

PAIKANNUSLAITTEIDEN VAIKUTUKSET MAASTOSSA
LIIKKUMISEN TURVALLISUUDELLE

Sauli Huusko

Opinnäytetyö
Tekniikka ja liikenne
Maanmittaustekniikka
Insinööri (AMK)

2016

Tekniikka ja liikenne
Maanmittaustekniikka

Tekijä	Sauli Huusko	Vuosi	2016
Ohjaaja	Pasi Laurila		
Työn nimi	Paikannuslaitteiden vaikutukset maastossa liikkumisen turvallisuudelle		
Sivumäärä	31		

Tässä opinnäytetyössä tarkasteltiin yleisiä paikannustapoja ja niiden käytön turvallisuutta maastossaliikkujan näkökulmasta. Työssä testattiin muutamia yleisiä puhelimiin saatavia ohjelmia ja niiden käyttöä. Tavoitteena oli selvittää näiden sovellusten käytännöllisyyttä maasto-olosuhteissa. Teoriaosuudessa perehdyttiin myös matkapuhelimien käyttämään AGPS-paikannusjärjestelmään.

Työssä eriteltiin viranomaisten tapoja paikantaa maastossaliikkuja hädän sattuessa. Paikannus tapahtuu GSM-verkkoa hyödyntäen. Paikannus perustuu matkapuhelinverkon tukiasemien avulla tapahtuvaan signaalien havainnointiin. Sovellustestien lisäksi keskityttiin myös viranomaisten luomiin paikannusmenetelmiin hätätilanteissa.

Laadukkailla testatuilla laitteilla on turvallista ja helppoa suunnistaa. Ääriolosuhteissa säältä suojattu kartta sekä kompassi ovat varmimmat suunnistusvälineet. Paikannuslaitteet lisäävät maastossaliikkumisen turvallisuutta ja helpottavat suunnistusta.

Technology, Communication and
Transport
Degree programme of Land Surveying
Programme
Bachelor of Engineering

Author	Sauli Huusko	Year	2016
Supervisor	Pasi Laurila		
Subject of thesis	Influences of satellite positioning system on the safety of moving in the terrain		
Number of pages	31		

In this thesis the general positioning methods and the safety of their use while trekking in the terrain were examined. In the practical part of the thesis a few commonly used programs for mobile phones were tested. The aim of this study was to investigate the practicality of these applications in the terrain conditions. In the theory part of the thesis the AGPS positioning system used in the mobile phones was further discussed.

The work described the ways the authorities locate in the terrain in the case of emergency. Positioning was done using the GSM network and it was based on the observation of the signals sent by the base stations. In addition to the practical testing part, other focusing points in this thesis were the positioning methods created by the authorities in the emergency situations.

The results showed that with the tested and high-quality equipment it is safe and easy to navigate in the terrain. The tests applied in this thesis showed that in extreme conditions the map and the compass that are protected from the weather, are the most reliable navigation tools. The positioning devices increase the safety while trekking in the terrain and the easiness of the navigation.

Key words AGPS, GPS, navigator

SISÄLLYS

KUVIOLUETTELO	5
KESKEISET KÄSITTEET	6
1 JOHDANTO	8
2 PAIKANNUSLAITTEIDEN KÄYTTÖ	9
2.1 Yleisimmät paikannuslaitteet ja niiden toiminta.....	9
2.2 Paikannuslaitteiden varavirtalähteet	11
2.3 Satelliittipaikannus	12
2.4 AGPS.....	13
2.5 Maasto-olosuhteet	14
3 SOVELLUSTESTIT	16
3.1 Tutkimuksen toteutus.....	16
3.2 Testilaitte	17
3.3 Retkikartta.fi/mobiili.....	17
3.4 Maastokartat	19
3.5 Map of Finland.....	20
3.5 Google Maps	22
3.6 Tracker Hunter.....	23
3.7 Oma kokemus.....	24
4 VIRANOMAISYHTEISTYÖ	26
4.1 Paikannus matkapuhelinverkossa	26
4.2 112 Suomi -sovellus	27
5 YHTEENVETO JA POHDINTA.....	29
LÄHTEET.....	31

KUVIOLUETTELO

Kuvio 1. Garminin peruspaikannin	10
Kuvio 2. Hyvä satelliittigeometria	13
Kuvio 3. AGPS toimintaperiaate.....	14
Kuvio 4. Katvealueet heikentävät paikannustarkkuutta.....	16
Kuvio 5. Retkikartta mobilen karttanäkymät.....	18
Kuvio 6. Maastokartat ilmaisversion karttanäkymä	20
Kuvio 7. Map of Finlandin karttapohja.....	21
Kuvio 8. Satelliittikuvien tarkkuuden vaihtelu	23
Kuvio 9. Tracker-hunter tilarajalliset kartat.....	24
Kuvio 10.112-sovelluksen alkunäkymä	28

KESKEISET KÄSITTEET

AGPS	Assisted GPS, Matkaviestiverkolla avustettu GPS järjestelmä
Efemeriditiedot	Efemeridi on almanakan kaltainen taulukko taivaankappaleiden liikkeistä. Se ilmoittaa taivaankappaleen koordinaatit yleensä ekvatoriaalisessa koordinaatistossa tiettyinä päivinä ja kellonaikoina.
GPS	Global Position System, satelliitteihin perustuva paikannusjärjestelmä. Amerikkalainen järjestelmä, joka luotiin ensin armeijan käyttöön.
GLONAS	Venäläinen satelliitteihin perustuva paikannusjärjestelmä.
Havainnoija	Havainnon tekijä.
Ilmakuvaus	Kaukokartoitusmenetelmä, jossa maaston muotoja kartoitetaan nopeasti lennokeilla, joihin on kiinnitetty kamera.
Ilmakuva	Ilmakuvauksessa tuotettu aineisto, jossa maastoa kuvataan selkeästi yläpuolelta.
mAh	Milliamppeeritunti, pienemmissä sähköakuissa, kuten matkapuhelinten akuissa käytetty kerrannaisosa.
Matkapuhelinverkko	Tukiasemiin perustuva tietoliikenne verkko.
Paikannuslaite	Laite, joka kykenee paikantamaan itsensä jossain paikannusjärjestelmässä.
Paikkatieto	Sijaintiin sidottua erityistietoa. Tällaista on esimerkiksi kaupunkien nimet, järvien nimet ja muut vastaavat.
Satelliittikuvaus	Kaukokartoitusmenetelmä, jossa maaston muotoja ja mallia kartoitetaan satelliitteihin kiinnitettyjen kameroiden aineistoista.

Satelliittikuva

Satelliittikuvauksella tuotettu aineisto, jonka tarkkuus vaihtelee alueittain.

Tukiasema

Tietoliikenneverkkoa ylläpitävä rakennelma, jonka sijainti on tiedossa.

1 JOHDANTO

Paikannuslaitteet ovat muuttaneet maastossa liikkumista. Moni maastossa liikkuja käyttää paikkansa määrittämiseen ja maastossa liikkumiseen paikannuslaitteita. Perinteisten karttojen ja kompassien käyttö on vähentynyt älylaitteiden ja muiden paikannuslaitteiden yleistyttyä. Tässä työssä on tarkoitus selvittää, kuinka paikannuslaitteiden käyttö vaikuttaa maastossa liikkumiseen ja turvallisuuteen ja mitä eroja elektronisten laitteiden käytöllä on perinteiseen suunnistamiseen kartan ja kompassin avulla.

Opinnäytetyössä kerrotaan lyhyesti, mitä tarkoittaa GPS-paikannus, millaista on GPS:n käyttö siviilikäytössä ja mitkä ovat sen toimintaperiaatteet. Työssä perehdytään puhelimiin saataviin karttaohjelmiin ja niiden käyttöön. Tämän opinnäytetyön kirjoittajan pohjana työn luomiseen ovat muutamat yleisimmät Android -käyttöjärjestelmän karttaohjelmat ja internetpohjaiset sovellukset. Nykyään melkein jokaisella maastossa liikkujalla on puhelin, joka kykenee käyttämään erilaisia karttaohjelmia ja -sovelluksia ja jossa on paikannusominaisuudet. Suurin osa ulkoilijoista käyttääkin puhelimeen saatavia kartta- ja paikannussovelluksia perinteisten karttojen sijaan.

Maastossa liikkuminen on työn kirjoittajalle tuttua ja näin on luontevaa tutkia aihetta syvemmin. Työssä on pyritty selvittämään, mitä testejä laitteille on tehty ja minkälaiseen maastossa liikkumiseen ne soveltuvat. Työtä varten on perehdytty myös viranomaistyöhön ja maastossa apua tarvitsevan paikantamiseen.

2 PAIKANNUSLAITTEIDEN KÄYTTÖ

Maastossa liikkuminen on muuttunut huomattavasti viimeisen vuosikymmenen aikana. Markkinoille on tullut erilaisia elektronisia laitteita, joita maallikko voi käyttää itsensä paikantamiseen. Lähes kaikkiin puhelimiinkin on saatavilla jonkin tasoinen sovellus, jolla voi paikantaa itsensä puhelimeen sisäänrakennetun GPS-paikantimen avulla. Laitteita voidaan käyttää suunnistamiseen, kohteiden etsimiseen maastossa ja niistä voidaan seurata kulkunopeuksia. Monissa siviilikäyttöisissä paikantimissa ja älypuhelimissa ilmaistaan myös korkeudet merenpintaan nähden.

2.1 Yleisimmät paikannuslaitteet ja niiden toiminta

Käsipaikantimet, jotka ovat yleisin yksityishenkilöiden käyttämä paikannuslaite, on useasti varustettu maastokartoilla. Paikantimia käytetään maastossa suunnistamiseen ja sijainnin määrittämiseen sekä reittien suunnittelemiseen. Paikantimet ovat käytössä yleisempiä kuin älypuhelimet, koska ne ovat puhtaasti suunnistuskäyttöön tarkoitettuja. Paikantimien akut kestävät suunnistuskäytössä myös pidempään kuin älypuhelinien, koska niissä ei käytetä virtaa minkään muun ohjelman pyörittämiseen taustalla. GPS-paikantimien sijainnin määrittäminen perustuu satelliiteista tuleviin aikamerkkeihin. Satelliitti ilmoittaa, paljonko kello on sen kiertoradalla, kun laite ottaa vastaan tuon aikamerkin, se laskee etäisyytensä satelliittiin signaalin lähetys- ja vastaanottoajan eron perusteella. Kun satelliittien kiertoradat ovat vakiot ja useammasta satelliitista saadaan sen sijaintitieto ja etäisyys, laskee paikantimen sisäinen ohjelma sijaintinsa etäisyyksien ja signaalien lähtöpisteiden perusteella. (Wikipedia GPS 2016.)

Varsinaisista paikannuslaitteista yleisimmät mallit ovat helppokäyttöisiä, yleensä näppäimillä sekä vaihtoakulla tai –paristoilla toimivia. Garmin on yleisin laitevalmistaja jonka paikannuslaitteet toimivat monessa maassa (Kuvio 1). Garminin yleisiä käytössä olevia malleja ovat: Oregon, Colorado ja Dakota. Laitteiden hintahaarukka on noin 200–500 euroa. Kartat ovat maksullisia tai sisältyvät laitteen hintaan. Ne toimivat GPS- ja GLONAS-järjestelmissä, joka takaa hyvän satelliittien saatavuuden. Laitteiden muistia voi kasvattaa microSD-korteilla.

Garminin paikannuslaitteet ovat suojattu säältä ja osa malleista on täysin vedenpitäviä. (Garmin 2016.)



Kuvio 1. Garminin peruspaikannin (Garmin 2016)

Älypuhelimet ovat nykyään myös paikannuslaitteita. Puhelimiin on saatavilla sovelluksia, joita voidaan käyttää puhelimen paikantamiseen. Tämä vaatii puhelimen, jossa on sisäänrakennettu GPS-vastaanotin. Saatavilla on ilmaisia ja maksullisia sovelluksia, jotka joko ladataan puhelimen muistiin tai jotka vaativat toimiakseen internetyhteyden. Sovelluksissa on vaihtoehtoja, joihin saa eriasteisia taustakarttoja, maastokarttoja ja ilmakuvia tai satelliittikuvia. Lisäksi on sovelluksia, jotka ilmoittavat vain käyttäjän sijainnin jossain koordinaattijärjestelmässä ilman karttatietoja.

Paikannuslaitteisiin voidaan käytännössä katsoen laskea myös kartta sekä kompassi. Karttaa lukeva ihminen voi paikantaa itsensä maastossa pelkällä kartalla maaston muotojen ja karttaan merkittyjen erikoisrakennelmien, kuten teiden ja talojen avulla tai kartassa kuvattujen kuvioiden (suo, metsä, kuusimetsä, sekametsä) avulla. Kompassi avustaa karttojen käytössä. Kompassin toiminta perustuu maan magneettikenttään. Kompassineula osoittaa yleensä suoraan pohjoiseen, jolloin karttaa ja kompassia yhdessä käyttävä voi tarkastaa asennon, jossa karttaa pitää katsella.

Käsipaikantimien etu karttoihin ja kompasseihin verrattaessa on se, että käsipaikantimissa näkee oman sijaintinsa kartalla suoraan. Monissa käsipaikantimissa on myös sisäänrakennettu kompassi, joka kääntää karttapohjan oikein päin havainnoijan näkökenttään verrattaessa. Lisäksi käsipaikantimissa ja älypuhelimissa oleva karttapohja on ajantasaisempi verrattuna tiettyinä päivämäärinä painettuun karttaan. Käsipaikantimia on joskus myös helpompi kuljettaa mukana, koska ne mahtuvat pienempään tilaan ja ne eivät kärsi sääolosuhteista. Käsipaikantimien haittapuolena voidaan mainita ainakin akkujen kulumisen. Hätätilanteessa akun loppuminen paikantimesta johtaa siihen, ettei havainnoijalla ole minkäänlaisia mahdollisuuksia tietää sijaintiaan. Käsikartasta ja kompassista ei lopu akku. Hätätilanteita varten on moniin paikannuslaitteisiin kehitetty varavirtalähteitä.

2.2 Paikannuslaitteiden varavirtalähteet

Yhä useammassa matkapuhelimessa on kiinteä akkurakenne, joten maastossa kaivataan laitteeseen ladattavaa varavirtaa suoraan vaihdettavien akkujen sijaan. Markkinoilla on valtavasti eri kokoluokan virtapankkeja, joilla voi ladata matkapuhelimen, käsipaikantimen ja muut elektroniset laitteet. Varavirtalähteen hankinnassa on otettava huomioon laitteiden kuluttama virta sinä ajanjaksona, jolloin ei ole verkkovirtaa saatavilla. (Tekniikan Maailma 2015.)

Toisen haasteen luovat maastossa myös vaihtelevat sääolosuhteet. Tekniikan Maailma (TM) valitsi kahdeksan varavirtalähdettä pakkaskokeisiinsa. Koe tehtiin Oulussa sijaitsevan Grant4Com Oy:n laboratoriossa. Kokeessa selvitettiin sääkaapin ja mittalaitteiden avulla varavirtalähteiden kapasiteettia ja kykyä ladata kännykkää eri olosuhteissa ja eri lämpötiloissa. Purkausvirtana varavirtalähteissä käytettiin yleisiä puolta ja yhtä ampeeria, jotka ovat tavallisia kännykän latausvirtoja. Virtalähteet ladattiin täyteen ennen testiä ja niitä jäähdytettiin kaksi tuntia. Mittauslämpötilat olivat +20, -5, ja -15 celsius-astetta. Lämpötilojen vaihtelut muuttivat varavirtalähteiden lataustasoja ja heikensivät varavirtalähteistä saatavaa tehoa. Kylmimmässä lämpötilassa osassa varavirtalähteistä ilmeni ongelmia laitteiden lataamisessa. (Tekniikan Maailma 2015.)

Varavirtalähteiden muina ongelmina mainitsisin, että virtalähteen voi kadottaa, unohtaa ladata tai sen voi vahingossa rikkoa. Monet varavirtalähteet eivät ole esimerkiksi tiettyjen käsipaikantimien ja älypuhelinten lailla iskunkestäviä. Paperisen kartan voi myös repiä tai se kastuessaan voi mennä lukukelvottomaksi. Maastossa liikkuessani on kartta tapana laminoida, jolloin sen käyttöikä kasvaa huomattavasti.

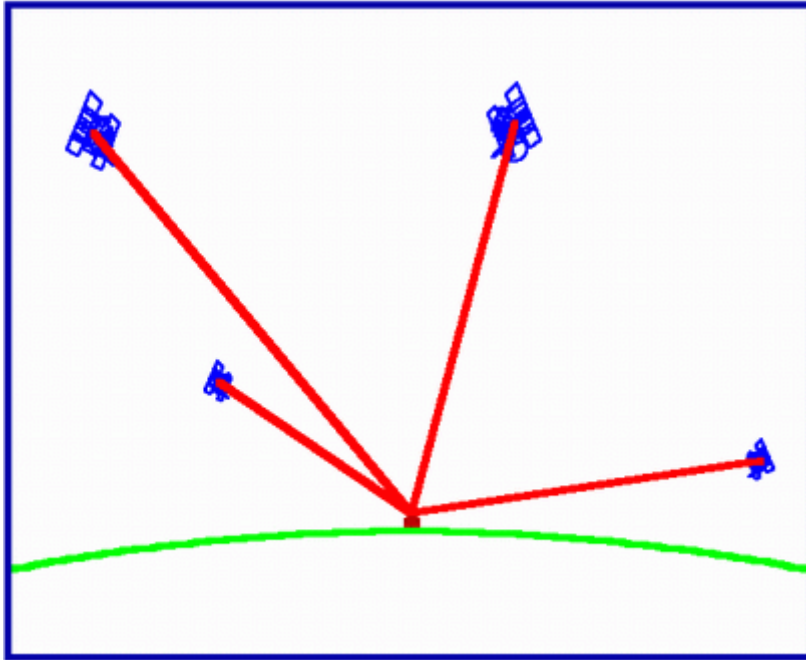
2.3 Satelliittipaikannus

Satelliittipaikannus on satelliittijärjestelmien avulla tapahtuvaa sijainninmäärittämistä. Satelliittipaikannus mahdollistaa maailmanlaajuisen ja reaaliaikaisen sijainninmäärittämisen. Paikannukseen vaikuttavat sekä satelliittien sijainti taivaalla, eli kellonaika, että sääolosuhteet. Kellonaika sekä sääolosuhteet, kuten auringon aktiivisuus vaikuttavat kuitenkin niin vähän, että siviili- ja harrastekäytössä olevien laitteiden tarkkuus (n.1–5m) ei kärsi tästä. Olosuhteiden vaihtelut vaikuttavat mittaustarkkuuteen siis vain ammattikäyttöön tarkoitetuissa laitteissa, joiden tarkkuudet ovat joitain senttimetrejä. Satelliittipaikannuksella voidaan myös laskea paikannettavan kohteen nopeus. (Laurila 2008, 298–301.)

Satelliittipaikannus perustuu etäisyyksien laskentaan. Laskentaan käytetään kolmen tai useamman Maata kiinteällä radallaan kiertävän satelliitin lähettämiä radiosignaaleja. Radiosignaaleissa on satelliitissa olevan atomikellon antama aikaleima. Paikantimessa olevan kellon perusteella saadaan selville paikantimen etäisyys satelliittiin. Koska jokaisen satelliitin sijainti avaruudessa tiedetään tiettyinä kellonaikana, saadaan vastaanottajan etäisyys signaalin lähetyspisteeseen laskettua signaalin kulkuajan perusteella. Useamman etäisyyden perusteella lasketaan paikantimen sijainti. Sijainnin laskenta tapahtuu kolmiomittauksena, jossa havainnoijan paikka lasketaan radiosignaalien leikkauspisteeseen (Kuvio 2). (Laurila 2008, 298–301.)

Paikannustapoja on useita. Yleisimmät ovat absoluuttinen paikannus, differentiaalinen paikannus ja vaihehavantoihin perustuva suhteellinen mittaus. Näistä tavoista absoluuttinen paikannus on harrastekäytössä olevien laitteiden tapa

paikantaa. Paikannustavan tarkkuus on useita metrejä ja se on riittävän tarkka maastossa liikkumista ajatellen. (Laurila 2008, 300–301.)



Kuvio 2. Hyvä satelliittigeometria (Dana 2016)

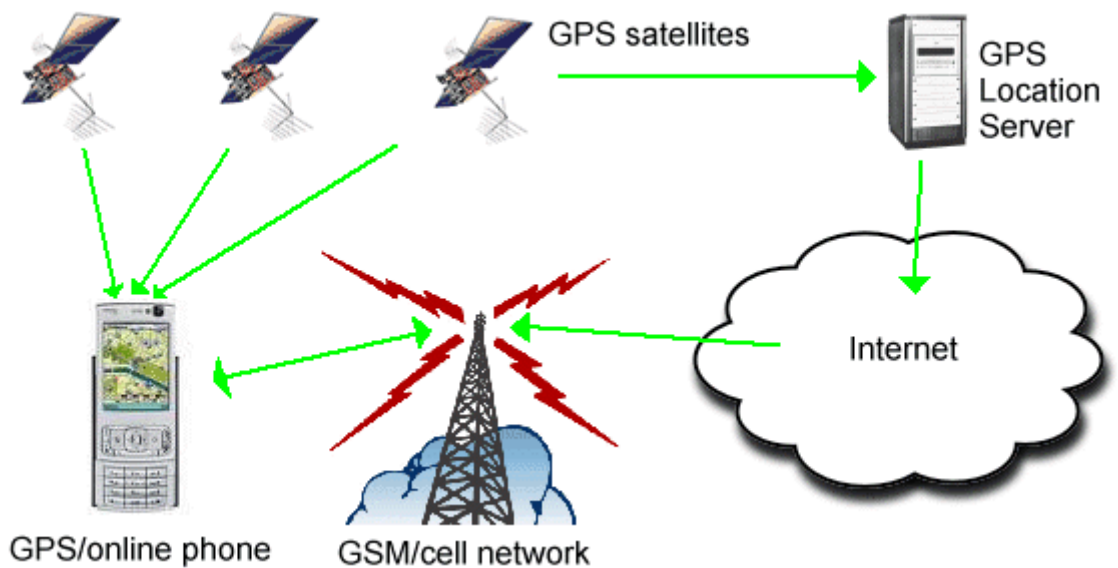
2.4 AGPS

Satelliittipaikannuksen heikkous on signaalin havaitseminen peitteisillä alueilla. Näitä ovat esimerkiksi tiheät metsät, korkeat maastonmuodot ja rakennukset jotka vaikeuttavat vastaanottimen signaalin saantia. Pelkät GPS-laitteet kuluttavat paljon virtaa paikantaessaan. Paikannusprosessia nopeuttamaan on luotu AGPS (Assisted GPS) eli matkaviestiverkon avustama satelliittipaikannusmenetelmä. Menetelmä nopeuttaa havainnoijan sijainnin selvittämistä ja laitteen virrankulutus vähenee nopeutuneen paikannuksen ansiosta. Matkapuhelinverkko laskee paikannuslaitteen karkean sijainnin ja hakee kyseisen alueen satelliittien ratatiedot. (Airu 2009, 14–17.)

Käynnistettäessä paikannuslaite, jossa ei ole AGPS-ominaisuutta, peitteisellä alueella voi kulua useita minuutteja paikannukseen, koska laite ei kykene lataamaan almanakka- ja efemeriditietoja eli satelliittien aika- ja paikkatietoja. Käytännössä tämä hidastaa tai estää paikannuslaitteen toiminnan. Satelliitin

täytyy pystyä lähettämään ratatietonsa vastaanottimelle ennen paikannusta. Tätä ensipaikannukseen kestävästä ajasta kutsutaan termillä TTFF eli (Time to First Fix). Tämä kestää normaalisti noin puolesta minuutista minuuttiin. (Airu 2009, 14–17.)

AGPS ohittaa normaalisti satelliitista tulevan TTFF:n lataamalla ensimmäisen sijaintitiedot nopeampaa tiedonsiirtoa hyödyntäen. Esimerkiksi GPRS, 3G tai wlan verkkoa hyödyntäen. Matkapuhelinverkko välittää niin sanottuna solulähe-tyksenä (cell broadcasting) satelliittien ratatiedot ja korjaustiedot vastaanottimelle. Tässä tapauksessa sijainti lasketaan päätelaitteessa. Tätä kutsutaan handset-based-tavaksi. Sijaintitieto voidaan laskea myös verkon palvelimella (Kuvio 3). (Airu 2009, 14–17.)



Kuvio 3. AGPS toimintaperiaate (Symbian 2007)

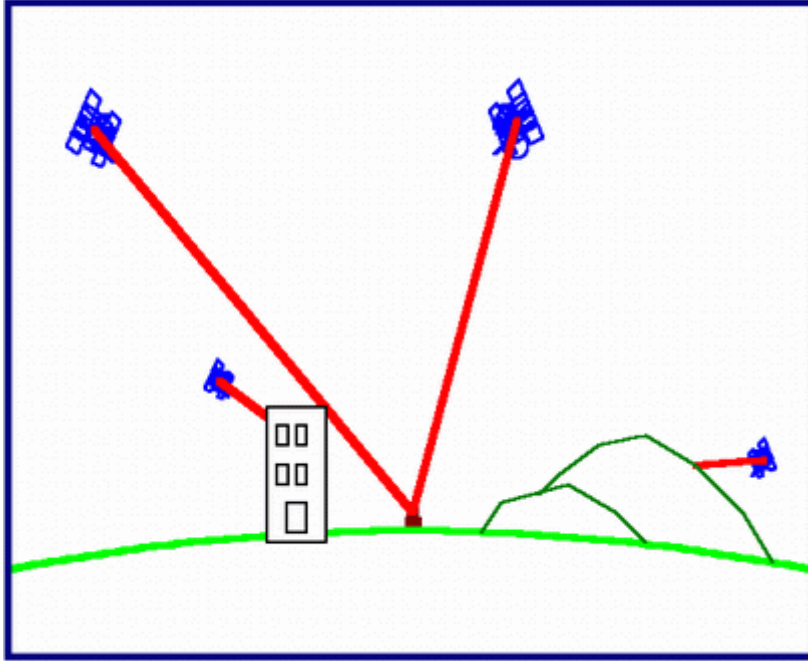
2.5 Maasto-olosuhteet

Paikannuslaitteita käytettäessä maastossa tulee huomioida olosuhteet. Monet varsinaiset paikannuslaitteet ovat valmistettu kestävämmän erilaisia sään vaihtelui- ta ja jopa upotuksen veteen. Akut on pyritty mitoittamaan useamman päivän käyttöä ajatellen. Tyypillinen ajatusmaailma on myös, että henkilön ei tarvitse määrittää sijaintiaan jatkuvasti, vaan vain paikoittain reitillään. Hätätilanteeseen

joutuneen henkilön kulkureittiä ei tarvitse tietää, täytyy vain tietää, missä henkilö on sillä hetkellä. Tämä kasvattaa myös laitteiden käyttöaika.

Puhelimella paikannettaessa voi tulla ongelmia ääriolosuhteissa. Kylmyys haittaa kosketusnäytön normaalia toimintaa ja kuluttaa akun virran nopeasti. Kosteus vaikeuttaa laitteiden käyttöä, sillä monet puhelimista ovat sille herkkiä. Kosketusnäyttö ei toimi kosteana odotetusti. Markkinoilla on myös vähän paremmin säänkestäviä puhelinmalleja. Maastossa on otettava huomioon puhelimella paikannettaessa myös maasto ja puhelinverkon saatavuus. Osa sovelluksista lataa tarvittavat kartat sovelluksen käytön yhteydessä ja GPS voi toimia paremmin, jos se on avustettua mallia, eli A-GPS. Jos liikutaan alueella, jossa on hyvät puhelinverkot, voidaan sovellus ja/tai kartat ladata jopa maastossa tarpeen vaatiessa. Sijainnin voi tarkistaa muun muassa Googlen palvelusta Google Mapsista. Sen avulla voi nähdä tieverkoston sekä kohtalaisen selkeät satelliittipohjaiset kuvat, joissa tarkkuus riittää monesti hyvin suunnistukseen. Lisäksi paperikarttoihin verrattaessa ovat sovelluksien karttapohjat paremmin ajantasalla. Paperiversiot on painettu tiettyjen päivämäärien aineistojen perusteella, eikä niitä voi päivittää suoraan internetistä ladatulla uudella tiedolla.

Maastonmuodot ja sijainti voivat vaikuttaa satelliittien signaalien saatavuuteen. Paikantamiseen tarvitaan vähintään kolme satelliittia, jotta saadaan riittävän tarkka sijainti. Esimerkiksi Lapissa eteläisellä suunnalla oleva iso tunturi tai vaara voi estää satelliittien näkyvyyden (Kuvio 4). (Dana 2016.)



Kuvio 4. Katvealueet heikentävät paikannustarkkuutta (Dana 2016)

3 SOVELLUSTESTIT

3.1 Tutkimuksen toteutus

Opinnäytetyön käytännön testaukseen otettiin mukaan karttasovelluksia ja selainpohjaisia karttoja. Testeihin valittiin viisi ohjelmaa ja sovellukset ladattiin Android -puhelimeen jota testattiin konkreettisesti maasto-olosuhteissa. Testit tehtiin keväällä, jolloin lehtipuusto ei häiritse signaalien saatavuutta ja sääolosuhteet ovat hieman kesää vaihtelevammat. Testien tarkoituksena oli tutkia ohjelmien tarkkuutta ja nopeutta paikannuksessa, sovellusten käyttöominaisuuksia, puhelimen virrankulutusta ja ohjelmien toimimista puhelinverkon heikoilla sekä vahvoilla signaalialueilla. Testissä keskityttiin myös tarkastelemaan karttojen laadukkuutta ja kuinka nopeasti normaali puhelin kykenee kevättalven olosuhteissa ohjelmia pyörittämään.

Paikannussovelluksien käyttämiseen täytyy puhelimesta olla GPS-paikannin, joka löytyy melkein jokaisesta älypuhelimesta. Paikannusohjelmat ovat sovel- lus- tai selainpohjaisia. Yleisiä sekä tässä sovellustestissä käytettyjä sovelluksia ovat esimerkiksi: Retkikartta-mobile, Maastokartat, Map of Finland ja Google Maps. Myöskin metsästyksessä usein käytetty Tracker-ohjelma otettiin testauk-

seen. Muita usein käytettyjä sovelluksia ovat esimerkiksi Karttaselain, Paikkatie-toikkuna ja Ultrapoint-ohjelma.

Matkapuhelimia joissa ei ole satelliittipaikannusta voidaan käyttää hädässä olevan henkilön paikantamiseen matkapuhelinverkon avulla. Matkapuhelinverkkoa ylläpidetään tukiasemilla, joihin puhelin on yhteydessä. Puhelimen ja tukipisteiden välisestä viestinnästä voidaan karkeasti laskea henkilön sijainti maastossa. Tarkkuus on kuitenkin yleensä useita kymmeniä metrejä ja paikantamista ei voida käyttää kovin nopeasti. (Airu 2009, 17–21.)

3.2 Testilaitte

Sovellusten testaamiseen käytettiin Sonyn Xperia Z2 kosketusnäytöllistä puhelinta. Viittä eri karttaohjelmaa ja/tai -selainta käytettiin noin parin tunnin ajan samanaikaisesti. Näyttö oli päällä lähes koko ajan ja ainakin yksi kartta aktiivisena. Virtaa puhelimesta kului noin 25 prosenttia 3400 milliampeeritunnin akusta. Tällaisella käytöllä Sonyn Xperia Z2 toimi ulkokäytössä muutamassa asteessa noin kahdeksan tuntia ilman varavirtalähdettä. Näytön kastuessa puhelimen käyttö hankaloitui huomattavasti. Puhelin ei reagoanut kosketuksiin odotetulla tavalla. Ulkolämpötila testien aikaan oli +4 celsius -astetta ja tuuli noin viisi metriä sekunnissa. Ilman viileys hankaloitti puhelimen käyttöä, koska havainnoijan sormet kangistuivat.

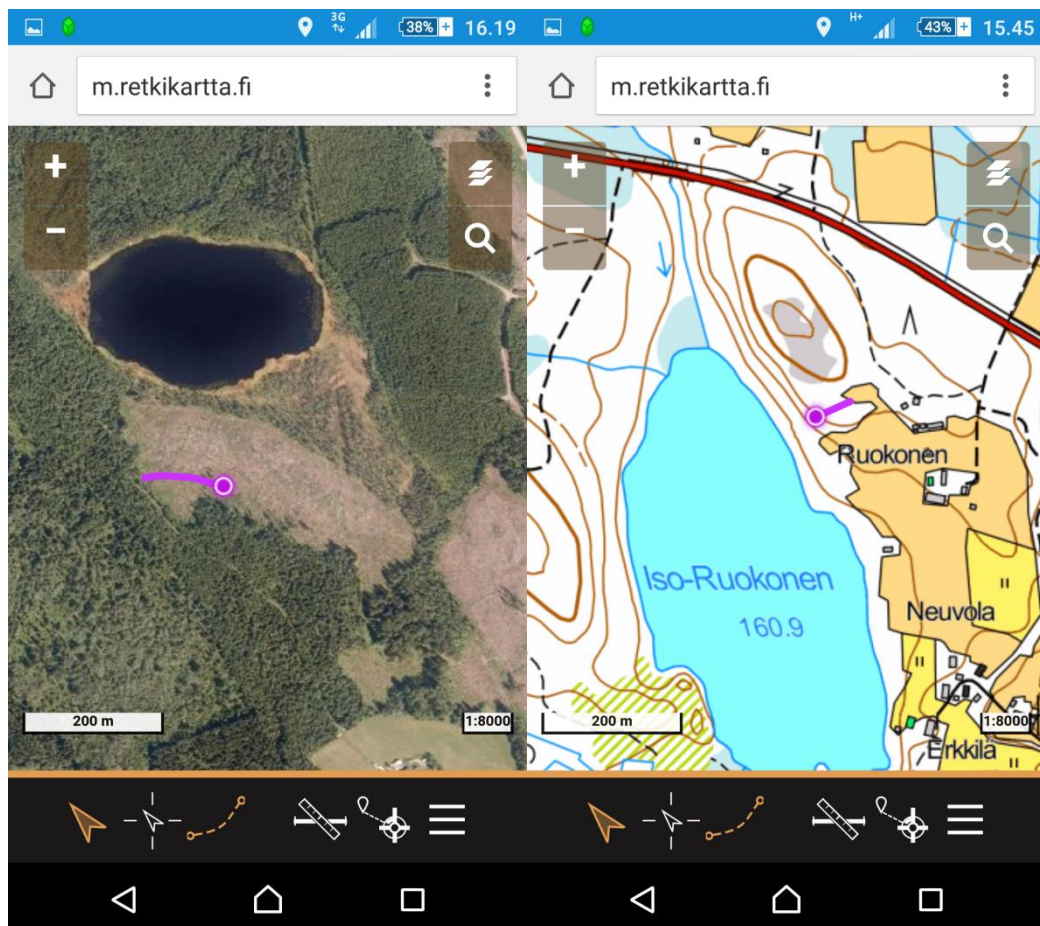
Ohjelmia kokeiltiin myös myöhemmin ilman dataverkkoa poistamalla puhelimesta mobiilidatan käyttö ja menemällä samoille alueille noin kaksi viikkoa ensimmäisen testin jälkeen. Sääolosuhteet vastasivat ensimmäisen testin sääolosuhteita.

3.3 Retkikartta.fi/mobiili

Retkikartta on Metsähallituksen ylläpitämä karttapalvelu, joka on selainpohjainen ja maksuton. Palvelusta saa kattavasti tietoa valtion ja kuntien luonto- ja retkeilykohteista. Tarkoitus on palvella kaikkia luonnossa liikkuja ja kannustaa

luonnossa liikkumiseen turvallisesti ja helpottaa liikkumista. Palvelua kehitetään jatkuvasti. Palvelulla on noin 1,4 miljoonaa käyttäjää. (Retkikartta 2016.)

Retkikartta.fi löytyy internetistä ja sitä voi käyttää online-sovelluksena. Maastossa oli kohtuulliset datayhteydet. Sovellus latautui puhelimen näytölle nopeasti ja ensimmäiseen ikkunaan aukesi kartta, jossa violetti piste osoitti matkapuhelimen sijainnin. Paikannus oli nopea ja tarkka. Karttoja pystyi suurentamaan ja ilmakuvatkin löytyivät. Maastossa liikuttaessa ohjelma paikantaa jatkuvasti sovelluksen käyttäjän sijainnin ja piirtää violettiä viivaa kulkureitille tarkasti (Kuvio 5).



Kuvio 5. Retkikartta mobilen karttanäkymät (Retkikartta 2016)

Käytön aikana puhelimen näytön tulee olla päällä ja selaimen tulee olla auki. Kun puhelinta piti taskussa ja näyttöä piti lukittuna, oli sovelluksen käytön jatkaminen nopeaa ja helppoa. Avatessa sovellus paikansi puhelimen muutamassa sekunnissa kartalle. Heikossa matkapuhelinverkossa kartan ja etenkin ilma-

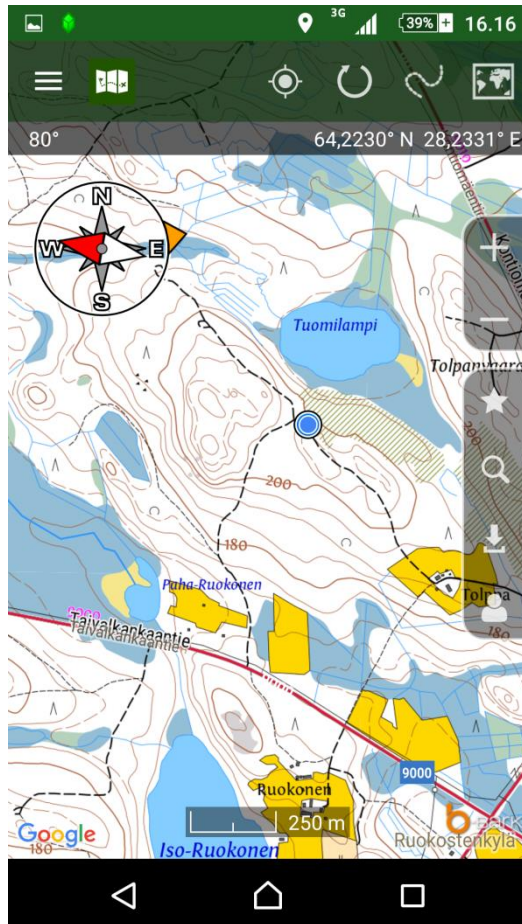
kuvan latautuminen on hidasta. Reitit tallentuvat puhelimen muistiin huomattavan pitkiksi ajoiksi ja ne näkee tarvittaessa avaamalla sovelluksen uudestaan. Ilman dataverkkoa sovellus ei toimi. Internetsovelluksena tällä karttaselaimella ei voi navigoida ollenkaan ilman datayhteyttä, koska ohjelman avaaminenkin on mahdotonta.

Kaiken kaikkiaan retkikartta-mobile on toimiva, nopea, laadukkaat kartat sisältävä ja yksinkertainen selainpohjainen karttasovellus. Karttapohjana näyttäisi olevan Maanmittauslaitoksen tuottama tausta-aineisto. Tämän lisäksi ohjelma on mukava ja selkeä käyttää. Sovellus kuitenkin vaatii hyvät datayhteydet. Sovelluksella ei voi siis ladata karttoja puhelimen muistiin ennakoon, joka voi maasto-olosuhteissa vaikeuttaa sovelluksen sujuvaa käyttöä. Häätätilanteissa toimivan dataverkon alueella sijainnin määrittäminen on helppoa, kartalla näkyvillä kohteilla on selkeät nimet.

3.4 Maastokartat

Maastokartat on monikäyttöinen karttaohjelma selkeillä kartoilla ja ilmakuville, jolla voi mitata matkoja ja suuntia. Tätä ohjelmaa käytettäessä puhelimesta täytyy olla kompassi, joka kääntää kartan kulkusuuntaan nähden. Ohjelmaan on olemassa maksullinen lisäosa, jolla voidaan ladata karttoja laitteen muistiin offline-tilaan ja tällöin niitä voidaan käyttää ilman datayhteyksiä. Sijainnin jakaminen on mahdollista eri käyttäjien välillä. Jaettujen tietojen perusteella ohjelman eri käyttäjät voivat nähdä toistensa käyttämät reitit. (Play google 2016a.)

Maastokartat on mahdollista ladata Google Play-kaupasta. Asentaminen kesti joitain minuutteja. Tämän testauksen yhteydessä maastossa oli kohtuulliset datayhteydet. Maastossa ohjelma latsi nopeasti alueen kartat ja merkkasi selkeästi sinisellä pisteellä havainnoijan tarkan sijainnin. Ilmaisversio ei piirrä kuljetua reittiä kartalle (Kuvio 6).



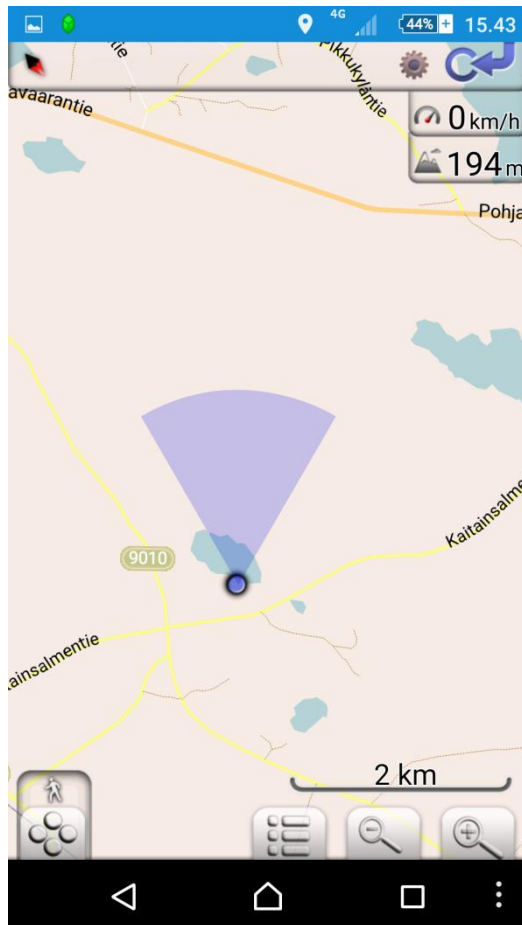
Kuvio 6. Maastokartat ilmaisversion karttanäkymä (Play google 2016a)

Maastokartat on testauksen perusteella kevyesti toimiva karttaohjelma jolla on helppo suunnistaa. Ennakkoon ladatut karttatasot säilyvät puhelimen muistissa viikkoja ja näin sovellusta voidaan käyttää ilman dataverkkoakin. Tällöin paikannus on hieman hidasta, mutta lopulta tarkkuus on hyvä. Turvallisuuden kannalta ohjelma on hyvä, kuten Reittikarttaohjelmassa, on tässäkin sovelluksessa paikkojen nimet merkitty selkeästi. Pienetkin kulku-urat ja tiet löytyvät kartalta helposti mustina katkoviivoina ja punaisina janoina. Kartta on myös erittäin selkeä, niissä ei ole kuvattu turhia asioita.

3.5 Map of Finland

Map of Finland sisältää tiekarttoja ja palvelussa voi hakea kohteita esimerkiksi kaupungin nimen mukaan. Tämä palvelu ei kuitenkaan tarjoa maastokarttoja. Isoista kaupungeista Map of Finland näyttää myös tarkemmat kartat. (Play google 2016c.)

Testiä varten puhelimeen ladattiin Suomen ja Euroopan kartat, jotka löytyvät ladattaessa samasta karttapaketista. Sovellus ei vaadi dataverkkoa, vaan lataa kartat ennakkoon. Tästä johtuen se tarjoaa apua lähinnä tilanteeseen jossa pitää päästä maastosta tielle nopeasti ilman puhelinverkkoja. Ohjelma näyttää sijainnin sinisenä pisteinä (Kuvio 7).



Kuvio 7. Map of Finlandin karttapohja (Play google 2016c)

Map of Finland näyttää todella hyvin puhelimen osoittaman suunnan sektori-maisella värillä. Puhelimesta täytyy olla tähän ominaisuuteen kompassi. Karttatiedosto ei vie paljoa tilaa ja on kattavan laaja, sekä antaa selkeät kartat tilanteeseen jossa täytyy suunnistaa suurpiirteisesti lähimmälle tielle. Se myös toimii hyvin ilman dataverkkoa. Tämä sovellus ei kuitenkaan sovellu maastossa liikumiseen. Pienten vahinkojen sattuessa ja esimerkiksi sellaisissa tapauksissa, joissa käyttäjät liikkuvat ryhmässä on sovellus aivan riittävä. Käyttäjät löytävät

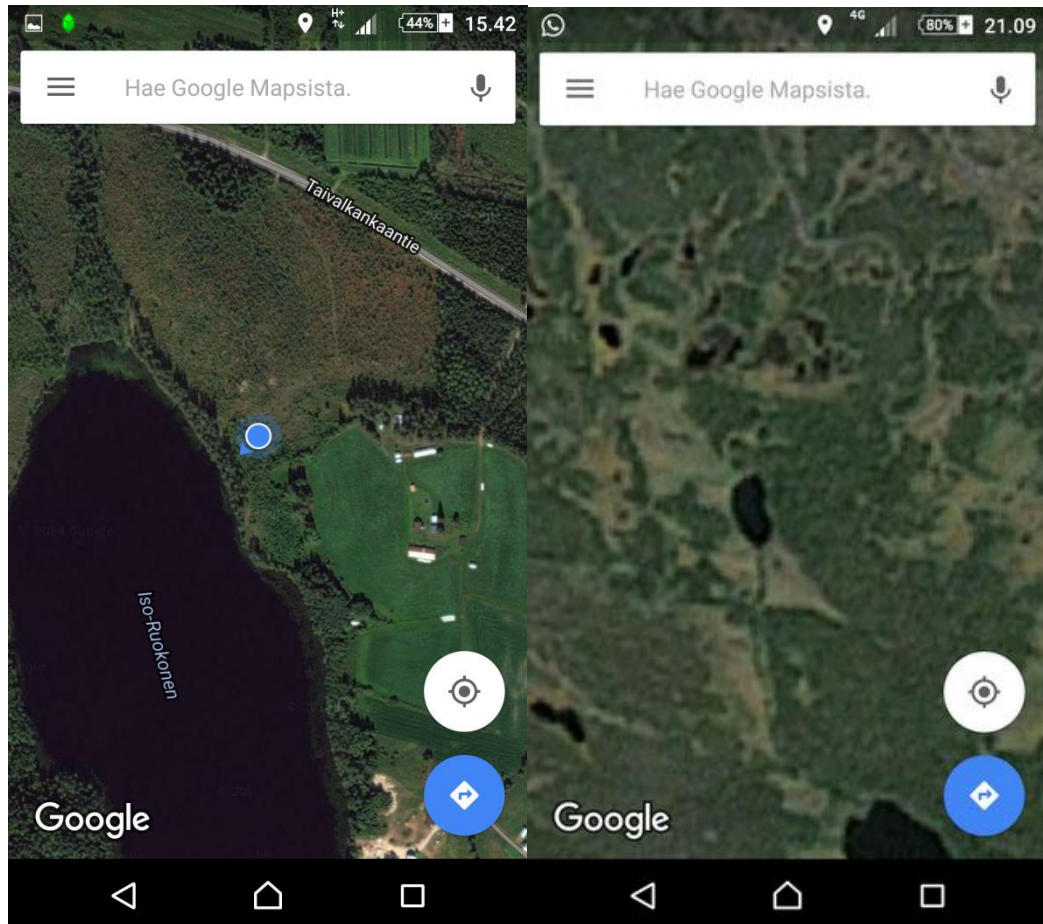
nopeasti lähimmälle tielle, johon on helppo ohjata mahdolliset hätäajoneuvot tai apua antavat muut tahot.

3.5 Google Maps

Google Maps on Googlen tarjoama ilmainen karttasovellus joka tarjoaa mahdollisuuksia hakea sekä reittejä, että paikkatietoa. Se näyttää selkeästi autotiet, pyöräily- ja kävelyreitit. Haun voi tehdä esimerkiksi lyhyimmän tai nopeimman reitin mukaan. Ohjelma tarjoaa myöskin tiettyjen kaupunkien reaaliaikaiset liikennetiedot sekä paikallisliikenneaikataulut. (Play google 2016a.)

Google Maps otettiin testiin, koska se on karttasovelluksista yksi tunnetuimpia ja käytetyimpiä. Varsinaiset maastokartat puuttuvat, ainoastaan tieverkosto ja isoimmat vesistöt ovat kartalla. Datayhteydet olivat maastossa kohtuulliset. Sovellus paikantaa itsensä nopeasti ja merkitsee sijainnin sinisellä pisteellä. Sijainnin tarkkuuden heikentyessä pisteen ympärillä näkyy vaaleamman sininen alue.

Satelliittikuva voi olla tarkkuudessaan ilmakuvan luokkaa. Syrjäisten alueiden kuvat ovat epäselkeitä (Kuvio 8). Koska Google Mapsin avulla voi tutkia alueen maastoa, sekä myöskin ilma- ja satelliittikuvia, voi maastossa suunnistaminen helpottua, kun näitä karttoja pystyy vertailemaan. Satelliittikuvat tallentuvat puhelimen muistiin ja ladatut kuvat säilyvät puhelimen muistissa viikkoja. Google Maps, kuten Map of Finland soveltuvat parhaiten navigointiin tieverkostoa pitkin.



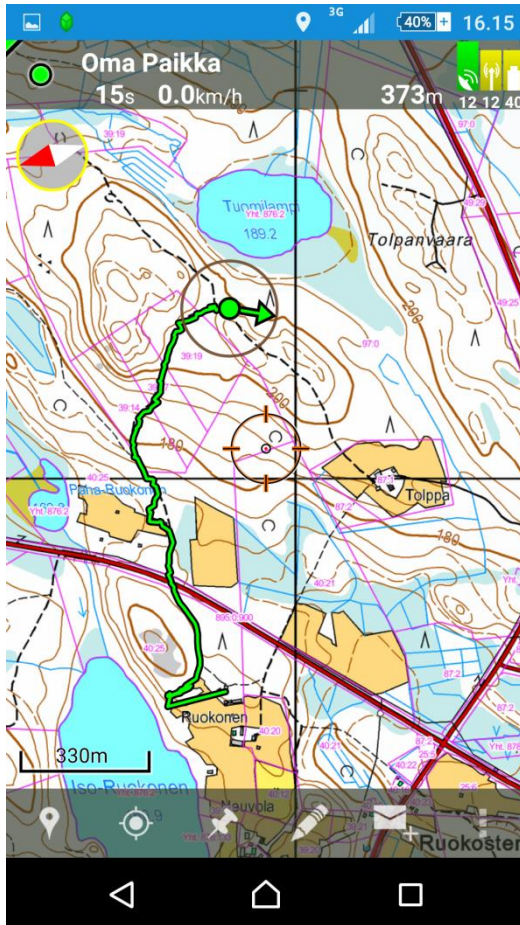
Kuvio 8. Satelliittikuvien tarkkuuden vaihtelu (Play google 2016a)

3.6 Tracker Hunter

Tracker Hunter on suunniteltu metsästyskäyttöön ja on maksullinen. Ohjelmalla voi seurata erilaisia koiriin ja muihin eläimiin kiinnitettäviä paikannuslaitteita eli paikannuspantoja ja toisia ohjelman käyttäjiä reaaliaikaisesti. Karttoja voi ladata puhelimen muistiin. Ohjelma sisältää tarkat kartat kiinteistörajoilla sekä ilmakuvat (Kuvio 9). Track Hunterilla voidaan myös mitata etäisyyksiä eri kohteisiin, piirtää oma reitti sekä seurattavien kohteiden jäljet. Jälkikäteen käyttäjä voi myös nähdä kuljetut reitit tietokoneelta. Tämä sovelluksen osio toimii vain tietokoneella. Track Hunter käyttää dataverkkoa tiedonsiirrossa. (Tracker hunter 3 2016.)

Puhelimessa oli valmiina maksullisella lisenssillä varustettu sovellus. Maastossa oli kohtuulliset datayhteydet. Ohjelma näytti nopeasti ja tarkasti sijainnin ja piirsi vihreän viivan kuljetulle reitille, myös puhelimen näytön välillä ollessa suljettuna.

Ohjelma näyttää kartalla myös kiinteistöjen rajat. Kokeneet maastossa kulkijat osaavat käyttää kiinteistön rajoja sijaintinsa määrittämiseen. Ohjelman kartta on selkeä ja sitä voi tarkentaa suurentamalla mittakaavaa. Jos puhelimesta on sisäänrakennettu kompassi, näyttää ohjelma puhelimen suunnan. Sovelluksella pystyi suunnistamaan maastossa helposti. Ohjelma kulutti puhelimen virtaa paljon. Ladatut karttatasot säilyvät jossain määrin puhelimen muistissa ja niitä voi hyödyntää dataverkon puuttuessa. Ohjelman paikannustarkkuus on hyvä.



Kuvio 9. Tracker-hunter tilarajalliset kartat (Tracker hunter 3 2016)

3.7 Oma kokemus

Viikon tai kahden mittaisella retkellä syrjäisille seuduille haluaa saada pysymään puhelimestaan virtaa. Puhelinta joutuu käyttämään eksyessään tai hätätilanteen sattuessa. Puhelimen ollessa sammutettuna lataustaso säilyy viikonkin, vaikka olisi kylmää. Puhelin on kuitenkin hyvä lämmittää ennen käynnistämistä. Puhelin olisi myös syytä säilyttää lähellä kehoa, jottei sen akun lämpötila pääse putoamaan pakkaselle. Virtaa säästää myös puhelimen pitäminen lentokoneti-

lassa, jossa sitä voi käyttää esimerkiksi kamerana ilman tietoliikenneyhteyksiä. Sovellukset toimivat myös lentokonetilassa. Tietoliikenneyhteyksien eli matkapuhelinverkon ja mobiilidatan käyttö kuluttavat puhelimen akun varausta eniten. Kosketusnäyttö hidastuu pakkasilla ja puhelimen käyttö vaikeutuu jos näytöllä on kosteutta.

Puhelimen akun kapasiteetti on huomioitava hankittaessa mahdollista varavirtalähdettä. Varavirtalähteen on oltava riittävän kokoinen lataamaan matkapuhelimen akun täyteen. Vajaalla latauksella akku menettää tehoaan ja lataamien saattaa käydä turhaksi. Varavirtalähteen testaus on hyvä toimenpide ennen maastoon lähtöä, sillä laitteelle luvattu kapasiteetti ei monesti pidä paikkaansa todellisina ampeereina. Täytyy muistaa myös se, että varavirtalähde menettää myös lataustaan pakkasessa ja käyttämättömänä. Varavirtalähteessä on siis useamman päivän matkustamisen jälkeen vähemmän latausta käytettävissä kuin ensimmäisenä päivänä latauksesta.

4 VIRANOMAISYHTEISTYÖ

Eksymiset ja tapaturmat ovat henkeä uhkaavia tilanteita maastossa liikkujalle. Kokemus ja valmistautuminen eivät riitä täysin ennalta ehkäisemään vaarallisia tilanteita maastossa. Nopea avunsaanti on tärkeää myös maasto-olosuhteissa. Avun saaminen tapaturmapaikalle vaatii lähes jokaisessa tapauksessa paikkatietoa. (Hätäkeskuslaitos 2016.)

Suomessa on kattavat maanlaajuiset matkapuhelinverkot ja hätänumeroon soittaessa puhelimen ei tarvitse olla oman operaattorin verkossa eikä puhelin tarvitse sim- korttia. Hätänumeroon soittamista yllämainitussa tilanteessa on kokeiltu erikseen. Alueella täytyy kuitenkin olla jokin matkapuhelinverkko, johon puhelin muodostaa yhteyden. Ilman matkapuhelinverkkoa hätäkeskukseen ei voi soittaa. (Hätäkeskuslaitos 2016.)

Hätäkeskus voi tarvittaessa myös paikantaa liittymän matkapuhelinverkon tukiasemien avulla. Tarkkuus on taajama-alueilla ja hyvin asutetuilla alueilla tarkempi. (Hätäkeskuslaitos 2016.)

4.1 Paikannus matkapuhelinverkossa

GSM-verkossa paikantaminen perustuu matkapuhelinverkon tukiasemiin. Verkon avulla voidaan laskea solupaikannusmenetelmää käyttäen matkapuhelimen karkea sijainti. Paikannustarkkuus on verrannollinen solujen kokoon. Kaupungeissa solut ovat pienempiä ja määrältään niitä on enempi. Näin ollen paikannustarkkuus on parempi. Solupaikannuksella voidaan paikantaa kaikki matkapuhelimet. Solupaikannuksessa tukiasemien sijainnit ja niiden lähettämien signaalien peittoalueet tunnetaan. Kun matkapuhelin on yhteydessä useampaan tukiasemaan, voidaan peittoalueiden leikkauskohdista laskea, missä puhelin karkeasti ottaen on. Kun tiedetään vielä tukiaseman antennin asento, voidaan antennin asennon perusteella saada selville signaalin tulokulma ja -suunta. Tulosuunnalla voidaan jokaisesta tukiasemasta laskea matkapuhelimen sijainti myös laskemalla tulosuuntien leikkauspisteet. (Airu 2009, 17–21.)

Puhelimeen soittaessa alueen tukiasemat lähettävät signaalia ja puhelin valitsee vahvimman signaalin käyttöönsä. Vahvin signaali tulee yleensä lähimmästä tukiasemasta. Verkko on määrittänyt solun, jossa puhelin sijaitsee. Laskemalla tukiasemalta tulevan signaalin kulku-aika TA-tekniikalla (Time Advance) voidaan määrittää kaari, millä etäisyydellä matkapuhelin sijaitsee tukiasemalta. (Airu 2009, 17–21.)

Signaalin saapumiskulman mittaus tukiaseman antennissa mahdollistaa paikannuksen leikkaamalla kaari tulokulman suunnalla. Lisäksi voidaan käyttää useamman tukiaseman TA-havaintoja joissa tukiasemien etäisyyksien kaarien leikkauspisteet lasketaan. Puhelin on jossain näistä leikkauspisteistä. Tällaisen kaarilaikkauksen virhemarginaali on suuri, koska signaalit voivat heijastua ja vääristyä. Jos signaalien pituudet ovat epävarmoja liikkuvat leikkauspisteet ympyröiden kaarella, joten lasketussa sijainnissa ei pidä paikkaansa enää etäisyys, eikä suunta tukiasemaan nähden. (Airu 2009, 17–21.)

4.2 112 Suomi -sovellus

Digia on kehittänyt Suomessa 112-sovelluksen, joka on integroitu hätäkeskuslaitoksen järjestelmiin, mikä mahdollistaa sijaintitiedon välittämisen hätäkeskuspäivystäjälle automaattisesti. Jos paikannus tapahtuu matkapuhelinverkon avulla, sovelluksen tarkkuus on heikko. Sovellus voi käyttää myös satelliittipaikannusjärjestelmiä, jos ne ovat puhelimesta käytössä ja jos sovellukselle on annettu lupa näiden käyttämiseen. Tarkkuus parantuu matkapuhelinverkolla määritetystä satojen metrien tarkkuudesta metrien tarkkuuteen. Sovellus ei tarvitse toimiakseen datayhteyttä. Jos sovellus ei ole datayhteydessä, se kertoo kännykän näytöllä käyttäjän sijainnin, joka voidaan lukea hätäkeskuspäivystäjälle puhelimitse. Jos datayhteys on käytössä, siirtyy sijainti automaattisesti internetiyhteyden avulla. (Hätäkeskuslaitos 2016.)

Sovellus on ilmainen ja helppokäyttöinen. Sovellus ladataan Google-Play kaupasta. Sovelluksen aukaistessa tulee näkyviin olinpaikkasi koordinaatit ja isokokoinen painike, jolla voi soittaa hätäkeskukseen (Kuvio10). Testattaessa sovel-

luksen nopeutta, sovellus paikantaa itsensä nopeasti dataverkon ja GPS- järjestelmän avulla. Yhteyksien ollessa suljettuina sovelluksen paikantaminen kestää useampia minutteja. Häätäkeskus suosittelee ohjelman lataamista kaikille maastossa liikkujille. (Hätäkeskuslaitos 2016.)

112- Sovelluksessa hyviä puolia on se, että sovellusta voi käyttää aina, ilman dataverkkoa tai gps-yhteyksiä. Sovellus on kehitetty vain sitä varten, että puhelimen voi paikantaa maastosta. Haittana ohjelmassa on sen huono tarkkuus ääriolosuhteissa. Joissain tapauksissa ongelmana voi olla myös oletus, että sovellus on määrittänyt sijainnin tarkasti ja mahdollinen apu ei ymmärrä etsiä avuntarvitsijaa laajemmalta alueelta.



Kuvio 10.112-sovelluksen alkunäkymä (Hätäkeskuslaitos 2016)

5 YHTEENVETO JA POHDINTA

Maastossa liikkuminen on monessa harrastuksessa ja työssä yleistä. Suomi on laaja ja harvaan asuttu maa. Maastossa liikkumiseen ja siellä suunnistamiseen on tarjolla monenlaisia suunnistusvälineitä ja mahdollisuuksia.

Maastoon lähtijän on hyvä perehtyä paikannusvälineisiin ja maastoon ennen lähtöä. Mahdolliset yöpymiset ja reitit on hyvä suunnitella, ettei tule yllätyksiä. Reittisuunnitelma kannattaa myös antaa jollekin tutulle. Mukaan otettava välineistö on hyvä luetteloida ennen matkustamista, että muistaa kaiken tarpeellisen. Välineet on hyvä myös tarkastaa ennen lähtöä, varavirtalähteiden toiminta ja paikannuslaitteistojen karttojen saatavuus sekä ajantasaisuus kannattaa varmistaa.

Paikannusvälineiden luotettavuus on tärkeä asia maastossa liikuttaessa. Välineiden pitää olla laadukkaita, testattuja ja toimiviksi todettuja. Varavirtalähteen kapasiteetti valitaan paikannuslaitteen ja laitteen käytön laajuuden mukaan. Ulkolämpötila vaikuttaa laitteen virrankulutukseen huomattavasti. Pakkasilla virrankulutus voi olla odotettua suurempaa. Paikannuslaitetta on hyvä säilyttää vesitiiviisti lähellä kehoa, jossa lämpötila on korkeampi ja pysyy tasaisena. Varavirtalähdettä kannattaa säilyttää myös lämpimässä. Laite pitää ladata kylmissä olosuhteissa mahdollisimman lämpimässä paikassa, jotta latausprosessi veisi mahdollisimman vähän virtaa. Paras latauspaikka on kosteudelta suojattuna ja lähellä kehoa.

Testatuista matkapuhelimella käytettävistä ohjelmista kaikki eivät sopineet hyvin maastossa liikkumiseen. Matkapuhelimien kartta-ohjelmat vaativat poikkeuksetta hyvän dataverkon.

Paikannuslaitteiden parantuminen edistää huomattavasti myös maastossa liikkumisen turvallisuutta. Tällä hetkellä menetelmien suurin ongelma on se, että puhtaasti hätätilanteita varten kehitettyjä ohjelmia ei suomessa ole kuin hätäkeskuksen tässäkin opinnäytetyössä mainittu 112-sovellus.

Oikein varustautuneena valveutunut maastossa liikkuja voi tuntea olonsa turvaliseksi. Uusien laite- ja varustehankintojen jälkeen kannattaa ne testata pienimuotoisesti ennen pidempiä maastoon suuntautuvia reissuja. 112-Suomi Sovellus kannattaa ladata matkapuhelimeen mahdollisen avun saamiseksi paikalle.

Vaikka tietotekniikka mahdollistaa meille reaaliaikaisen paikantamisen maastossa, suosittelen silti henkilökohtaisesti myös maastossa liikkuvia ihmisiä tutustumaan karttoihin ja opettelemaan karttojen lukemista. Hätätapauksissa tärkeintä on päästä mahdollisen avun luo ja saada tuo mahdollinen apu saavuttamaan sinut nopeasti. Aina kannattaa pitää mielessään, että missä on lähin tie ja miten sinne avunantajan neuvoo. Paikannuslaitteiden olemassaolo ei tarkoita sitä, että ihminen voisi tuudittautua automaattiseen pelastautumiseen, suurin osa sovelluksista on harraste- ja hupitoimintaa silmälläpitäen tehty.

LÄHTEET

Airu, V. 2009. Paikannus GPS- ja GSM-järjestelmissä. Tampereen ammattikorkeakoulu. Tietotekniikantekniikan koulutusohjelma. Opinnäytetyö.

Dana, P.H. N.d. The Geographer's Craft Project. Department of Geography. The University of Colorado at Boulder. Viitattu 23.04.2016
<http://kronos.ncp.fi/koulutusohjelmat/metsa/PaikkatietoWWW/paikannus/kuvat/goodgop.gif>

Garmin 2016. Retkeily. Viitattu 10.04.2016 <https://buy.garmin.com/fi-FI/FI/cIntoSports-c10340-p1.html>

Garmin 2016. GPSMAP® 64. Viitattu 10.04.2016 <https://buy.garmin.com/fi-FI/FI/polulla/kasilaitteet/gpsmap-64/prod140020.html>

Hätäkeskuslaitos 2016. 112 Suomi - mobiilisovellus. Viitattu 20.04.2016
http://www.112.fi/hatakeskusuudistus/112suomi_mobiilisovellus

Laurila, P. 2008. Mittaus- ja kartoitustekniikan perusteet. Rovaniemen ammattikorkeakoulun julkaisusarja D nro 3.

Play google 2016a. Google maps sovellus. Viitattu 15.04.2016
<https://play.google.com/store/apps/details?id=com.google.android.apps.maps&hl=fi>

Play google 2016b. Maastokartat sovellus. Viitattu 15.04.2016
<https://play.google.com/store/apps/details?id=com.swampsend.maastokartat&hl=fi>

Play google 2016c. Map of Finland sovellus. Viitattu 15.04.2016
<https://play.google.com/store/apps/details?id=eu.mapof.poland>

Retkikartta 2016. Retkikartta/modiili sovellus. Viitattu 29.03.2016
<https://www.retkikartta.fi/>

Symbian 2000-2015. Assisted GPS. Viitattu 23.04.2016
http://www.allaboutsymbian.com/features/item/The_future_of_GPS-equipped_smartphones.php

Tekniikan Maailma 2015. Matkapuhelinten varavirtalähteet pakkaskokeessa. Viitattu 20.04.2016 <http://tekniikanmaailma.fi/digilehti/052015/testi-matkapuhelinten-varavirtalahteet-pakkaskokeessa>)

Tracker 2016. Tracker hunter 3. Viitattu 25.04.2016
<http://www.tracker.fi/fi/tuotteet/sovellukset/tracker-hunter-3>

Wikipedia 2016. GPS. Viitattu 25.04.2016 <https://fi.wikipedia.org/wiki/GPS>