



GPS ja koordinaadid



Edgar Sepp
14.04.2012, Piiri

GPS näited

- Marjakohad
- Pildikogu
- Pärnus GPS
- India suusatamine
- Mängud: geopeitus, ekskursioon matk...





Teoria

GPS – Global Positioning System

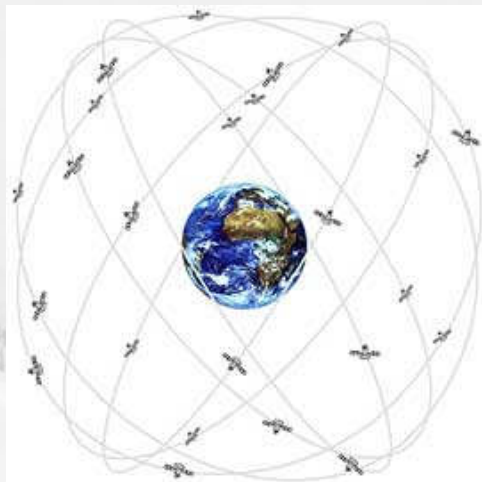
GPS vastuvõtjad / kasutajad

Passiivne seade – võtab signaali vastu ja ise midagi välja ei saada.



Maapealsed kontrollkeskused

Satelliitide orbiitide jälgimine ja korrigeerimine



24+ ümber Maa tiirlevat satelliiti (ca 20 000 km kõrgusel)

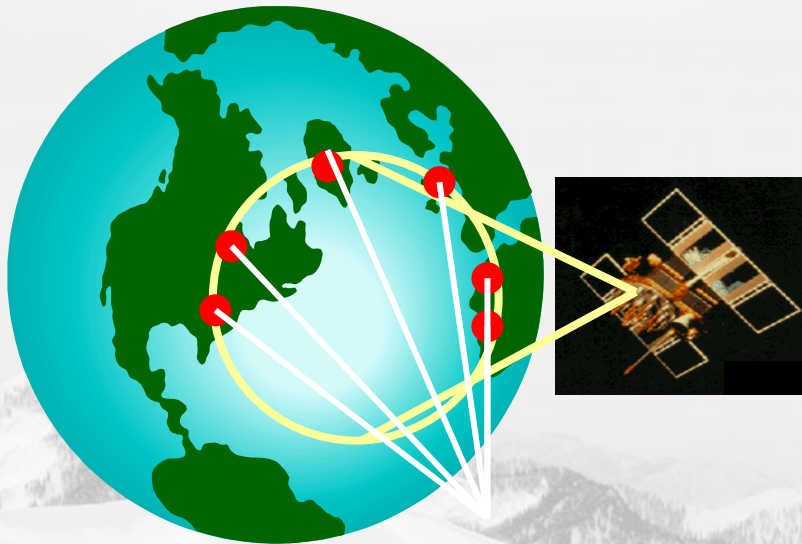
GPS vastuvõtja

- Peamine otstarve – **võimalus määrata seadme asukohta**
- Asukoha määramiseks kasutatakse kaugusi satelliitidest
- Asukoht määratakse geograafilistes koordinaatides (WGS84 süsteemis)



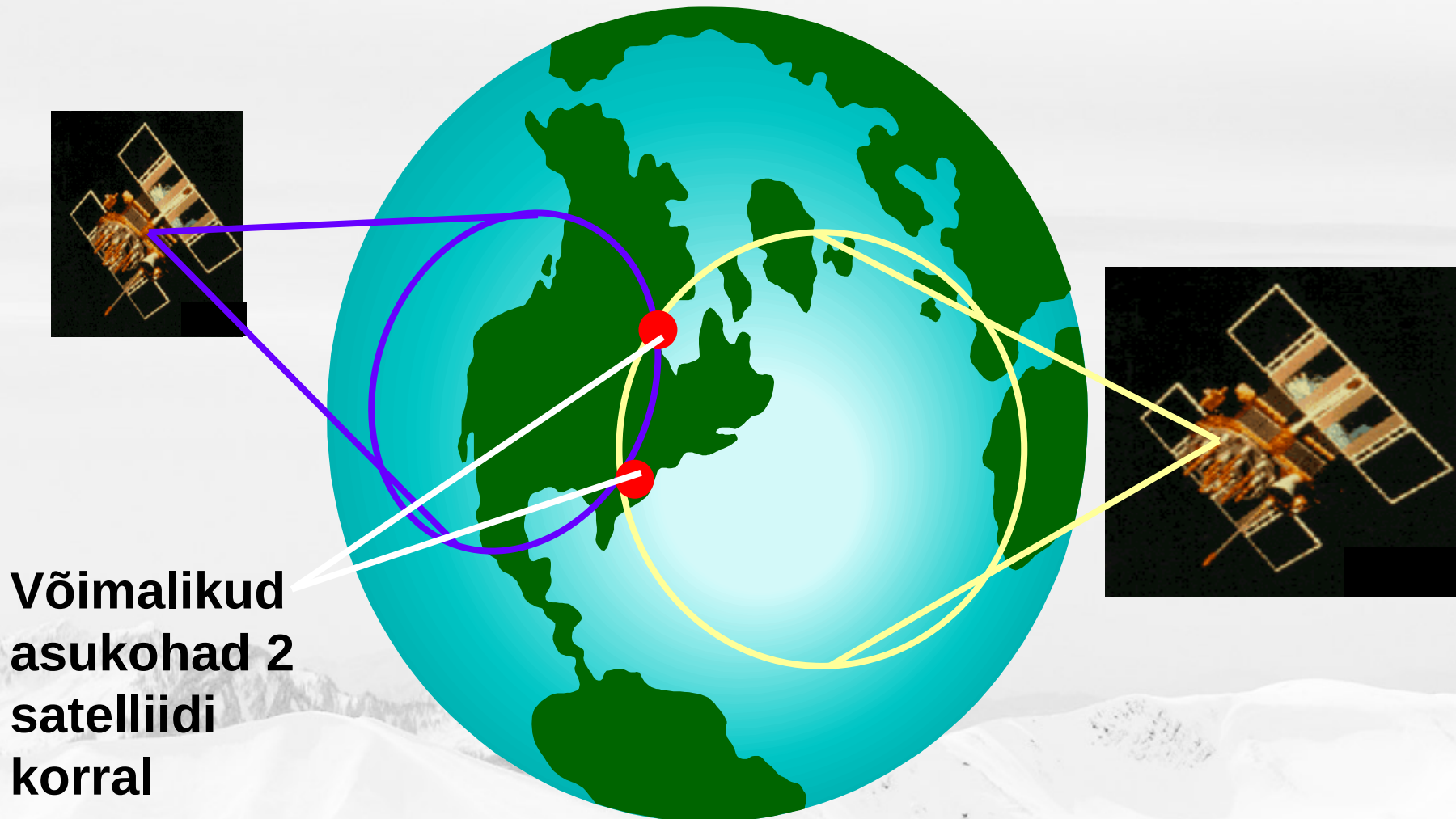
GPS'iga asukoha määramine

- Teades kaugust ühest satelliidist
→ palju võimalikke asukohti, mis kõik paiknevad ringjoonel

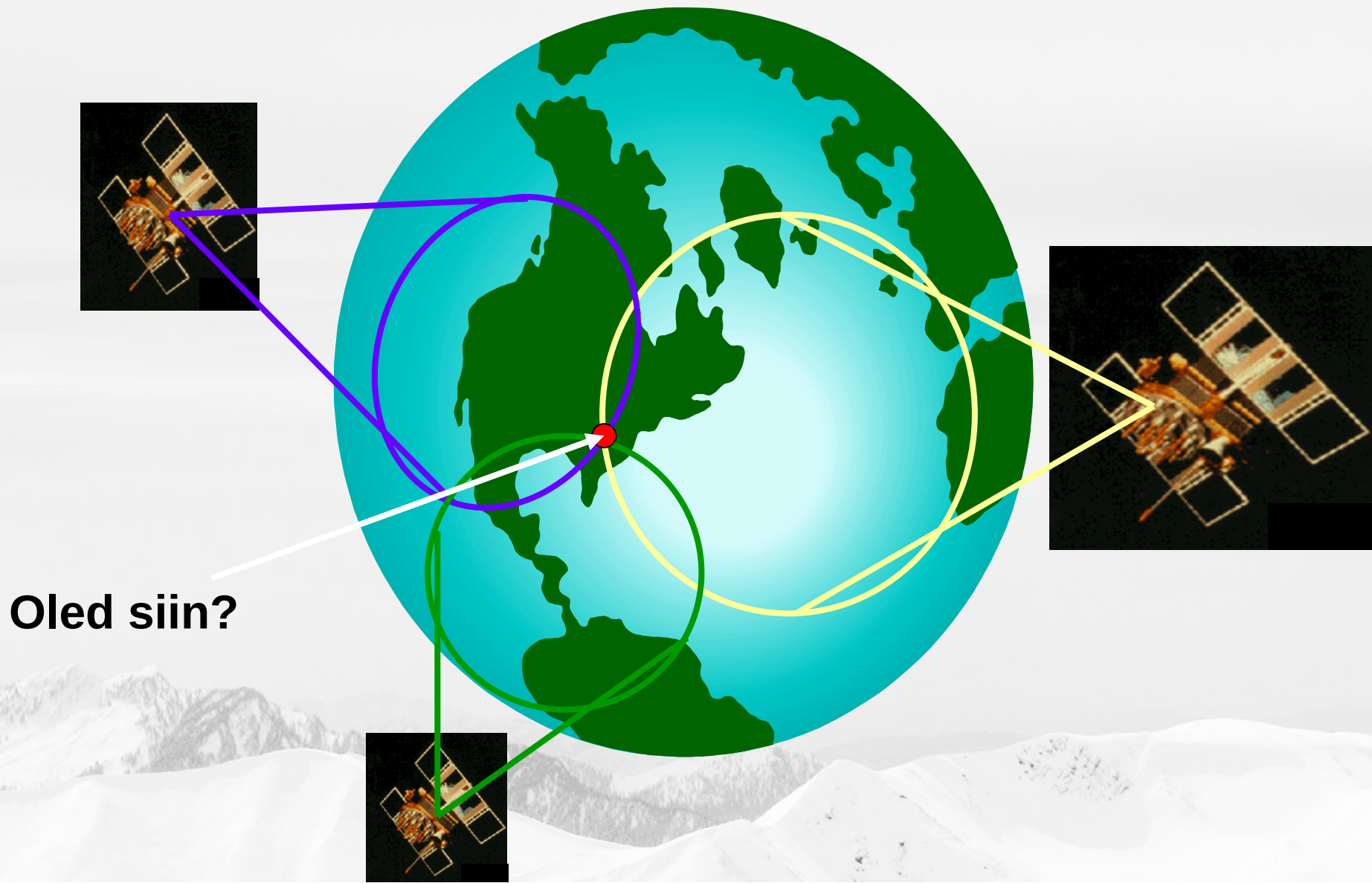


Võimalikud asukohad

GPS'iga asukoha määramine



GPS'iga asukoha määramine

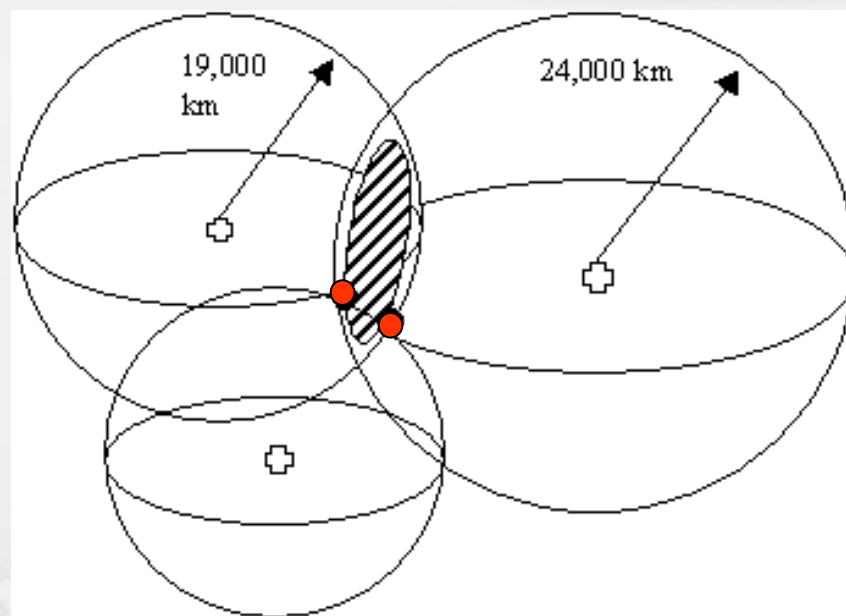
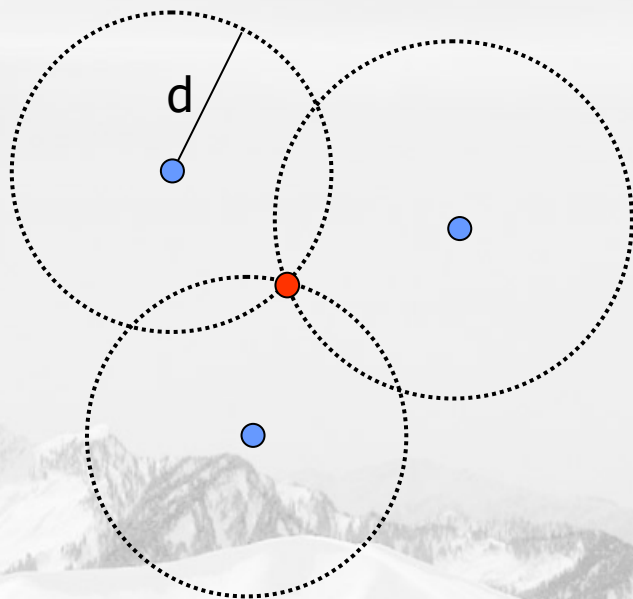


Trilateratsioon

Kauguste abil asukoha määramine

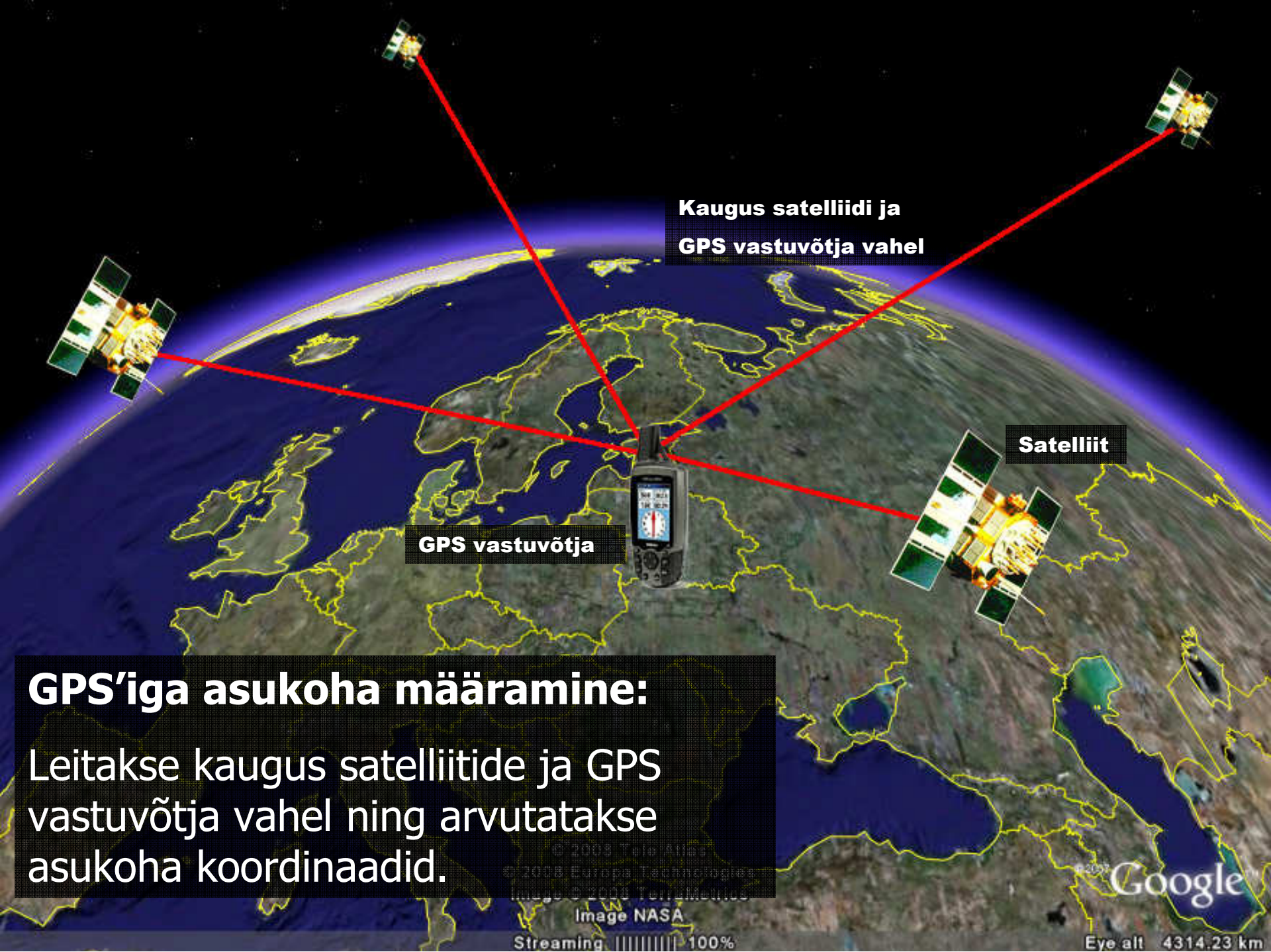
Tasapinnal (2D) piisab punkti asukoha määramiseks 3'st kaugusest.

3D ruumis annab kaugus 3st punktist, aga 2 võimalikku asukohta.



GPS'iga asukoha määramine





Kaugus satelliidi ja
GPS vastuvõtja vahel

Satelliit

GPS vastuvõtja

GPS'iga asukoha määramine:

Leitakse kaugus satelliitide ja GPS vastuvõtja vahel ning arvutatakse asukoha koordinaadid.

© 2008 Tele Atlas
© 2008 Europa Technologies
Image © 2008 TerraMetrics
Image NASA

Streaming 100%

Google

Eye alt 4314.23 km

Kauguse määramine

- Kauguse määramine toimub kasutades aega
- **Mõõdetakse** kui palju kulub aega satelliidilt saadetud signaali jõudmiseks GPS vastuvõtjani
- Teades signaali leviku kiirust (valguse kiirus) saab arvutada läbitud teepikkuse ehk kauguse

$$s = t \times v$$

s – läbitud teepikkus ehk kaugus

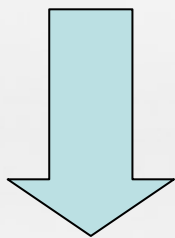
t – läbimiseks kulunud aeg

v – vahemaa läbimise kiirus

valguse kiirus 300 000 km/s

Mõõtmine on...

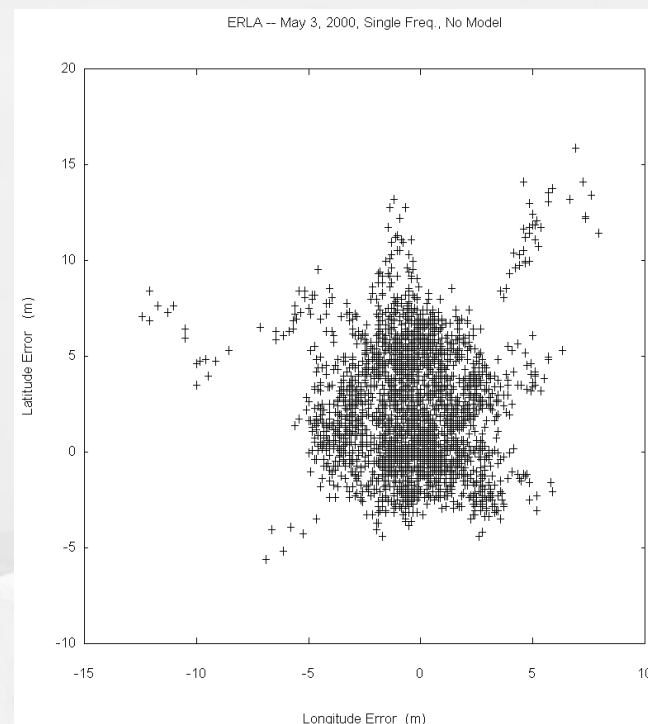
...alati seotud vigadega



- GPS'i asukoht ei ole päris täpne
- Vea suurus on hinnanguliselt

5-30 meetrit

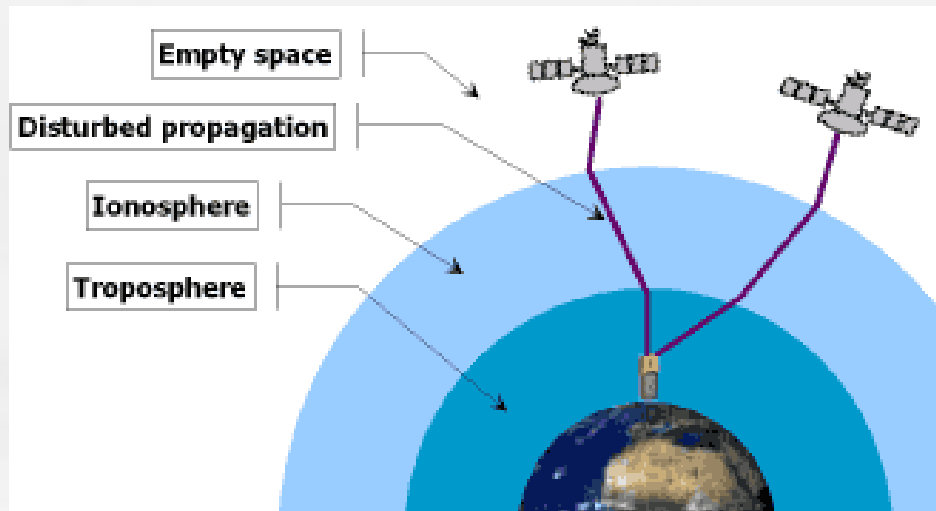
Halbades tingimustes
võib see olla rohkemgi.



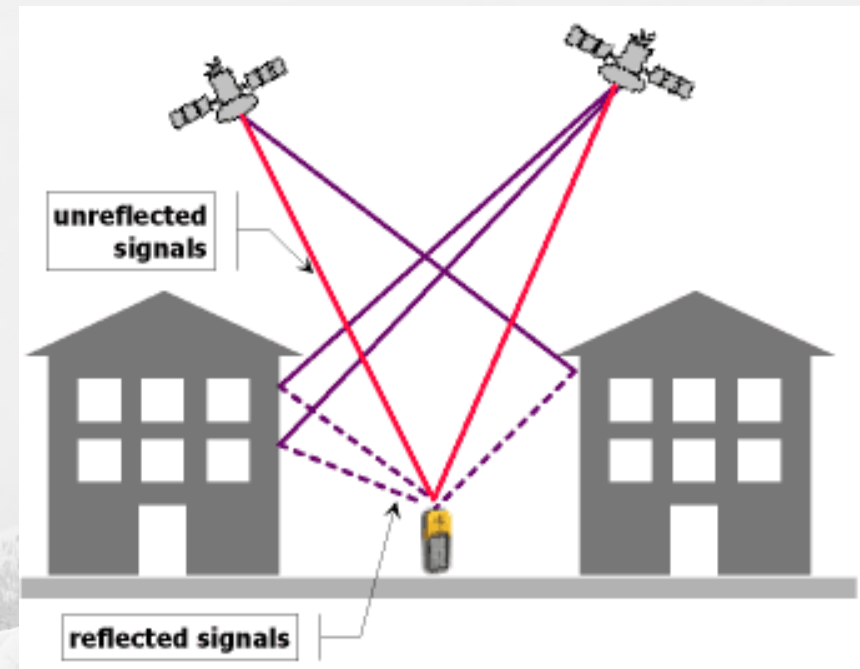
Asukohatäpsus - vigade allikad

- Atmosfääri mõju $\pm 5\text{m}$
- Satelliidi orbiitide ebatäpsus $\pm 2,5\text{m}$
- Kellade sünkroniseerimine $\pm 2\text{m}$
- Peegelduvad signaalid $\pm 1\text{m}$
- Arvutus ja ümardamisvead $\pm 1\text{m}$
- Satelliitide paiknemine (geomeetria)

Asukohatäpsus - vigade allikad

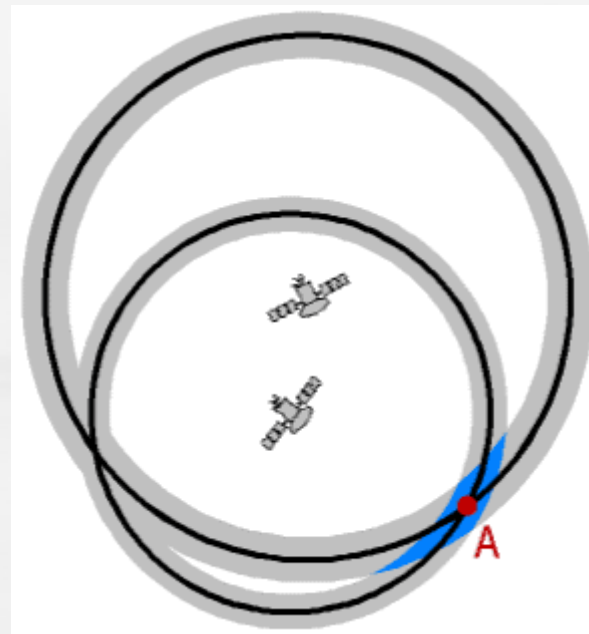
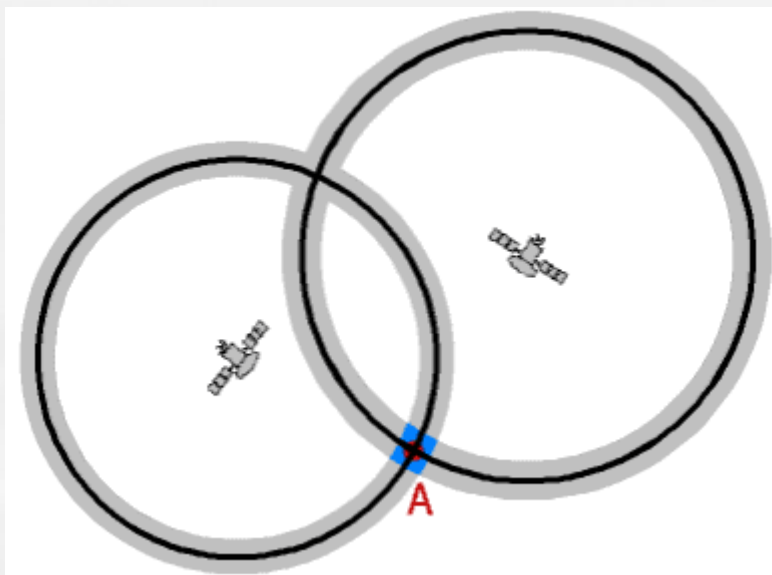


Atmosfääri segav mõju



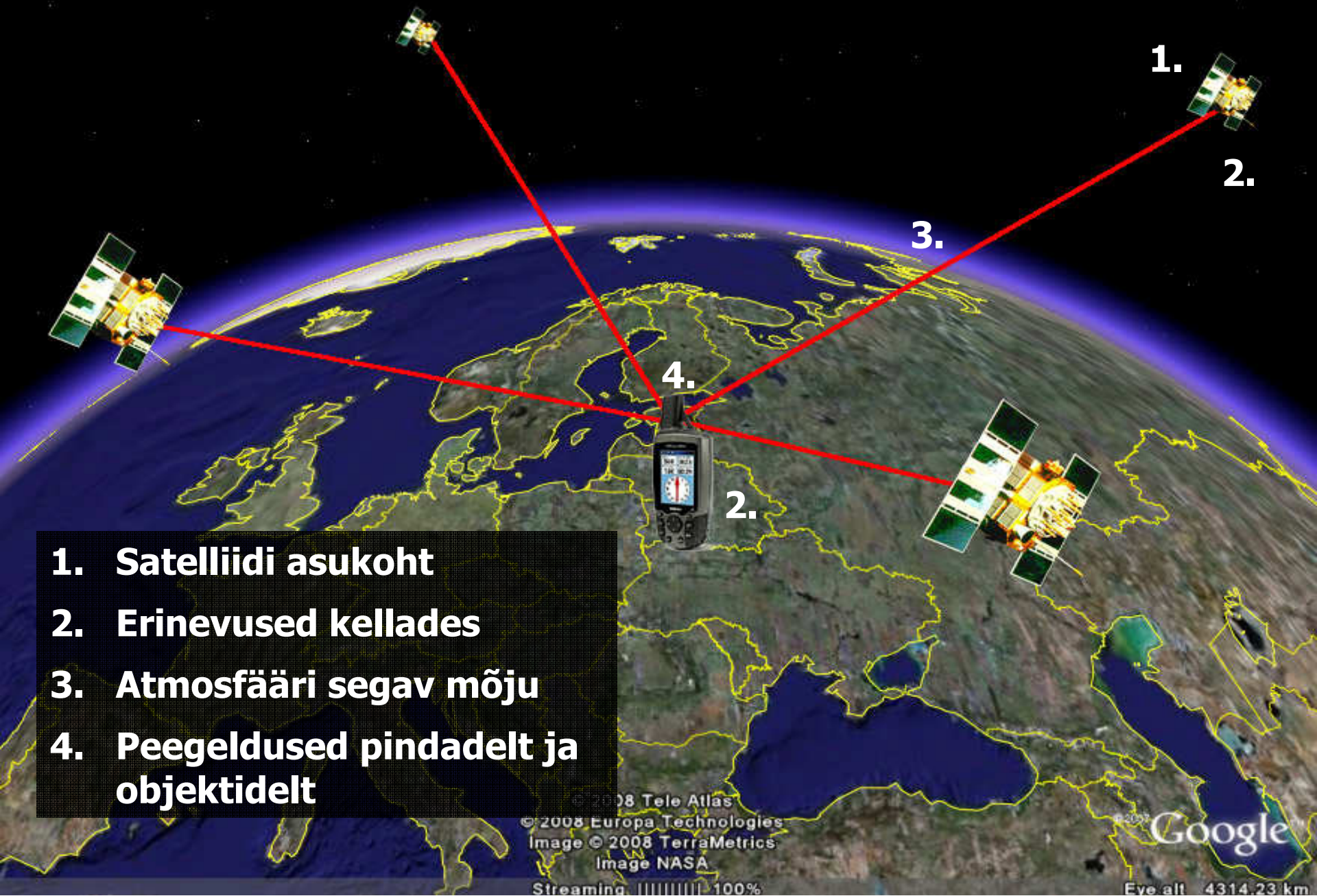
Peegelduvad signaalid

Asukohatäpsus - vigade allikad



Satelliitide geomeetria – otseselt vigu ei põhjusta, aga võimendavad/parandavad teisi vigu põhjustavaid tegureid

Vigade allikad asukoha määramisel



1. Satelliidi asukoht
2. Erinevused kellades
3. Atmosfääri segav mõju
4. Peegeldused pindadelt ja objektidelt

© 2008 Tele Atlas
© 2008 Europa Technologies
Image © 2008 TerraMetrics
Image NASA

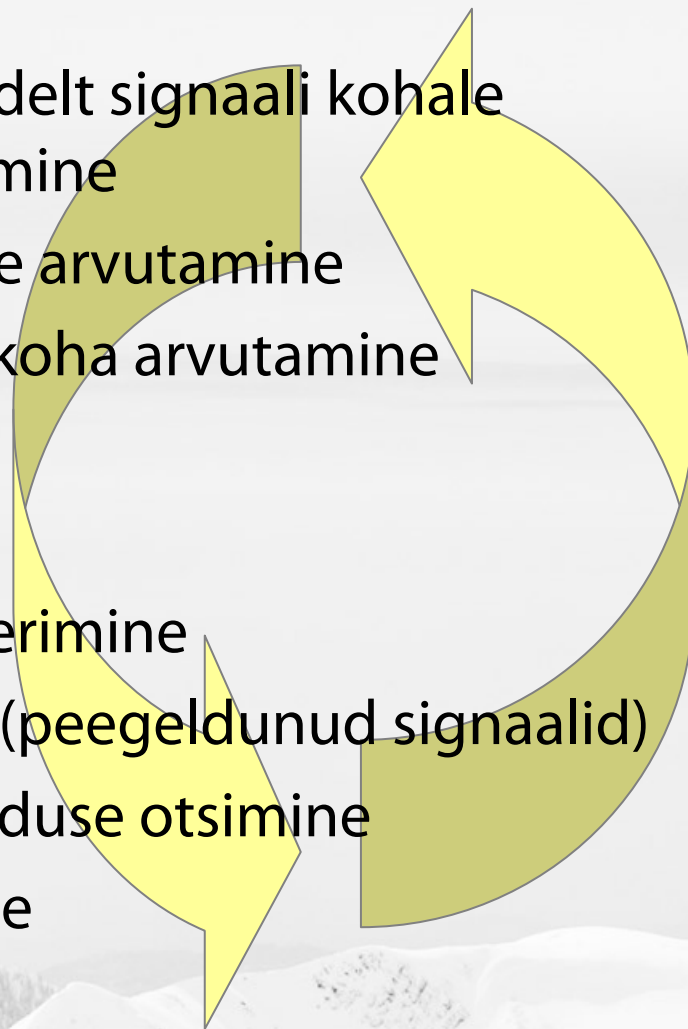
Streaming: 100%

Google
Eye alt 4314.23 km

Mis GPS vastuvõtjas toimub?



- Erinevatelt satelliitidelt signaali kohale jõudmise aja mõõtmine
- Satelliitide kauguste arvutamine
- GPS vastuvõtja asukoha arvutamine
- Kellade sünkroniseerimine
- Signaalide analüüs (peegeldunud signaalid)
- Pidev parima lahenduse otsimine
- Asukoha määramine



Mis kasu meil sellest on?

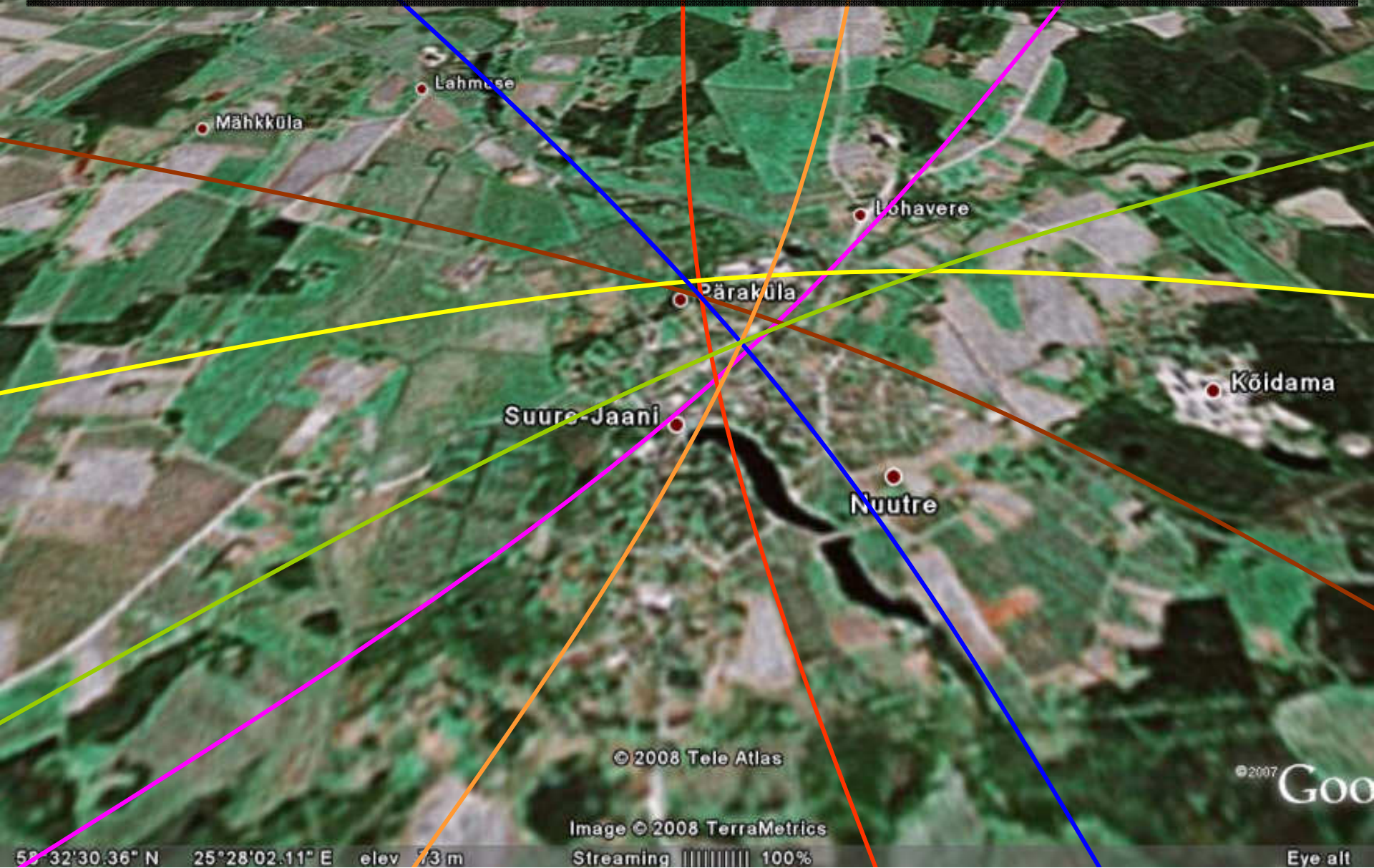
- Mida rohkem mõõta seda täpsem tulemus
 - Vigade koondumine ümber õige tulemuse
- Anna GPS'ile aega ja arvesta vigade allikatega
 - Võimalusel vali sobivam asukoht (arvesta võimalike peegelduvate kiirtega)
 - Vali sobivam aeg (satelliitide geomeetria) ja rohkem kättesaadavaid satelliite



Täpsuse parandamiseks

- GPS vastuvõtja
 - Kellade sünkroniseerimine kasutades erinevaid satelliite
 - Peegelduvate signaalide eristamine, atmosfääri mõju hindamine
 - Võimalikult rohkem satelliite – rohkem mõõtmisi
- Meie võimalused:
 - Anna aega – rohkem mõõtmisi ja parem tulemus
 - Vali avatud taevalaotusega koht – rohkem satelliite
 - Vali sobiv aeg – satelliitide paigutus (almanahh)

Reaalselt ilma erinevaid matemaatilisi võtteid ja muid vigasid vähendavaid tehnoloogiaid kasutamata ei oleks GPS võimeline ainult kauguste põhjal ühest täpset asukohta määrama.



GPS salvestab "punkte"

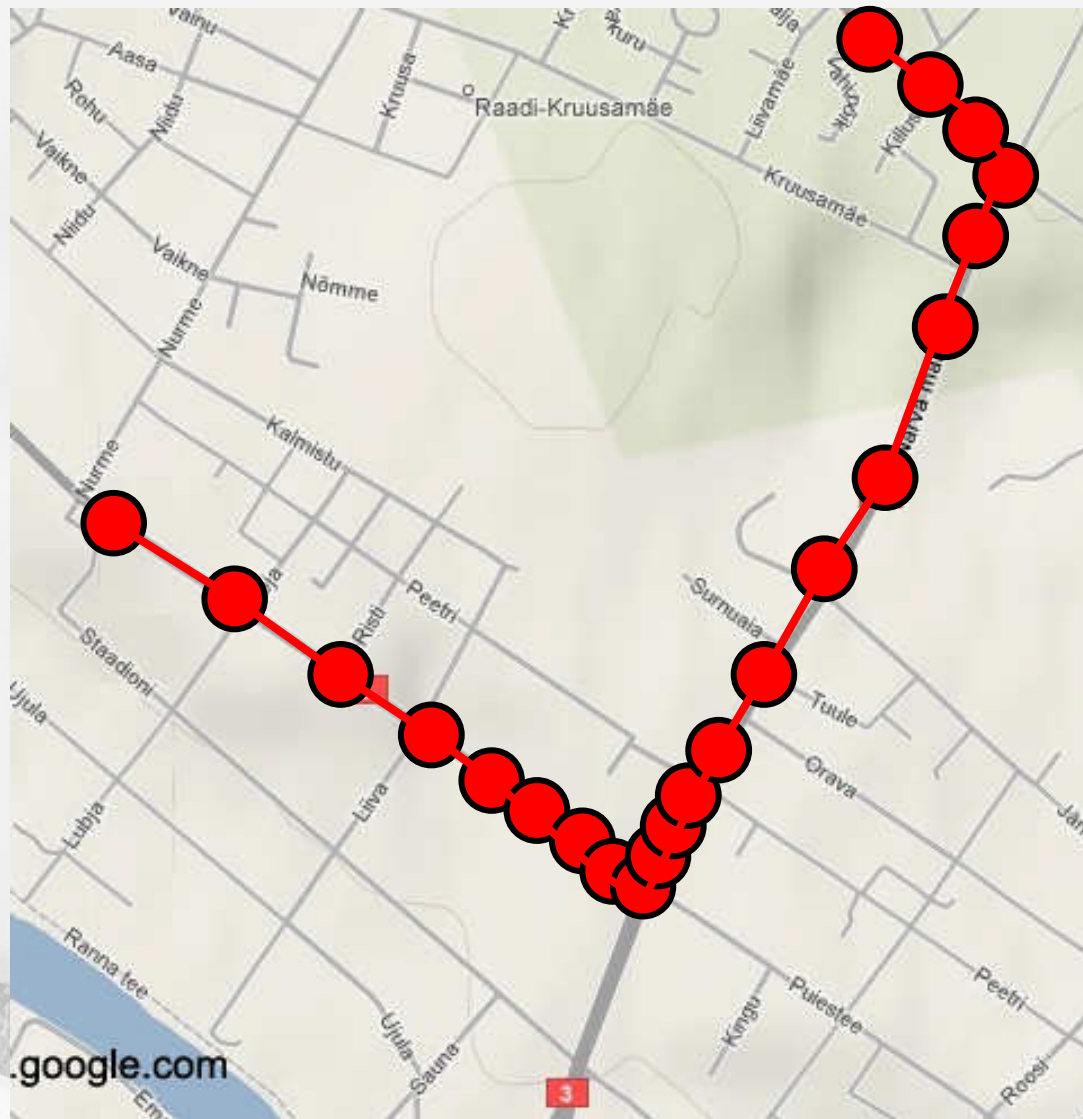
- Punkt – asukoht
 - Koordinaat
 - Kellaaeg

Salvestatud asukohta-
dest moodustub
jäljelogi – ajaliselt
üksteisele järgnevad
kindlas asukohas
salvestatud punktid

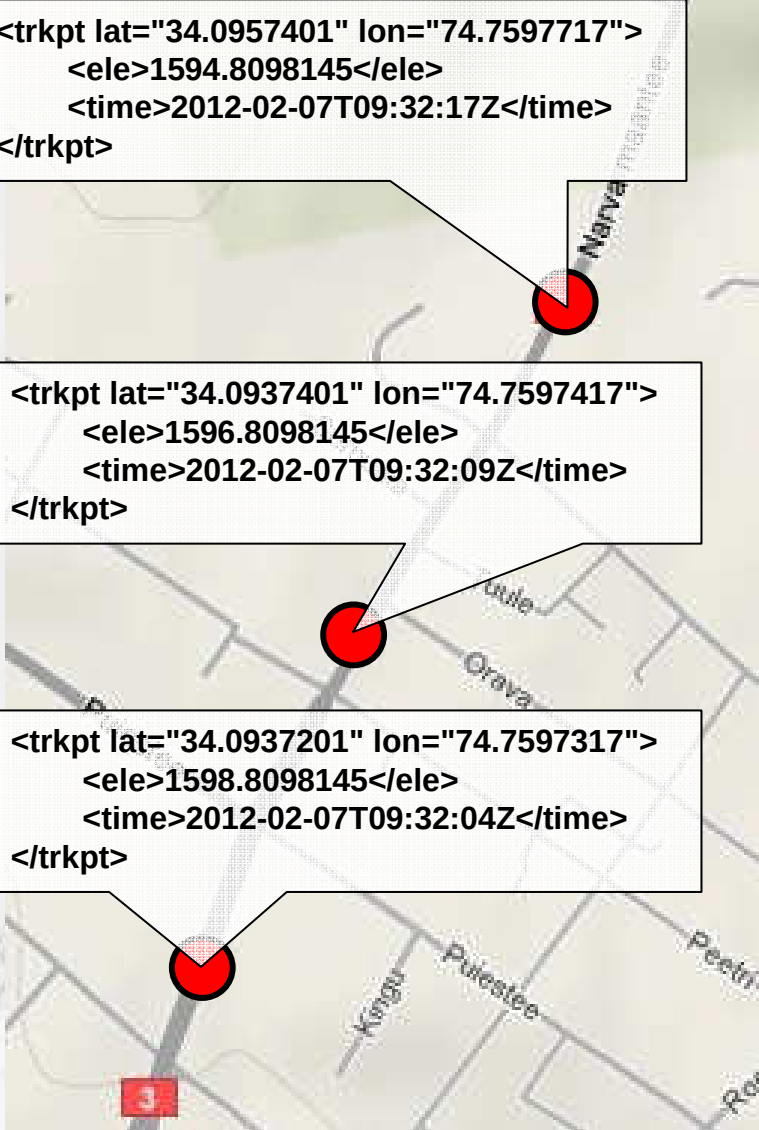


Jäljelogi

GPS kuvab jäljelogi
ühe joonena ja
selle salvestamist
saab sisse ja välja
lülitada.



Salvestatud punktid võimaldavad



<trkpt lat="34.0957401" lon="74.7597717">
<ele>1594.8098145</ele>
<time>2012-02-07T09:32:17Z</time>
</trkpt>

<trkpt lat="34.0937401" lon="74.7597417">
<ele>1596.8098145</ele>
<time>2012-02-07T09:32:09Z</time>
</trkpt>

<trkpt lat="34.0937201" lon="74.7597317">
<ele>1598.8098145</ele>
<time>2012-02-07T09:32:04Z</time>
</trkpt>

Arvutada:

- Omavahelise kauguse
- Läbimise aja
- Kiiruse
- Suuna
- Kõrguskasvu/languse

Edasi on võimalik:

- Läbitud kilometraaž
- Keskmised, min ja max kiirused
- Prognoosida kohalejõudmisaegasid
- Juhatada teed
- ...

Huvi- ja teekonnapunktid

Huvipunktid – POI (Points of Interest)

- Restoranid, pangaautomaadid, tanklad, vaatamisväärsused – kõik, mis võiks huvi pakkuda

Teekonnapunktid

- Kasutaja enda poolt salvestatud punktid:
 - matka algus,
 - hea mustikakoht,
 - “aarde” peidukoht,
 - Pöörde koht,
 - minu kodu...

Teekonnad

Erinevate teekonnapunktide ühendamisel saadud marsruut.

GPS võimaldab teekonna jälgimise (navigeerimine) režiimis kasutada mitmeid GPS'i poolt antud vihjeid, mis peaksid lihtsustama teekonna läbimist:

- kaugus järgmise punkti,
- Järgmise punkti suund
- Kursilt kõrvalekaldumise indikaatorid
- Eeldatav kohalejõudmise aeg
- Jne...



Geograafilised- ja ristkoordinaadid



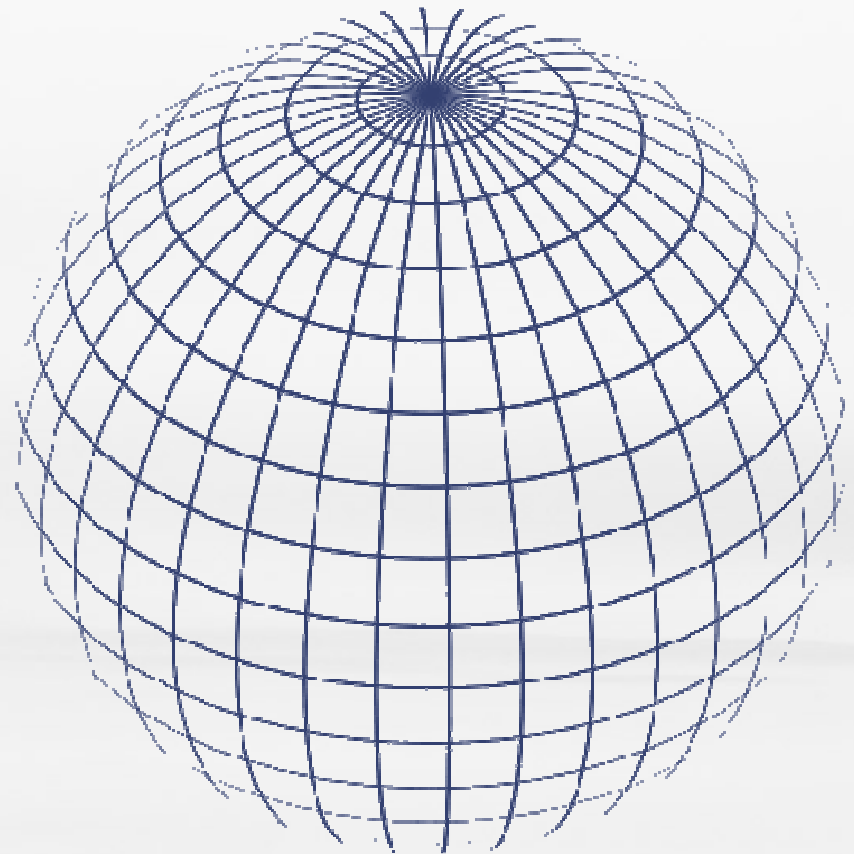
Maa(kera)

<http://www.spacestationinfo.com/images/earth.gif>

Gloobus

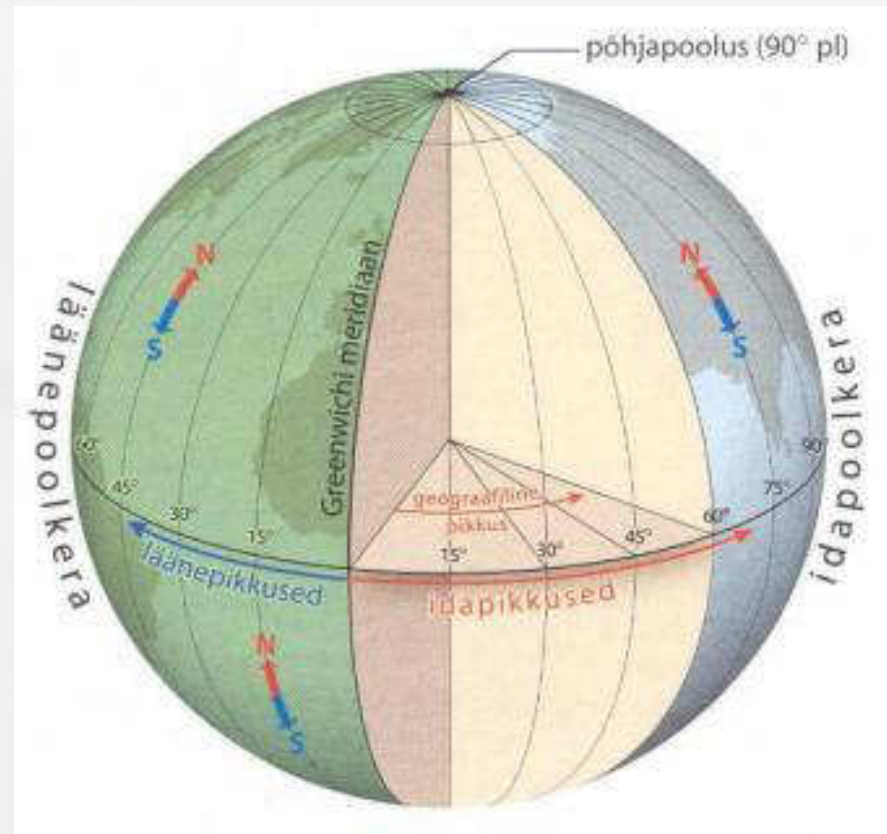
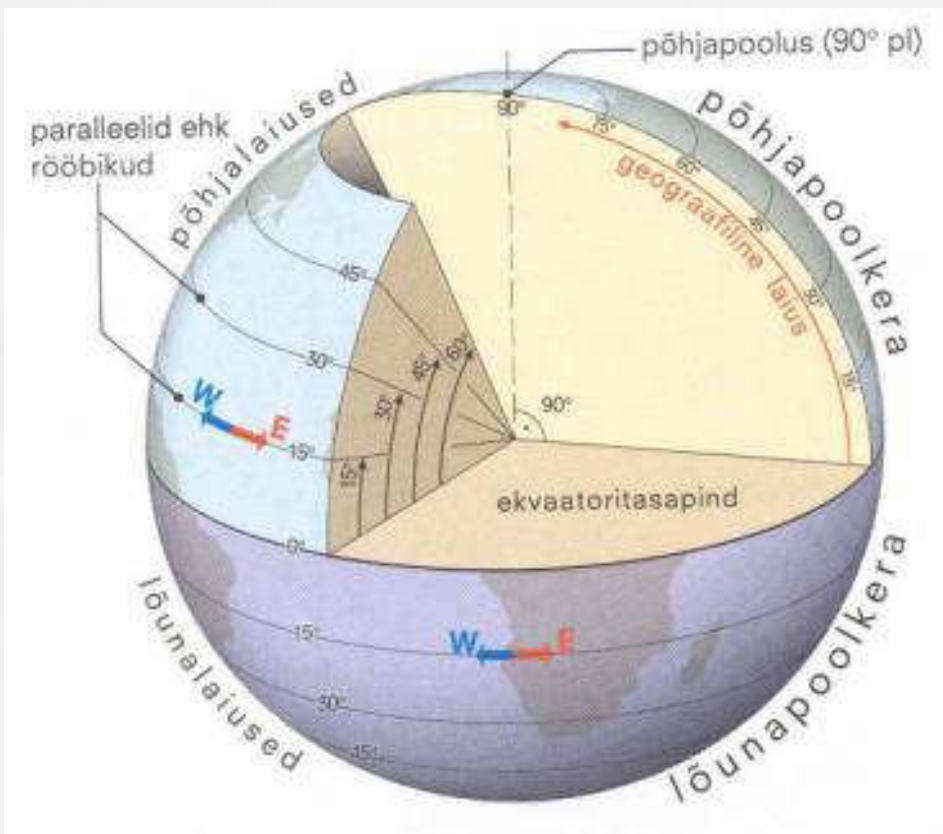


<http://images.hayneedle.com/mgen/master:RG046.jpg?is=800,800,0xfffff>



http://www.airports-worldwide.com/img/wikipedia/aerospace_engineering_278228759.png

Geograafilised koordinaadid



Probleem?

Kui kaugel on üksteisest punktid?

Punkt 1: 58° 54' 25,7"N
26° 8' 16,0"E

Punkt 2: 58° 49' 45,1"N
25° 35' 31,6"E

Punkt 1: X=6531735,4
Y=623171,8

Punkt 2: X=6522182,5
Y=591945,3

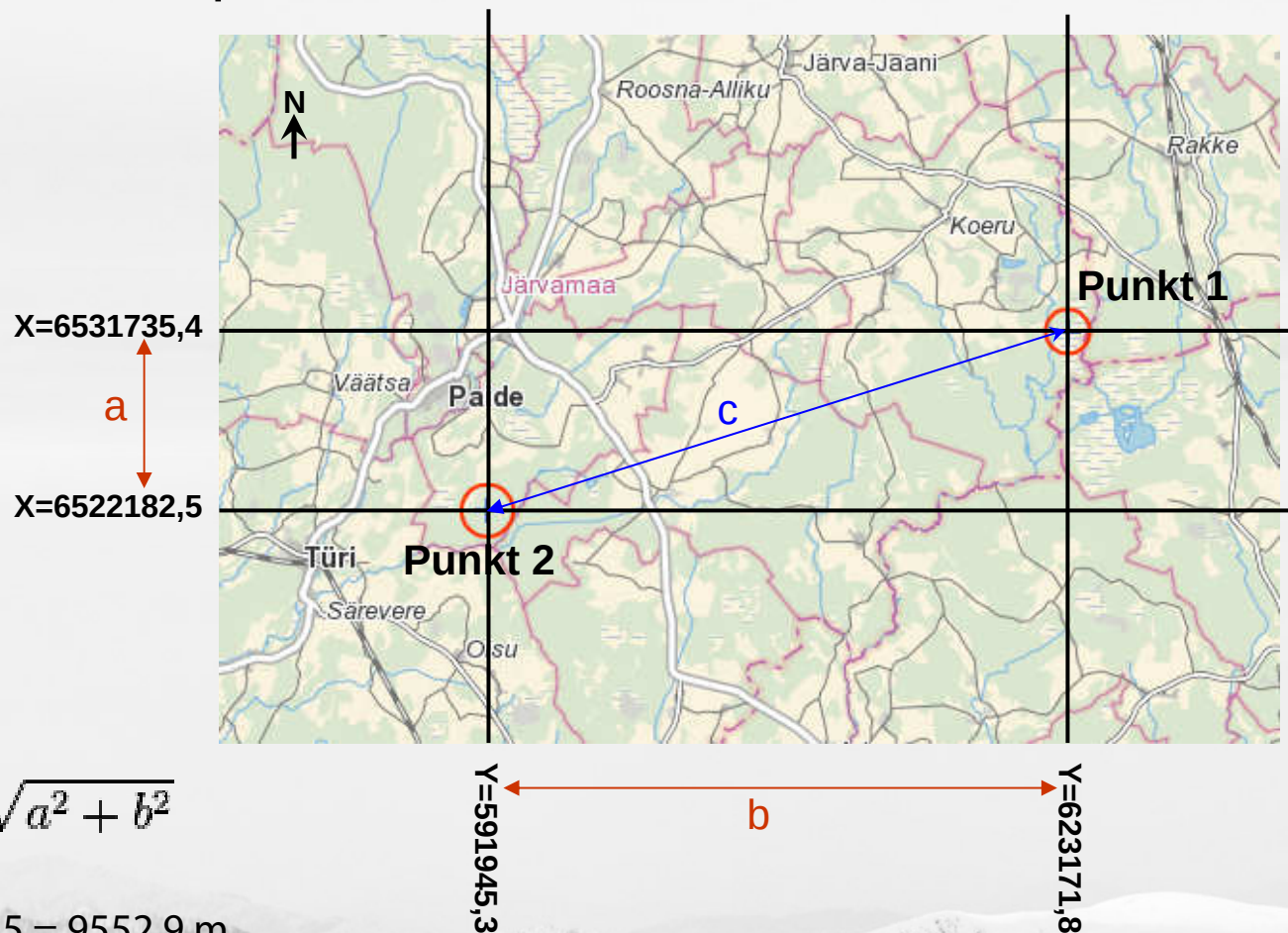
Phytagorase teoreem

$$a^2 + b^2 = c^2 \Leftrightarrow c = \sqrt{a^2 + b^2}$$

$$a = 6531735,4 - 6522182,5 = 9552,9 \text{ m}$$

$$b = 31226,5 \text{ m}$$

$$c = 32655,0 \text{ m} \rightarrow 32,6 \text{ km}$$



Lahendus

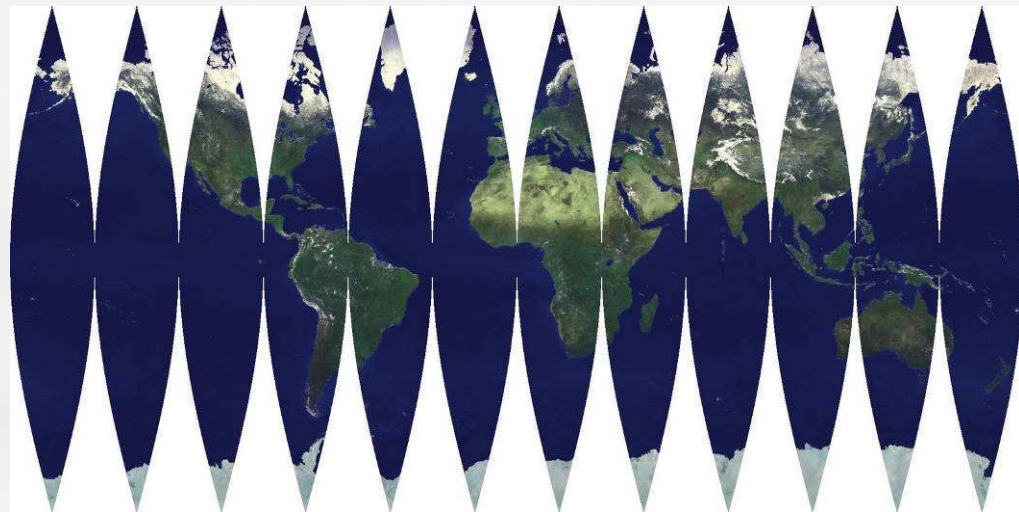
Geograafilised koordinaadid ja sfääriline geomeetria on igapäeva arvutusteks liialt keerukas.

Meil on vaja Maa kujutada tasapinnal ja konstrueerida sinna peale ristkoordinaatide võrk

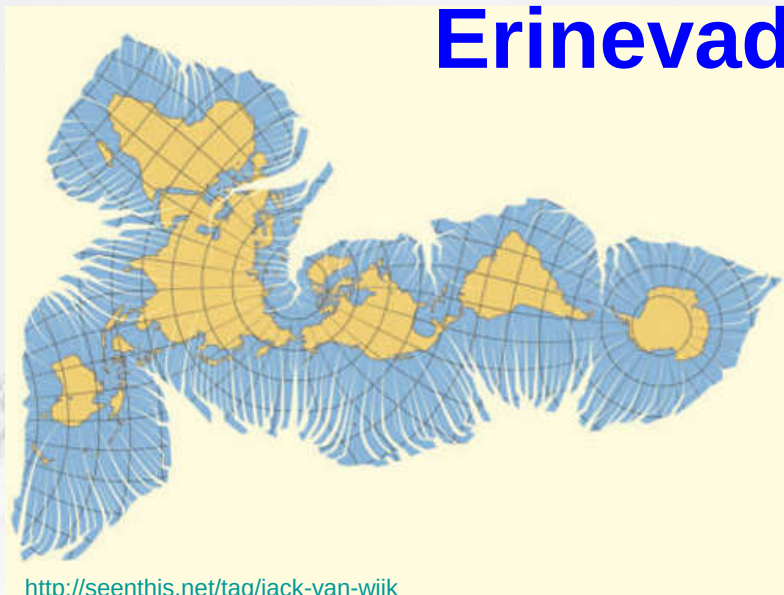
→ see võimaldab teha kaardil mõõtmisi ja arvutusi lähtuvalt matemaatika tunnis õpetatavatest trigonomeetria põhimõtetest.



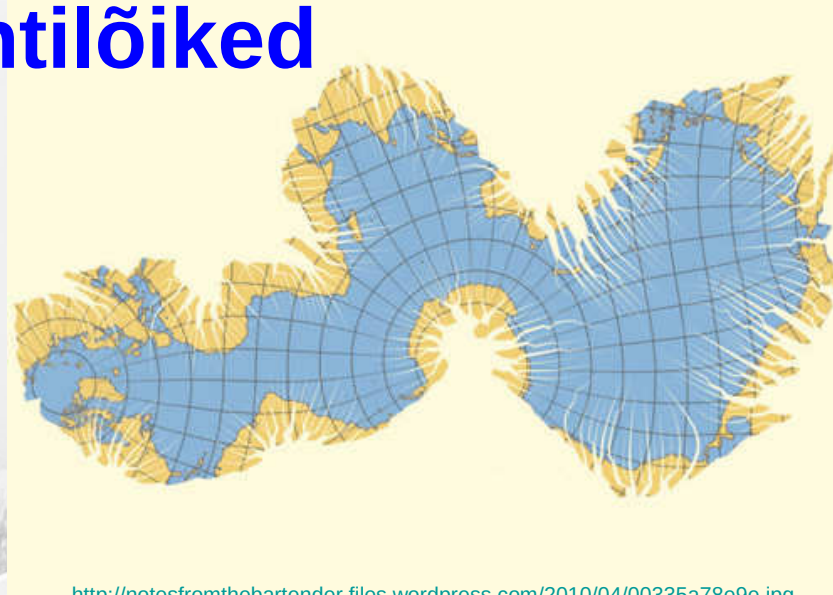
Kera → tasapinnale



Erinevad lahtilõiked



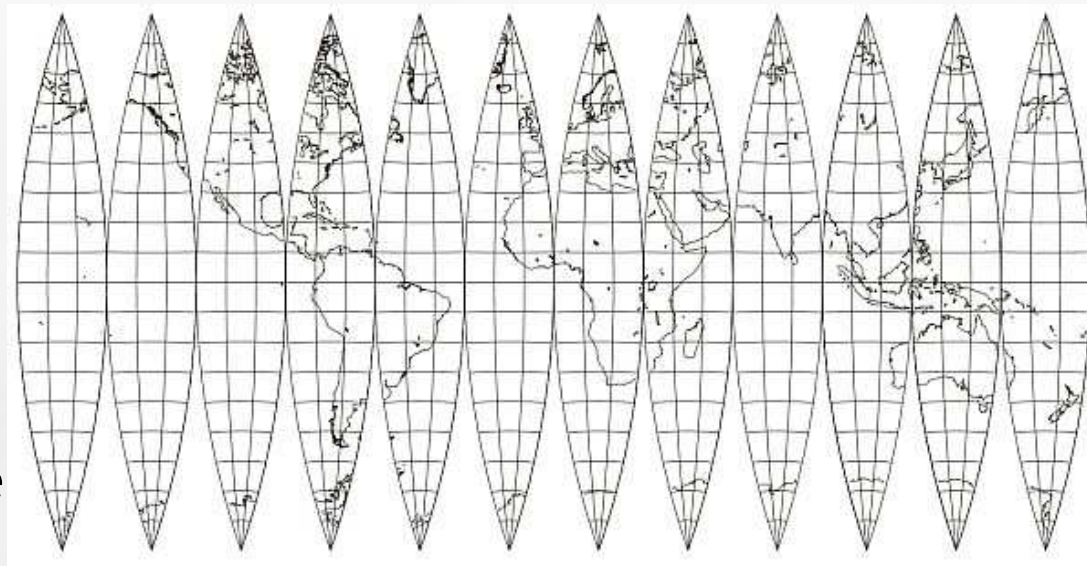
<http://seenthis.net/tag/jack-van-wijk>



<http://notesfromthebartender.files.wordpress.com/2010/04/00335a78e9e.jpg>

Lahtilõiked

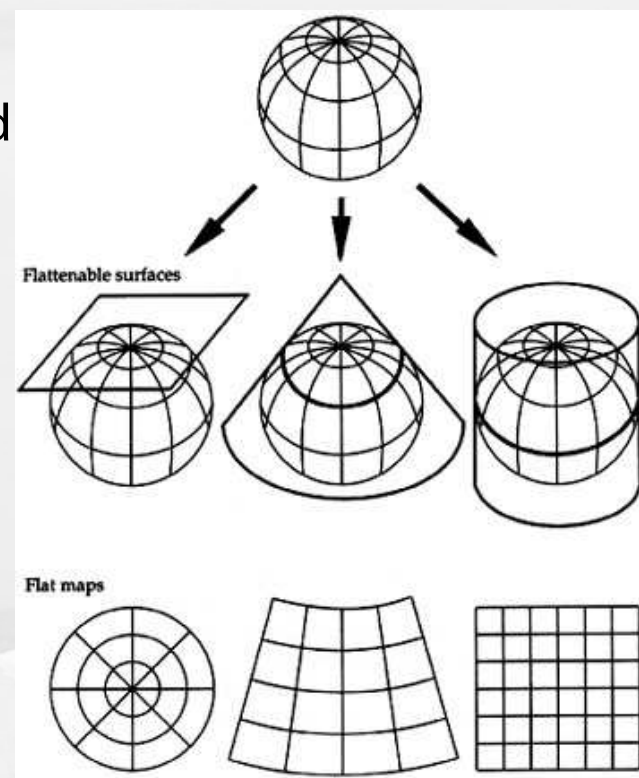
Lahtilõike peale on keeruline konstrueerida ühtset katkematut ristkoordinaatide võrgustikku



Kasutatakse projektsioone ja abipindu – siirdepinnad

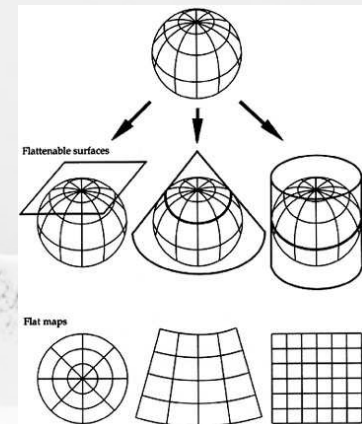
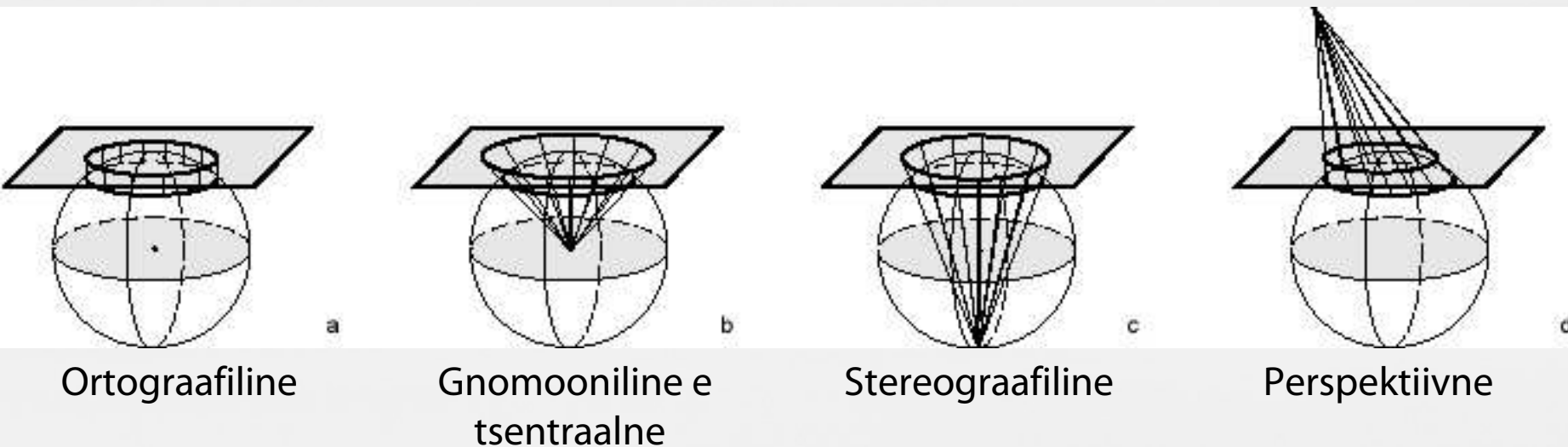
Siirdepind ongi **tasapind** või lihtsalt ühe lõikega lahti lõigatav ja tasapinnaks laotatav pind (**koonus** ja **silinder**).

- Tasapind
- Silinder
- Koonus



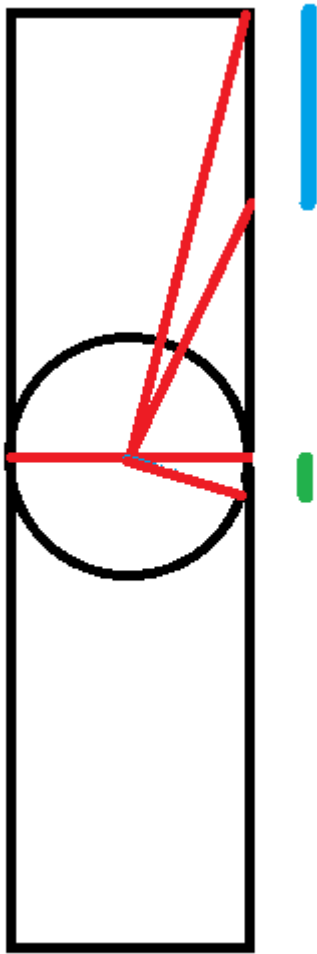
Projitseerimine siirdepinnale

Maakera projitseerimine siirdepinnale võib toimuda erinevatel viisidel:



Moonutused

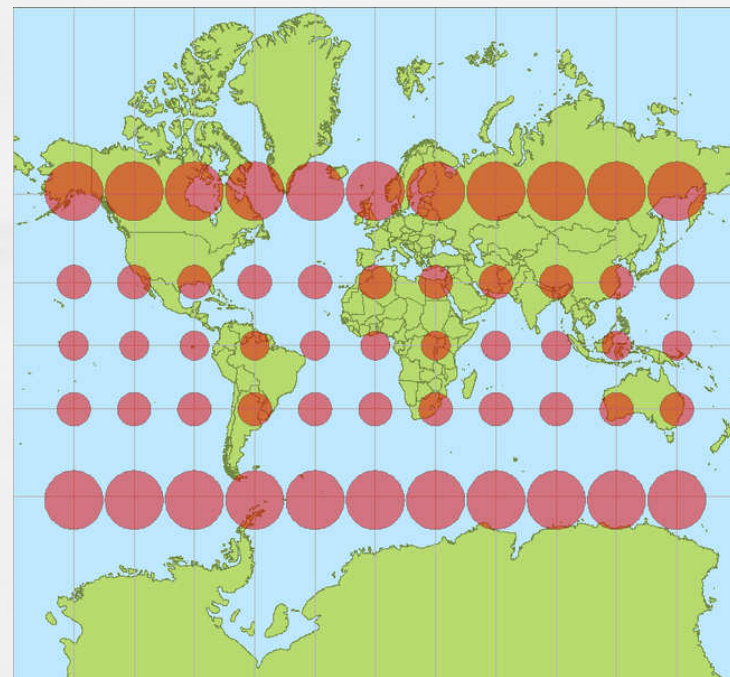
Projektsioonidega kaasnevad moonutused



Silindriline tsentraalne projektsioon (Mercator)

Moonutused suurenevad pooluste suunas eksponentsiaalselt

Poolused kaardile ei mahu



Lahendus – ristkoordinaatide süsteemid konstrueeritakse ainult teatud ala piires, kus moonutused on veel aktsepteeritavad

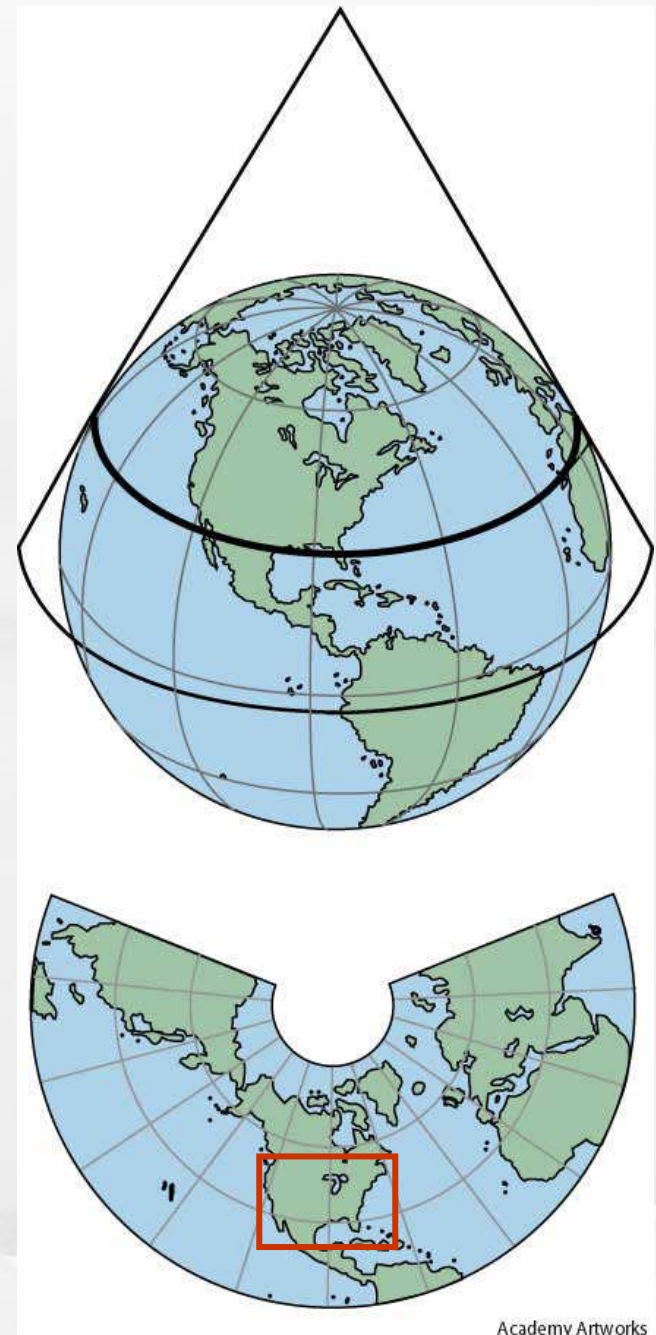
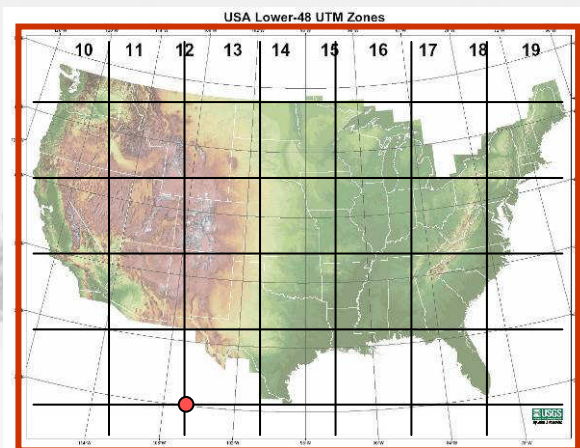
Kokkuvõte

Maakera kujutamiseks tasapinnal valitakse sobiv projektsioon vastava siirdepinnaga.

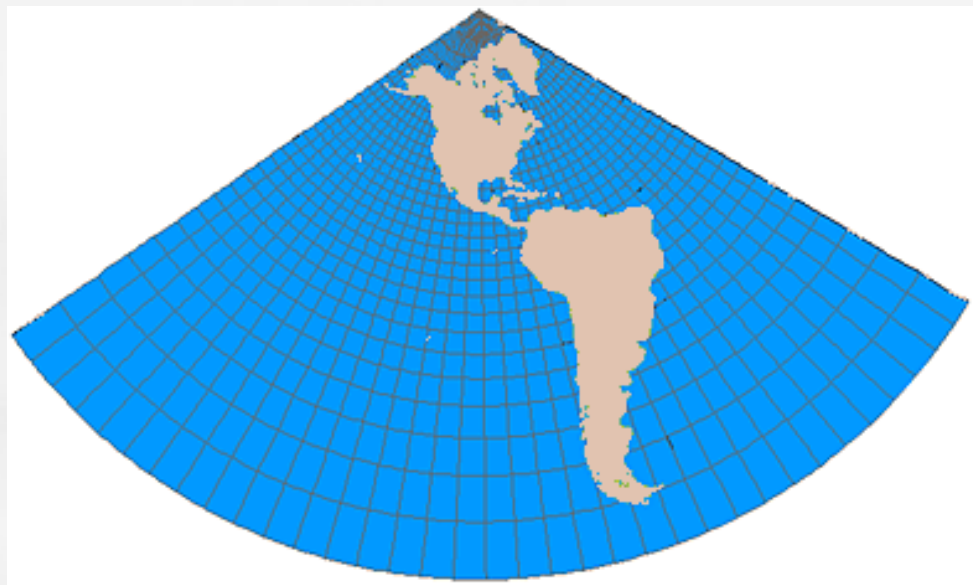
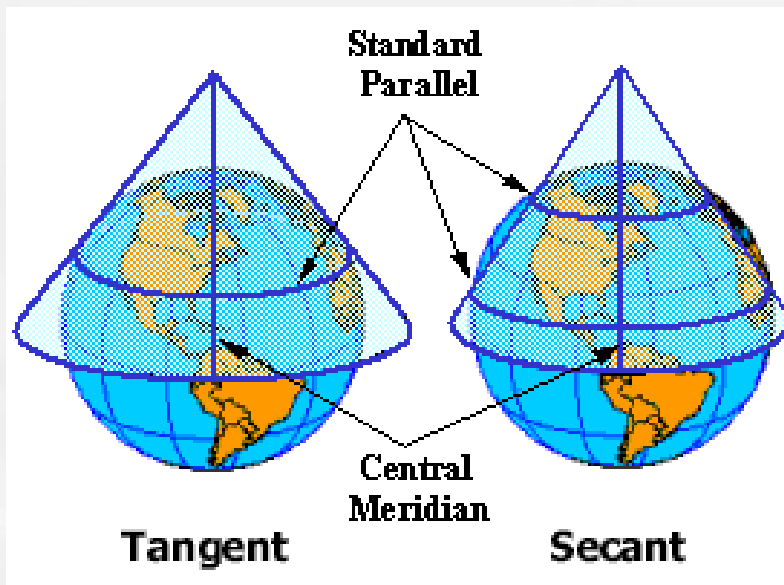
Maa pind projitseeritakse siirdepinnale, mis laotatakse tasapinnale ja saadakse kaart

Vajadusel valitakse piisavalt moondevaba piirkond tasapinnaliselt kaardilt ja konstrueeritakse sinna ristkoordinaatide võrk.

Ristkoordinaatide võrk on seotud geograafiliste koordinaatidega kindla alguspunkti ja telgede orienteerituse jm parameetrite kaudu.



Veel projektsioonidest

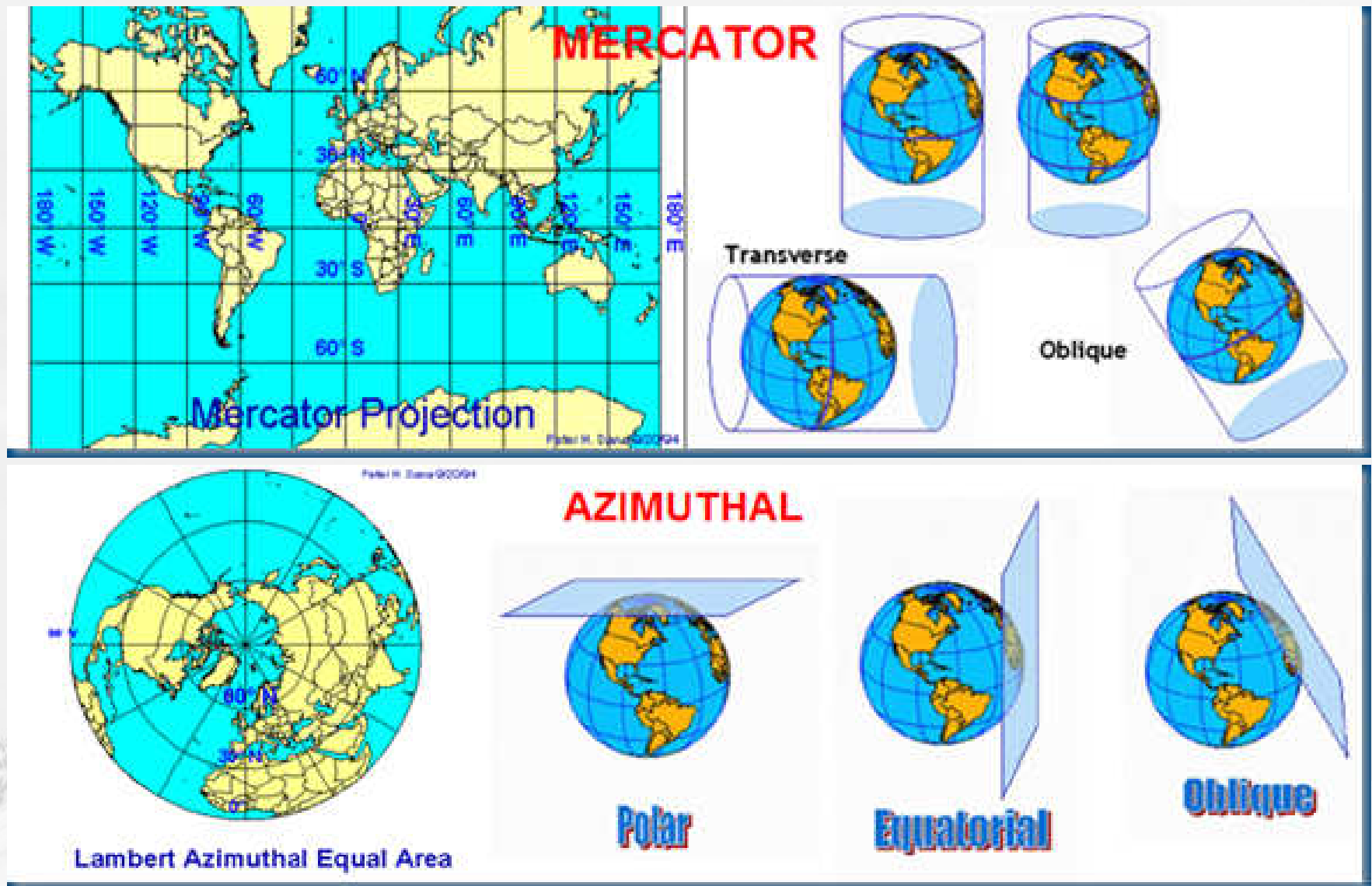


<http://www.geo.hunter.cuny.edu/~jochen/GTECH201/Lectures/Lec6concepts/>

Siirdepinnaga lõikamine → standardparalleelid

Moonutuste vähendamine

Veel projektsioonidest

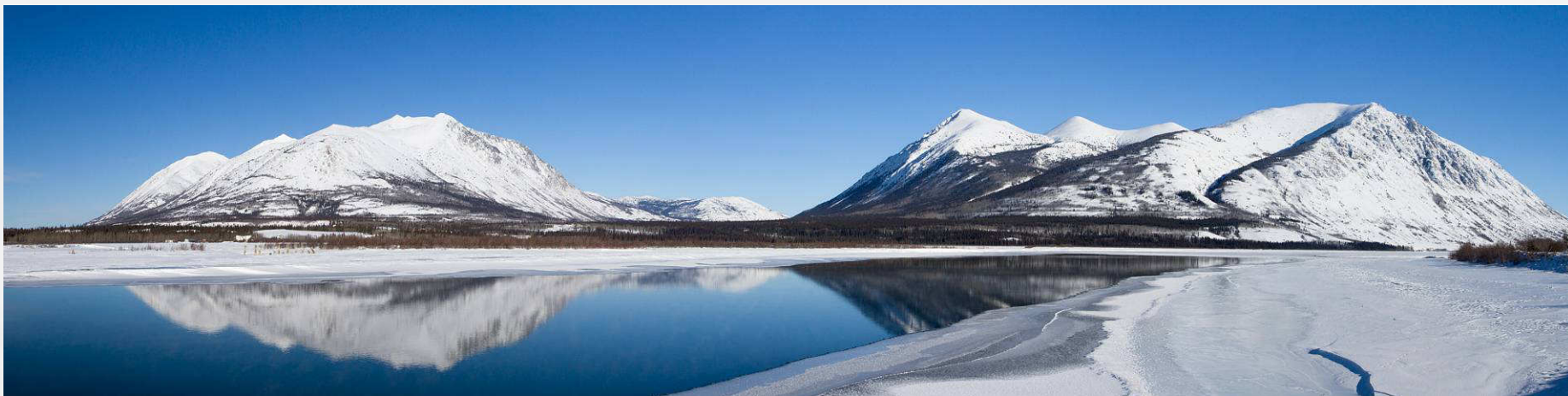


Kõik ei ole aga nii lihtne...

Maa ei ole ümmargune!



Maakera lähemalt vaadates



http://www.nicolasdory.com/wp-content/uploads/2011/02/2011_02_21_NaresLakePano.jpg

Maakera kõrgeim koht 8848m üle merepinna ja
madalaim 11000m alla merepinna

Merepinna all peetakse siin silmas pinda, mis kujutab
häirimata maailmamere taset, selle pinna nimeks on:

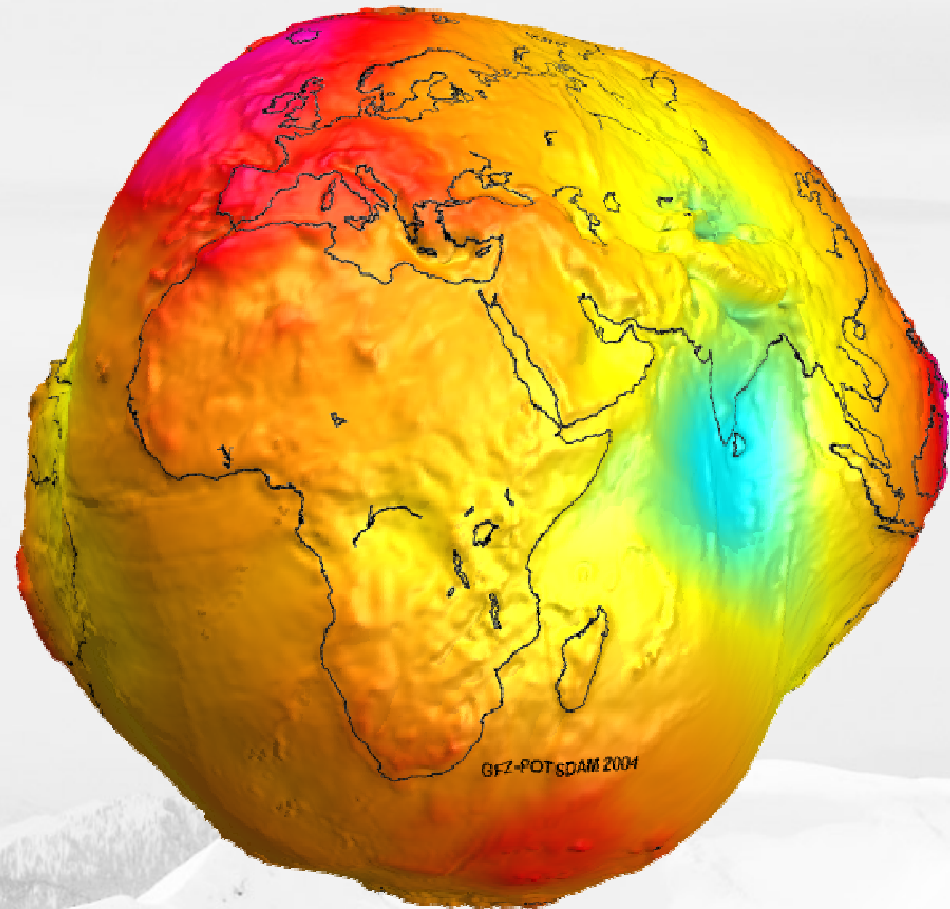
Geoid

Geoid

Maapinda kõige täpsemini kirjeldav geofüüsikaline mudel, mis on saadud gravimeetriliste mõõtmiste tulemusel.

Maa gravitatsioonivälja ekvipotentsiaalpind

Geoidi madalamate ja kõrgemate punktide vaheline erinevus kuskil 200m piires.



Ellipsoid

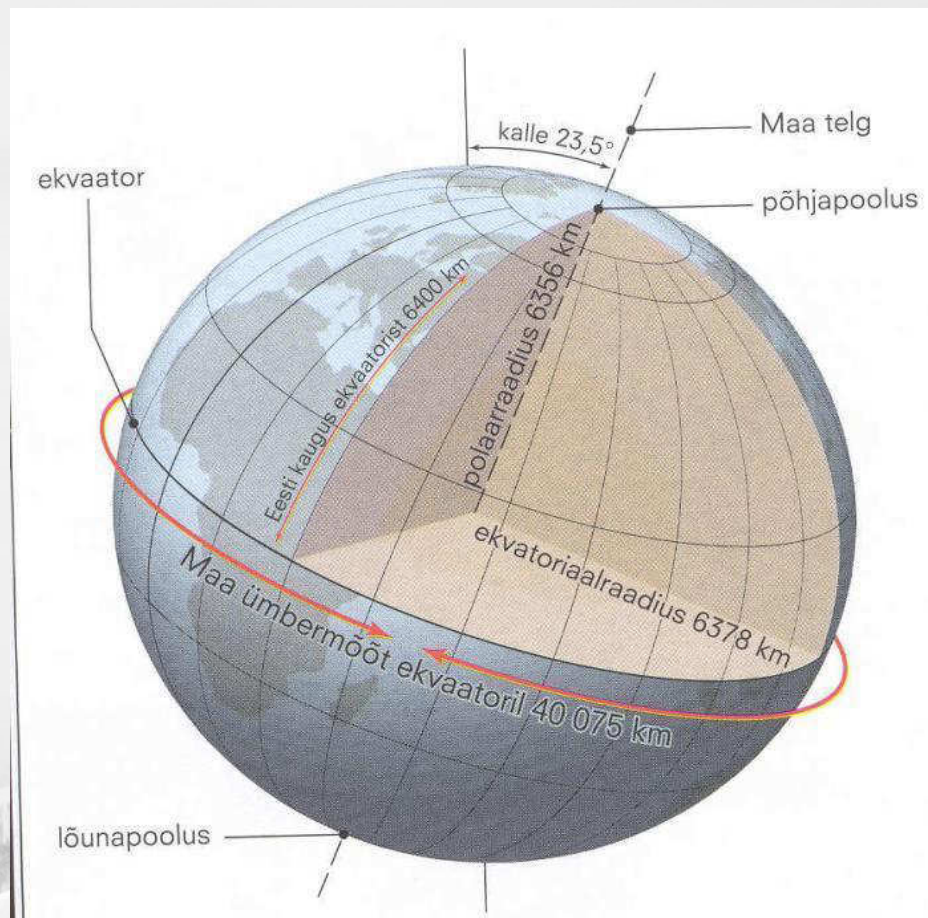
Geoid on “liialt keeruline” igapäeva arvutuste jaoks – seetõttu kasutatakse selle lähendusena ellipsoidi

Miks ellipsoid, mitte kera?

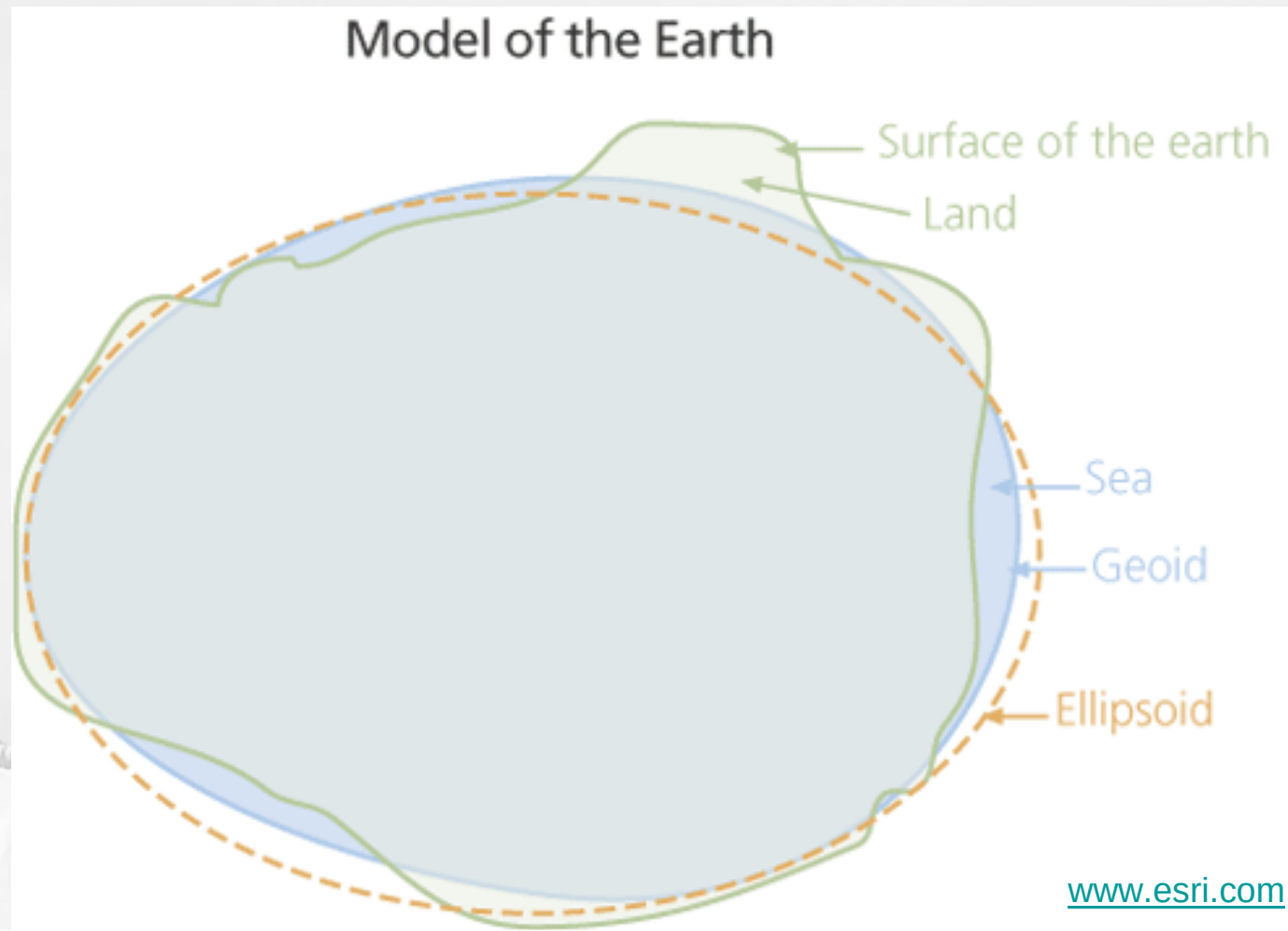
Maaker on “lapik”

Pooluste kohalt natuke
“kokku surutud”

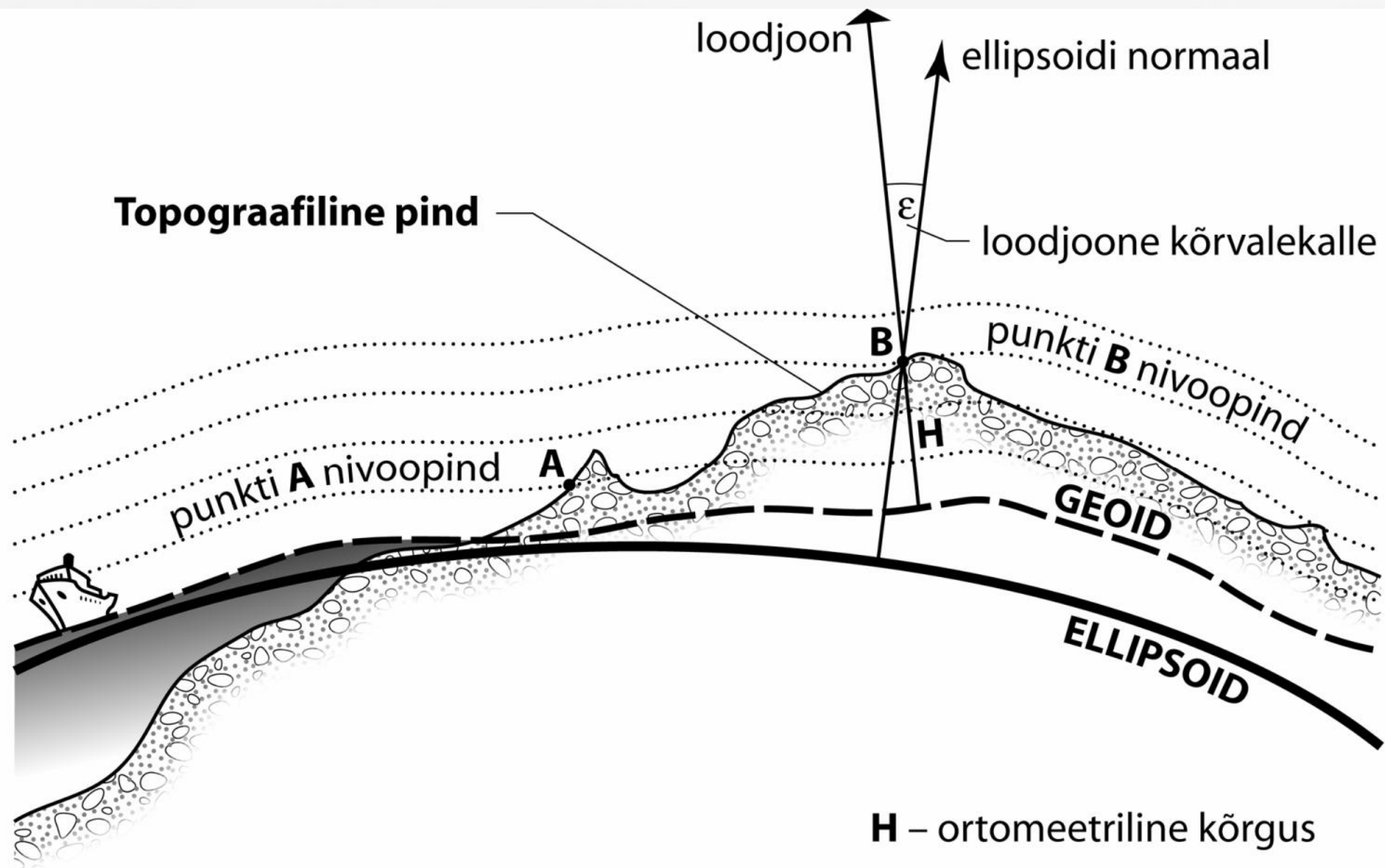
Ellipsoid kirjeldab Maad
paremini (täpsemalt)
kui kera



Ellipsoid



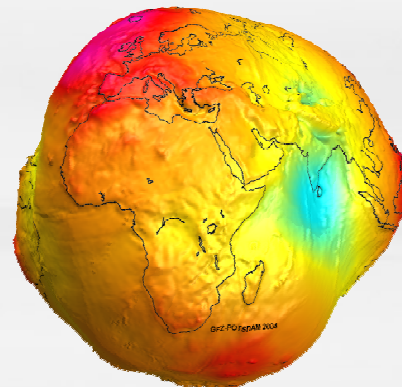
Geoid, ellipsoid



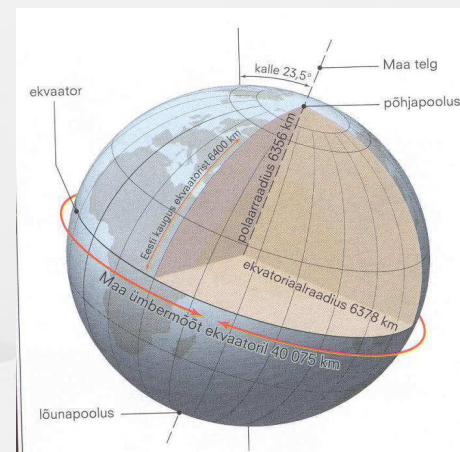
Vahekokkuvõte 1

Maa ei ole päris ümmargune, vaid natuke lapik.

Kõige paremini iseloomustab
Maa kuju geoid, aga igapäevaseks
kasutuseks on see liialt keeruline.



Kõige sobivamaks lähenduseks Maa kujule
on ellipsoid, mis annab seda edasi
piisavalt täpselt ja lihtsalt ehk on
matemaatiliselt suhteliselt kergesti
kirjeldatav.



Asukoht ruumis – Maa pinnal

Kaardid kujutavad Maa pinda **tasapinnal** ja seovad erinevad kohad ühte süsteemi läbi kauguste, suundade ja pindade.

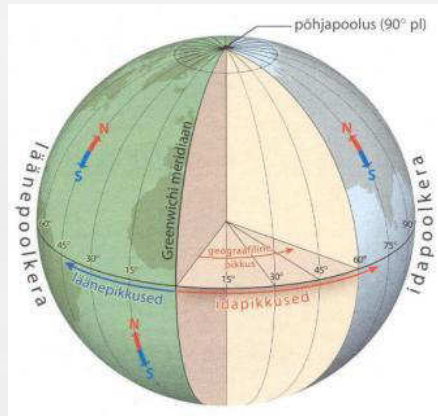
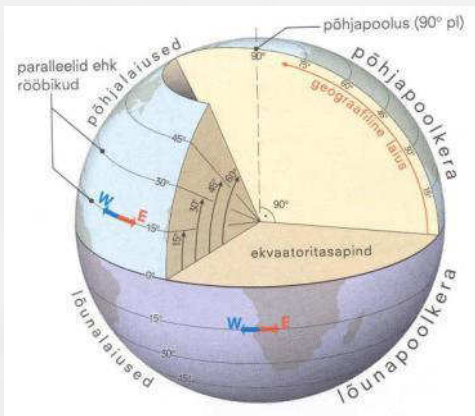
Asukoha määramiseks ruumis on vaja mingit koordinaatide süsteemi

Peamised kasutatavad koordinaatide tüübid:

- Geograafilised
- Ristkoordinaadid



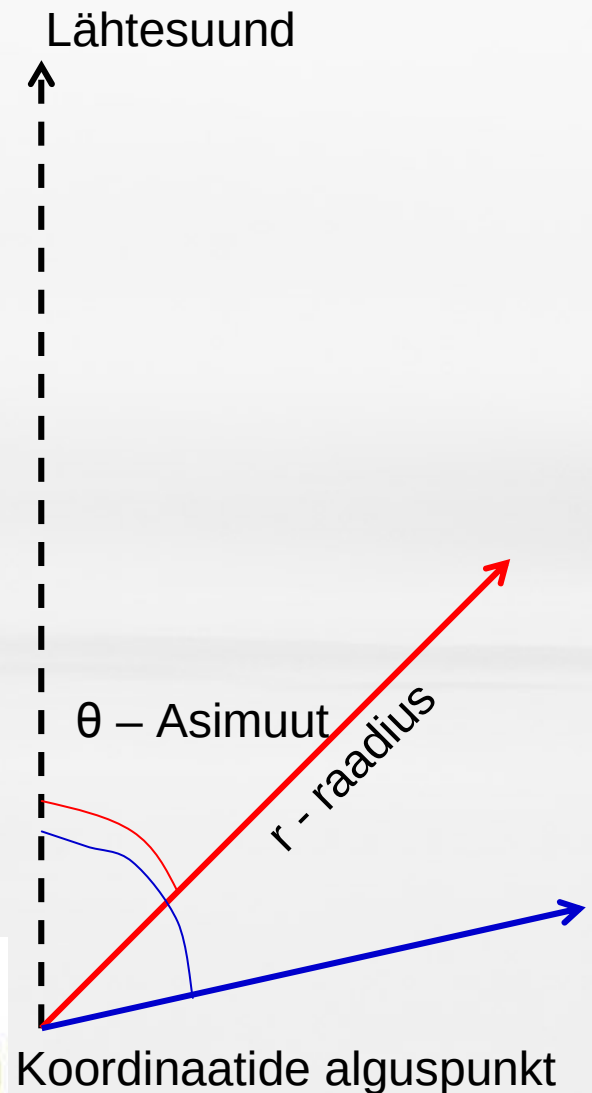
Nurkkkoordinaadid



Geograafilised koordinaadid

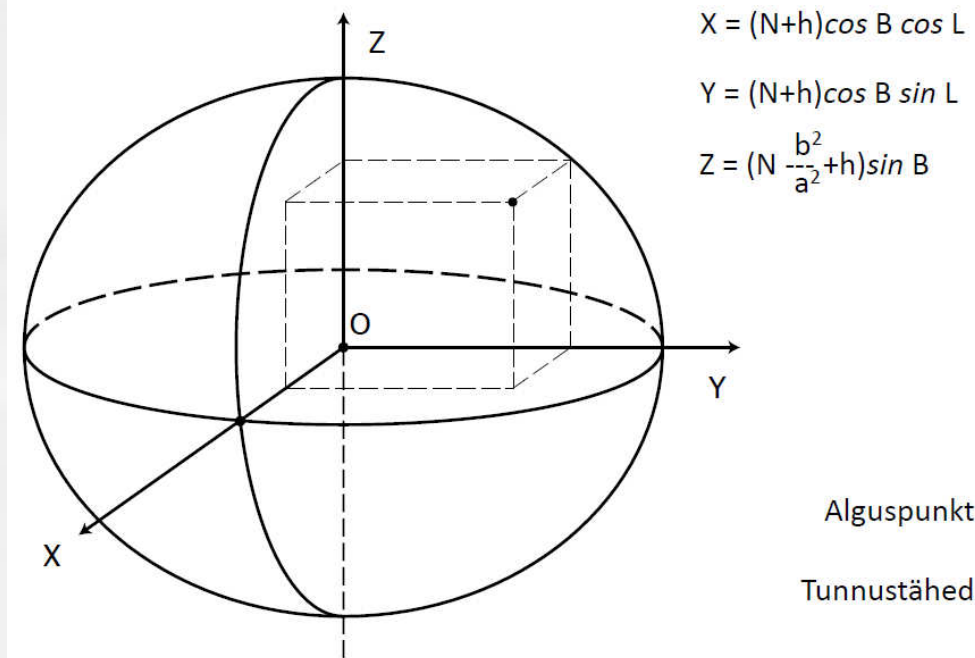
Punktide omavaheliste kauguste arvutamine nurkkoordinaatidega on keerukam ja tüütum

Polaarkoordinaadid

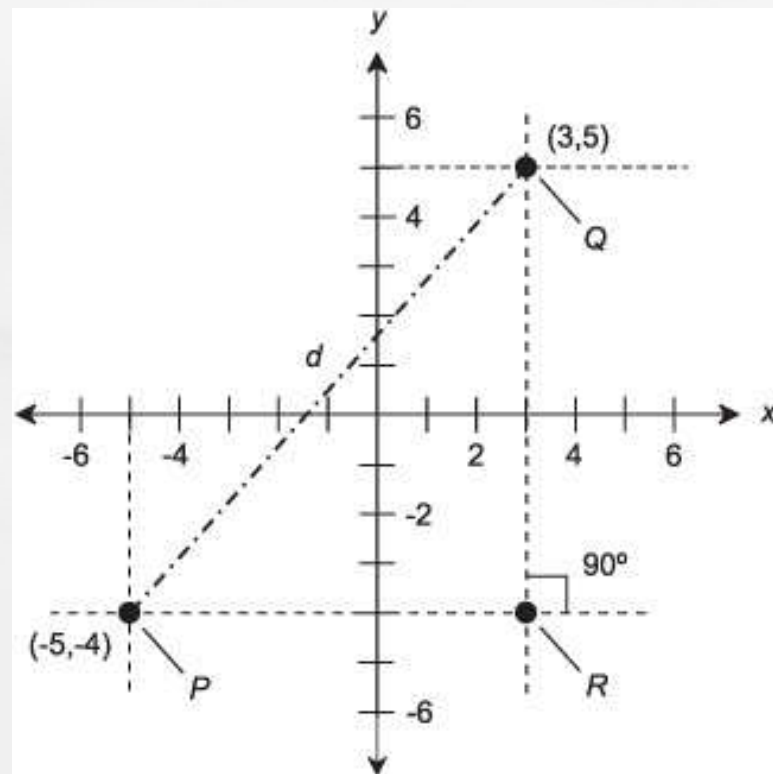


Ristkoordinaadid

Ruumilised ristkoordinaadid



Tasapinnalised ristkoordinaadid



Tasapinnalised ristkoordinaadid on arvutuste tegemiseks kõige lihtsamad. Eriti olulised on need just suuremamõõtkavalistel kaartidel asukohtade määramiseks ja arvutuste tegemiseks (kaugus, pindala, suund).

Ristkoordinaadid

Tasapinnalised ristkoordinaadid “ piisavalt väikse ala kohta”

Ei pea arvestama Maa kumerust
ehk siis ei ole vaja:
Ellipsoidi
Projektsiooni
jm

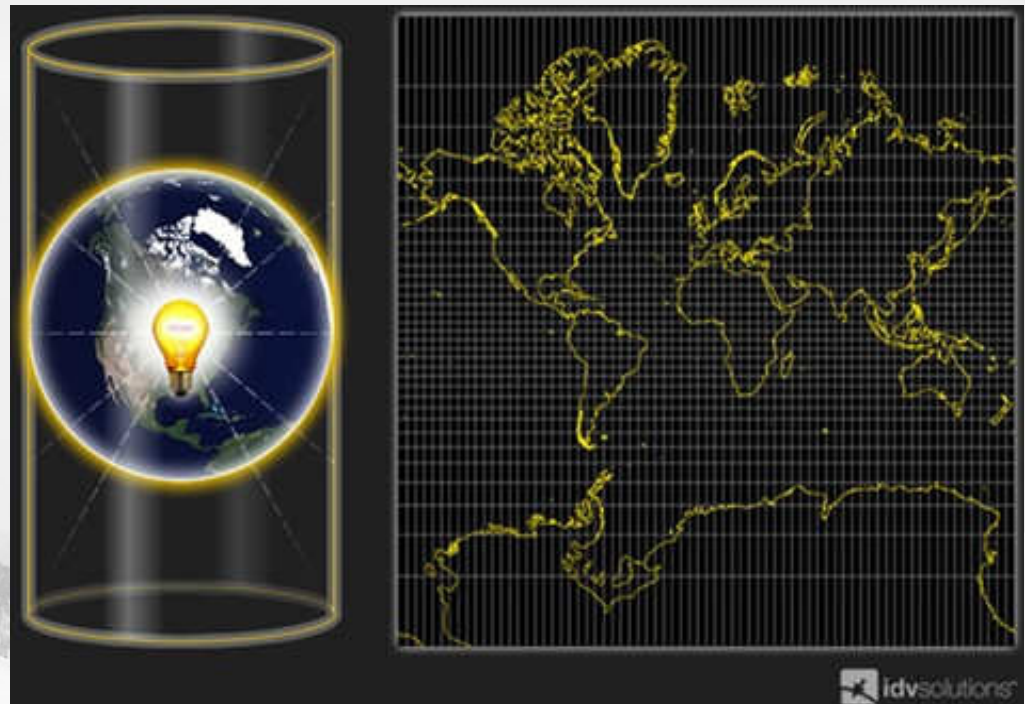
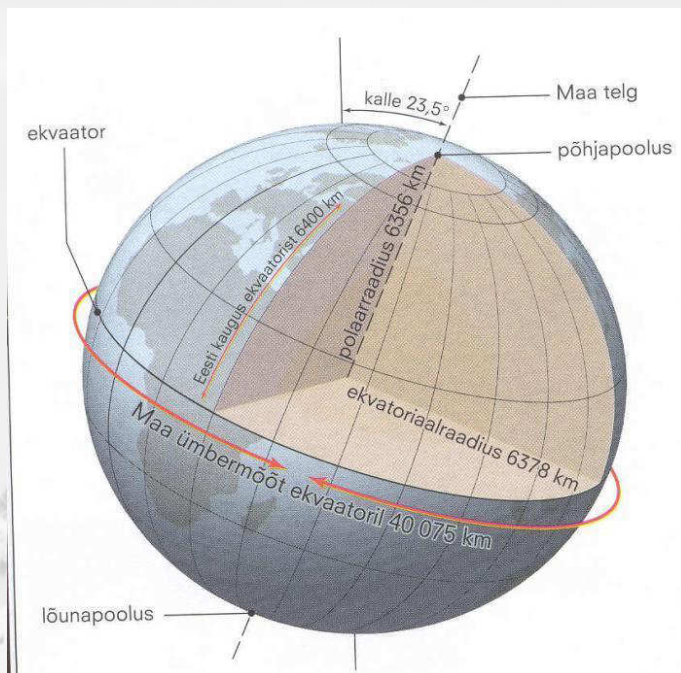
Kust maalt algab aga suurem
ala, kus juba peaks arvestama?



kuni 10x10 km alal võib Maa kumerust mõõdistamisel ignoreerida

Maakera → tasapinnale (kaart)

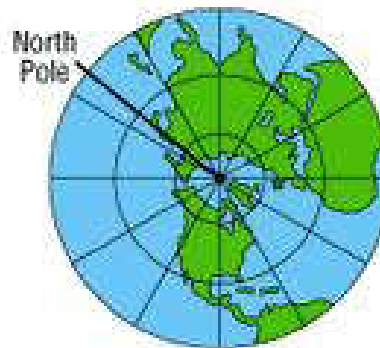
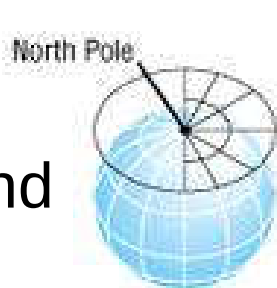
Maakera (kuju lähendusena kasutatakse referentsellipsoidi – kindlate parameetritega ellipsoid, telgede suurused, keskpunkt, orienteeritus) viimiseks tasapinnale kasutatakse erinevaid projektsoone.



Projektsioonide tüübid

Siirdepinna järgi

Tasapind



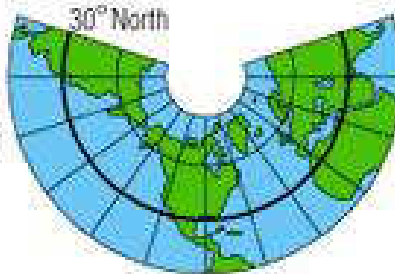
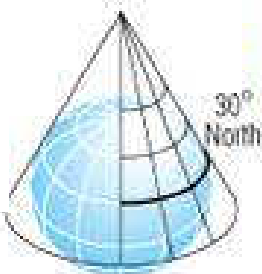
Tasapinnaline

Silinder



Silindriline

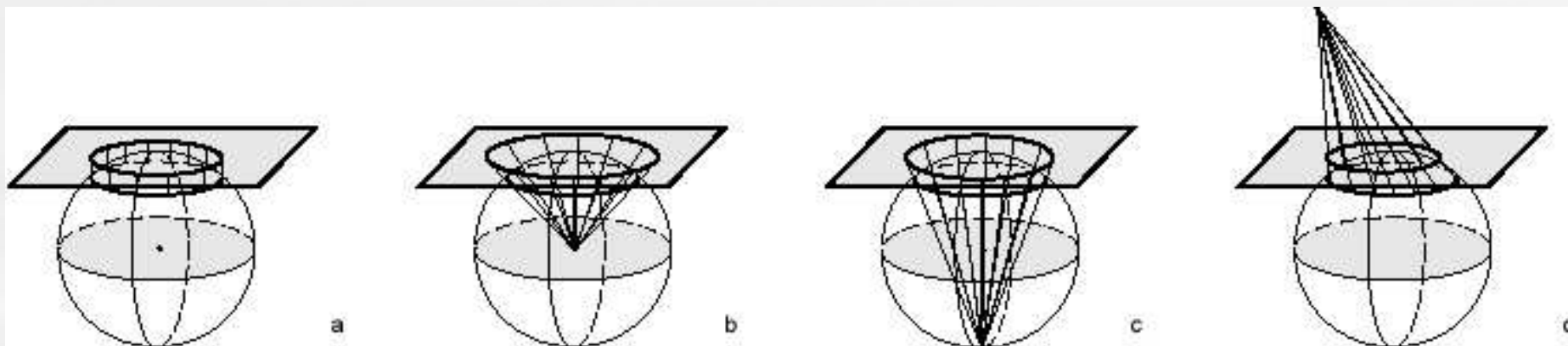
Koonus



Kooniline

Projektsioonide tüübid

Projitseerimisviisi järgi



Ortograafiline

Gnomooniline e
tsentraalne

Stereograafiline

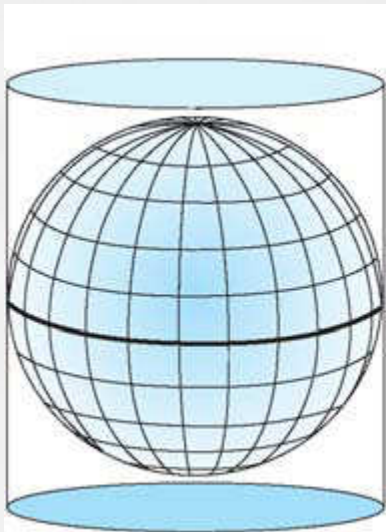
Perspektiivne



Projektsioonide tüübid

Aspekti järgi

Normaal



Põik



Kald



Projektsioonid

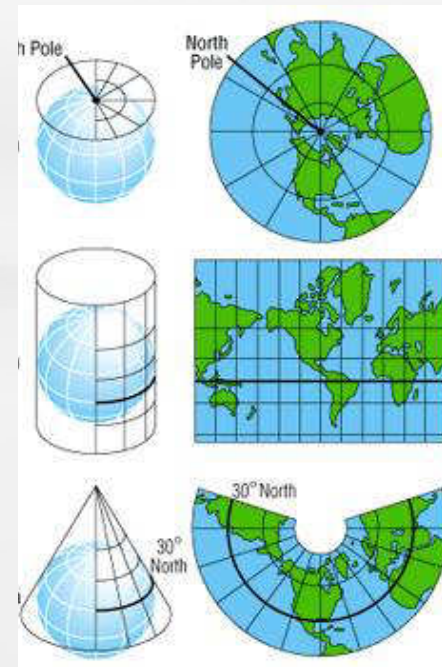
Kaardiprojektsioonist sõltuvad kaardi omadused ja moonutused

- Õigepikkuselised e pikkusmoonutuseteta e ekvidistanttsed (teatud jooned)
- Õigenurksed e nurgamoonutuseteta e **konformsed** (õige kuju lõpmata väikestel aladel)
- Õigepindsed e pindalamoonutusteta e ekvivalenttsed (säilib proportsioon)
- Vähimmoondelised (kõik põhilised moonutused on püütud viia miinimumini)
- Sobedad e kokkuleppelised e konventsionaalsed kaardid
- Suvalised e vabad (väga suurte moonutustega või ekstravagantsed kindlate omadusteta)

Vahekokkuvõte 2

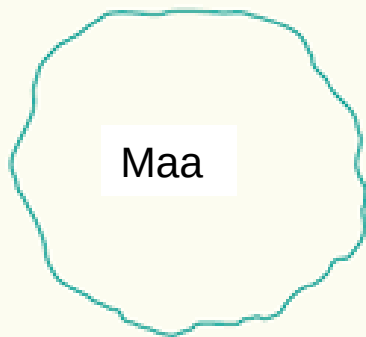
Maakera kujutamiseks tasapinnal kasutatakse erinevaid projektsioone.

Projektsioon on referentsellipsoidil (kindlate parameetritega Maa kuju lähendus) olevate punktide teisendusviis projektsiooni siirdepinnale.



Projektsiooni siirdepinna laotamisel tasapinnale saadaksegi kaart, millele saab konstrueerida kindlast alguspunktist lähtuva ristkoordinaatide süsteemi.

Vahekokkuvõte 2

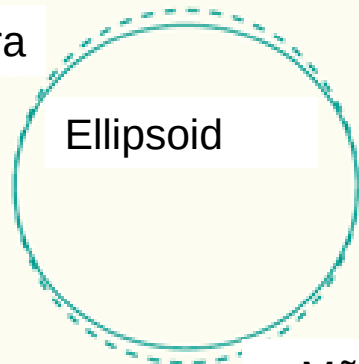


Maa

Referentspinna
valik

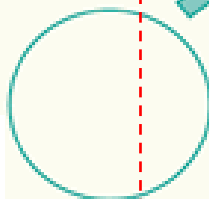


Kera

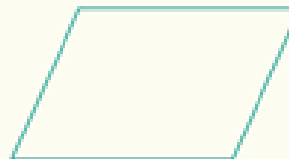
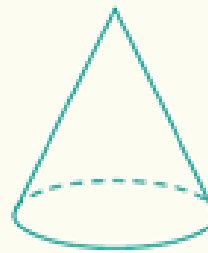
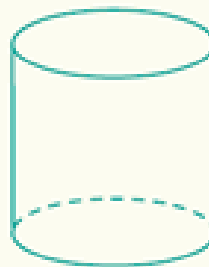


Ellipsoid

Mõõtkava
vähendamine



Projection
on the map
plane

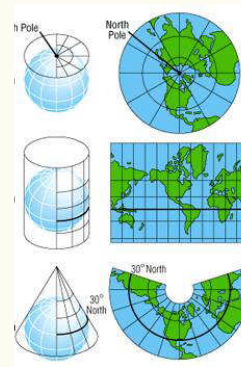


Map
production

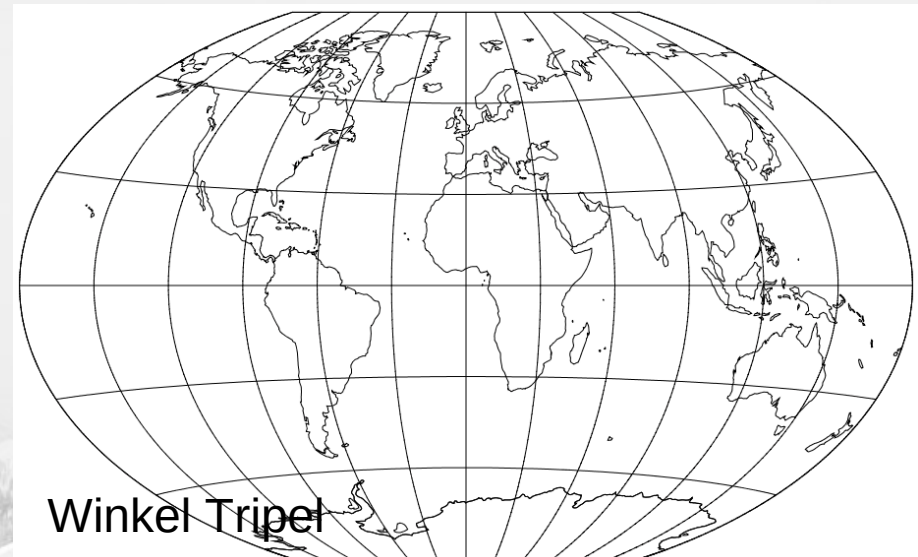
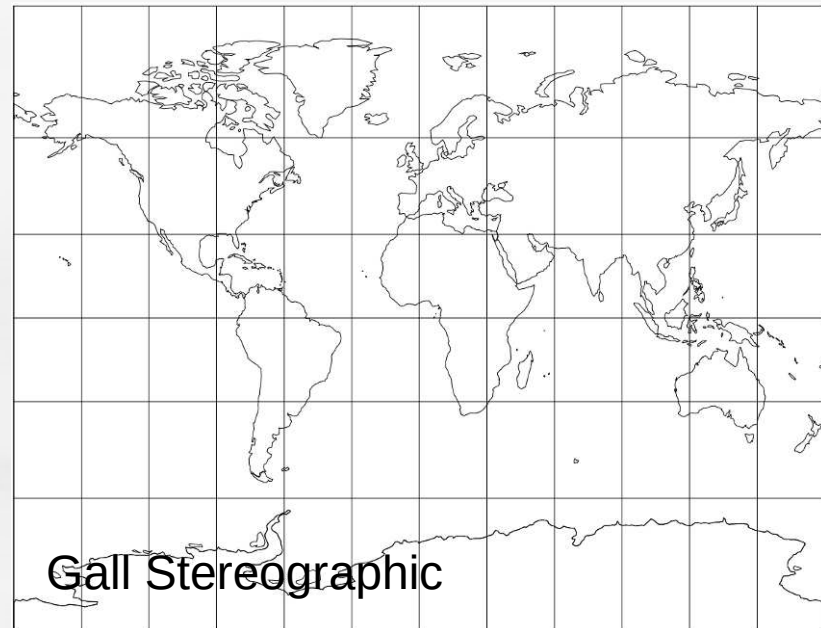
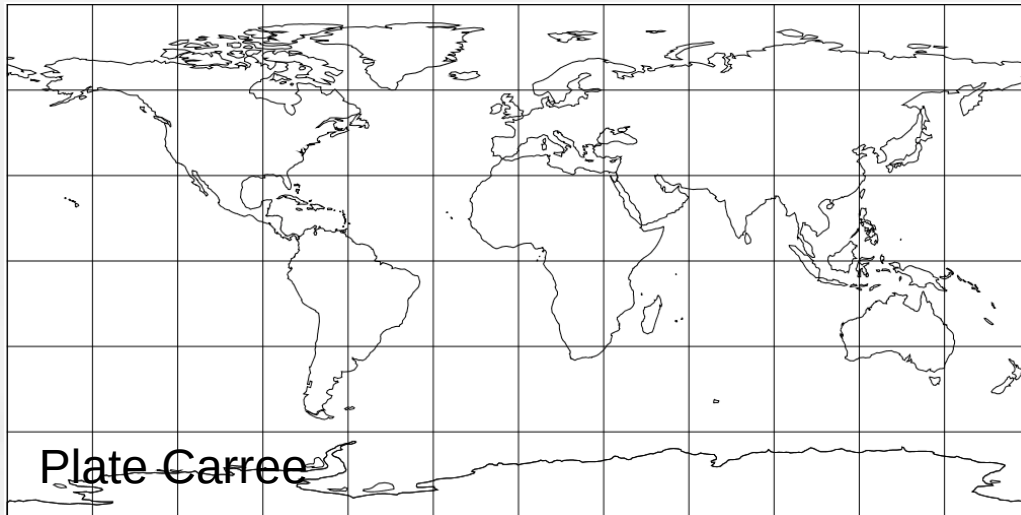


Maa
esitamine
tasapinnal

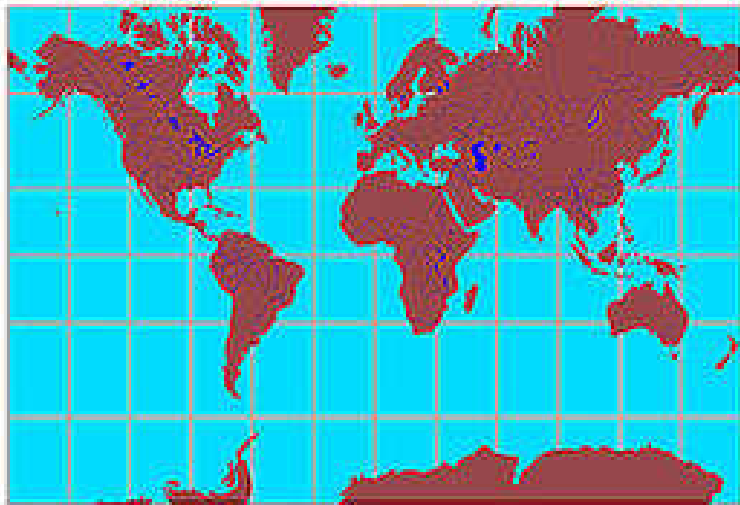
Sobiva kaardiprojektsiooni valik:
Siirdepind, projitseerimisviis,
aspekt, lõikeparalleelid



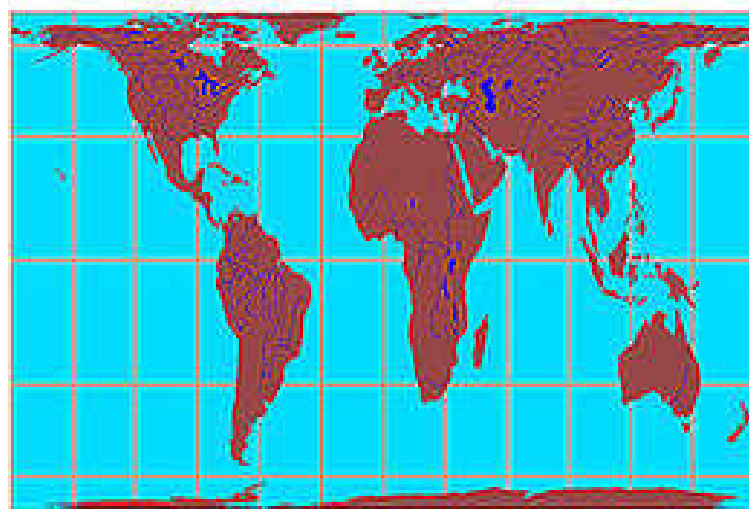
Kaardiprojektsioonid



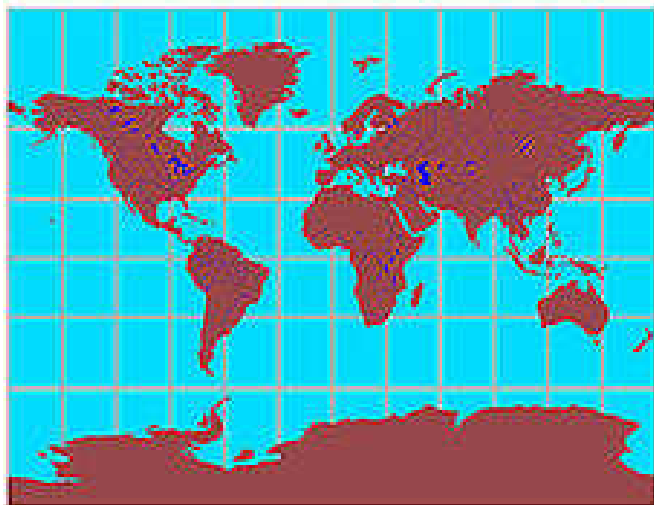
Kaardiprojektsioonid



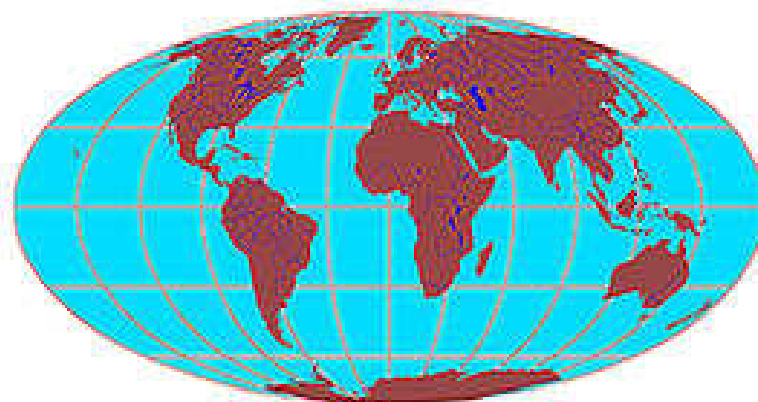
Mercator Projection



Gall-Peters Projection



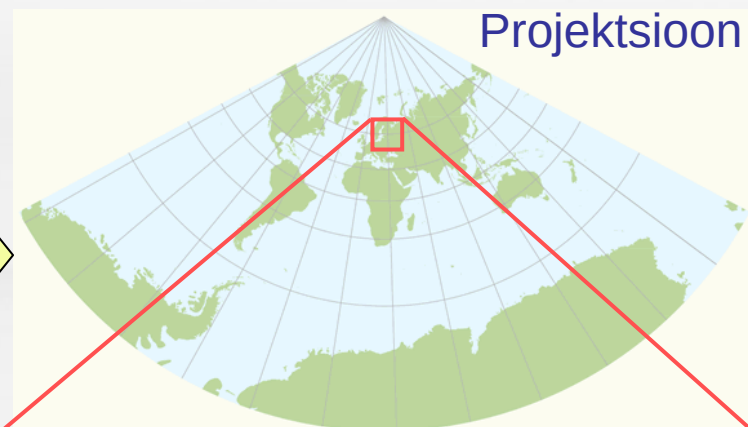
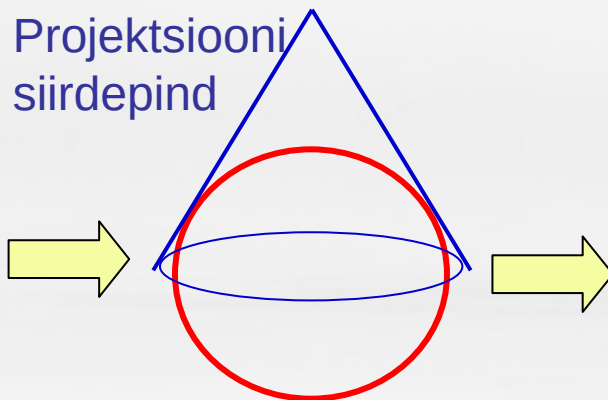
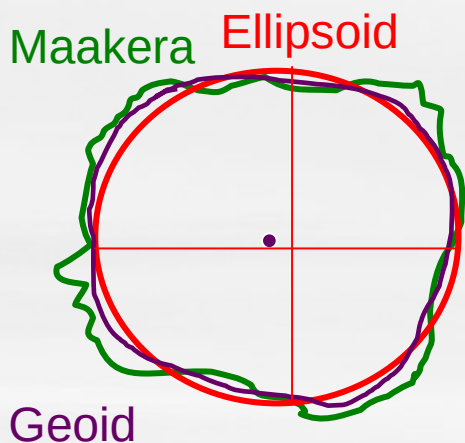
Miller Cylindrical Projection



Mollweide Projection

Ristkoordinaatide süsteem

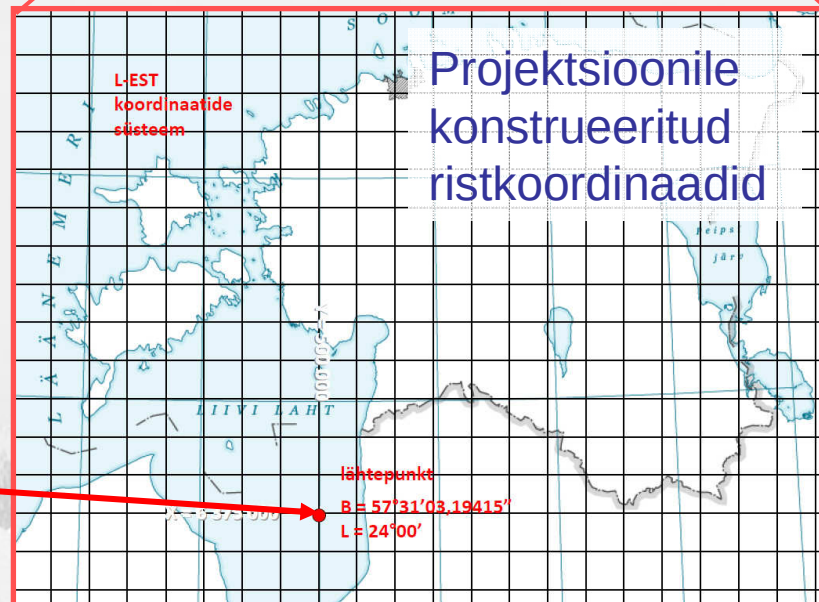
...konstrueeritakse lähtuvalt valitud alguspunktist



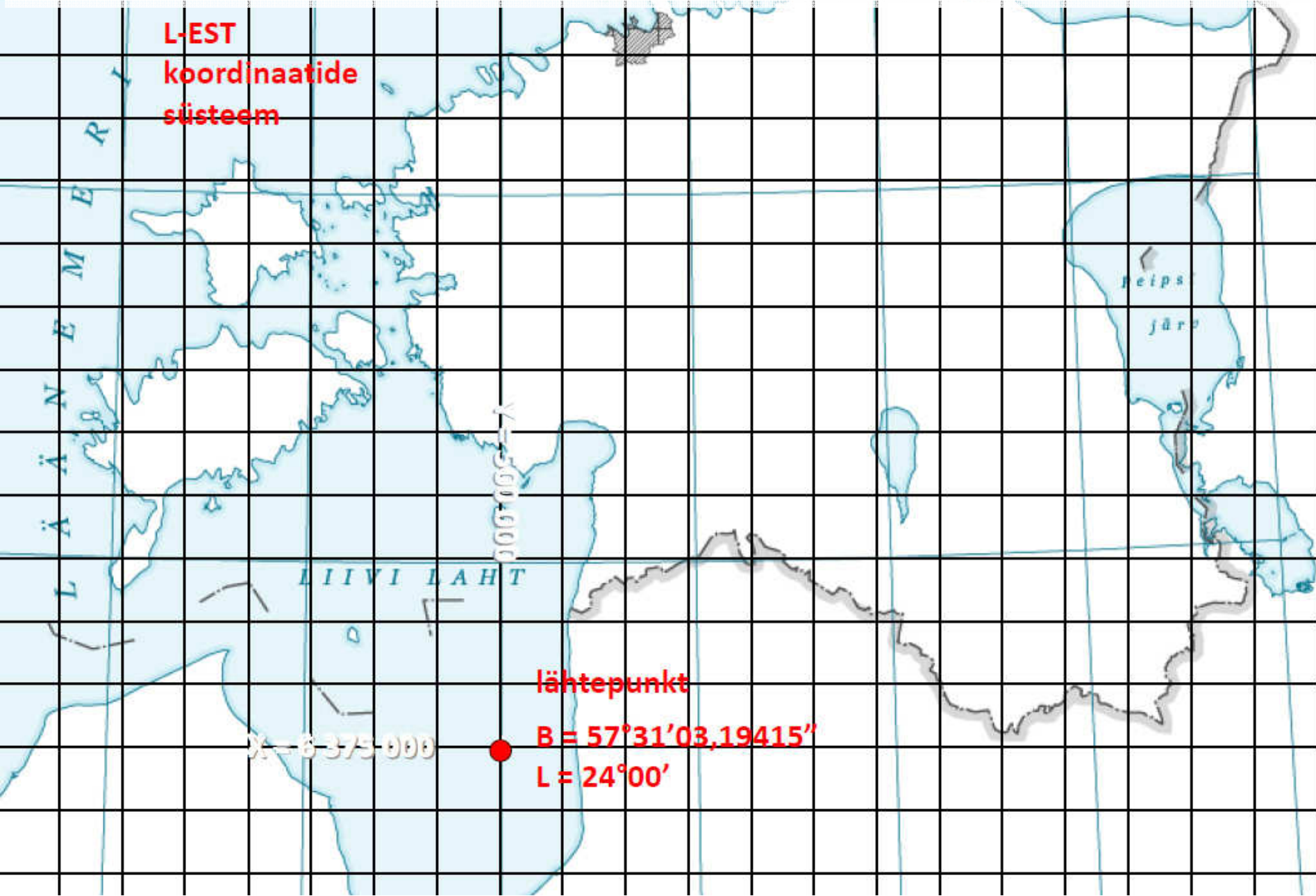
Eesti põhikaardi tasapinnalise
ristkoordinaatsüsteemi L-EST
alguspunkt on:

$$B = 57^{\circ} 31' 03,19415''$$

$$L = 24^{\circ} 00' 00''$$



Ristkoordinaatide süsteem



L-EST koordinaatsüsteem

Projektsiooni info

- Lamberti konformne kooniline projektsioon
LAMBERT-EST
- Geodeetiline referentssüsteem ETRS89
 - fikseerib daatumi, referentsellipsoidi ja selle orientatsiooni
 - Koordinaatide lähtepunkti
 - Koordinaattelgede orientatsiooni
- Referentsellipsoid: GRS80
- Koonuse lõikeparalleelid: $B_L = 58^\circ 00'$
 $B_P = 59^\circ 20'$
- Telgmeridiaan: $L_K = 24^\circ 00' 00''$

L-EST koordinaatsüsteem

Tasapinnaline ristkoordinaatide süsteem

- Põhineb LAMBERT-EST projektsioonil
- x-telg on kollineaarne LAMBERT-EST telgmeridiaaniga $L_K = 24^\circ 00' 00''$
- Lähtepunkti geodeetilised koordinaadid
$$B_0 = 57^\circ 31' 03,19415''$$
$$L_0 = 24^\circ 00'$$
- Lähtepunkti ristkoordinaadid:
$$x_0 = + 6375\ 000\ \text{m}$$
$$y_0 = + 500\ 000\ \text{m}$$

Ristkoordinaatide süsteem

L-EST
koordinaatide
süsteem

Lähtepunkti ristkoordinaadid:

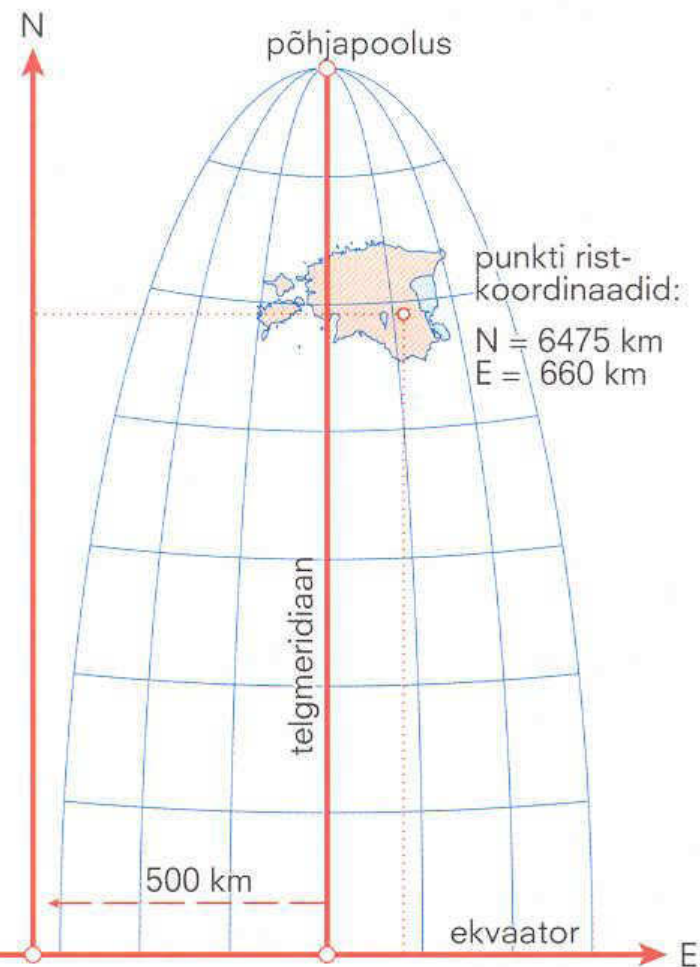
$$x_0 = + 6375\ 000\ \text{m}$$

$$y_0 = + 500\ 000\ \text{m}$$

lähtepunkt

B = 57°31'03,19415"

L = 24°00'



GPS koordinaatide aluseks on WGS84

WGS – World Geodetic System, WGS84 loodud 1984 ja viimati üle vaadatud 2004, defineerib

- **Koordinaatsüsteemi** – koordinaatsüsteemi alguspunkt on Maa raskuskese ja nullmeridiaan on ajaloolisest Greenwichi meridiaanist 5,31 kaare sekundit (102,5 m) idas, laiuskraadide null on ekvaatori tasapinnal
- **Referentsellipsoidi** – ellipsoid mõõtudega $a=6378,137$ km (ekvaatori kohal) ja $b=6356,7523142$ km pooluste suunas. Referentsellipsoidi kese on Maa raskuskeskmes.
- **Kõrguste süsteemi** – kasutab EGM96 geoidi, kõrguste erinevused referentsellipsoidi ja geoidi vahel on -105m kuni +85m

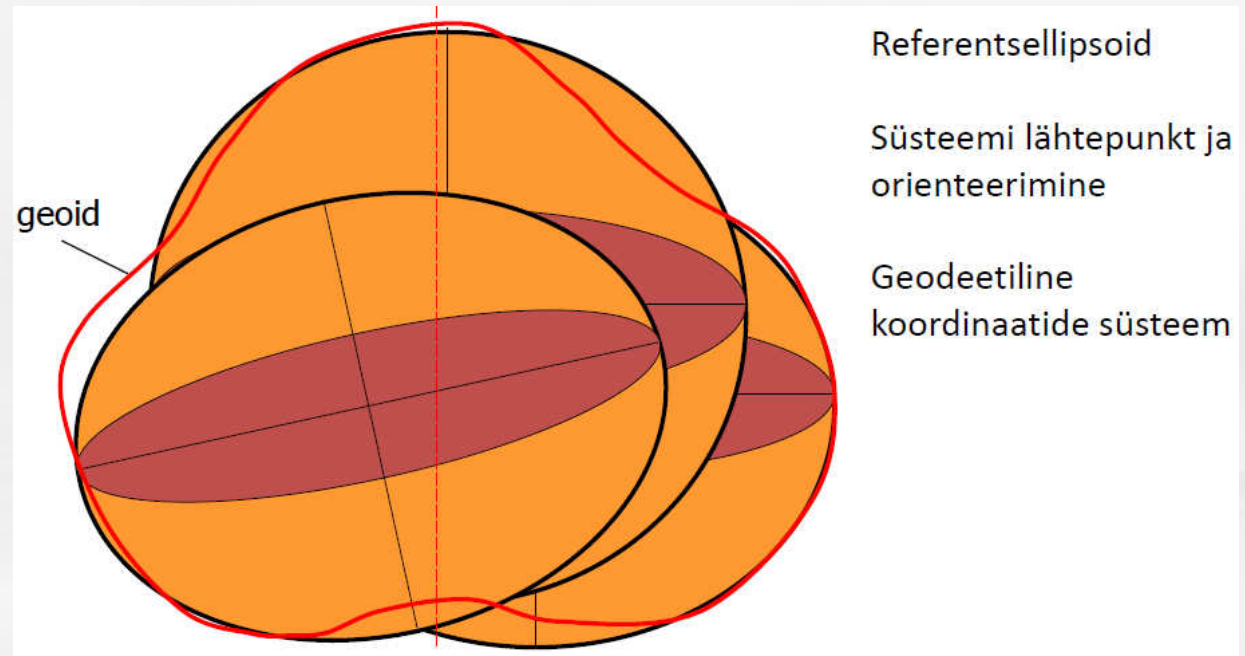
Erinevad ellipsoidid – milleks?

GPS'i Maa raskuskeskmesse orienteeritud ellipsoid on optimeeritud globaalse koordinaatsüsteemi jaoks.

Kohalikud kordinaatsüsteemid on seda täpsemad, mida paremini on nad konkreetsel alal geoidi suhtes orienteeritud → see tingibki erinevate referentsellipsoidide kasutamise.

Erinevad koordinaatsüsteemid on vajalikud Maa erinevate piirkondade võimalikult täpseks edasi andmiseks.

Geoid, ellipsoid ja geogr koord

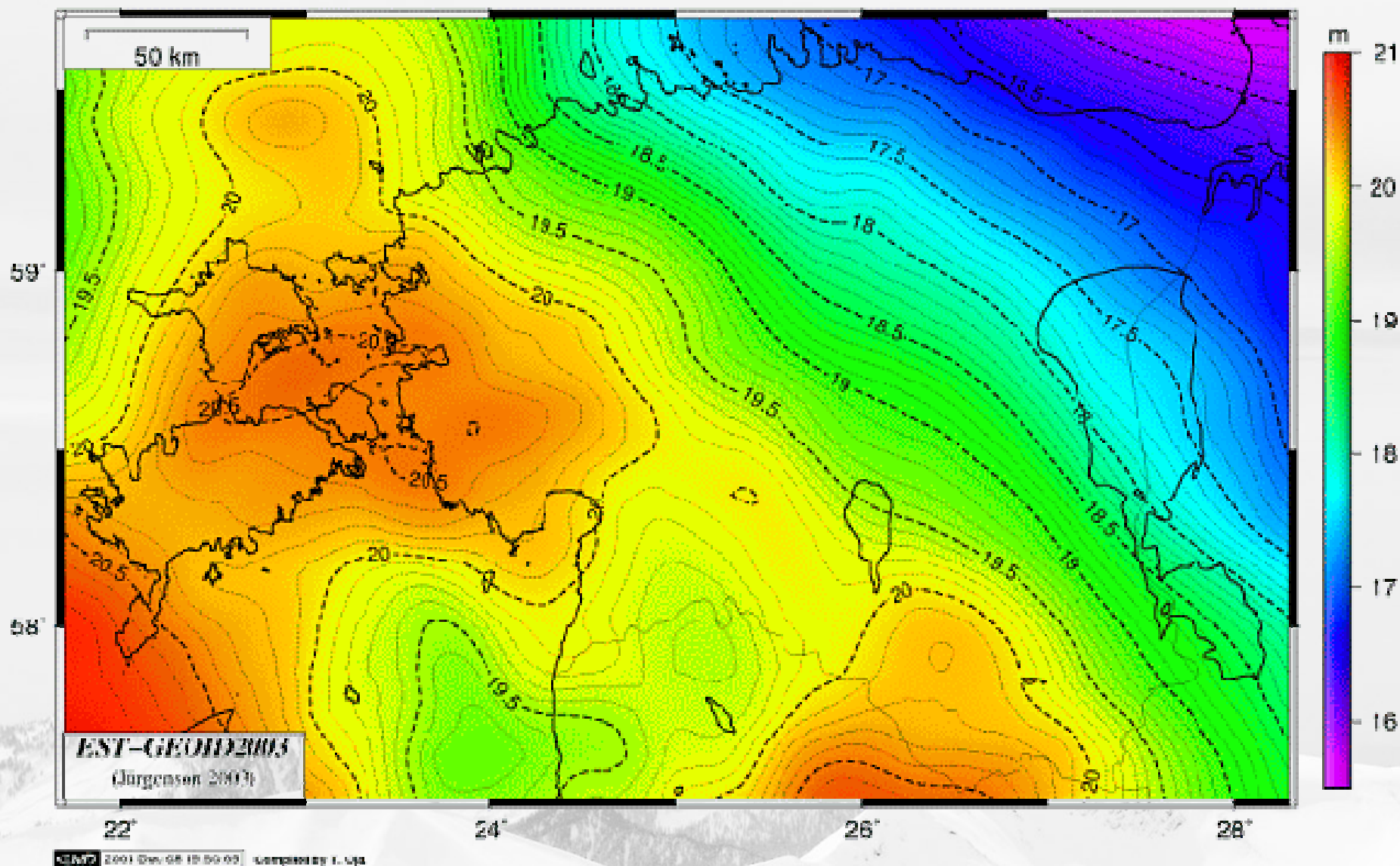


Erinev referentsellipsoid ja koordinaatsüsteem tähendab, et sama koha kohta saab kirja panna erinevad koordinaadid, mis kõik on õiged.

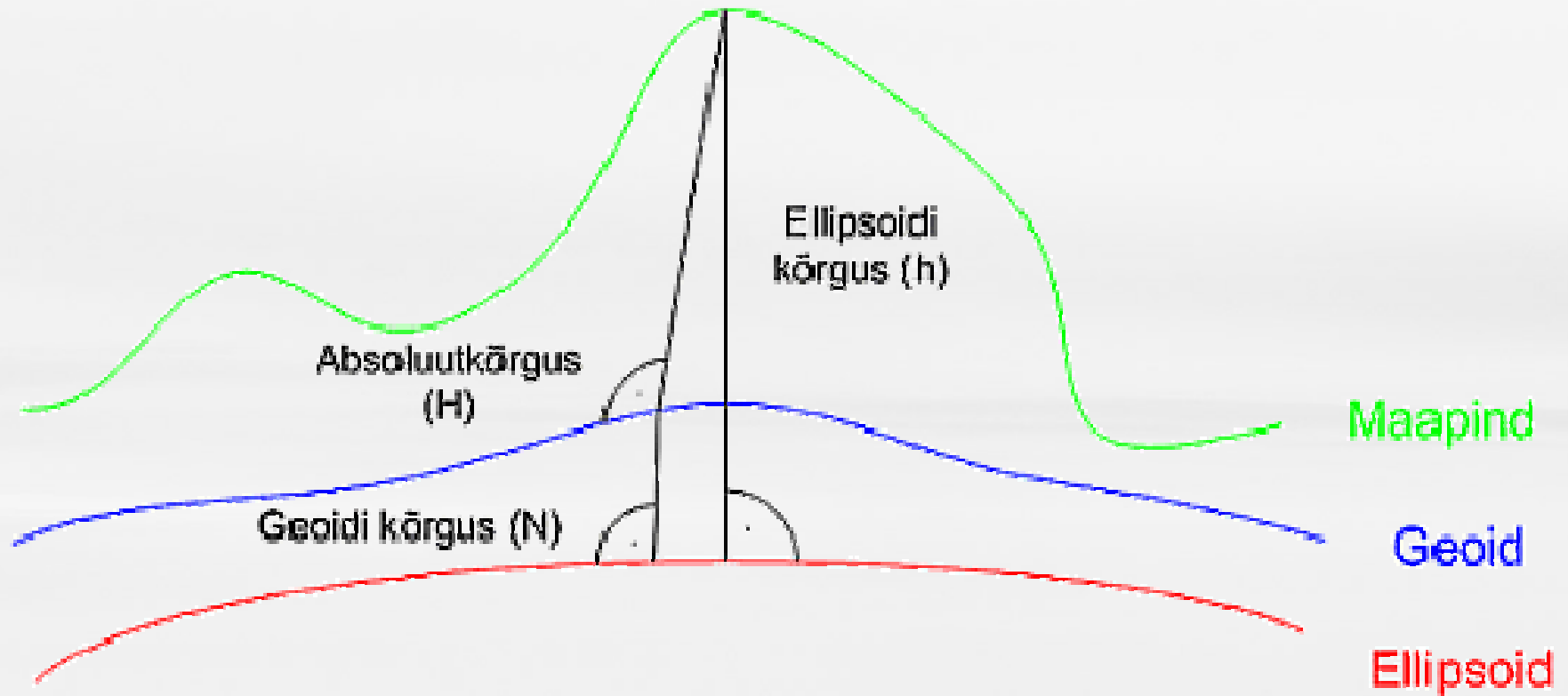
Seepärast tuleb alati teada, mis süsteemis konkreetne koordinaat on.

Ka geograafilisi koordinaate võib olla ühe koha kohta erinevaid – sõltuvalt sellest, millist koordinaatsüsteemi kasutatakse.

EST-GEOID2003



Kõrgus



$$h = H + N$$

Koordinaatsüsteemide omavaheliseks sidumiseks:

Tuleb teada nende koordinaatsüsteemide kõiki
parameetreid:

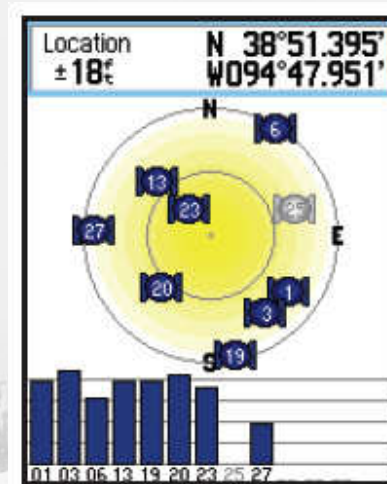
- Geodeetiline daatum
 - Referentsellipsoid
 - Orienteerimisparameetrid
 - Geodeetiline koordinaatide süsteem
- Projektsiooni info
- Rsitkoordinaatide süsteem



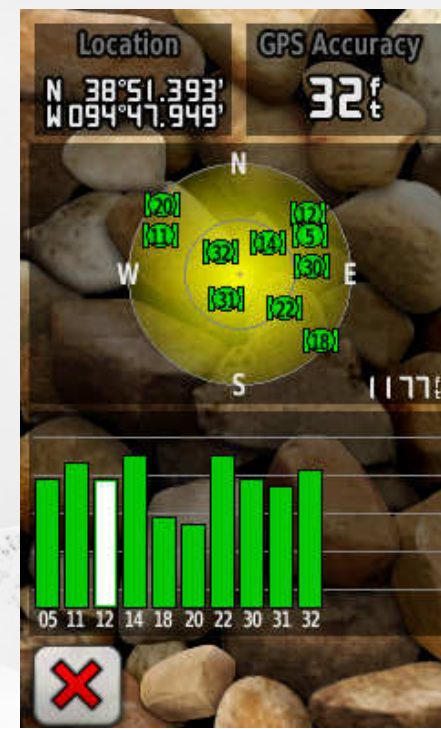
GPS'i kasutamine

Satelliitide vaade

- Üks esimesi vaateid seadme sisselülitamisel
- Näitab mitut satelliiti asukoha määramisel kasutatakse ja kuvab vastava signaali tugevuse
- Kuvab täpsushinnangu
- Näitab asukoha koordinaati

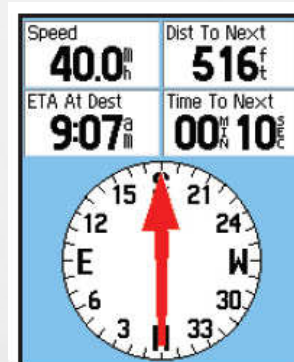
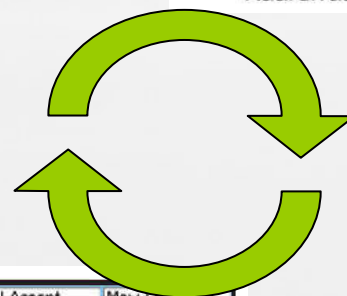


Satelliitide vaade



Menüüd ja põhivaated

- Peamenüü ja siis on rida põhivaateid, mida saab järjest vahetada



Peamenüü

- Erinevad valikud:
 - Sateliitide vaate kuvamine
 - Reisi "kompuutri" kuvamine
 - Punktide märkimine
 - Huvipunktide, aadresside otsing
 - Jäljelogide salvestamine ja haldamine
 - Teekondade koostamine
 - Seadete muutmiseks
 - Erinevad vidinad: taskuarvuti, stopper, läheduse hoiatused, kalender jne.

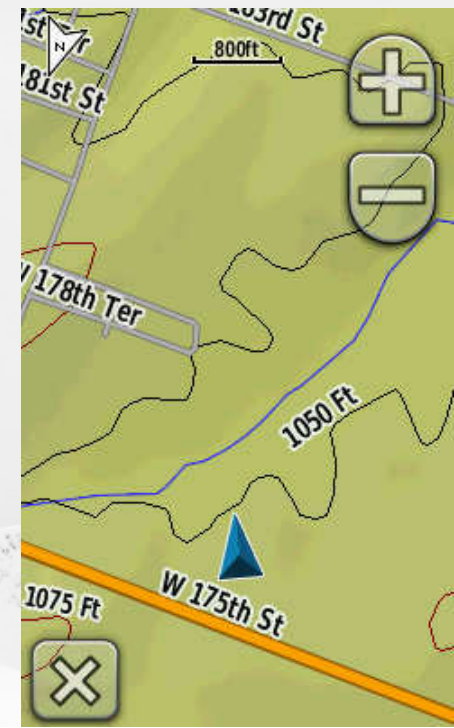


Kaardivaade

- Kuvab aluskaardi ja hetke asukoha
- Kuvab salvestatud punktid ja teekonnad
- Saab juurde lisada / muuta infoväljasid: kiirus, läbitud teepikkus, koordinaadid, liikumissuund
- Põhi üleval või liikumissuund
- ...

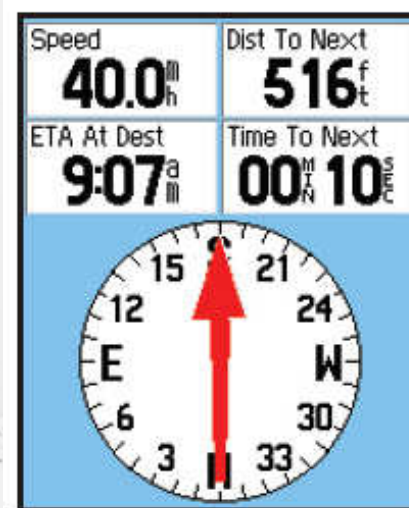


Kaardivaade



Kompass

- Kuvab liikumissuuna, erinevad režiimid:
 - Kiire liikumine (liikumissuuna järgi)
 - Aeglane liikumine ja seismine (eeldab elektroonilise kompassi olemasolu)
- Erinevad infoväljad ja nende vahetamise võimalus:
kaugus järgmisse punkti, järgmise punkti suund, kiirus, hinnanguline kohale jõudmise aeg...
- Kurss, suund, peilung



Kompassi vaade

Kõrgusandmed

- Kõrgus:
 - Baromeetri järgi
 - Arvutatud GPS'i andmetest
- Vahetatavad infoväljad: max kõrgus, kõrguskasv kokku, langus kokku, kiirus, tõusukiirus, langemiskiirus jne...



Kõrgusandmete vaade



Reisikompuuter



Koondab kokku reisi andmed

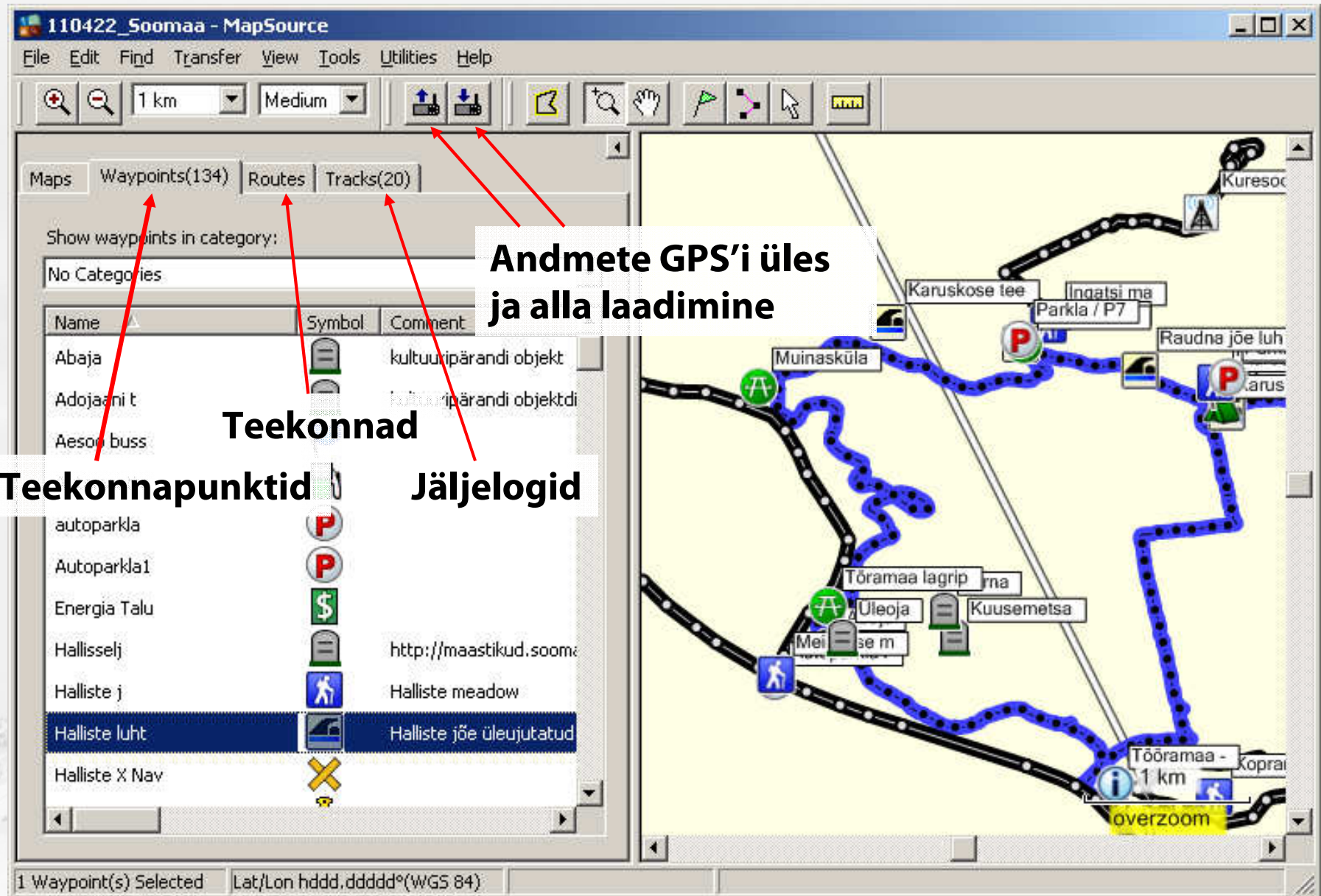
Erinevad vahetatavad infoväljad:

- Kiirused (kokku, suurim, keskm.)
- Aeg (seistud, liigutud, kokku)
- Distsants (reis, kõik kokku)
- ...

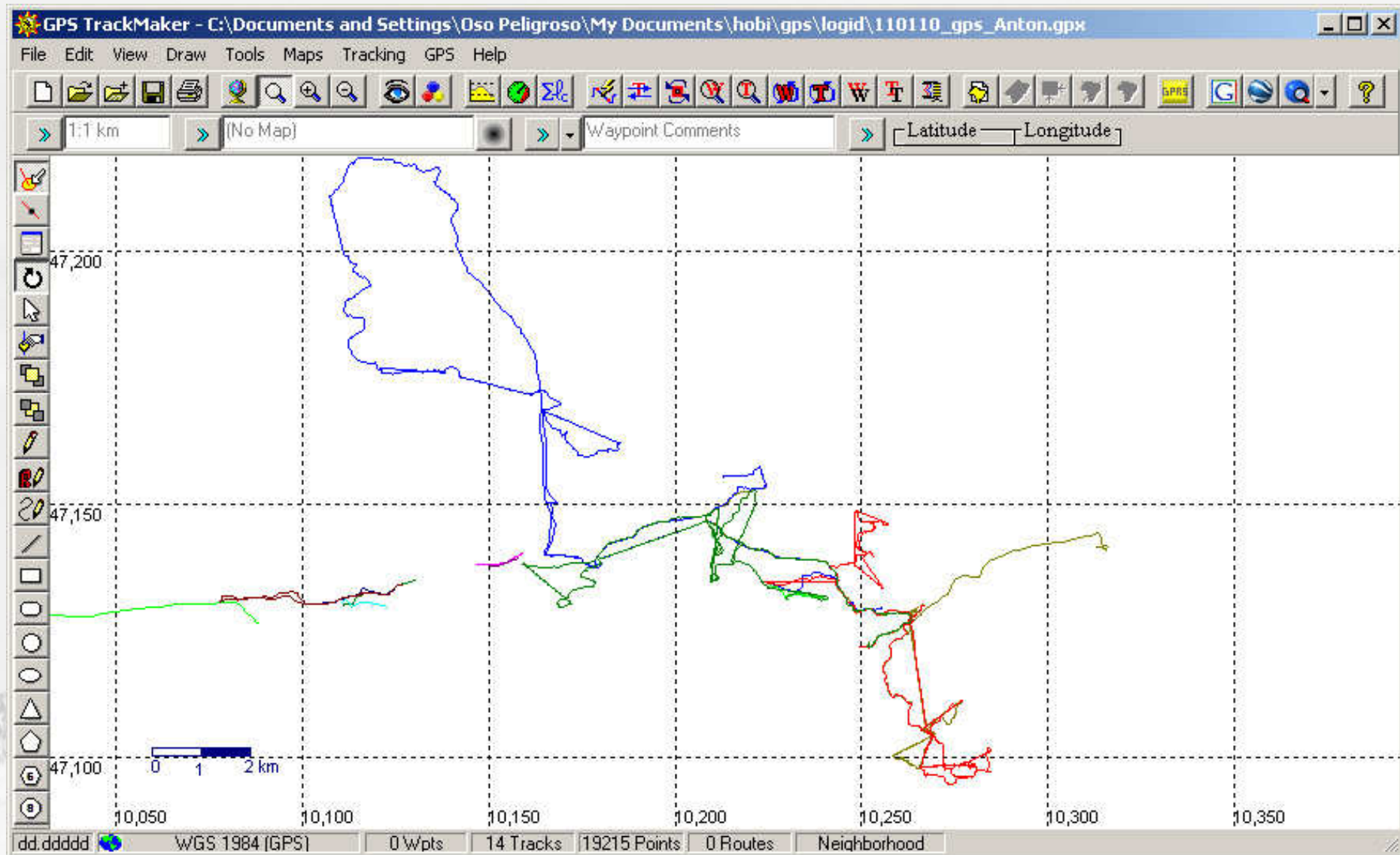
Tarkvara

- Garmin MapSource
http://www8.garmin.com/support/download_details.jsp?id=209
- Vabavarad (Erinevate tootjate GPS'id)
 - GPS TrackMaker (<http://www.gpstm.com/>)
 - EasyGPS (<http://www.easygps.com/>)
 - Google Earth (<http://www.google.com>)
- GPSTBabel – erinevad konverteerimised
<http://www.gpsbabel.org/>

Garmin - MapSource



GPS TrackMaker



Praktilised tegevused

1. GPS'iga tutvumine (auditooriumis)
2. Andmete laadimine GPS'i (auditooriumis)
3. GPS'i töökorda seadmine (väljas)
4. GPS'iga navigeerimine (väljas)
5. GPS'iga erinevad ülesanded (väljas)
6. Andmete laadimine arvutisse ja järeltöötlus (auditooriumis)

GPS'iga tutvumine – audit.

1. Lülitage sisse – kasuta ilma GPS'ita!
2. Erinevad leheküljed ja menüüd
3. Infoväljade vahetamine
4. Leia üles: teekonnapunktid, huvipunktid jäljelogi ja teekonnad
5. Teekonnapunktide ja jäljelogi kustutamine



Andmete laadimine GPS'i – audit.

1. Käsitsi punkti sisestamine/salvestamine
 - Sisestage punktid:
 - LAHVARDI99: N57.99596 E26.34736
 - Vorkpalli: N 57°59,862′ E 26°20,808′
2. Programmide lühike tutvustus
3. Teekonna loomine
4. Arvutist laadimine GPS'i



GPS'i töökorda seadmine – väljas

1. Lülita sisse ja katse: Kus on ja mis on kõrgus?
2. Infoväljad sisse
3. GPS'i kompassi kalibreerimine, kõrguse kalibreerimine
4. Katse kordus
5. Jäljelogi salvestamise seadistamine
6. Salvesta oma asukoht: "Algus"

GPS'iga navigeerimine – väljas

1. Mine punkti
2. Leia üles
3. ...



GPS'iga erinevad ülesanded – väljas

1. Salvesta punkti asukoht
2. Kompass liikudes ja seistes
3. Määra asimuut
4. Liigu suunal
5. ...



Andmete laadimine arvutisse ja järeltöötlus – audit.

1. Andmete alla laadimine
2. Järeltöötlus – jäljelogi puhastamine
3. Punkti nimed ja sümbolid
4. gpx ja muud andmeformaadid
5. GPS'i andmed Google Earth'i – salvesta kml'iks
6. Piltide sidumine GPS'i jäljelogiga
7. Kuvamine Google Maps'is
8. Kaardiakna lisamine kodulehele

Kasutatud allikaid:

Lisaks slaididel toodud viidetele on kasutatud veel järgmisi allikaid:

- www.kowoma.de/en/gps/index.htm - GPS System
- www.garmin.com
- <http://pegasus.cc.ucf.edu/~jweisham/pcb5937/GPS/GPS.html>
- <http://geoportaal.maaamet.ee/>

Veel on kasutatud on Raivo Aunapi, Anu Printsmani ja Anne Kulli materjale.

