



Latvijas Ģeotelpiskās
informācijas aģentūra

2020. gada Latvijas koordinātu sistēma **(LKS-2020)**

Ģeodēzistu diena 2022

Rīgas Tehniskās Universitātes Ģeomātikas katedrā, auditorijā nr. 543, Ķīpsalas ielā 6a, Rīgā
2023. gads 1. februāris

Ģeodēzijas departamenta vecākā eksperte
Ksenija Kosenko

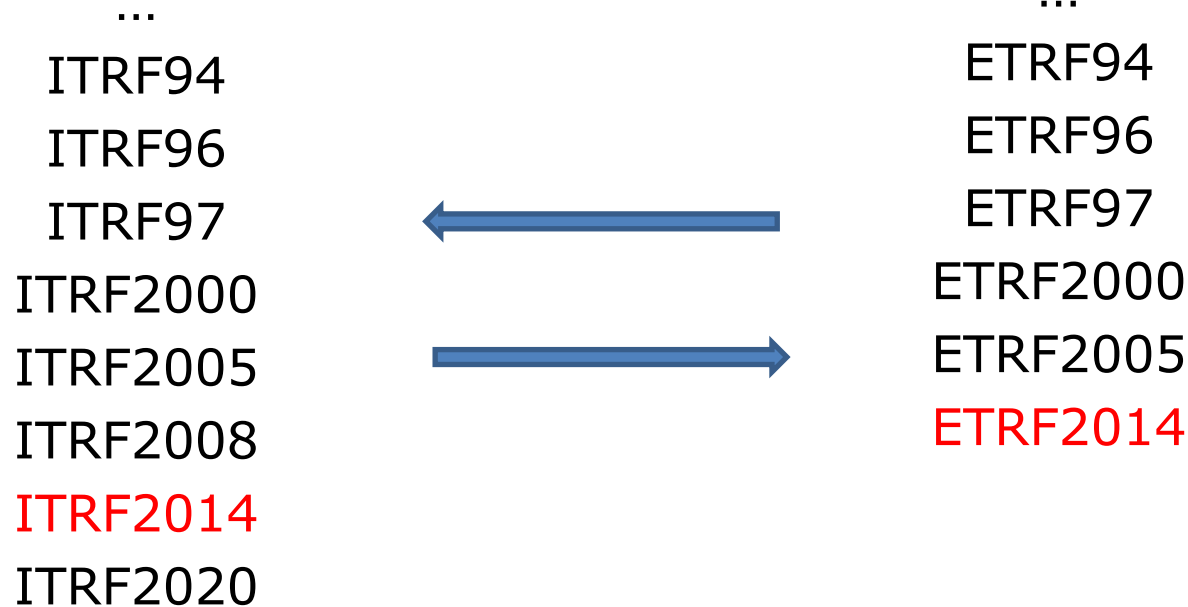


Latvijas Ģeotelpiskās
informācijas aģentūra

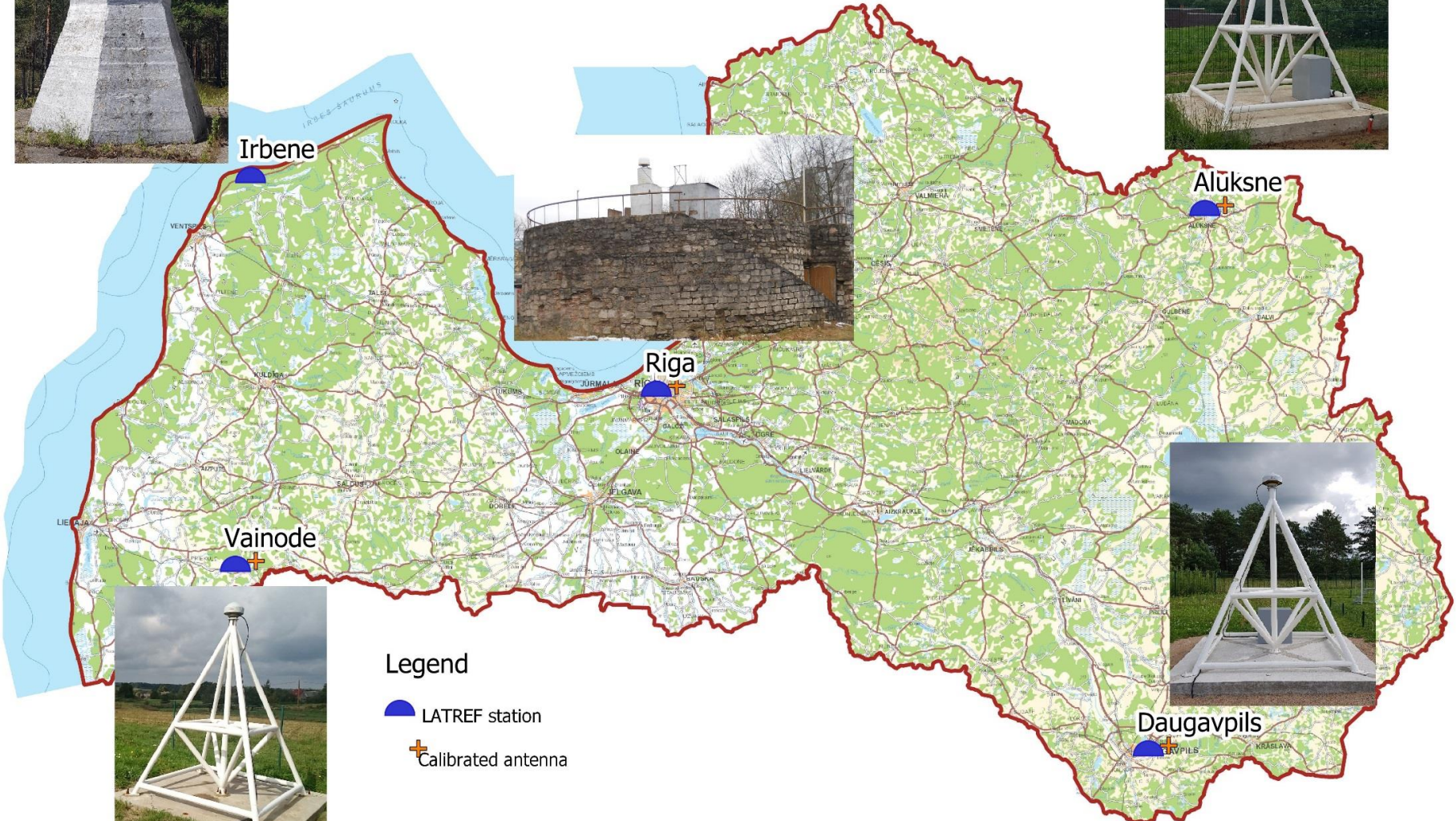
Starptautiskā un Eiropas zemes atskaites sistēma

ITRS – International Terrestrial
Reference System

ETRS89 – European Terrestrial
Reference System 1989



LATREF ģeodēziskās stacijas



Irbene

Alūksne


Rīga

Vainode

Daugavpils

Legend

 LATREF station

 Calibrated antenna



Latvijas Ģeotelpiskās
informācijas aģentūra

Izmantotās bāzes stacijas

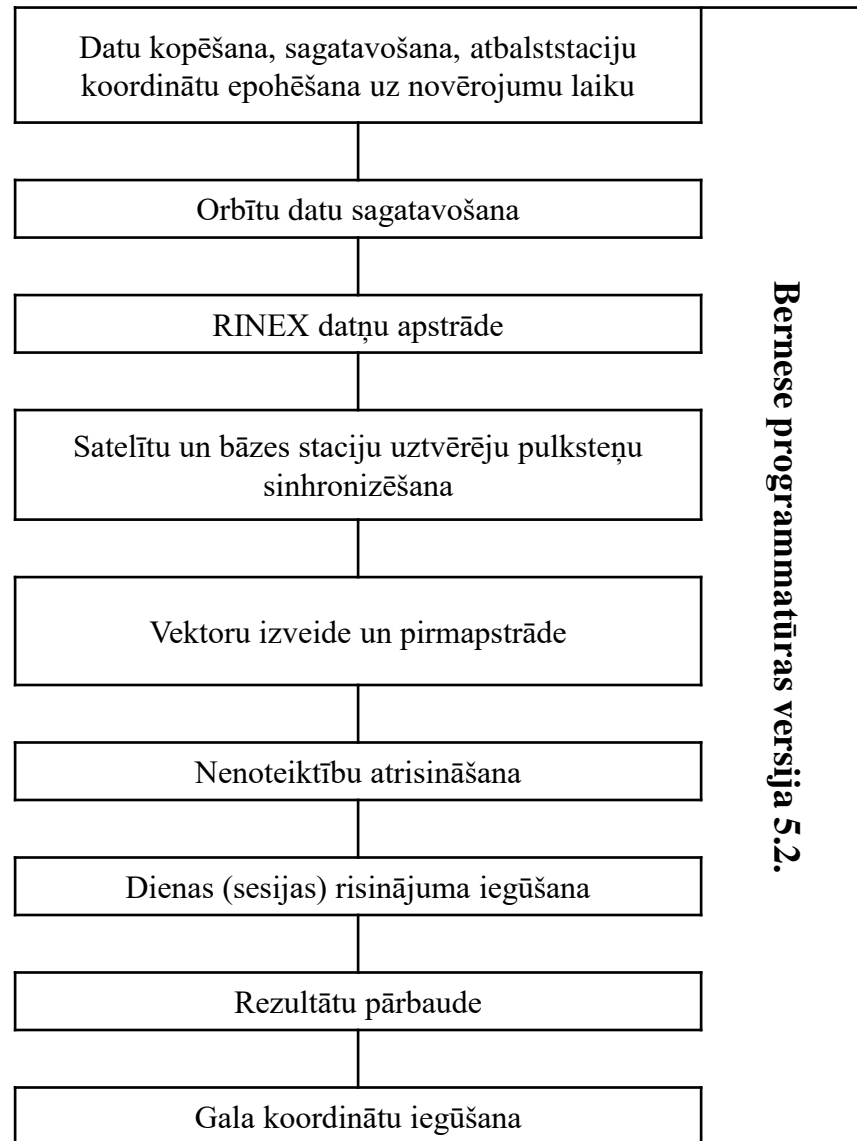
Nr.p/k	Stacijas nosaukums un atrašanās vieta	DOMES numurs	4-ID
1	ALKS00LVA, Latvija	10731M002	ALKS
2	DLKS00LVA, Latvija	10704M003	DLKS
3	IRBE00LVA, Latvija	10726M001	IRBE
4	VAIN00LVA, Latvija	10736M001	VAIN
5	RIGA00LVA, Latvija	12302M002	RIGA
6	BOR100POL, Polija	12205M002	BOR1
7	MAR600SWE, Zviedrija	10405M002	MAR6
8	MDVJ00RUS, Krievija	12309M005	MDVJ
9	METS00FIN, Somija	10503S011	METS
10	ONSA00SWE, Zviedrija	10402M004	ONSA
11	POLV00UKR, Ukraina	12336M001	POLV
12	POTS00DEU, Vācija	14106M003	POTS
13	PULK00RUS, Krievija	12305M001	PULK
14	SVTL00RUS, Krievija	12350M001	SVTL
15	TOR200EST, Igaunija	10602M001	TOR2
16	TRO100NOR, Norvēģija	10302M006	TRO1
17	VIS000SWE, Zviedrija	10423M001	VIS0
18	VLNS00LTU, Lietuva	10801M001	VLNS

- Atbalststaciju koordinātas un ātrumi ITRF2014 realizācijā – IGS14 2010.0 epohā (EPN kumulatīvais risinājums uz 2085 GP nedēļu) un IGB14 2010.00 epohā (EPN kumulatīvais risinājums uz 2145 GP nedēļu)
(<http://www.epncb.oma.be/ftp/station/coord/EPN/>)
- RINEX datnes par periodu no 2020. gada 1. marta līdz 2020. gada 23. maijam, kas atbilst 2020. gada 61. līdz 144. dienai (24 stundu novērojumi ar 30 sekunžu intervālu RINEX 3.x vai 2.x formātā – GPS, GPS+GLONASS vai GPS+GLONASS+GALILEO satelītu sistēmām) par LATREF stacijām un EPN/IGS stacijām
(<http://www.epncb.oma.be/ftp/obs/>)
- Eiropas orbītu noteikšanas centra (CODE) sagatavotās ātro orbītu (final rapid orbits), zemes rotācijas parametru, kodu sistemātiskās kļūdas un jonosfēras datnes
(<ftp://ftp.aiub.unibe.ch/CODE/>) (ftp://ftp.aiub.unibe.ch/CODE_MGEX/CODE/)
- Atmosfēras ietekmes modeļa nobīdes *Ray_Ponte, 2010*
(<http://geophy.uni.lu/ggfc-atmosphere/tide-loading-calculator.html>)
- Okeānu paisuma ietekmes modeļa nobīdes *FES2004*
(<http://holt.oso.chalmers.se/loading/>)
- Troposfēras modelis *Vienna Mapping Function 1*
(http://vmf.geo.tuwien.ac.at/trop_products/GRID/2.5x2/VMF1/VMF1_OP/)



Latvijas Ģeotelpiskās
informācijas aģentūra

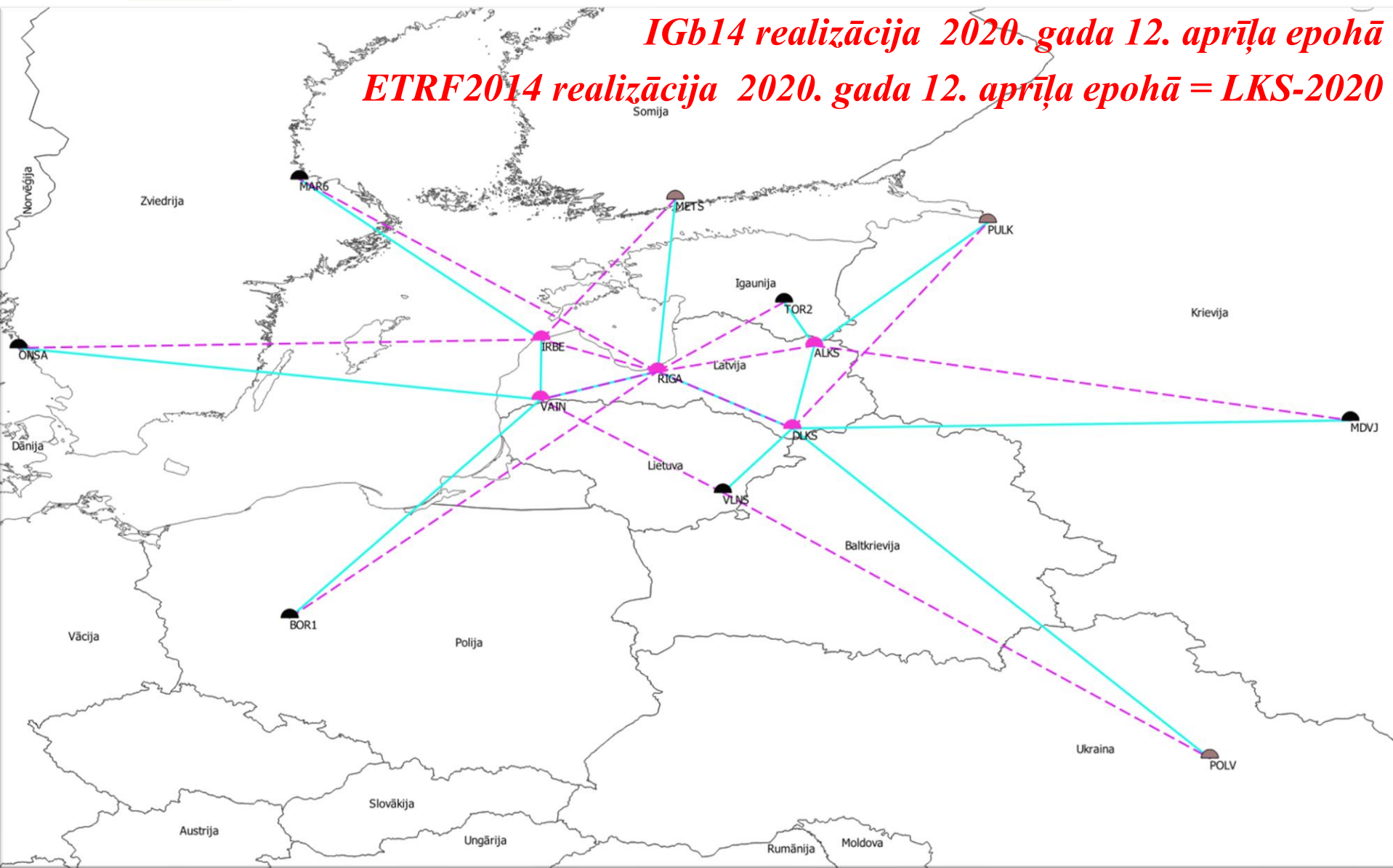
Datu apstrādes process



LATREF bāzes staciju koordinātu aprēķina versijas

Versijas nosaukums	Kampanu skaits	Nosakāmās stacijas	Atbalststacijas	Vektoru shēma		ITRF2014 realizācija		Novērojumu ilgums
LATREFV3	1	ALKS, IRBE, DLKS, VAIN	BOR1, MAR6, ONSA, VIS0, MDVJ, SVTL, POTS, TOR2, TRO1, RIGA , VLNS	definēto vektoru shēma		IGS14 (W2085)		1.03.-23.05.2020.
LATREFV4	4	ALKS, IRBE, DLKS, VAIN	BOR1, MAR6, ONSA, VIS0, MDVJ, SVTL, POTS, TOR2, TRO1, RIGA , VLNS	definēto vektoru shēma	OBS-MAX	IGS14 (W2085)	IGb14 (W2145)	11.04.-13.04.2020.
LATREFV5	4	ALKS, IRBE, DLKS, VAIN, RIGA	BOR1, MAR6, ONSA, VIS0, MDVJ, SVTL, TOR2, VLNS	definēto vektoru shēma	OBS-MAX	IGS14 (W2085)	IGb14 (W2145)	11.04.-13.04.2020.
LATREFV6	1	ALKS, IRBE, DLKS, VAIN, RIGA	BOR1, MAR6, ONSA, VIS0, MDVJ, SVTL, TOR2, VLNS	definēto vektoru shēma		IGb14 (W2145)		1.03.-23.05.2020.
LATREFV7	4	ALKS, IRBE, DLKS, VAIN, RIGA	BOR1, MAR6, ONSA, MDVJ, TOR2, VLNS, METS, POLV, PULK	definēto vektoru shēma	OBS-MAX	IGS14 (W2085)	IGb14 (W2145)	11.04.-13.04.2020.
LATREFV8	1	ALKS, IRBE, DLKS, VAIN, RIGA	BOR1, MAR6, ONSA, MDVJ, TOR2, VLNS, METS, POLV, PULK	definēto vektoru shēma		IGb14 (W2145)		1.03.-23.05.2020.
LATREFV8.2	1	ALKS, IRBE, DLKS, VAIN, RIGA	BOR1, MAR6, ONSA, MDVJ, TOR2, VLNS, METS, POLV, PULK	definēto vektoru shēma		IGb14 (W2145)		05.04.-18.04.2020.

IGb14 realizācija 2020. gada 12. aprīļa epochā
ETRF2014 realizācija 2020. gada 12. aprīļa epochā = LKS-2020

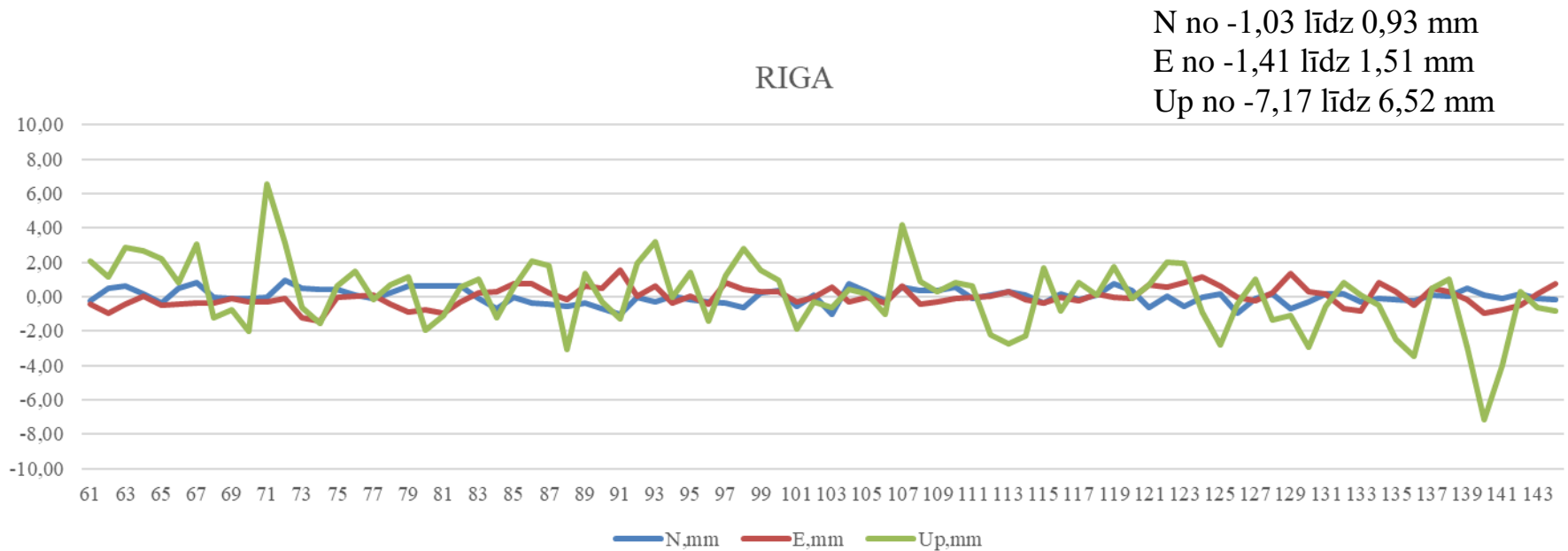




Latvijas Ģeotelpiskās
informācijas aģentūra

LATREF staciju koordinātu starpības (84 sesiju) pret gala koordinātām (1)

Rezultātu pārbaudei salīdzinātas katra dienas risinājuma koordinātas pret gala risinājuma koordinātām – koordinātu atkārtotamība (repeatability)





Latvijas Ģeotelpiskās
informācijas aģentūra

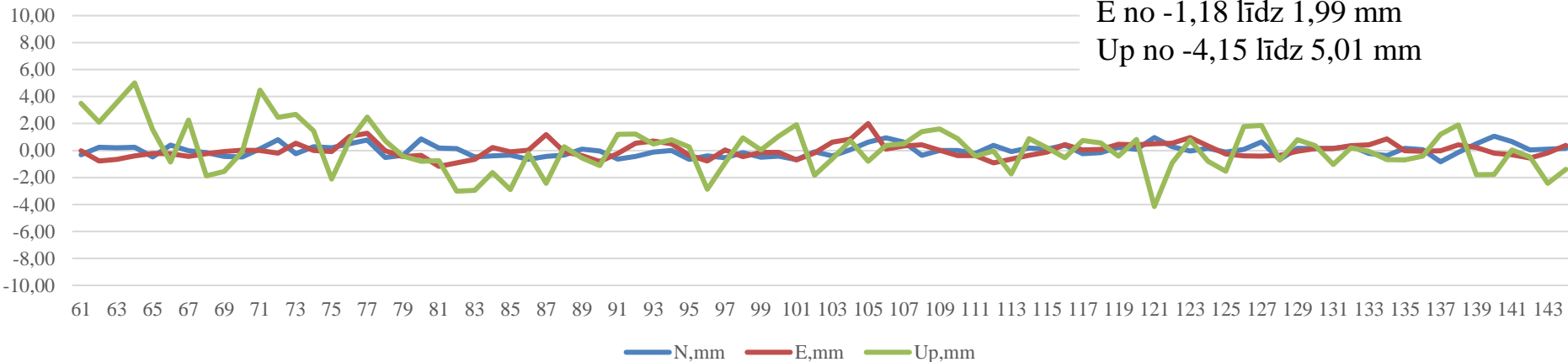
LATREF staciju koordinātu starpības (84 sesiju) pret gala koordinātām (2)

ALKS

N no -0,83 līdz 1,07 mm

E no -1,18 līdz 1,99 mm

Up no -4,15 līdz 5,01 mm

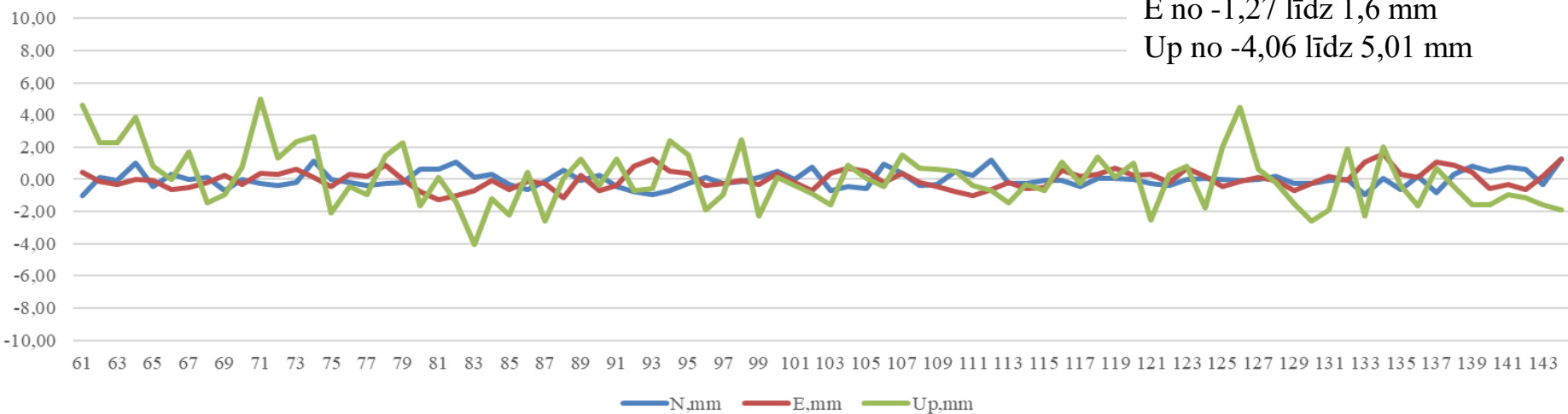


DLKS

N no -1,03 līdz 1,24 mm

E no -1,27 līdz 1,6 mm

Up no -4,06 līdz 5,01 mm

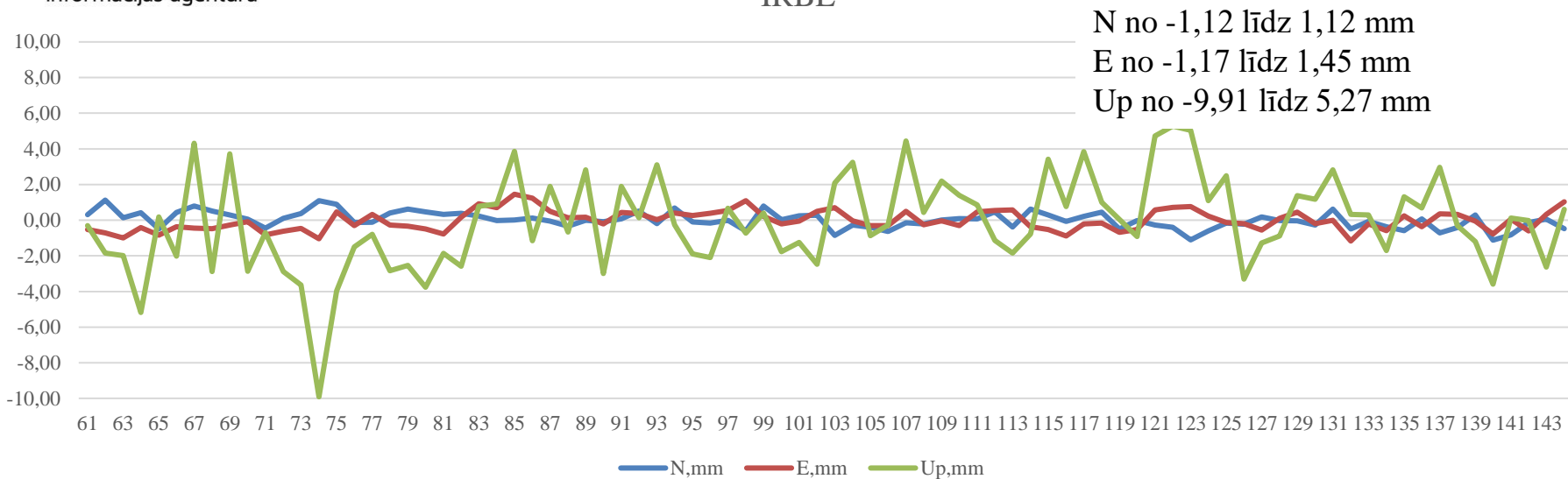




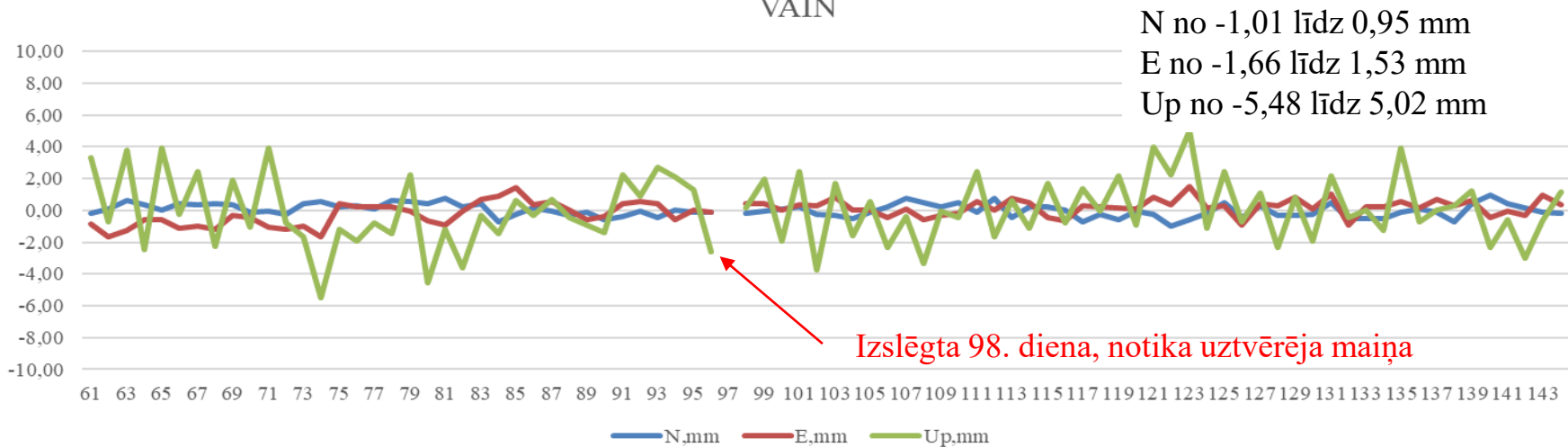
Latvijas Ģeotelpiskās
informācijas aģentūra

LATREF staciju koordinātu starpības (84 sesiju) pret gala koordinātām (3)

IRBE



VAIN





Latvijas Ģeotelpiskās
informācijas aģentūra

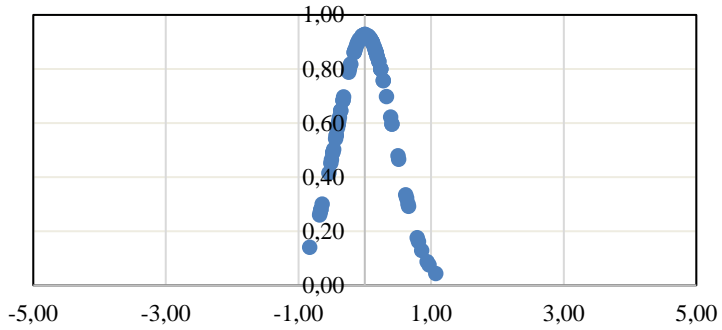
Apstrādāto 84 sesiju koordinātu starpību atkārtojamības standartnovirze

Atkārtojamības standartnovirze			
Stacija	N, mm	E, mm	U, mm
ALKS	0,43	0,54	1,70
DLKS	0,51	0,58	1,77
IRBE	0,46	0,55	2,59
VAIN	0,40	0,67	2,12
RIGA	0,43	0,56	2,02
BOR1	0,89	0,73	2,33
MAR6	0,81	1,06	2,71
MDVJ	0,70	1,27	2,92
METS	0,80	0,85	1,92
ONSA	0,58	1,61	2,91
POLV	1,22	0,91	3,58
PULK	0,70	0,73	2,63
TOR2	0,47	0,61	1,65
VLNS	0,55	0,48	2,12

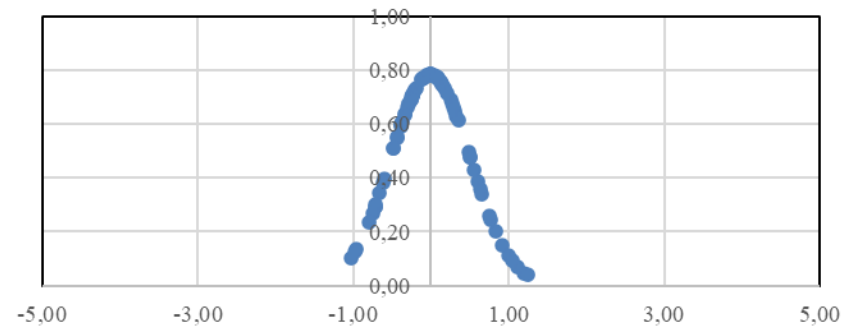
Kopējā	0,67	0,85	2,41

Koordinātu starpību atkārtojamības normālais sadalījums N

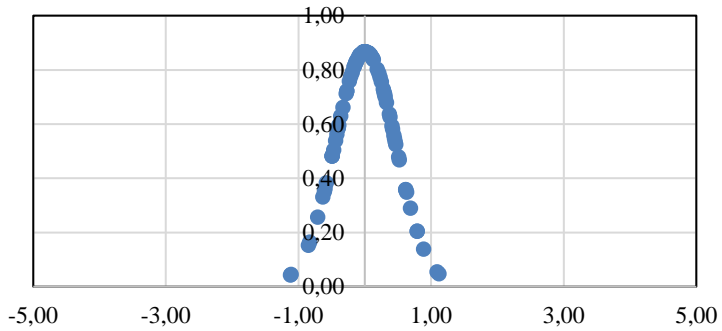
ALKS



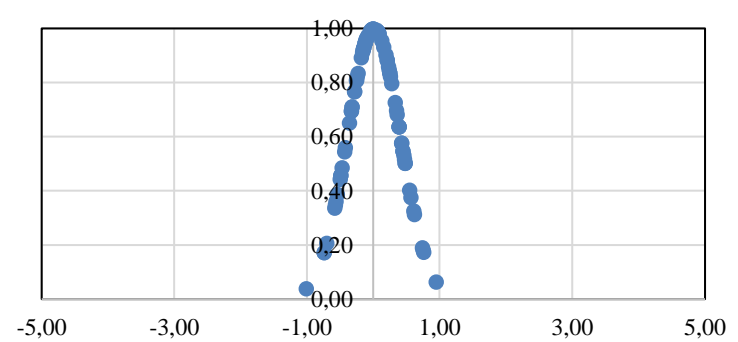
DLKS



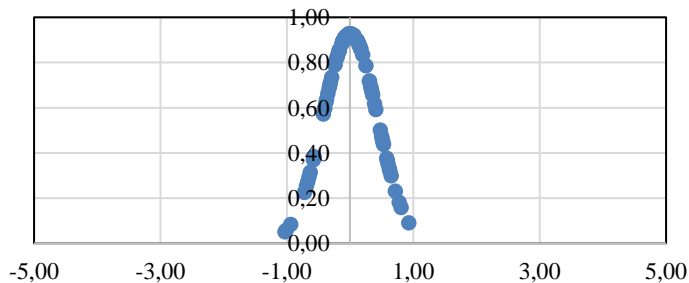
IRBE



VAIN



RIGA

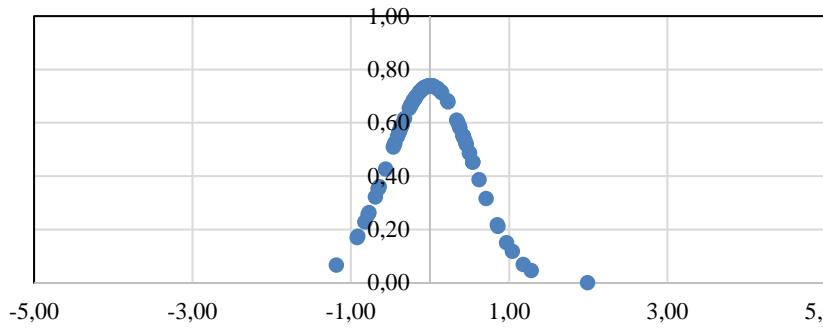


$$f(x; \mu; \sigma) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(x-\mu)^2}{2\sigma^2}}$$

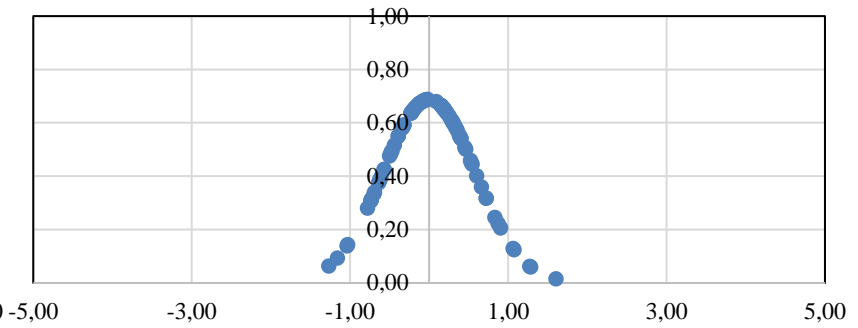
x – koordinātu starpība vienai sesijai
μ – koordinātu starpību vid. vērtība
σ – koordinātu starpību standartnovirze

Koordinātu starpību atkārtojamības normālais sadalījums E

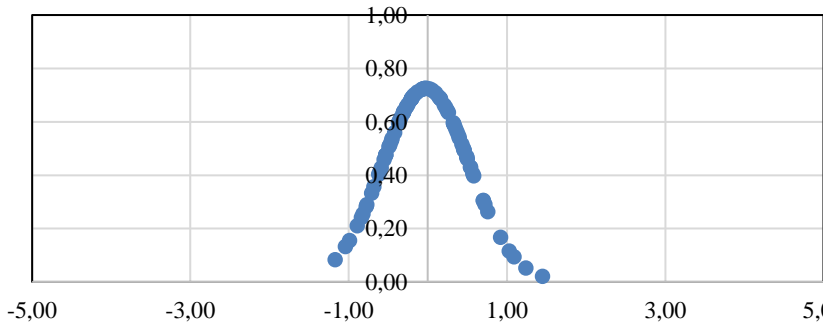
ALKS



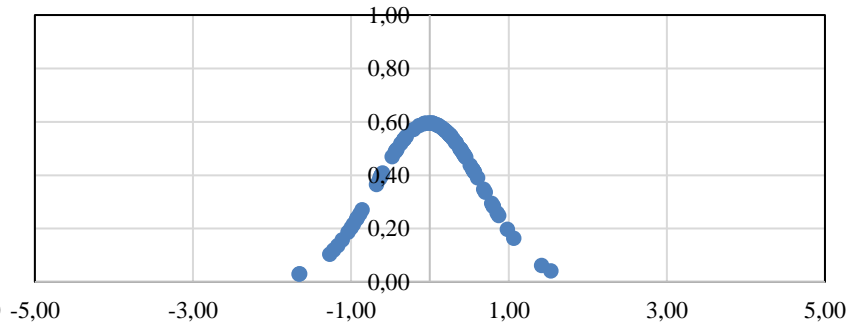
DLKS



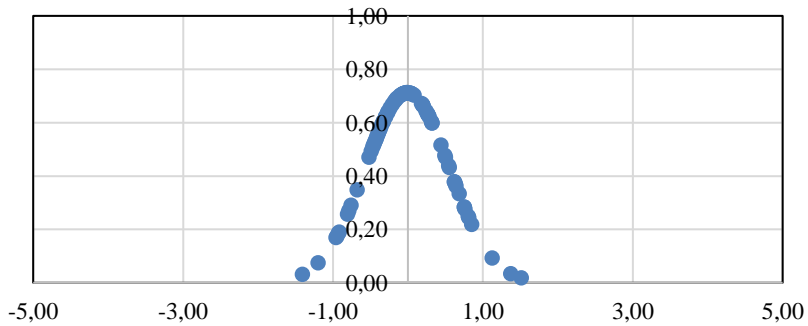
IRBE



VAIN

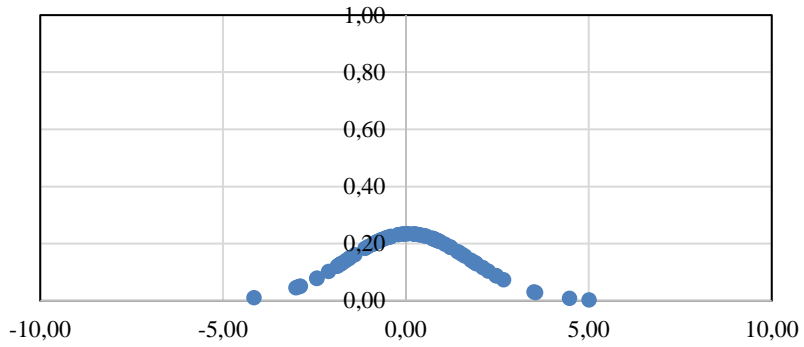


RIGA

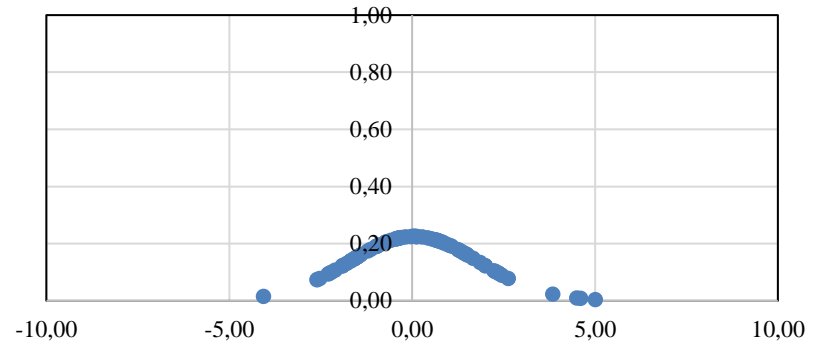


Koordinātu starpību atkārtojamības normālais sadalījums Up

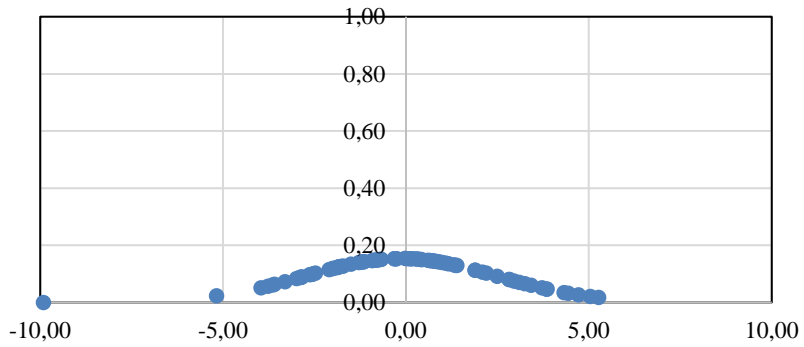
ALKS



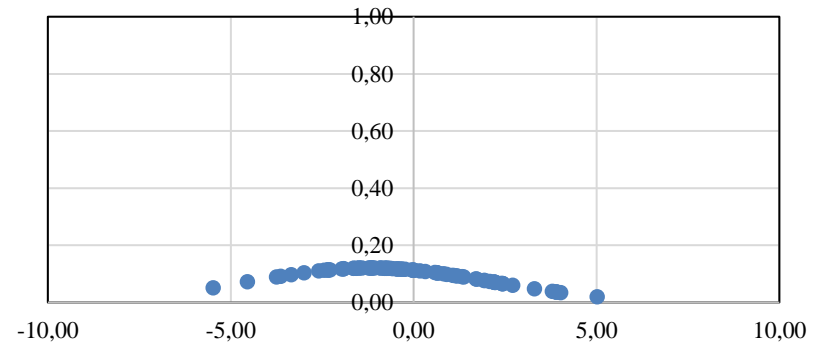
DLKS



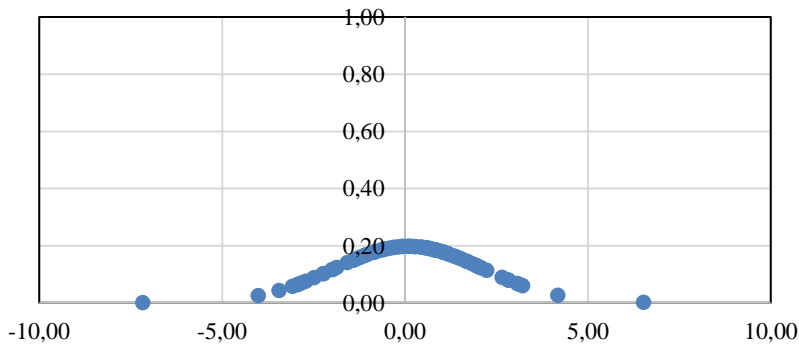
IRBE



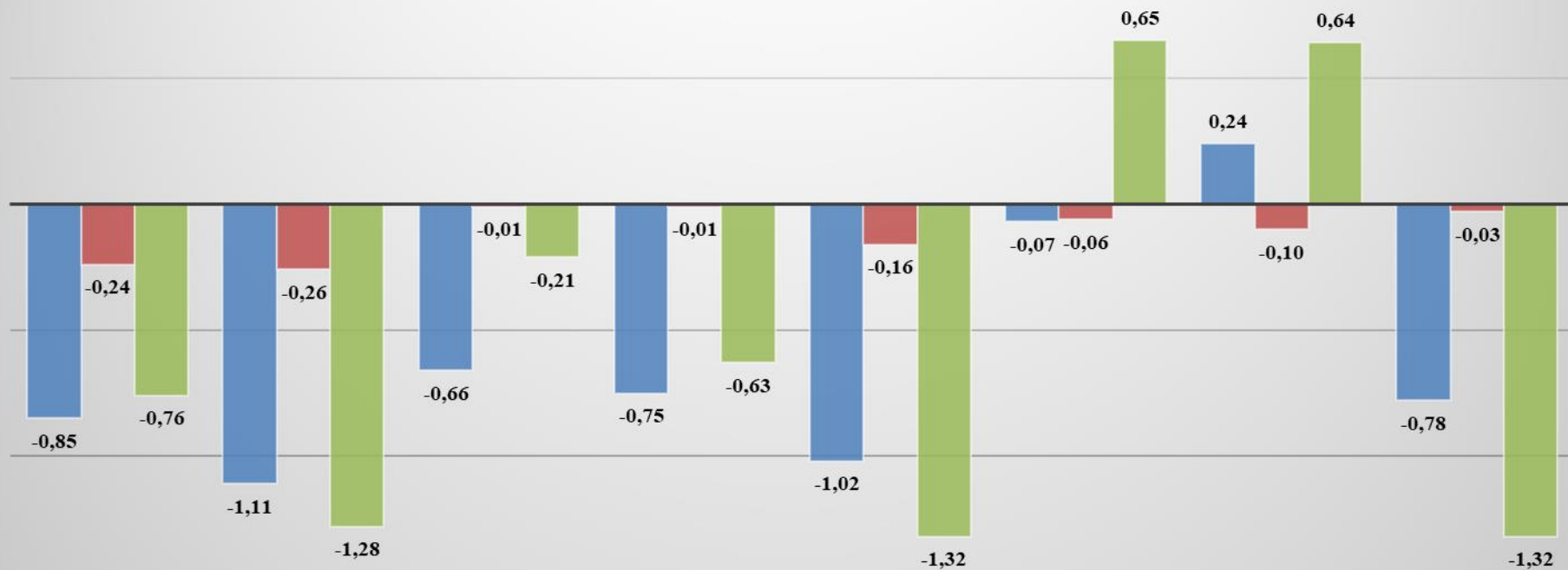
VAIN



RIGA



RIGA bāzes stacijas LATREFV8 versijas koordinātu starpības pret citām versijām un EPN
 oficiālajām koordinātām,
 IGb14 realizācija 2020.04.12. epohā



V4: OBS-MAX

V4: DEFINED

V5: OBS-MAX

V5: DEFINED

V6: DEFINED

V7: OBS-MAX

V7: DEFINED

X (MM) Y (MM) Z (MM)

↑ EPN:
 IGb14 ātrumi:
 VX = -17,87 mm/y
 VY = 14,17 mm/y
 VZ = 8,63 mm/y



Latvijas Ģeotelpiskās
informācijas aģentūra

Koordinātu starpības, samazinot novērojumu periodu

EPN vadlīnijas par EUREF sabiezināšanu bāzes staciju koordinātu noteikšanai bez ātrumu aprēķina nosaka, ka jāizmanto novērojumi, kas iegūti par vienu mēnesi īsākā periodā, tas ir saistīts ar tektonisko plātņu kustību un iekšējām plātņu deformācijām

Novērojumu periods **01.03.2020. - 23.05.2020**

Novērojumu periods **05.04.2020.-18.04.2020**

Koordinātas IGb14 realizācijā LATREFV8

**Koordinātas IGb14 realizācijā
LATREFV8.2**

Starpība

Epoha: 2020-04-12 00:00:00

Epoha: 2020-04-12 00:00:00

NUM	STATION NAME	X (M)	Y (M)	Z (M)	X (M)	Y (M)	Z (M)	dX (M)	dY (M)	dZ (M)	
1	ALKS	10731M002	3064941,14460	1564041,78604	5352595,46356	3064941,14456	1564041,78620	5352595,46345	0,000	0,000	0,000
2	DLKS	10704M003	3206756,71631	1607049,89870	5256433,16638	3206756,71617	1607049,89859	5256433,16614	0,000	0,000	0,000
3	IRBE	10726M001	3183614,31408	1276707,91201	5359315,31563	3183614,31426	1276707,91234	5359315,31591	0,000	0,000	0,000
4	VAIN	10736M001	3282526,39044	1315358,10799	5290482,74083	3282526,39000	1315358,10793	5290482,74028	0,000	0,000	0,001
5	RIGA	12302M002	3183898,91799	1421478,70742	5322810,91991	3183898,91815	1421478,70756	5322810,92023	0,000	0,000	0,000
6	BOR1	12205M002	3738358,19303	1148173,94666	5021815,89830	3738358,19223	1148173,94652	5021815,89774	0,001	0,000	0,001
7	MAR6	10405M002	2998189,20502	931451,99506	5533398,88231	2998189,20533	931451,99538	5533398,88260	0,000	0,000	0,000
8	MDVJ	12309M005	2845455,75008	2160954,42657	5265993,31869	2845455,75059	2160954,42602	5265993,31881	-0,001	0,001	0,000
9	METS	10503S011	2892570,52357	1311843,66116	5512634,27069	2892570,52389	1311843,66130	5512634,27039	0,000	0,000	0,000
10	ONSA	10402M004	3370658,31984	711877,35948	5349787,10488	3370658,31945	711877,35968	5349787,10498	0,000	0,000	0,000
11	POLV	12336M001	3411557,02924	2348464,17484	4834397,00098	3411557,02911	2348464,17415	4834397,00124	0,000	0,001	0,000
12	PULK	12305M001	2778606,51490	1625494,87347	5487811,08837	2778606,51535	1625494,87380	5487811,08902	0,000	0,000	-0,001
13	TOR2	10602M001	3010733,46375	1498577,20984	5401387,62643	3010733,46412	1498577,21014	5401387,62689	0,000	0,000	0,000
14	VLNS	10801M001	3343600,32310	1580417,95403	5179337,41548	3343600,32231	1580417,95401	5179337,41448	0,001	0,000	0,001

Koordinātu starpības pret NKG REPRO1



Latvijas Ģeotelpiskās
informācijas aģentūra

LATREFV8 rezultāti				
LOCAL GEODETIC DATUM IGb14 EPOCH: 2020-04-12 00:00:00				
NUM	STATION	X (M)	Y (M)	Z (M)
1	ALKS	3064941,1446	1564041,7860	5352595,4636
2	DLKS	3206756,7163	1607049,8987	5256433,1664
3	IRBE	3183614,3141	1276707,9120	5359315,3156
4	VAIN	3282526,3904	1315358,1080	5290482,7408

NKG REPRO1 rezultāti (epochētas koordinātas uz 12.04.2020.)							
LOCAL GEODETIC DATUM IGb14 EPOCH: 2020-04-12 00:00:00							
NUM	STATION	X (M)	Y (M)	Z (M)	VX(MM/Y)	VY(MM/Y)	VZ(MM/Y)
1	ALKS	3064941,1450	1564041,7860	5352595,4636	-18,62	12,36	9,56
2	DLKS	3206756,7166	1607049,8988	5256433,1659	-21,05	13,44	4,59
3	IRBE	3183614,3133	1276707,9109	5359315,3138	-17,23	14,29	8,43
4	VAIN	3282526,3907	1315358,1077	5290482,7404	-18,52	14,21	8,58

**Epoķētas ar NKG
REPRO1 IGb14 ātrumiem**

Starpība LATREFV8-NKG REPRO1				
NUM	STATION	dX (MM)	dY (MM)	dZ (MM)
1	ALKS	-0,44	0,01	-0,02
2	DLKS	-0,24	-0,07	0,45
3	IRBE	0,79	1,10	1,81
4	VAIN	-0,28	0,31	0,45



Latvijas Ģeotelpiskās
informācijas aģentūra

Kopsavilkums

LATREF ģeodēzisko bāzes staciju gala koordinātu risinājuma novērtējums RMS XYZ koordinātām ir līdz 0,1 mm

LATREF ģeodēzisko bāzes staciju gala koordinātu standartnovirze pret 84 apstrādāto sesiju koordinātām:

N līdz 0,51 mm
E līdz 0,67 mm
Up līdz 2,59 mm

Stacijas nosaukums	Standartnovirze (gala risinājuma koordinātu pret 84 sesiju risinājuma)		
	σ_N ,mm	σ_E ,mm	σ_U ,mm
ALKS	0,43	0,54	1,70
DLKS	0,51	0,58	1,77
IRBE	0,46	0,55	2,59
VAIN	0,40	0,67	2,12
RIGA	0,43	0,56	2,02



Latvijas Ģeotelpiskās
informācijas aģentūra

LATREF bāzes staciju koordinātas IGB14 realizācijā ar EPN kalkulatoru transformētas uz ETRF2014 realizāciju 2020.04.12. epochā

ETRF2014 (2020.04.12. epochā) = LKS–2020 (2020.04.12. epochā)

NUM	STATION NAME	X (M)	Y (M)	Z (M)
1	ALKS 10731M002	3064941,7582	1564041,3592	5352595,2369
2	DLKS 10704M003	3206757,3272	1607049,4565	5256432,9289
3	IRBE 10726M001	3183614,8947	1276707,4712	5359315,0757
4	VAIN 10736M001	3282526,9700	1315357,6565	5290482,4935
5	RIGA 12302M002	3183899,5126	1421478,2670	5322810,6819

RIGA stacijas koordinātu starpība starp LATREFV8 un oficiālajām EPN koordinātām ETRF2014 realizācijā par periodu 354/2014 – 261/2021

	X (M)	Y (M)	Z (M)
LATREFV8	3183899,5126	1421478,2670	5322810,6819
EPN	3183899,5134	1421478,2671	5322810,6832
Starpība	-0,8	-0,1	-1,3

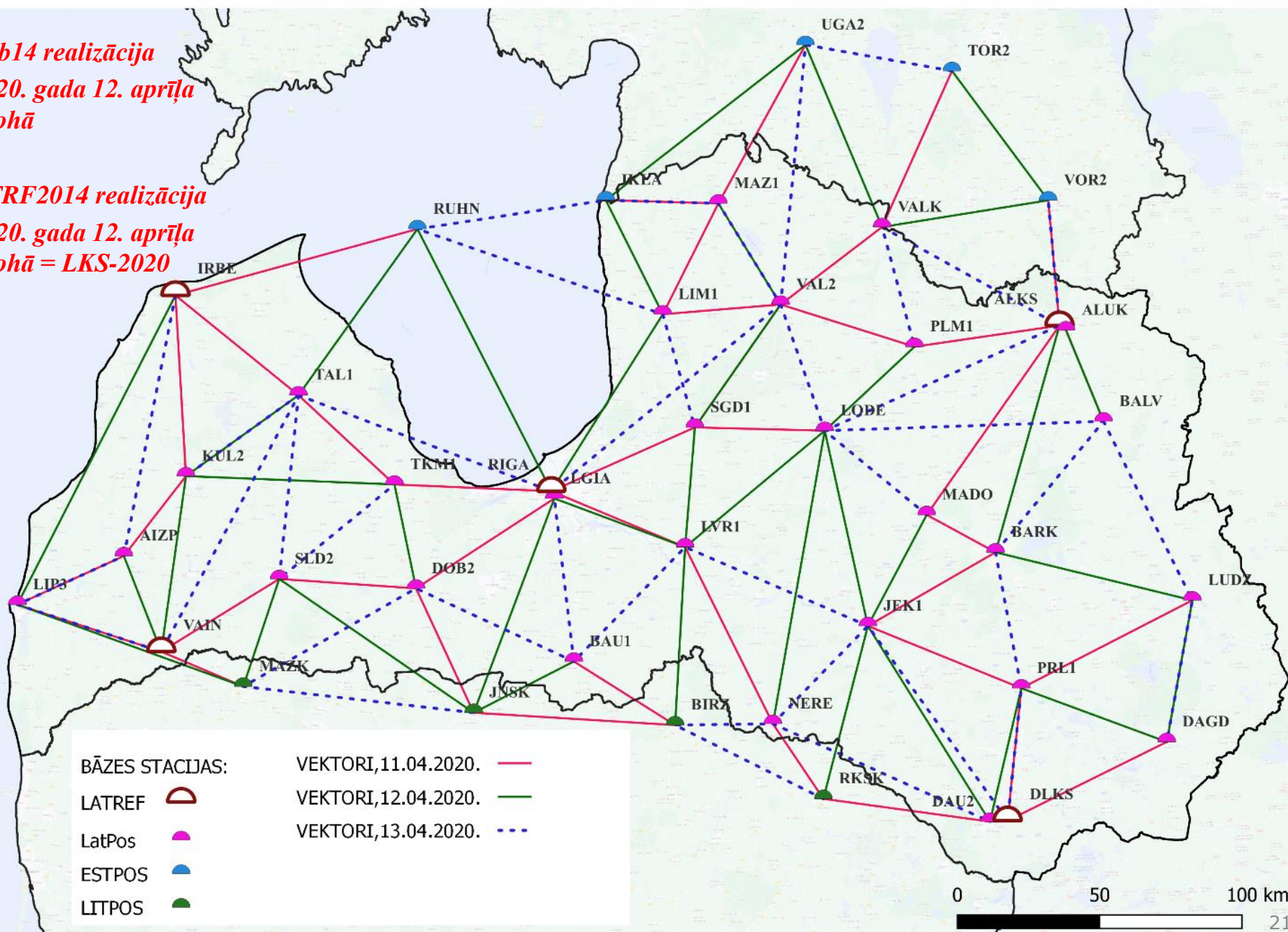
	X (MM)	Y (MM)	Z (MM)
Starpība	-0,8	-0,1	-1,3

EPN koordinātām izmantoti ETRF2014 ātrumi $VX=1,1$ mm/y; $VY = 0,1$ mm/y; $VZ= 1,0$ mm/y

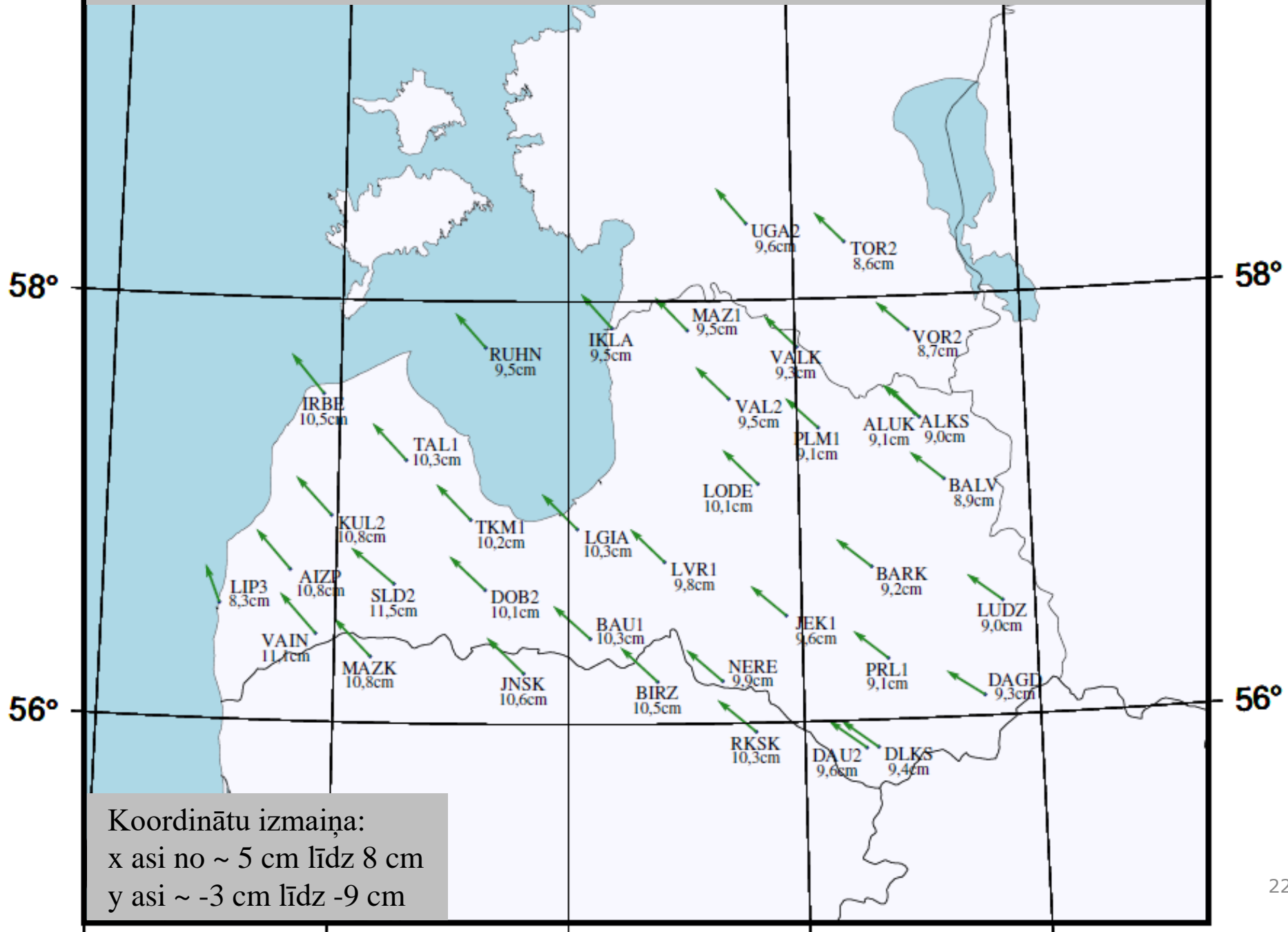
LatPos bāzes staciju koordinātu noteikšana

*IGb14 realizācija
2020. gada 12. aprīļa
epohā*

*ETRF2014 realizācija
2020. gada 12. aprīļa
epohā = LKS-2020*



Koordinātu izmaiņa LKS-92(1992.75) TM uz LKS-2020(2020.28) TM





Latvijas Ģeotelpiskās
informācijas aģentūra

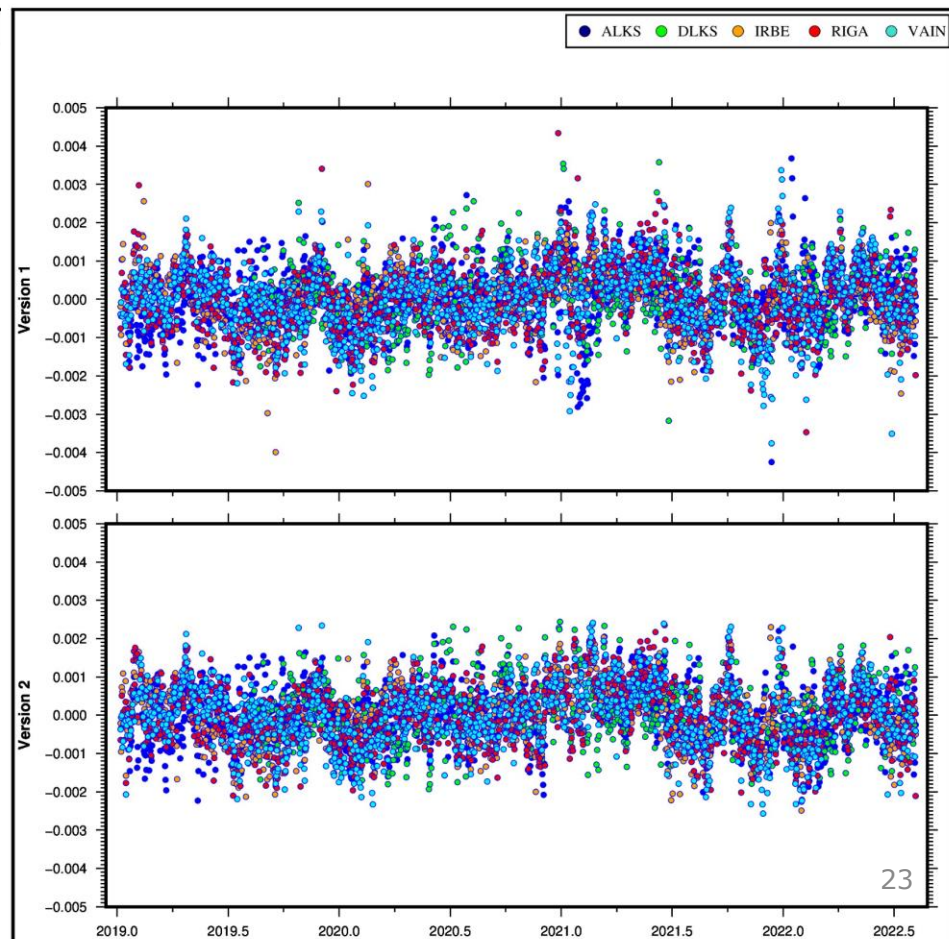
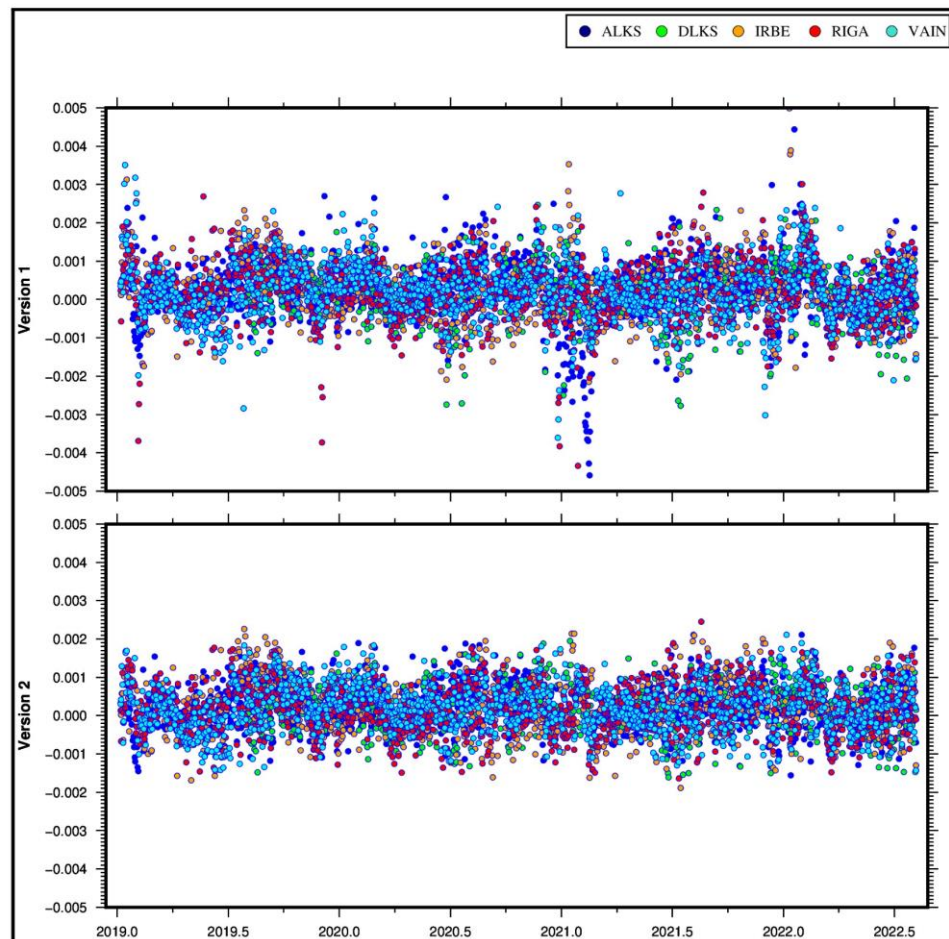
LATREF bāzes staciju ātrumu aprēķins (1)

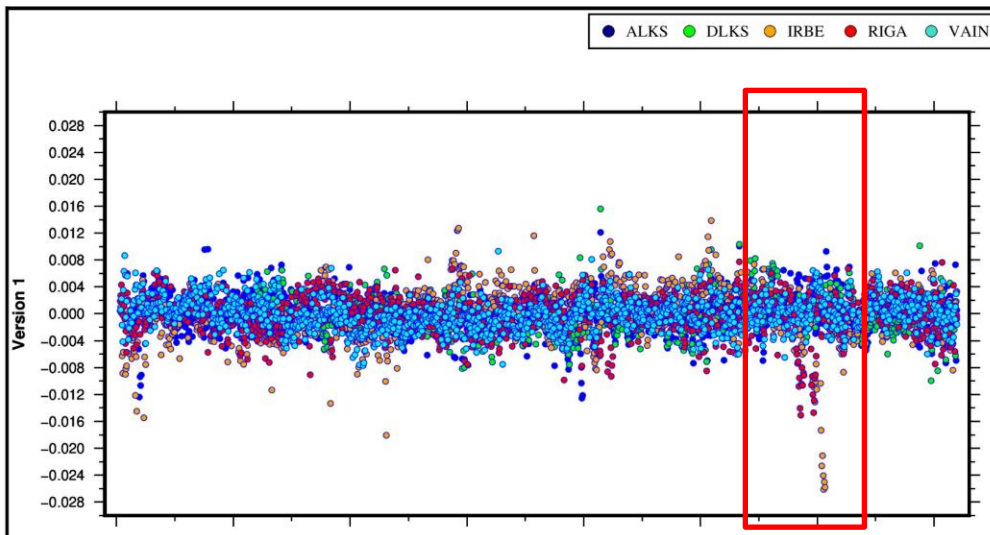
Bāzes stacijas ātrums ir tās koordinātu izmaiņa gada laikā. Tiek rēķināti ātrumi ITRF un ETRF realizācijā

Koordinātu izmaiņas laika rindas analīze ļauj izvērtēt bāzes stacijas stabilitāti un to novērojumu kvalitāti. Pēc laika rindas analīzes tiek aprēķināti ātrumi

Coordinate residuals IGB14 (X,m)

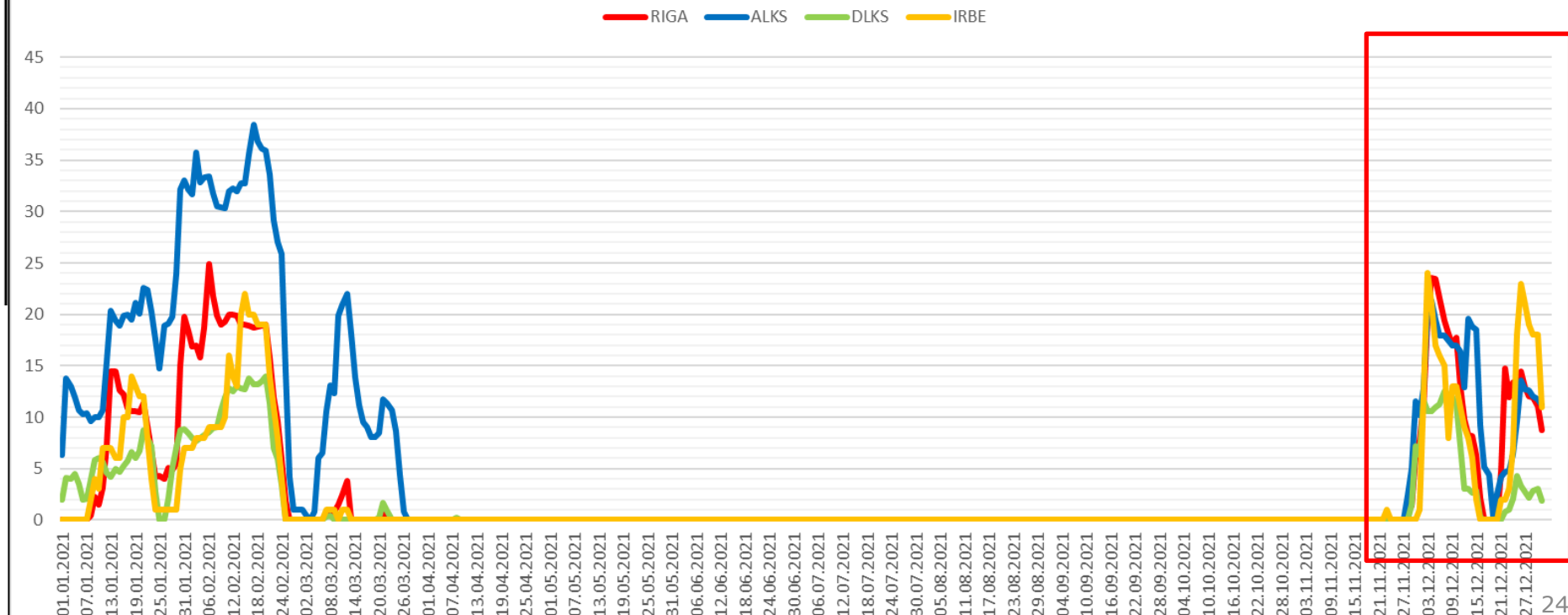
Coordinate residuals IGB14 (Y,m)





LATREF bāzes staciju ātrumu aprēķins (2)

Sniega segas biezums 2021. gads, vidējais, cm





Latvijas Ģeotelpiskās
informācijas aģentūra

Paldies par uzmanību!

Ksenija.Kosenko@lgia.gov.lv