



Latvijas Ģeotelpiskās
informācijas aģentūra

**Aeromagnētiskās kartēšanas materiālu izmantošana
geomagnētisko mērījumu plānošanā un variometra stacijas
būvniecība**

Ģeodēzistu diena 2019

Latvijas universitātes Zinātņu mājā, Konferenču zāle Alfa, Jelgavas iela 3, Rīga
2019. gada 20. marts

Ģeodēzisko mērījumu nodaļas
vecākais ģeodēzijas inženieris ģeomagnētismā Rihards Landorfs



Latvijas Ģeotektoniskās
informācijas aģentūra

Saturs

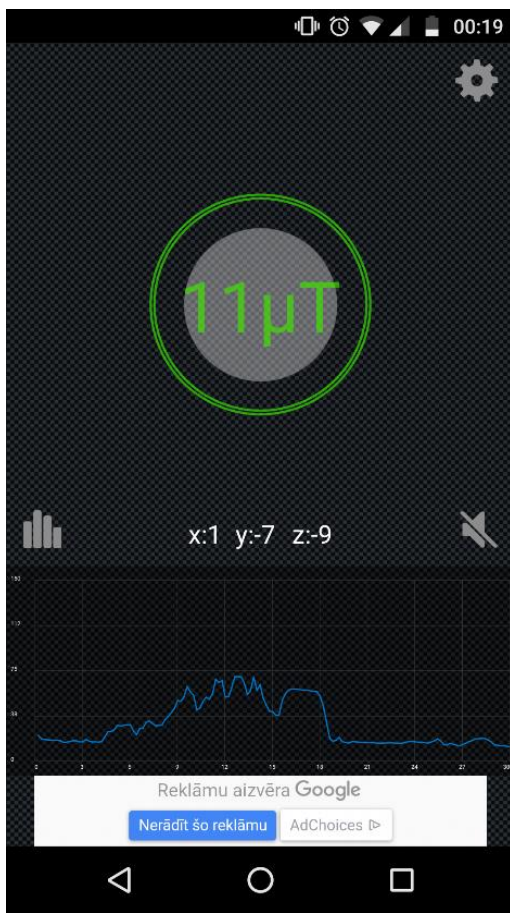
- Ievads
- Zonējuma veidošana par magnētiskajiem apstākļiem Latvijā un testa mērījumi
- Variometra stacijas būvniecība



Latvijas Ģeotelpiskās
informācijas aģentūra

Zemes magnētiskā lauka mērījumi

Pirmie ģeomagnētiskie mērījumi saistāmi ar navigācijas vajadzībām, bet mūsdienās tie tiek izmantoti arī zinātniskiem, militāriem un lietišķiem mērķiem, piemēram, ģeofizikālos pētījumos, derīgo izrakteņu meklēšanai u.c.



Android aplikācija – «metāla detektors»



Si Nan kompassa modelis, lietots senajā Ķīnā (~2 gs. p.m.ē.)

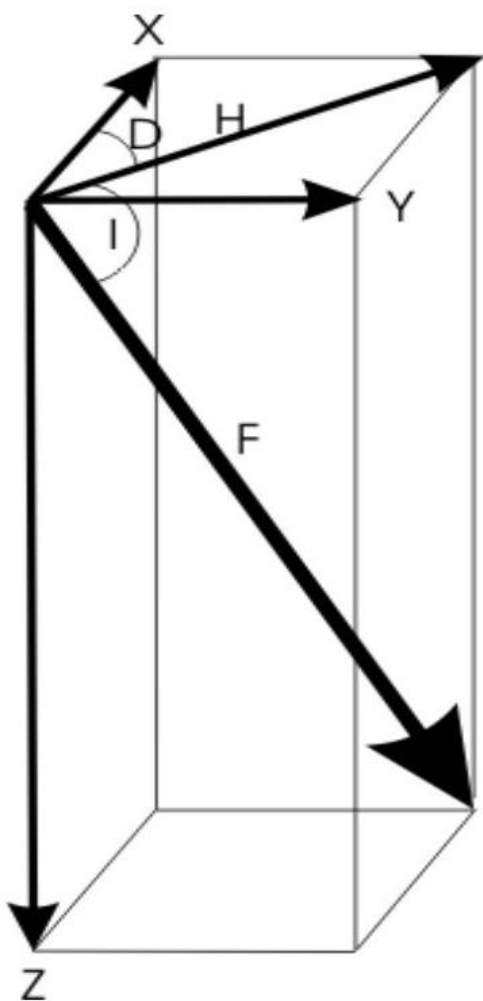


Latvijas Ģeotelpiskās
informācijas aģentūra

Magnētiskās komponentes

Septiņas Zemes magnētiskā lauka komponentes:

- magnētiskā deklinācija (D , °)
- magnētiskā inklinācija (I , °)
- magnētiskā lauka kopējā intensitāte (F , nT)
- horizontālā intensitāte (H , nT)
- vertikālā komponente (Z , nT)
- ziemeļu komponente (X , nT)
- austrumu komponente (Y , nT)



$$H = \sqrt{X^2 + Y^2}$$

$$X = H \cos(D)$$

$$Y = H \sin(D)$$

$$F = \sqrt{X^2 + Y^2 + Z^2}$$

$$D = \tan^{-1} \left(\frac{Y}{X} \right)$$

$$I = \tan^{-1} \left(\frac{Z}{H} \right)$$



Latvijas Ģeotelpiskās
informācijas aģentūra

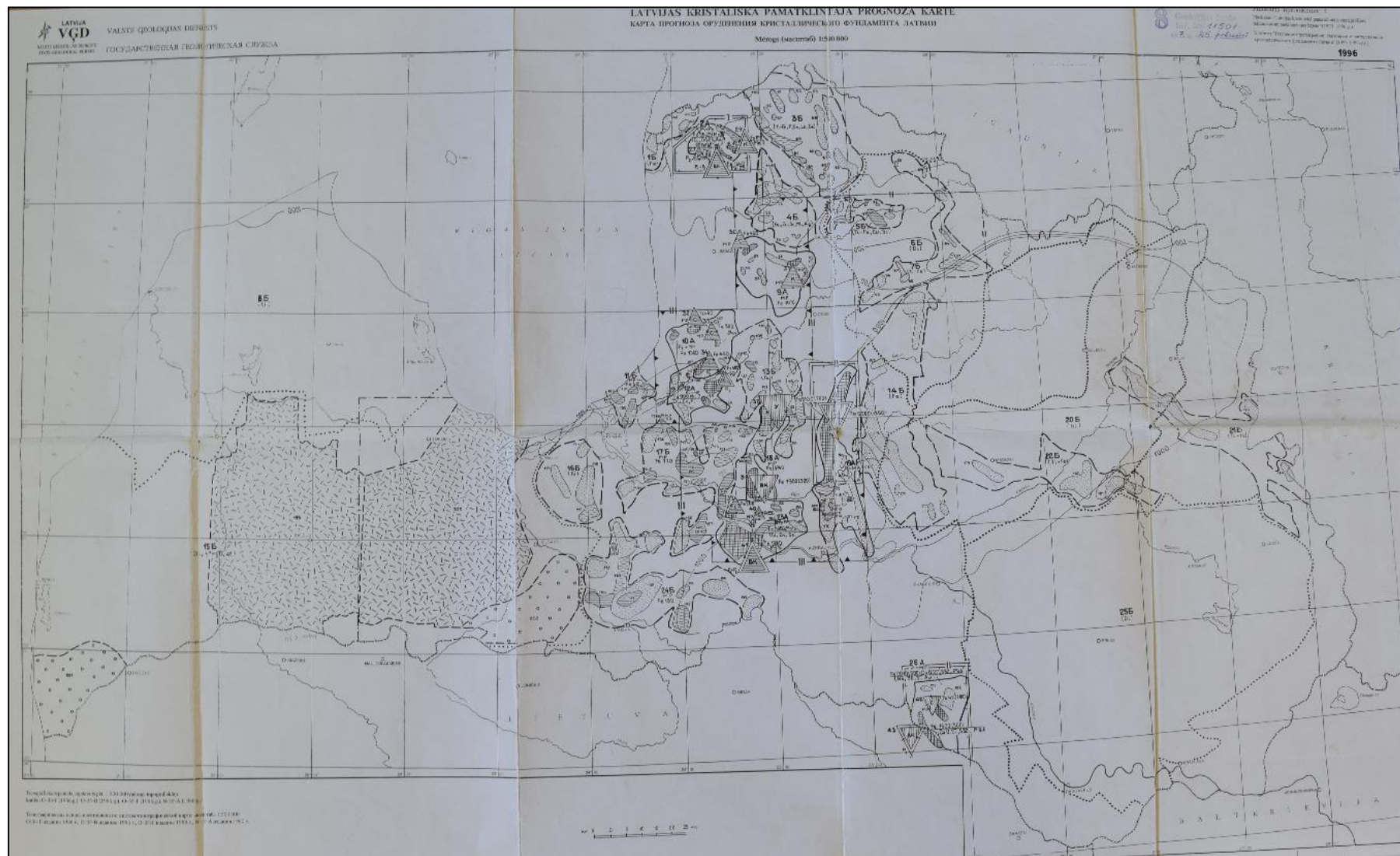
Latvijas teritorijas zonējuma veidošana

- Lai atvieglotu mērījumu plānošanu nākotnē, tika izstrādāts kartogrāfisks materiāls par magnētiskajiem apstākļiem Latvijā
- Tika izmantoti Valsts ģeoloģijas fonda materiāli – "Latvijas anomālā aeromagnētiskā lauka karte", 1998.g. 1:500 000 un "Latvijas kristāliskā pamatklintāja prognozā karte", 1996.g. 1:500 000
- Materiāla pārbaudei laukā pielietots GSM-19TW (protonu precesijas magnetometrs)



Latvijas Ģeotelpiskās
informācijas aģentūra

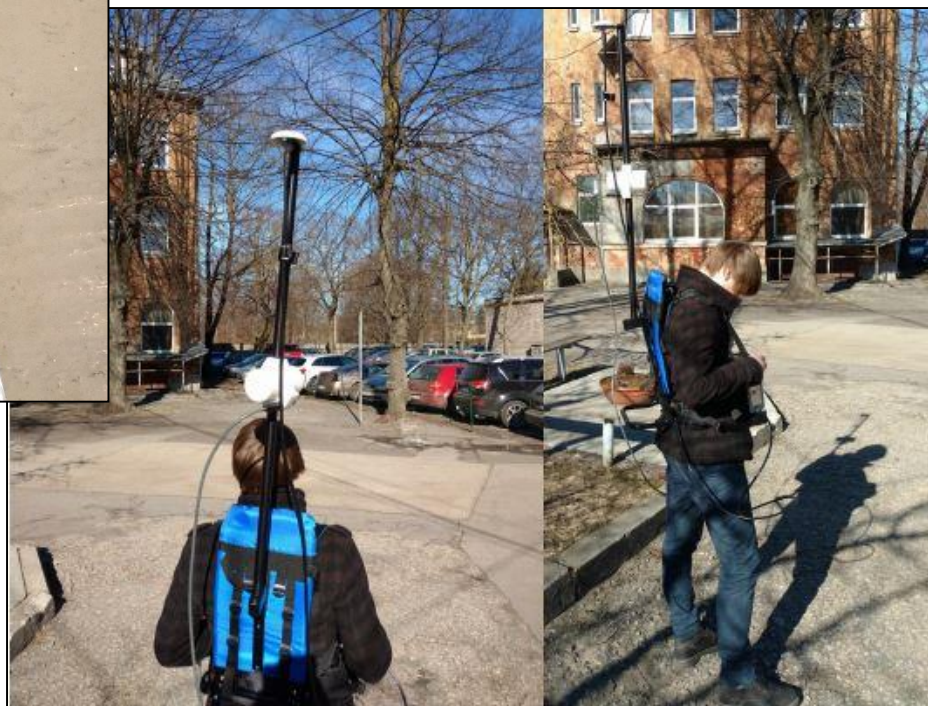
Latvijas kristāliskā pamatklintāja prognozā karte (Valsts ģeoloģijas fonds)





Latvijas Ģeotelpiskās
informācijas aģentūra

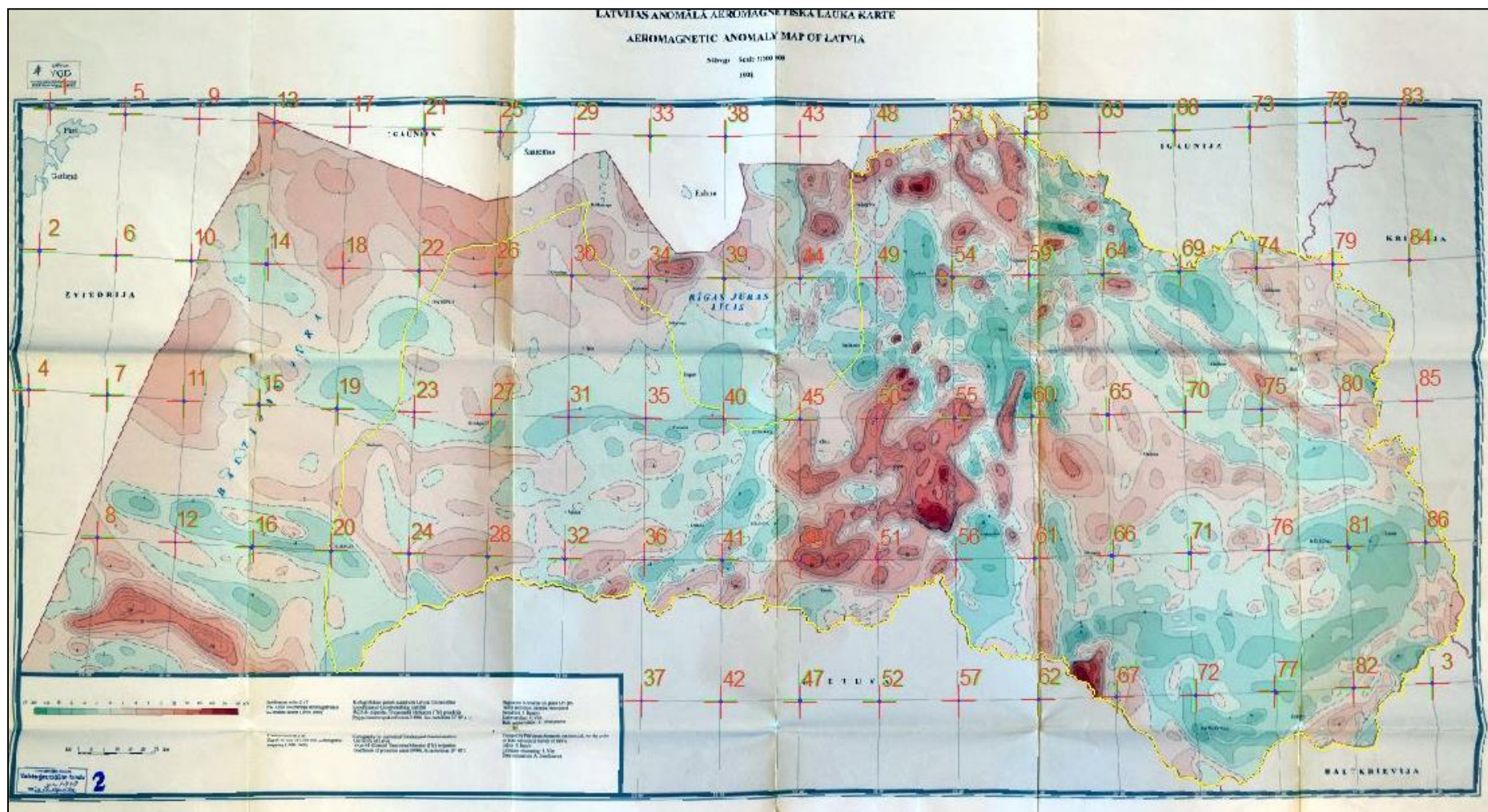
GSM-19TW Protonu precesijas magnetometrs

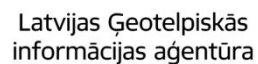




Latvijas Ģeotelpiskās
informācijas aģentūra

Zonējuma veidošana - ģeoreferencēšana





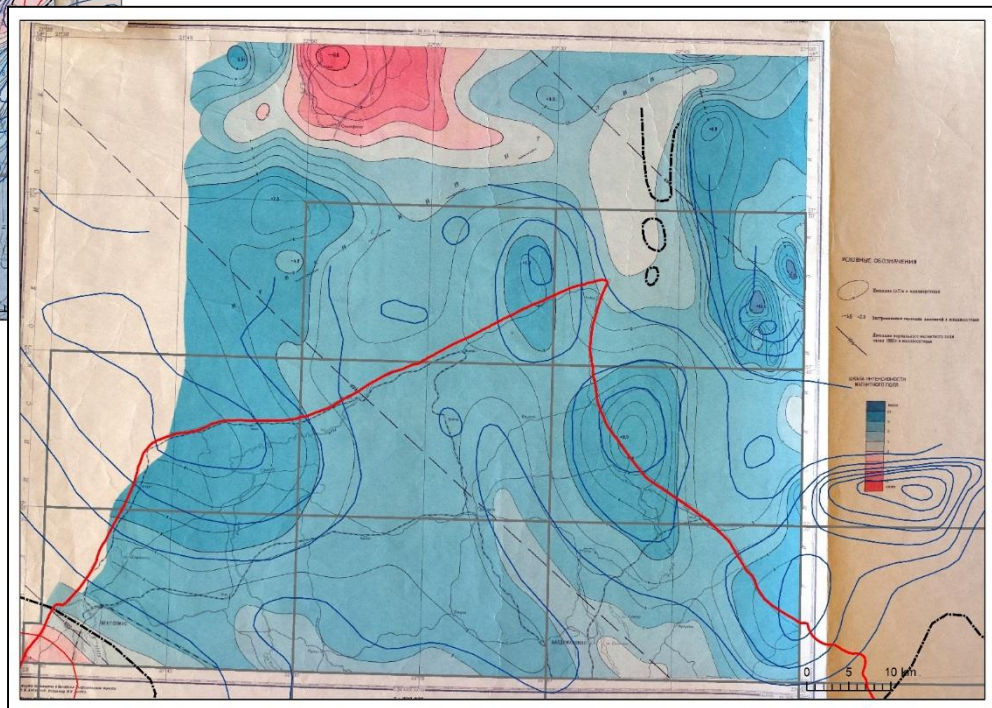
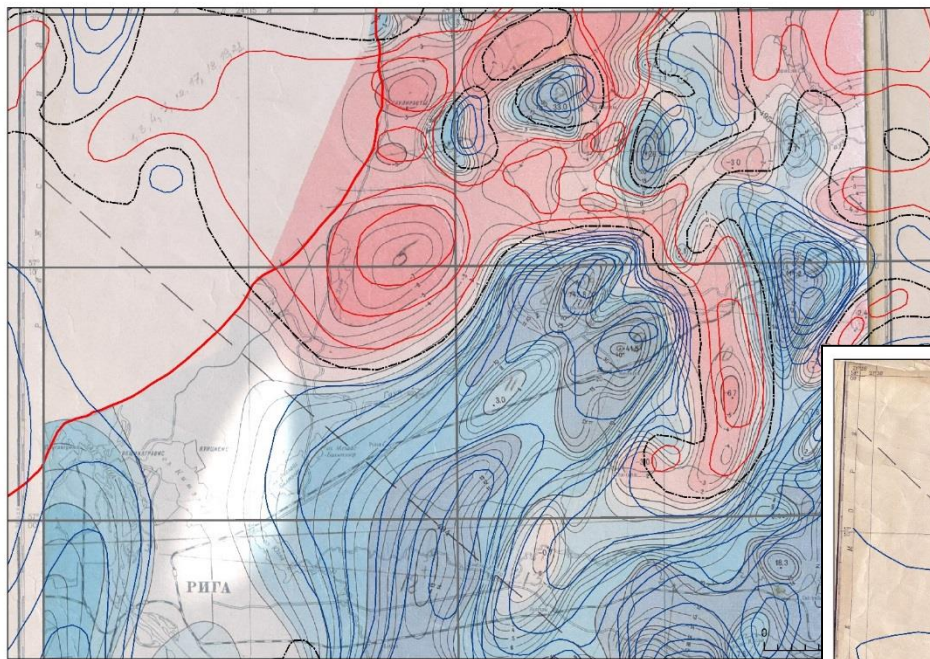
Zonējuma veidošana - digitizēšana





Latvijas Ģeotelpiskās
informācijas aģentūra

Salīdzinājums ar lielāka mēroga aeromagnētiskajām kartēm (Valsts ģeoloģijas fonds)





Latvijas Ģeotelpiskās
informācijas aģentūra

ArcMap rīki

1. Topo to raster (cell size 500 m)
2. Slope (degree)

The 'Topo to Raster' dialog box is shown. It has a title bar with a question mark icon and the text 'Topo to Raster'. The main area is divided into two panes. The left pane, titled 'Input feature data', contains a table with the following data:

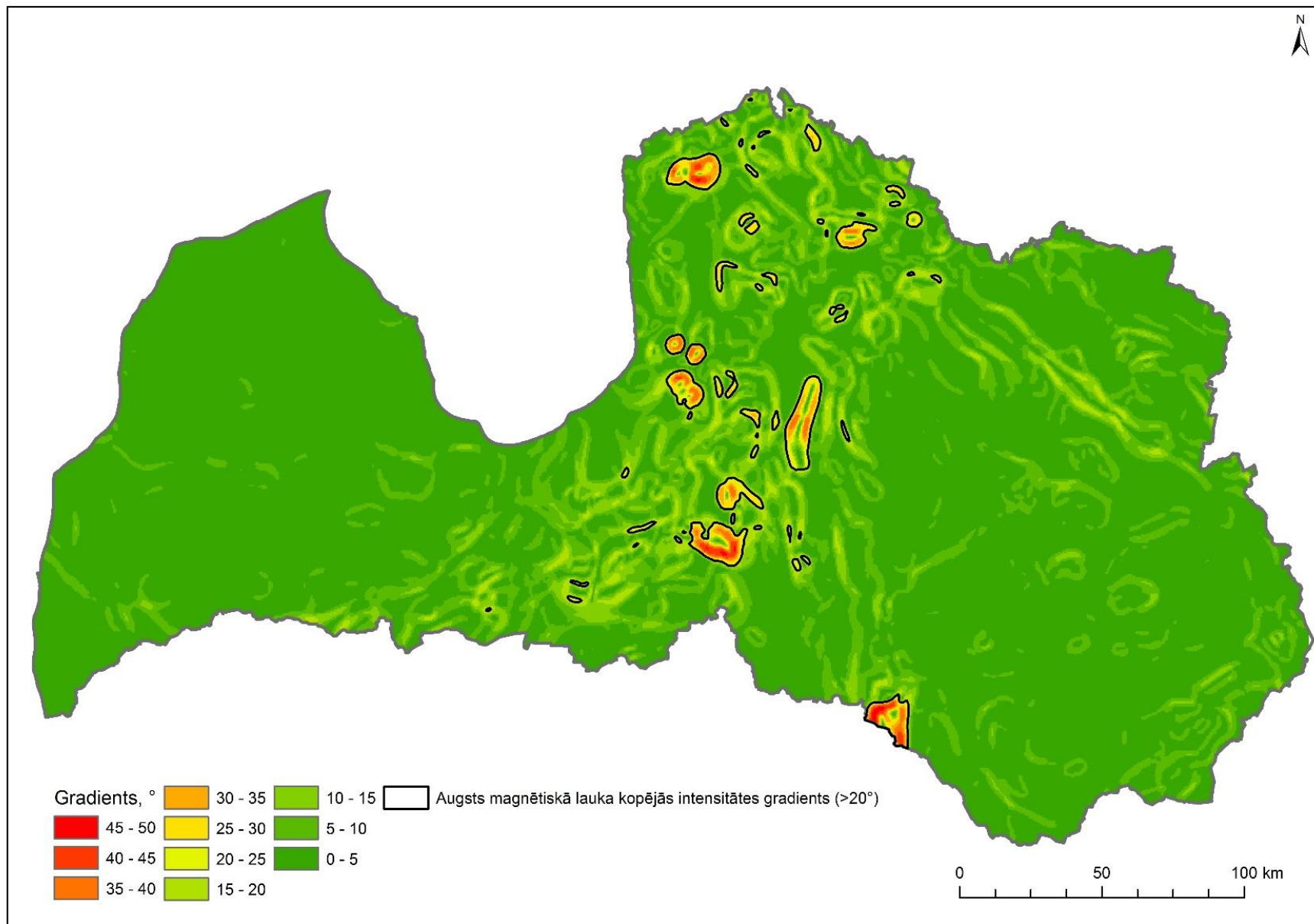
Feature layer	Field	Type
contour_final	vertiba_x100_r1T	Contour

Below the table are fields for 'Output surface raster', 'Output cell size (optional)' (set to 100), and 'Output extent (optional)' (set to 'Top'). The 'Top' extent is defined by coordinates: Left: 197881,73400; Right: 261014,236300; Bottom: 175231,171600. There are also fields for 'Margin in cells (optional)' (set to 20), 'Smallest z value to be used in interpolation (optional)', 'Largest z value to be used in interpolation (optional)', 'Drainage enforcement (optional)' (set to 'NO_ENFORCE'), 'Primary type of input data (optional)' (set to 'CONTOUR'), 'Maximum number of iterations (optional)' (set to 20), 'Roughness penalty (optional)', 'Profile curvature roughness penalty (optional)', 'Discretisation error factor (optional)' (set to 1), 'Vertical standard error (optional)' (set to 0), 'Tolerance 1 (optional)' (set to 2.5), and 'Tolerance 2 (optional)' (set to 100). The right pane, titled 'Topo to Raster', contains a description: 'Interpolates a hydrologically correct raster surface from point, line, and polygon data.' At the bottom are buttons for 'OK', 'Cancel', 'Environments...', '<< Hide Help', and 'Tool Help'.

The 'Slope' dialog box is shown. It has a title bar with a question mark icon and the text 'Slope'. The main area is divided into two panes. The left pane contains fields for 'Input raster', 'Output raster', 'Output measurement (optional)' (set to 'DEGREE'), and 'Z factor (optional)' (set to 1). The right pane, titled 'Slope', contains a description: 'Identifies the slope (gradient, or rate of maximum change in z-value) from each cell of a raster surface.' At the bottom are buttons for 'OK', 'Cancel', 'Environments...', '<< Hide Help', and 'Tool Help'.



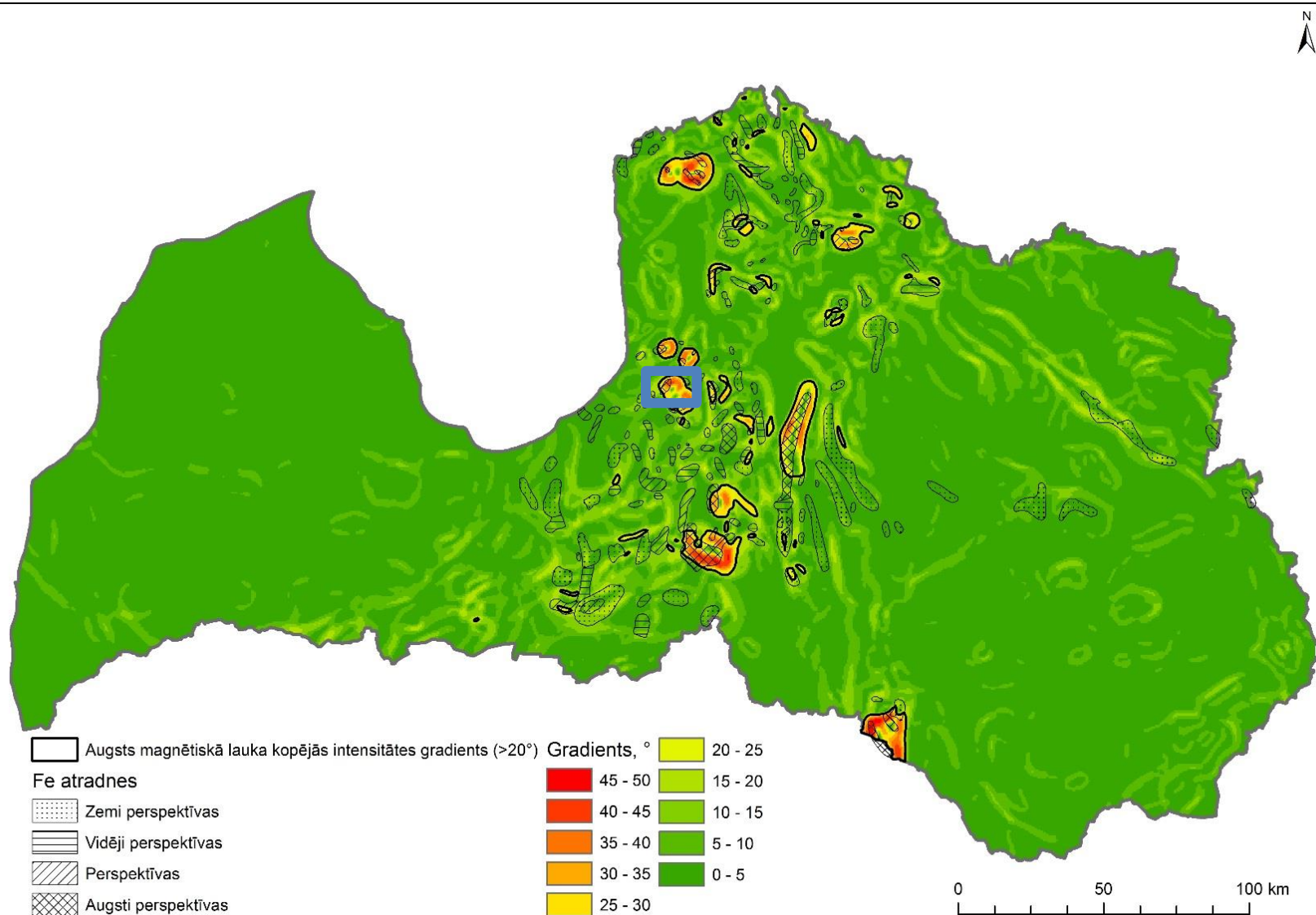
Latvijas teritorijas zonējums





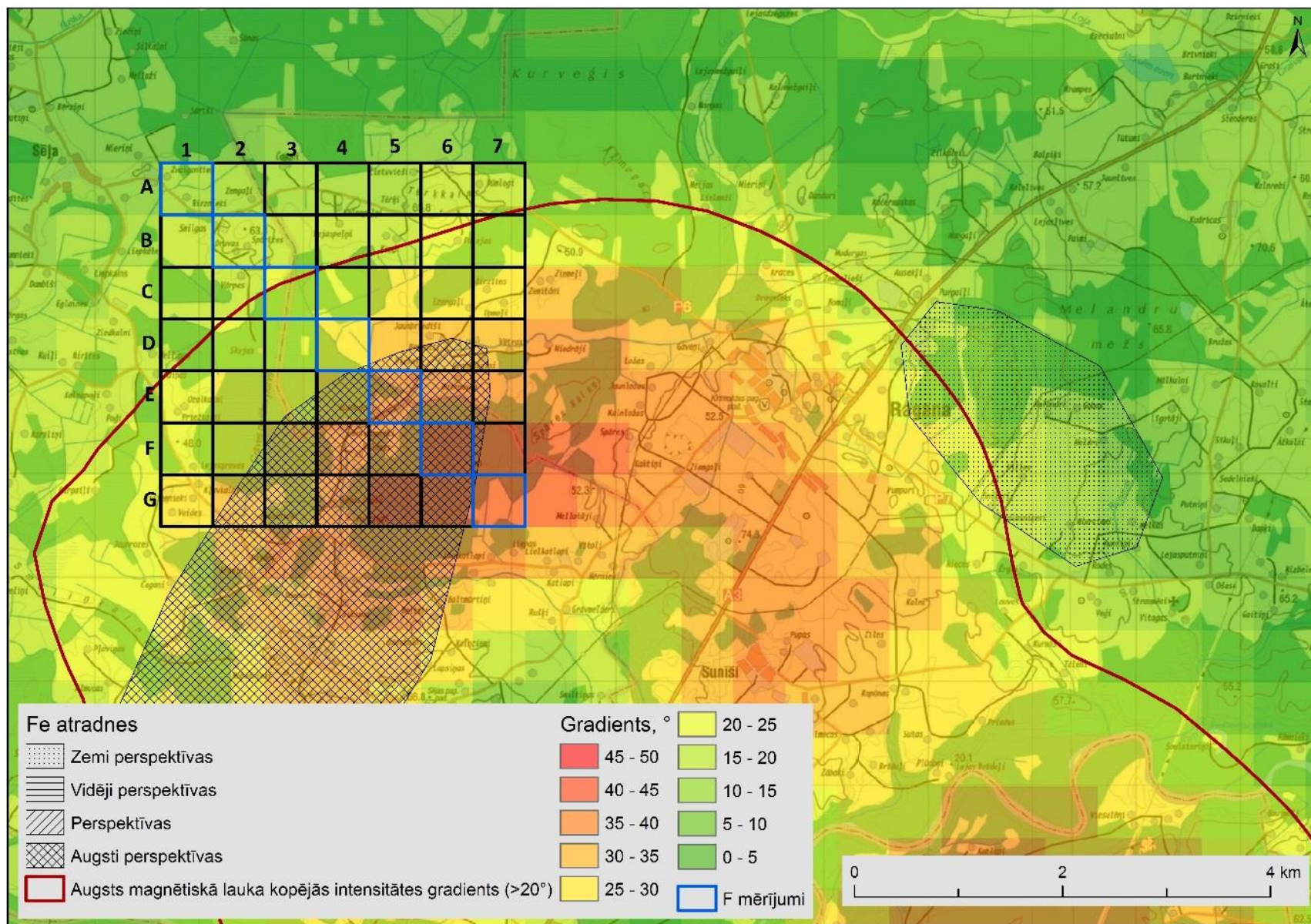
Latvijas teritorijas zonējums papildināts ar Fe atradnēm

Lat
inf



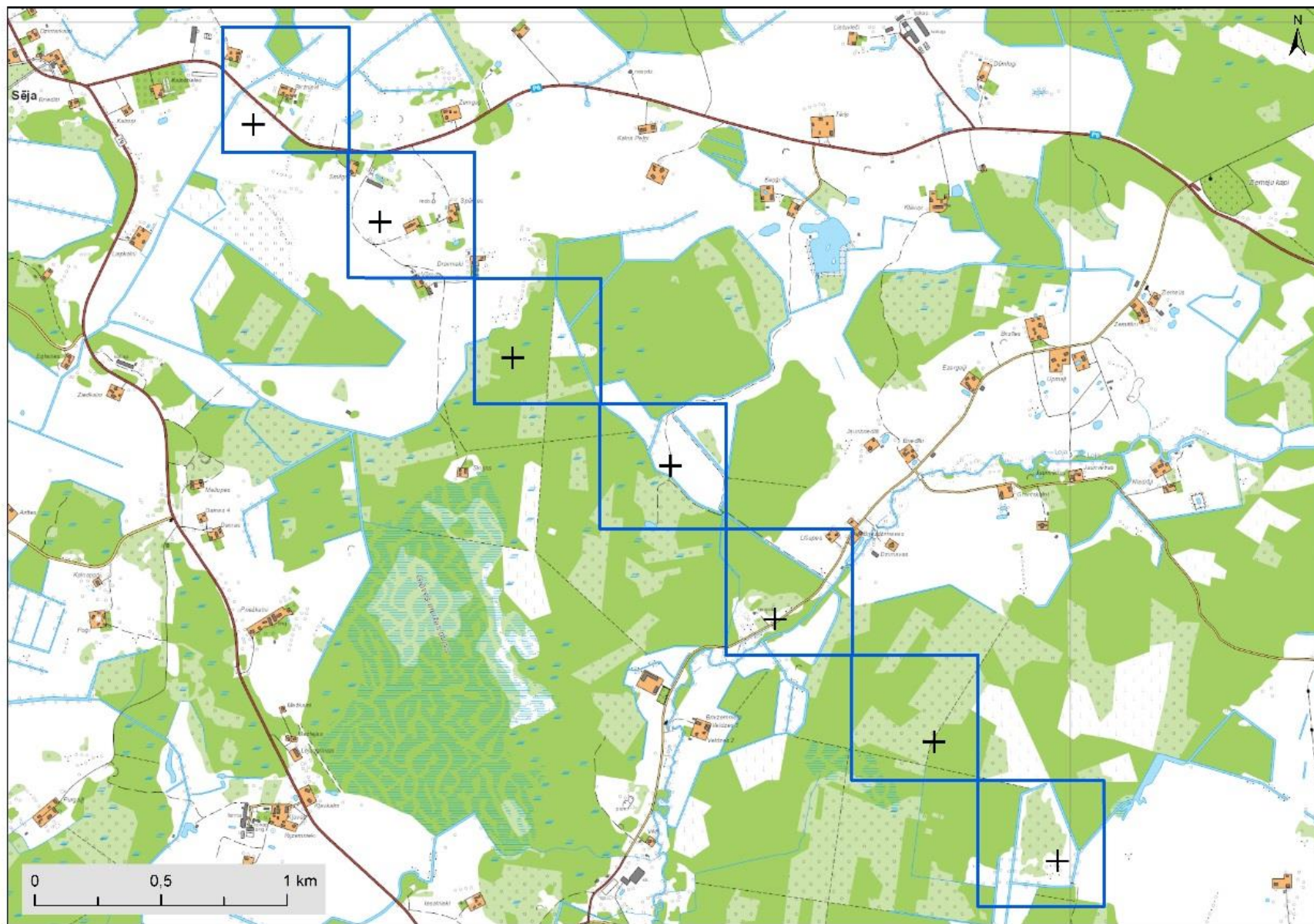


Testa mērījumi pie Sējas (1)





Testa mērījumi pie Sējas (2)



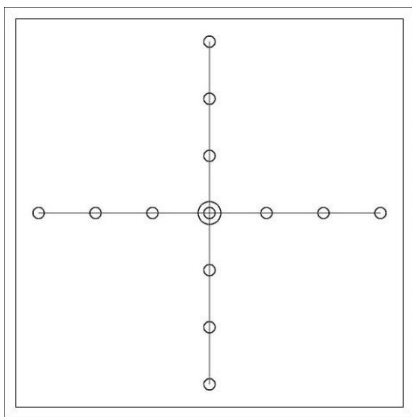


Latvijas Ģeotelpiskās
informācijas aģentūra

Testa mērījumi pie Sējas (3)

Tika veikti divu veidu mērījumi:

- Mērījumu tīkls - divi perpendikulāri gājieni ar soli ~ 5 metri, ~ 15 metru rādiusā. Katrā no 14 punktiem tika veikti vismaz 3 kopējās lauka intensitātes mērījumi
- Mērījumi tīkla centrā - pēc mērījumu tīkla izveides tika veikti vismaz 20 kopējās lauka intensitātes mērījumi
- Katra mērījuma cikla ilgums (*cycle time*) 3 sekundes

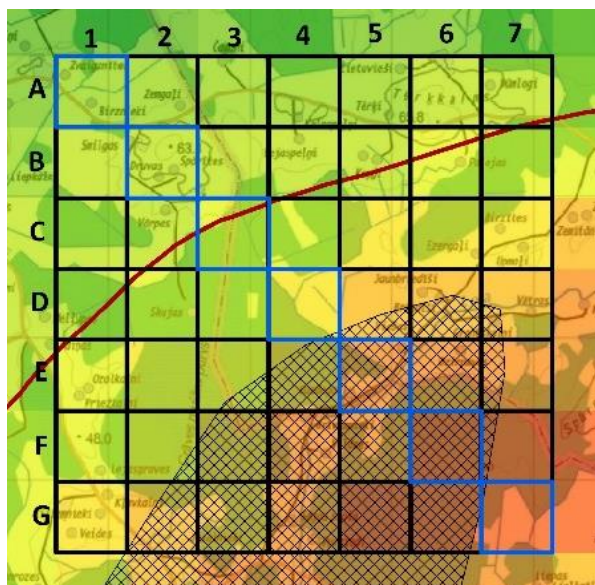




Latvijas Ģeotelpiskās
informācijas aģentūra

Lokālo gradientu salīdzinājums mērījumu vietās

Vieta	A1	B2	C3	D4	E5	F6	G7
Gradients nT/m	~0,4	~0,3	~0,3	~0,5	~1,8	~3,0	~2,7

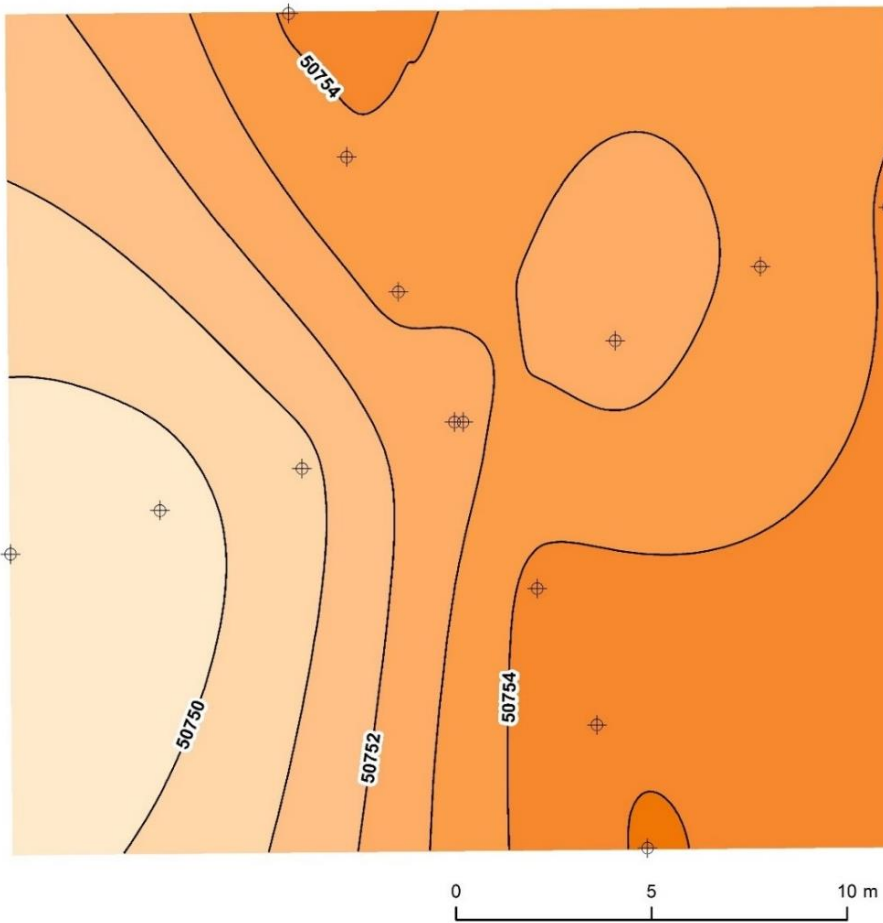


Pēc teorijas, piemēram, atkārtoto
mērījumu staciju (*repeat station*)
nedrīkstētu ierīkot vietā ar F gradientu,
kas lielāks par 2,5 nT/m

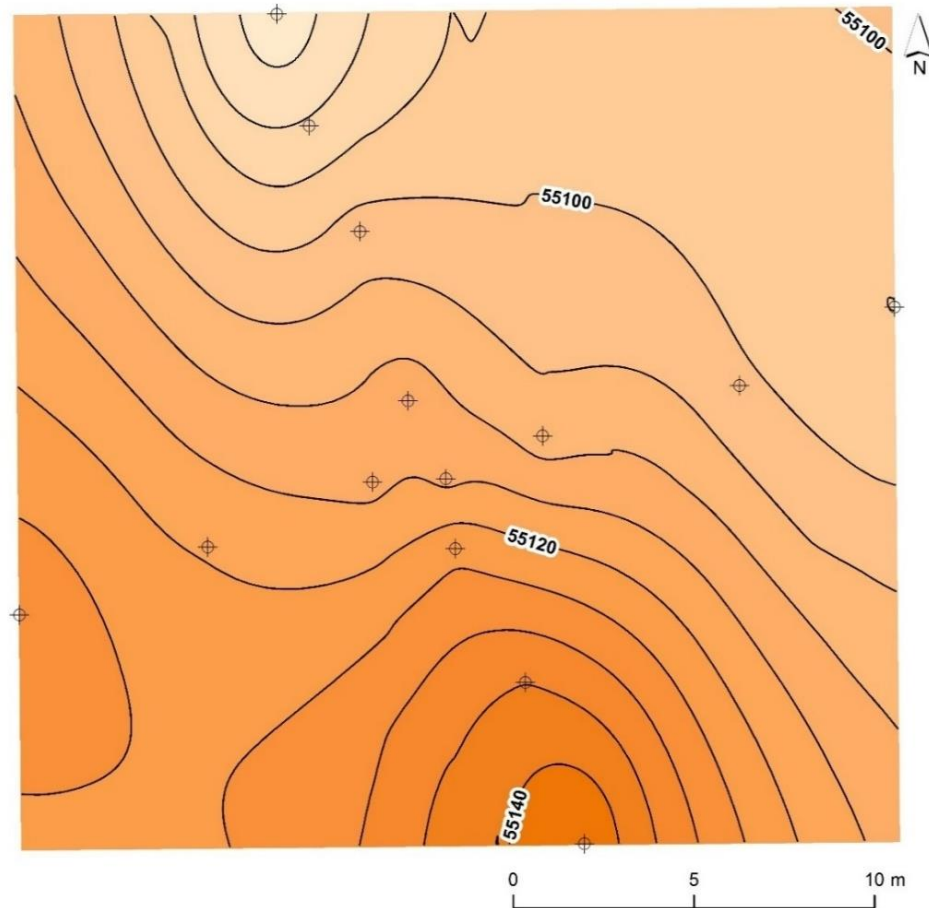


Latvijas Ģeotelpiskās
informācijas aģentūra

Mērījumu rezultāti vietās B2 un G7



Tīkla mērījumi vietā B2,
gradients $\sim 0,3$ nT/m

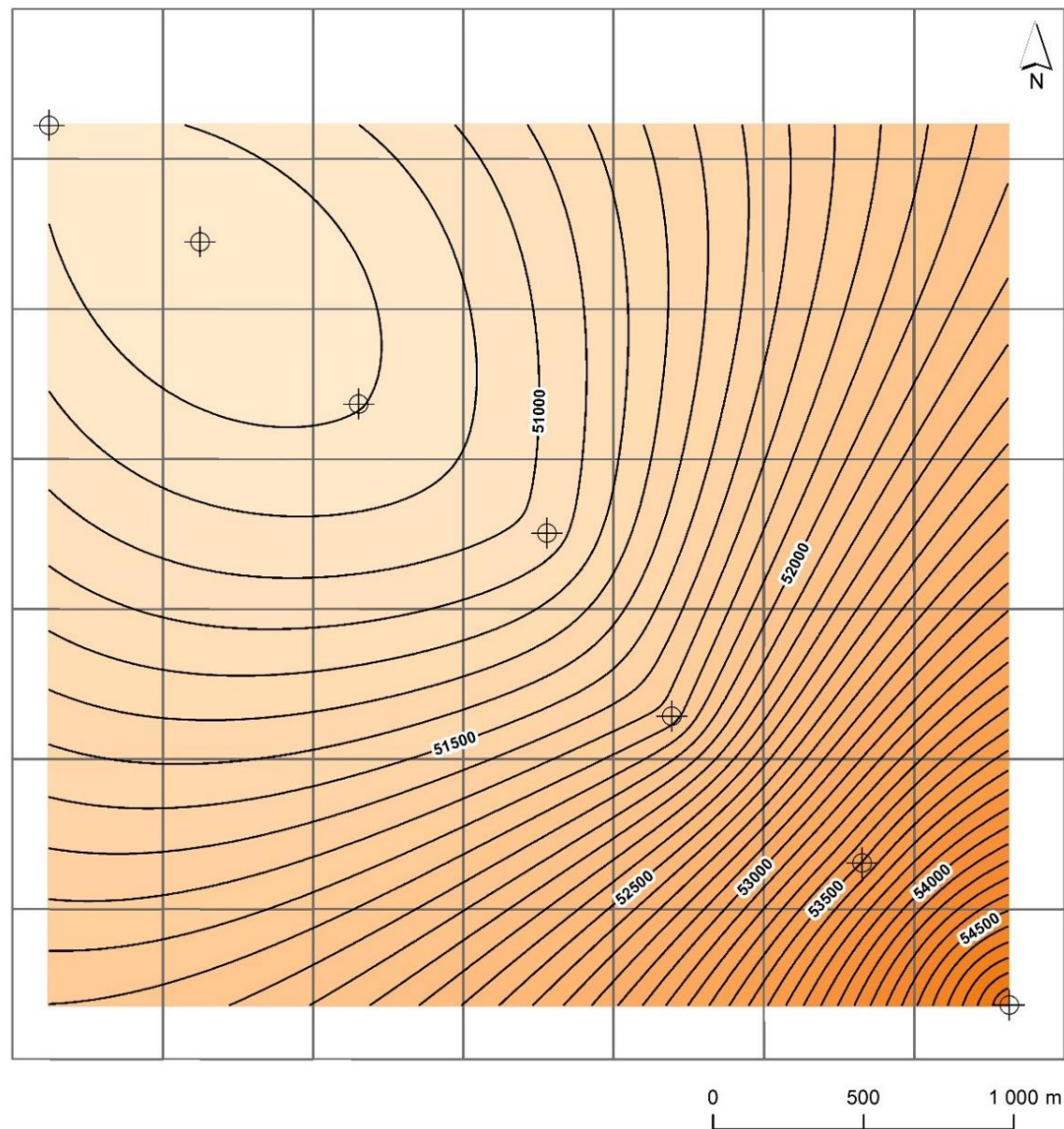


Tīkla mērījumi vietā G7,
gradients $\sim 2,7$ nT/m



Latvijas Ģeotelpiskās
informācijas aģentūra

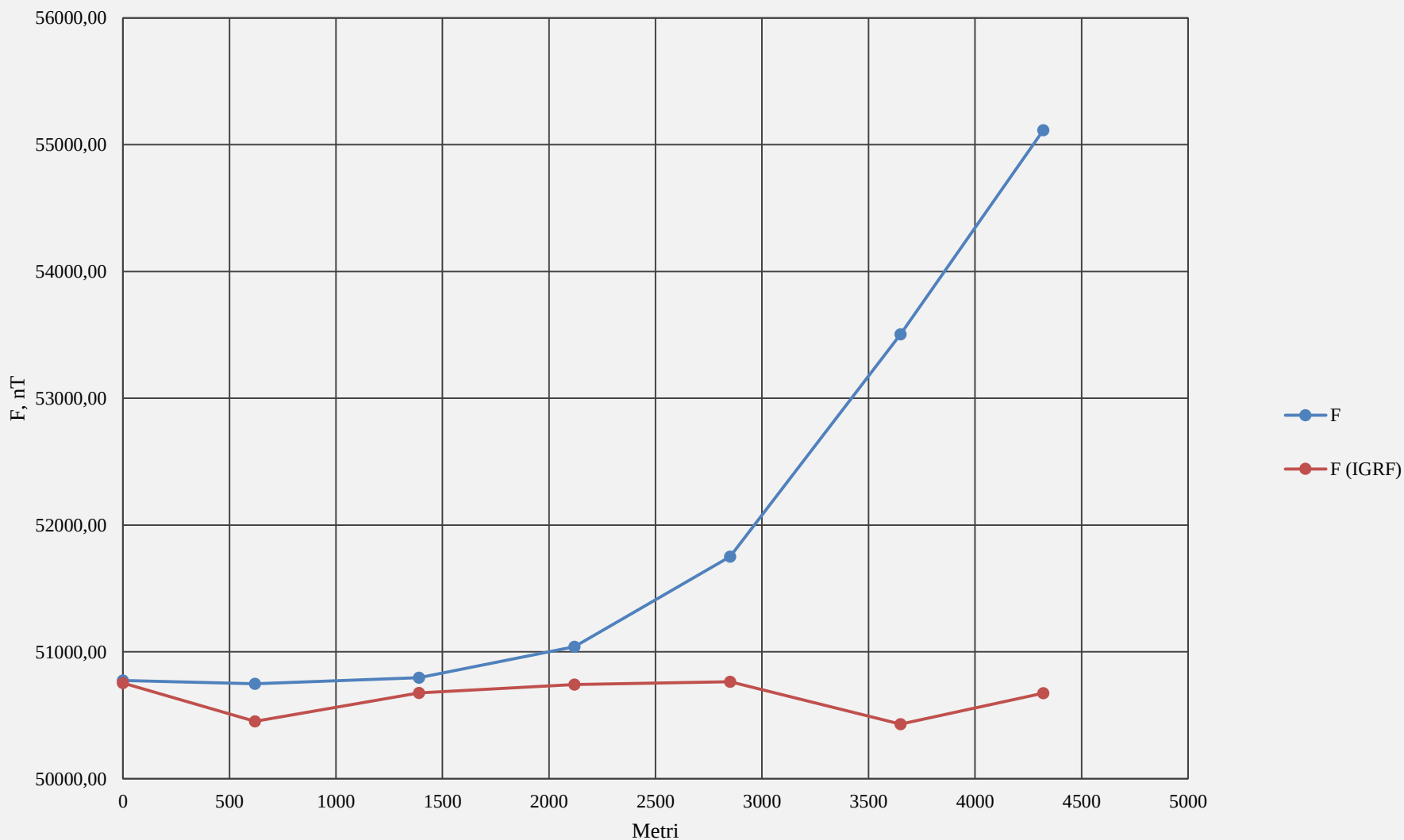
F izmaiņas mērījumu teritorijā





Latvijas Ģeotelpiskās
informācijas aģentūra

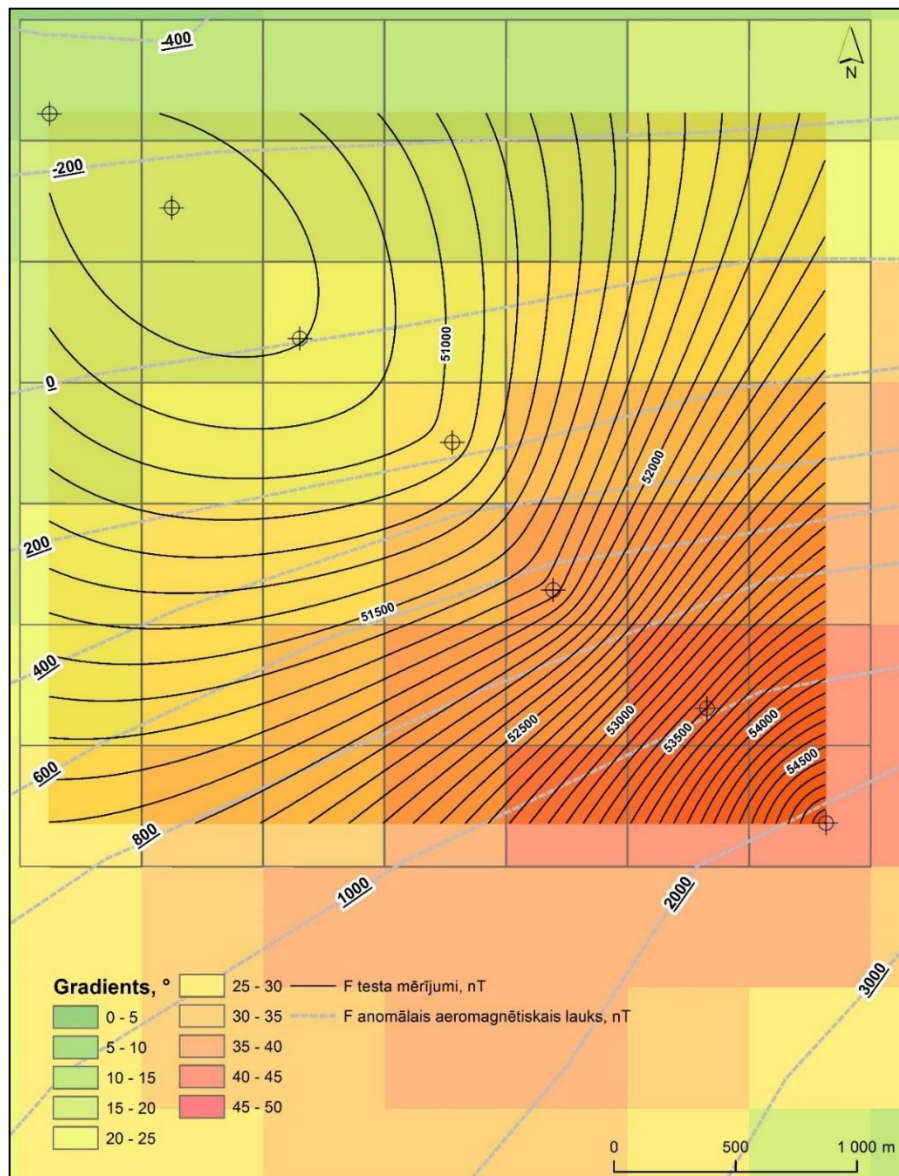
Mērījumu salīdzinājums ar IGRF modeli





Latvijas Ģeotelpiskās
informācijas aģentūra

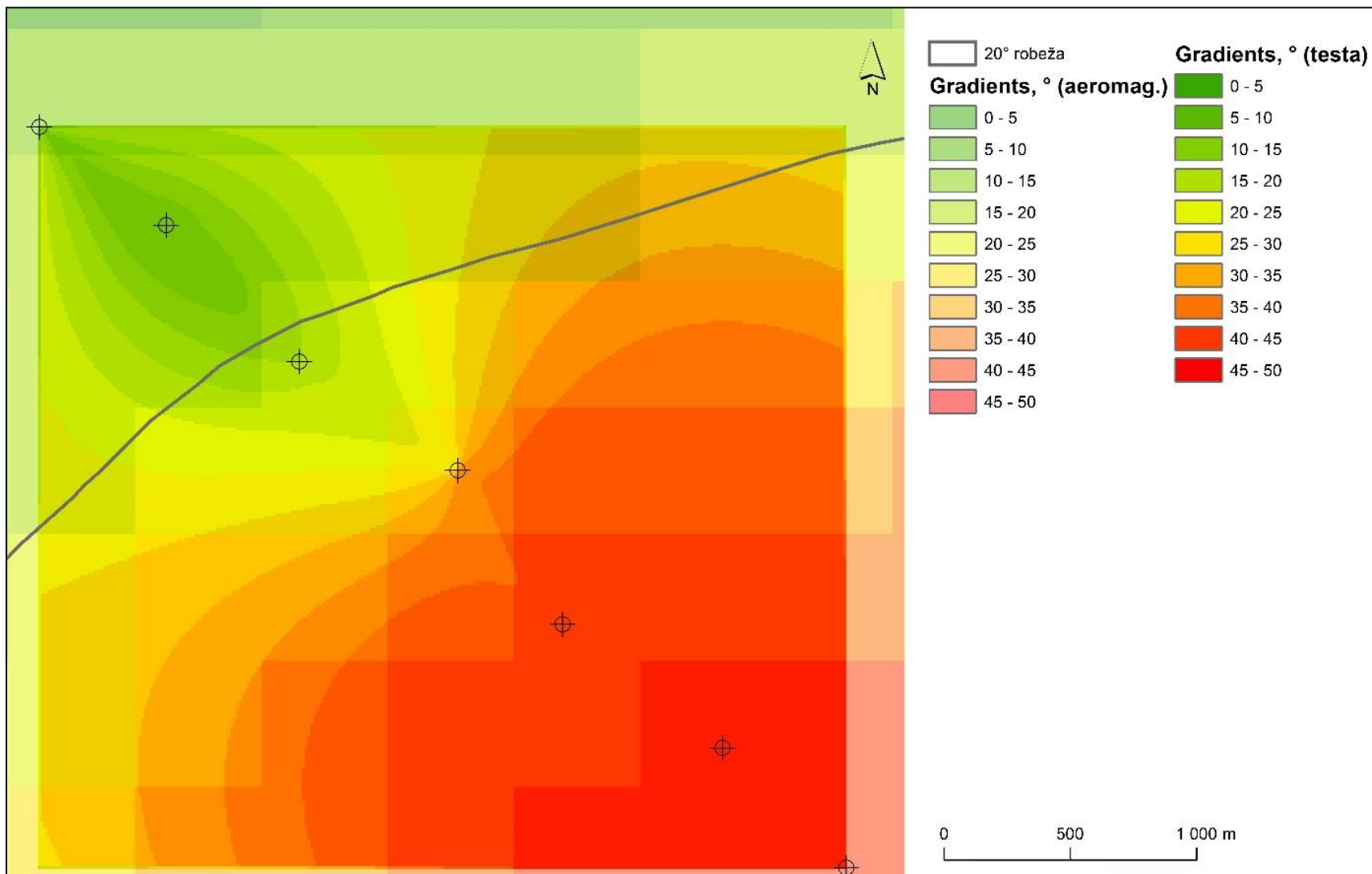
Aeromagnētisko datu un testa mērījumu salīdzinājums (1)





Latvijas Ģeotelpiskās
informācijas aģentūra

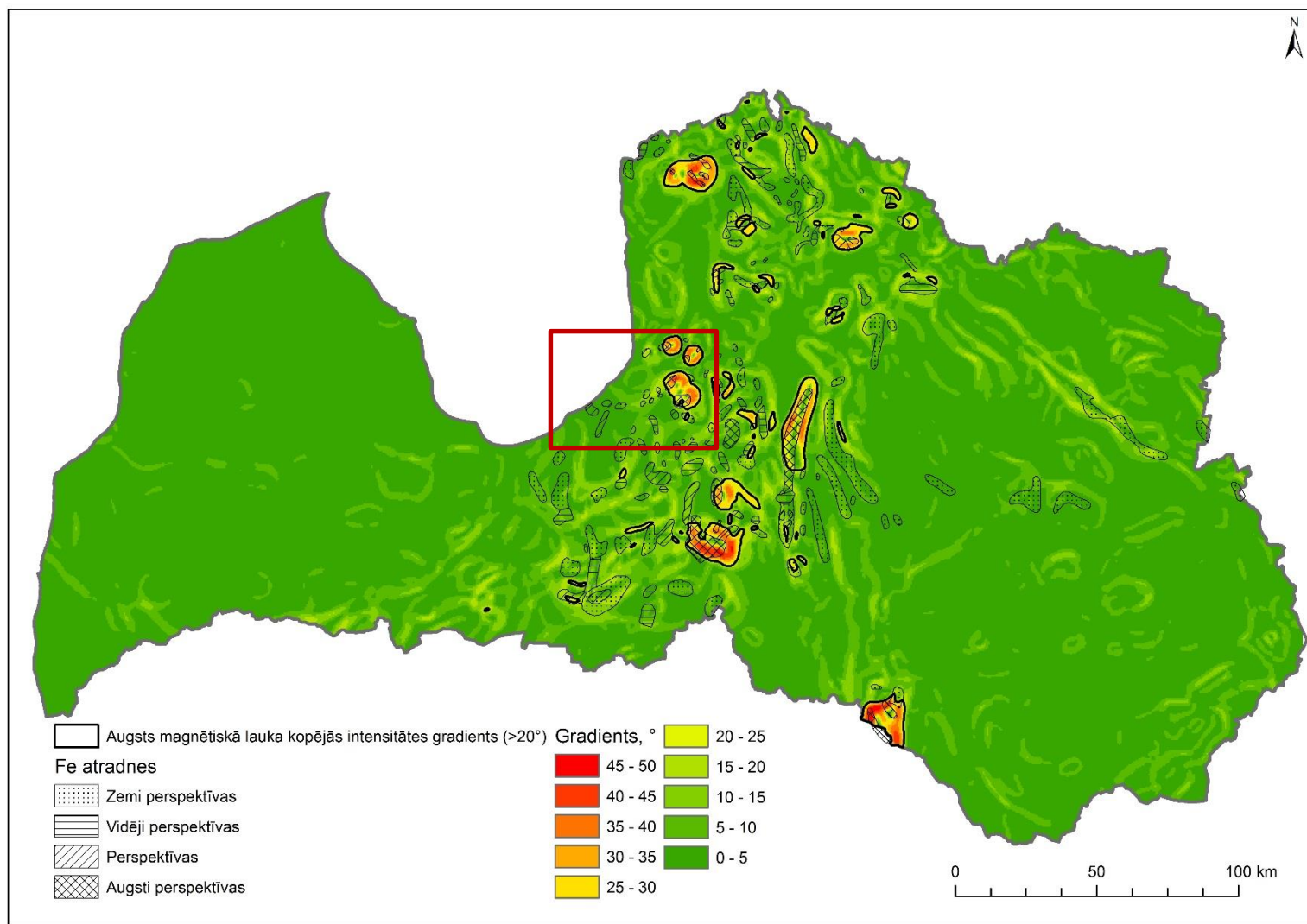
Aeromagnētisko datu un testa mērījumu salīdzinājums (2)





Latvijas Ģeotelpiskās
informācijas aģentūra

Testa mērījumi pie Divezeriem un Iļķenes (1)





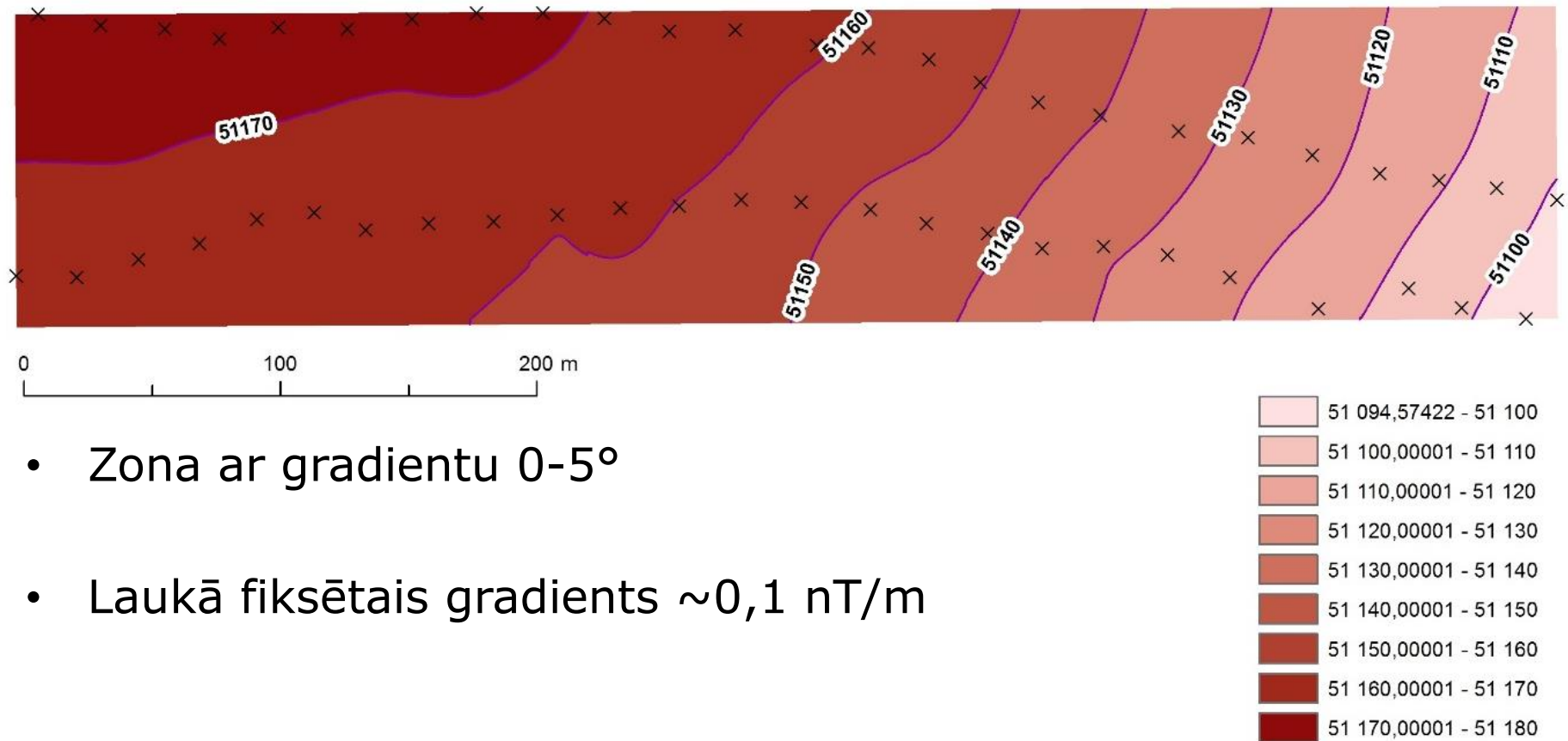
Latvijas Ģeotelpiskās
informācijas aģentūra

Testa mērījumi pie Divezeriem un Iļķenes (2)





Testa mērījumi pie Divezeriem

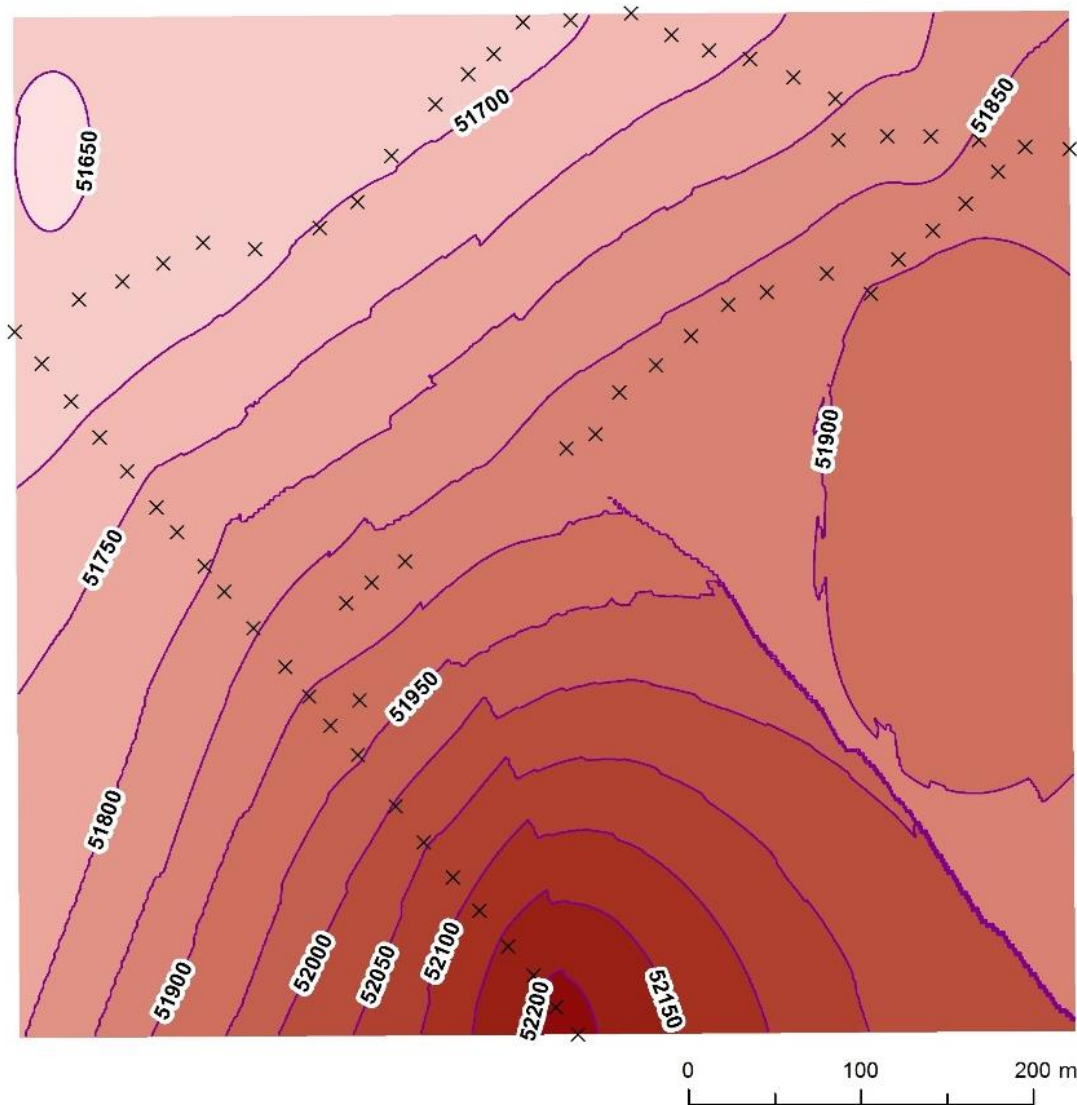




Latvijas Ģeotelpiskās
informācijas aģentūra

Testa mērījumi pie Ilķenes

- Zona ar gradientu 10 - 15°
- Laukā fiksētais gradients ~ 1 nT/m



	51 648,58594 - 51 650
	51 650,00001 - 51 700
	51 700,00001 - 51 750
	51 750,00001 - 51 800
	51 800,00001 - 51 850
	51 850,00001 - 51 900
	51 900,00001 - 51 950
	51 950,00001 - 52 000
	52 000,00001 - 52 050
	52 050,00001 - 52 100
	52 100,00001 - 52 150
	52 150,00001 - 52 200
	52 200,00001 - 52 250



Latvijas Ģeotelpiskās
informācijas aģentūra

Secinājumi

- Balstoties uz sagatavoto kartogrāfisko materiālu ir iespējams noteikt teritorijas Latvijā, kurās būs sastopams augsts magnētiskā lauka kopējās intensitātes gradients. To izdevās apstiprināt ar veiktajiem testa mērījumiem
- Sagatavotais materiāls būs vērtīgs informācijas avots mērījumu plānošanai. Izmantojot to varēs uzmeklēt vietas, kurās mērījumus neietekmēs spēcīgi Zemes garozas lauki. Piemēram, ierīkojot atkārtoto mērījumu stacijas, variometra stacijas vai instrumentu kalibrēšanas laukumus/punktus u.c. vietas ar šādām prasībām



Latvijas Ģeotelpiskās
informācijas aģentūra

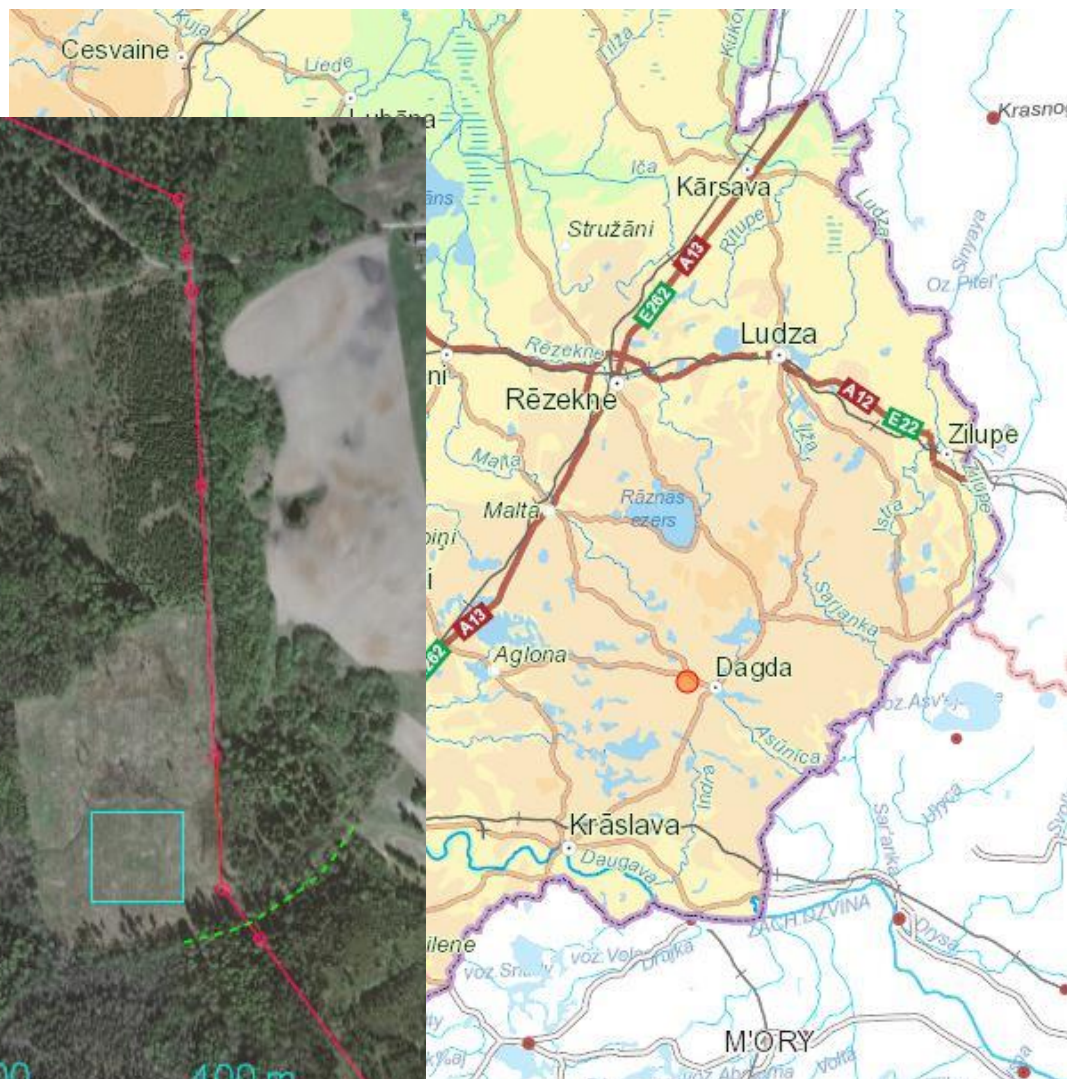
Variometra stacijas būvniecība

- Izvēlēta variometra stacijas atrašanās vieta
- Sagatavots stacijas teritorijas plāns un skices
- Iegādāti stacijai nepieciešamie instrumenti (LEMI-025 magnetometrs, GSM-90F Overhauser magnetometrs)
- Veikti mērījumi vietas pārbaudei, ģeotehniskā izpēte
- Nepieciešams sākt stacijas būvniecību un pēc tās pabeigšanas jāuzsāk mērījumi
- Būvniecību ir plānots uzsākt 2019. gadā



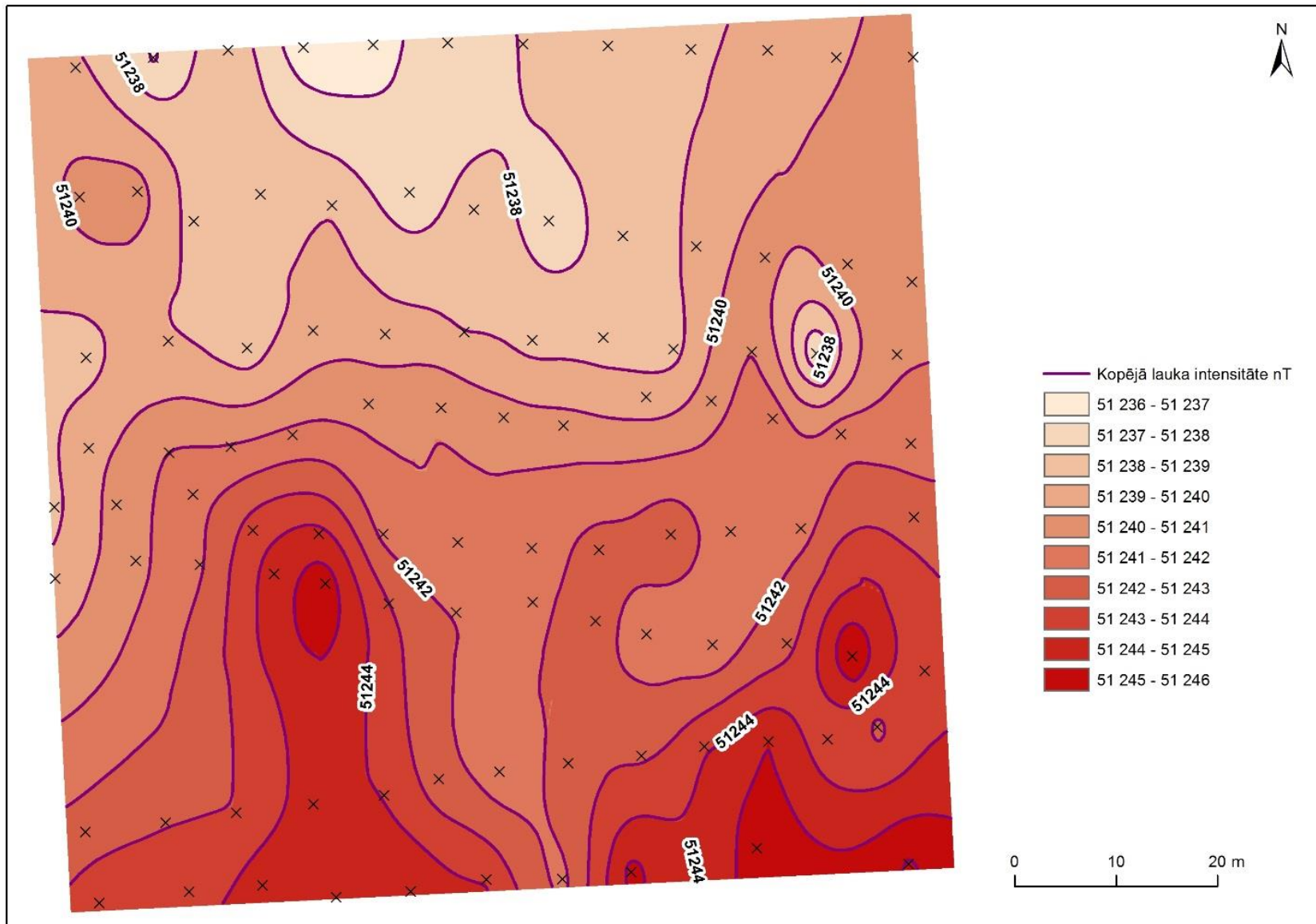
Latvijas Ģeotelpiskās
informācijas aģentūra

Variometra stacijas atrašanās vieta



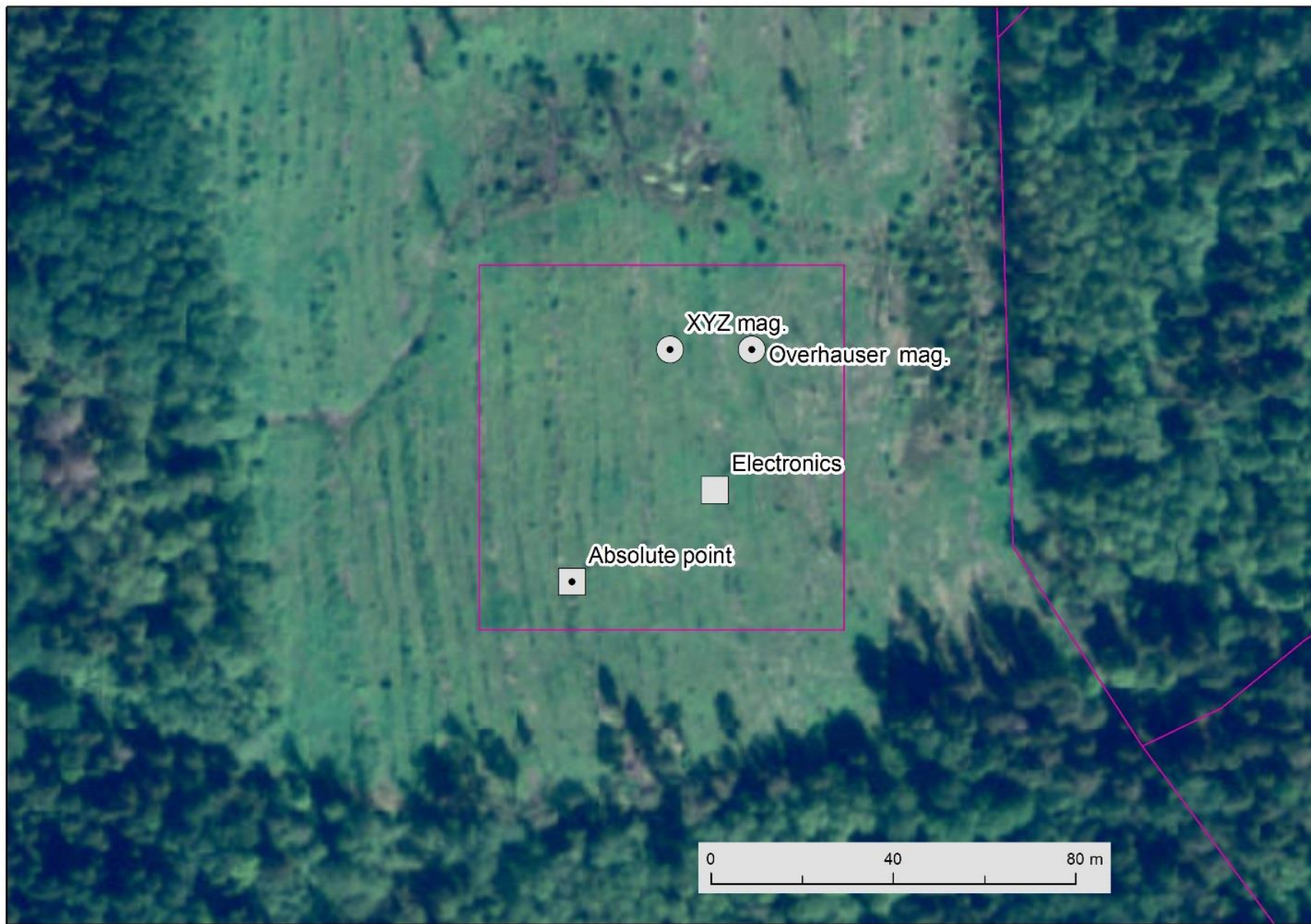


F mērījumi plānotajā variometra vietā





Teritorijas shēma





Latvijas Ģeotelpiskās
informācijas aģentūra

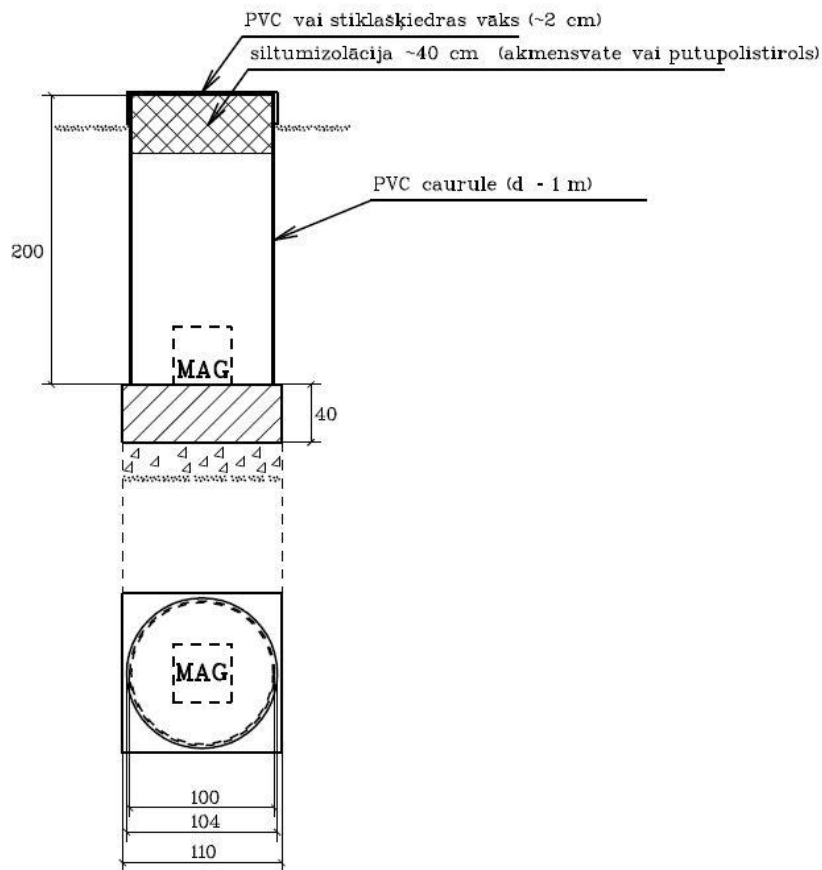
Variometra stacijas piemērs (Matzka et al., 2010)





3-komponenšu vai Overhauser magnetometra novietne

Latvija
inform



Apzīmējumi



betons ar stiklašķiedras armatūru



siltumizolācija (akmensvate vai putupolistirols)



šķembas un smiltis



3-komponensu vai Overhauser magnetometrs

Latvijas Ģeotelpiskās
informācijas aģentūra
Ģeodēzisko mērījumu daļa

3-komponensu vai Overhauser
magnetometra novietne

vadītāja

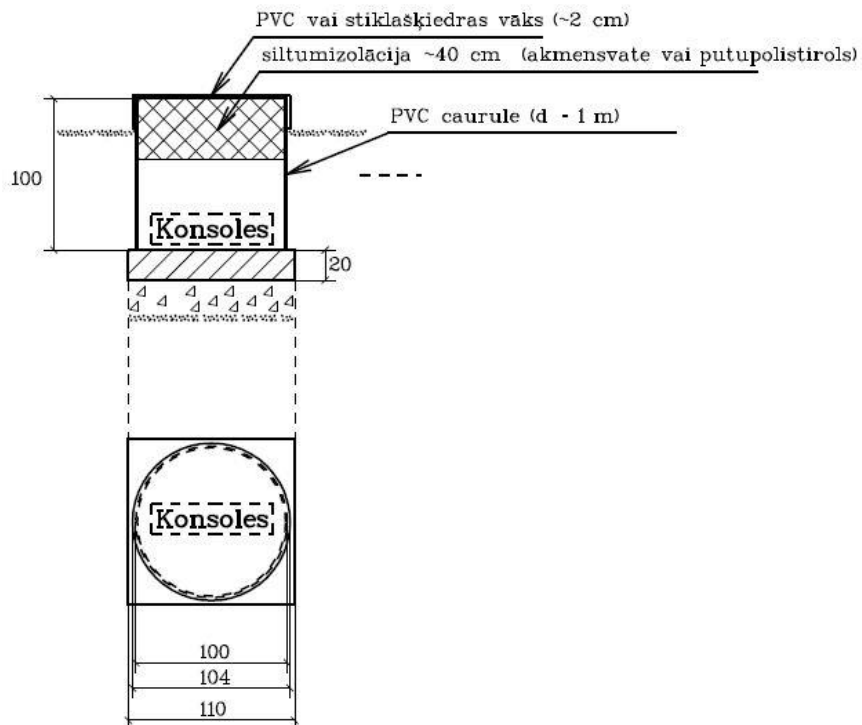
K.Kosenko

eksperts

R.Landorfs



Magnetometru konsoļu novietne



Apzīmējumi



betons ar stiklašķiedras armatūru



siltumizolācija (akmensvate vai putupolistirols)



sķembas un smilts

Latvijas Ģeotelpiskās
informācijas aģentūra
Ģeodēzisko mērījumu daļa

Magnetometra
konsoļu novietne

vadītāja

K.Kosenko

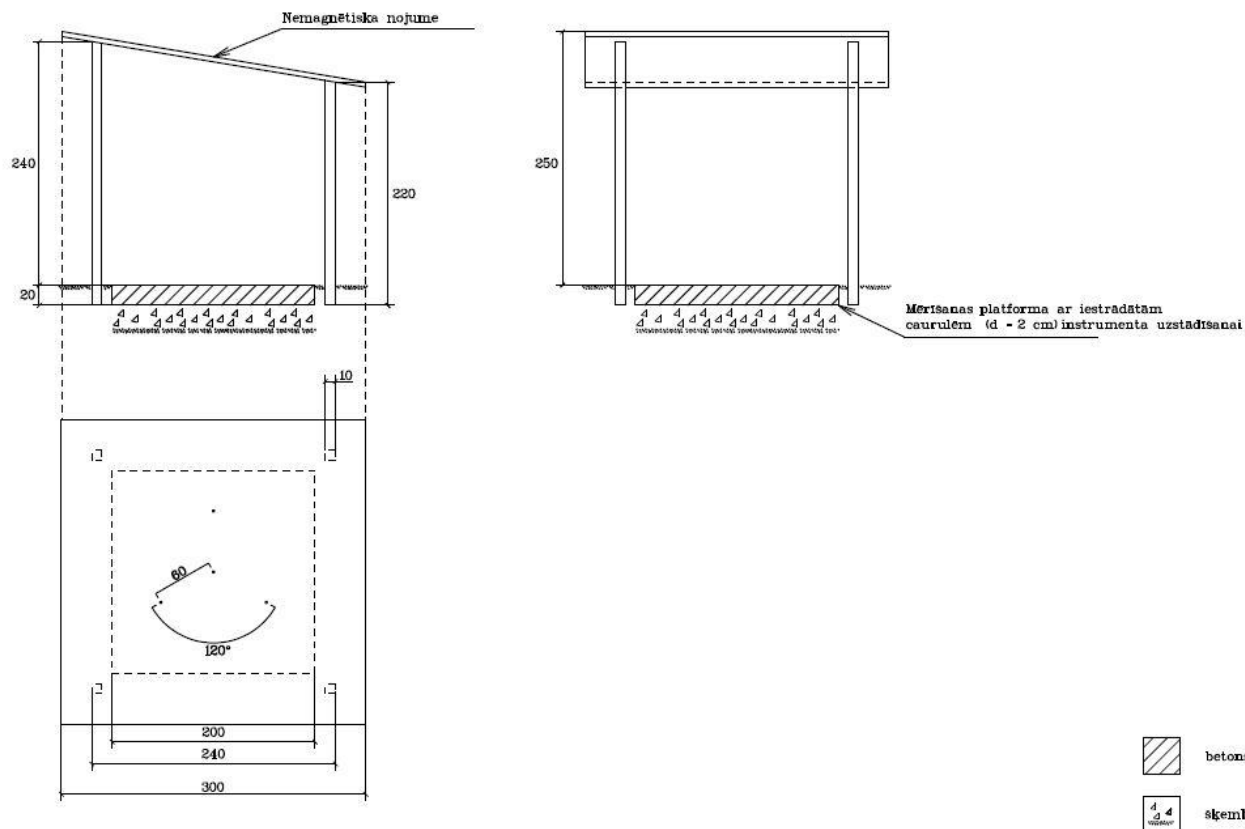
eksperts

R.Landorfs



Absolūto mērījumu punkts un nojume

Lat
inf



Latvijas Ģeotelpiskās
informācijas aģentūra
Ģeodēzisko mērījumu daļa

Absolūto mērījumu punkts un nojume

vadītāja	K.Kosenko		
eksperts	R.Landorfs		



Latvijas Ģeotelpiskās
informācijas aģentūra

Paldies par uzmanību!

Rihards Landorfs
rihards.landorfs@lgia.gov.lv