

Radioteleskopu lietojums ģeodēzijā

Autors: Lauris Goldbergs

Zinātniskais vadītājs: Dr.sc.ing., Asoc. prof. Māris Kaļinka

Rīga
10.10.2018

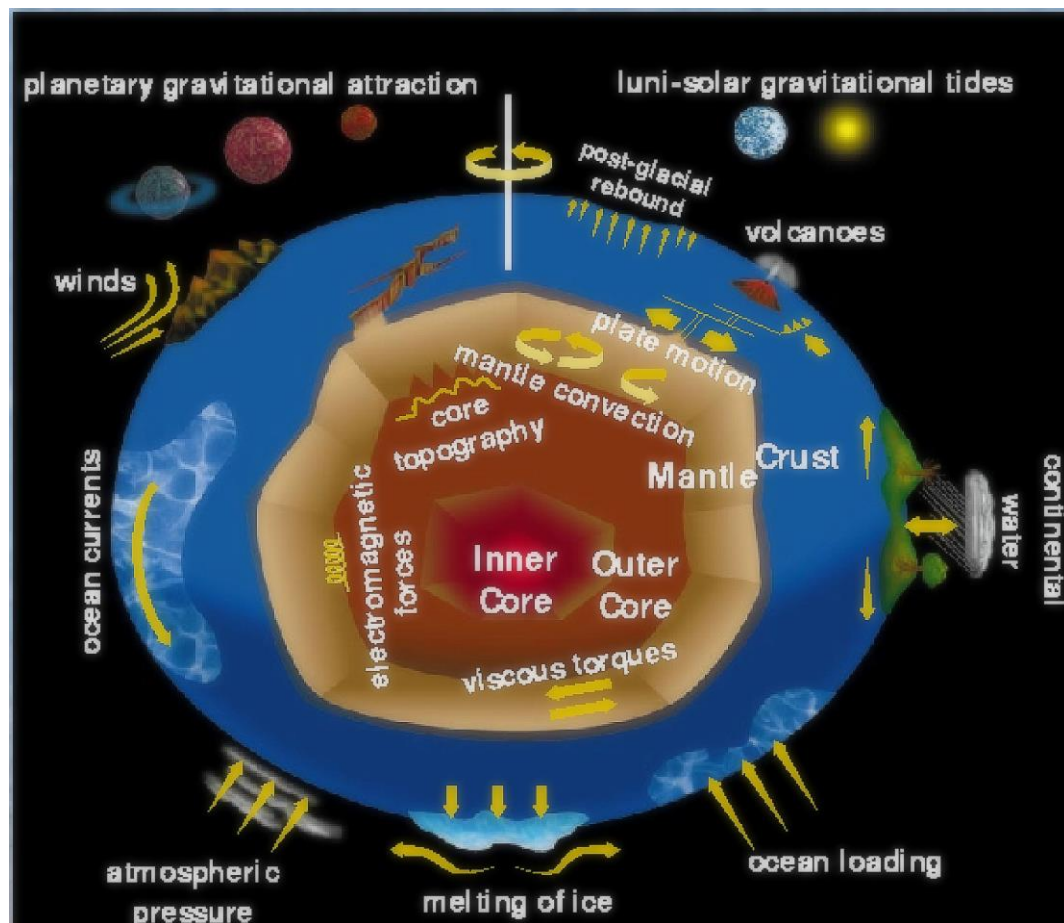


RTU
BŪVNICĪBAS
INŽENIERZINĀTŅU
FAKULTĀTE

Maģistra darba mērķis

- Izpētīt Ļoti garas bāzes līnijas radioteleskopu lietojumu ģeodēzijā:
 - Darbības principus;
 - Galvenos datu avotus;
 - Novērošanas tīklus;
 - Datu apstrādes vadlīnijas;
- Izvērtēt iespējama novērojumu kompleksa izveidei Latvijā.

Kustība uz zemes



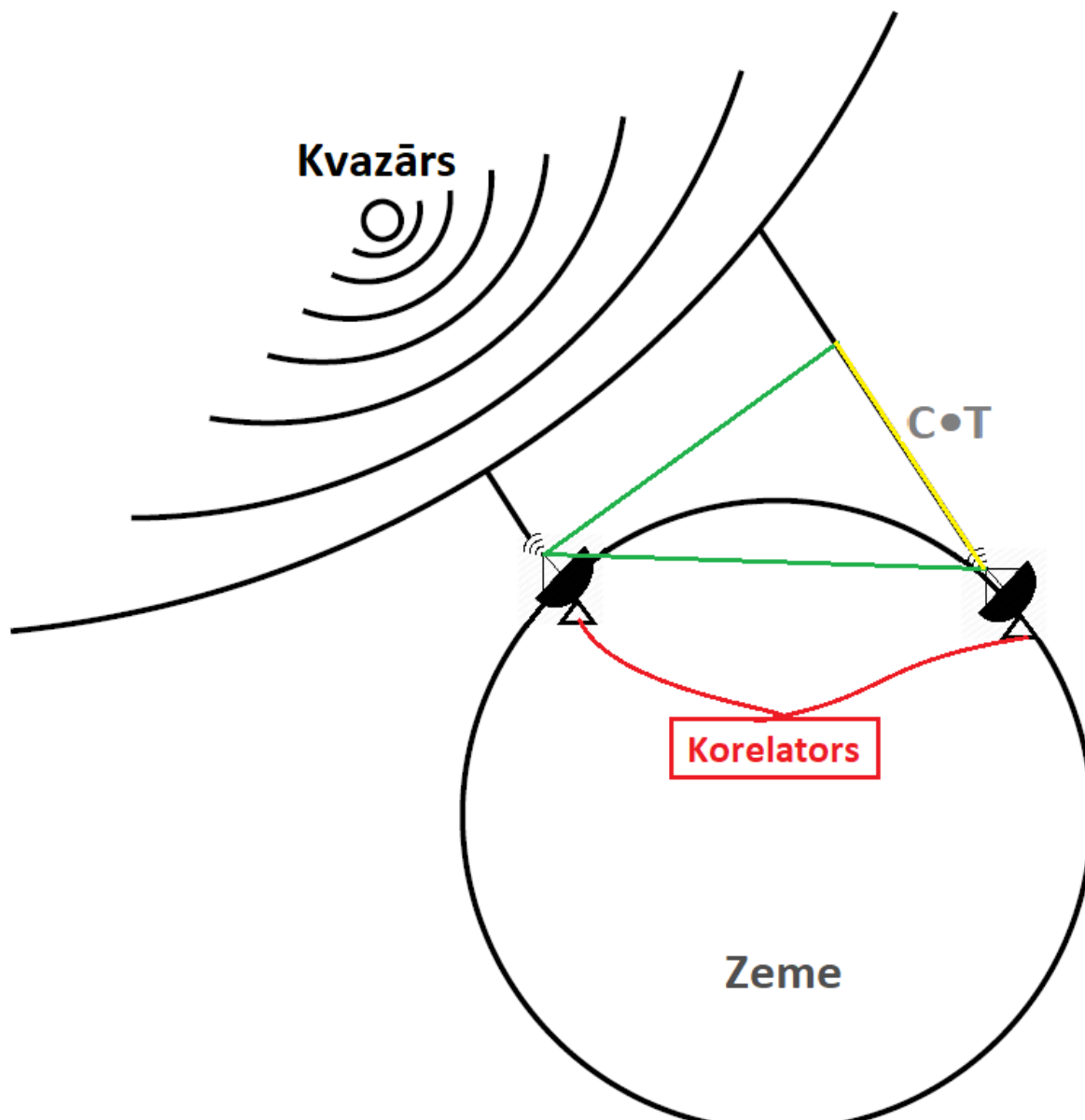
Factors that influence Earth's motion [1.]

Kvazāri

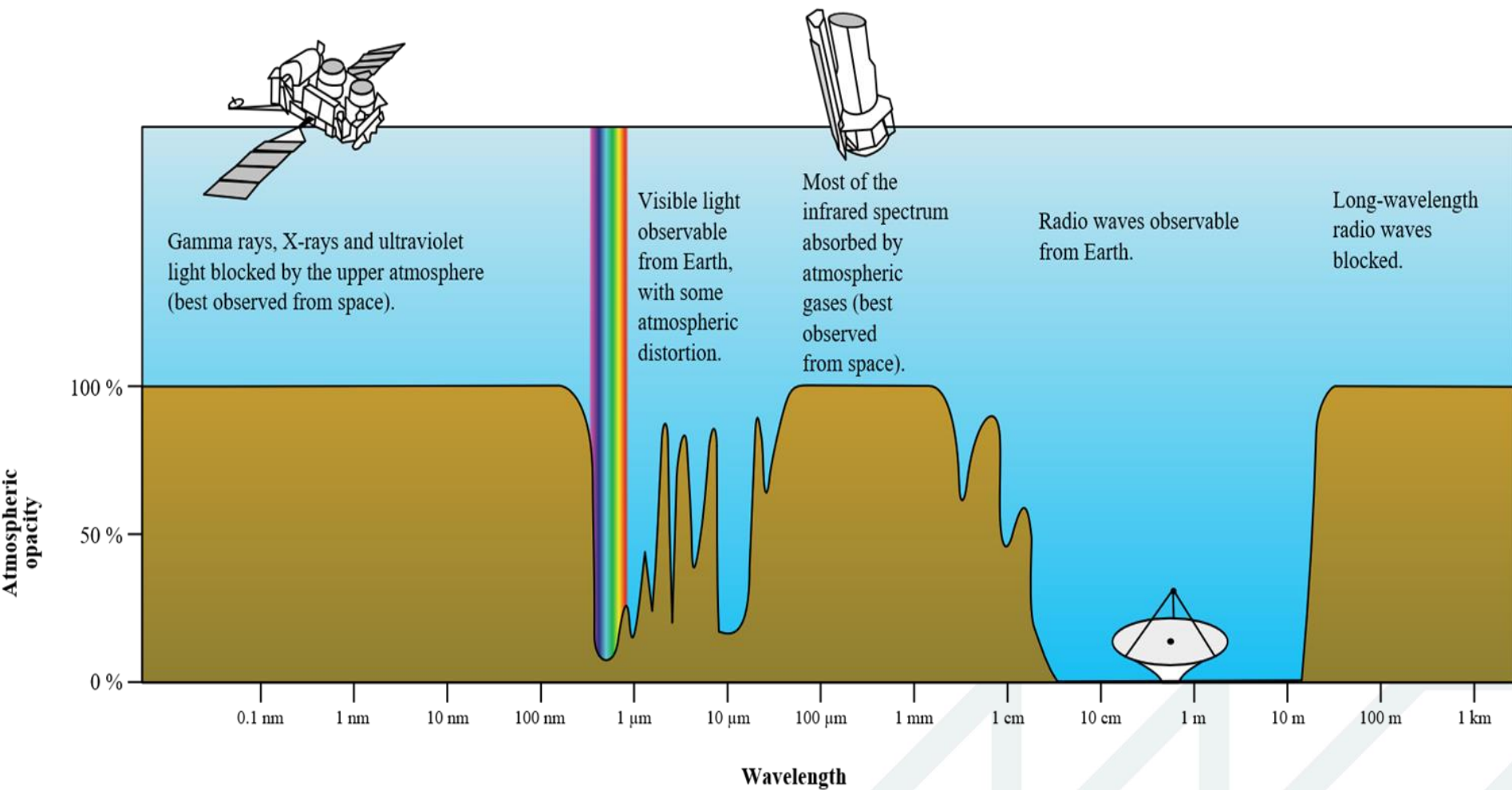


Kvadrāra māksliniecisks atainojums [2.]

VLBI DARBĪBAS PRINCIPS

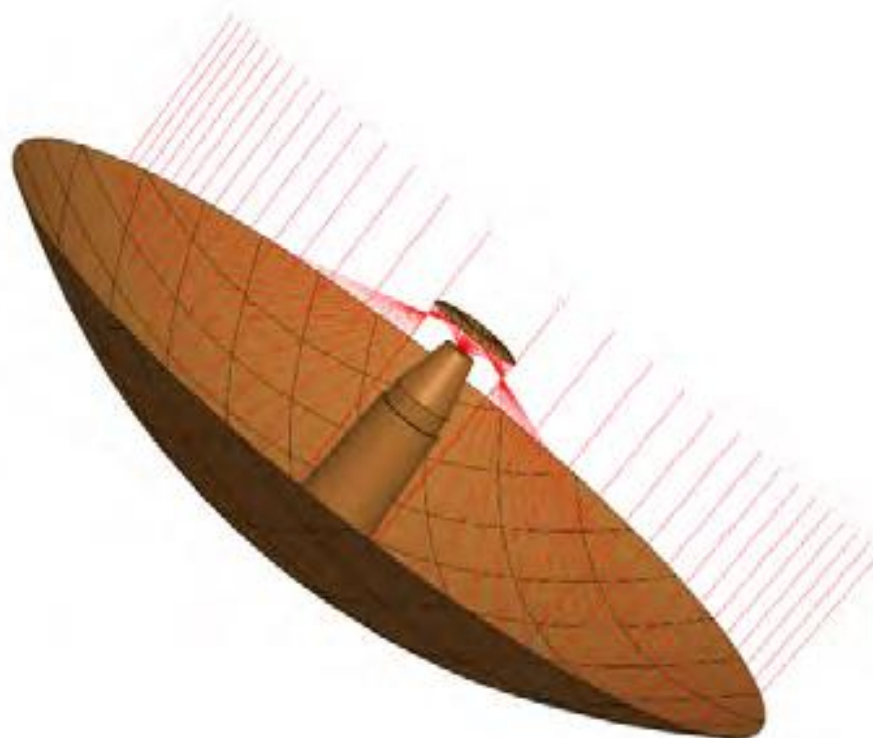


Radio viļņu diapazons



Radioviļņu logs [4.]

Datu savākšana



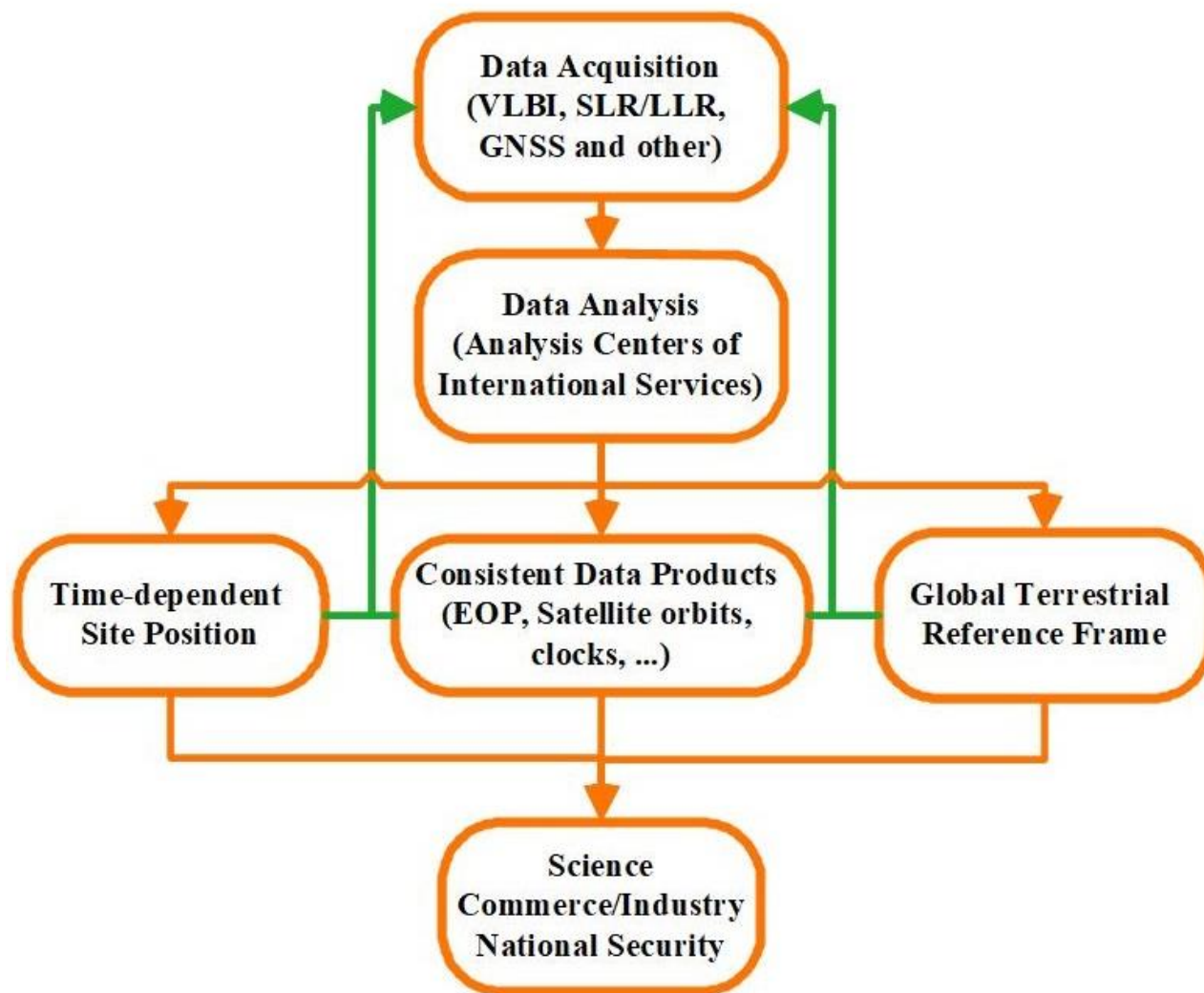
Atstarotāja optiskais ceļš [5.]

Ģeodēziskais VLBI

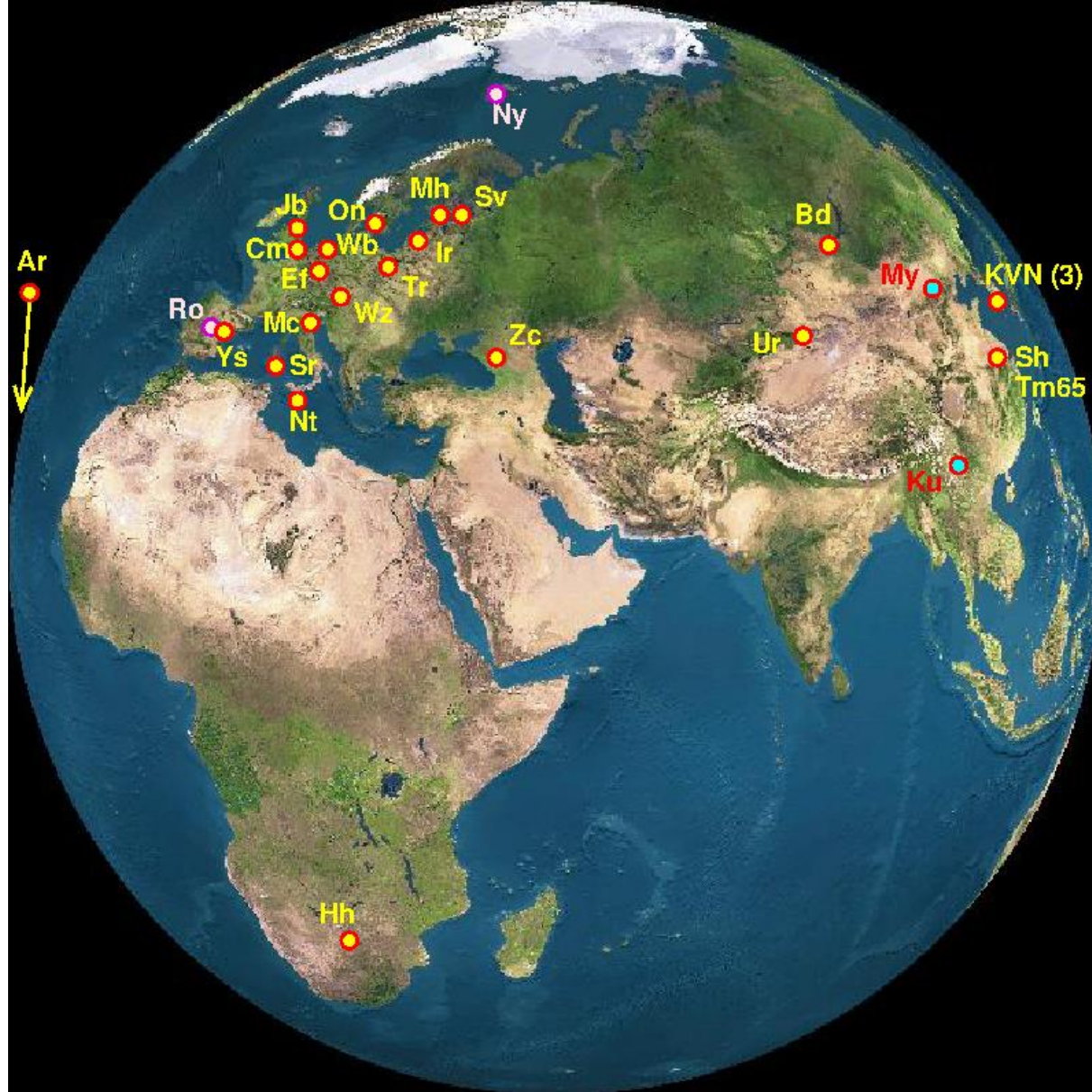
- Bāzes līniju garuma aprēķinu precizitāte globālā līmenī ir ap 1mm un $\leq 0,1$ mikroarksekundi nosakot radio signāla avota pozīciju.
- Starptautiskie VLBI pakalpojumu datu produkti ir:
- Pilns Zemes orientācijas parametru noteikšana;
- Polu nobīdes;
- Zemes atskaites sistēmas un debess atskaites sistēmas uzturēšana;
- Troposfēras parametru noteikšana.
- Starptautiskais debess etalonu (ICRF) nosaka VLBI novērojumi.
- Savienojumu starp ICRF un ITRF uztur Starptautiskais Zemes rotācijas un atskaites sistēmu dienests.

Ģeodēziskais VLBI un ITRF

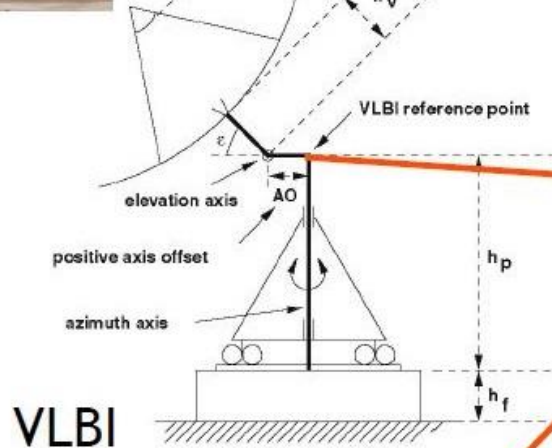
- ITRF savieno novērojumus cauri telpai, laikam un attīstošajām tehnoloģijām, sniedz vispārēju pamatu dažāda veida novērojumiem.
- Ilgtermiņa stabilitāte un augsta ITRF precizitāte laika gaitā nodrošina iespēju uzraudzīt jūras līmeni, ledāju dinamiku, zemes sēšanos un deformācijas, un iespēju laika gaitā saprast un interpretēt globālās izmaiņas.
- Kontinentālās nobīdes rezultātā ETRS89 un ITRS nobīdās 2.5cm gadā.
- Pašreizējā ITRS ieviešana ir ITRF2014, kuru IERS publicējusi 2016. gada 22. janvārī.



Globālo novērošanas pakalpojumu savstarpējās saiknes [5.]

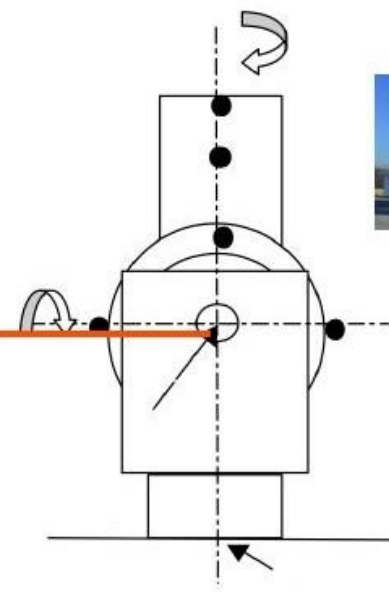


EVN teleskopu izvietojums[6.]



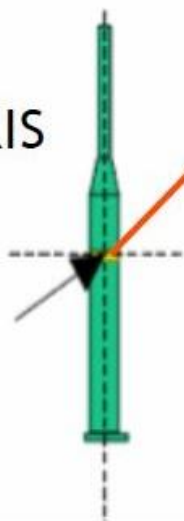
VLBI

Co-Location System



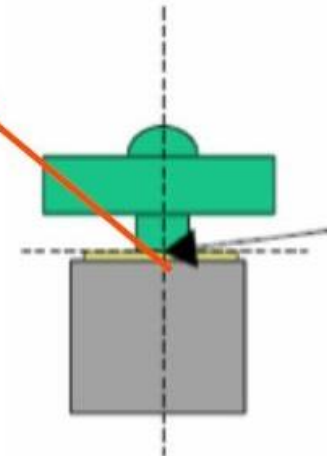
SLR

DORIS



- GNSS and DORIS reference points
 - Extrapolate to measurement phase center
- VLBI and SLR reference points
 - Extrapolate to measurement phase center
 - RP through indirect approach
 - Targets mounted on system structure
 - Rotational sequence about axes of space geodetic instrument
 - Model to determine axes location

GPS



Globālās ģeodēziskās novērošanas sistēmas GGOS2020 prasības [7.]

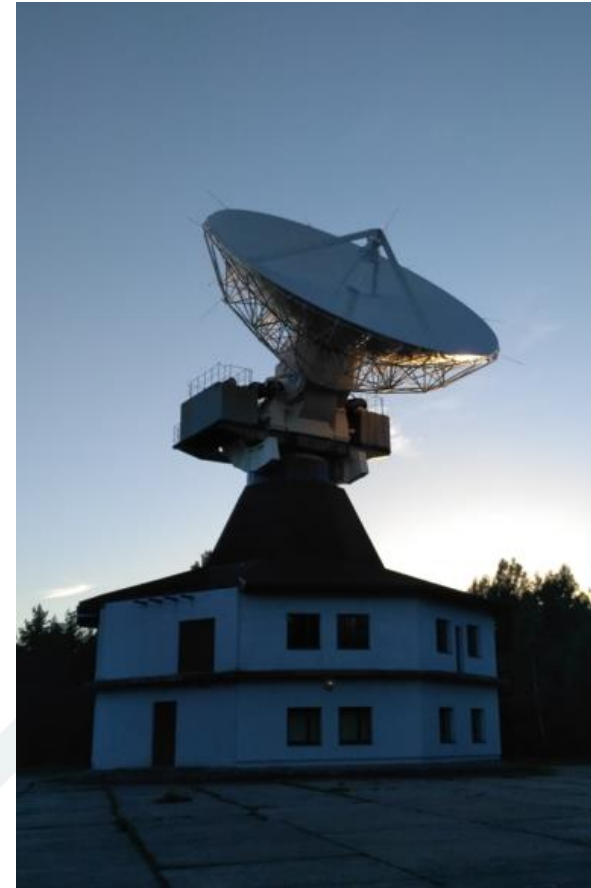
Irbenes komplekss



RT-32



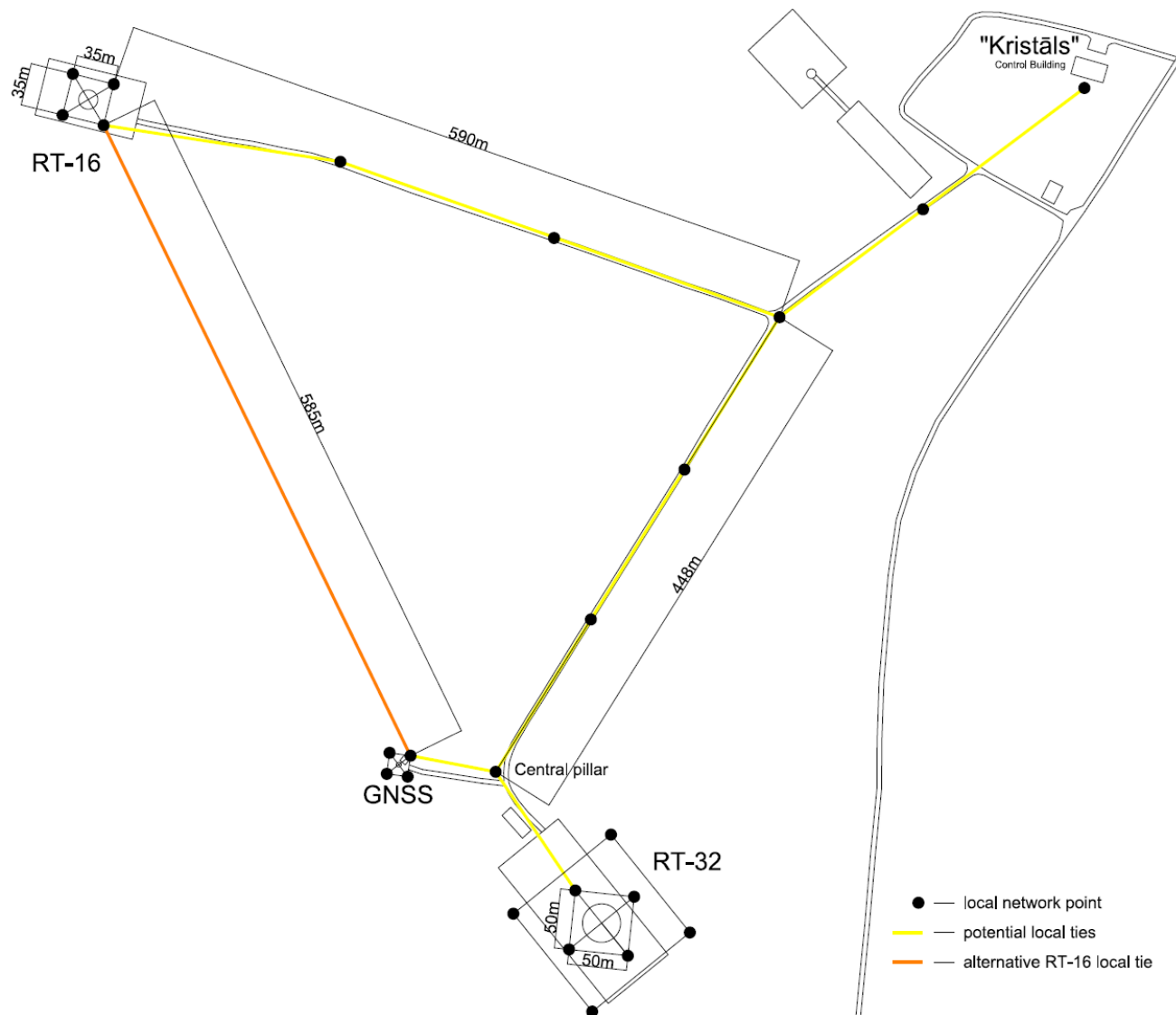
GNSS stacija



RT-16

Novērojumu kompleksa izveides prasības

- ✦ Katrai VLBI antenai jābūt vismaz trim atbalsta punktiem, kuri atrodas attālumā starp 30-60m;
- ✦ Starp atbalsta punktiem jābūt redzamībai, lai nodrošinātu savienojumu starp dažādām ģeodēzijas metodēm;
- ✦ Sasaistes līnijas garums nedrīkst pārsniegt 1km.
- ✦ Atbalsta punktiem jābūt ar stabilu pamatni, lai nodrošinātu ilgtermiņa tīkla stabilitāti;
- ✦ Vietējo tīklu mēra ik pēc 6 mēnešiem, pārmaiņus reizi ziemā, reizi vasarā;
- ✦ Papildus trīs atbalsta punktiem jāatrodas ap vietni attālumā starp 10-30 km;
- ✦ VLBI antenas atrašanās vietā nedrīkst būt šķēršļi virs 5° virs horizonta un jābūt brīviem vismaz 95% no horizonta.



Iespējamā tīkla izvietojuma shēma

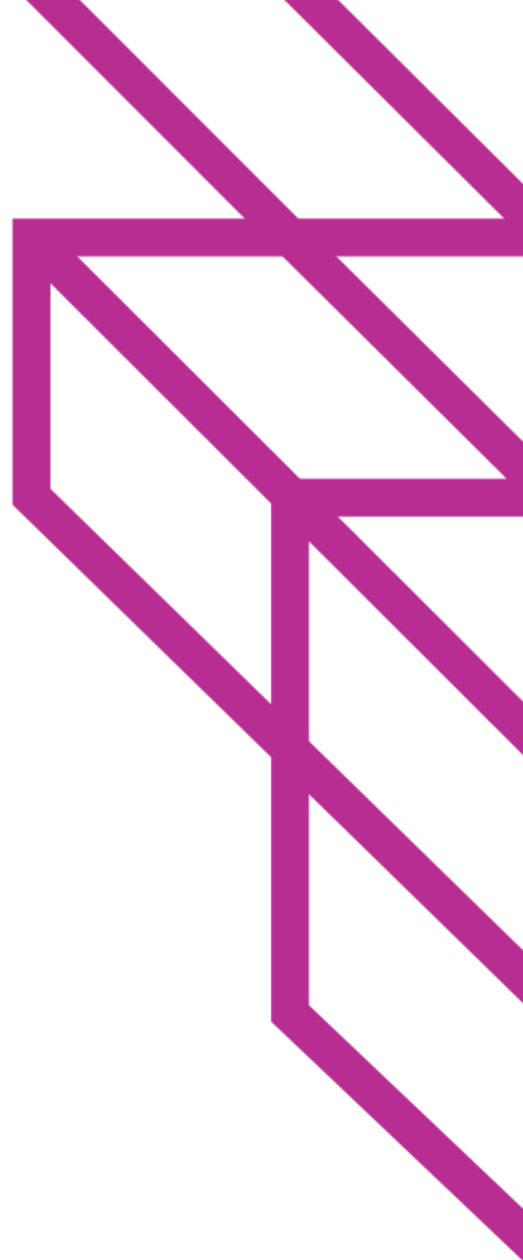


Iespējamā tīkla izvietojuma shēma

Nobeigums

- VLBI ir astronomiskās interferometrijas veids, metode, kas mēra atšķirību signāla ierašanās laiku no radio avota, izmantojot savstarpēju korelāciju.
 - Zemes VLBI mērījumu ierobežojošais faktors ir bāzes līnijas garums. Maksimālā iespējamā vērtība uz zemes ir ~ 12'000km.
 - Lai arī bieži tiek izmantotas reģionālās atskaites sistēmas, Starptautiskā atskaites sistēma (ITRF) ir galvenā globālā mēroga atskaites sistēma.
 - Pēc VLBI novērojumiem ir iespējams iegūt pilnu Zemes novietojuma parametru (EOP) un polu noviržu kompensāciju komplektu.
 - VLBI ir galvenā metode Starptautiskā debess atskaites sistēmas (ICRF) definēšanai.
- Irbenes kompleksami būtu nepieciešams izveidot stabilu atbalsta punktu sistēmu un papildināt kompleksu ar SLR un DORIS stacijām, lai apvienotu visas galvenās ģeodēziskās metodes.

Paldies!



References

1. Internet document: Earth Orientation - <https://www.haystack.mit.edu/geo/science/earth/index.html> (viewed 30.12.2017).
2. Internet document: What is VLBI? – <https://space-geodesy.nasa.gov/techniques/VLBI.html> (viewed 30.12.2017).
3. Internet image: Artist's rendering of the accretion disk – available: https://en.wikipedia.org/wiki/Quasar#/media/File:Artist%27s_rendering_ULAS_J1120%2B0641.jpg (viewed 28.12.2017).
4. Internet document: Radio wave – available https://en.wikipedia.org/wiki/Radio_wave (viewed 30.12.2017).
5. The Role of VLBI in Astrophysics, Astrometry and Geodesy, Springer, Netherlands, 2005.
6. Internet document: The European VLBI Network – available: <http://www.evlbi.org/> (viewed 30.12.2017).
7. Internet document Fundamental Station Ground Co-location – available <https://cddis.nasa.gov/lw17/docs/presentations/ga/Co-location.pdf> (viewed 30.12.2017).