
Lepaan kampuksen maanalaisen infran kartoittaminen



Ammattikorkeakoulun opinnäytetyö

Maisemasuunnittelun koulutusohjelma

Lepaa, kevät 2014

Tuulia Laaksonen



LEPAA
Maisemasuunnittelun koulutusohjelma
Viherrakentaminen

Tekijä	Tuulia Laaksonen	Vuosi 2014
Työn nimi	Lepaan kampuksen maanalaisen infran kartoittaminen	

TIIVISTELMÄ

Tämän työn tilaajana toimi Hämeen ammatillisen korkeakoulutuksen kuntayhtymän Kiinteistöpalvelut Kipi-toimisto. Tilaajalla oli tarve selvittää Lepaan kampusalueen maanalaisen infran sijainteja ja saada käyttöönsä helposti päivitettävä digitaalinen kartta infrasta.

Työn tavoitteena oli koota olemassa olevista kartoista yksi digitaalinen kartta. Työhön kerättiin teoretista tietoa viemäreiden, vesijohtojen, kaukolämpöputkien, sähköjohtojen, muiden kaapeleiden, maakaasuputkien, kaivojen sekä sulkuventtiilien materiaaleista, asennussyvyyksistä sekä kaivojen halkaisijoista. Karttaa varten kampusalueella tehtiin kaivojen paikannus. Paikannus tehtiin Juno SC paikannuslaitteella. Paikannettaessa muistiin kirjattiin kaivon kansityyppi ja -materiaali, oliko kansi umpinainen vai ritilämallia sekä kannen halkaisija. Kaivosta otettiin myös kuva. Paikannustiedon käsittelyyn käytettiin Trimblen GPS Pathfinder Office -ohjelmaa. Vanhat kartat piirrettiin läpi AutoCAD -suunnitteluohjelmalla. Kaivojen paikannustieto tuotiin karttaan Vectorworks -suunnitteluohjelmalla.

Työn tuloksena saatiin digitaalinen kartta, jossa näkyvät kaikki vanhojen karttojen johto- ja putkitiedot. Uutena tietona karttaan paikannettiin alueen kaivot. Vaikka alue käytiin järjestelmällisesti läpi, jäi osa kaivoista paikantamatta. Seuraavaksi alueesta kannattaa tehdä maanalaisten vetojen tarkat selvitykset ja päivittää kartta niidenkin osalta.

Avainsanat Paikannus, kartoitus, Lepaan kampus, maanalainen infra

Sivut 18 s. + liitteet 8 s.

LEPAA
Degree Programme in Landscape Design

Author	Tuulia Laaksonen	Year 2014
Subject of Bachelor's thesis	The Mapping of Underground Infrastructure in the Lepaa Campus Area	

ABSTRACT

This study was ordered by the Real estate services Kipi-office of HAMK University of Applied Sciences association of municipalities. The fore mentioned office had a need to map the locations of the underground infrastructure in the Lepaa campus area and to have an easily updateable digital map of it in its use.

The aim of this study was to assemble one digital map of the existing maps. Historical data was gathered of the sewers, water pipes, district heating pipes, electrical cables, other cables, natural gas pipes, wells and shut-off valves, materials and installation depths in addition to well diameters. The locating of the wells for the map was done on the campus area. A Juno SC global positioning system was used for the locating. While locating the well, material and type of the drain cover, as well as the diameter and if it was solid or a grate was recorded. In addition, a picture was taken of the well. Trimble's GPS Pathfinder Office- programme was used to process the location data. The old paper maps were recreated digitally using the AutoCAD -design programme. The locations of the wells were then added to the map using Vectorworks -design programme.

As an outcome of the study, a digital map was created which combines all the old map records of cables and pipes. The locations of the wells in the area were then added as new knowledge. Even though the area was systematically checked, some of the wells were left unlocated. The next step for updating the map would be to locate the underground pipes and add them in digital form.

Keywords Locating, mapping, Lepaa campus area, underground infrastructure

Pages 18 p. + appendices 8 p.

SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	1
2	TOIMINTAYMPÄRISTÖ	2
2.1	Lähtötilanne.....	2
2.2	Kartoitettavat asiat.....	3
2.2.1	Materiaalit.....	3
2.2.2	Syvyydet	4
2.2.3	Kaivot ja niiden halkaisijat.....	6
3	PAIKALLISTAMINEN JA SEN MENETELMÄT	7
3.1	Maanalaisen ja -päällisen infran kartoitus.....	7
3.2	GPS -maastotallentimet tiedonkeruussa.....	7
3.3	Karttaan merkitseminen ja tiedon päivitys.....	8
3.4	Paikallistaminen kaivutöitä suunniteltaessa.....	10
3.5	Karttapiirroksen organisointi.....	11
3.5.1	Karttatasot.....	11
3.5.2	Luokat.....	11
4	KARTOITUSPROSESSI	11
4.1	Kartoituksen suunnittelu	11
4.2	Olevan aineiston koonti.....	12
4.3	Tietojen täydentäminen maastossa.....	13
4.4	Prosessin arviointi	14
5	JOHTOPÄÄTÖKSET	16
	LÄHTEET	17

Liite 1 Taso- ja symbolikoodit

1 JOHDANTO

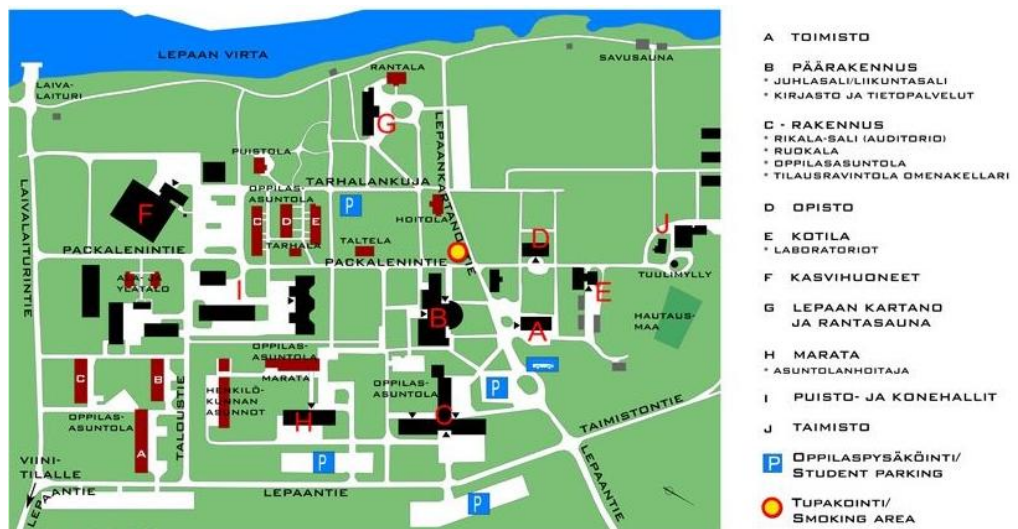
Maanalaista infraa on rakennettu jo vuosisatoja. Aluksi rakenteet olivat alkeellisia. Tiedon ja tekniikan kehittyessä materiaalit ovat muuttuneet ja rakentamiskäytänteet kehittyneet alkuperäisistä. Monenlaisia materiaaleja on käytetty vuosien aikana. Jotkin niistä on todettu huonoiksi, toisia käytetään vieläkin. Nykyään maata kaivettaessa saatetaan vahingossa löytää vanhoja unohdettuja maanalaisia rakenteita.

Maanalaisten tietojen kirjaaminen on tärkeää, jotta maata kaivettaessa välttyttäisiin vahingolta ja tapaturmilta. Olemassa olevan johdon tai putken rikkoutuminen voi johtaa suuriin korjaustöihin tai erinäisiin vaaratilanteisiin. Tietojen päivitettävyyden tulee olla johdonmukaista ja helppoa, jotta tietokantaa olisi helppo käyttää ja sieltä löytyisi ajantasainen tieto. Paperisiin karttoihin on huono tehdä korjausmerkintöjä, ja monien merkintöjen jälkeen karttaa ei kenties pystytä enää tulkitsemaan. Sen takia pelkillä paperikartoilla toimiessa kaikkia tietoja ei aina kirjata ylös. Digitaalisella kartalla pyritään päivittämisestä tekemään helppoa, jotta pienimmätkin havainnot ja muutokset päivitettäisiin tietoon.

Tämän opinnäytetyön tavoitteena oli Hämeen Ammattikorkeakoulun (HAMK) Lepaan yksikön maanalaisen infran kartoitus ja olemassa olevan karttatiedon kerääminen yhdelle helposti päivitettävälle kartalle. Kartan käytön helpottamiseksi siihen luotiin eri karttatasoja eli layereitä. Tasojen avulla karttanäkymään voidaan avata tai sulkea eri infran osa-alueita näkyville. Opinnäytetyössä paikallistettiin Lepaan kaivot GPS-kämmenlaitteella. Kampuksen ylläpidosta vastaa Hämeen ammatillisen korkeakoulutuksen kuntayhtymän Kiinteistöpalvelut Kipi. Kipi-toimisto tilasi työn kiireellistä tarvetta varten. Kartan avulla voidaan selvittää missä suurin piirtein maanalaiset vedot kulkevat. Kaivettaessa tieto helpottaa kaivajaa, jotta hän osataan varoa olemassa olevia vetoja.

2 TOIMINTAYMPÄRISTÖ

Lepaan kampus sijaitsee Hämeessä Hattulan kunnassa Lepaan virran rannassa. Kampusalueella on 19 opetukseen käytettävää rakennusta, jotka on esitetty kuvassa 1 mustalla sekä 16 punaisella kuvattua asuinrakennusta. Rakennukset ovat monelta aikakaudelta ja osa niistä on museoviraston suojelemissa. Alueen käyttö puutarhaopetukseen alkoi vuonna 1910, kun Maria ja Carl Fredrik Packalén olivat testamentanneet silloisen tilansa käytettäväksi maanviljelys- tai puutarhakoulua varten. (HAMK 2014.)



Kuva 1. Kampusalueen kartta rakennustietoineen (HAMK 2014)

Kampusalueella on paljon niin maanalaista kuin maan päällistäkin infraa. Materiaalit vaihtelevat valurautaviemäreistä aina valokuitukaapeleihin. Eri materiaalit ja niiden eriaikainen asennus ja tiedonpuute olemassa olevien vetojen sijainneista ja asennuksista hankaloittavat nykypäivän toimintaa. Uudet putket ja kaapelit tulee liittää tiiviisti olemassa oleviin vetoihin. Tällä hetkellä uusien infrarakenteiden suunnittelu voi olla haasteellista. Jos materiaaleja ja liitostapaa ei tiedetä ennalta, saadaan se selville vasta siinä kohtaa kun liitos pitäisi tehdä. Näin ollen liitoskohtien ennalta suunnittelu on vaikeaa.

Lepaa on tämän talven aikana liittynyt kunnalliseen viemäriverkostoon. Tätä ennen jätevedet puhdistettiin kampuksen omassa puhdistamossa. Lepaalta lähtevä viemäriputki on paineistettu, sillä vaadittava viemäriin vähimmäiskaltevuus ei täyty maasto-olosuhteiden vuoksi (Lindström 1996, 87). Uusi pumppaamo sijaitsee kuvassa 1 C rakennuksen koillispuolella parkkipaikan reunalla.

2.1 Lähtötilanne

HAMK:ssa alettiin selvittämään eri toimipaikkojen maanalaisen infran sijaintoja ja syvyyksiä. Maanalaisesta infrasta ei ole tarkkaa ja päivitettyä

tietoa toimipisteiden ylläpitäjillä. Vetojen tiedot tulisi olla helposti ja nopeasti saatavilla, jotta töiden suorittaminen ei viivästyisi tiedon hankinnan takia. Tällä hetkellä tiedon saa selville monelta vanhalta kartalta osittain epäselvästi kerrottuna sekä yhden ylläpitäjän omista kokemuksista. Työn avulla Lepaan infran sijaintitieto saadaan kaikkien Kipin ja Lepaan muun ylläpitäjähenkilöstön tietoon. Nykyiset Lepaan kampusalueelta olemassa olevat kartat ovat paperisia, joista vanhimmat ovat vuodelta 1957. Karttojen paikkansapitävyys on kyseenalaista ja tietojen päivittäminen tällä hetkellä hankalaa. Maanalaisen infran olinpaikkojen ja käytössä olon selvittäminen helpottavat kiinteistön ylläpitäjien toimintaa ja varmistaa, että käytössä olevaa infraa kuten esimerkiksi kaivoja ja putkia huolletaan.

2.2 Kartoitettavat asiat

Kartoitettaessa eri alueita niistä paikallistetaan viemärit, vesijohdot, kaukolämpöputket, sähköjohdot, puhelintietoliikenne, maakaasuputket, kaivot sekä sulkuventtiilit. Paikallistaminen tehdään joko kartan avulla tai karttaa ja paikannusvälinettä käyttämällä. Seuraavissa kohdissa on kerrottu paikallistettavien vetojen erilaisia materiaaleja, vaadittavia syvyysksiä sekä mitä eri kaivoja on olemassa ja niiden halkaisijoita.

2.2.1 Materiaalit

Viemäriputken materiaalin tulee kestää mekaanista ja kemiallista kuluusta sekä ottaa vastaan ulkoapäin tulevia rasituksia. Putkien tulee olla helposti käsiteltäviä ja niiden pitää kestää suhteellisen kovakouraista käsittelyä. Liitoskohtien tulee olla yksinkertaista, tiiviitä ja joustavia. Putkien sisäpinnan tulee olla tiivis ja sileä. (Anttonen & Hytönen 1988, 119.) Yleisimmin viemäriputkimateriaalina on käytetty betonia, muovia ja valurautaa. Muita käytettyjä materiaaleja ovat lasitettu savi, teräs, kupari ja asbestisementti. (Anttonen & Hytönen 1988, 120; Lindström 1996, 89; Rakennustieto 2008, 6-8, 27–28.)

Vesijohtojen putkimateriaalin valintaan vaikuttavat seuraavat asiat: mikä on putken tehtävä, painevaatimus, perustamisolosuhde, ulkoinen kuormitus ja hinta. Näiden vaatimusten mukaan valitaan sopiva putkimateriaali. (Anttonen & Hytönen 1988, 113.) Yleisimmin vesijohtoina käytetään valurauta- ja teräsputkia, jäykkää ja pehmeää muovia sekä kuparia. Muita käytettyjä materiaaleja ovat esijännitetty betoni sekä asbestisementti. (Anttonen & Hytönen 1988, 113; Lindström 1996, 14.)

Opinnäytetyössään Väisänen (2011) kertoo, että asbestisementtiputkia käytettiin vesijohdoissa ja viemäreissä 1970-luvulla, mutta niiden käyttö lopetettiin nopeasti esiin tulleiden työturvallisuusseikkojen perusteella. Valurautaputki on materiaalina luja ja se syöpyy hitaasti. Se soveltuu runsaasti liittyviä, sulkuventtiilejä ja paloposteja sisältäväksi jakelujohdoksi. Muoviputki on yleisimmin käytetty putki. Sen hyviä puolia ovat keveys, kestävyys ja helppo työstettävyys. Muoviputki ei aseta perustukselle kovin suuria vaatimuksia. (Anttonen & Hytönen 1988, 113.)

Kaukolämpöputkien materiaali on useimmiten saumatonta terästä ja putkiliitokset tehdään hitsaamalla. Putket voivat olla maanpäällisiä avojohtoja tai maanalaisia johtoja. Maanalaiset johdot mitoitetaan niin, että ne kestävät vähintään 70 kN:n pyöräkuorman sekä siihen lisätyn 40 %:n sysäyslisan. Kaukolämpöputkien ympärillä on joko suojaava betonirakenne, jolta vaaditaan vedenpitävyyttä, tai suojaputki joka on muovia. (Anttonen & Hytönen 1988, 134–135.)

Sähköjohdot ovat eristettyjä tai eristämättömiä yhdestä tai useammasta metallijohtimesta muodostuvia johtoja. Sähköjohdot ryhmitellään kolmeen pääryhmään: ilmajohtoihin, vesistöjohtoihin ja maakaapeleihin. Tässä työssä käsitellään maakaapeleita. Maakaapelit suojataan vahvalla vedenpitävällä vaipalla, koska ne joutuvat suurten veto- ja mekaanisten rasitusten kohteeksi. Taajama-alueilla sähköjohdot suojataan kouruilla, joiden materiaaleina käytetään poltettua tiiltä, betonia ja muovia. Vähän rakennetuilla alueilla kaapelit voidaan merkitä maahan pelkällä muovinauhalla. (Anttonen & Hytönen 1988, 128–131).

Telekaapeleissa (sähköisissä) johdinmateriaalina on käytetty yleisimmin kuparia, mutta sen rinnalle on tullut myös optiset kaapelit eli valokaapelit. Parikaapelit on suojattu muovi- ja metallivaipalla. Valokaapelin materiaaleja ovat valokuidut, joiden valmistusmateriaali on yleensä lasi, ja niiden suojat, kaapelisydän, veto- ja lujite-elementti sekä vaippa. (Suhonen 2012.)

Maakaasuputkimateriaalin tulee olla mekaanisesti riittävän lujaa, ja sen tulee kestää putkiston tavanomaisessa käytössä esiintyviä paineita ja lämpötiloja (Maakaasuputkistot n.d. b). Maakaasun siirtoputkien materiaalina käytetään mm. polyeteenimuovilla pinnoitettuja teräsputkia (Skaffari 1999). Jakeluputkina voidaan käyttää joko teräsputkia tai muoviputkia. Muoviputkia voidaan käyttää maanalaisiin asennuksiin, mutta maanpäällisten tulee olla terästä. Suomessa maakaasuputket ja niiden seinävahvuudet on standardisoitu. (Maakaasuputkistot n.d. b.)

Kaivomateriaaleina käytetään betonirenkaita ja muovista valmistettuja kaivoja sekä muoviputkia (Lindström 1996, 109; Rakennustieto 2008, 8, 28–29).

Sulkuventtiilit ovat ensisijaisesti valurautaisia (Ulkovesijohtojen ja –viemäreiden rakennustyöselitys 1989, 30). Sulkuventtiilien karat ovat ruostumatonta terästä (Rakennustieto 2008, 49).

2.2.2 Syvyydet

Vesijohtoputket ja viemärit asennetaan Suomessa routarajan alapuolelle jäätyminen estämiseksi, Etelä-Suomessa vähintään kahteen metriin. Asennussyvyys lasketaan putken yläpinnasta maanpintaan. (Lindström 1996, 49.) Routaraja vaihtelee Suomen eri osissa ja kirjallisuudesta löytyvien mitoituskäyrien avulla routussyvyys voidaan laskea. Jos putket joudutaan asentamaan lähelle maanpintaa, ne lämpöeristetään ja varustetaan sähköisellä kaapelilämmityksellä. (Anttonen & Hytönen 1988, 113; Lindström

1996, 57.) Seuraavassa taulukossa (1) on esitetty vesijohtojen etäisyyksiä muuhun infraan ja puihin.

Taulukko 1. Vesijohdon etäisyys muihin rakenteisiin (Rakennustieto 2008, 11)

Rakenne	Etäisyys (m)
kaukolämpöputki (ilman lämpöeristettä)	0,5
maakaasujohdo	2,5
sähkökaapelit (suojaputkeen)	0,2
telekaapelit (suojaputkeen)	0,2
puut	2,5

Kaukolämpöputkien peittosyvyyden tulisi olla vähintään 400 mm (Anttonen & Hytönen 1988, 135).

Sähköjohtojen ohjesyvyydeksi on annettu 0,7 metriä sähköturvallisuusmääräyksessä. Kuitenkin kaapeliojan syvyyteen vaikuttavat alueen maalaji ja käyttö sekä kaapelin laatu. Esimerkiksi yleisten teiden alituksissa syvyydeksi on määrätty 0,8 metriä ja rautateiden alituksissa vähintään 1,0 metriä. Sähkökaapeleiden keskinäisen etäisyyden tulee olla vähintään kaapelin paksuuden mittainen. Kaapelit merkitään muovinauhalla maahan tai suojataan kouruilla. Vähän rakennetuilla alueilla kaapelit merkataan tavallisesti vain värikkäällä muovinauhalla, joka asetetaan noin 0,3 m:n syvyyteen maanpinnasta kaapelin yläpuolelle. Taajama-alueilla sähköjohdot suojataan kouruilla, jotka asetetaan kaapelin päälle. (Anttonen & Hytönen 1988, 131.)

Telekaapeleiden asennussyvyys vaihtelee paikan mukaan. Maakaapeli tulee asentaa vähintään 0,3 metriin maan pinnasta vähän käytetyllä alueella. Ajouradan kohdalla syvyyden tulee olla vähintään 0,8 metriä ja pellolla 0,7 metriä. (InfraRYL 2012.) Suositeltu vähimmäissyvyys kaikkialla on 0,7 metriä. Tiehallinnon (2009) mukaan teiden alituksissa kaapelin tulee olla vähintään yhden metrin syvyydessä.

Maakaasun siirtoputket sijaitsevat yleensä 1-2 metrin syvyydessä maanpinnasta ja ne merkitään maastoon merkintäpylväillä (Skaffari 1999). Jakelu- ja käyttöputkien vähimmäispeitesyvyys riippuu putken suurimmasta sallitusta käyttöpainesta. Vähimmäispeitesyvyys vaihtelee 0,8-1 metriin. Erikoiskohteissa, kuten kallioon louhitussa kaivannossa, peitesyvyyttä voidaan pienentää esimerkiksi 0,6 metriin, jos turvallisuustaso säilyy samana. Maanalaiset putket merkitään myös keltaisella varoitusnauhalla. Maakaasun jakelu- ja käyttöputkilla on etäisyysvaatimuksia muihin putkiin nähden. Yhdensuuntaistenvetojen vähimmäisetäisyys muihin putkiin, kaapeleihin ja rakenteisiin nähden on esimerkiksi yli 8 bar käyttöpaineesillä putkella 1 metri ja risteilyissä 0,5 metriä. Etäisyydet vaihtelevat käyttöpaineen mukaan. (Maakaasuputkistot n.d. a.)

Käyttövesikaivoja ovat kuilukaivot ja porakaivot. Kuilukaivon vesi tulee kaivon pohjasta. Kuilukaivon syvyys vaihtelee 5-20 metriin. Porakaivoa käytetään kun veden saanti on muuten hankalaa. Porakaivon syvyys vaihtelee 20–300 metrin välillä, ja sen keskisyvyys 60 m. (Miettinen, Komulainen & Liuha 2013; Lindström 1996, 77.) Viemärikaivojen syvyys

määräytyy putkistojen tulo- ja lähtökorkeuksien mukaan. Hulevesikaivoissa on sakkapesä vielä putkien alapuolella. Telekaivot ovat noin yhden metrin syvyisiä (Tiehallinto 2009).

Sulkuventtiilien syvyys määräytyy suljettavien putkien mukaan.

2.2.3 Kaivot ja niiden halkaisijat

Rakennetussa ympäristössä on monenlaisia kaivoja. **Vesijohtoihin** ja **viemäriputkiin** liittyviä kaivoja ovat muun muassa tarkastuskaivot, tarkastusputket, porraskaivot, sadevesi- eli hulevesikaivot, salaojakaivo, huuhtelukäivöt, imeytyskaivot sekä tulvakynnyskaivot. (Anttonen & Hytönen 1988, 119–122; Rakennustieto 2008, 34–39.) Haja-asutusalueilla, joilla ei ole järjestetty kunnallista vesijohtoverkostoa, veden saantiin käytetään pohjavesikaivoja. Kaivo on joko rengaskaivo tai porakaivo. (Lindström 1996, 76–77.) Tarkastuskaivoja ja -putkia sijoitetaan viemäreihin yleensä 50–100 metrin välein sekä jokaiseen viemäriin pysty- ja vaakasuoraan taitteeseen. Tarkastuskaivon kautta tulee pystyä suorittamaan viemäriin tarkastuksia ja puhdistuksia. Tarkastuskaivon ja -putken kansi on umpinainen. Betonisia kaivonrenkaita valmistetaan kokoina 600, 800, 1 000, 1 200, 1 500, 2 000, 2 500 ja 3 000 mm. Muovisia tarkastuskaivoja on saatavilla myös alle 400 mm halkaisijalla. Tarkastusputki on halkaisijaltaan 150–400 mm. Hulevesikaivo on rakenteeltaan samanlainen kuin tarkastuskaivo, mutta siinä on ritiläkansi. Hulevesikaivojen väli ei saisi olla 60–100 metriä enempää, jotta pinnalla virtaavan veden määrä ei nousisi kohtuuttoman suureksi. Sekavesiviemäreissä hulevesikaivot varustetaan yleensä vesilukolla. (Karttunen 1999, 153, 156.)

Kaukolämpöputkistoissa on sulkuventtiilikaivoja. Muuten kaivoja tehdään muun muassa taite-, tasaus-, haaroitus-, ilmanpoisto- erikoiskohdissa. Kaukolämpöputkien kaivot ovat erillisvalua vaativia kaivoja. (Annala 2011)

Kaapelikaivoissa sijaitsee kaapeleiden jatkoskohdat. Kaivo peitetään yleensä noin 0,2 metrillä maata. Kaapelin jatkoskohtaan tulee noin yhden metrin halkaisijalta oleva kaapelikiieppi, joka sijoitetaan kaivoon. Kaivon halkaisijan tulee olla siis vähintään yksi metrin. Telekaapeleiden kaivot tai pelkät kiepit merkitään yleensä maanalaisilla hakulaitteen merkkiantenneilla. Kaapelikaivon sisähalkaisija on yleensä 1-1,2 metriä. (Tiehallinto 2009.)

Kaivojen yleisimmät koot ovat halkaisijaltaan 400–600 mm. Kaivon koko riippuu tuloliittymien koosta ja lukumäärästä. Tarkastusputkien koot ovat halkaisijaltaan 160-250 mm. (Lindström 1996, 110.)

Sulkuventtiili voi sijaita huollon helpottamiseksi kaivossa. Venttiilivarsit voi myös olla vain suojattu muovi-, teräs- valurauta- tai muulla putkella. Venttiilien kokoluokat ovat pienet venttiilit < 400 mm ja suuret venttiilit > 400 mm. (Karttunen 1999, 120.)

3 PAIKALLISTAMINEN JA SEN MENETELMÄT

Tässä luvussa käydään läpi maan päällä ja maan alla olevan tekniikan paikallistamista. Myöhemmin käydään läpi tämän opinnäytetyön paikannuksessa käytetyt välineet ja menetelmät.

3.1 Maanalaisen ja -päällisen infran kartoitus

Kartoituksella halutaan selvittää olemassa olevien infrarakenteiden olinpaikkoja, syvyyksiä ja viettosuuntia. Maanpäällisten rakenteiden kartoitus on helppoa, sillä heti nähdään missä kohde on ja sen sijainti voidaan paikannuslaitteella helposti kirjata tietoon. Maanalaisten rakenteiden kartoitus on osittain vaikeampaa. Sähkölaitteiden paikannukseen voidaan käyttää laitteita jotka havaitsevat sähkömagneettisia signaaleja. Kaapeleiden paikannusta voidaan tehdä vaikka siinä ei juuri silloin kulje sähköä, esimerkiksi valotolppien välinen kaapeli voidaan paikantaa joidenkin valmistajien tarjoamilla lisälaitteilla.

Kaivojen kautta voidaan paikantaa vesijohtojen ja viemäriputkien sijaintia. Jos johtojen ja putkien rakennus vaiheesta on tiedossa että ne kulkevat suorassa linjassa kaivolta toiselle, voidaan sijainti merkata suorana linjana kaivosta seuraavaan. Vanhojen johtojen ja putkien kartoituksessa tulee usein eteen tiedon puute niiden sijainneista. Karttaan on voitu piirtää vain suunniteltu kulkusuunta ja reitti, mutta rakennusvaiheessa siihen on voitu tehdä muutoksia, esimerkiksi kiertämällä suuri maanalainen kivi. Näin oleellinen tieto jää päivittämättä kartalle. Kaikista vedoista ei aina ole saatavilla kartta-aineistoa.

Uudet maanalaiset johdot tulisi kartoittaa rakentamisen yhteydessä. Helppointa se on tehdä avokaivannosta ennen kuin kaivantoa peitetään. Silloin saadaan tarkka sijainti ja syvyys kirjattua tietoon. Jos johdot on ehditty jo peittämään, paikannus tehdään hakulaitteella, mikä on hitaampaa ja kallimpaa. Paikannustarkkuus voi heiketä hakulaitteella etsittäessä muiden maanalaisten johtojen ja maaperän ominaisuuksien takia. (Vartiainen 2012.)

Kaikkien HAKKY:n toimipisteiden laajempaa kartoitusta varten Kipitoimisto hankki Leica Geosystems yrityksen Leica Digicat 550i kaapelitutkan ja Digitex signaaligeneraattorin. Niiden avulla voidaan paikantaa sähkömagneettisia signaaleja säteileviä johtoja ja kaapeleita. Sellaisten vetojen paikantamiseen, joissa ei ole sähköä tai metallia, voidaan käyttää lisälaitetta Digimousea. Digimousea Kipi ei hankkinut. (Leica Geosystems Oy n.d.)

3.2 GPS -maastotallentimet tiedonkeruussa

Olevia karttatietoja voidaan täydentää erilaisilla paikannusmenetelmillä. GPS -paikantimia on monenlaisia ja kokoisia ja niiden paikannustarkkuus vaihtelee 10 senttimetristä useaan metriin. Paikannuslaite valitaan sen perusteella mitä kaikkea aiotaan paikantaa ja kuinka tarkkaa kerättävän asian

sijaintitiedon tulee olla. Esimerkiksi putkien kartoituksessa tulisi saatavan paikannustiedon olla tarkkaa. Paikannusta varten voidaan alueelle luoda kiintopisteverkko, jonka avulla paikannustietoa voidaan varmistaa.

Maastotallentimessa kannattaa käyttää taustakarttaa. Se helpottaa hahmottamaan missä kaikkialla paikannuksia on jo tehty. Taustakartan avulla voidaan varmistaa paikannuksen paikkansapitävyyttä heti tallentamisen jälkeen. Jos paikannustarkkuus on mittauksen aikana heikko, eli piste on vaikkapa 12 metrin säteellä, voidaan tehty mittaus poistaa. Paikannus voidaan tehdä myöhemmin uudestaan kun satelliitteja on enemmän saatavilla.

3.3 Karttaan merkitseminen ja tiedon päivitys

Kun ulkona kaivetaan, tehtiin sitten uutta tai korjataan vanhaa, tulisi tieto maanalaisesta ja -päällisestä infrasta aina kirjata karttoihin, jotta vältytään myöhemmiltä selvityksiltä ja tieto olisi ajantasaista. Helppointa tiedon ylöskirjaaminen on silloin kun kaivanto on vielä auki. Digitaaliseen karttaan tieto voidaan lisätä paikantamalla kohde GPS-laitteella ja tuomalla tieto kartalle.

Tietojen päivityksen yhdenmukaisuuteen on kehitetty muun muassa standardikoodeja jotka kertovat koodien tuntijoille suoraan mistä vedosta on kyse. Koodiin kuuluu koodinnumero, joka on juokseva numerosarja. Sarjassa on erilaisia osioita, jotka helpottavat tarvittavan koodin löytämistä. Pääryhmät tähän työhön saadussa standardikoodilistassa on esitetty taulukossa 2.

Taulukko 2. Taso- ja symbolikoodien pääryhmät (Tiala 2014)

Numero	Pääryhmät
0.	Runko ja kiinteistöpisteet
1.	Kiinteistöjaotus (+ kaavasuunnitelma)
2.	Hallinnollinen jaotus (+ kaavasuunnitelma)
3.	Materiaalimerkinnot (geotekniikka)
4.	Rakennukset
5.	Liikennealueet
6.	Aidat
7.	Kasvillisuus
8.	Yksittäiset puut
9.	Meri- ja ilmaliikenne
10.	Vesialue
11.	Korkeustiedot ja käyrästöt
12.	Maastomalli ja massanlaskenta
15.	Yleiskaava, asemakaava
17.	Pohjatutkimukset ja laboratoriotutkimukset
21.	Sähköverkko
22.	Puhelinverkko
23.	Viemäriverkko
24.	Vesijohtoverkko
25.	Muut johdot ja verkot

26.	Muut johdot ja verkot
27.	Raivaus ja purku (geotekniikka)
28.	Työnaikainen kuivanapito (geotekniikka)
29.	Kaivu, kaivannot, leikkaukset ja tuenta (geotekniikka)
30.	Kalliorakenteet, louhinta, kallion tiivistäminen ja lujittaminen (geotekniikka)
31.	Paalutus (geotekniikka)
32.	Pohjanvahvistus (geotekniikka)
33.	Perustusten vahvistus (geotekniikka)
34.	Kuivatusrakenteet ja -putkistot (geotekniikka)
35.	Maarakenteet (geotekniikka)
36.	Liikennealueet, pintarakenteet ja viimeistelyt (geotekniikka)
37.	Perustukset ja tukiseinät (geotekniikka)
38.	Penger ja kerrosrakenteet (geotekniikka)
50.	Erikoiskohteet
51.	Radan laitteet
52.	Radan vaihteet
55.	Kalusteet
60.	Rakennemittaus seinät
61.	Rakennemittaus
64.	Paloturvallisuus
65.	Fm ulkoalueiden tasoja
70.	Merenkululaitos
80.	Vr-sake
93.	Erikoissovellukset: helvi
94.	Patorekisteri
95.	Visualisointiohjelman omat tasot
96.–99.	Yleiset, ohjelmien sisäiset tasot

Otsikon numero kertoo aina viisinumeroisen numerokoodin kolme ensimmäistä numeroa, esimerkiksi kohdassa 4. Rakennukset koodi alkaa 004 ja kaksi viimeistä numeroa kertoo toiminnosta eli siitä mitä on esimerkiksi mitattu. Numeroinnissa on käyttämättömiä numerosarjoja ja siksi sarjat eivät ole suoraan jatkuvia aina ykkösestä seuraavaan kymmeneen.

Digitaalista karttaa piirrettäessä on mahdollista käyttää piirrettäville layereille standardikoodeja. Tämän opinnäytetyön kartan teossa on käytetty paikannetuille kaivoille standardisoituja layerluokkia. Standardikoodeja on esitetty taulukossa 3.

Taulukko 3. Käytettäviä standardikoodeja

Numerokoodi	Kohde
01085	salaoja
01086	vesijuoksu (rummussa pohjan taso)
02102	valaisinpylväs
02156	sähkökaapeli (maalainen)
02164	sähkökaapelin kaivo
02203	kaapelikaivo (puhelinverkko)
02250	maalainen puhelinkaapeli
02251	puhelinkaapeli tai -johto

02255	valokaapeli
02257	telekaapelin kaivo
02301	jätevesiviemärin tarkastuskaivo
02302	viemärikaivo
02304	sadevesikaivo, siiviläkansi
02307	salaojan tarkastuskaivo
02311	viemäriverkon tarkastusputki
02312	viemärin sulkuventtiili
02320	epäselvä kaivo
02327	sekaviemäriputki
02349	jätevesiviemärin tarkastusputki
02350	jätevesiviemäriputki
02370	salaojaputki
02386	viemäriverkon kaivo
02404	vesijohtoverkon kaivo
02450	vesijohto
02511	kaukolämpö, runkojohto
02512	kaukolämpö, talojohto
02517	kaukolämpöjohto, maan alla
02551	kaasujohto
02561	lämpöjohto

Tietoja päivitettäessä etsitään kartan listalta oikea luokka johon tieto lisätään. Kartan päivittäjän tulee osata käyttää kyseistä piirto-ohjelmaa, jottei kartalta vahingossa poisteta mitään tai muuten sotketa sitä.

3.4 Paikallistaminen kaivutöitä suunniteltaessa

Ennen kaivutöitä tulisi aina selvittää maanalaiset johto-, putki- ja kaapelivedot. Paikallisessa lainsäädännössä voi olla määräys kaivutöitä ennen tehtävistä selvityksistä. Selvityksellä vältetään mahdollisesti suuriltakin vahingoilta ja tapaturmilta niin rahallisesti kuin ympäristön ja henkilöstön osalta. Pahimmassa tapauksessa putkeen osuminen voisi aiheuttaa räjähdyksen. Paikantamalla saadaan selville missä maanalaiset vedot menevät ja arvio kuinka syvällä ne sijaitsevat.

Muutamit yritykset tarjoavat maanalaisten vetojen paikallistamista. Esimerkiksi DNA:n telekaapeleiden sijaintitiedot saa alueellisista palvelupisteistä tai johtotietorekisteristä (DNA 2014). Päätoiminen kaivuyritys voi myös itse hankkia tarvittavan paikannuslaitteiston, mutta laitteiston käyttöön pitää olla koulutettua henkilöstöä. Paikannukseen käytettäviä laitteita voi ostaa yritykseen omaksikin maahan tuojilta. Paikannuslaitteet ovat hintavia sijoituksia, mutta jos yrityksen henkilöstö osaa laitetta käyttää se voi maksaa itsensä takaisin kun vältetään turhilta korjaustöiltä ja tapaturmilta.

Kaapelit, putket ja johdot voidaan paikantaa kartan avulla tai niistä voidaan tilata tai tehdä maastonäyttö. Johtotieto.fi osoitteesta voi tilata johtoja putkinäyttöjä. (Johtotieto.fi n.d.). Johtolaitosten on tunnettava omien verkostojensa sijainti yleisten säännösten mukaan. Siksi heillä on vastuu laatia kartta omistamistaan johdoista. Vartiaisen (2012) lähteen mukaan

laitosten verkkokartat eivät aina ole mittatarkkoja, vaan sijaintitieto on niissä viitteellistä. Osalta johtolaitoksista saa kuitenkin tarkkaa sijaintitietoa.

3.5 Karttapiirroksen organisointi

Kartan organisointiin käytettiin AutoCAD:n karttatasoja. Tiedot jaoteltiin karttaan eritasoille. Paikannettujen kaivojen karttatasojen nimet muodostuivat standardikoodista ja tason sisältämästä tiedosta, esimerkiksi M02203 Kaapelikaivo. Läpi piirrettyjen tietojen tasonimet tulivat paperikartan nimen ja vuosiluvun mukaan. Kun karttatiedosto siirrettiin AutoCAD:stä Vectorworks -ohjelmaan, entiset karttatasot muuttuivat luokiksi ja Vectorworks määrittäi uuden ylempään karttatason nimen.

3.5.1 Karttatasot

Layer eli karttataso on Vectorworks -ohjelmassa ylempi karttataso, jonka kautta hallitaan isompia tietomääriä. Eri kokonaisuudet voidaan sijoittaa eri karttatasoille. Karttatasoja voisivat olla tässä työssä esimerkiksi putket, johdot ja kaivot. Tasoja sulkemalla saadaan näytettyä selkeämmin erilaisia asioita kartalta. Tässä työssä karttatasoja oli kaksi, paikannusten shapefile taso ja muu viivatieto taso.

3.5.2 Luokat

Class eli luokka on Vectorworks -ohjelmassa alempi karttataso. Luokissa isompia kokonaisuuksia voidaan jaotella pienemmiksi kokonaisuuksiksi. Esimerkiksi erilaiset putket ja kaivot voidaan jakaa omiin luokkiin. Luokkia voidaan myös sulkea pois näkyviltä niin kuin karttatasoja. Luokkaan voidaan määrittää ominaisuuksia, jotka luokan päällä ollessa tulevat automaattisesti käyttöön. Tällaisia ominaisuuksia ovat esimerkiksi viivan väri ja paksuus. Tässä työssä luokkiin jaoteltiin erilaiset kaivotyypit ja jokainen läpi piirretty kartta omaksi luokaksi.

4 KARTOITUSPROSESSI

Tässä luvussa käsitellään tässä työssä tehtyä maanalaisen infran kartoitusta. Kartoitusprosessin alussa selvitettiin ylläpitäjän tarpeet, jotta kartasta saatiin tulevaisuudessa heidän työtään palveleva. Kartasta pyrittiin tekemään helppokäyttöinen niin eri karttanäkymien tulostuksen kannalta kuin tulevan täydentämisen kannaltakin. Kartta on nähtävissä liitteessä 2.

4.1 Kartoituksen suunnittelu

Ensimmäisessä palaverissa puhuttiin, että työssä kartoitettaisiin vesijohdot, viemäriputket ja kaivot. Kartoitettavan alueen kokoakin mietittiin, kuuluisiko siihen kampusalue ja Viinitila. Lopulta päädyttiin kartoittamaan vain kampusalue. Työn edetessä kartoitettavien kohteiden määrä vä-

heni hiljalleen ja lopulta vakiintui päätökseen, että Lepaan kampusalueelta kartoitetaan vain kaikki kaivot. Kartoituksen määrää vähennettiin vastaamaan opinnäytetyöhön käytettävää tuntimäärää. Ennen itse kartoituksen alkua käytiin kiinteistönylläpitäjän Tommi Syrjälän kanssa läpi alueen kaivot maastokierroksella. Kierroksella läpi käydyistä kaivoista kirjattiin tietoon kaivotyypit ja kaivojen sijainnit suurin piirtein. Kaivokierroksen jälkeen suunnittelin käyväni aluetta rakennusten mukaan läpi. Pyrin ajoittamaan kartoituksen poutasäälle, mutta aina se ei onnistunut. Sateella tietojen merkkäminen paperille oli hankalaa.

4.2 Olevan aineiston koonti

Olevan tiedon koonti oli tärkeää, jotta maastotyöskentely olisi tehokasta. Olemassa olevat kartat saatiin työtä varten Kipi-toimistosta. Vanhimmat kartat olivat vuodelta 1957 ja uusimmat vuodelta 2010. Kartat skannautettiin pdf -muotoon kopiointifirmassa. Kun karttoja alettiin viemään AutoCAD:iin, selvisi että kartat olisi kannattanut pyytää tiff -tiedostoina. AutoCAD -ohjelma ei suostunut tunnistamaan pdf -tiedostoja. Kartat piirrettiin läpi AutoCAD -ohjelmalla. Vanhojen karttojen läpipiirtämistä hankaloitti piirrettyjen karttojen ja nykyisen pohjakartan eroavaisuudet, eivätkä ne aina osuneet kohdalleen. Karttojen läpipiirtäminen oli hankalaa ohjelman vähäisen aikaisemman käytön vuoksi. Ohjelman käytön hankaluuksien takia piirtäminen oli hidasta. Karttojen tiedon sisäistäminen oli vaikeaa, sillä kaikki kartoissa käytetyt lyhenteet eivät olleet ennestään tuttuja. Kuvassa 2 on lähikuva kartasta.

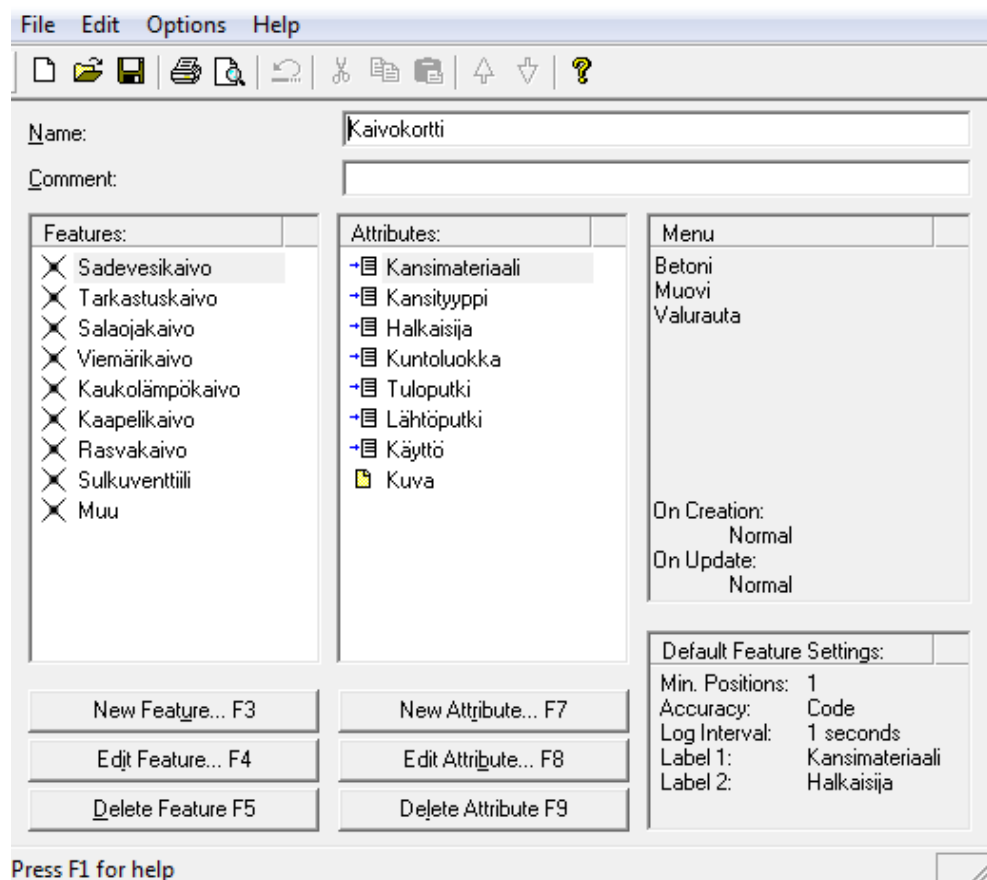


Kuva 2. Päärakennuksen infra

4.3 Tietojen täydentäminen maastossa

Työssä karttojen tietoja täydennettiin GPS-paikannuksella. Paikannukseen käytettiin Juno SC kämmenlaitetta, jossa oli Terrasync -paikannusohjelma. Tietokoneella Trimblen GPS Pathfinder Office -ohjelmalla tehtiin paikannuskirjasto, korjattiin paikannustietoa, yhdistettiin paikannustiedostoja, muokattiin niitä ja muutettiin tiedostot eri muotoon muihin ohjelmiin viemistä varten. Ensin paikannusta varten luotiin paikannuskirjasto tietokoneella Data Dictionary Editor -ohjelmalla. Kirjastoon eriteltiin kaikki kerättävä tieto. Kuvassa 2 on esiteltyä valmis paikannuskirjasto. Features kohtaan eriteltiin paikannettavat kaivot. Attributes kohtaan listattiin asioita, joita kaivoista haluttiin kirjata tietoon. Attribute -tiedostovaihtoehtoja oli käytettävissä monia erilaisia erilaisten tietojen keräystä varten. Attributen alle pystyttiin vielä määrittelemään erilaisia vaihtoehtoja, kuten materiaaleja ja kokoja.

GPS:llä paikannettiin kaivojen paikat ja määritettiin muun muassa kansimateriaali, kansityyppi, halkaisija, kuntoluokka, käyttö ja kansista otettiin vielä kuvat. Kerätty ja kirjattu tieto vaihteli kaivon mukaan. Joissakin kaivoissa kuten kaapelikaivoissa kerättävän tiedon määrä oli pienempi. Kaikista kaivoista ei saatu kirjattua tietoon samoja asioita. Paikannuskirjastoa päivitettiin puolessa välissä paikannusprosessia lisäämällä attribute -tietoja. Se hieman häytti kerättävän tiedon yhtenäisyyttä, kun kaikkiin paikannettuihin kaivoihin ei saatu samaa kirjastoa.



Kuva 3. Data Dictionary Editor:lla tehty tiedonkeruukirjasto

Alueella oli paljon kaivoja joita emme käyneet Syrjälän kanssa läpi. Kartoituksen apuna käytin tuoreinta karttaa ja merkkasin kaikki löytämäni kaivot siihen. Kävin aluetta läpi eriosissa. Pysin kartoittamaan kerralla aina yhden rakennuksen ympäristön tarkasti ja sitten siirryin seuraavaan. Vaikka paikantaminen eteni järjestelmällisesti, jäi osa kaivoista paikantamatta. Kaivojen löytäminen maastossa oli haasteellista. Kaivon saattoi joskus nähdä vasta kun melkein seisoit sen päällä. Välillä kaivot olivat lehtien ja muun tavaran peitossa niin, että ne piti kaivaa esille. Osa kaivoista saattoi jäädä paikantamalla kun niiden päällä oli autoja tai työkoneita. Paikannetut kaivot olivat maan pinnalla olevia näkyviä kaivoja. Alueen maanalaisia kaivoja ei tähän työhön lähdetty etsimään ja paikantamaan.

Saatuisten paikannusten tarkkuus vaihteli huomattavasti sijainnista riippuen. Välillä sijainnintarkkuus oli huippulukemassa, eli Juno SC kämmenlaitteella viidessä metrissä. Tarkkoja lukemia saatiin useimmiten paikoissa, joissa ei ollut puita tai rakennuksia lähellä. Huonoimmillaan paikannustarkkuus oli 12 metrissä. Paikantaessa kannatti laitteen kanssa sijoittua niin, että laite osoitti etelä kohti. Kerätty paikkatieto tuotiin GPS-laitteesta tietokoneelle Data Transfer -ohjelmalla. Aineistoa jatkokäsiteltiin tekemällä differentiaalikorjaus. Reaali aikaisessa korjauksessa ohjelma varmistaa tukiasemasta, paljonko satelliittien lähettämässä signaalissa oli virhettä ja differentiaalikorjauksessa se korjaa pisteiden x ja y -koordinaatteja (Lientola 2007). Korjaukseen käytettiin Evon tukiasemaa.

Differentiaalikorjauksen jälkeen paikannustiedostot yhdistettiin yhdeksi tiedostoksi. Yhdistämiseen käytettiin Pathfinderin Combine Data Files -sovellusta. Yhdistämisen jälkeen tiedostosta tehtiin siirtotiedosto AutoCAD:n viemistä varten. Pathfinderin Export:ssa oli vaihtoehtona AutoCAD -muoto, mutta se oli niin vanha versio, ettei AutoCAD tunnistanut sitä. AutoCAD ei tunnistanut myöskään shape (shp) tiedostoja, joten paikannukset tuotiin kartalle Vectorworks:ssä. Koska AutoCAD ei näyttänyt paikannuksia, tehtiin kartta loppuun Vectorworks -ohjelmalla. Pohjakartta ei ollut todellista vastaava, mikä aiheuttaa kartalla sen että osa kaivoista on rakennusten sisällä.

4.4 Prosessin arviointi

Kartoitusprosessi kokonaisuudessaan oli onnistunut vaikka korjattavaakin löytyy. Prosessi olisi pitänyt aloittaa aikaisemmin käymällä karttoja kunnon läpi yksin ja Syrjälän kanssa. Kun olemassa olevat kartat olisi tuntenut hyvin, olisi kartoittaminen ollut helpompaa ja johdonmukaisempaa. Silloin olisi myös pystynyt paremmin kartoittamaan kaikki mahdolliset alueen kaivot.

Paikannuksessa olisi voinut olla välivaiheita, jolloin paikannukset olisi tuotu kartalle ja käyty Syrjälän kanssa läpi. Siten olisi saatu kirjattua kaikkiin kaivoihin kaivotyyppi eli oliko se esimerkiksi viemärikaivo. Kartassa epäselvät kaivot on merkattu pinkillä värillä. Osoite kartasta kuvassa 3. Kaivojen paikannuksella karttaan saatiin paljon uutta tietoa. Osa kaivoista ja läpi piirretyistä johdoista ja putkista oli sellaisia, joista ylläpitäjällä ei ollut aiempaa tietoa. Kartasta ei saatu aivan sellaista mitä oli tarkoitus saada.

Viivojen tiedot ovat puutteellisia ja osa paikannetuista kaivoista on väärissä paikoissa. Paikannus vei odotettua kauemmin aikaa. Koko alueen kartoitus tehtiin 9.4.–30.4. välisenä aikana.



Kuva 4. Epäselviä kaivoja

5 JOHTOPÄÄTÖKSET

Työssä saatiin koottua selkeä, helppokäyttöinen kartta ylläpidon töihin. Karttaa pystyvät kaikki tulkitsemaan, joten tieto ei ole vain yhden ihmisen saatavilla ja ymmärrettävissä. Työ kautta oppi paljon uutta tietoa maanalaisesta infrasta. Uuden tiedon ansiosta osaa jatkossa enemmän huomioida maanalaista infraa ja ymmärtää mitä riskejä siihen liittyy kun niiden olinpaikkaa ei tiedetä. AutoCAD:n käyttötaidot paranivat paljon.

Koska AutoCAD:n käyttö ei ollut täysin tuttua, jäi kartasta osa tavoitteista saavuttamatta. Viivoille ei saatu kirjattua haluttuja tietoja ja kaivojen paikannuksia ei pystytty tuomaan ohjelmaan. Lopullinen kartta tehtiin Vectorworks – suunnitteluohjelmalla.

Mielestäni viheralueiden suunnittelijoiden ja -rakentajien tulisi tietää yleisesti perusasiat maanalaisesta infrasta. Olisi hyvä tietää mitä riskejä varomattomaan kaivamiseen kuuluu, ja siitä miten maanalaisen infran olinpaikat saadaan selville. Näillä tiedoilla kynnys lähteä selvittämään asiaa olisi pienempi. Työn alla olevasta suunnittelu- tai rakennuskohteesta taas tulee tietää juuri siihen työmaahan liittyvät infratiedot.

Karttoja skannatessa tulostettava tiedostomuoto kannattaa olla AutoCAD:ä käytettäessä jpg- tai tiff-tiedosto. AutoCAD ei aina tunnista pdf-tiedostoja. Standardikoodien käytöstä voisi hankkia lisää tietoa ja varmuutta miten niitä tulisi käyttää suunnitteluohjelmaa käytettäessä. Karttaan jäi vielä paljon infraa selvittämättä. Vanhoissa kartoissa ei selvinnyt läheskään kaikki infran vedot kampusalueella. Se tuottaa hankaluutta ylläpitäjälle, joten olisi tärkeää tehdä kaikkien osa-alueiden selvitys loppuun.

Tästä voisi jatkaa tilaamalla uusi opinnäytetyö, jossa keskityttäisiin selvittämään alueesta yksittäisiä osuuksia esimerkiksi viemäriputkien sijainteja, syvyyksiä ja viettoja. Jatkotyö olisi tärkeää, jotta kartasta saataisiin lopulta kunnolla Kipiä palveleva työväline. Karttatiedon päivitys muutenkin tulevaisuudessa tulee olemaan tärkeää. Seuraavaan opinnäytetyötilausta ajattelun ilmoitus kannattaa tehdä hyvissä ajoin. Puoli vuotta tämän työn tekoon oli aivan liian vähän aikaa.

LÄHTEET

Annala, H. 2011. Kaukolämpörakentamisen työohje maarakennusurakoitsijalle. Rovaniemen Ammattikorkeakoulu. Kone- ja tuotantotekniikoiden koulutusohjelma. Opinnäytetyö.

Anttonen, A. & Hytönen, L. 1988. Yhdyskuntatekniikka. Jyväskylä: Gummerus Kirjapaino Oy

DNA. 2014. Telekaapeleiden sijaintitiedot. Viitattu 27.4.2014.
<https://www.dna.fi/fi/tuki-telekaapeleiden-sijaintitiedot>

HAMK. 2014. Lepaan historia. Viitattu 7.5.2014. <http://www.hamk.fi>;
http://portal.hamk.fi/portal/page/portal/HAMK/tapahtumakalenteri/lepaan_100_v/lepaan_historia

Huhtaluoma, T. 2007. Suomen Rakentamismääräyskokoelma. Ympäristöministeriön asetus valurautaisten viemäriputkien ja -putkiyhteiden tyyppihyväksynnästä. Helsinki: Ympäristöministeriö, pdf-tiedosto. Viitattu 11.3.2014.

InfraRYL. 2012. Osa 1 Väylät ja alueet. 16212 Kaapelikaivannot ja -urat. Viitattu 3.4.2014
http://www.rts.fi/infraryl/infraryl_paivitystiedostot_011012/16212_Kaapelikaivannot_paivitys_2012_10_01.pdf

Johtotieto.fi. n.d. Johtotieto. Kaivajalle. Viitattu 7.5.2014.
<http://www.johtotieto.fi/kaivajalle>

Karttunen, E. 1999. Vesihuoltotekniikan perusteet. Helsinki: Hakapaino Oy.

Leica Geosystems Oy. n.d. Leica Digisystem, Turvallinen ja nopea maanalaisten kaapelien haku. Viitattu 27.4.2014.
http://www.johtokartoitus.fi/Kuvat/Leica%20Digisystem%20BRO%20781157%20en_fi.pdf

Lientola, E. 2007. Paikkatiedon keruu Trimblen GPS-laitteilla. Hämeen Ammattikorkeakoulu. Pdf-tiedosto.

Lindström, K. 1996. Vesi- ja viemäritekniikka. Helsinki: Oy Edita Ab

Maakaasuputkistot. n.d. a. Maakaasun jakelu- ja käyttöputkiston rakentaminen. Suomen Kaasuyhdistys ry. Viitattu 25.3.2014.
<http://www.maakaasu.fi/kirjat/maakaasukasikirja/maakaasun-jakelu-ja-kayttoputkiston-rakentaminen>

Maakaasuputkistot. n.d. b. Maakaasuputkiston rakenneaineet ja materiaalit. Suomen Kaasuyhdistys ry. Viitattu 25.3.2014.
<http://www.maakaasu.fi/kirjat/maakaasukasikirja/maakaasuputkistot>

Rakennustieto Oy. 2008. InfraRYL 2006. Infrarakentamisen yleiset laatuvaatimukset. Vesihuolto. Vammala: Vammalan Kirjapaino Oy.

Skaffari, J. 1999. Ympäristövaikutusten arviointiohjelma. Maakaasun siirtoputki Venäjältä Länsi-Eurooppaan, Suomen osuus. Hämeen Ammattikorkeakoulu. Ympäristönsuojelun koulutusohjelma. Opinnäytetyö.

Suhonen, J. 2012. Kiinteistöjen telekaapelit. Tampereen Ammattikorkeakoulu. Sähkötekniikan koulutusohjelma. Opinnäytetyö.

Miettinen, I., Komulainen, H. & Liuha, T. 2013. Hyvästä kaivosta tulee hyvää vettä. Terveyden ja hyvinvoinnin laitos. Helsinki. Viitattu 22.5.2014. <http://www.thl.fi/fi/aiheet/tietopaketit/kesaterveys/vedessa-ja-valossa-kesan-voima/hyvasta-kaivosta-tulee-hyvaa-vetta>

Tiehallinto. 2009. Telekaapelit ja maantiet. Suunnittelu- ja toteutusvaiheen ohjaus. Helsinki. Viitattu 3.4.2014. http://alk.tiehallinto.fi/thohje/pdf/2000026-v-09_telekaapelit_ja_maantiet_2009.pdf

Vartiainen, S. 2012. Vantaan kaupungin mittausosaston johtokarttaohjeen päivitys. Metropolia Ammattikorkeakoulu. Maanmittaustekniikan koulutusohjelma. Opinnäytetyö.

Väisänen, H. 2011. Infra-tuoteluettelon päivittäminen. Metropolia Ammattikorkeakoulu. Rakennustekniikan koulutusohjelma. Opinnäytetyö.

Henkilökohtainen tiedonanto: Jukka Tiala, Tähtiranta Oy 16.1.2014

TASO- JA SYMBOLIKOODIT

Tason nimi koostuu suunnittelijatunnuksesta M (1 mrk), numerokoodista (3+2 mrk) ja kuvantotunnuksesta (1 mrk), mikä ei ole pakollinen. Esimerkiksi M00550 = tien reuna eli M tarkoittaa mitattua, 005 liikenteen pääryhmää ja 50 toiminto tienreuna. Kun ei ole kuvantotunnusta, niin oletus on tasokuva. Esim. M00550X on muuten sama, mutta poikkileikkauskuvan taso. Piirrettäessä pyritään käyttämään väriä ja viivatyyppiä by-layer, jolloin ne määräytyvät tason mukaan

Suunnittelijatunnukset:

M	Mittaus
Z	Maastomalli
G	Geo
T	Tie
Y	Yhdyskunta,
K	Kaavoitus
W	visualisointi
N	Epätarkka mittaus
L	Liikennesuunnittelu
V	Varasto
P	Patorekisteri

Kuvantotunnukset:

T	Taso
X	Poikkileikkaus
P	Pituusleikkaus
D	3D-kuvanto

10. VESIALUE

01001	vedenpäällinen kivi
01002	pinnassa oleva kivi
01003	vedenalainen kivi
01004	kaislikko
01005	virtausnuoli
01006	virtaussuunnan merkki
01007	vesiasteikko
01008	lampi, vesikuoppa
01009	lähde
01021	kosken parras (paksu aaltoviiva)
01022	koski (ohut aaltoviiva)
01040	yläkanava
01041	alakanava
01050	rantaviiva
01051	epämääräinen rantaviiva

- 01052 maatuvan vesialueen reuna
- 01053 matalikon reuna
- 01054 tulva-alue
- 01055 tulva-alueen symboli
- 01056 keinotekoinen rantaviiva
- 01057 säännöstellyn vedenpinnan yläreuna
- 01058 maatuvan vesialueen symboli
- 01060 puro tai oja
- 01061 puron tai ojan reuna
- 01062 epämääräinen puro tai oja
- 01063 puron tai ojan pohja
- 01070 oja
- 01071 valtaojan reuna
- 01072 avo-oja, leveys alle 2 m
- 01073 umpeutuva oja
- 01074 kouru
- 01075 kourun yläreuna
- 01076 kourun pohja
- 01079 ojan virtaussuuntaväkänen
- 01080 joen reuna, törmän yläreuna
- 01085 salaoja
- 01086 vesijuoksu (rummussa pohjan taso)
- 01091 joen nimi
- 01092 niemen nimi

21. SÄHKÖVERKKO

- 02100 muuntamo
- 02101 sähkökaapelin merkki
- 02102 valaisinpylväs
- 02103 valaisinmasto (valonheitinmasto)
- 02104 pylväsmuuntaja
- 02105 jakokaappi
- 02106 estevalo
- 02107 lähestymisvalo
- 02108 antennimasto
- 02109 harus tai maadoitusjohto
- 02110 muuntaja
- 02111 sähköpylväs (puhelinpylväs)
- 02112 puu- tai muovipylväs
- 02113 metalliputkipylväs
- 02114 metalliristikkipylväs
- 02115 betonipylväs
- 02116 varreton valaisin
- 02117 liikennevalo
- 02118 kaapelijatko
- 02119 kaapelin pää maassa
- 02120 antennimaston nuoli
- 02121 tukivaijeri
- 02122 suurjännitepylväs symboli

- 02123 suurjännitepylväs viivana
- 02124 suurjännitepylväs apusymboli
- 02126 muu masto
- 02127 erillinen ohjauskaapeli
- 02128 maadoitusjohdin
- 02129 kaapelimatto
- 02131 poistettu, suurjännite
- 02132 jatkos, suurjännite
- 02133 alitus, suurjännite
- 02134 kieppi 1, suurjännite
- 02135 kieppi 2, suurjännite
- 02136 epävarma, suurjännite
- 02137 peilattu, suurjännite
- 02141 poistettu, pienjännite
- 02142 jatkos, pienjännite
- 02143 alitus, pienjännite
- 02144 kieppi 1, pienjännite
- 02145 kieppi 2, pienjännite
- 02146 epävarma, pienjännite
- 02147 peilattu, pienjännite
- 02150 sähkölinja/-johto (ilmajohto)
- 02151 suurjännitelinja
- 02152 suurjännitekaapeli
- 02153 johtoalueen raja
- 02155 pienjännitelinja
- 02156 sähkökaapeli (maanalainen)
- 02157 muuntajan, muuntoaseman reuna
- 02158 sähkölinjan uloimmat johtimet
- 02159 muuntoaseman symboli
- 02160 sähkö + puhelin
- 02161 suurjännitelinja + puhelin
- 02162 pienjännitelinja + puhelin
- 02163 sähkökaapelin rakennelma tai laite
- 02164 sähkökaapelin kaivo
- 02170 telepylväs
- 02171 monikäyttöpylväs
- 02172 ratajohtopylväs
- 02191 teksti, sähkö
- 02192 teksti, sähkö
- 02193 teksti, sähkö

22. PUHELINVERKKO

- 02201 puhelinkaapelin merkki
- 02202 puhelinjakokaappi
- 02203 kaapelikaivo
- 02204 linkkimasto
- 02205 jakokaappi
- 02206 puhelinkioski
- 02209 puhelinkaapelin taitepiste
- 02211 puhelinpylväs

- 02212 puu- tai muovipylväs
- 02213 metalliputkipylväs
- 02214 metalliristikpylväs
- 02215 betonipylväs
- 02231 poistettu, yhdyskaapeli
- 02232 jatkos, yhdyskaapeli
- 02233 alitus, yhdyskaapeli
- 02234 kieppi 1, yhdyskaapeli
- 02235 kieppi 2, yhdyskaapeli
- 02236 epävarma, yhdyskaapeli
- 02237 peilattu, yhdyskaapeli
- 02241 poistettu, tilaajakaapeli
- 02242 jatkos, tilaajakaapeli
- 02243 alitus, tilaajakaapeli
- 02244 kieppi 1, tilaajakaapeli
- 02245 kieppi 2, tilaajakaapeli
- 02246 epävarma, tilaajakaapeli
- 02247 peilattu, tilaajakaapeli
- 02248 telejohto: ilmajohto
- 02250 maanalainen puhelinkaapeli
- 02251 puhelinkaapeli tai -johto
- 02252 ktv-kaapeli
- 02253 optokaapeli
- 02254 kaapeli (kanava) putki
- 02255 valokaapeli
- 02256 telekaapelin rakennelma tai laite
- 02257 telekaapelin kaivo
- 02261 puhelinkeskuksen reuna
- 02262 puhelinkioskin reuna
- 02291 teksti, puhelin
- 02292 teksti, puhelin

22. PUHELINVERKKO

- 02201 puhelinkaapelin merkki
- 02202 puhelinjakokaappi
- 02203 kaapelikaivo
- 02204 linkkimasto
- 02205 jakokaappi
- 02206 puhelinkioski
- 02209 puhelinkaapelin taitepiste
- 02211 puhelinpylväs
- 02212 puu- tai muovipylväs
- 02213 metalliputkipylväs
- 02214 metalliristikpylväs
- 02215 betonipylväs
- 02231 poistettu, yhdyskaapeli
- 02232 jatkos, yhdyskaapeli
- 02233 alitus, yhdyskaapeli
- 02234 kieppi 1, yhdyskaapeli

02235 kieppi 2, yhdyskaapeli
02236 epävarma, yhdyskaapeli
02237 peilattu, yhdyskaapeli
02241 poistettu, tilaajakaapeli
02242 jatkos, tilaajakaapeli
02243 alitus, tilaajakaapeli
02244 kieppi 1, tilaajakaapeli
02245 kieppi 2, tilaajakaapeli
02246 epävarma, tilaajakaapeli
02247 peilattu, tilaajakaapeli
02248 telejohto: ilmajohto
02250 maanalainen puhelinkaapeli
02251 puhelinkaapeli tai -johto
02252 ktv-kaapeli
02253 optokaapeli
02254 kaapeli (kanava) putki
02255 valokaapeli
02256 telekaapelin rakennelma tai laite
02257 telekaapelin kaivo
02261 puhelinkeskuksen reuna
02262 puhelinkioskin reuna
02291 teksti, puhelin
02292 teksti, puhelin

24. VESIJOHTOVERKKO

02401 vesijohtoverkon venttiili
02402 paloposti
02403 vesijohtoverkon posti
02404 vesijohtoverkon kaivo
02405 vesijohtoverkon tulppa
02406 epävarma
02407 suojaputki
02408 tyhjennysventtiili
02409 vesijohtoverkon supistus
02410 vesijohtoverkon solmupiste
02411 vesijohtoverkon maastomerkki (E)
02412 vesimittari
02413 vesijohtoverkon johto-osa
02414 vesijohtoverkon painealue
02415 vesijohtoverkon johtopiste
02416 vesijohtoverkon taitepiste
02417 vesijohtoverkon risteypiste
02418 vesijohtoverkon haara
02419 vesijohtoverkon liitos
02420 vesijohtoverkon korjauskappale
02421 vesijohtoverkon sisäänmeno
02422 vesijohtoverkon materiaalin muutos
02423 vedenottamo
02424 vedenpuhdistamo

- 02425 vesijohtoverkon rakenne
- 02426 vesijohtoverkon rakenneputki
- 02427 vesijohtoverkon maanalainen tila
- 02428 vesijohtoverkon pumppu
- 02429 vesijohtoverkon paineenkorotusasema tai -pumppaamo
- 02430 vesisäiliö
- 02431 vesijohtoverkon mittari
- 02432 vesijohtoverkon johtotunnelin kulkuaukko
- 02433 seinäpaloposti
- 02434 palovesiasema
- 02435 ilmanpoistoverkko
- 02445 venttiilikaivo
- 02450 vesijohto
- 02451 yksityinen vesijohto
- 02452 kunnan vesijohto
- 02455 lämpövesijohto
- 02460 epävarma vesijohto
- 02470 vesijohto: maan pinnalla
- 02471 vesijohto: maan alla
- 02472 vesijohdon symboli

KARTTA MAANALAISESTA INFRASTA