

# Telpisko datu digitālā apstrāde Biol2021

## Grafiskās informācijas veidi

*Kārlis Kalviškis, LU Bioloģijas fakultāte*

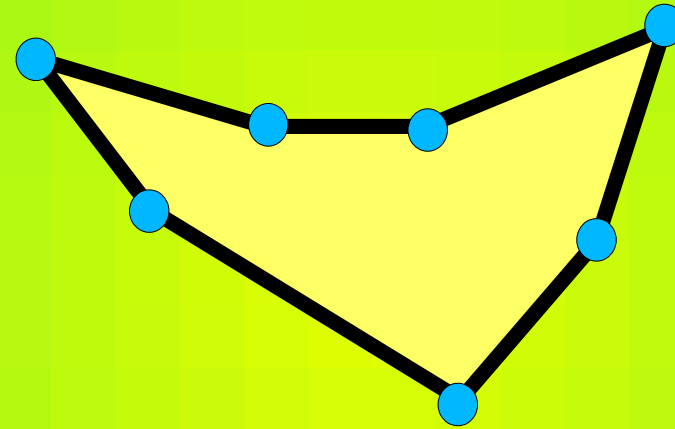
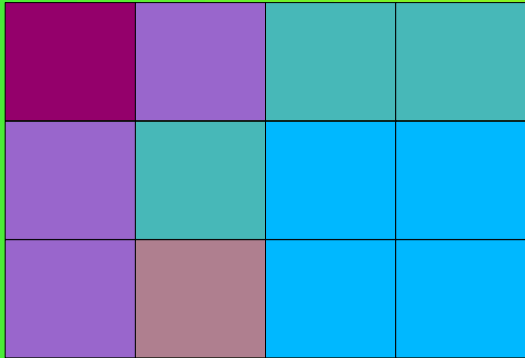
2013. gada 15. februārī  
(ar labojumiem 2013.03.31)



# Grafiskās informācijas pieraksts

- Rastrkartes (rastrattēli)
- Vektorkartes (vektorattēli)
- Karte ir telpā un laikā piesaistīts attēls

# Ģeometriskās pamatvienības



- Rastrattēlam

- pikselis (šūna)  
*pixel*

---

- vokselis (3D šūna)  
*voxel*

- Vektorattēlam

- punkts

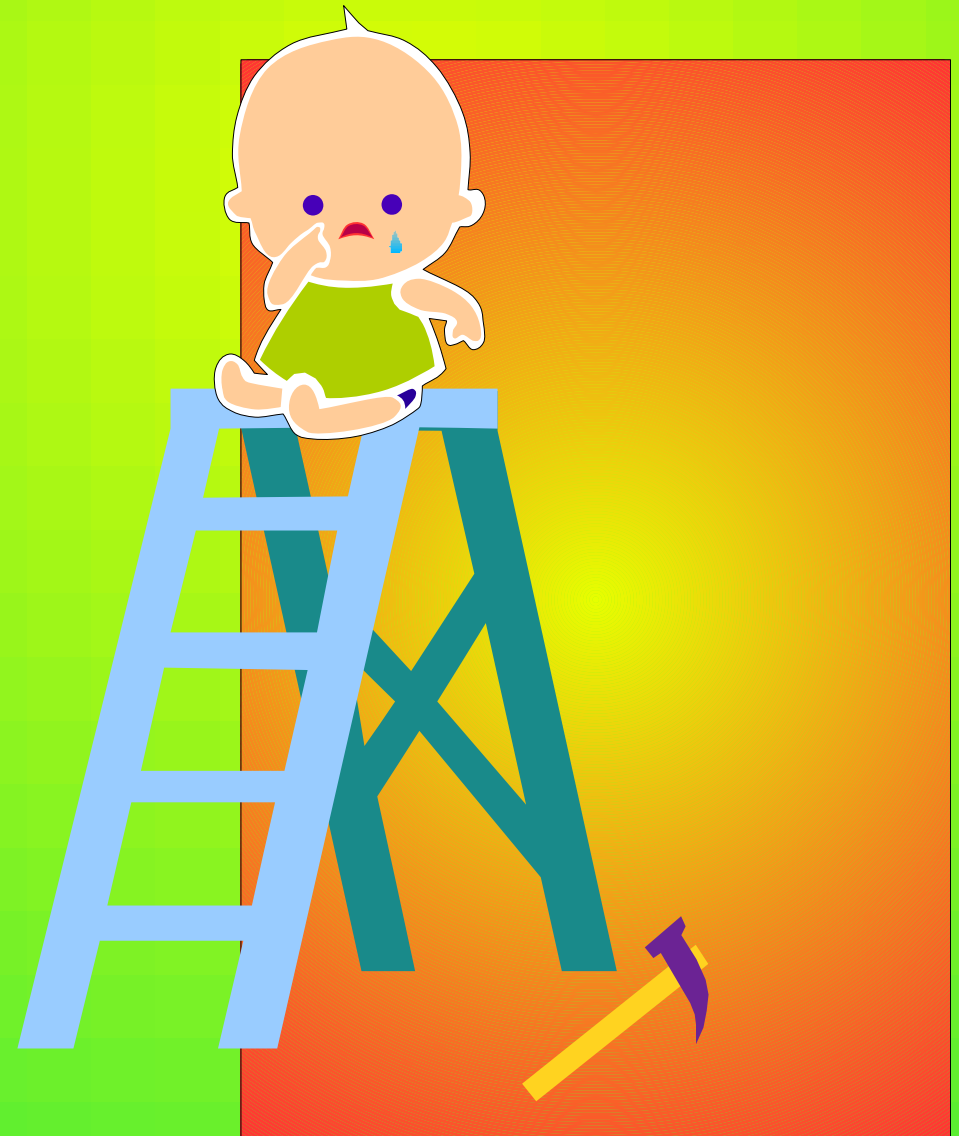
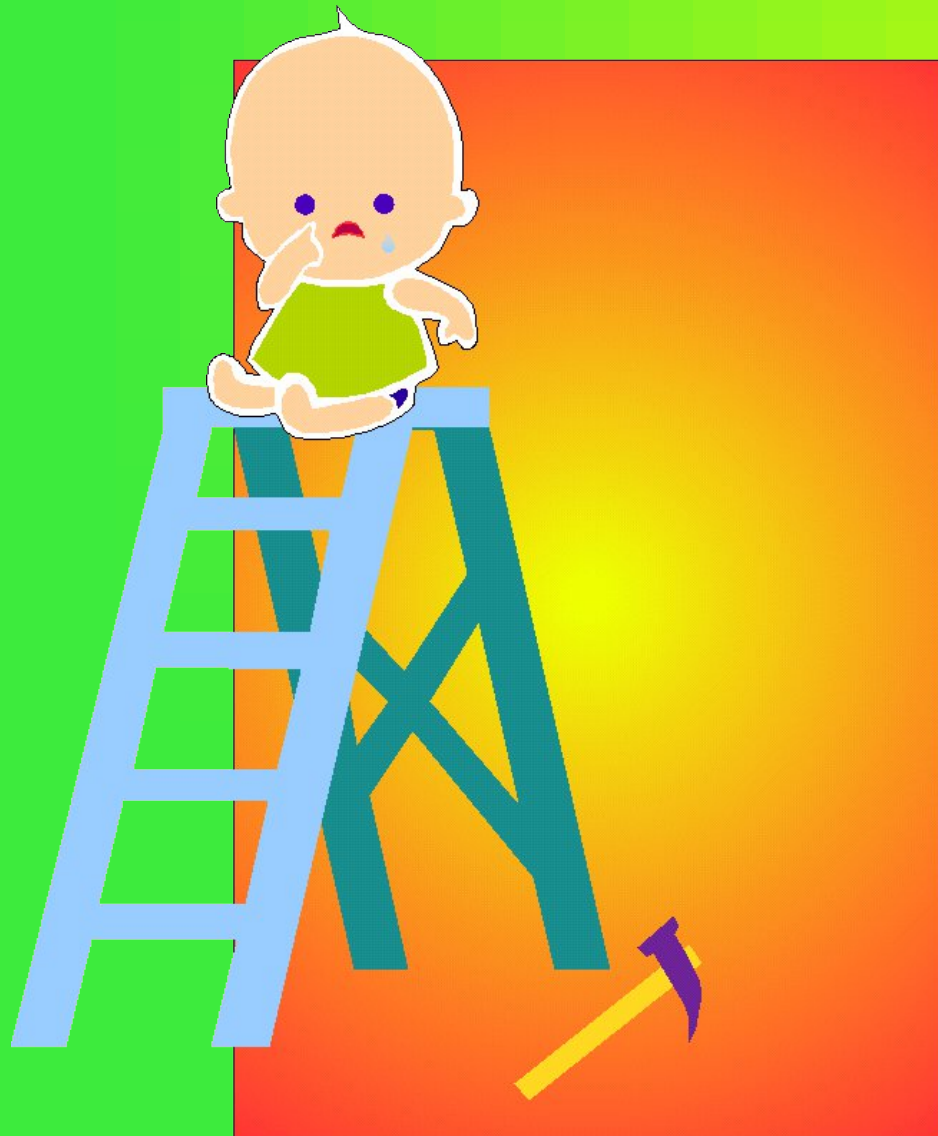
- līnija

- daudzstūris

---

- telpiska figūra

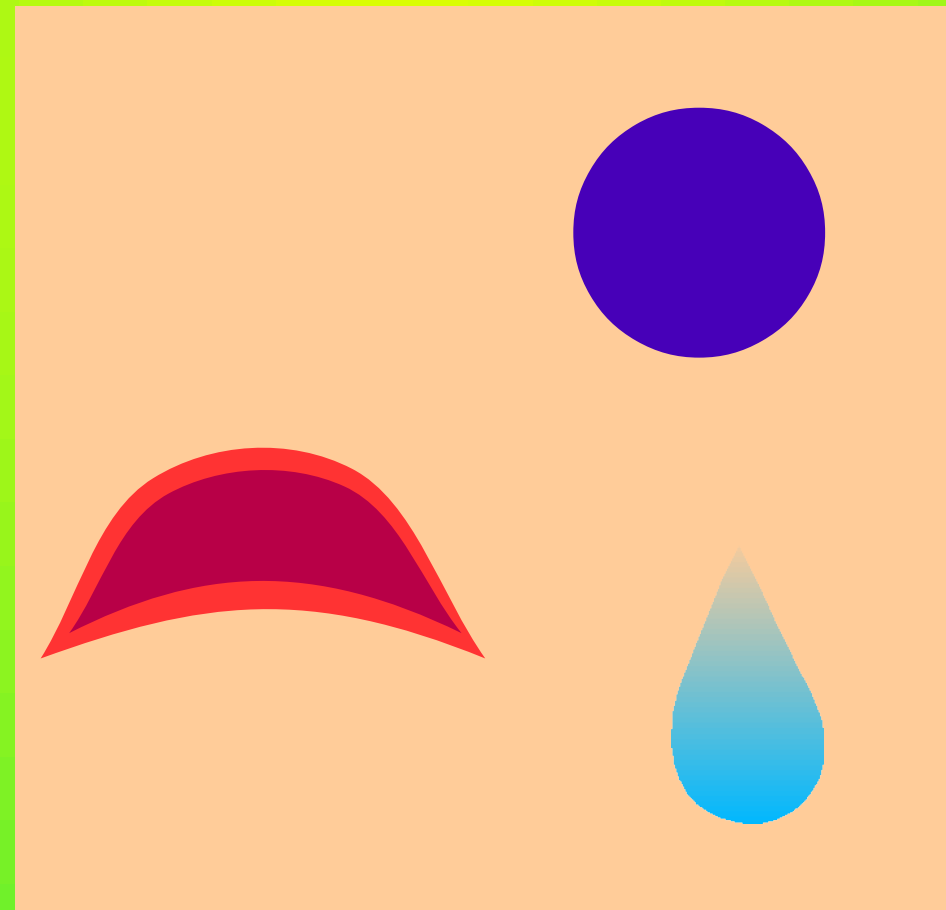
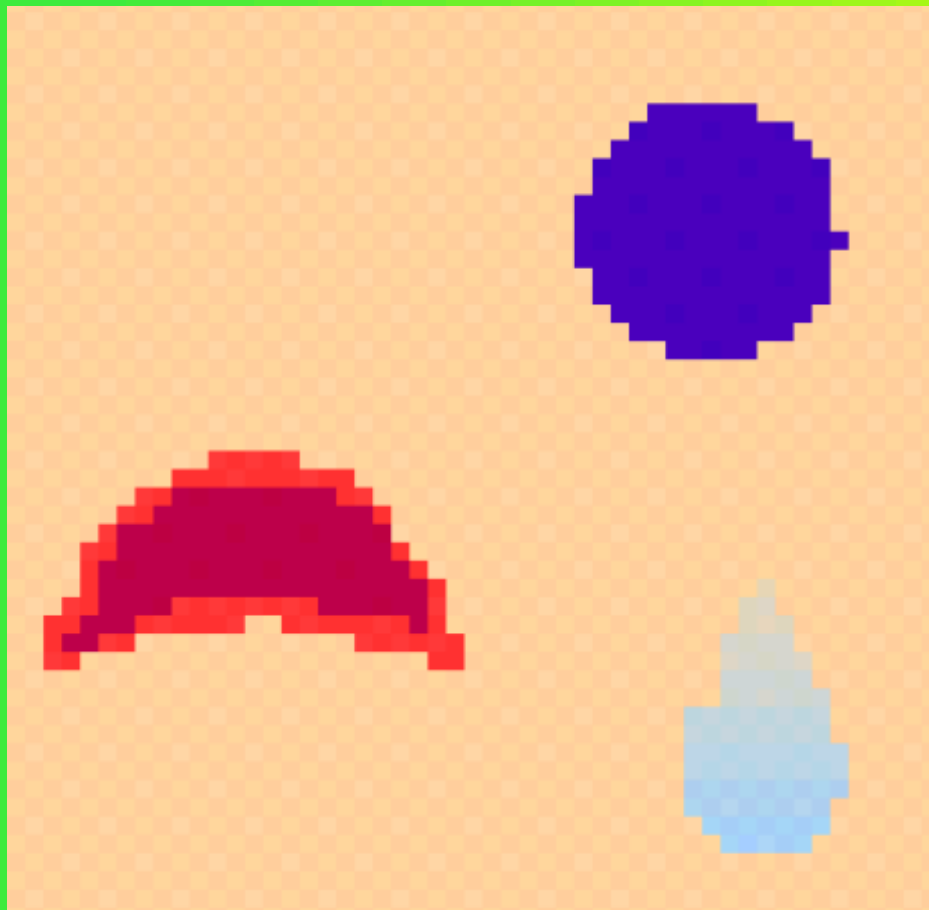
# Rastra un vektoru salīdzinājums



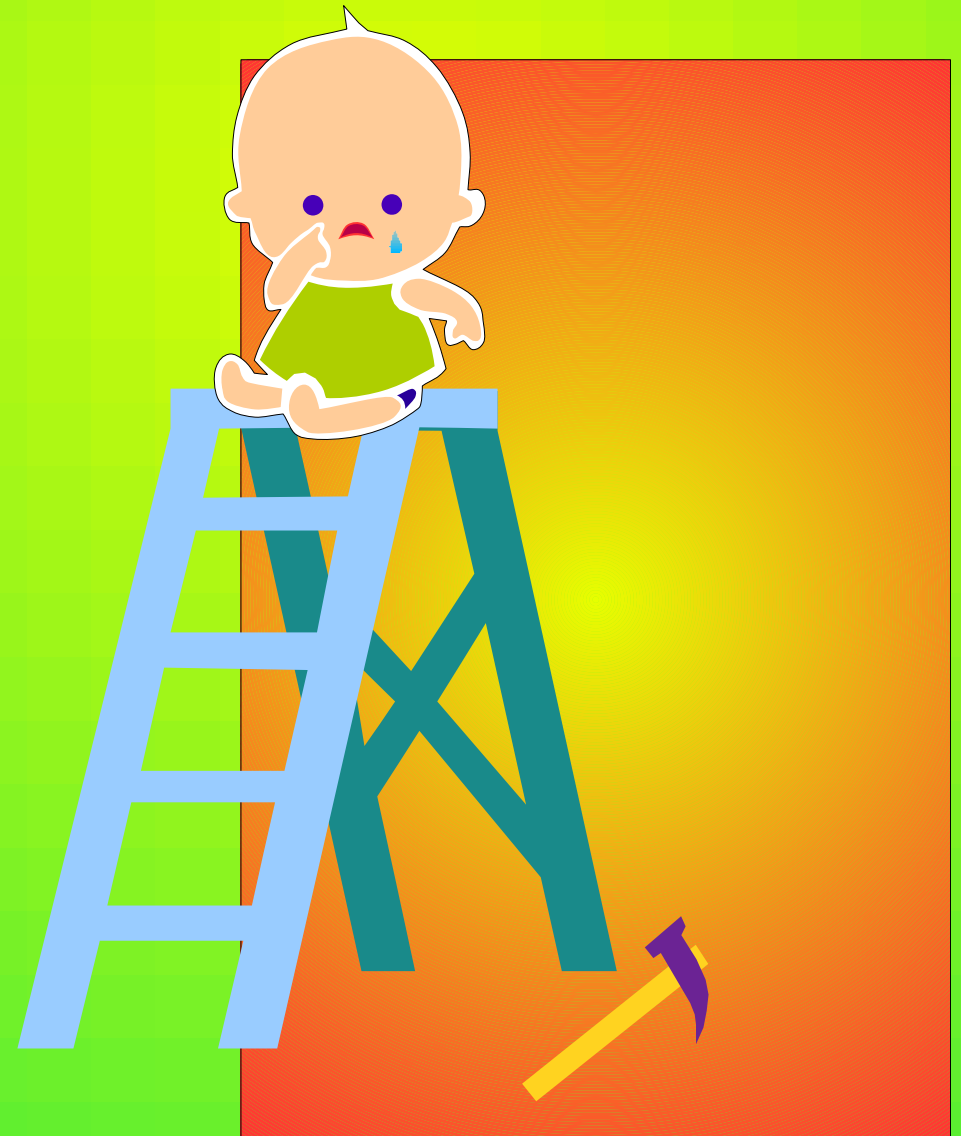
# Rastra un vektoru salīdzinājums



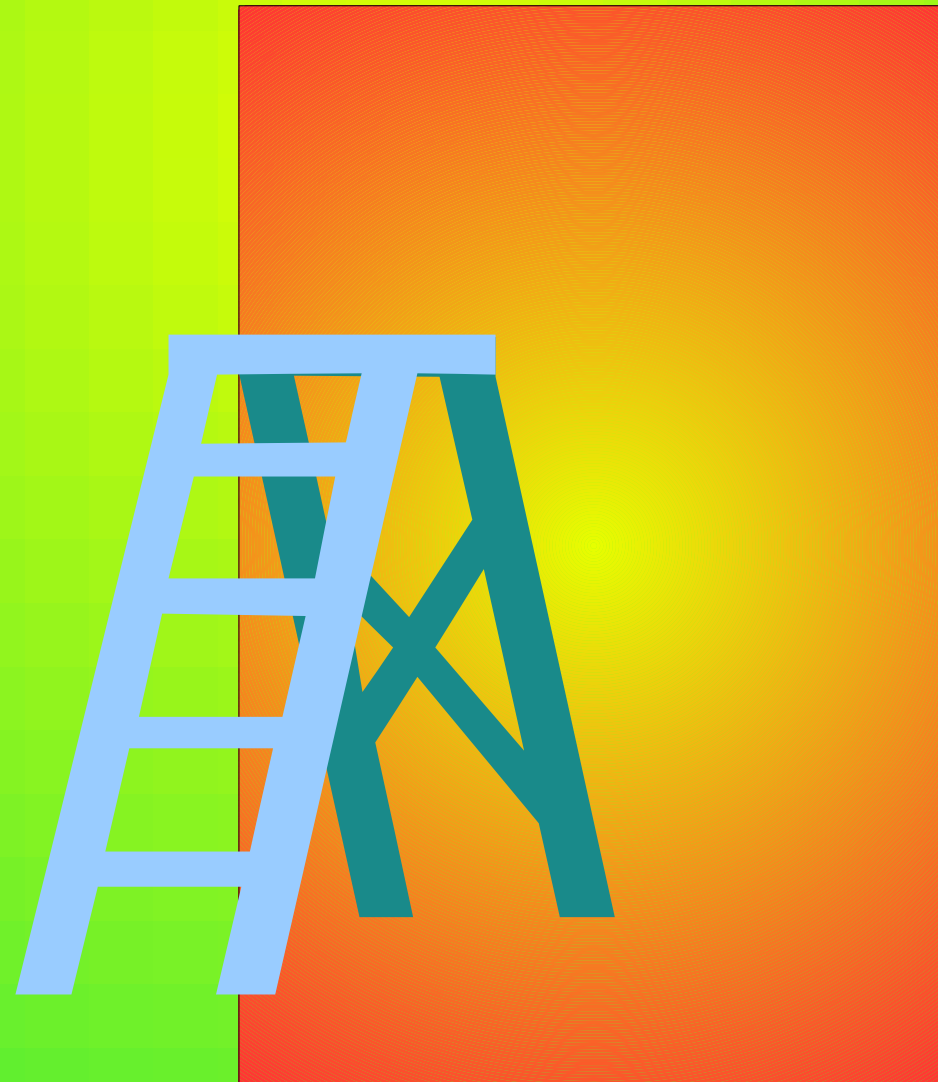
# Rastra un vektoru salīdzinājums



# Vektora kartes (attēla) uzbūve

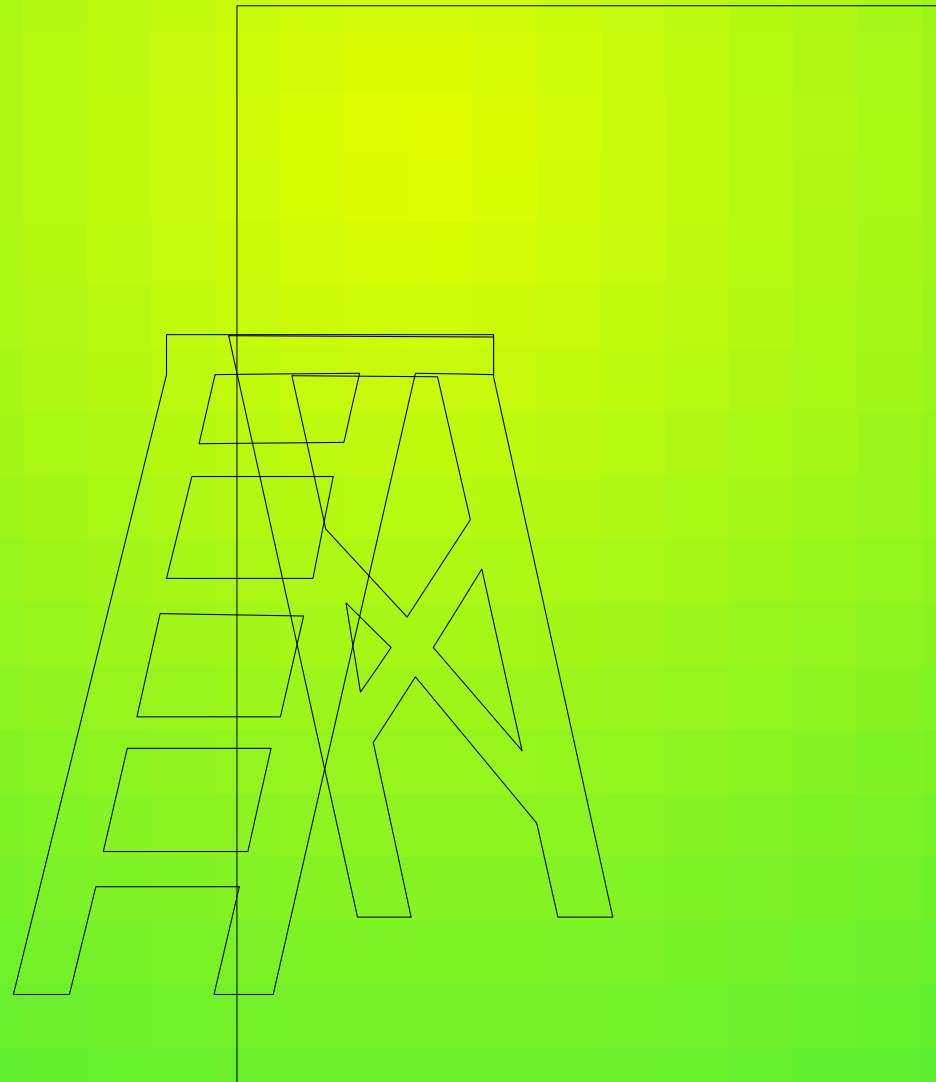
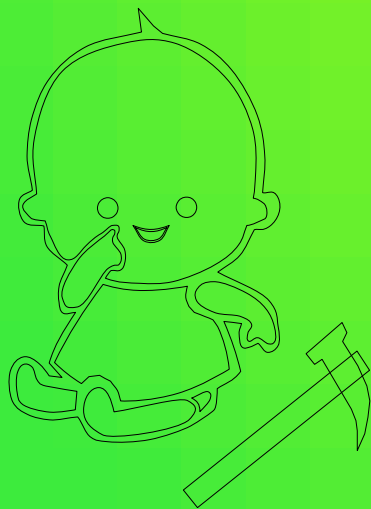


# Vektora kartes (attēla) uzbūve

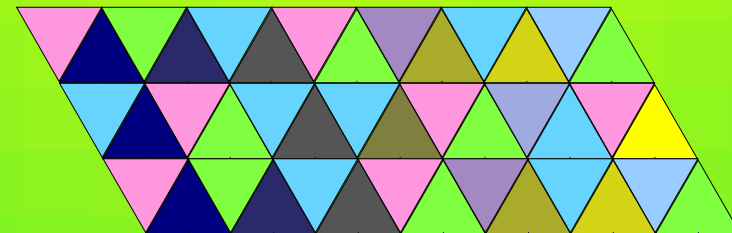
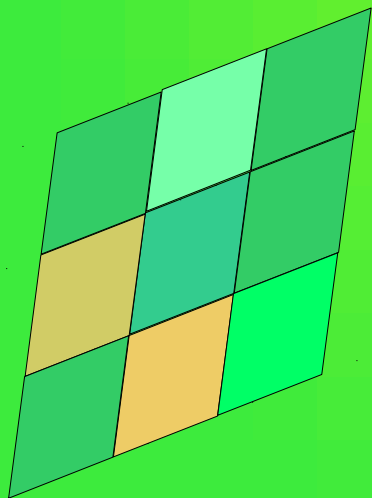
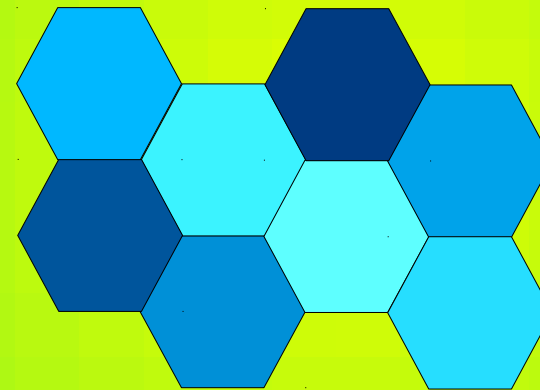
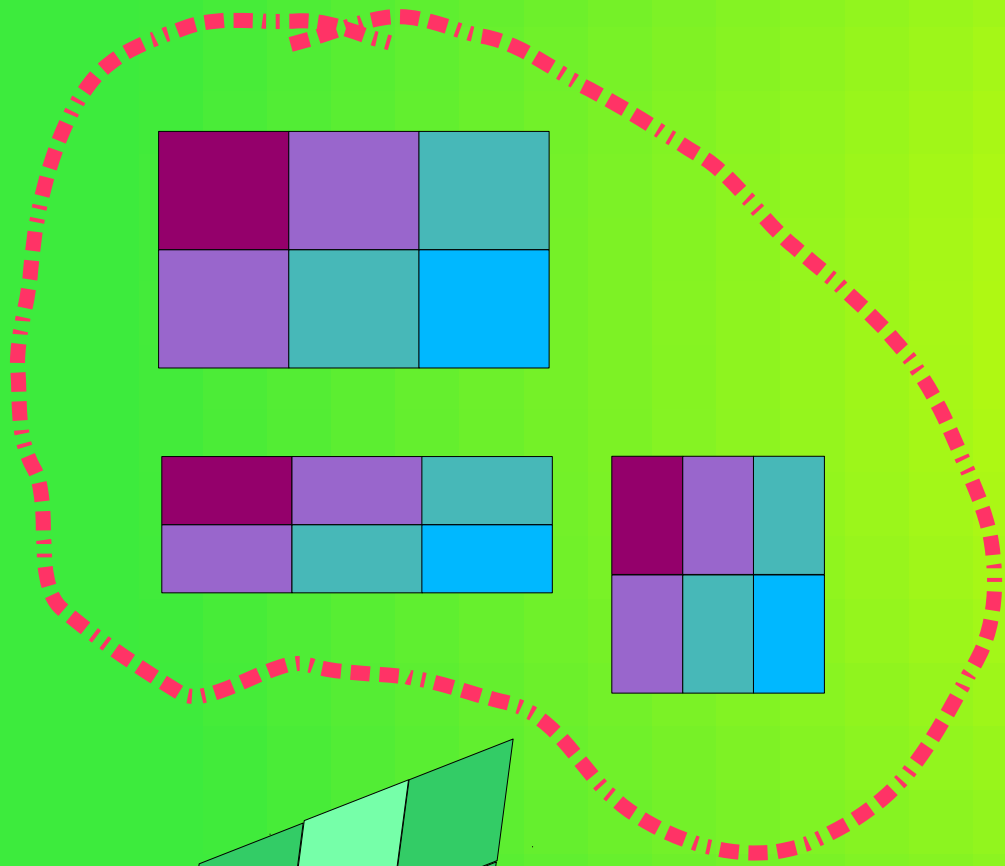




# Vektora kartes (attēla) uzbūve

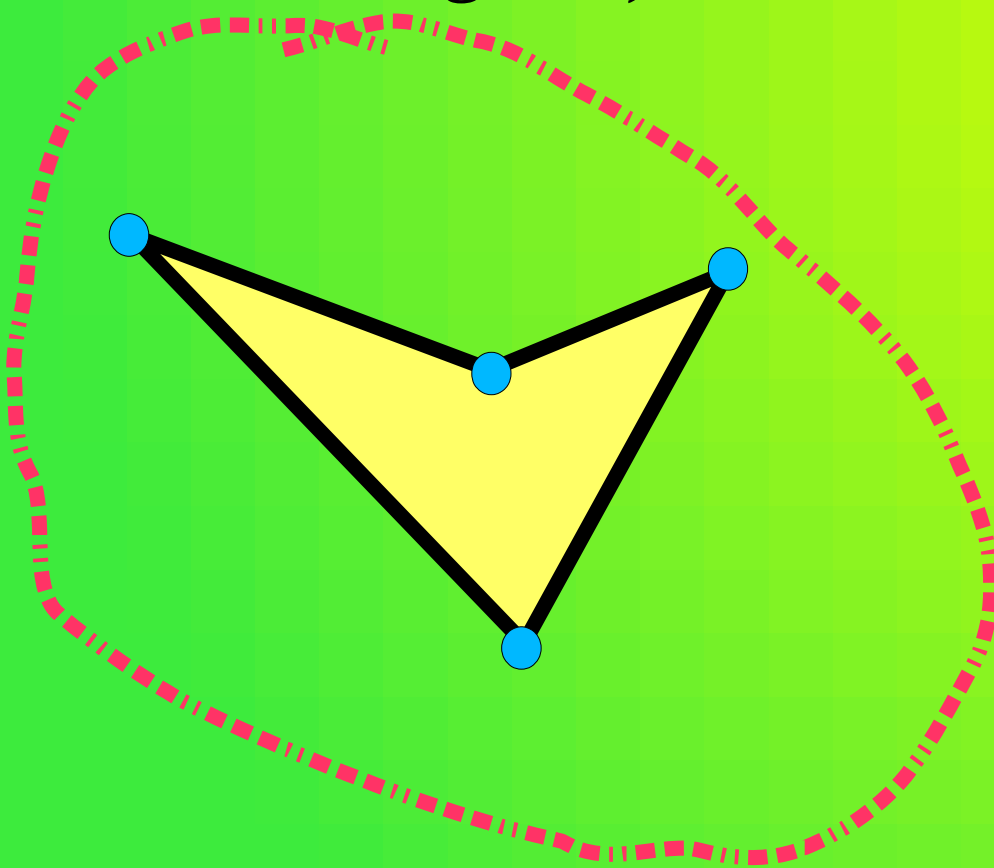


# Rastru šūnu iespējamā dažādība

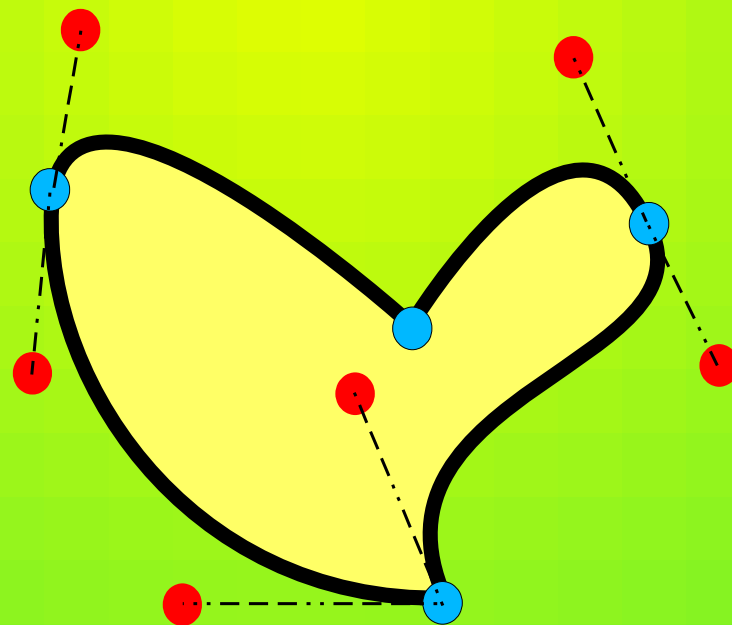


# Punktus var savienot ar:

- Taisnes nogriežņiem

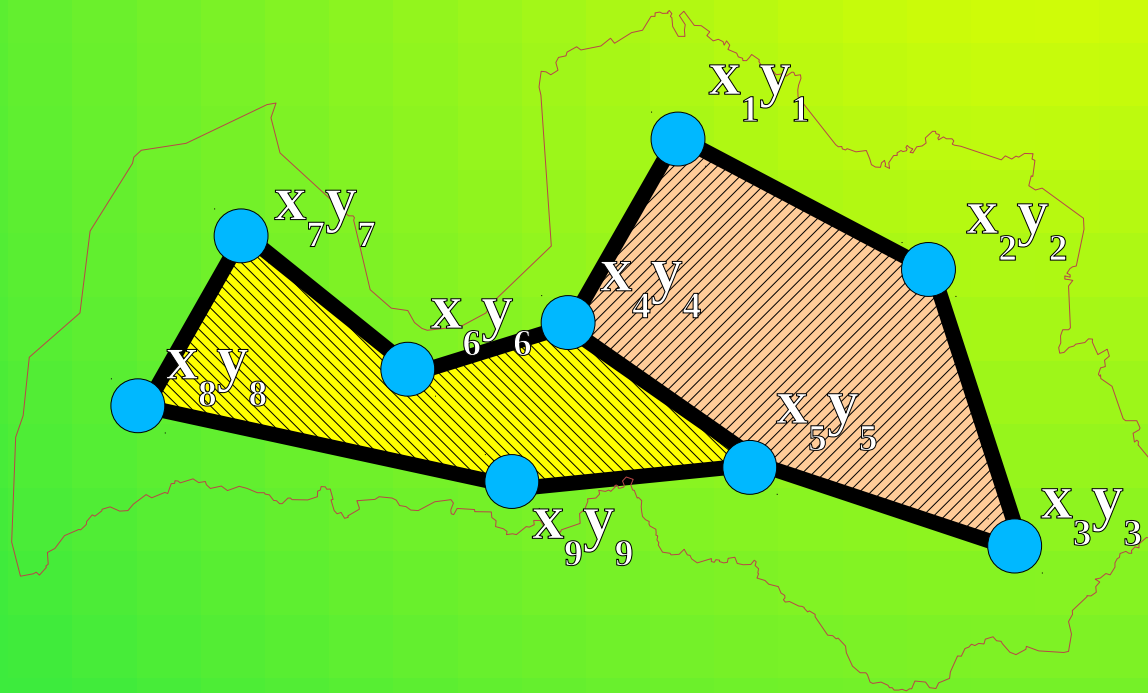


- Liektām līnijām



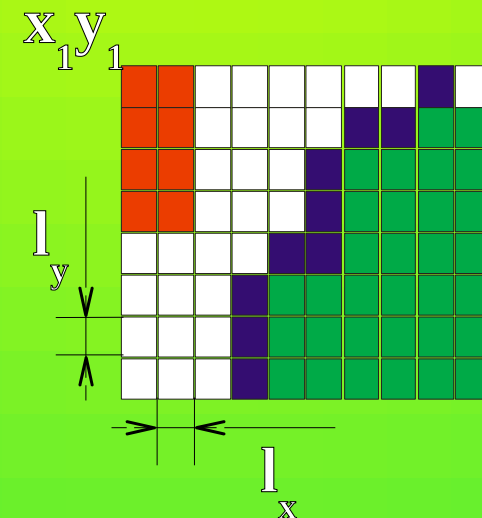
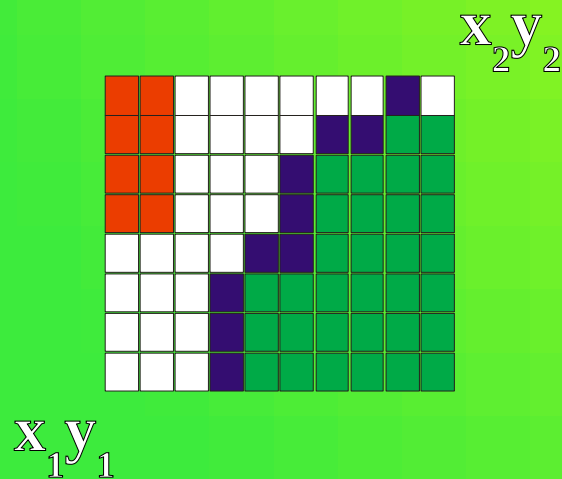
# Vektorkaršu piesaiste koordinātām

- Katrs punkts tiek ierakstīts kā koordināšu pāris (2D kartēm), vai arī ar trim koordinātām (3D)



# Rastrkaršu piesaiste koordinātām

- Uzdodot pretējo stūru koordinātas
- Uzdodot stūra koordinātas un šūnas izmērus un ziemeļu virzienu
- Uzdodot noteiktu šūnu koordinātas



# Telpisko datu digitālā apstrāde

## Biol2021

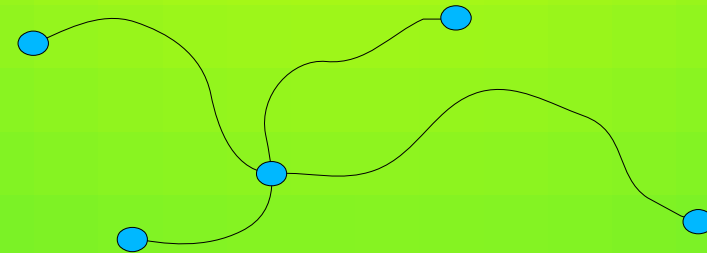
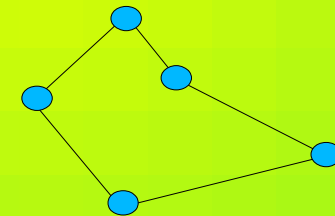
Telpiskās datu bāzes elementi

*Kārlis Kalviškis, LU Bioloģijas fakultāte*



# Punktveida objekti (0 dimensijas)

- punkts (*point*)
- virsotne, mezglpunkts (*node*)



# Palīgpunkti

- Uzrakstu atrāšanās vieta.

*Nosaukums*





# Līnijveida objekti (1 dimensija)

- Nogrieznis (*line segment*)

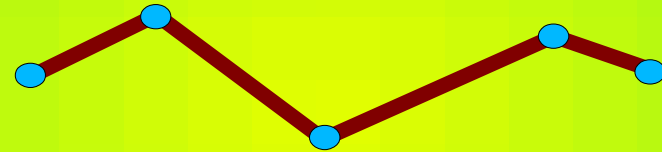


- Liekts nogrieznis (*arc*)



# Līnijveida objekti (1 dimensija)

- Lauzta līnija (*string*)



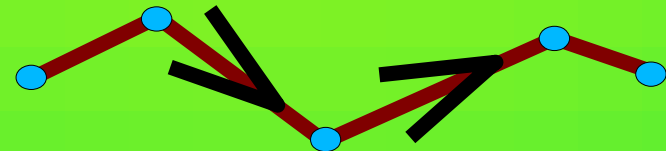
- Liekta līnija (*arc*)



- Līnijai var piemist virziens

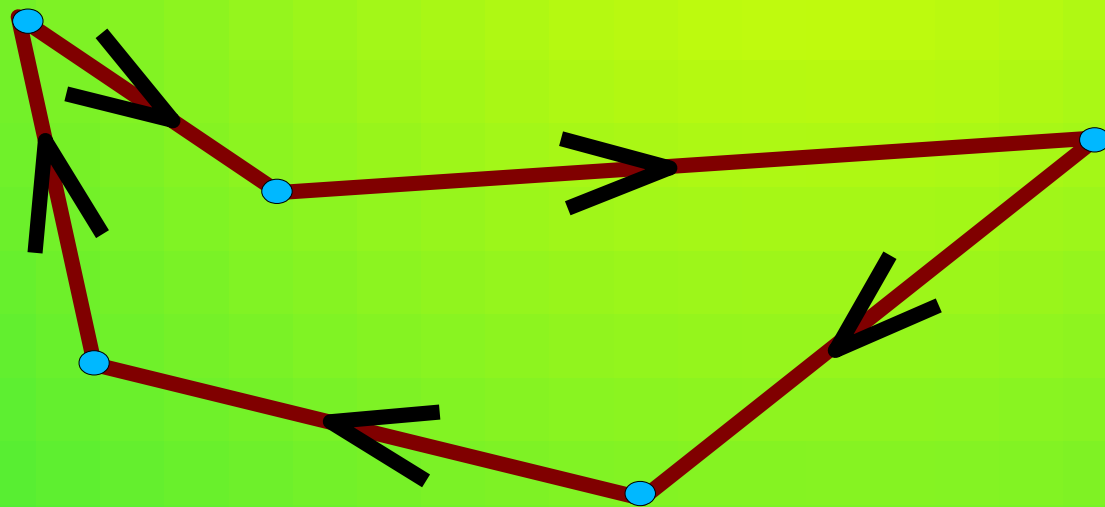


- Lauzta līnija ar noteiktu virzienu (*chain*)



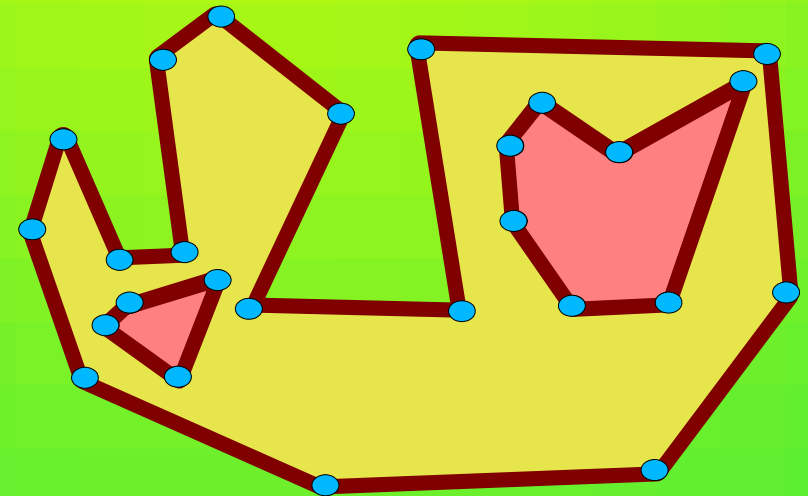
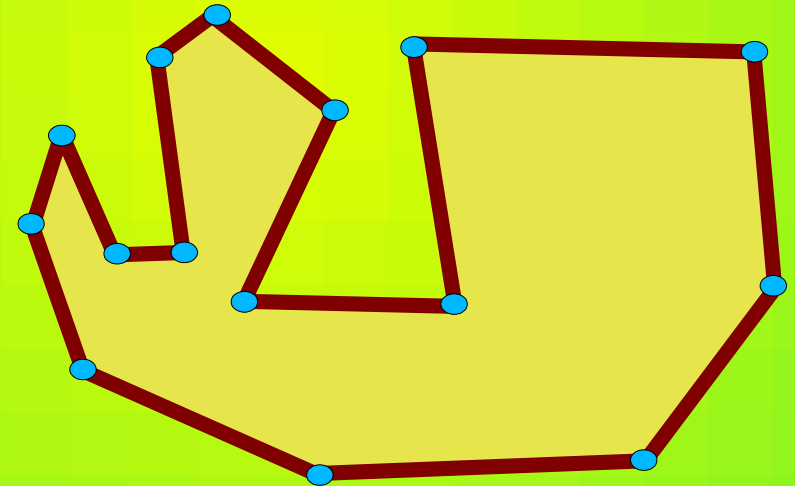
# Līnijveida objekti (1 dimensija)

- Gredzens – līnijai var sakrist sākums ar beigām (*ring*)



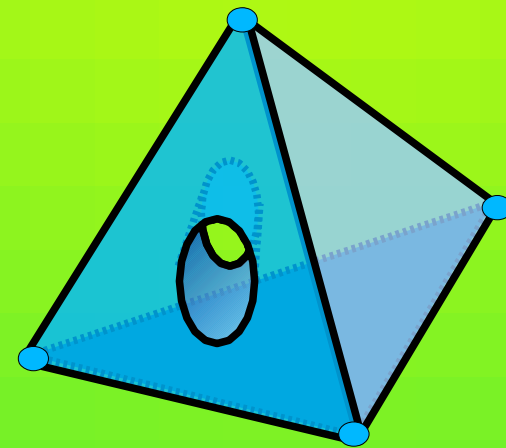
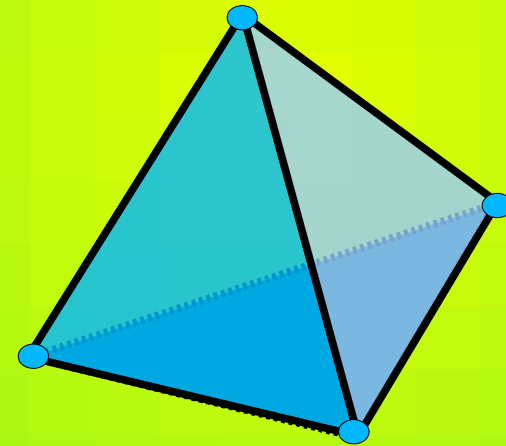
# Daudzstūri (2 dimensijas)

- Vienkāršs daudzstūris  
(*simple area/polygon*)
- Salikts daudzstūris  
(*complex area/polygon*):
  - veido vairāki daudzstūri;
  - ar caurumiem (salām).

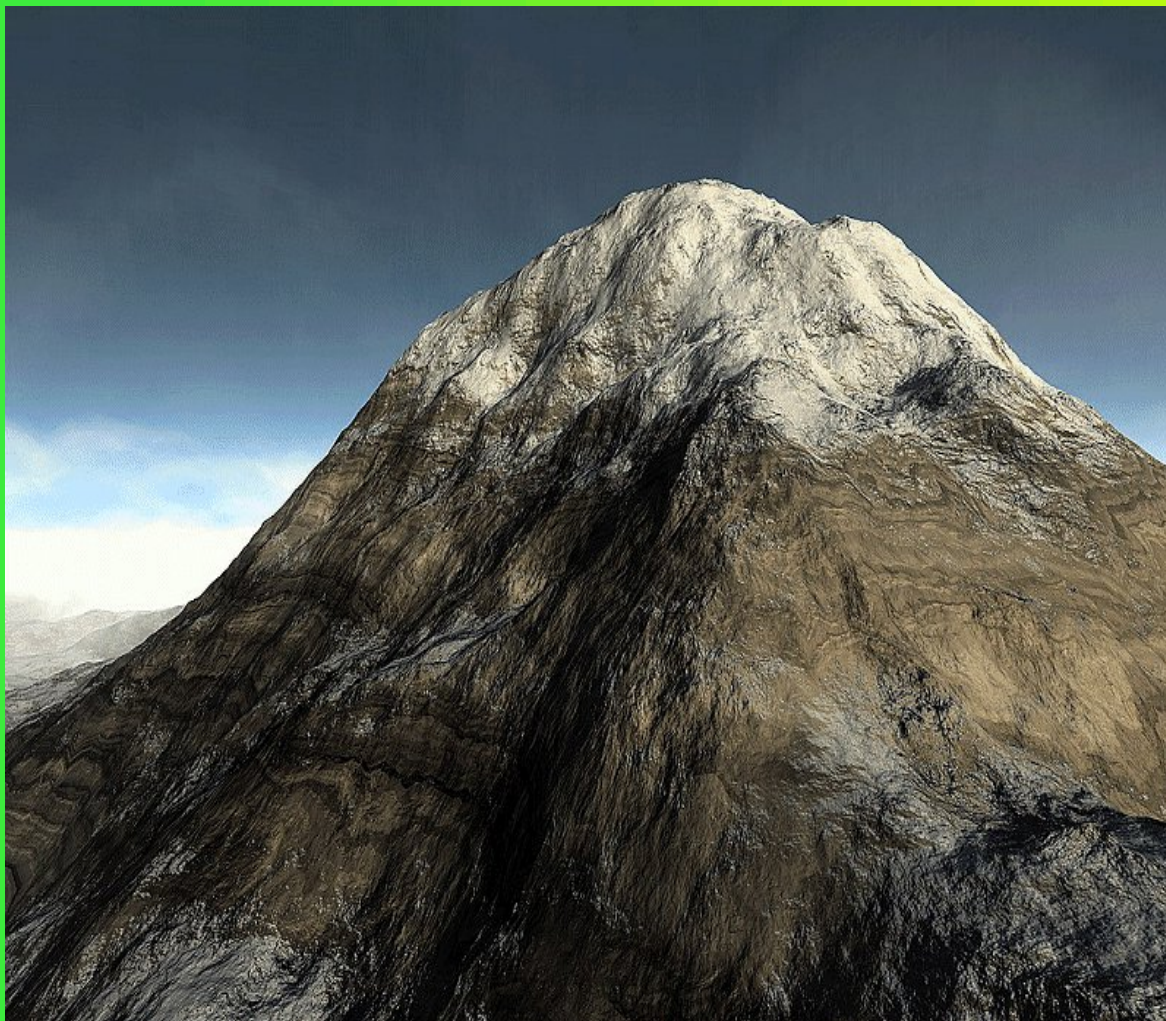


# Tilpumi (3 dimensijas)

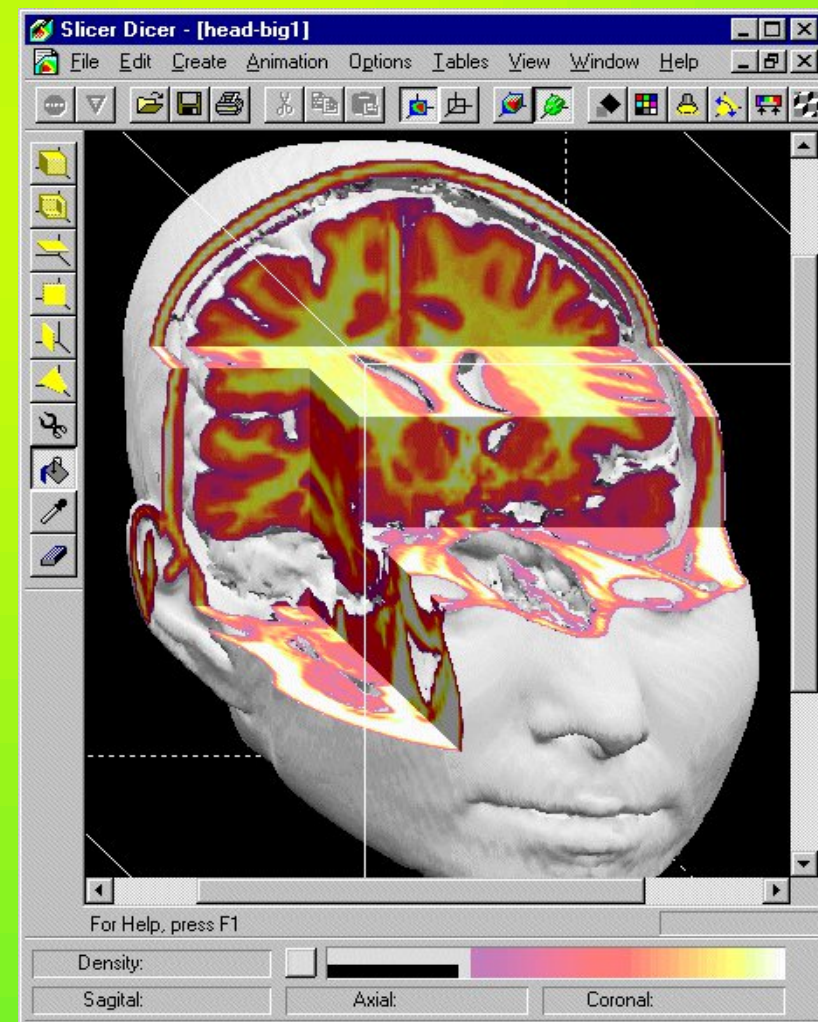
- Vienkāršs tilpums  
(*simple volume*)
- Salikts tilpums  
(*complex volume*)



# Tilpumi (3 dimensijas)



The 3D terrain renderer Voxel World was written with Free pascal.  
[http://www.osnews.com/story.php?news\\_id=10607&page=2](http://www.osnews.com/story.php?news_id=10607&page=2)



Voxel-based representation  
[http://groups.csail.mit.edu/graphics/classes/6.838/F01/lectures/SmoothSurfaces/0the\\_s044.html](http://groups.csail.mit.edu/graphics/classes/6.838/F01/lectures/SmoothSurfaces/0the_s044.html)

# Telpisko datu digitālā apstrāde

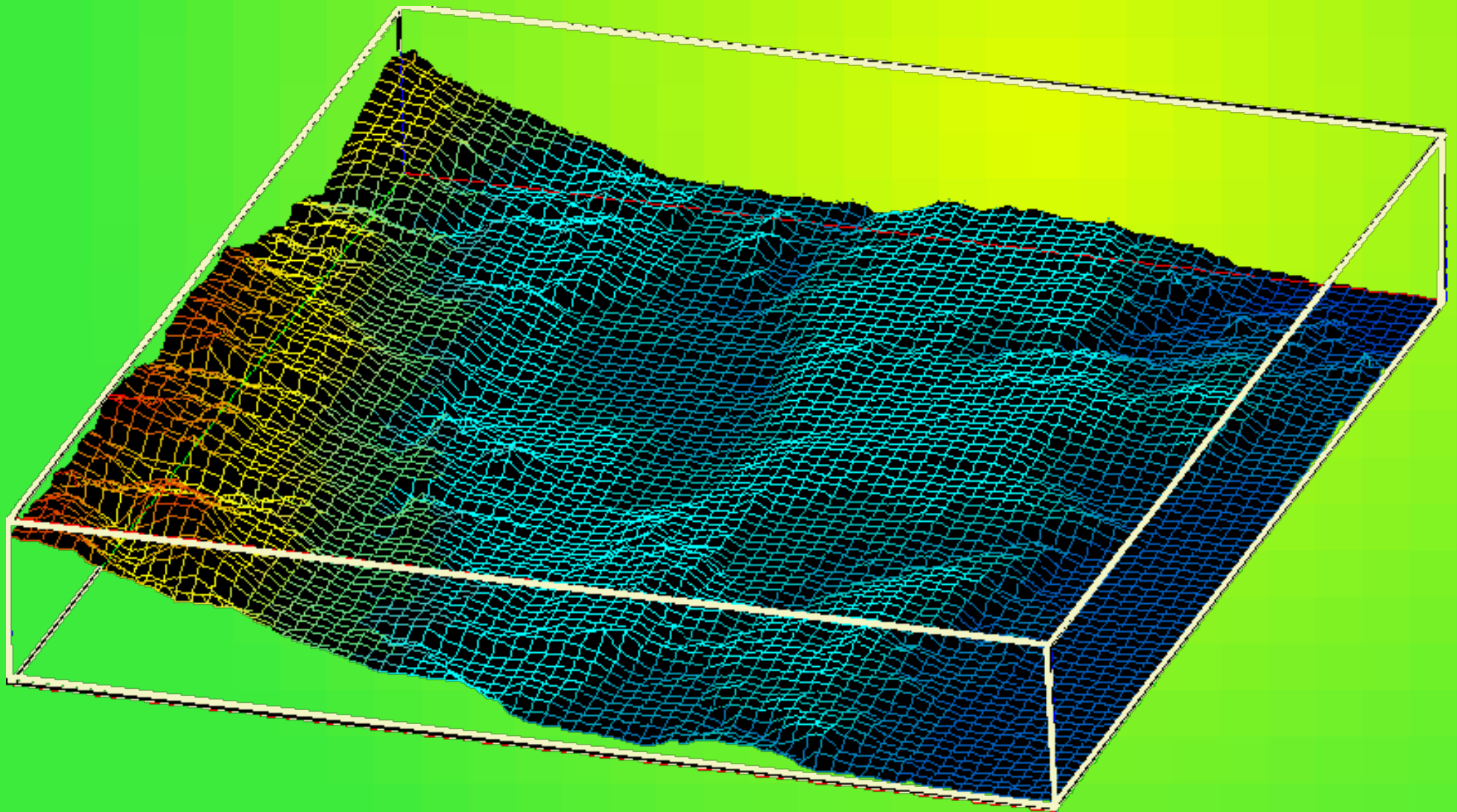
## Biol2021

### Virsmas modeļi

*Kārlis Kalviškis, LU Bioloģijas fakultāte*



# Virsmas modeļi (2,5 dimensijas)





# Virsmas ciparu (digitālie) modeļi

- **2,5 D** – katram  $x, y$  koordināšu pārim tikai viena  $z$  (augstuma) koordināta:
  - rastra karte, kur pikseļa vērtības nosaka augstumu;
  - ieciparotas izolīnijas un augstumpunkti.

# Tilpumu ciparu (digitālie) modeļi

- **3D** – var būt vairāki ieraksti, kam sakrīt koordinātu  $x$ ,  $y$  vērtības, bet var atšķirties  $z$  vērtība:
  - rastra kartēs vokseļi;
  - vektoru TIN.

# Lietotie saīsinājumi

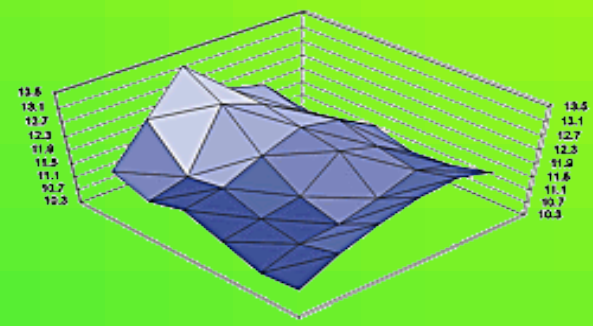
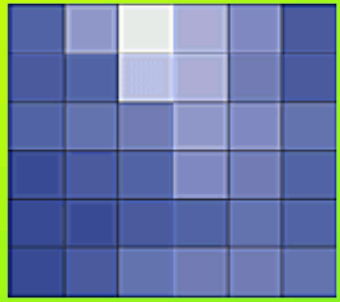
- *DEM – Digital Elevation Model*  
Virsmas augstumu ciparu modelis
  - virsmas rastra karte, *Grid*
  - daži lieto kā DTM un TIN aptverošu terminu;
- *DTM – Digital Terrain Model*  
Virsmas ciparu modelis, Virsmas digitālais modelis, Digitālais reljefa modelis
  - bieži gan lieto kā *DEM* sinonīmu

# *DTM (Grid)*

23	23	23	22	21	20	21	22	23	24
24	23	23	23	22	21	22	23	23	24
24	24	24	23	22	21	23	24	24	24
25	25	24	23	23	23	24	24	25	25
25	25	24	24	24	24	24	25	26	26
25	25	25	24	24	24	25	26	26	27
25	26	25	25	24	25	25	26	27	28
26	26	25	25	25	26	26	27	28	29
26	26	26	26	26	27	27	28	29	30
26	26	26	27	27	28	28	29	30	31
26	26	27	27	28	29	28	29	30	31
27	26	27	28	29	30	29	29	30	30
27	27	28	29	30	31	30	29	29	30
27	27	28	28	29	30	29	28	28	29
27	27	28	28	28	29	29	28	27	28

# DTM

11.30	12.40	13.50	12.50	12.20	11.10
10.90	11.20	12.90	12.50	11.90	10.90
11.20	11.40	11.90	12.30	12.10	11.50
10.80	11.0	11.20	12.10	11.80	11.20
10.40	10.80	10.90	11.20	11.60	11.30
10.50	11.10	11.50	11.80	11.90	11.60



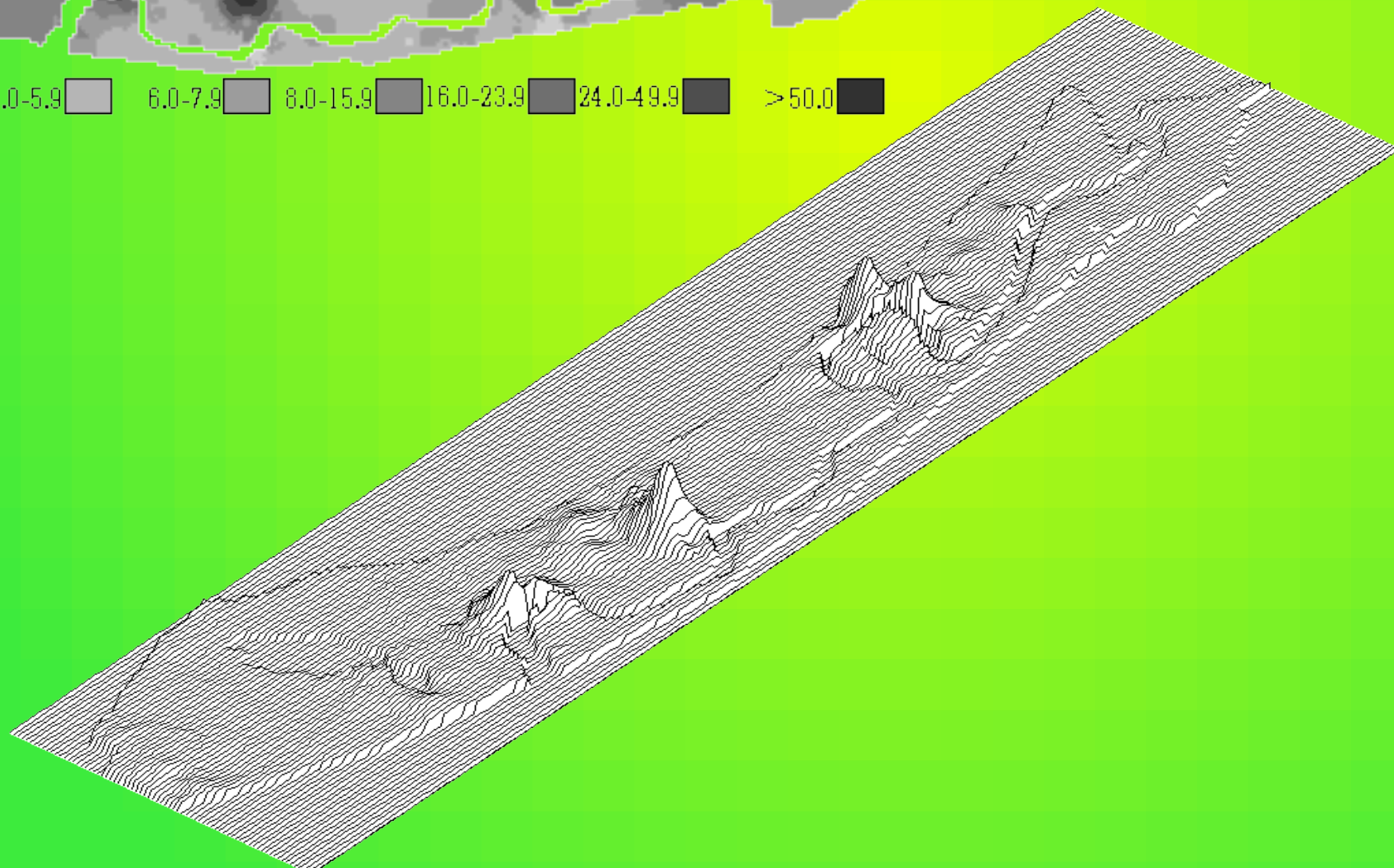
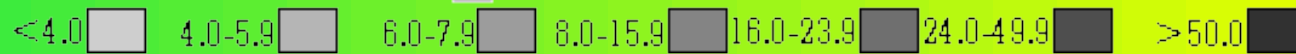
# Var būt dažādas virsmas, piemēram, kāda elementa koncentrācija



Elementi													▼	▲
Prl	Id	Zn	Cu	Mn	Fe	Cd	Sr	Ni	Co	Pb	Ca	Mg	↑	
146.2	14620	12.30	3.30	9.20	0.30	0.20	3.50	1.17	1.32	5.70	1.95	0.18		
146.3	14630	14.20	2.50	15.50	0.23	0.22	4.30	1.05	1.55	8.50	2.15	0.16		
80.1	8010	20.00	15.00	12.00	4.35	0.12	3.30	2.70	1.70	14.00	2.08	0.16		
142.1	14210	16.50	2.27	5.00	0.30	0.12	2.00	1.68	1.06	7.50	1.67	0.12		
35.1	3510	45.50	3.00	8.00	0.19	0.27	5.00	2.60	1.90	18.00	3.23	0.20		
39.1	3910	32.00	7.00	13.00	0.30	0.20	7.00	4.25	3.10	24.50	2.35	0.35		
141.1	14110	22.50	6.50	15.00	1.13	0.18	3.65	2.50	2.65	12.00	2.66	0.18	↓	

# Cu koncentrācija priežu mizās (mg/kg)

Jūrmala, 1989. gads



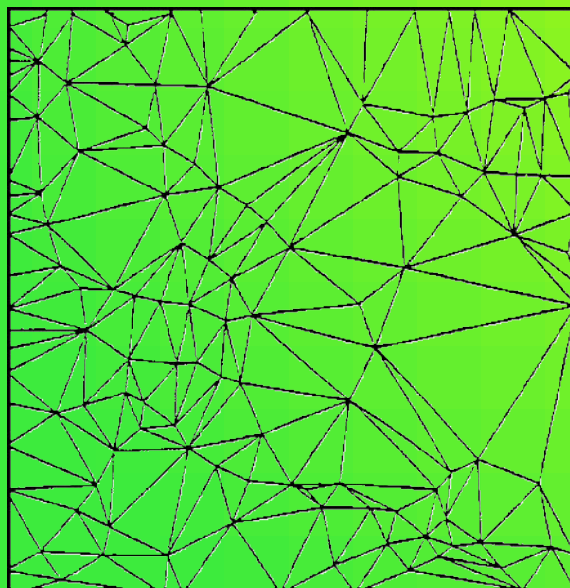
# *DTM*

- Priekšrocības:
  - vienkārši aprēķini (nogāzes slīpums, sateces baseins utt.).
- Trūkumi:
  - jābūt ar vienādu telpisku izšķirtspēju, neatkarīgi no virsmas izmaiņas straujuma;
  - pazaudē vietējos sīkumus, kas var radīt arī dažādus artefaktus.



# Lietotie saīsinājumi

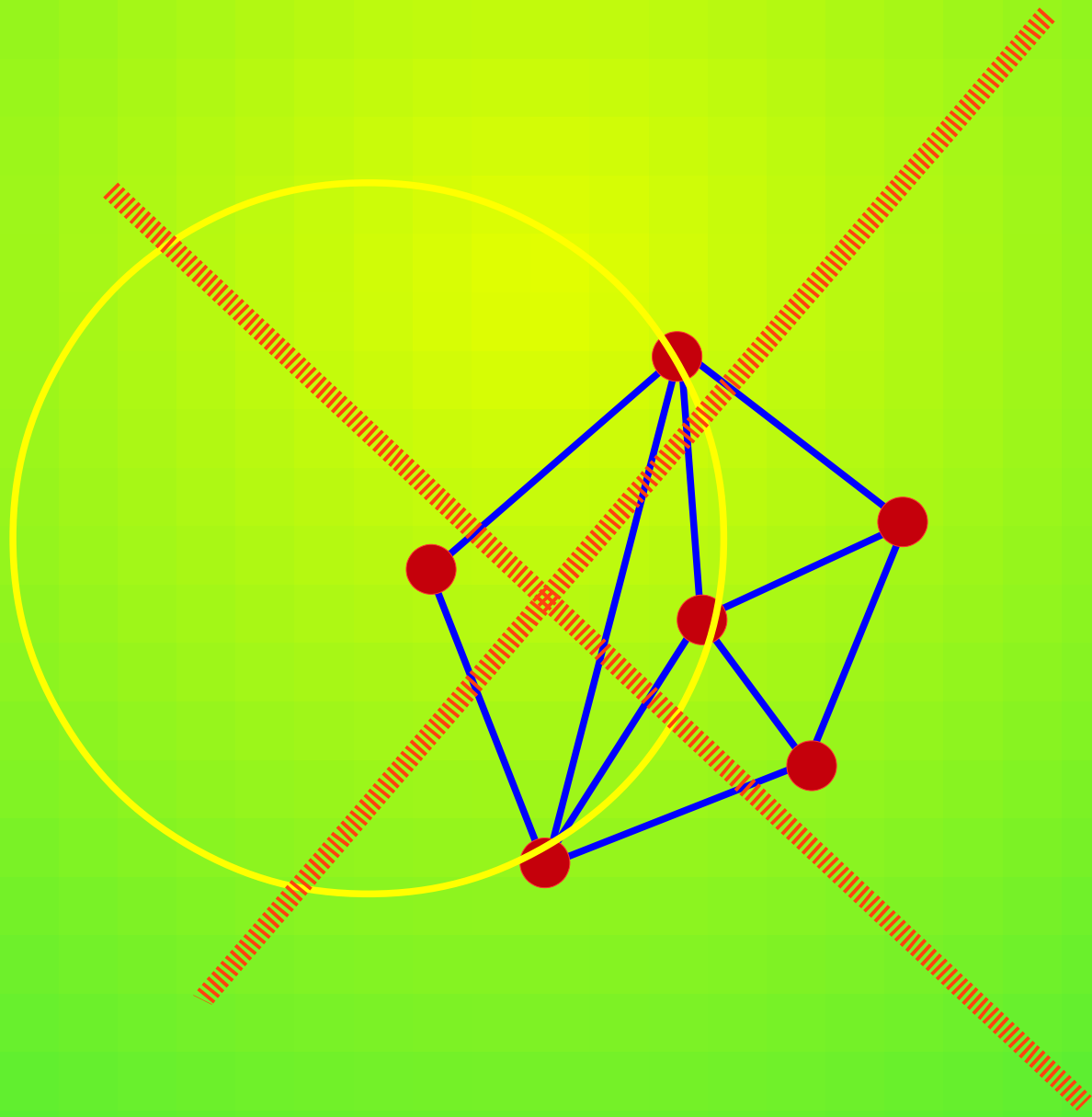
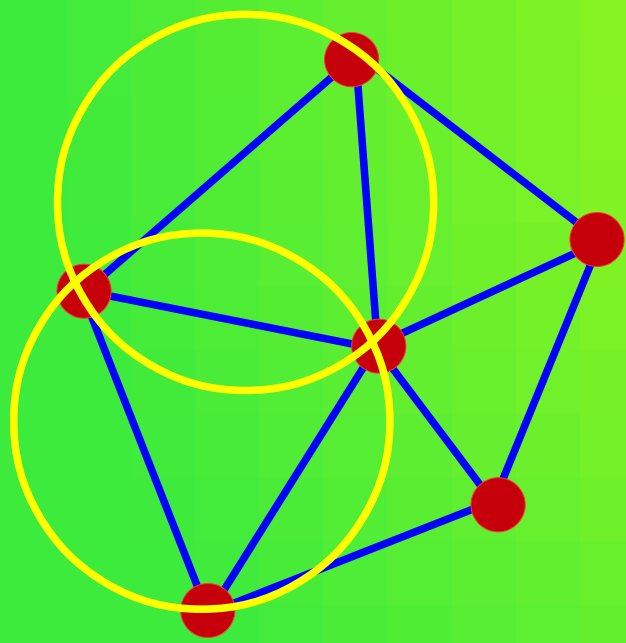
- *TIN – Triangulated Irregular Network*
  - Neregulārs trīsstūru tīkls
  - punktu daudzums uz vienu laukuma vienību ir atkarīgs no virsmas sarežģītības;



[http://www.csiss.org/learning\\_resources/content/good\\_sa/](http://www.csiss.org/learning_resources/content/good_sa/)



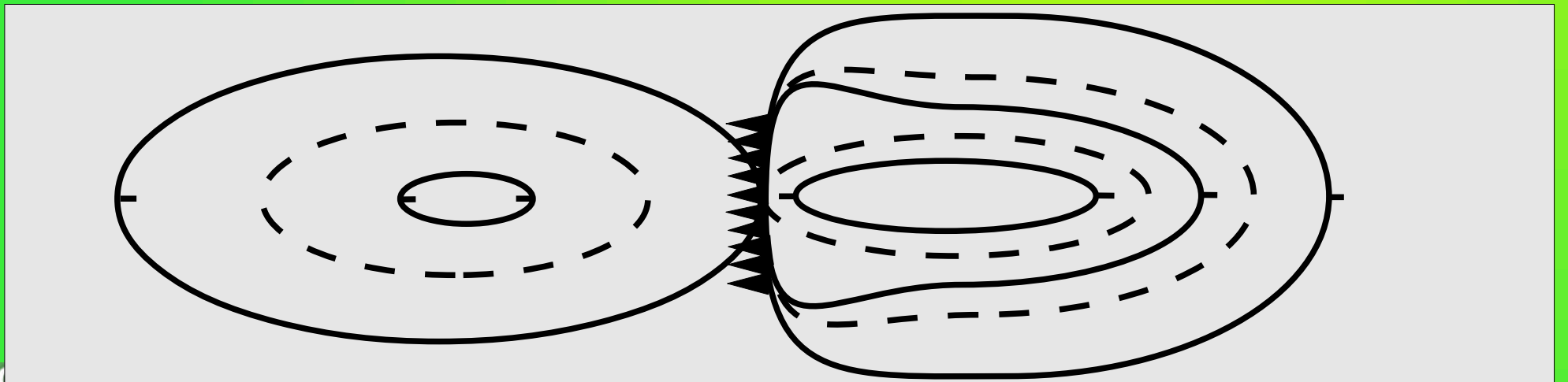
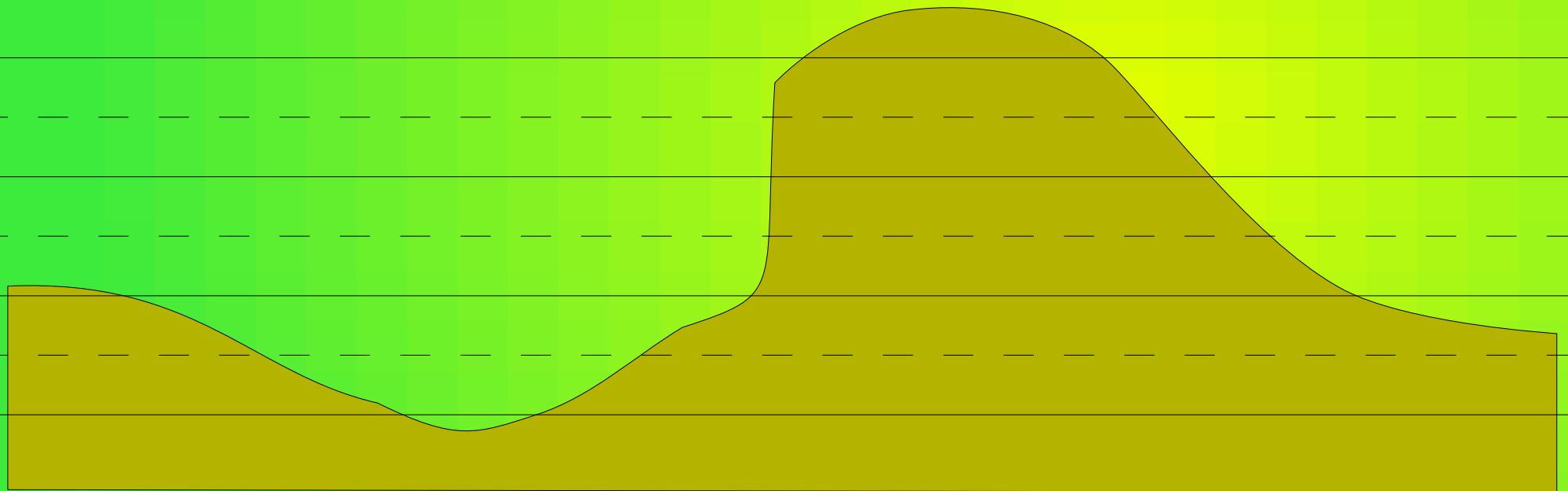
# *TIN*



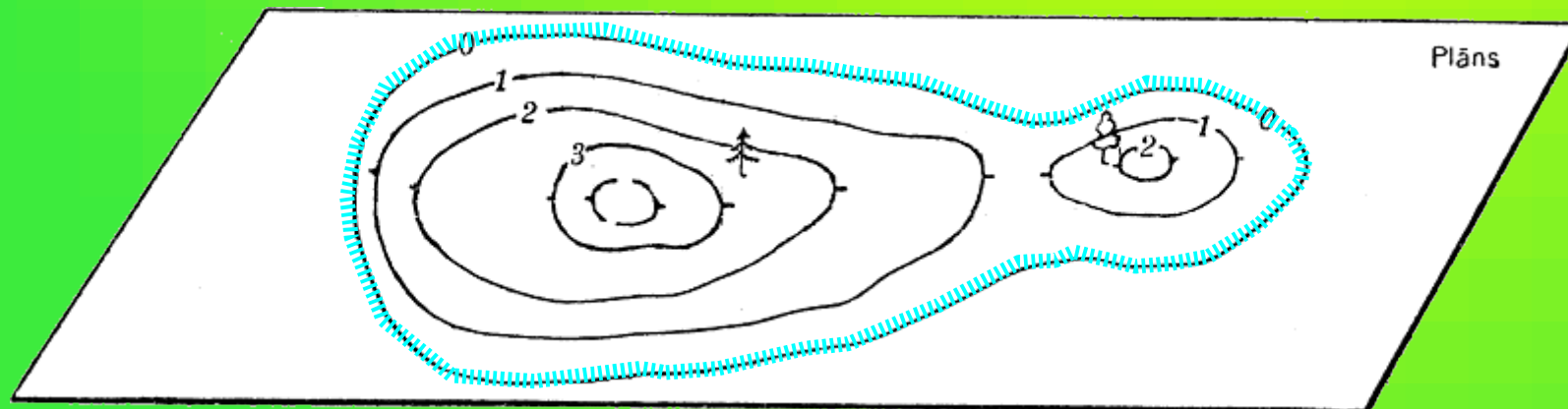
# *TIN*



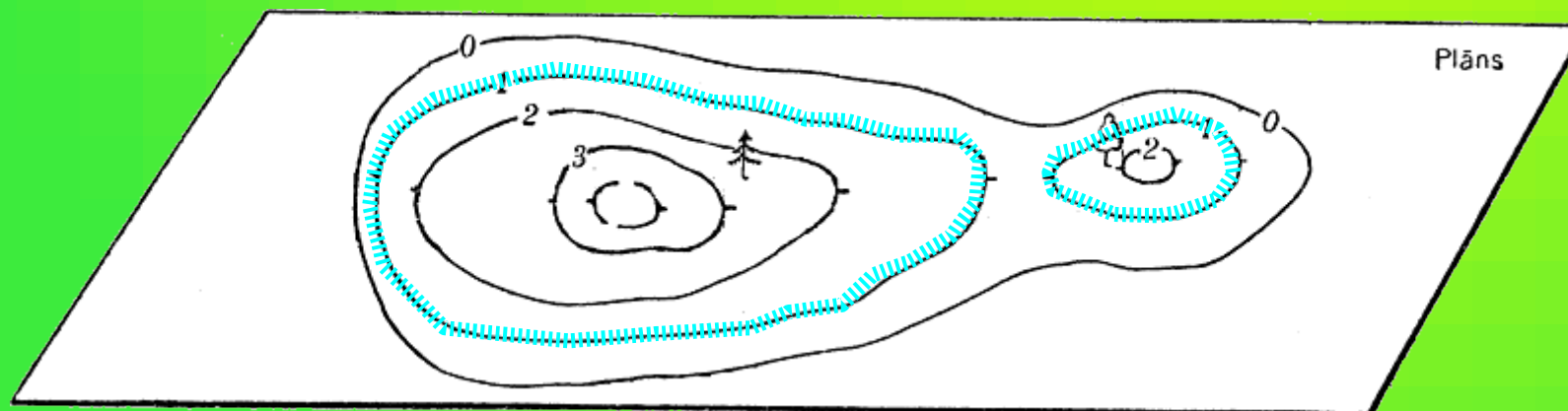
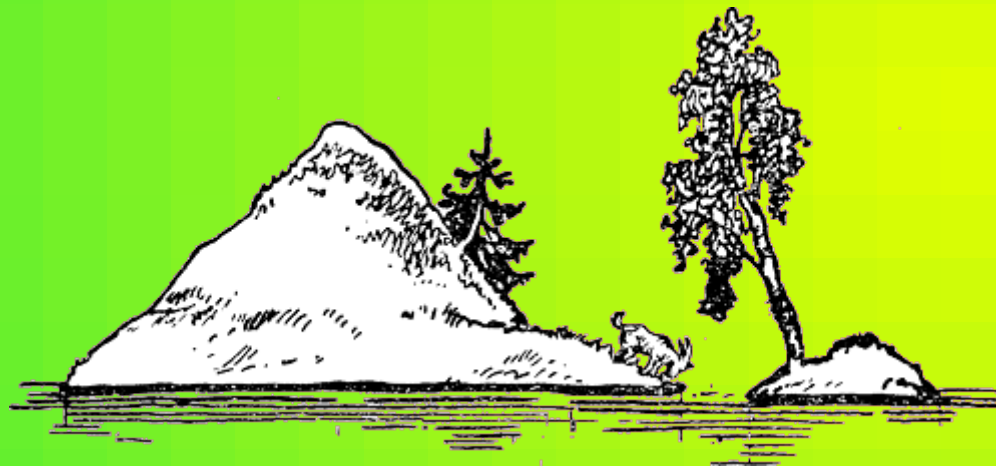
# Virsmas attēlošana kartēs



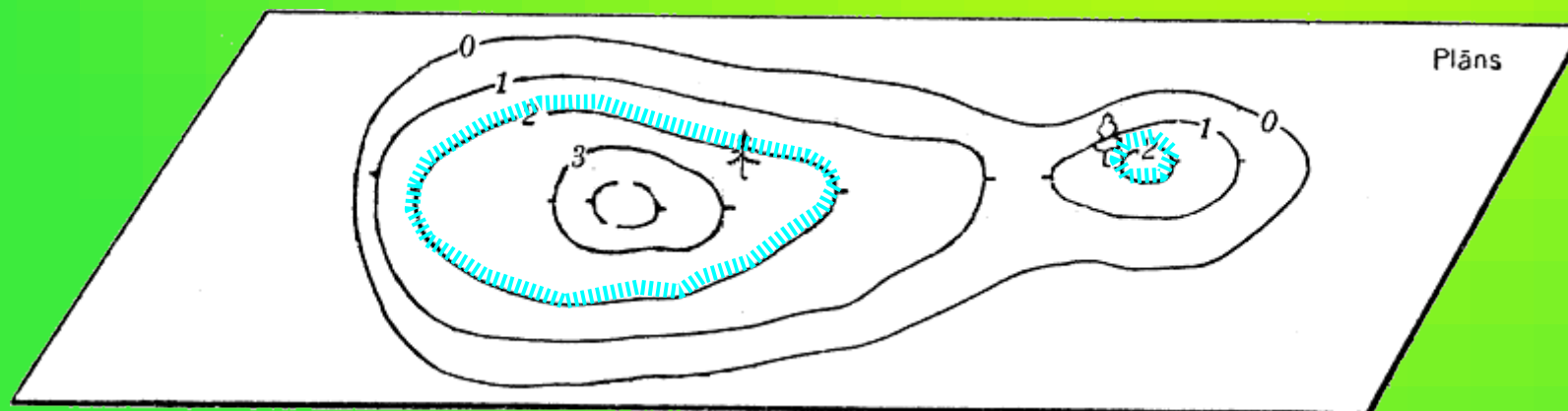
# Kam vajag virsmas modeli?



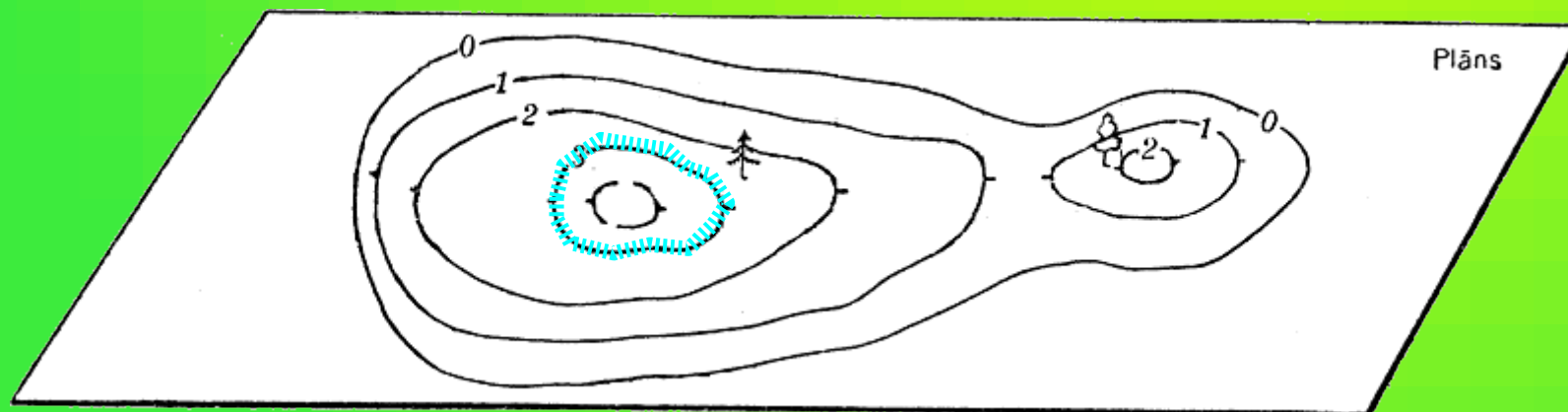
# Kam vajag virsmas modeli?



# Kam vajag virsmas modeli?

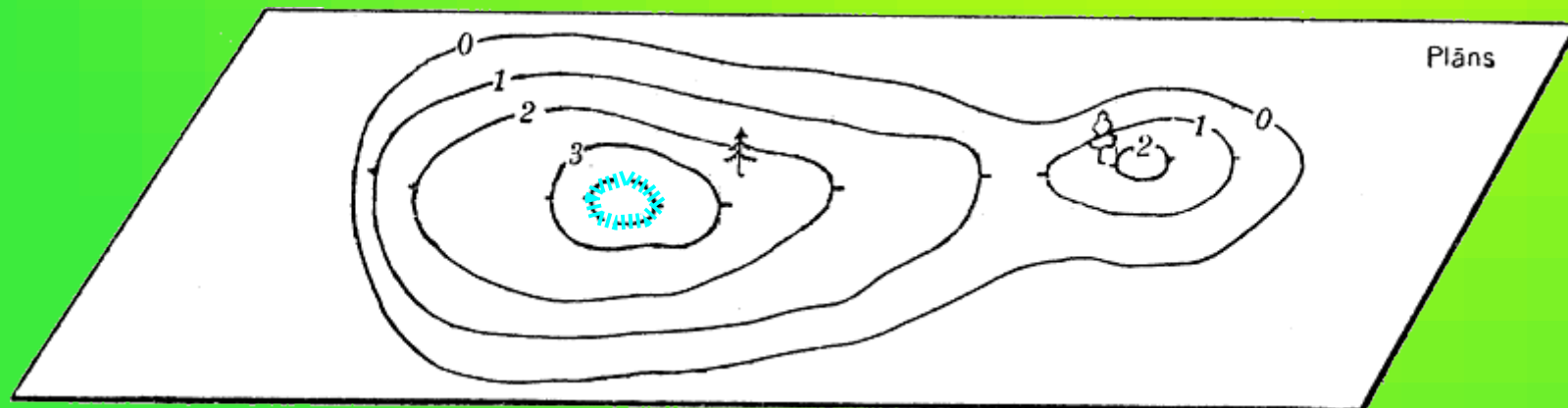
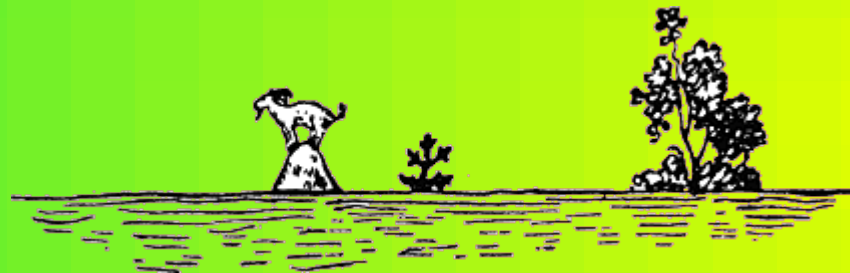


# Kam vajag virsmas modeli?





# Kam vajag virsmas modeli?





# Telpisko datu digitālā apstrāde

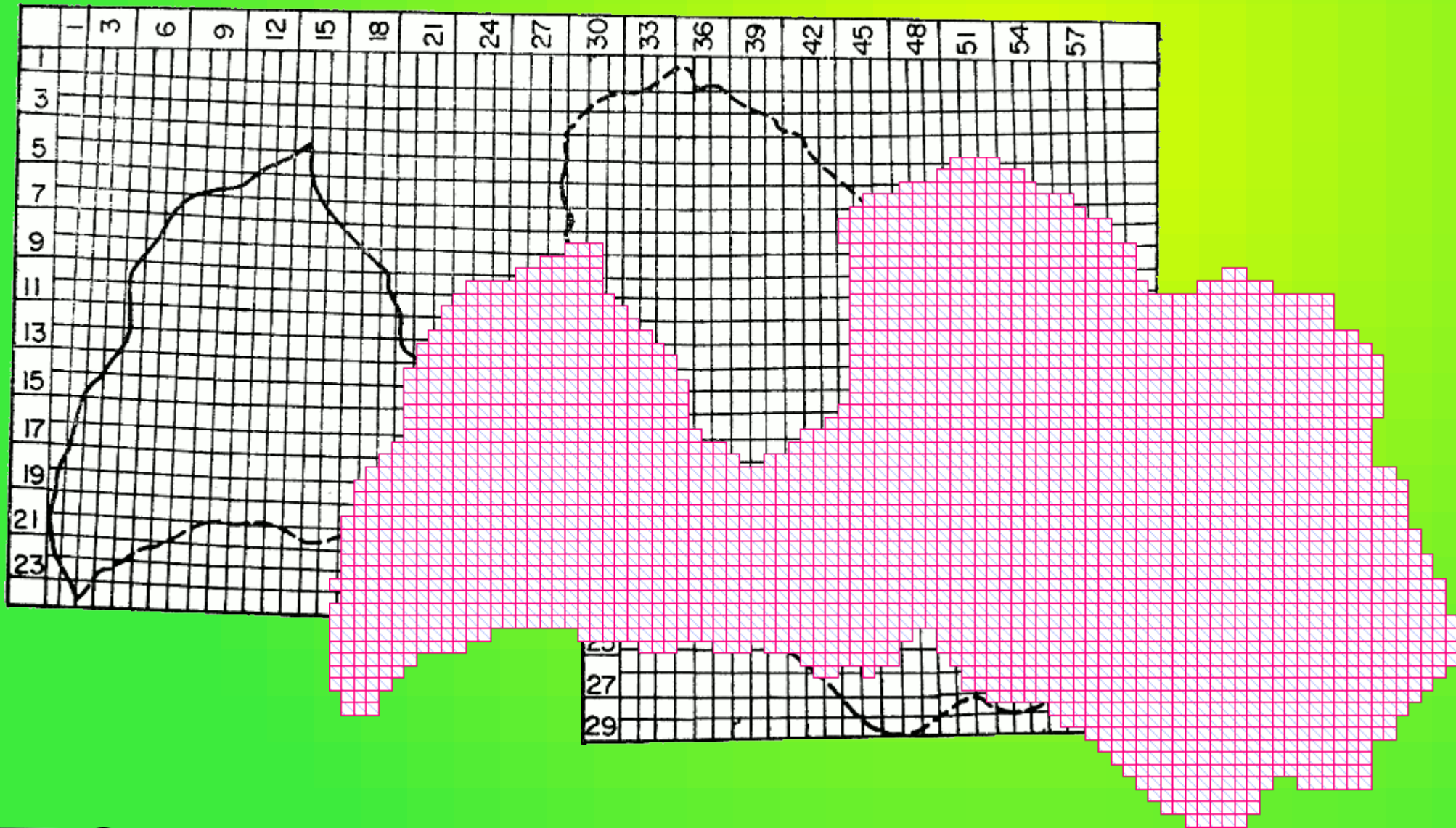
## Biol2021

Datu režģi

*Kārlis Kalviškis, LU Bioloģijas fakultāte*

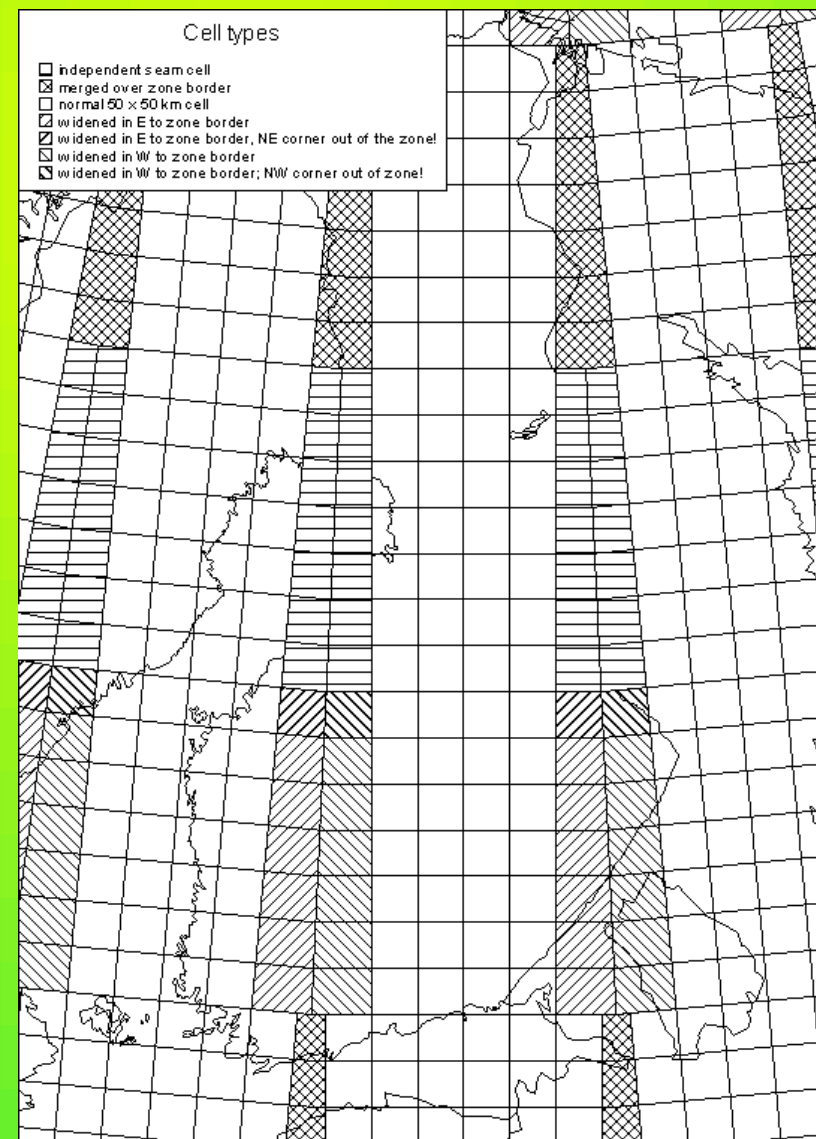
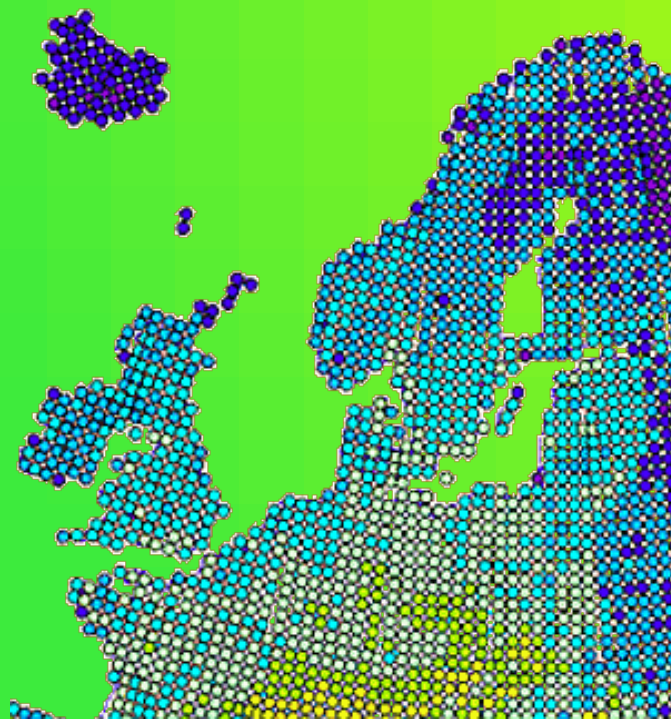


# Datu režģis (*grid*)



# *Atlas Florae Europaeae*

- <http://www.luomus.fi/english/botany/afe/>



# Datu režģu atveide

- Kā vektora punkti.
- Kā vektora daudzstūri.
- Kā rastrs.

# Telpisko datu digitālā apstrāde

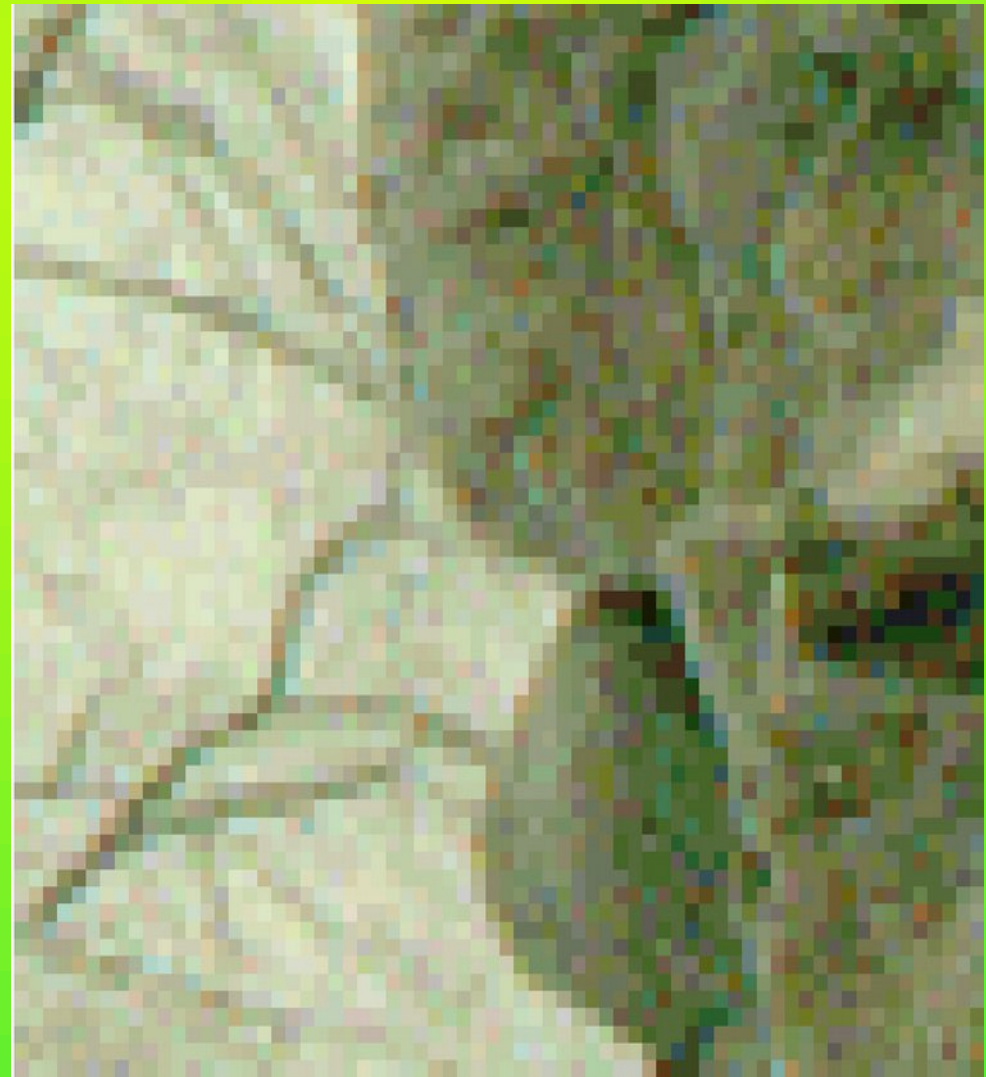
## Biol2021

Izšķirtspēja

*Kārlis Kalviškis, LU Bioloģijas fakultāte*



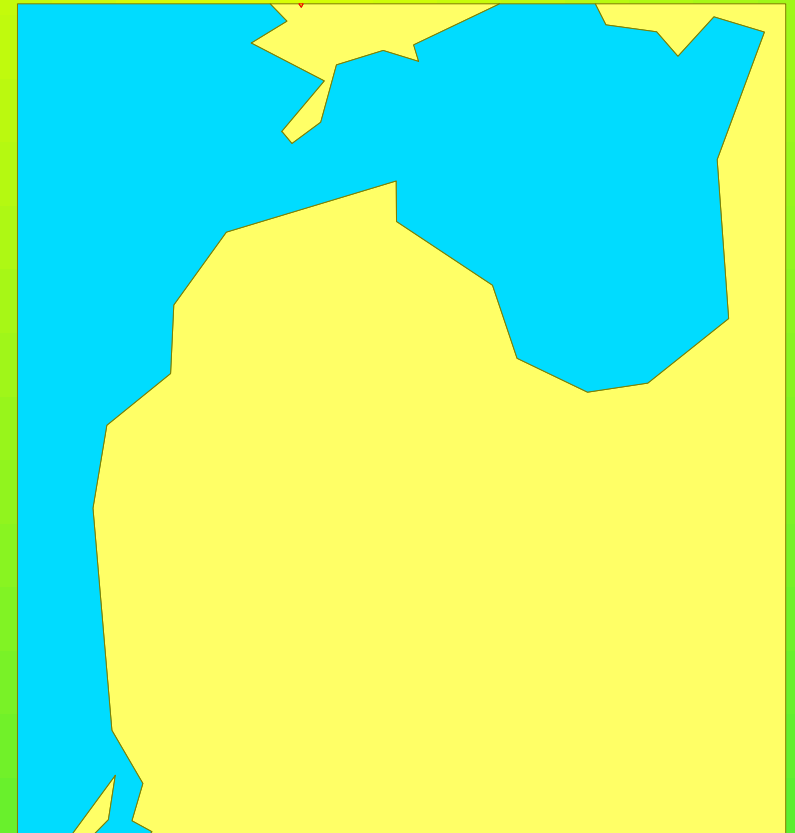
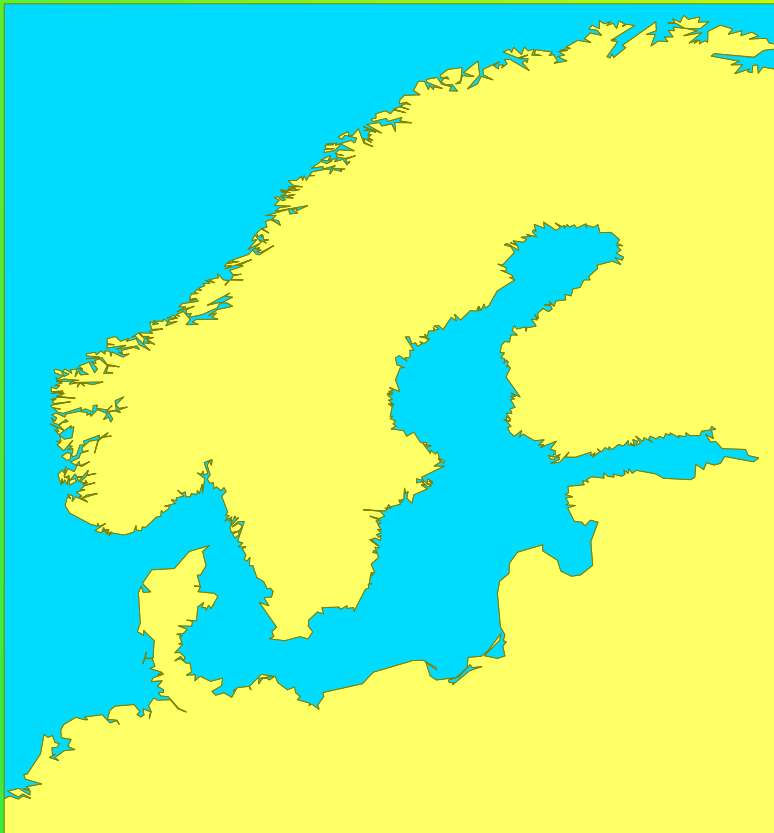
# Rastra attēla izšķirtspēja



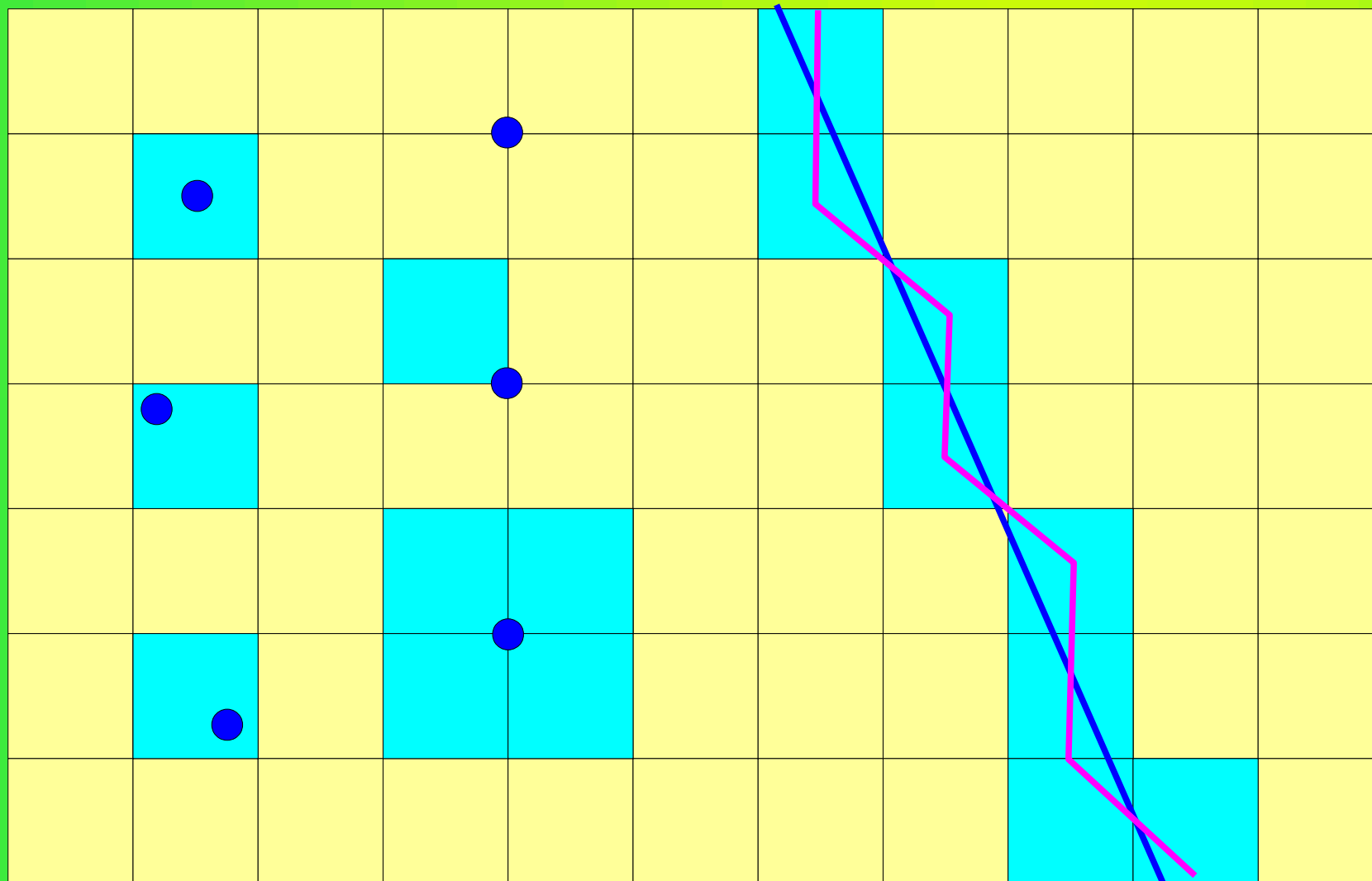


# Vektorkartes precizitāte

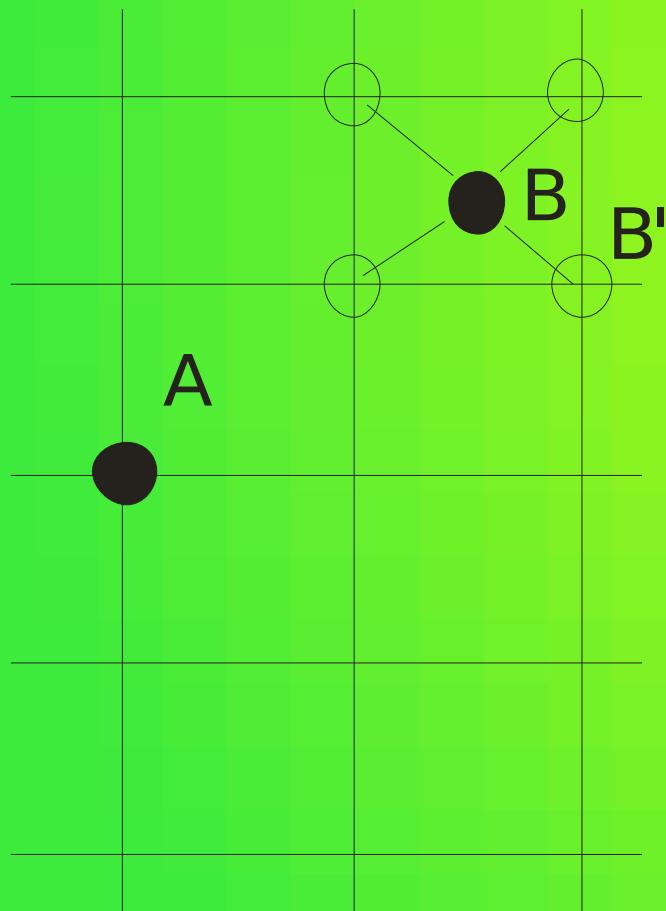
- Nevienu vektorkarti nevar bezgalīgi samazināt vai palielināt



# Rastrkartes precizitāte

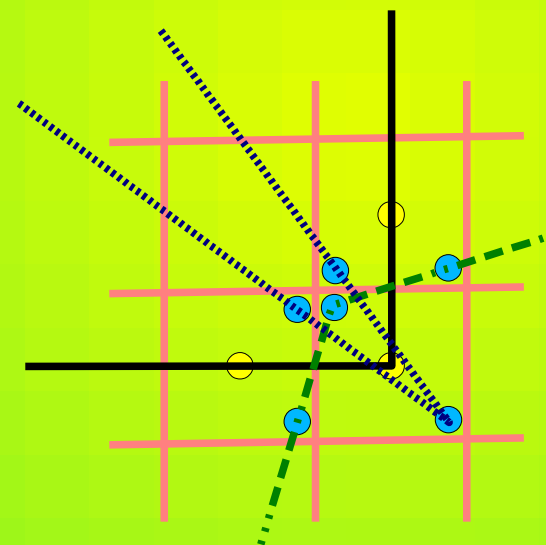
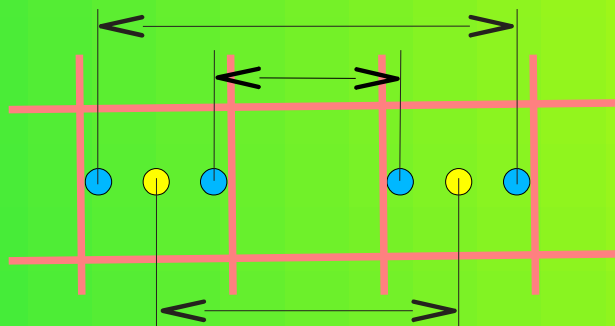


# Vektorkartes precizitāte



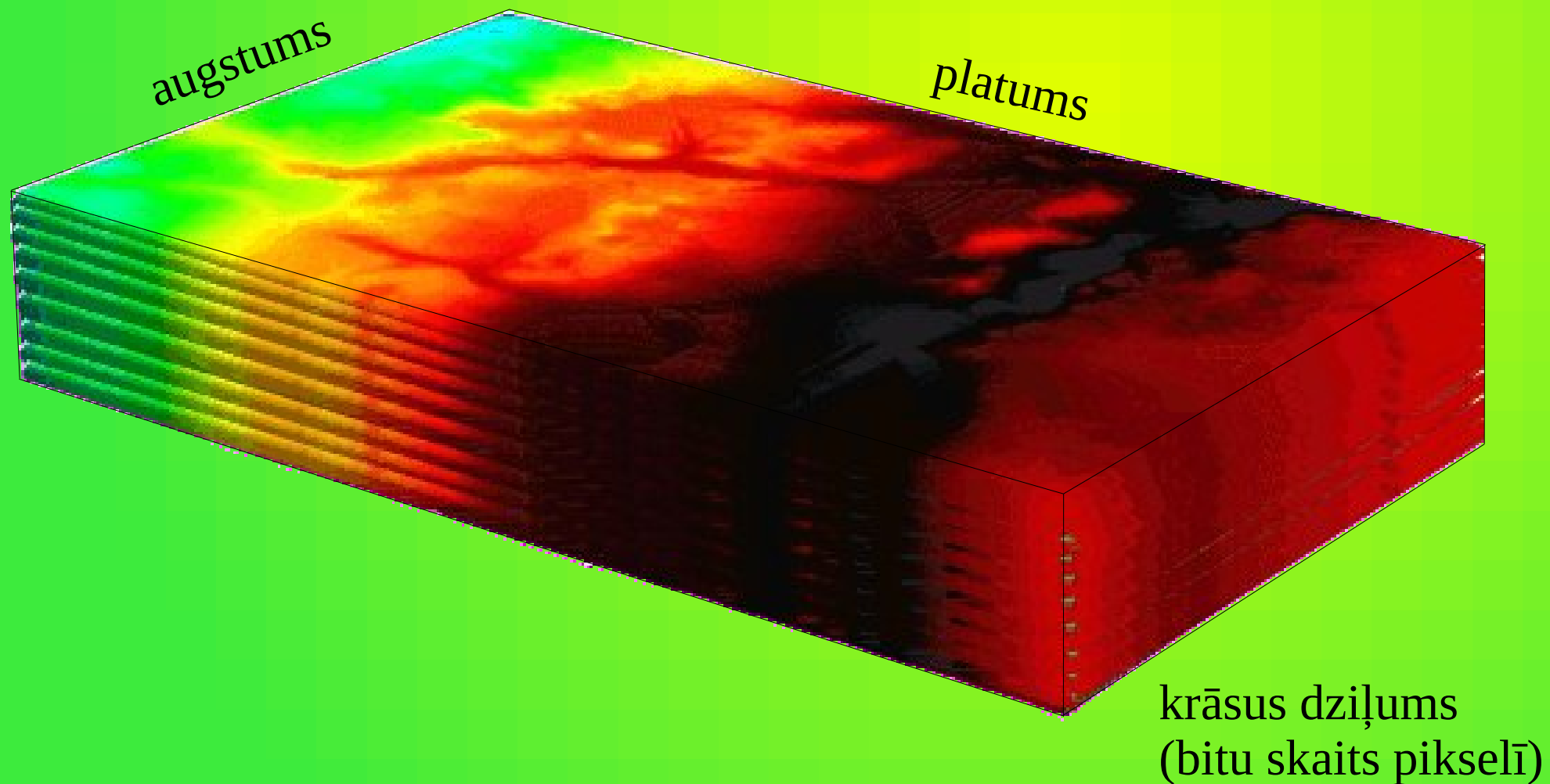
- Katrai vektorkartei ir sava telpiskā un objektu izšķirtspēja
- Punktu nevar novietot precīzāk, kā to atļauj telpiskā izšķirtspēja (pozicionālā vienība)

# Rastra un vektoru precizitāte un noteiktība



- Gan rastra, gan vektoru pierakstā punkta atrašanās vieta ir nosakāma tikai līdz uzdotai precizitātei

# Rastra attēla dimensijas



# Rastra attēla krāsu (radiometriskā) izšķirtspēja



8 biti  
256 krāsas

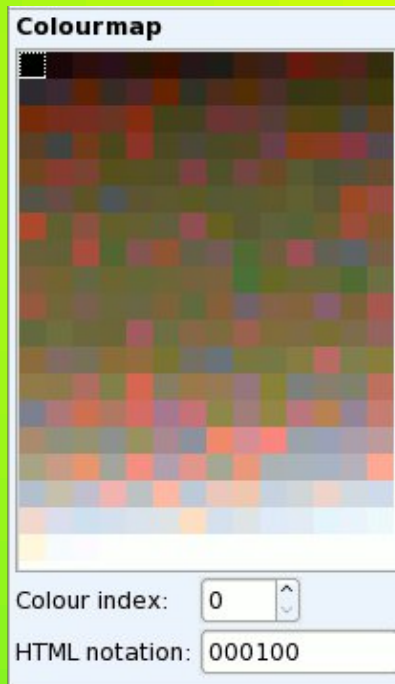


4 biti  
16 krāsas



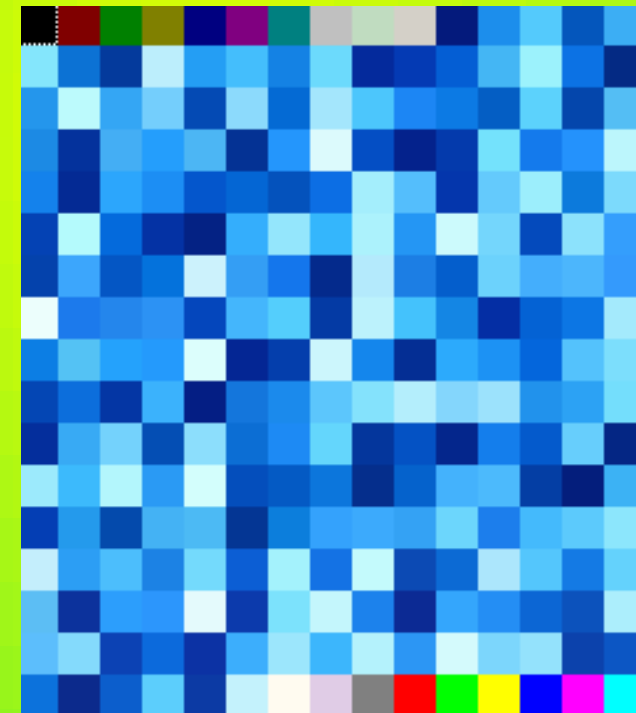
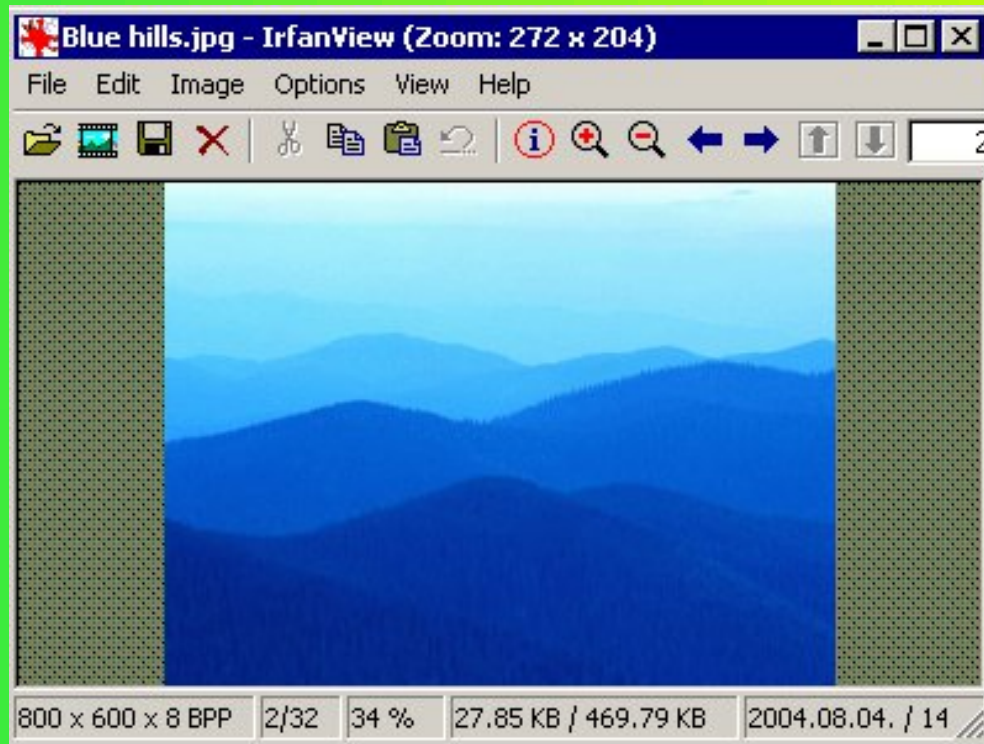
1 bits  
2 krāsas

# Indeksētu krāsu attēli (krāsu kartes / paletes)



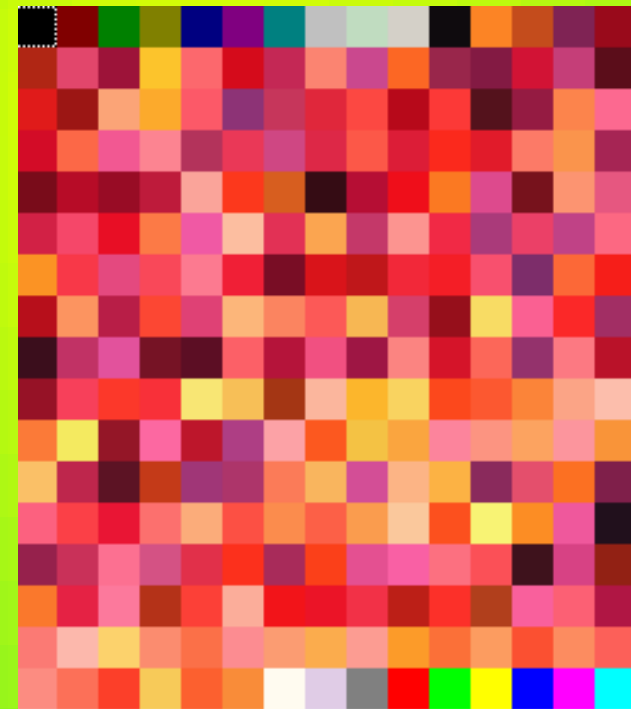
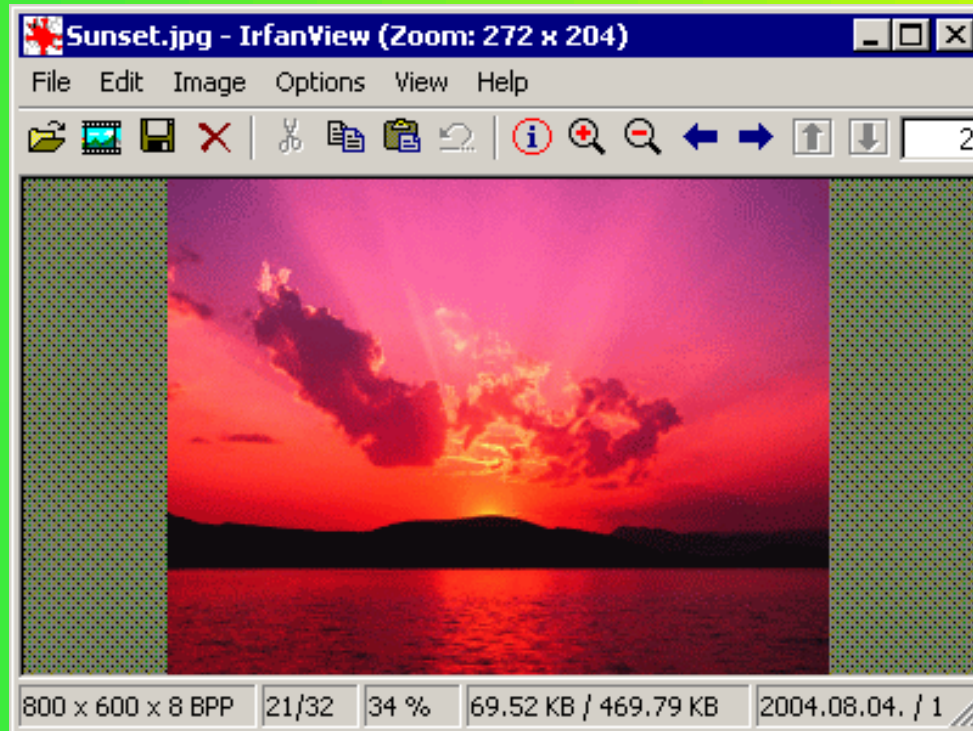
8 biti  
256 indeksētas krāsas

# 8 bitu grafiskā vide (256 krāsas)

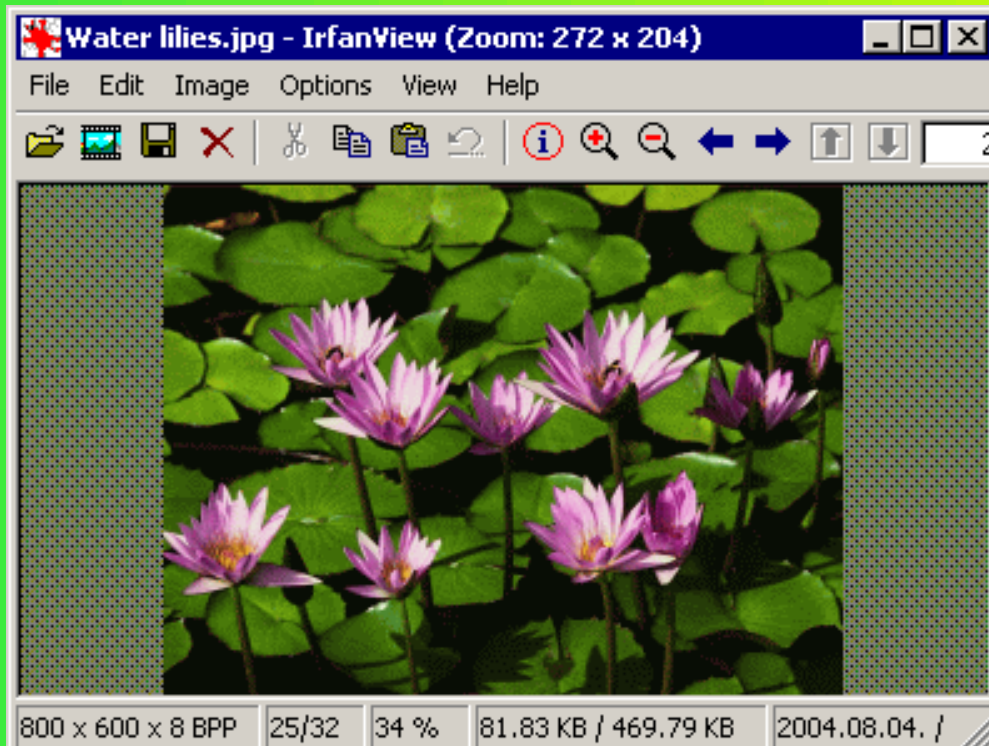




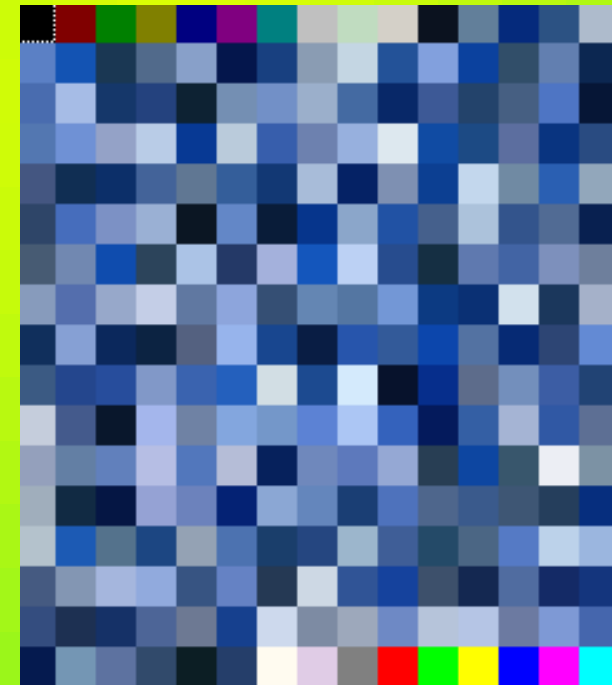
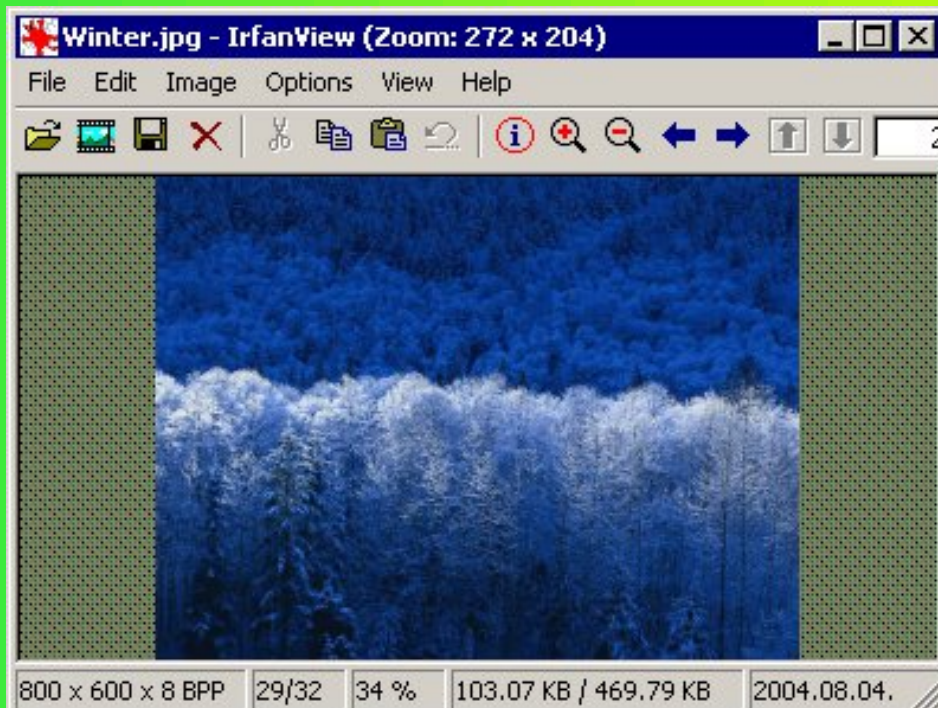
# 8 bitu grafiskā vide (256 krāsas)



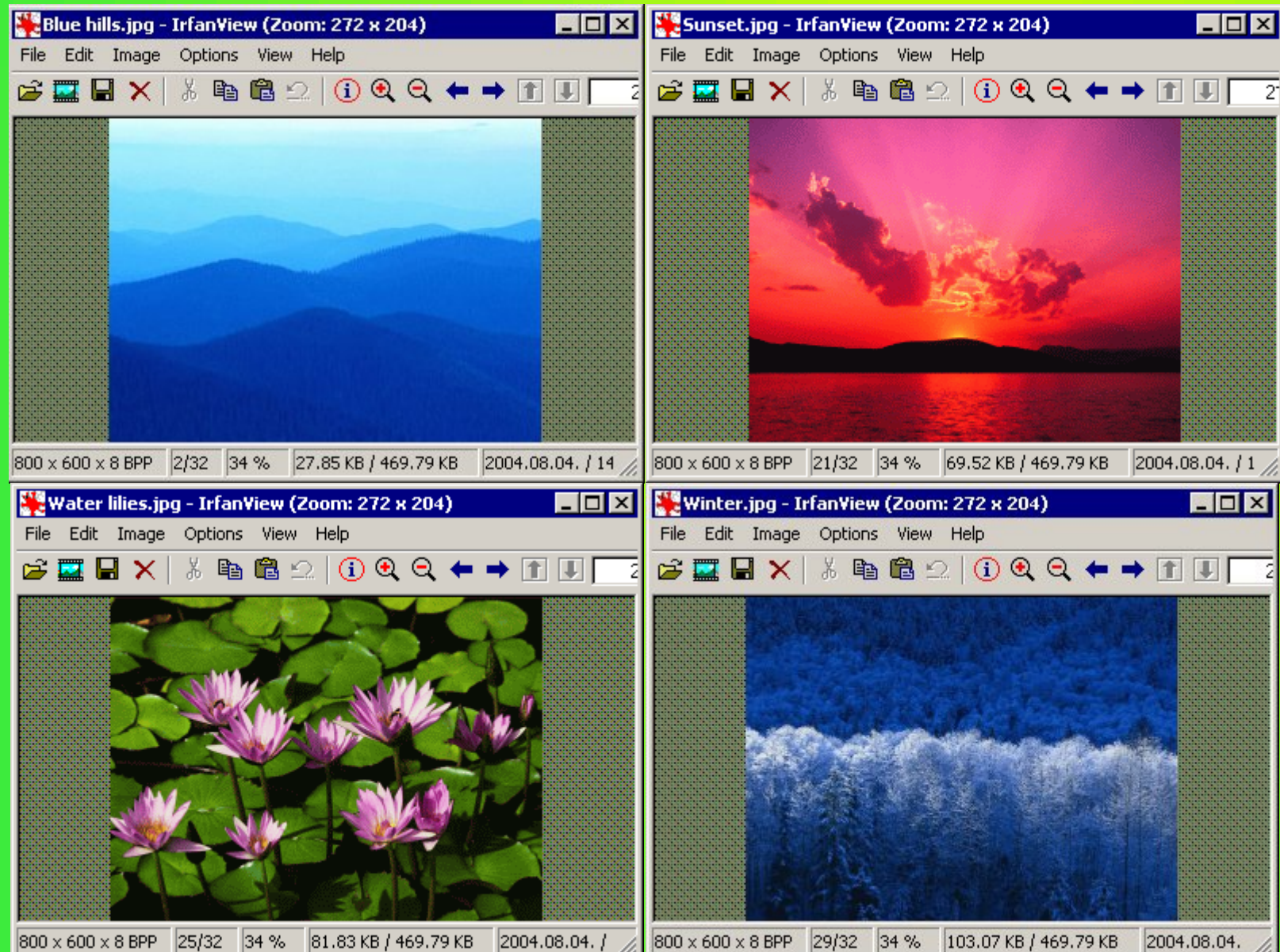
# 8 bitu grafiskā vide (256 krāsas)



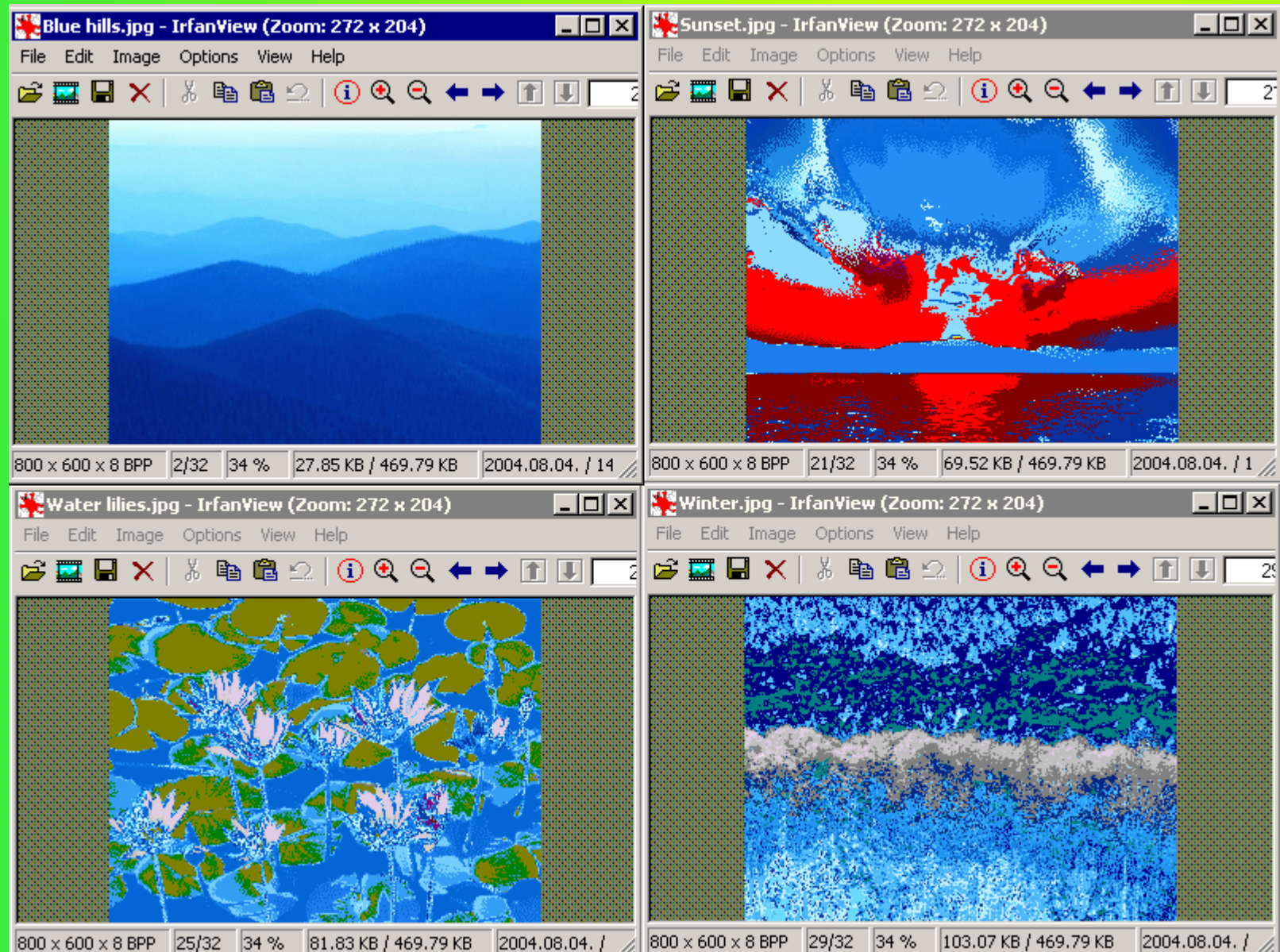
# 8 bitu grafiskā vide (256 krāsas)



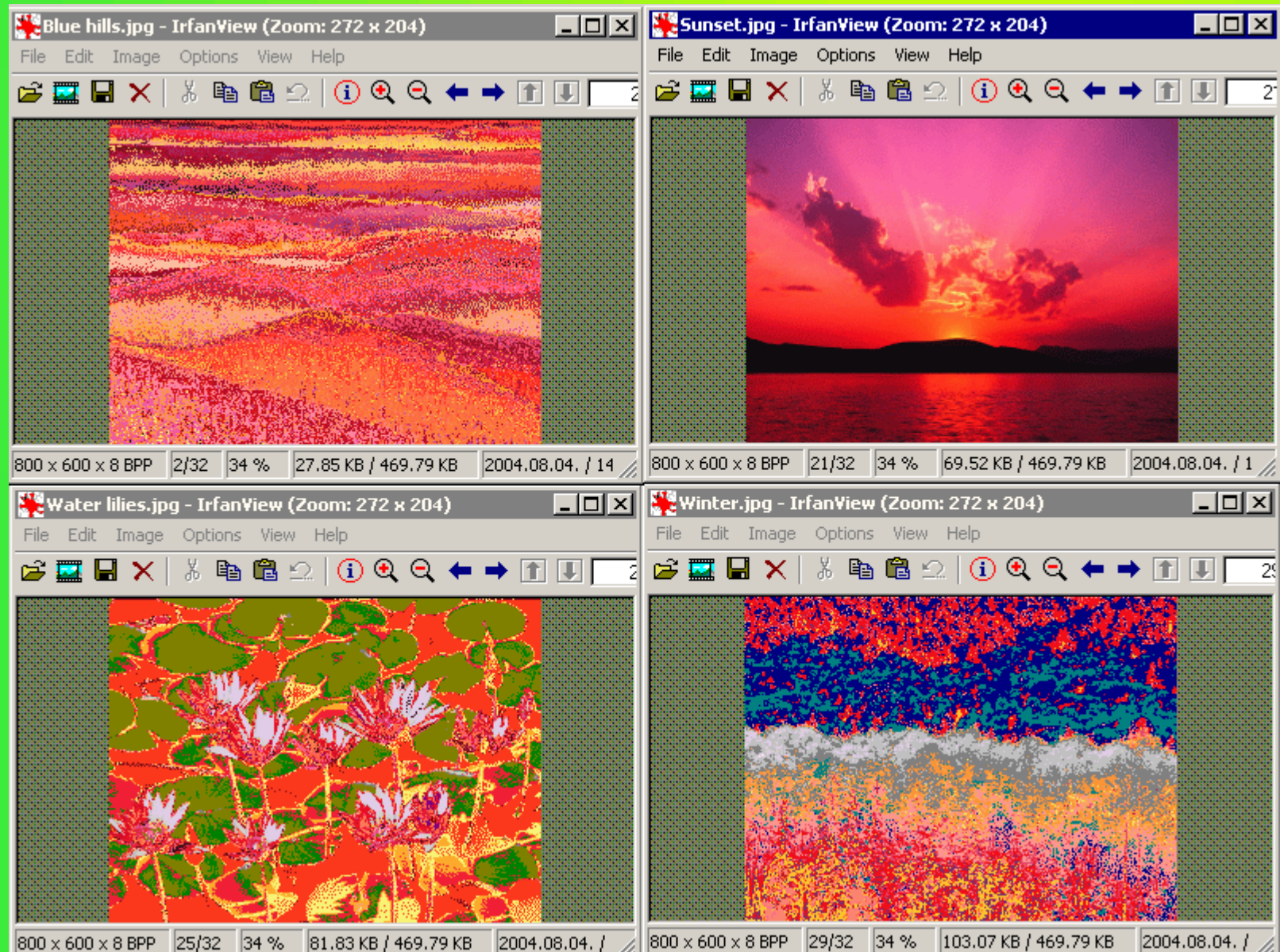
# 8 bitu grafiskā vide (256 krāsas)



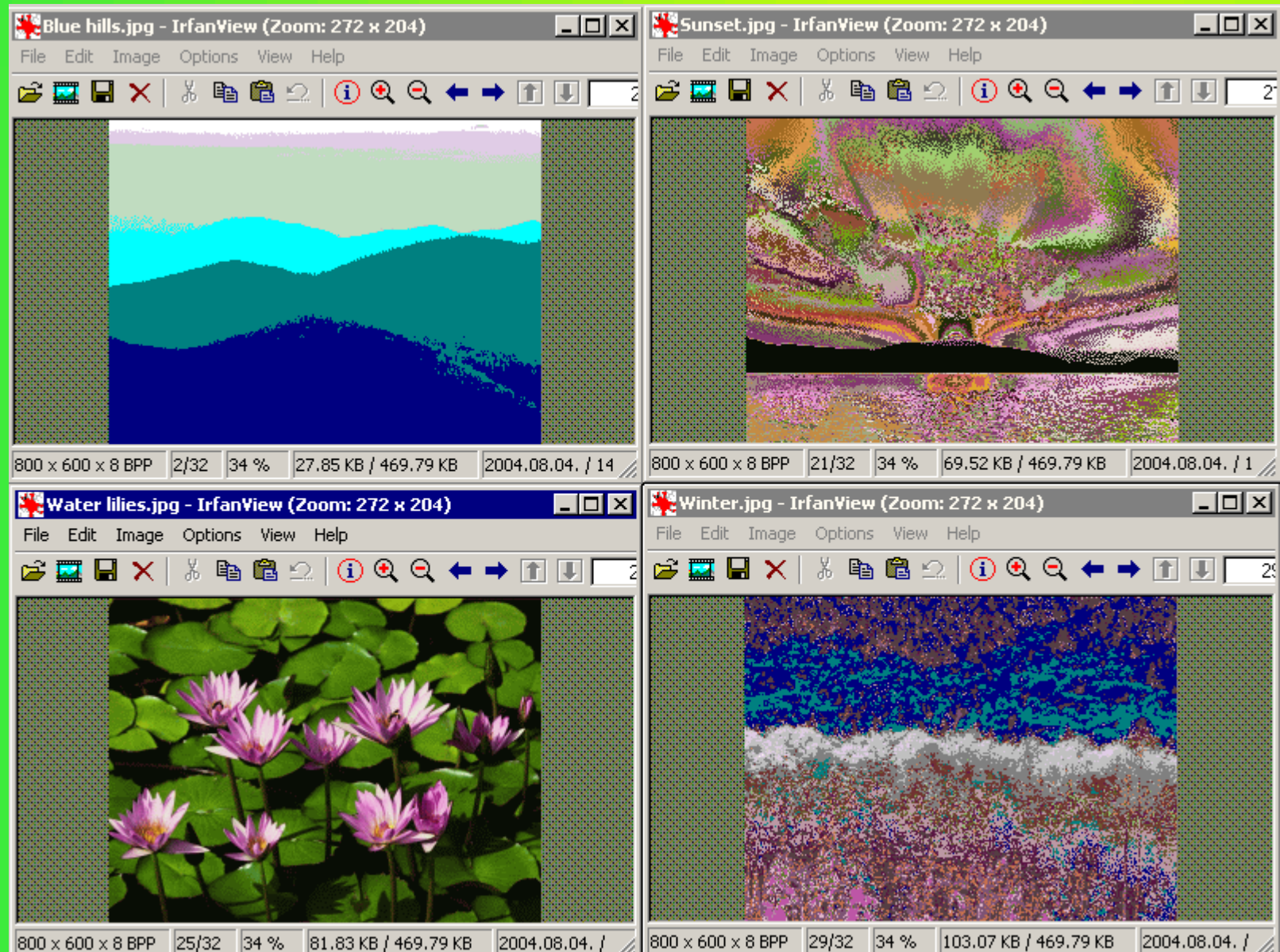
# 8 bitu grafiskā vide (256 krāsas)



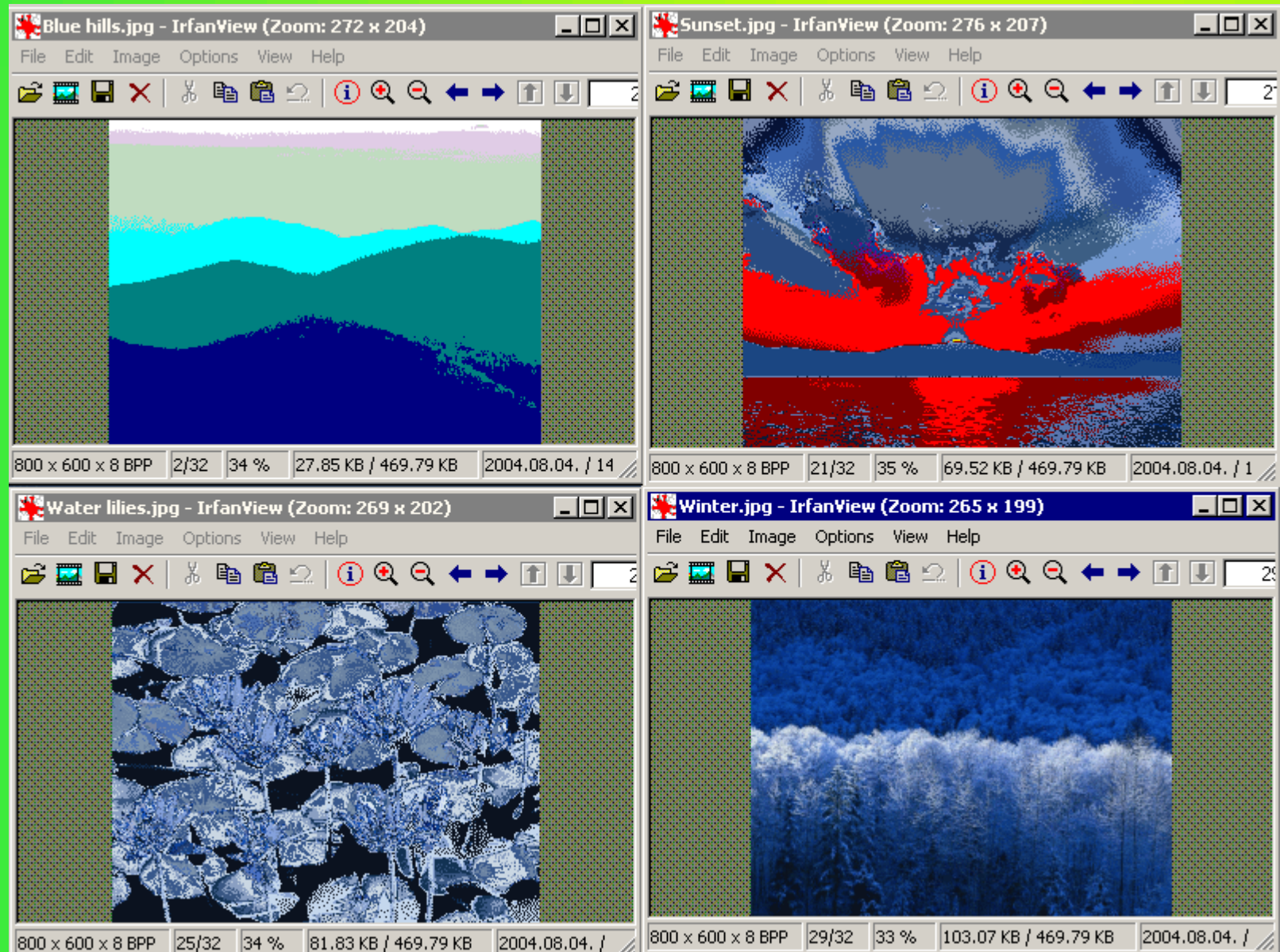
# 8 bitu grafiskā vide (256 krāsas)



# 8 bitu grafiskā vide (256 krāsas)



# 8 bitu grafiskā vide (256 krāsas)





# Rastra attēla krāsu (radiometriskā) izšķirtspēja

8 biti  
zilā krāsa



8 biti  
zaļā krāsa



8 biti  
sarkanā krāsa

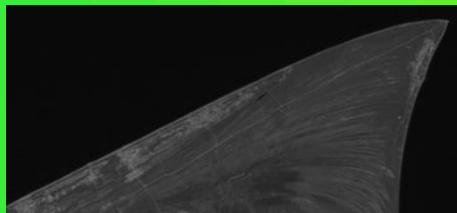
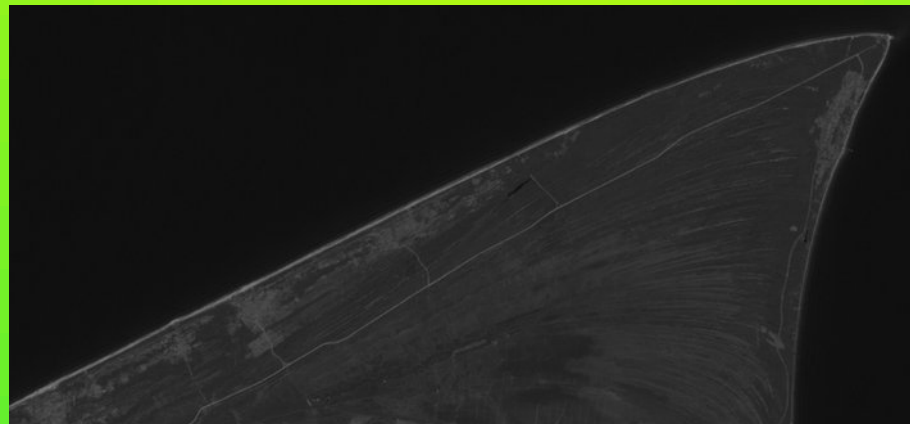
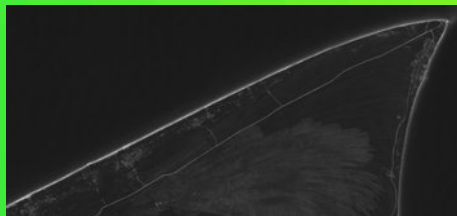
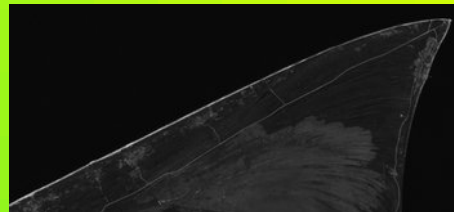
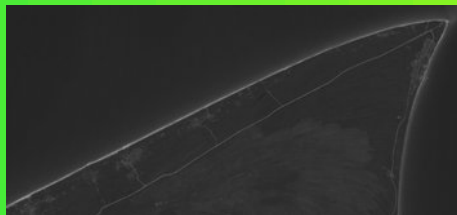
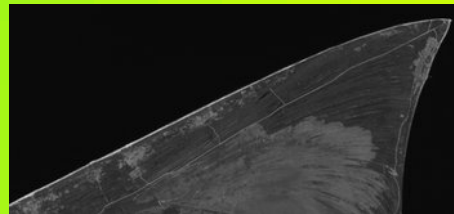


24 biti  
16 milj. krāsas

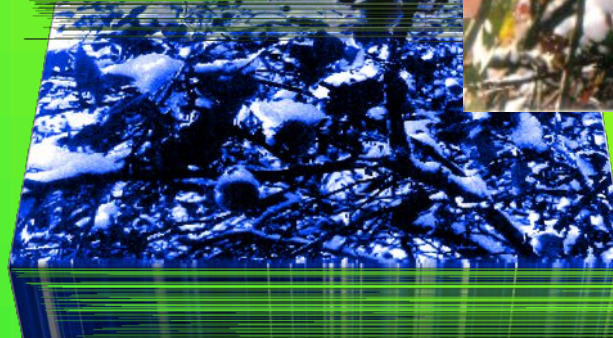
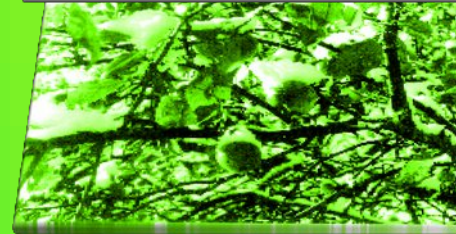
# Landsat TM spektra joslas

<i>Josla</i>	<i>Viļņu garums (<math>\mu\text{m}</math>)</i>	<i>Spektra nosaukums</i>	<i>Pikseļa izmērs (m)</i>
1	0,45 – 0,52	Zilā gaisma	30
2	0,52 – 0,60	Zaļā gaisma	30
3	0,63 – 0,69	Sarkanā gaisma	30
4	0,76 – 0,90	Tuvējais infrasarkanais spektrs	30
5	1,55 – 1,75	Vidējais infrasarkanais spektrs	30
6	10,4 – 12,5	Termiskais starojums	60
7	2,08 – 2,35	Vidējais infrasarkanais spektrs	30
8	0,50 – 0,90	Panhromatiskais attēls	15

# Landsat 7 attēla 8 slāņi



# Krāsaina attēla veidošana



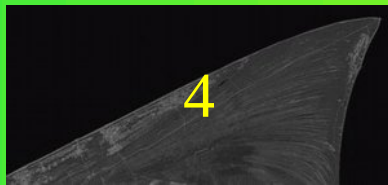
# Landsat 3-2-1 > RGB

(līdzīgi tam, ko redzam)



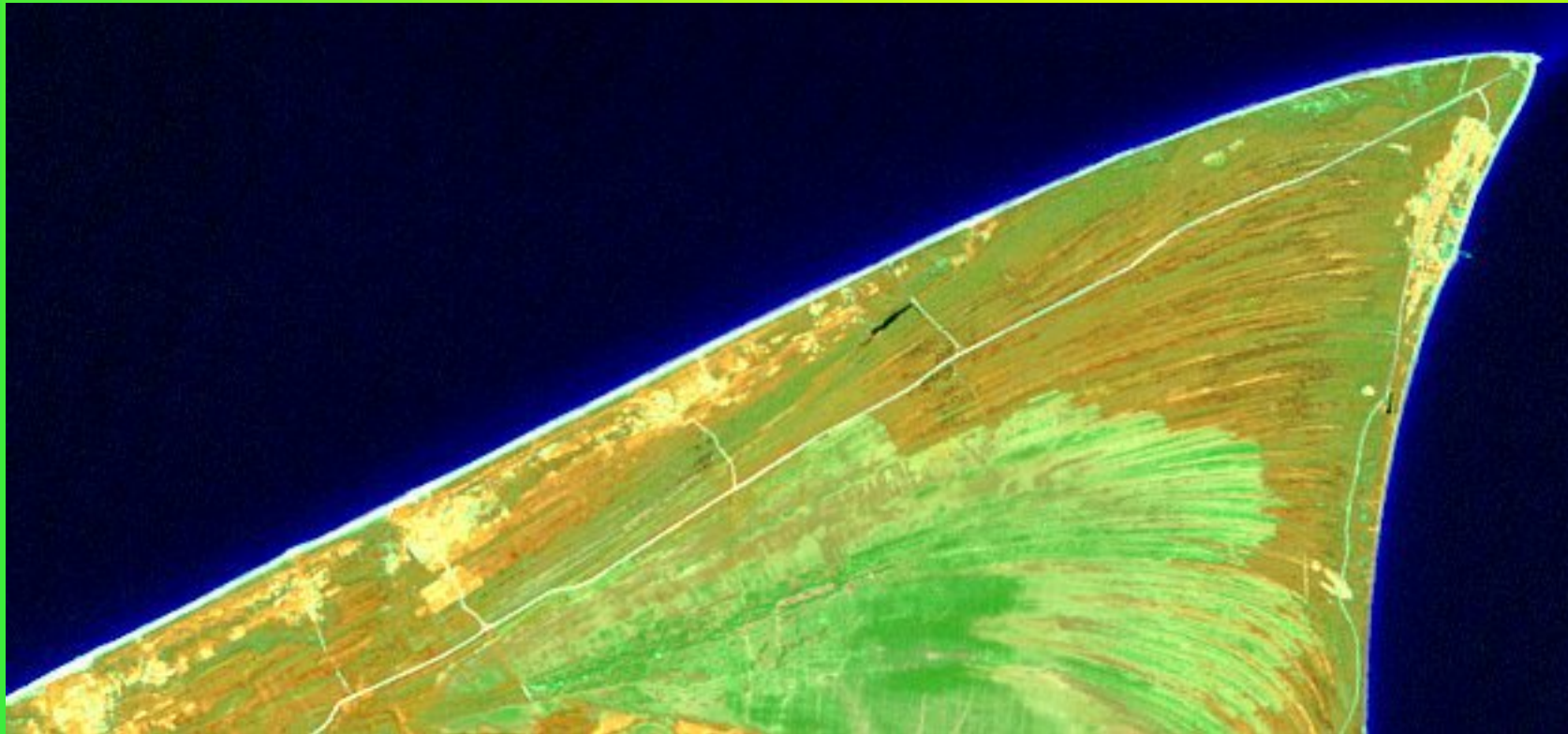
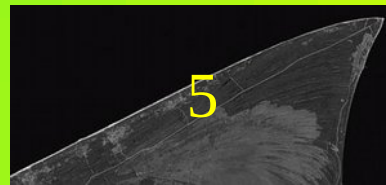
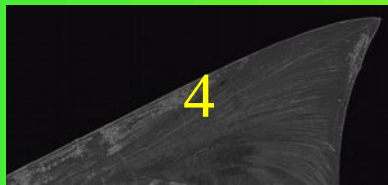
# Landsat 4-3-2 > RGB

*(False Colour Composit)*



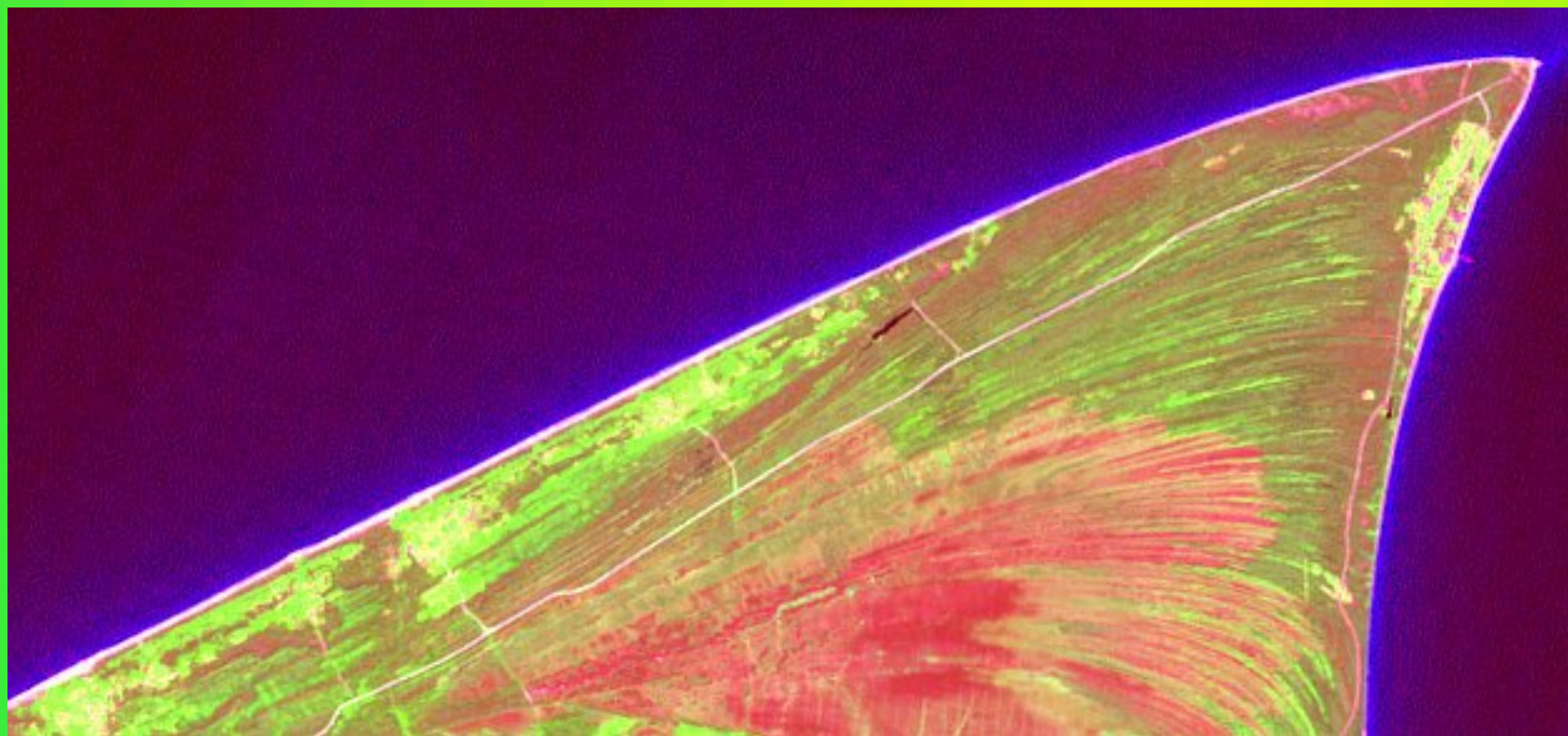
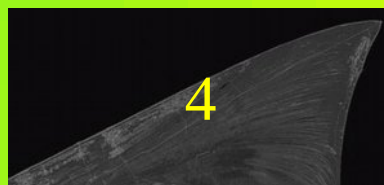
# Landsat 4-5-3 > RGB

*(False Colour Composit)*



# Landsat 7-4-2 > RGB

*(False Colour Composit)*





# Telpisko datu digitālā apstrāde

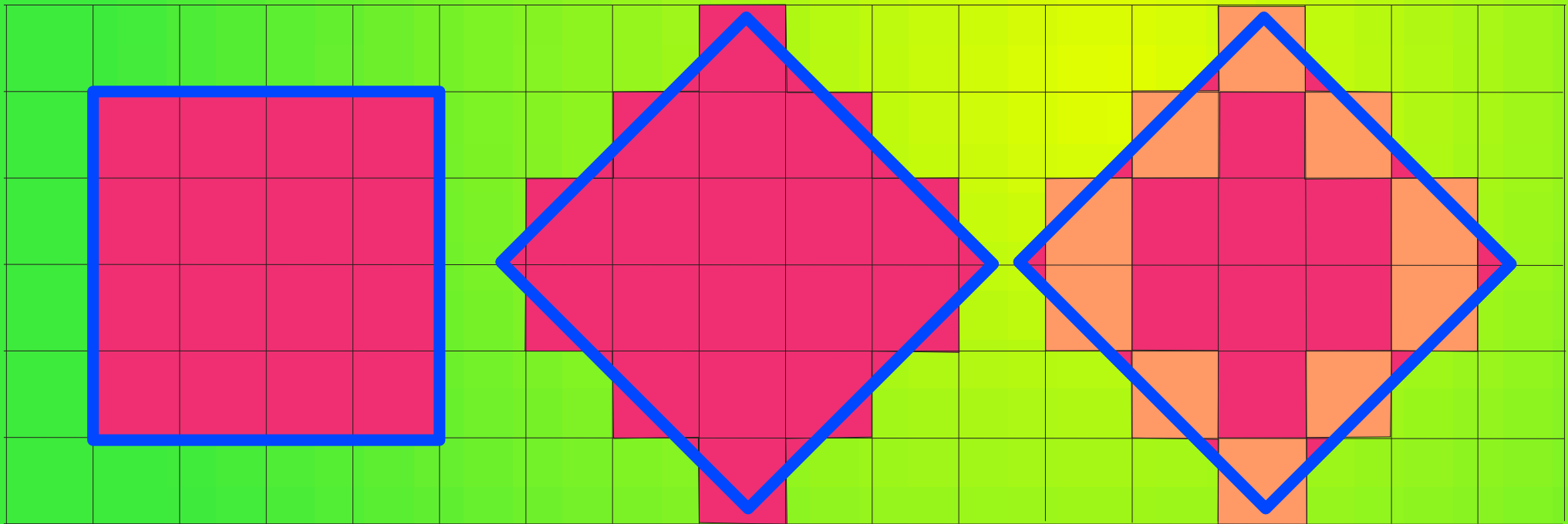
## Biol2021

Darbības ar telpiskiem datiem

*Kārlis Kalviškis, LU Bioloģijas fakultāte*



# Objekta pagriešana

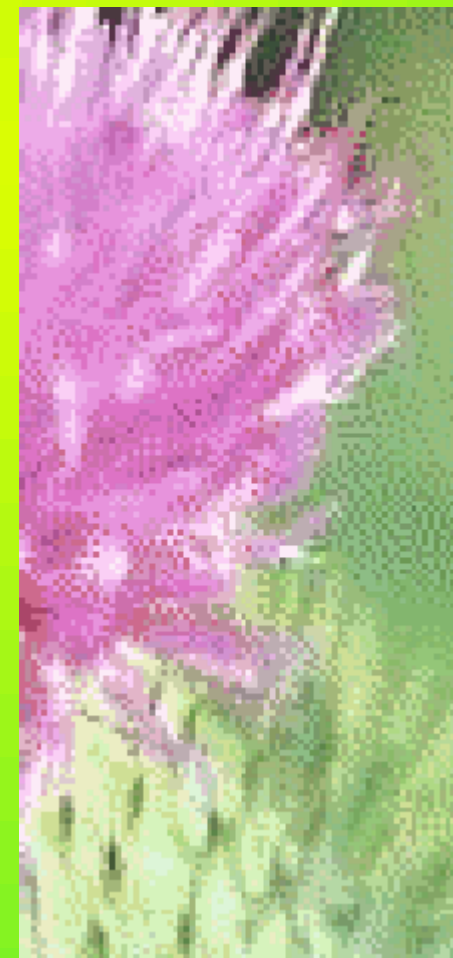


Rastra objekta izmaiņas:

Laukums: 16                      18

Apkārtmērs: 16                  22

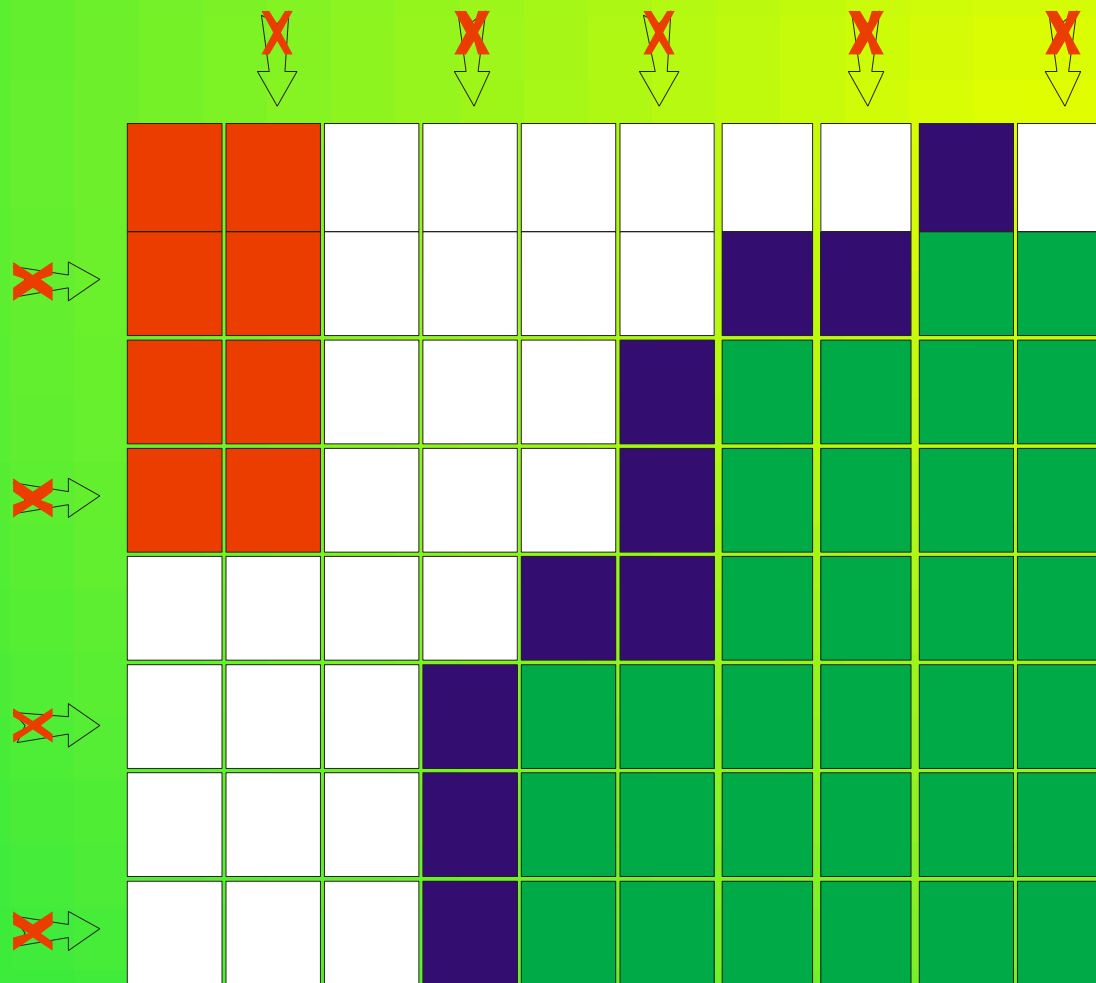
# Toņu izveide no pieejamām krāsām (tonēšana – *dithering*)



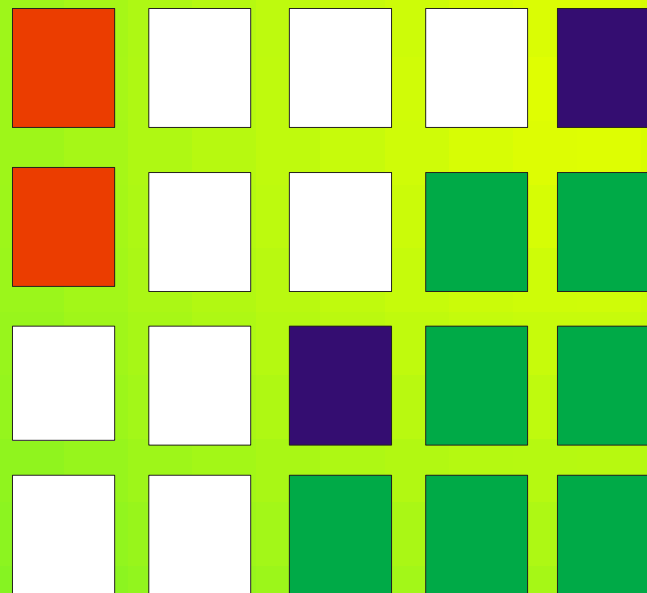
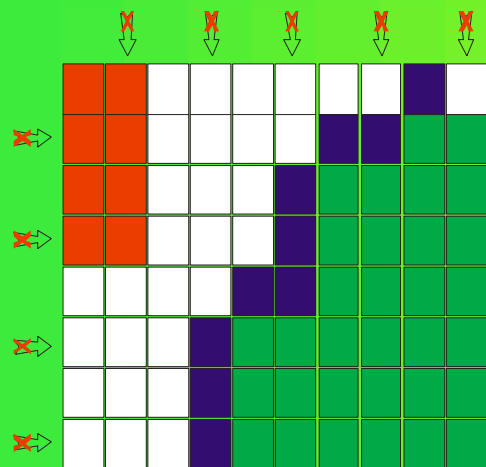
24 biti (~16 milj. krāsu, attelā – 48189)

8 biti (256 krāsas, attēlā – 64)

# Rastrkartes samazināšana

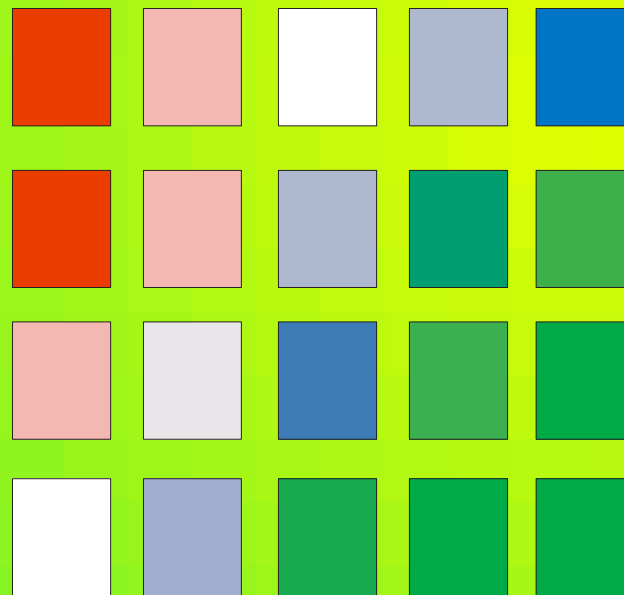
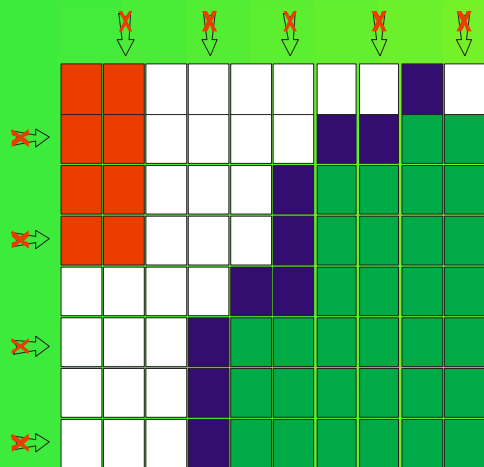


# Rastrkartes samazināšana



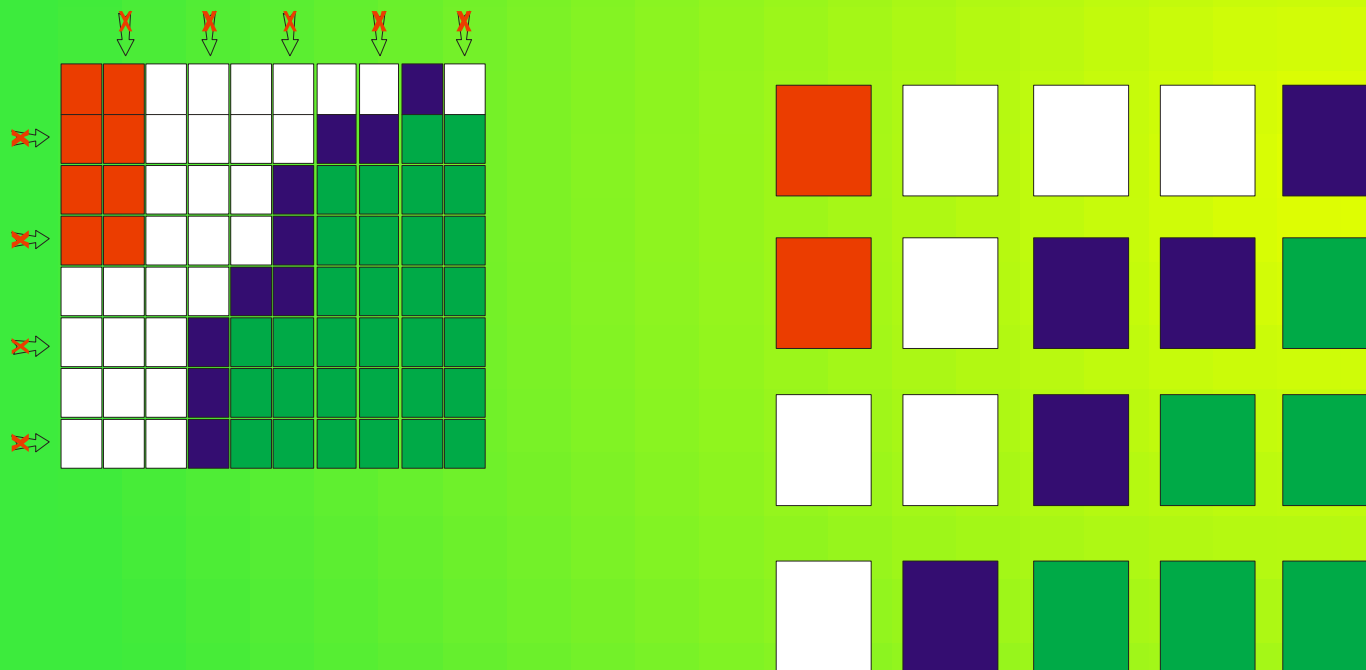
atlikušajām šūnām  
vērtība netiek  
mainīta

# Rastrkartes samazināšana



atlikušajām šūnām  
vērtība mainās vadoties  
no izmestajām  
kaimiņšūnām

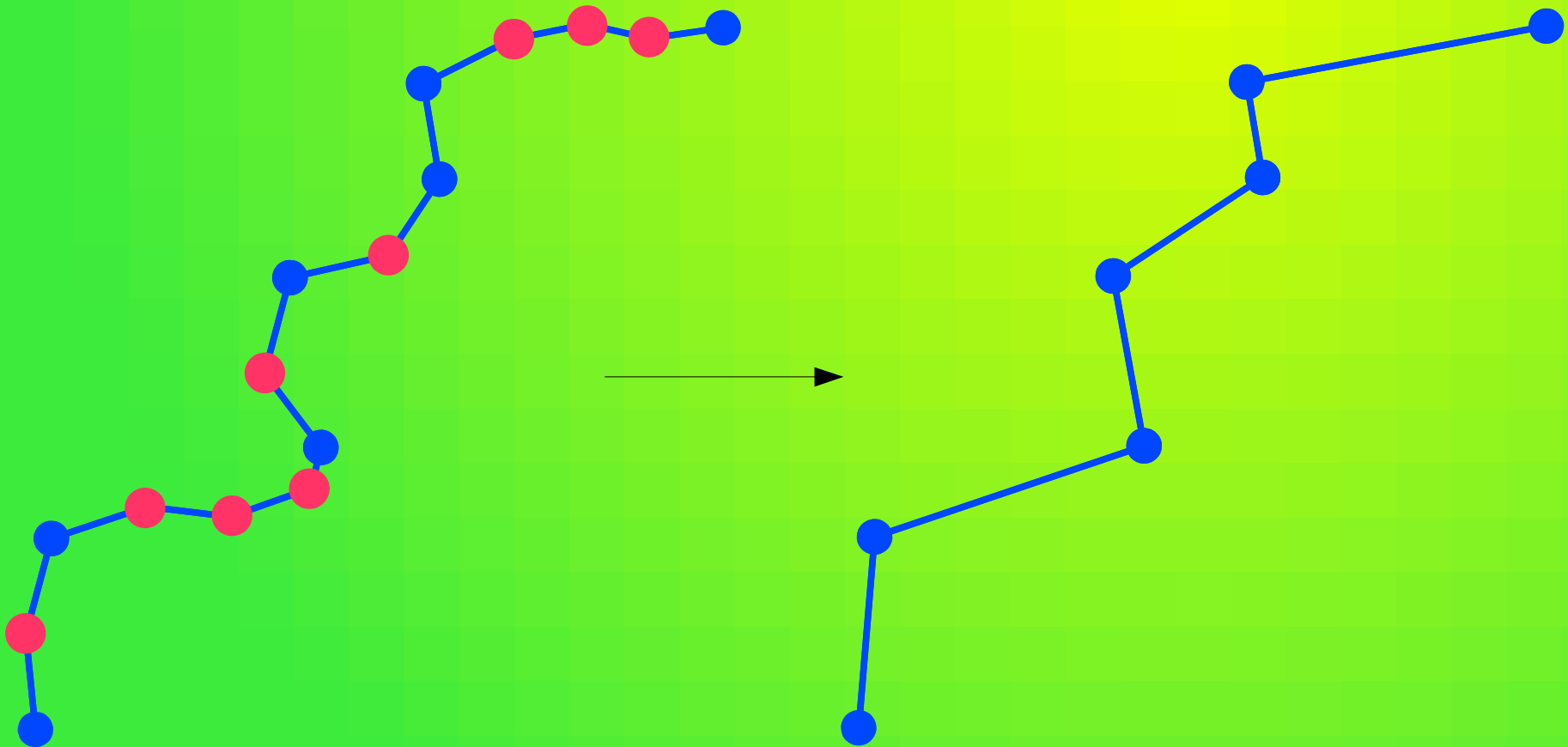
# Rastrkartes samazināšana



atlikušajām šūnām  
vērtība mainās vadoties  
no nepieciešamības  
saglabāt  
raksturīgus objektus

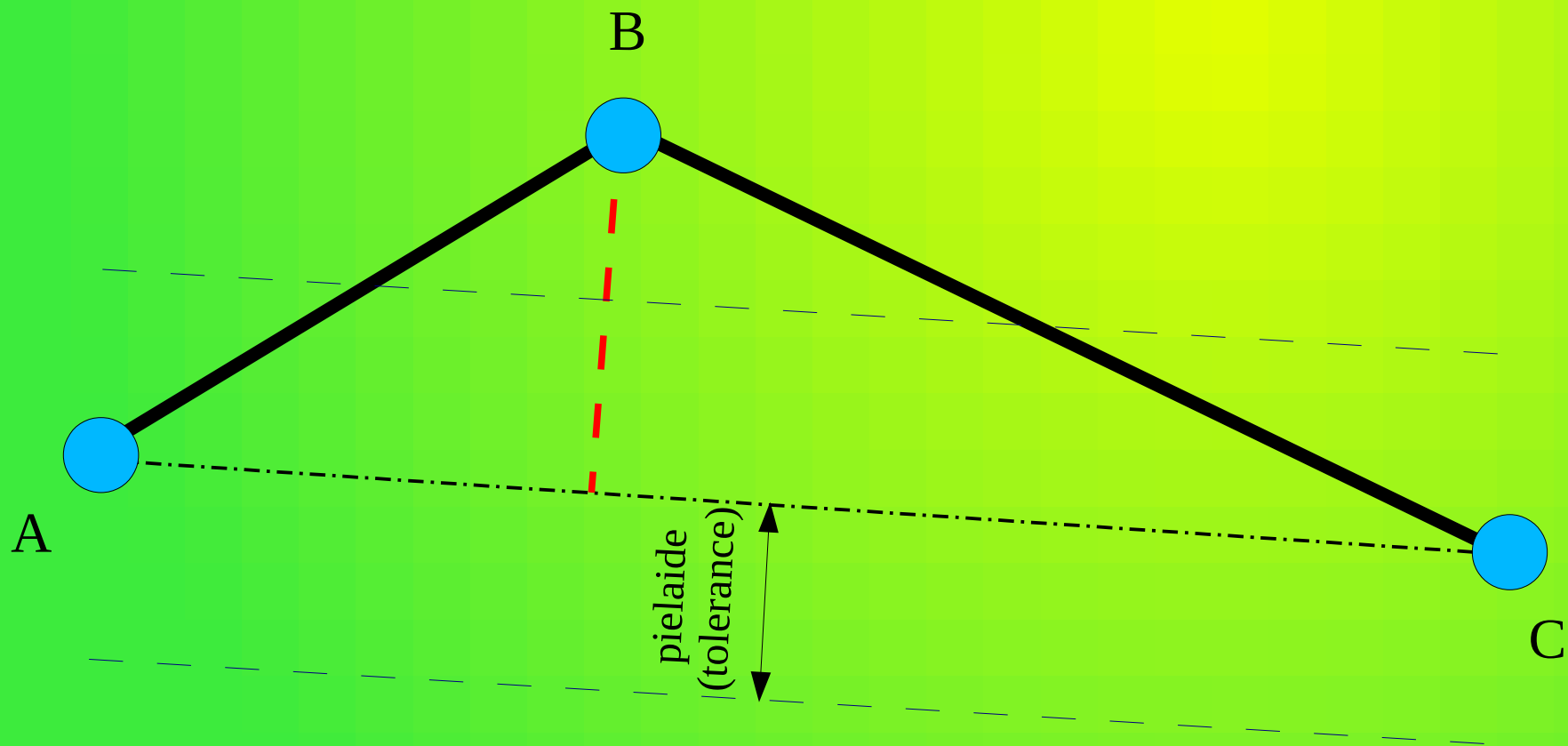
# Vektorkartes samazināšana

- Vektorkarti samazina izdzēšot punktus.

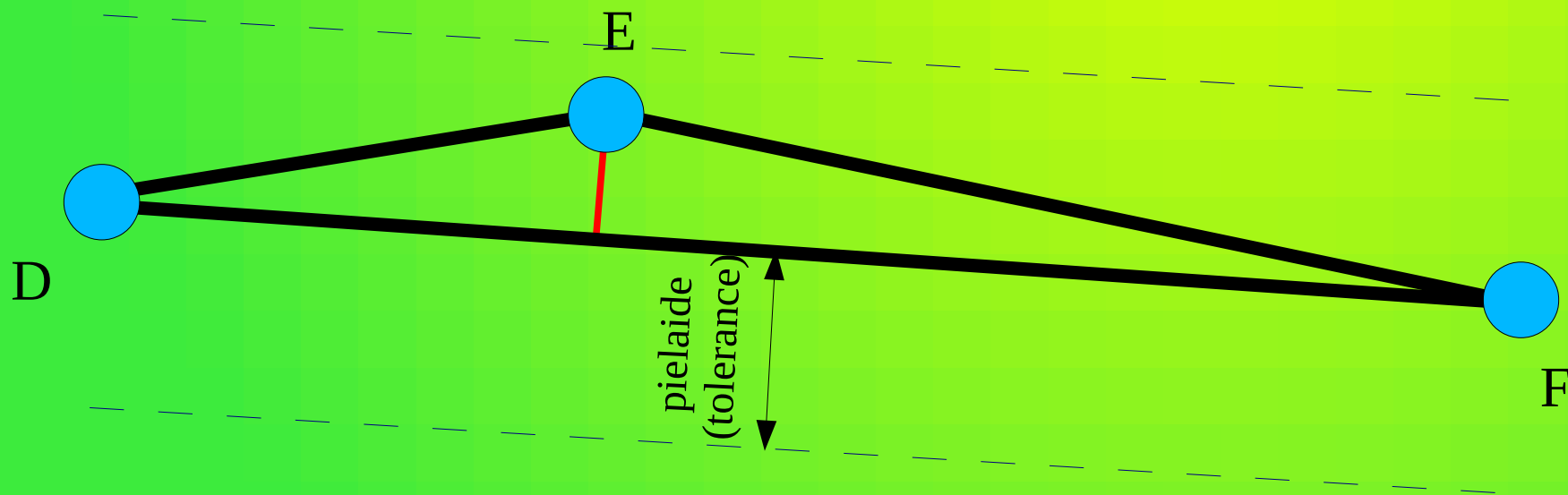




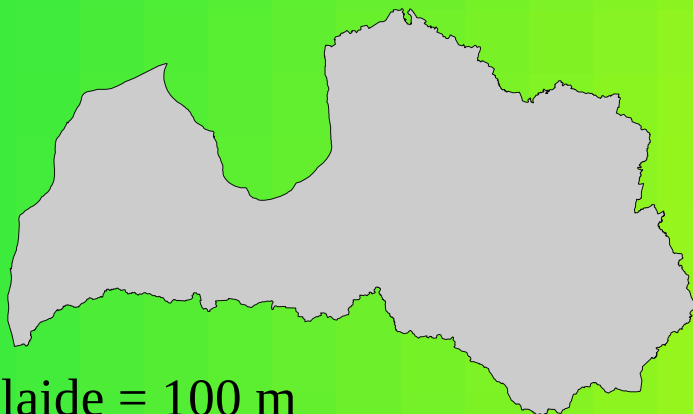
# Vektorkartes samazināšana (vienkāršots piemērs)



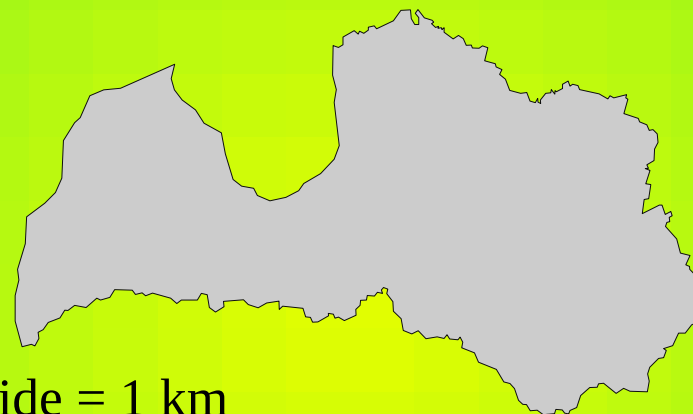
# Vektorkartes samazināšana (vienkāršots piemērs)



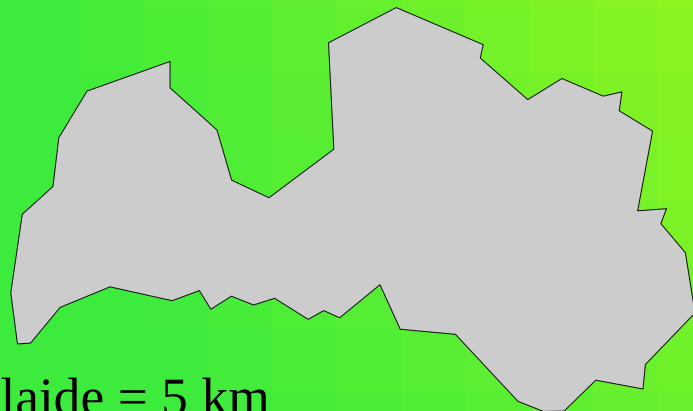
# Objekta izmēru maiņa



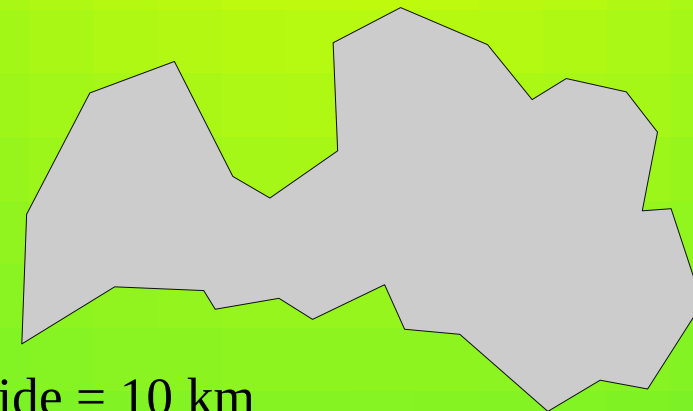
pielaide = 100 m  
punktu skaits = 1794  
laukums = 64 584,276 km<sup>2</sup>  
perimetrs = 1 805,831 km



pielaide = 1 km  
punktu skaits = 273  
laukums = 64 610,281 km<sup>2</sup>  
perimetrs = 1 644,459 km

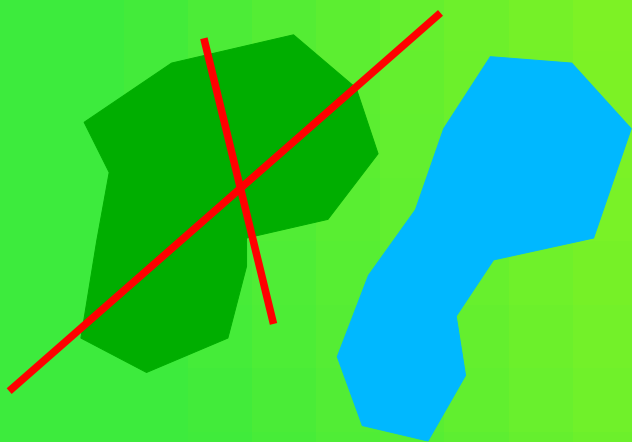


pielaide = 5 km  
punktu skaits = 49  
laukums = 65 124,173 km<sup>2</sup>  
perimetrs = 1 458,513 km



pielaide = 10 km  
punktu skaits = 28  
laukums = 65 152,379 km<sup>2</sup>  
perimetrs = 1 413,252 km

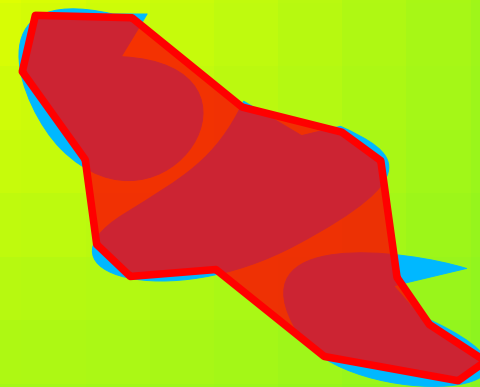
# Kartes vienkāršošana (ģeneralizācija)



Atlase pēc atribūtiem



Atlase pēc izmēra



Apvienošana

# Telpisko datu digitālā apstrāde Biol2021

Vairāku slāņu vienlaicīga  
parādīšana

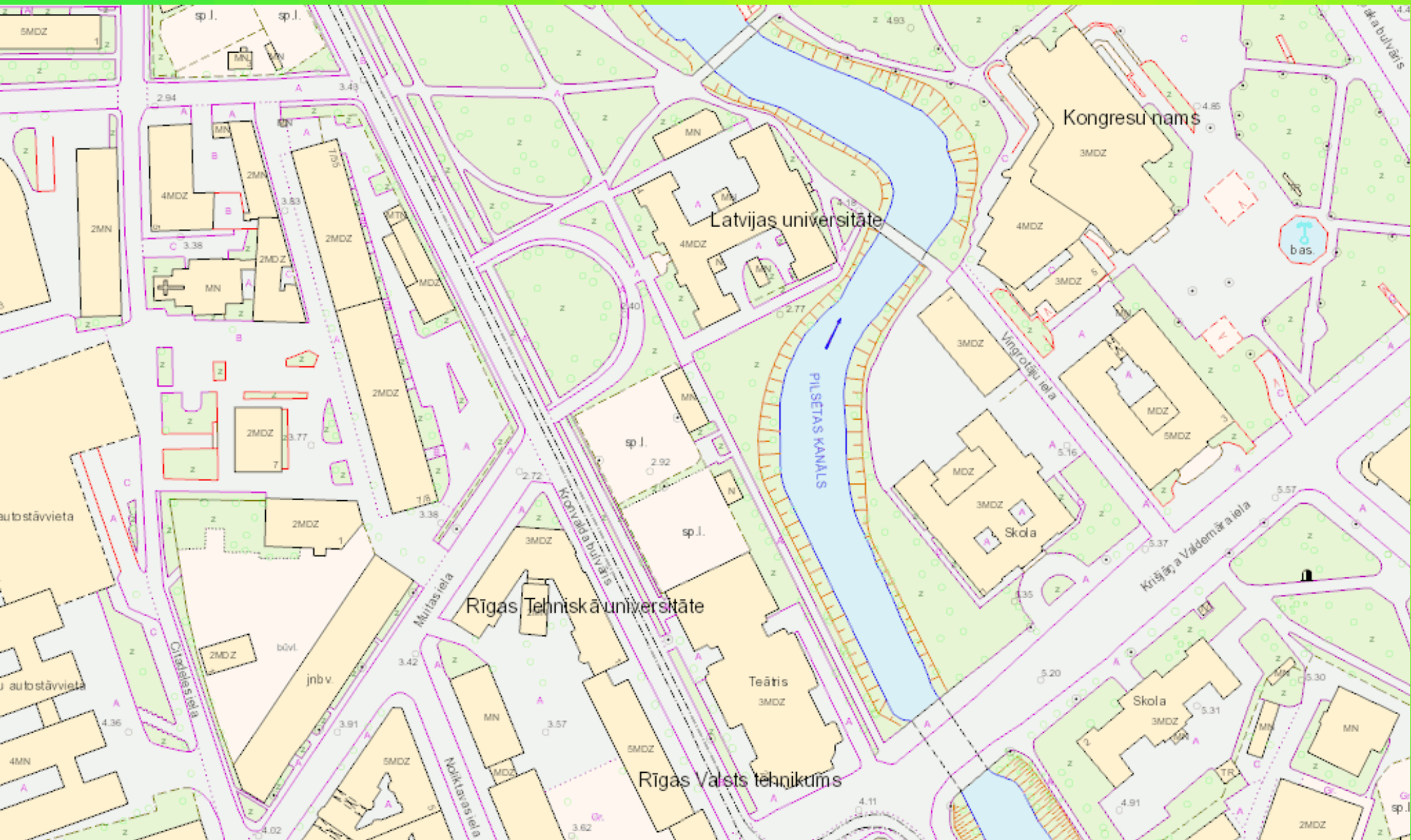
*Kārlis Kalviškis, LU Bioloģijas fakultāte*



# Rastrkartes piemērs



# Vektorkartes piemērs

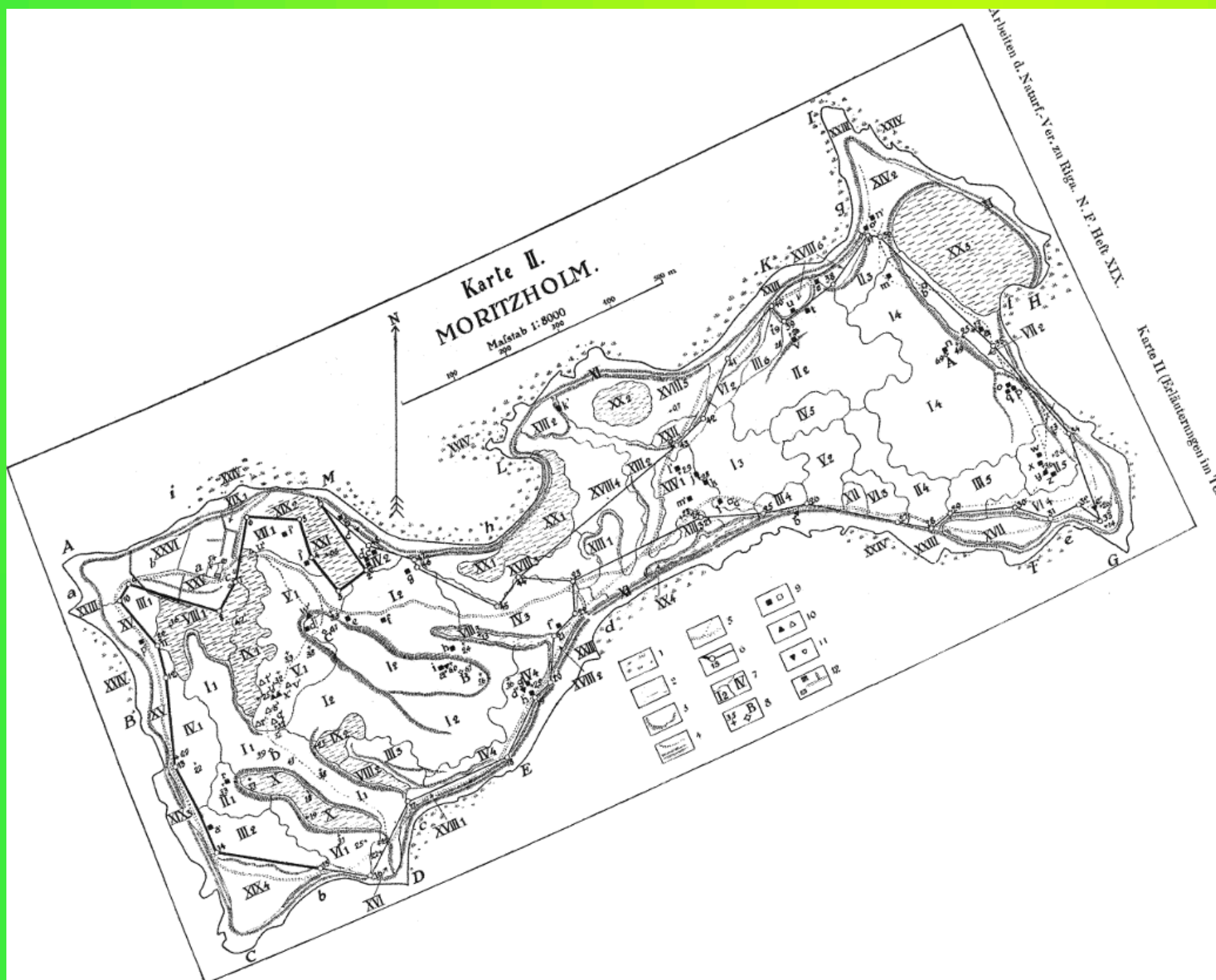


# Rastrkarte + vektorkarte



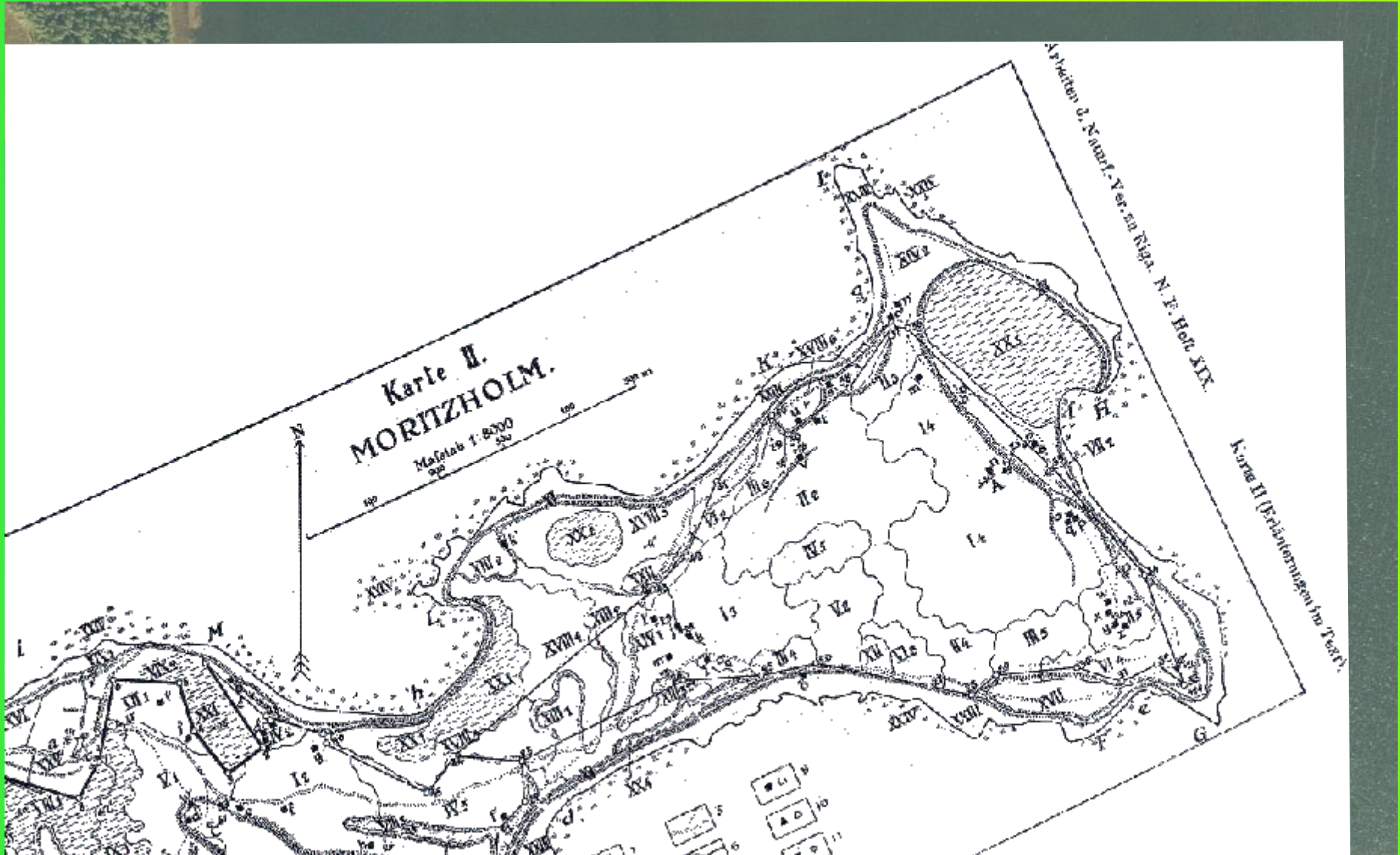


# K. R. Kupfera zīmētā Moricsalas karte



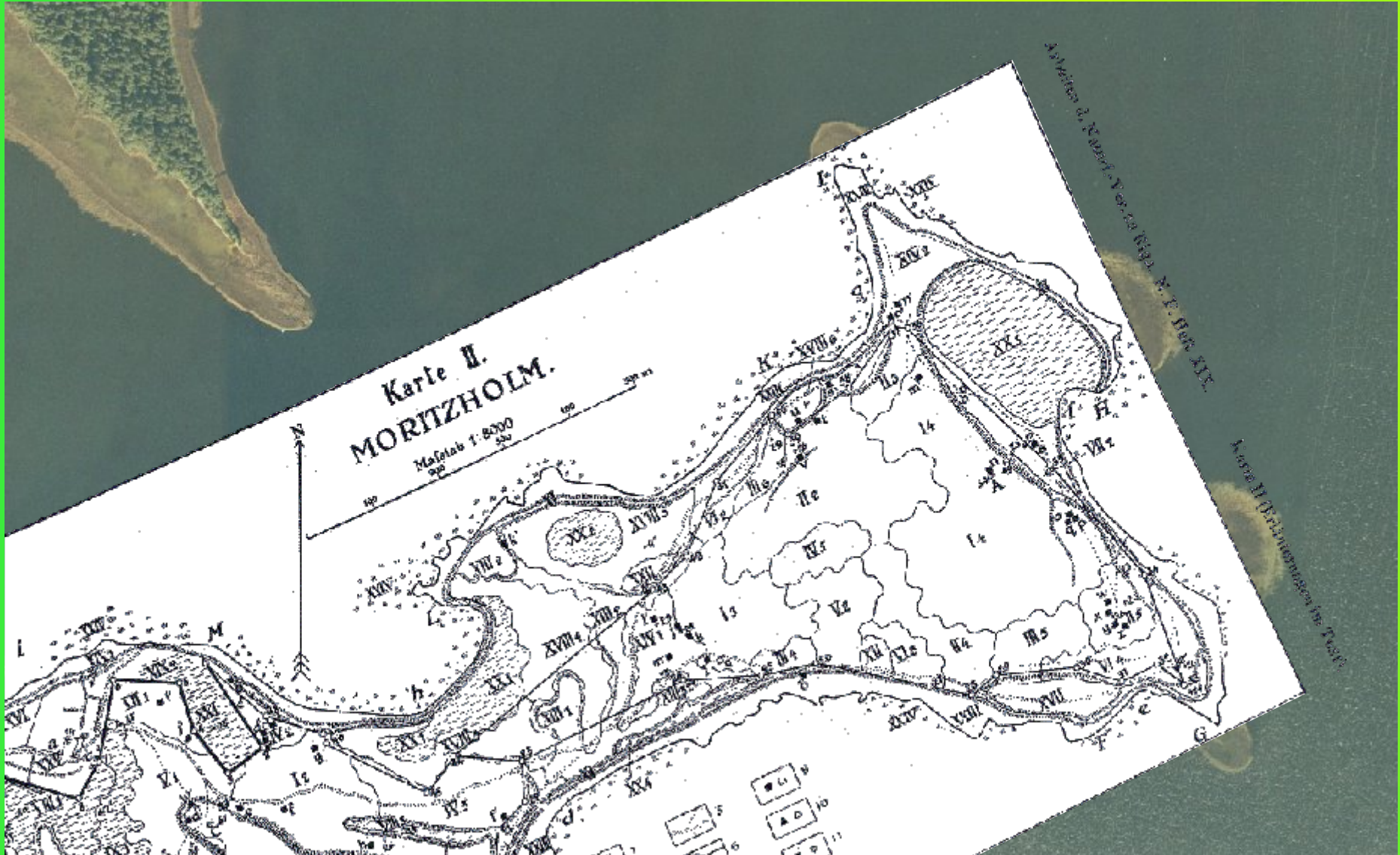
K.R.Kupfer, 1931., Die Naturschonstätte. Moritzholm.

# Rastrkarte + rastrkarte



K.R.Kupfer, 1931., Die Naturschonstätte. Moritzholm.  
<http://kartes.lgia.gov.lv/kartes.html>

# Rastrkarte + rastrkarte



K.R.Kupfer, 1931., Die Naturschonstätte. Moritzholm.  
<http://kartes.lgia.gov.lv/kartes.html>

# Rastrkarte + rastrkarte



K.R.Kupfer, 1931., Die Naturschonstätte. Moritzholm.  
<http://kartes.lgia.gov.lv/kartes.html>

# Telpisko datu digitālā apstrāde

## Biol2021

Pielietojamība

*Kārlis Kalviškis, LU Bioloģijas fakultāte*



# Vektor- un rastrkaršu izmantošana

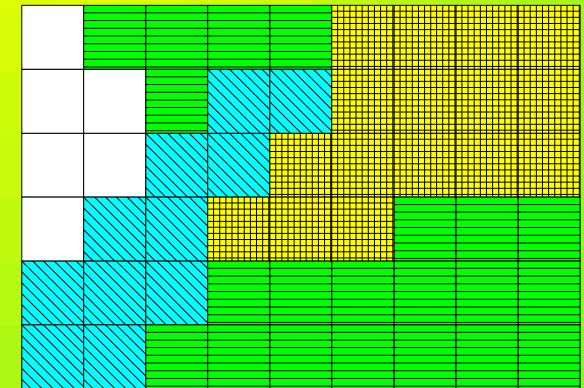
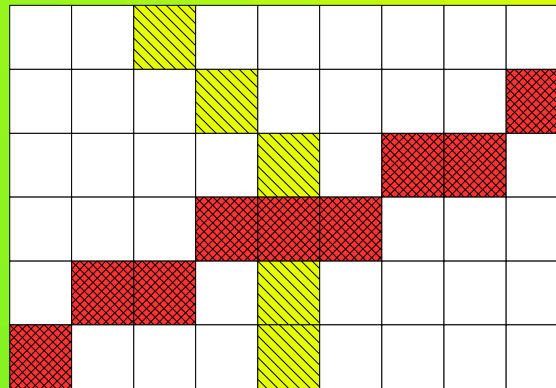
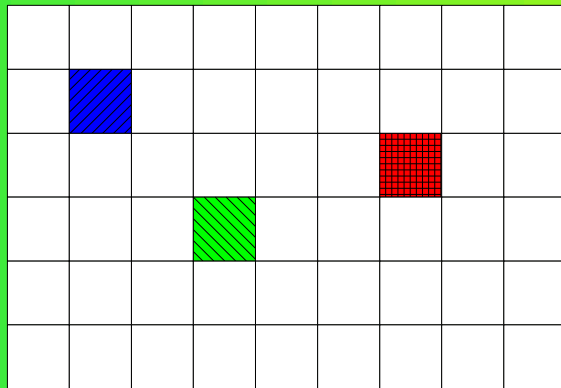
## Pasaules objektu ģeometrija

punkti

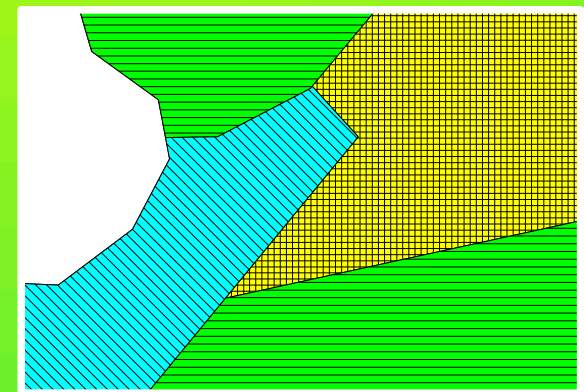
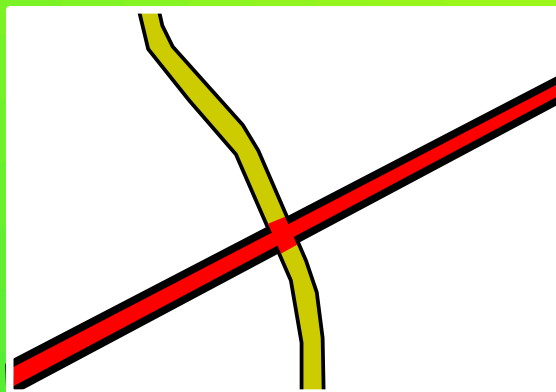
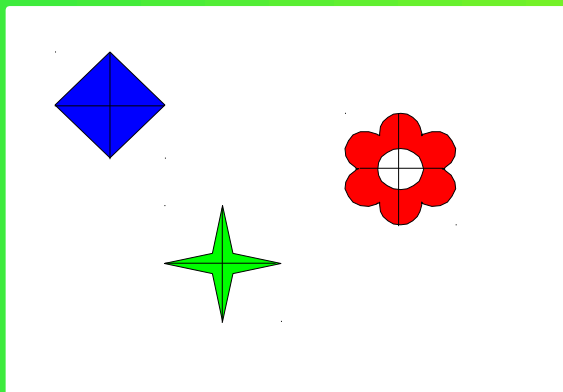
līnijas

daudzstūri

Rastrkartes



Vektorkartes



# Vektor- un rastrkaršu izmantošana

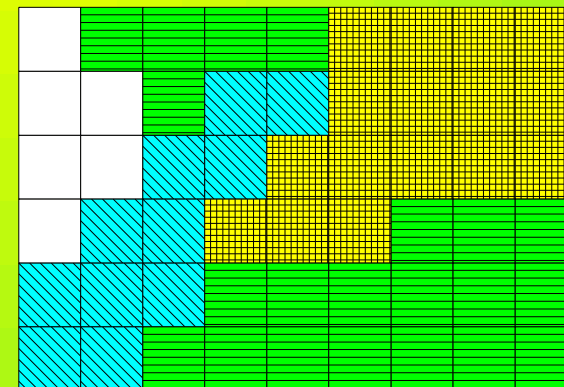
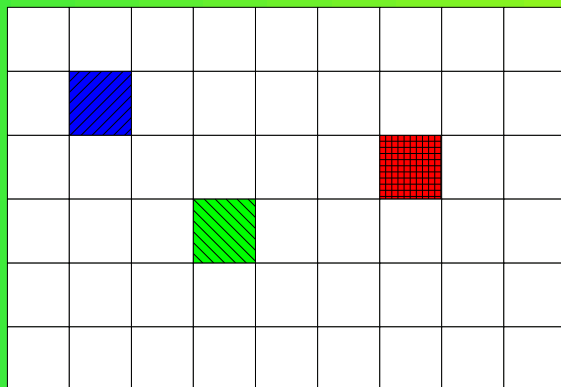
## Laukumu identificēšana

punkti

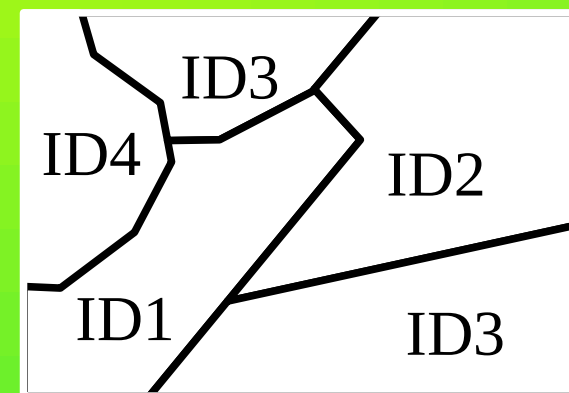
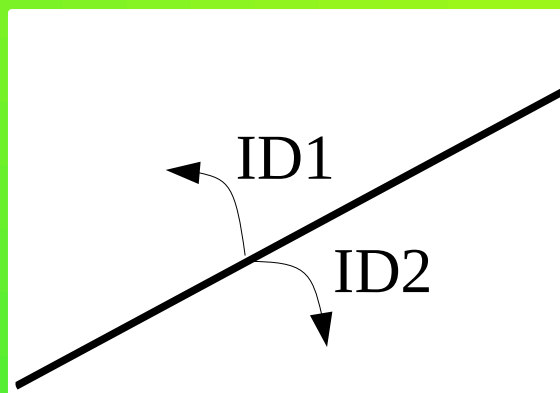
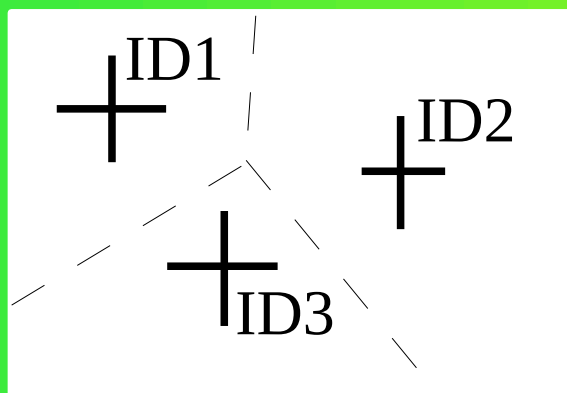
līnijas

daudzstūri

Rastrkartes



Vektorkartes



# Vektor- un rastrkaršu izmantošana

## Tīkli

punkti

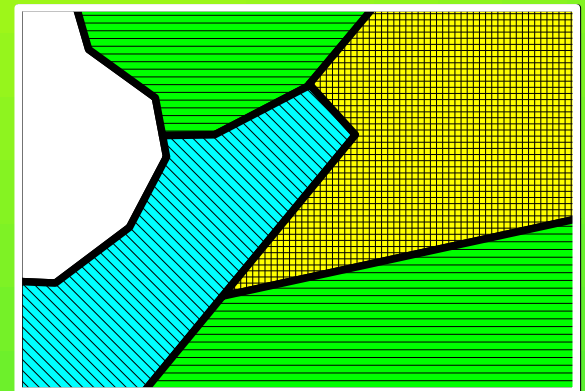
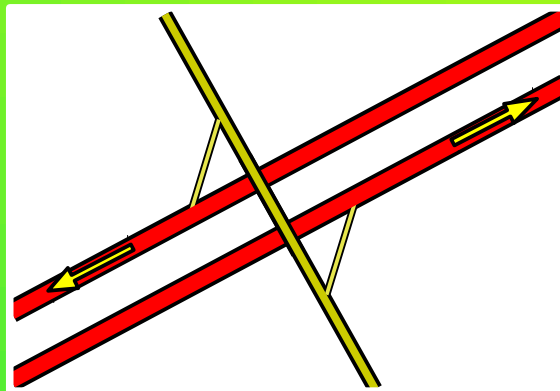
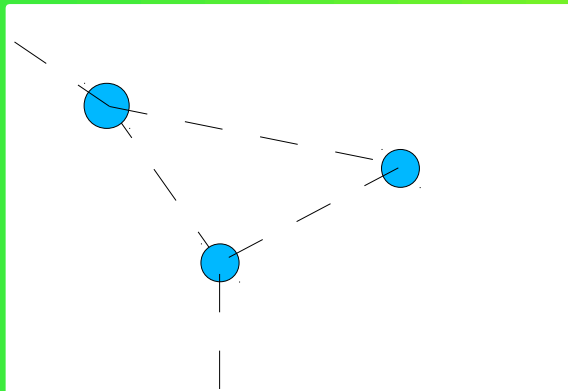
līnijas

daudzstūri

Rastrkartes



Vektorkartes





# Vektor- un rastrkaršu izmantošana

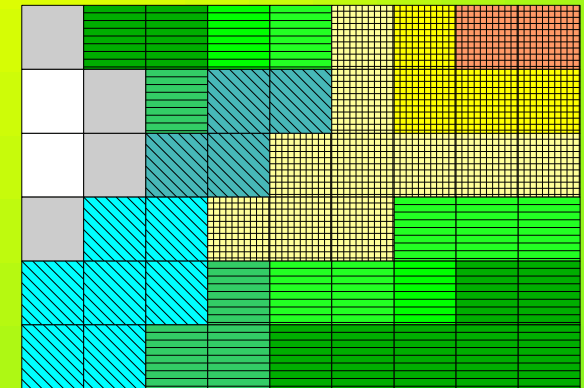
## Satelītainas, aerofotouzņēmumi

punkti

līnijas

daudzstūri

Rastrkartes



Vektorkartes



# Vektor- un rastrkaršu izmantošana

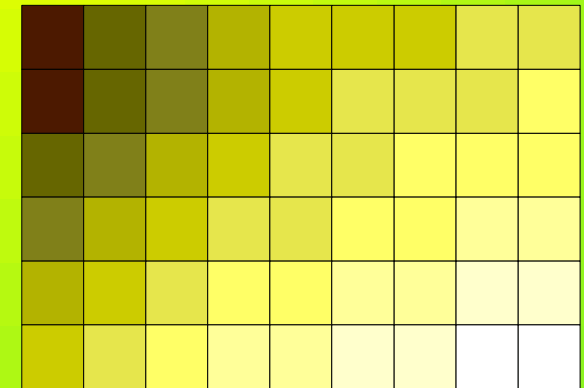
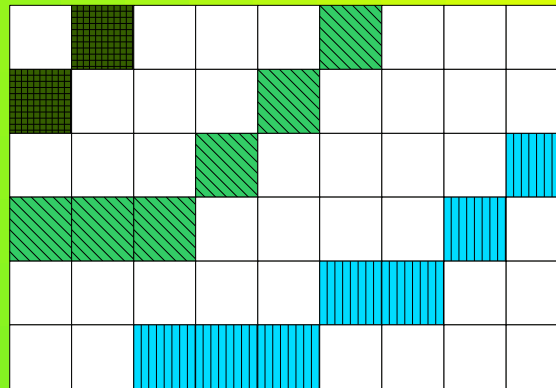
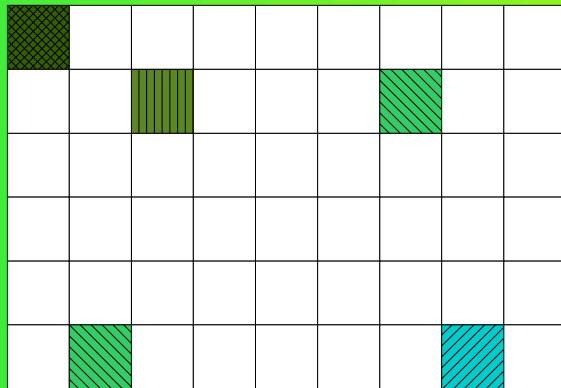
## Virsmas modeļi

punkti

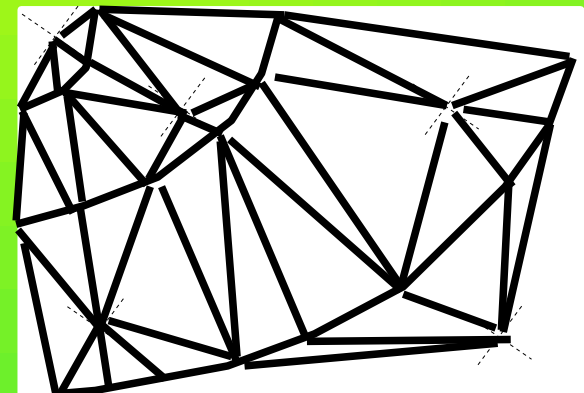
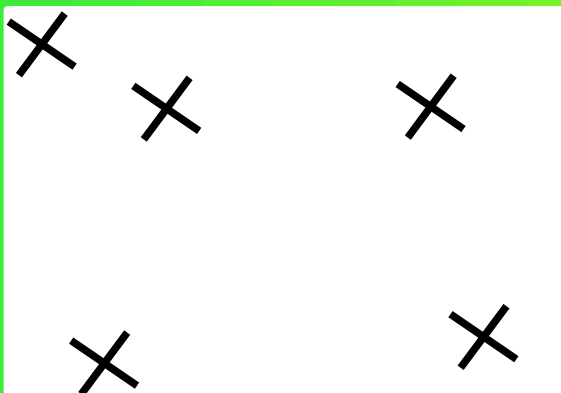
līnijas

daudzstūri

Rastrkartes



Vektorkartes



# Telpisko datu digitālā apstrāde

## Biol2021

Izmantotā literatūra

*Kārlis Kalviškis, LU Bioloģijas fakultāte*



# Literatūra

- *Tor Bernhardsen*, 2002. **Geographic information systems : an introduction**, 3rd edition. John Wiley & Sons, 448 lpp.; ISBN: 0-471-41968-0
- *Peter A. Burrough* and *Rachael A. McDonnell*, 2000. (1998.) **Principles of geographical information systems**. Oxford University Press, 346 lpp.; ISBN13: 978-0-19-823365-7; ISBN10: 0-19-823365-5

# Literatūra

- *Robert Laurin and Derek Thompson, 1994., **Fundamentals of spatial information systems**, Academic Press, 680. lpp., ISBN: 0-12-438380-7*
- *Alfreds Eglītis, 1944., **Karte**, kā to lasīt un sastādīt, Rīga, Saimniecības literatūras apgāds, 280. lpp.*