

## Sissejuhatus RTK võrkudesse

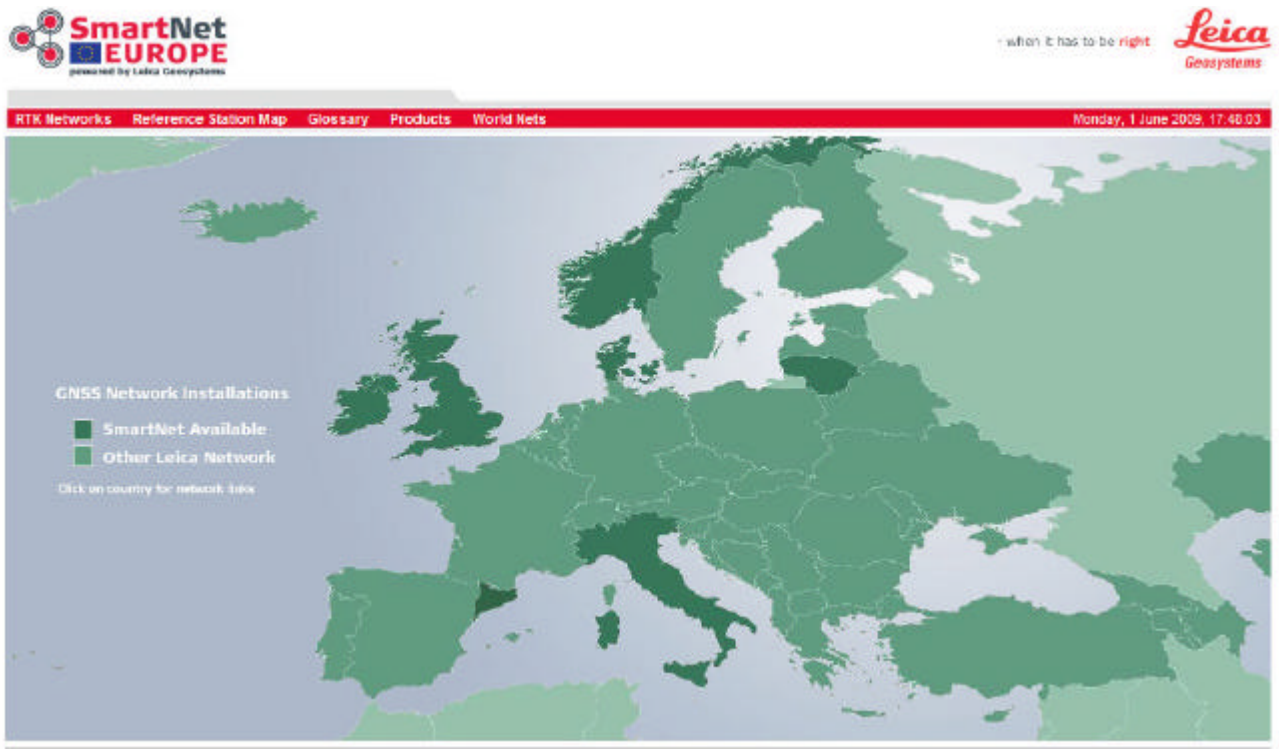
### RTK VÕRGUD - TULEVIK

Kümme aastat tagasi tähendas RTK mõõtmine tavaliselt seda, et kasutati kahte GPS vastuvõtjat (referentsjaam ja rover e. liikuvjaam), hulgaliselt kaableid, akusid, kahte modemit, statiivi, sauja ja seljakotti kõige selle kandmiseks.

Tänapäeval saab valida kas GPS / GNSS vastuvõtja, raadio- või GSM-modemi, mõne aku ja komplekt ongi koos. Pole tülikaid kaableid ning kogu komplekt paigutatakse sauale. Koos püsijaamade RTK võrgu korrektsioonisignaali kasutamisega on kadunud vajadus enda baasjaama kasutamise järele.

### RTK VÕRGUD - SISSEJUHATUS

RTK võrk on GPS / GNSS püsijaamade võrgustik mille andmetest genereeritakse RTK korrektsioon liikuvjaamadele. Tänapäeval on RTK võrgud kasutusel paljudes maades, näiteks Läti, Leedu, Taani, Norra, jne (<http://smartnet.leica-geosystems.eu>). RTK võrgud on erineva suurusega alates paarist referentsjaamast kuni tervet riiki katvate võrkudeni. Kasutaja liikuvjaam saab korrektsiooni RTK võrgu, mitte enda referentsjaama kaudu.



RTK korrektsiooni saab edastada erinevatel meetoditel: Master-Auxiliary corrections (MAX), Individualized MAX (i-MAX), Virtual Reference Station (VRS) ja Flächen-Korrektur-Parameter (FKP). Leica System 1200 GNSS vastuvõtjad toetavad kõiki neid meetodeid.

Enne erinevate meetodite tutvustamist on kasulik selgitada, mis see RTK võrk täpsemalt on. Selleks võrdleme ühe püsijaamaga RTK'd ja RTK võrku.

## ÜHE PÜSIJAAMAGA RTK

---

Traditsiooniliselt saavad RTK liikuvjaamad RTK andmeid ühelt baasjaamalt. Referentsjaam võib olla nii ühekordselt kui ka püsivalt paigaldatud GPS / GNSS referentsjaam. Mõlemal juhul on tööpõhimõte sama.

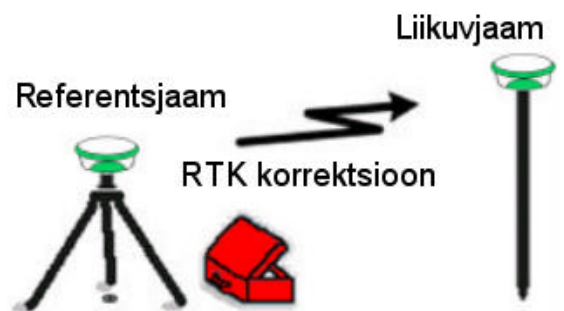
### TÖÖPÕHIMÕTE

Ühe referentsjaamaga RTK põhimõtteks on

1. Tuntud punktil olev referentsjaam.
2. RTK korrektsiooni saatmine liikuvjaamale (tavaliselt ühesuunalise raadio- või GSM modemi kaudu).

Referentsjaama ja liikuvjaama puhul on kolm tähtsat asjaolu mida silmas pidada:

1. Nii referents- kui liikuvjaam jälgivad samu satelliite.
2. Referentsjaam saadab oma positsiooni ja satelliitide andmed liikuvjaamale.
3. Liikuvjaam arvutab kombineerides enda ja referentsjaama andmeid välja RTK korrektsiooni.



Liikuvjaama asukoht arvutatakse RTK algoritmide (Leica seadmete puhul SmartRTK) alusel.

Hiljutine RTK algoritmide areng, eriti SmartNET, võimaldab liikuvjaamal edukalt töötada kuni 50km kaugusel referentsjaamast.

### EELISED

Ühe püsijaamaga RTK eelisteks on:

- Põhimõtte on küllaltki lihtne ning selgelt arusaadav
- Jälgitavuse saab tagada sellega, et referentsjaam on tuntud punktil ning kõik arvutused tehakse liikuvjaamas

## PIIRANGUD

Ühe püsijaamaga RTK piiranguteks on:

- Referentsjaama soetamise maksumus
- Referentsjaama paigaldamisele ja seadistamisele kuluv aeg
- Kui vahemaa referentsjaama ja liikujaama vahel suureneb, siis positsiooni täpsus liikujaamas väheneb.

Mõõtetäpsuse vähenemine liikujaamas tuleneb kaugusest tulenevatest vigadest, põhiliselt troposfäärist. Oluliseks teguriks on see, et pika distantsi korral on atmosfääri tingimused referents- ja liikujaamas erinevad ja see vähendab täpsust ning raskendab hägususte lahendamist (*fixing ambiguities*).

## RTK VÕRK

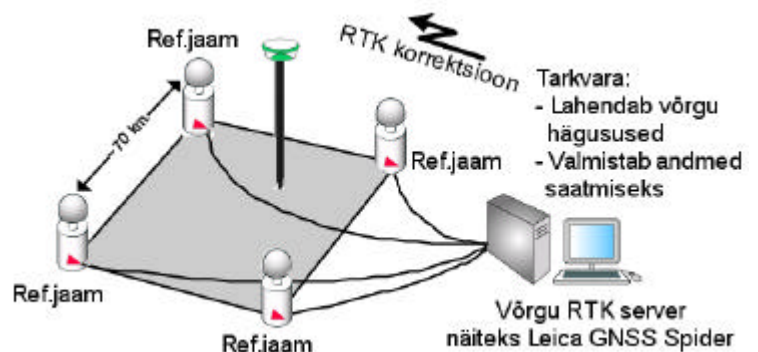
RTK võrk vajab soovituslikult vähemalt viite referentsjaama (maksimumi ei ole) jaamade vahelise kaugusega kuni 70km. Referentsjaamad on tavaliselt paigaldatud püsivalt ning moodustavad RTK võrgu "selgroo".

### TÖÖPÕHIMÕTE

RTK võrgu tööpõhimõte algab sellest, et kõik referentsjaamad saadavad pidevalt satelliitidelt saadud andmeid kesksesse serverisse kus on RTK võrgu tarkvara nagu näiteks Leica GNSS Spider.

RTK võrgu eesmärgiks on vähendada võrgu territooriumil distantsist tulenevaid vigasid liikujaama positsiooni arvutamisel. RTK võrgu serveritarkvara alustab seda protsessi:

1. Lahendab referentsjaamade poolt mõõdetud satelliitsignaali hägusused võrgu piires ja
2. Kasutades andmeid kõigil (või osadelt) referentsjaamadelt genereerib korrektsiooni mis saadetakse liikujaamadele.



Liikujaam võtab RTK serveriga ühendust (raadio- või GSM modem, internet, jne). Peale RTK andmete saamist arvutab liikujaam vastavalt algoritmile oma positsiooni.

Millist algoritmi liikujaam kasutab ning kuidas distantsist tulenevaid vigu vähendatakse sõltub kasutatavast RTK võrgu meetodist.

Eelpool mainitud MAX, FKP ja VRS minimiseerivad (või modelleerivad) veakorrektsiooni erinevalt. Sõltuvalt meetodist modelleeritakse viga kas RTK võrguserveris või liikujaamas

endas. Seetõttu on seos RTK võrgu ja liikuvjaama vahel iga meetodi korral erinev ja see põhjustab olulisi erinevusi jõudluses, täpsuses, usaldusväärsuses ja jälgitavuses.

## VÕRGU RTK EELISED

RTK võrgu eelisteks võrreldes traditsioonilise RTK mõõtmisega on:

- Puudub vajadus enda referentsjaama järele.
- Liikuvjaama arvutatud positsioon on homogeensem.
- Mõõtetäpsus säilib ka pikemate vahemaade puhul.
- Sama ala katmiseks kulub võrreldes ühelt jaamalt saadava RTK korrektsiooniga vähem referentsjaamu
- RTK korrektsiooni suurem kättesaadavus ja usaldusväärsus

## PIIRANGUD

Võrgu RTK piiranguteks on:

- RTK korrektsiooniteenuse hind ning signaali vastuvõtmise kulud (GSM, GPSR, jne).

Nüüd, kus meil on ülevaade selle kohta, kuidas RTK võrgud töötavad, jääb üks küsimus: kas RTK võrgu korrektsiooni kasutamine on majanduslikult tasuv?

## RTK VÕRK – KAS ASI ON SEDA VÄÄRT?

---

Võtame näite, kus maamõõtja teeb tavaliselt 2 – 3 välimõõtmist nädalas ning aastane RTK võrgu korrektsioon maksab 20 000 krooni. Niisuguste numbrite puhul tuleb ühe välitöö korrektsiooni hinnaks ~200 krooni (2.5 tööd / 40 nädalat). Muidugi lisanduvad sellele kulud GSM või GPRS sidele kuid need lisanduksid ka traditsiooniliselt, ühe püsijaamaga mõõtmisel.

Kõigepealt saab võrgu RTK korrektsiooni kasutades kokku hoida aega:

- Pole vaja otsida mõõtepiirkonna lähedal tuntud punkti andmeid
- Pole vaja korraldada referentsjaama toidet
- Sõita tuntud punktile ning referentsjaama paigaldada
- Pole vajadust referentsjaama üles seada
- Referentsjaama valvurit pole vaja
- Peale töö lõpetamist pole vaja referentsjaama jälle maha võtta

Teiseks saab kokku hoida raha:

- Referentsjaama ja lisavarustust (akud, statiiv, kaablid, jne) pole vaja osta
- Eelnevalt loetletud tegevuste tegemiseks kulub tööjõudu vähem
- Pole vaja muretseda referentsjaama hoolduse pärast

Lisaks on eelisteks:

- Potentsiaalsete vigade allikate elimineerimine (referentsjaama paigaldusest ning kõrguse mõõtmisest tulenevad vead)

- Vähem riistvara transportida

Ning seda nimekirja võib veel pikalt jätkata. Vaatleksime nüüd näite varal kuidas RTK võrgu kasutamine maamõõtjale kasulik võiks olla.

## NÄIDE

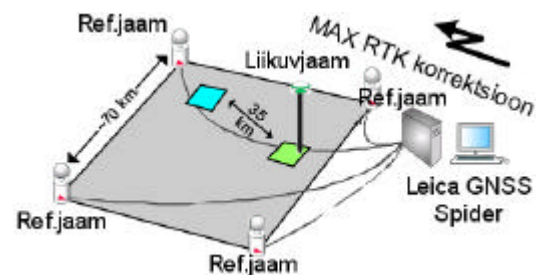
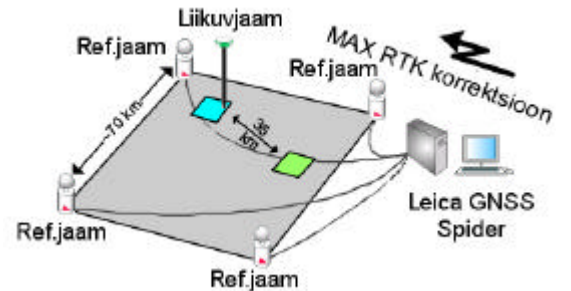
Võtame näite, kus on vaja mõõta 2 objekti mis on teineteisest 35km kaugusel. Mõlema objekti mõõtmiseks kulub aega 30 minutit.

### MÕÕTJA A

Mõõtja A kasutab ühte liikuvjaama ning saab RTK korrektsiooni võrgust GSM modemi kaudu. Töö tegemiseks on tal vaja läbida niisugused sammud:

1. Sõidab töömaale
2. Paneb liikuvjaama vastuvõtja komplekti kokku
3. Ühendub RTK võrguga
4. Mõõdab vajalikud punktid
5. Lõpetab andmesideühenduse
6. Pakib vastuvõtja kokku

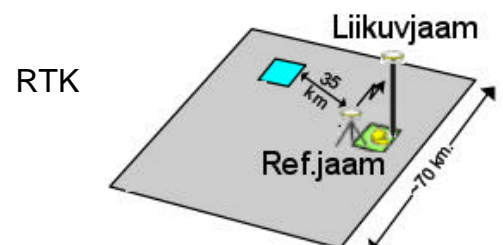
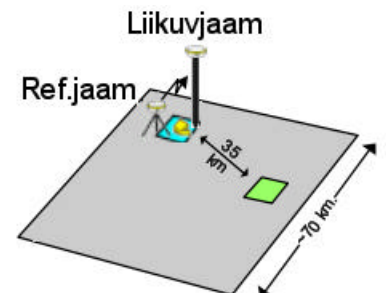
Peale seda sõidab ta teisele objektile ning kordab seal sammud 1 kuni 6 ning pöördub tagasi kontoris.



### MÕÕTJA B

Mõõtja B kasutab liikuvjaama, ühte referentsjaama ning GSM ühendust RTK korrektsiooni saamiseks. Oma töö tegemiseks peab ta läbima järgnevad sammud:

1. Sõidab töömaale
2. Seab sobivas kohas üles referentsjaama mis ei pruugi asuda töömaa vahetus läheduses
3. Mõõdab referentsjaama kõrguse
4. Käivitab referentsjaama ning RTK edastamise
5. Paneb liikuvjaama vastuvõtja komplekti kokku
6. Ühendab liikuvjaama referentsjaamaga korrektsiooni saamiseks
7. Mõõdab vajalikud punktid
8. Pakib vastuvõtja kokku
9. Pöördub tagasi referentsjaama juurde
10. Mõõdab kontrolliks referentsjaama kõrguse
11. Pakib referentsjaama kokku



Peale seda sõidab ta järgmisele objektile ning kordab seal sammud 1 kuni 12 ning pöördub tagasi kontorisse.

Mõõtja B võib teise objekti mõõtmisel jätta referentsjaama ka esimesele objektile. Sellisel juhul on distants referents- ja liikujaama vahel suur ning selle arvelt kannatab mõõtetäpsus.

## **KOKKUVÕTE**

Kuna Mõõtja A ei pidanud ise referentsjaama üles panema, pidi ta sama tulemuse saamiseks palju vähem tööd tegema. Lisaks sai Mõõtja A hoiduda järgmistest riskidest:

- Referentsjaama või modemi aku tühjenemine
- Referentsjaama positsiooni muutus (ilmastiku, tuul, liiklus, vargus)

Mõõtja B pidi referentsjaama kahel korral üles panema ja maha võtma või jätma jaama esimese objekti juurde riskides seejuures mõõtetäpsusega.

Mõõtja A saavutas ühetaolise täpsuse mõlema objekti mõõtmisel.