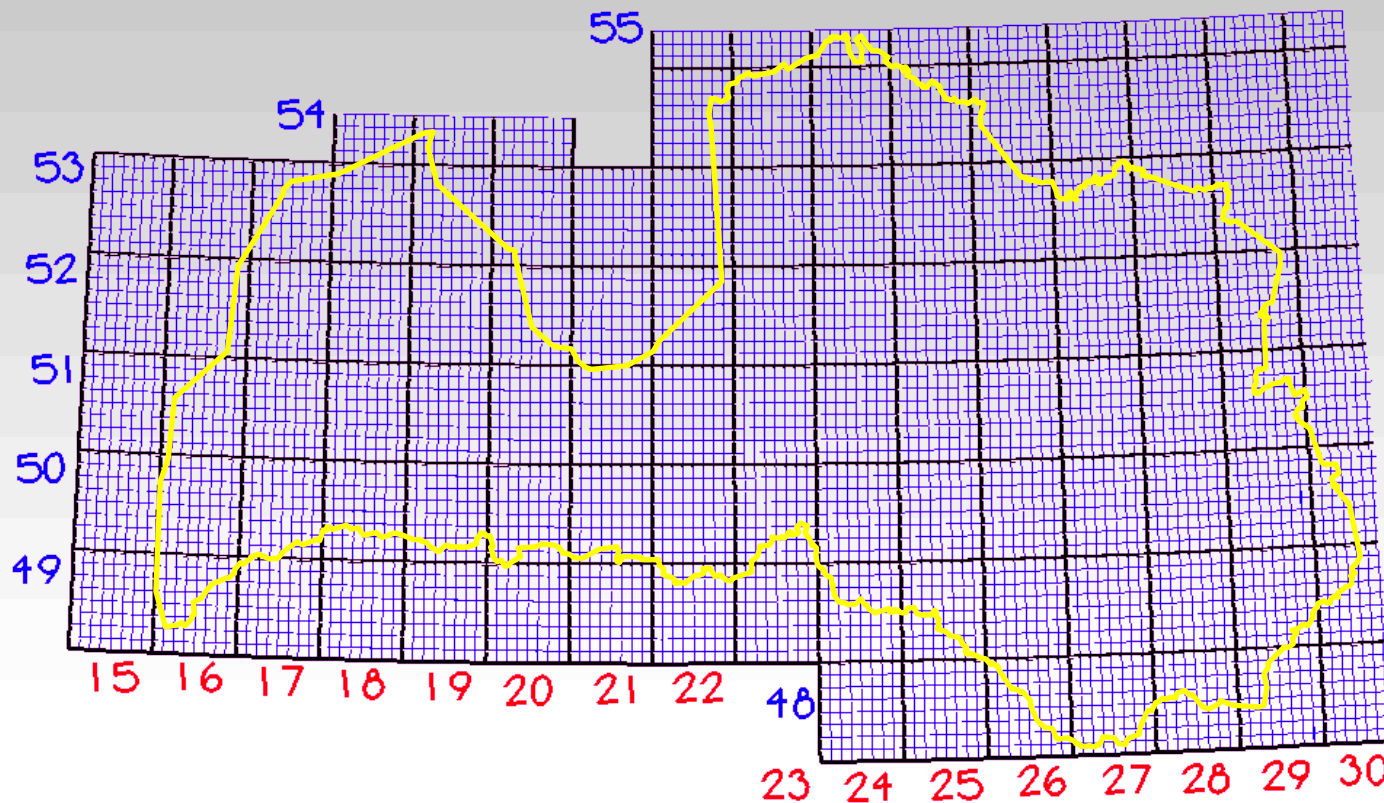


Kārlis Kalviškis, 2020.



Telpisko datu digitālā apstrāde

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



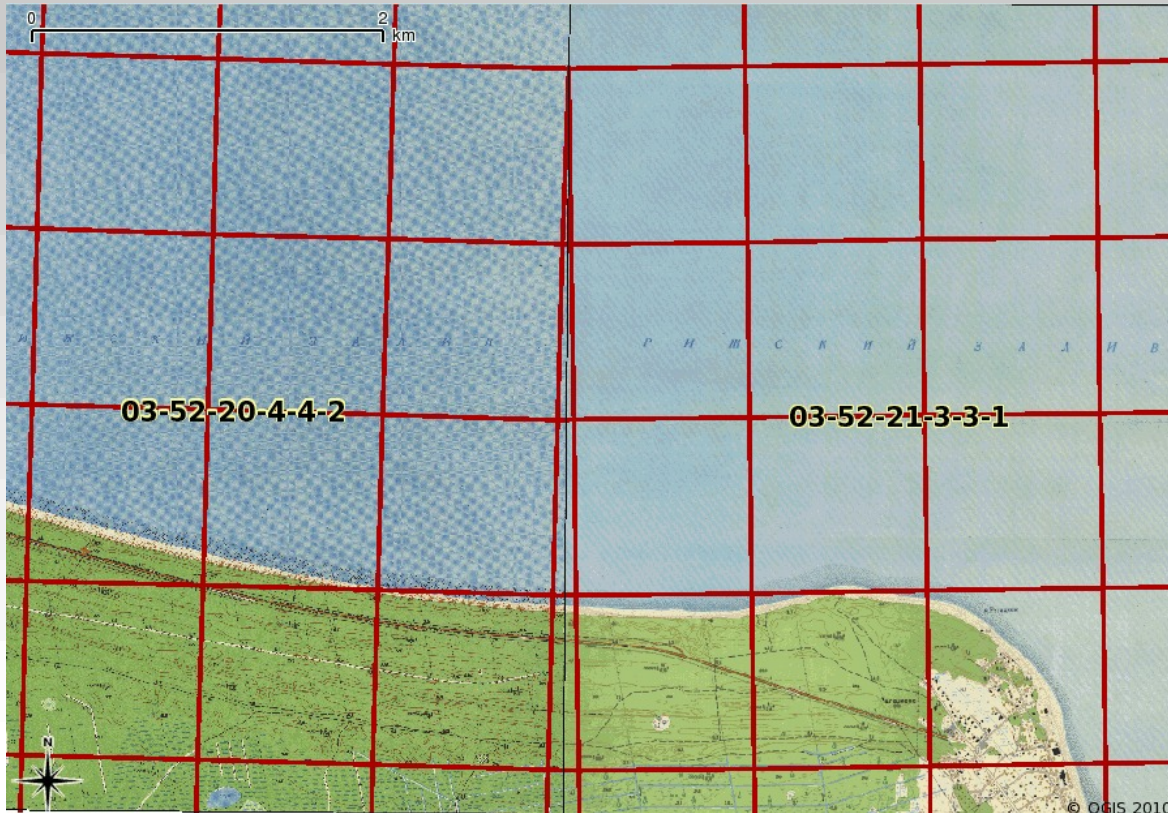
Kārlis Kalviškis, 2020.



Telpisko datu digitālā apstrāde

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

Katrai no zonām ir savas taisnleņķa koordinātas, kuras bez speciālas pārrēķināšanas nav salīdzināmas.

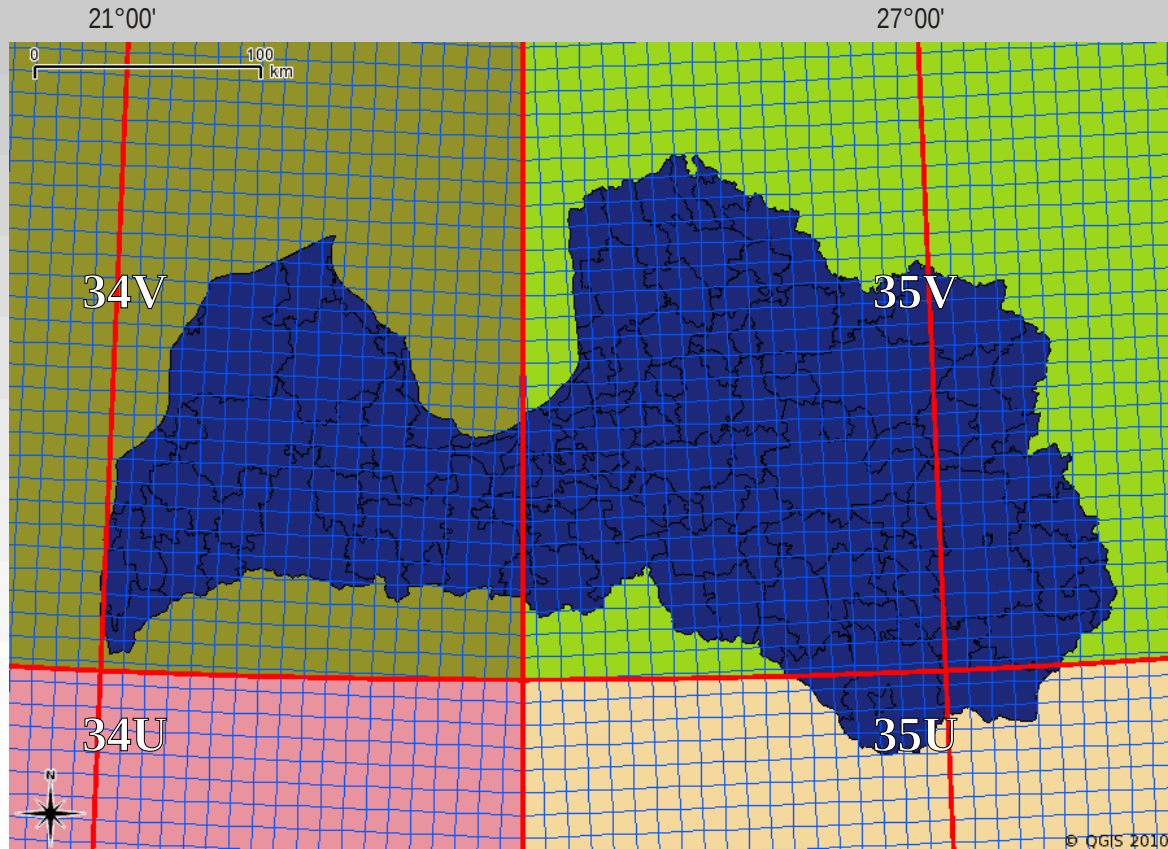


Kārlis Kalviškis, 2020.

Telpisko datu digitālā apstrāde

Latvijas novietojums UTM zonās

Latvijas vajadzībām šo karšu lietojumu ierobežo tas, ka Latvija tiek sadalīta uz pusēm starp divām UTM zonām, kurā katrā ir savas taisnleņķu koordinātas.

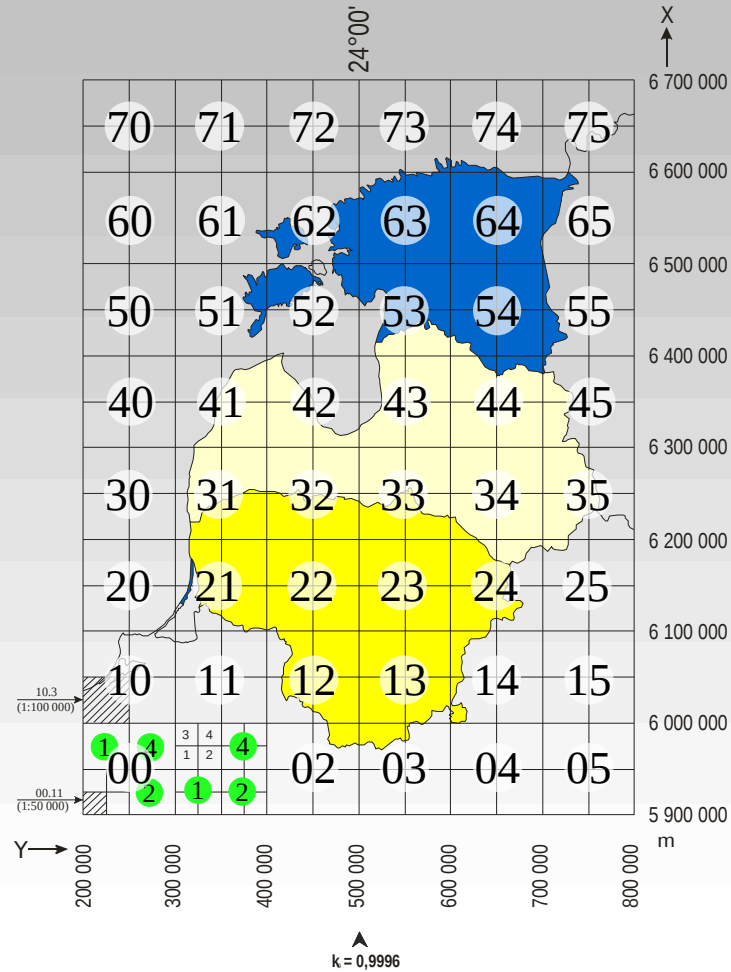


Kārlis Kalviškis, 2020.

Ne vienā no trim Baltijas valstīm to neizmanto.

ETRS89 / TM Baltic93

Telpisko datu digitālā apstrāde



Kārlis Kalviškis, 2020.

Igaunijas koordinātu sistēma

- PROJCS["Estonian Coordinate System of 1997", GEOGCS["EST97",
 DATUM["Estonia_1997", SPHEROID["GRS 1980",6378137,298.257222101,
 AUTHORITY["EPSG","7019"]], TOWGS84[0,0,0,0,0,0,0],
 AUTHORITY["EPSG","6180"]], PRIMEM["Greenwich",0,
 AUTHORITY["EPSG","8901"]], UNIT["degree",0.0174532925199433,
 AUTHORITY["EPSG","9122"]], AUTHORITY["EPSG","4180"]],
 PROJECTION["Lambert_Conformal_Conic_2SP"],
 PARAMETER["standard_parallel_1",59.33333333333334],
 PARAMETER["standard_parallel_2",58],
 PARAMETER["latitude_of_origin",57.51755393055556],
 PARAMETER["central_meridian",24], PARAMETER["false_easting",500000],
 PARAMETER["false_northing",6375000], UNIT["metre",1,
 AUTHORITY["EPSG","9001"]], AUTHORITY["EPSG","3301"]]

Lietuvas koordinātu sistēma

- PROJCS["LKS94 / Lithuania TM", GEOGCS["LKS94",
 DATUM["Lithuania_1994_ETRS89", SPHEROID["GRS
 1980",6378137,298.257222101, AUTHORITY["EPSG","7019"]],
 TOWGS84[0,0,0,0,0,0], AUTHORITY["EPSG","6126"]],
 PRIMEM["Greenwich",0, AUTHORITY["EPSG","8901"]],
 UNIT["degree",0.0174532925199433, AUTHORITY["EPSG","9122"]],
 AUTHORITY["EPSG","4669"]], PROJECTION["Transverse_Mercator"],
 PARAMETER["latitude_of_origin",0], PARAMETER["central_meridian",24],
 PARAMETER["scale_factor",0.9998], PARAMETER["false_easting",500000],
 PARAMETER["false_northing",0], UNIT["metre",1,
 AUTHORITY["EPSG","9001"]], AUTHORITY["EPSG","3346"]]

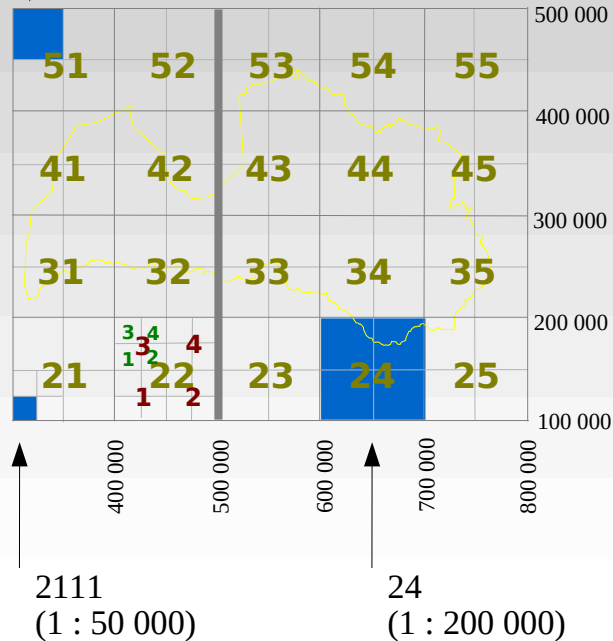
Telpisko datu digitālā apstrāde

LKS-92 TM, TKS-93

Latvijas 1992. gada
ģeodēzisko koordinātu sistēma
1993. gada topogrāfisko karšu
sistēma

513
(1 : 100 000)

24°00'

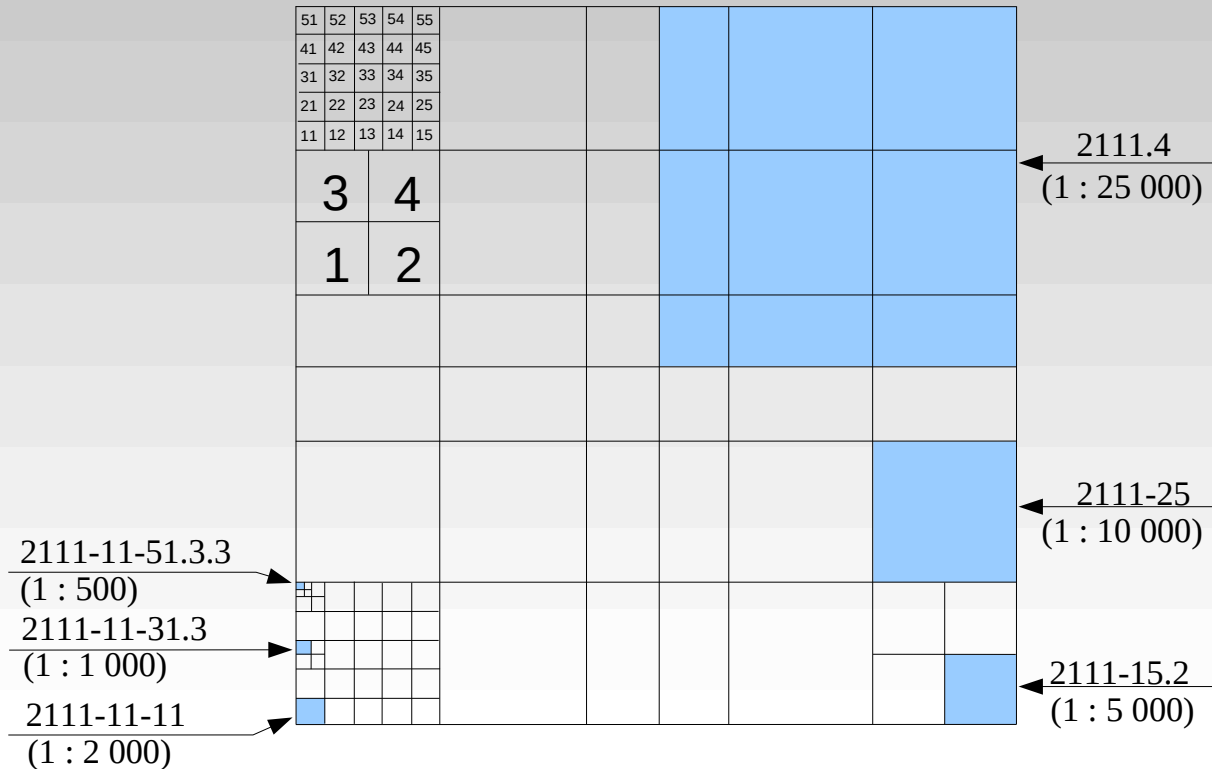


- Elipsoīds (*Datum*): **WGS 84 (~GRS 1980)**
- Projektija (*Projection*):
Transversālā Merkatora (TM)
- Ass meridiāns (*Central Meridian*): **24°E**
- Pamatparalēle (*Latitude Of Origin*): **0°**
- Nobīde austrumu virzienā (*False Easting*): **500 000 m**
- Nobīde ziemeļu virzienā (*False Northing*): **-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**

Kārlis Kalviškis, 2020.

Telpisko datu digitālā apstrāde

I : 50 000 lapas «2III» iedalījums lielāku mērogu lapās



Lai karti varētu izdrukāt, projicēto karti sadala karšu lapās. Karšu lapas var tikt dalītas pēc administratīvām vienībām (kā to dara karšu izdevniecība «Jāņa sēta»), vai arī pēc noteikta dalījuma vienāda izmēra karšu lapās, kā tas ir darīts Latvijas topogrāfisko ģaršu mērogā 1 : 50 000 gadījumā. TKS-93 – topogrāfisko karšu sistēma, kuru apstiprināja 1993. gadā.

Kārlis Kalviškis, 2020.

Ko nozīmē „LKS-92”?

Ar „LKS-92” tiek apzīmētas atšķirīgas lietas – referencilipsoīds, ģeogrāfisko koordinātu sistēmas un projicētās koordinātu sistēmas.

Nosaukums	Kods	Veids	Teritorija
LKS92 / Latvia TM	EPSG::3059	Projicēta k.s.	Latvija
<i>ETRS89 / TM Baltic93</i>	EPSG::25884	Projicēta k.s.	Igaunija, Latvija, Lietuva
<i>LKS92</i>	EPSG::4661	Ģeogrāfiskā 2D k.s.	Latvija
<i>LKS92</i>	EPSG::4948	Ģeocentriskā k.s.	Latvija
<i>LKS92</i>	EPSG::4949	Ģeogrāfiskā 3D k.s.	Latvija
<i>Latvia 1992</i>	EPSG::6661	<i>GeodeticDatum</i>	Latvija
<i>LKS 1992 Latvia TM (FN=0)*</i>	—	Projicēta k.s.	Latvija
<i>TKS-93**</i>	—	Karšu sistēma	Latvija

k.s. – koordinātu sistēma

Tabula veidota balstoties uz „*EPSG Geodetic Parameter Dataset*”

(<http://www.epsg-registry.org/>).

* ESRI ArcMap piedāvāta projekcija. Atbilst ETRS89 / TM Baltic93.

** Nav koordinātu sistēma.

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.

Piekrastes projektā izveidotā karšu nomenklatūra

- TKS-93 trūkums (lauku darbos):
 - 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 TM

Piekrastes projektā izveidotā karšu nomenklatūra

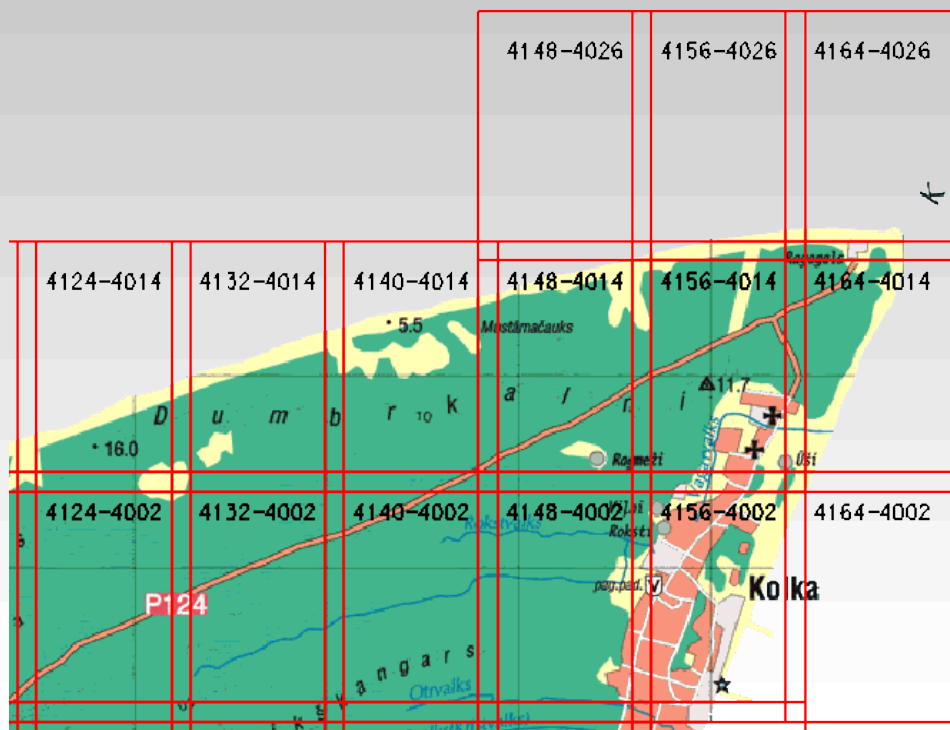
- Jauno karšu lapu parametri:
 - Nosaukumu veido no apakšējā kreisā stūra x un y koordinātu pirmajiem četriem cipariem;
 - Sākumpunkts: 302000, 171000 (apakšējais kreisais stūris);

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>

Telpisko datu digitālā apstrāde

Piekrastes projektā izveidotā karšu nomenklatūra



Kārlis Kalviškis, 2020.

Telpisko datu digitālā apstrāde

Piekrastes projektā izveidotā karšu nomenklatūra



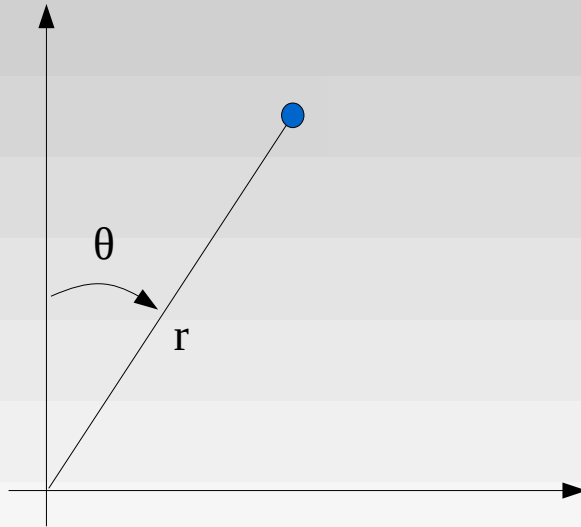
Kārlis Kalviškis, 2020.

Cita veida koordinātu sistēmas



Telpisko datu digitālā apstrāde

Polāro koordinātu sistēma

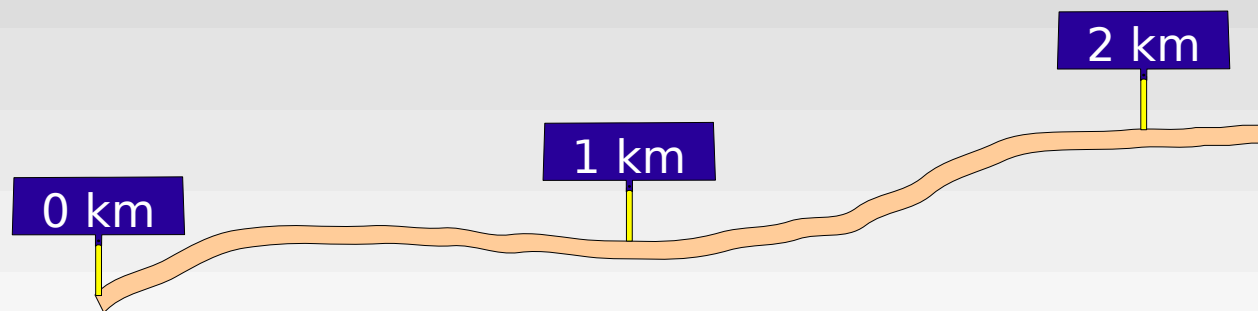


Kārlis Kalviškis, 2020.



Telpisko datu digitālā apstrāde

Lineārās atskaites koordinātu sistēma



Kārlis Kalviškis, 2020.



Ģeokodēšana

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

Ģeokodēšana ir koordinātu piesaistīšana cita veida telpiski piesaistāmiem datiem, piemēram, pasta adresei vai pasta kodiem.

„Būvlaukuma” ģeodēzija.

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

Telpisko datu digitālā apstrāde

Perspektīva



Kārlis Kalviškis, 2020.



Telpisko datu digitālā apstrāde

Nosacīto koordinātu tīkls

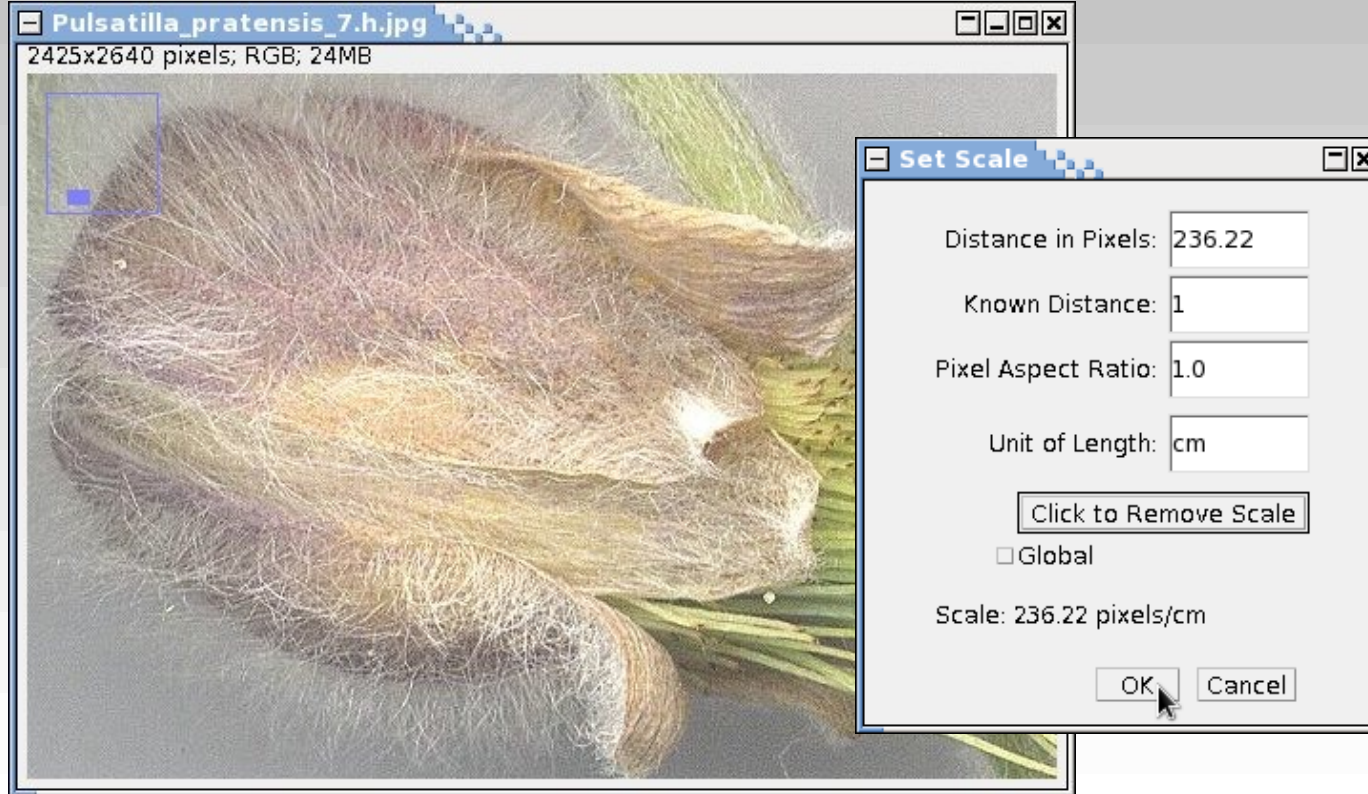
	A	B	C	D	E	F	
1							
2							
3							
4							

Kārlis Kalviškis, 2020.





Attēla koordinātas



Makro un mikro attēlam svarīgs ir „dpi” (dots per inch). Precīziem mērījumiem attēlu iegūšanas ierīci (skeneri, fotokameru) jākalibrē. Parasti šādiem mērījumiem nav no svara koordinātas, bet gan pikseļa izmēri.

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

Karte kā pasaules modelis



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.

Kartes mērogs

- Kartes mērogs – attiecība starp attālumu kartē un attālumu dabā (uz elipsoīda virsmas).
- Mēroga norāde:
 - papīra kartēm – skaitliskā attiecība (piemēram, 1 : 10 000), vārdisks apraksts (piemēram, 1 cm kartē atbilst 100 m dabā), mēroga lineāls;
 - digitālam „izdrukām” – mēroga lineāls;
 - digitālām kartēm – norāda, kādam mērogam karte domāta.

Liels un mazs mērogs

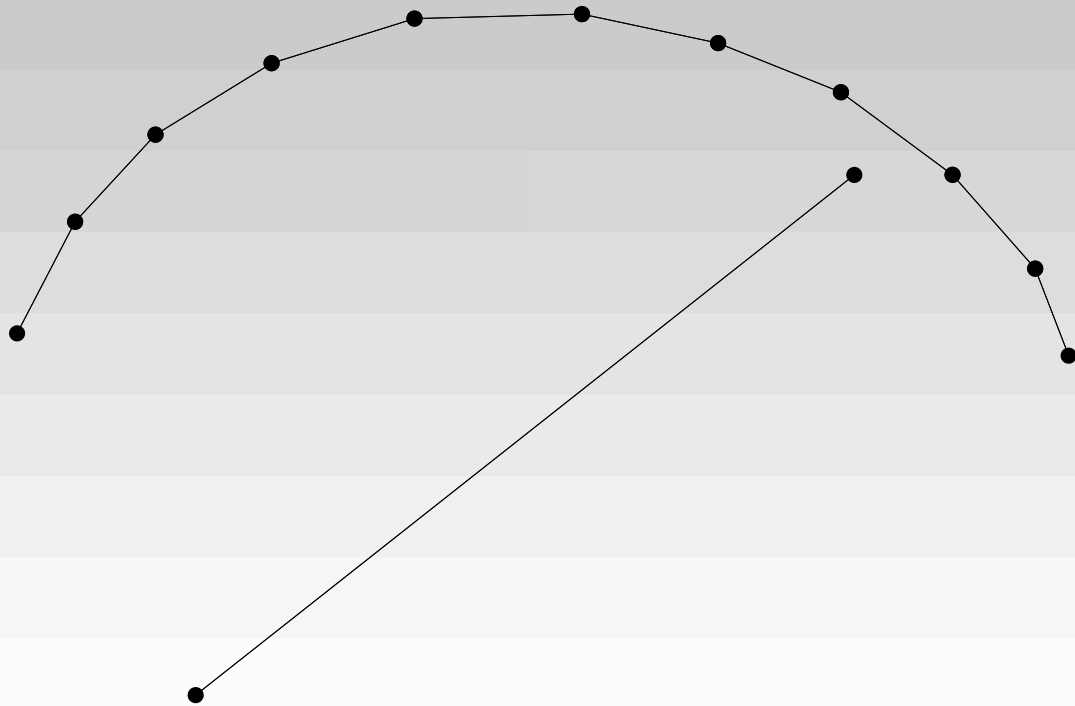
- Jo mazāks skaitlis, jo lielāks mērogs ☺:
 - 1 : 10 000 ir lielāka mēroga karte nekā 1 : 50 000;
 - 1 : 10 000 ir lielmēroga karte;
 - ir dažādi uzskati, kas ir lielmēroga topogrāfiskā karte, var pieņemt, ka kartes mērogā 1 : 50 000 ir uzskatāmas par vidēja mēroga, bet kartes mērogā 1 : 5 000 ir uzskatāmas par topogrāfiskiem plāniem.

Ģeneralizācijas pakāpe

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

Telpisko datu digitālā apstrāde

Punktu skaits līnijā

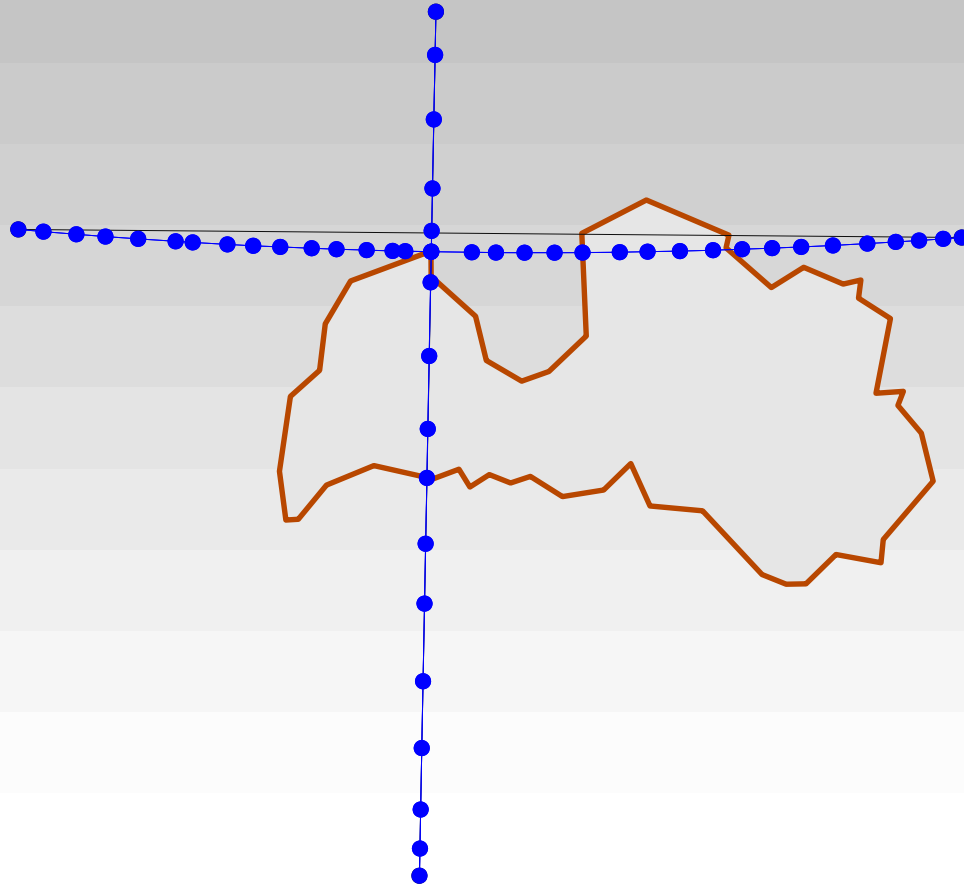


Kārlis Kalviškis, 2020.



Telpisko datu digitālā apstrāde

Koordinātu tīkls kā līnijas



LKS 92 TM

Kārlis Kalviškis, 2020.

Mainoties projekcijai taisna līnija var pārtapt par izliektu. Ģeneralizējot vienā projekcijā mums ir lieki punkti, citā sanāk, ka pietrūkst, piemēram, ja koordinātu tīklu veido kā slāni. Daļa programma māk pašas mainoties projekcijai saliekt līniju.

Telpisko datu digitālā apstrāde

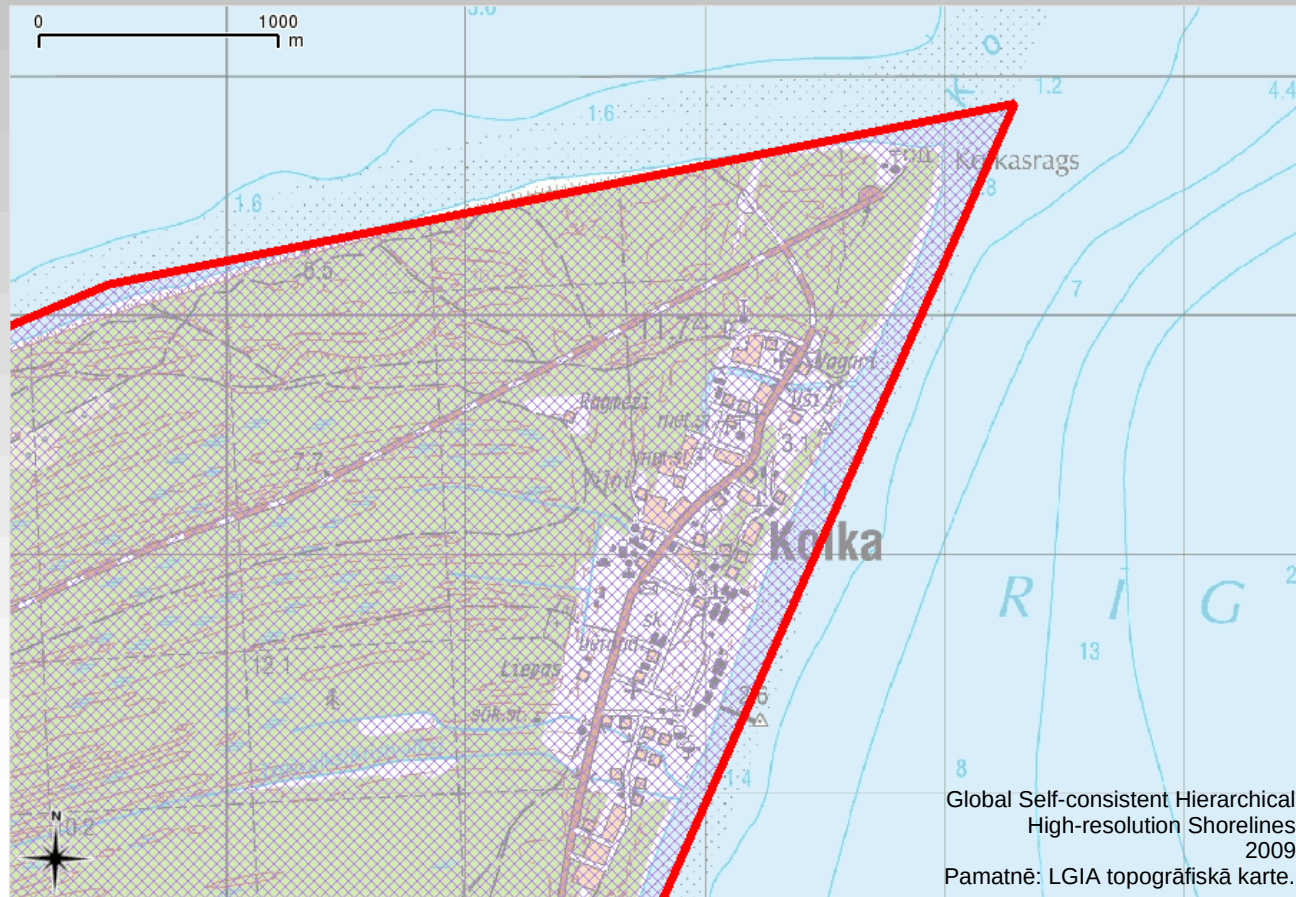
Ģeneralizācijas pakāpe



Kārlis Kalviškis, 2020.

Telpisko datu digitālā apstrāde

Ģeneralizācijas pakāpe



Kārlis Kalviškis, 2020.



Telpisko datu digitālā apstrāde

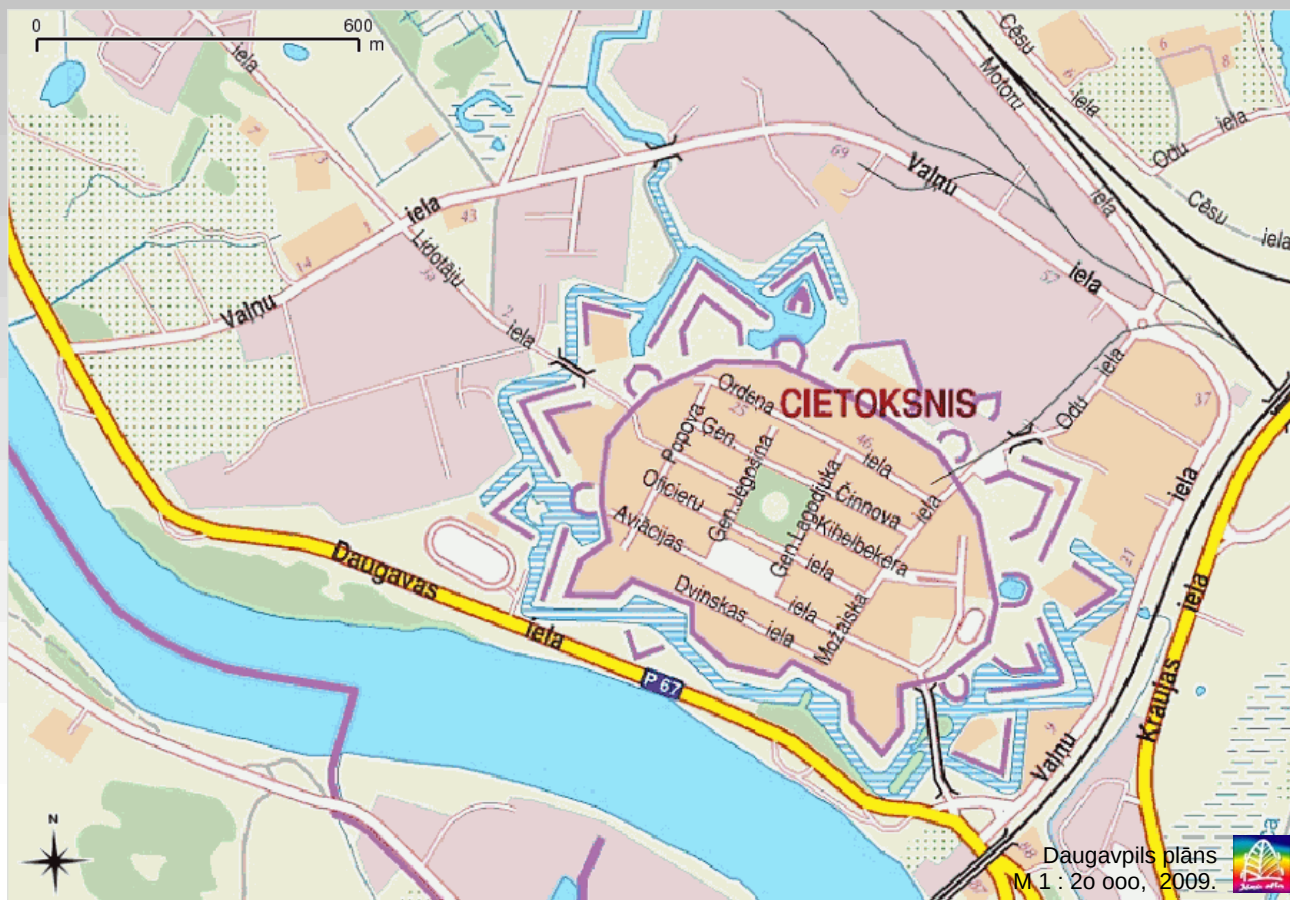
Sagrozijumi kartēs



Kārlis Kalviškis, 2020.

Telpisko datu digitālā apstrāde

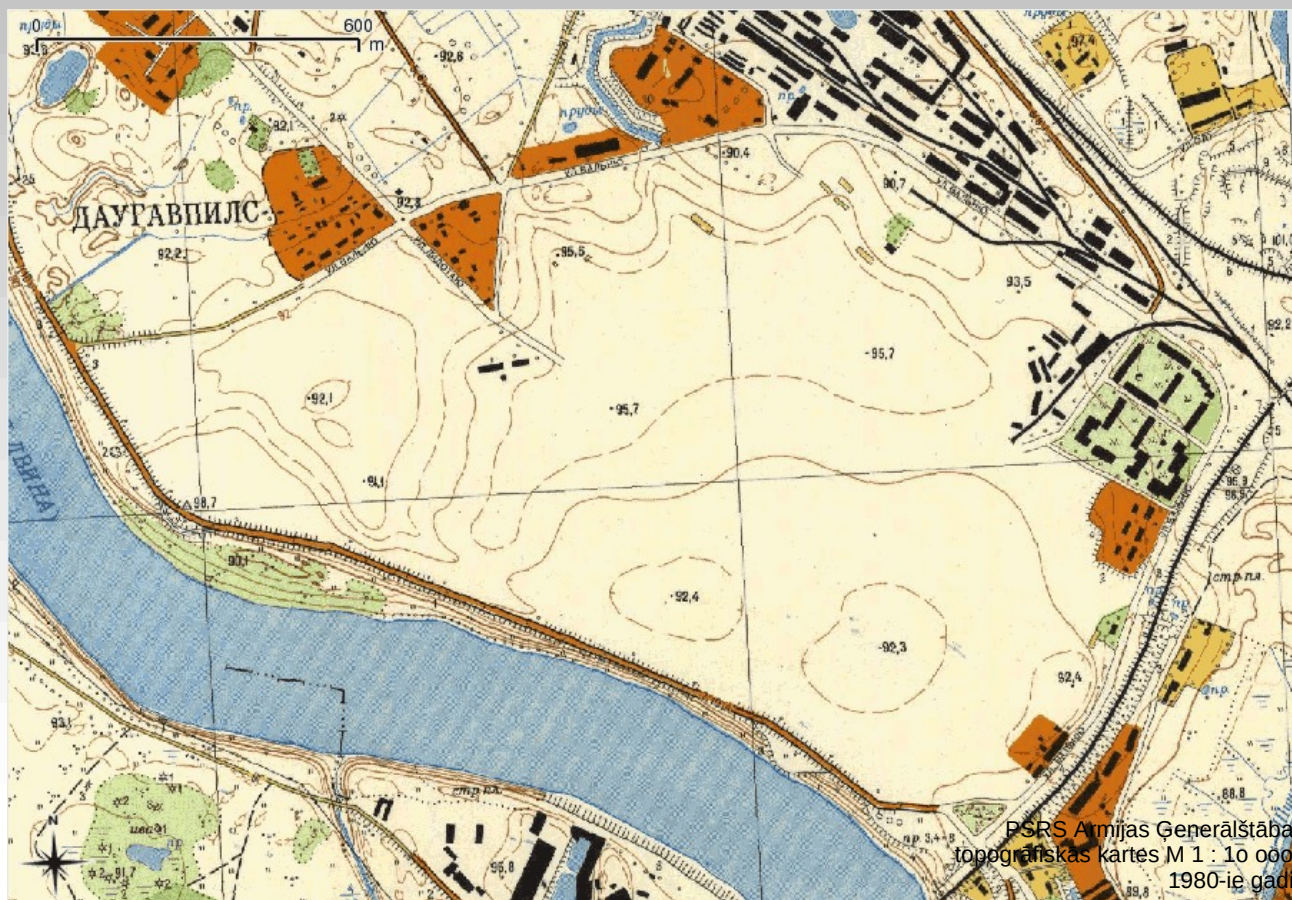
Sagrozijumi kartēs



Kārlis Kalviškis, 2020.

Telpisko datu digitālā apstrāde

Sagrozijumi kartēs



Kārlis Kalviškis, 2020.

Telpisko datu digitālā apstrāde

Sagrozijumi kartēs



Kārlis Kalviškis, 2020.

Telpisko datu digitālā apstrāde

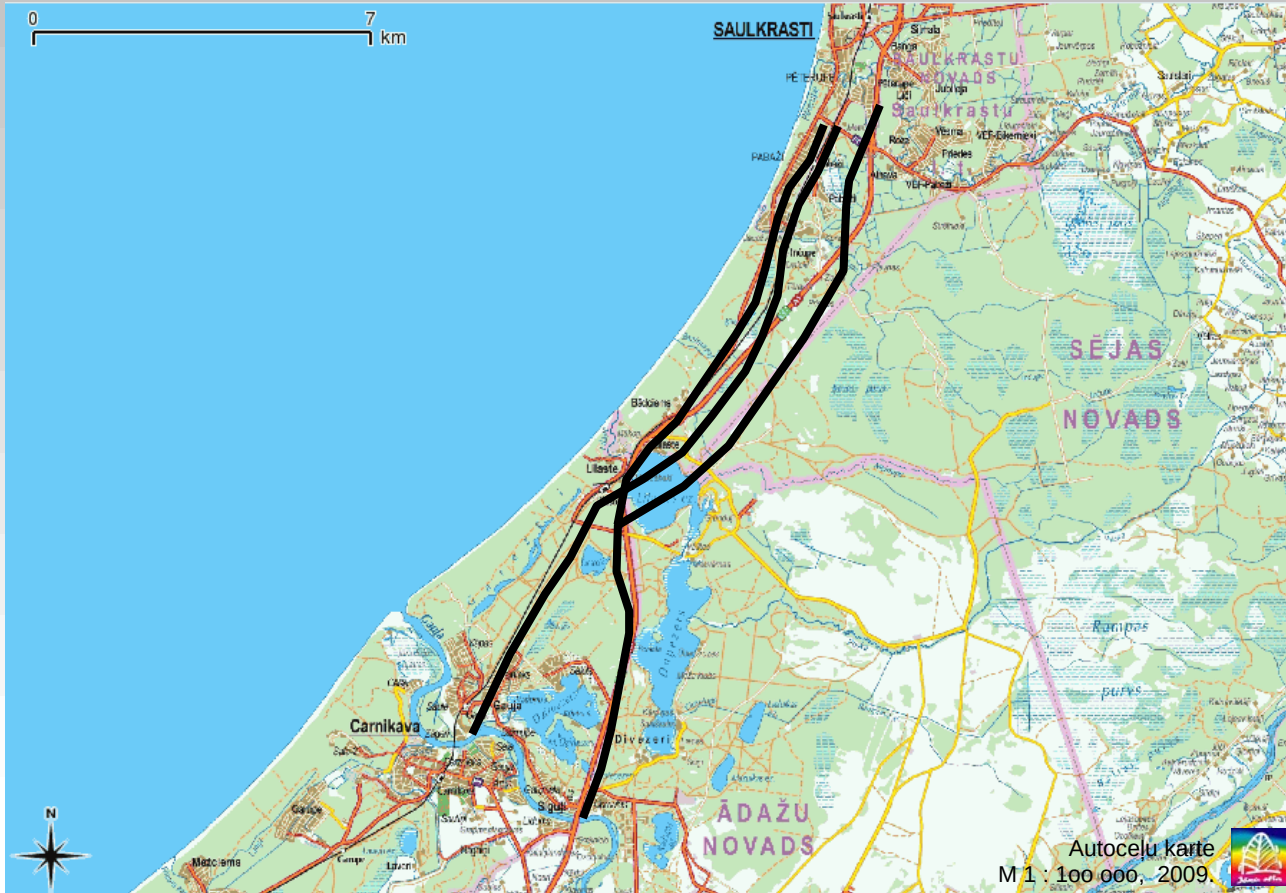
Sagrozijumi kartēs



Kārlis Kalviškis, 2020.

Telpisko datu digitālā apstrāde

Sagrozijumi kartēs



Kārlis Kalviškis, 2020.

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.

Papildus uzziņai



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 (turpinājums)

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

Literatūra (turpinājums)

- 17.12.2009. likums „**Ģeotelpiskās informācijas likums**”, («LV», 205 (4191), 30.12.2009.) [spēkā ar 13.01.2010.].
- Ministru kabineta 15.11.2011 noteikumi Nr.879 „**Ģeodēziskās atskaites sistēmas un topogrāfisko karšu sistēmas noteikumi**”, («LV», 183 (4581), 22.11.2011.) [spēkā ar 23.11.2011.].
- Latvijas kartogrāfijas attīstības koncepcija, Akceptēta Ministru kabineta 1995. gada 23. maija sēdē.

Literatūra (turpinājums)

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

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.

Tīmekļa vietnes

- Map Projections
<http://www.csiss.org/map-projections/>
<http://spatial.ucsb.edu/archive/map-projections/>
- The National Geospatial-Intelligence Agency (NGA) ::
Office of Geomatics
<https://earth-info.nga.mil/GandG/update/index.php>

Tīmekļa vietnes (turpinājums)

- Information and Service System for European Coordinate Reference Systems - CRS
<http://www.crs-geo.eu/>
- EPSG Geodetic Parameter Dataset
<https://epsg.org/home.html>

EPSG – European Petroleum Survey Group (1986 – 2005)
OGP – The International Association of Oil & Gas Producers. 2005. gada pārņēma EPSG.

Tīmekļa vietnes (turpinājums)

PE&RS – zurnāls
„Photogrammetric
Engineering & Remote
Sensing”

- Spatial Reference List
<http://spatialreference.org/>
<http://spatialreference.org/ref/epsg/>
- American Society for Photogrammetry and Remote Sensing :: the Grids and Datums column from PE&RS
<http://www.asprs.org/a/resources/grids/>
- GeoRepository – Geodetic Parameter Repository
<http://georepository.com/>

Tīmekļa vietnes (turpinājums)

- GeographicLib (C++ bibliotēkas, dokumentācija, tiešsaites rīki)
<https://geographiclib.sourceforge.io/>
<https://sourceforge.net/projects/geographiclib/>

Koordinātu pārrēķini

- http://map.lgia.gov.lv/index.php?cPath=2&txt_id=8
- <http://geographiclib.sourceforge.net/cgi-bin/GeoConvert>
- <http://geographiclib.sourceforge.net/cgi-bin/Planimeter>