

Saimaan ammattikorkeakoulu  
Tekniikka Lappeenranta  
Rakennusalan työnjohdon koulutusohjelma

Kari Koikkalainen

## **Rakennustyömaan mittaustyöt takymetrillä**

Opinnäytetyö 2012

## **Tiivistelmä**

Kari Koikkalainen

Rakennustyömaan mittaustyöt takymetrillä 23 sivua

Saimaan ammattikorkeakoulu

Tekniikka Lappeenranta

Rakennusalan työnjohdon koulutusohjelma

Opinnäytetyö 2012

Ohjaajat: lehtori Petri Siitonen, Saimaan ammattikorkeakoulu,  
työpäällikkö Kari Valtonen, Rakennusliike Evälahti Oy

Opinnäytetyön tavoitteena on toimia aloittelijan perusohjeena mittaustöissä sekä toimia työnjohdon työkaluna työnsuunnittelussa. Työn laatiminen perustuu alan yleiseen kirjallisuuteen sekä henkilökohtaiseen pitkäaikaiseen työkokemukseen mittamiehenä.

Työssä käsitellään yleisesti käytettävä koordinaatisto ja luodaan lyhyt kuvaus kunnan rakennusvalvonnan mittauksista työmaalla. Lisäksi työssä käsitellään työmaan mittamiehen toimenkuva yleisluonteisesti sekä erilaisia rakennusliikkeiden toimintatapoja mittaustöiden suhteen.

Asiasanat: takymetri, koordinaatisto, mittaustyö

## **Abstract**

Kari Koikkalainen

Tachymeter measurements of a construction site , 23 Pages

Saimaa University of Applied Sciences

Technology, Lappeenranta

Building contractor

Bachelor´s Thesis 2012

Instructors: Mr Petri Siitonen, lecturer of Saimaa University

Mr Kari Valtonen, supervisor of building construction Evälahti

The purpose of the study is to serve as a beginner's guidebook in construction site measurements. The purpose is also to serve as a tool in supervision of work. The data for this thesis was collected from professional literature and is based on long-term personal experience of measuring work on construction sites.

The study contains the commonly used coordinate system and a short description of the measurements carried out on sites by local authorities. The study also contains the job description of the person responsible for measuring work on the site and different procedures of measuring work used by different construction firms.

Keywords: tachymeter, coordinate system, measuring work

## Sisältö

1 Johdanto .....	5
2 Koordinaatistot .....	6
2.1 Tasokoordinaatisto .....	6
2.2 Korkeuskoordinaatistot .....	7
2.2.1 GPS ja korkeus .....	7
2.2.2 Suomalaiset korkeusjärjestelmät .....	7
2.2.3 Koordinaatit .....	8
3 Takymetri .....	8
4 Kunnan mittaukset työmaalla .....	9
4.1 Rakennuksen paikan merkitseminen .....	9
4.2 Rakennuksen sijaintikatselmus .....	10
5 Työmaan mittamiehen toimenkuva .....	11
5.1 Mittausuunnitelma .....	11
5.1.1 Oman koordinaatiston luominen .....	11
5.1.2 Koordinaattien laskenta .....	12
5.1.3 Peruspisteverkon luominen .....	13
5.2 Takymetrin orientointi .....	14
5.3 Merkitseminen .....	15
5.4 Massalaskenta maan leikkauksista ja täytöistä .....	16
6 Erilaisia rakennusliikkeiden toimintatapoja .....	17
6.1 Työmaalla työskentelevä mittakirvesmies .....	17
6.2 Rakennusliikkeen työmaita kiertävä mittamies .....	17
6.3 Työmaan mittaukset ostopalveluna .....	18
7 Päätelmät .....	20
Kuvat .....	22
Lähteet .....	23

# 1 Johdanto

Kirjoittajalla on pitkäaikainen työhistoria rakennusliikkeessä mittamiehenä toimimisesta, ja näin ollen oli luonnollista valita opinnäytetyön aiheeksi työmaan takymetrimittaukset.

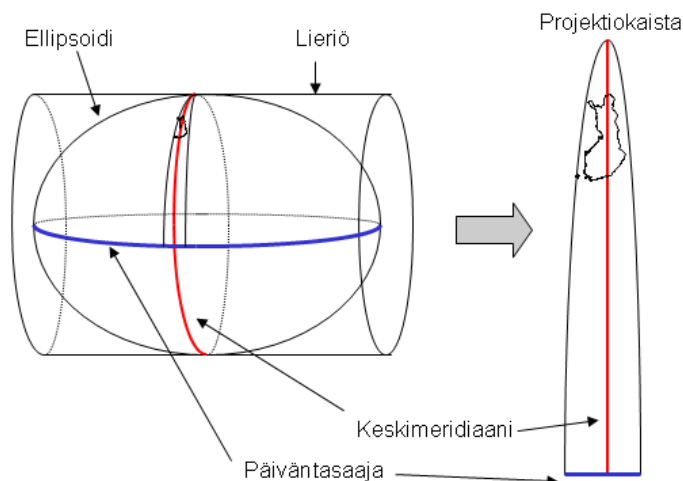
Vuosien saatossa mittaustavat ja -kalusto ovat muuttuneet tekniikan kehityksen myötä. Työssä kerrotaan lyhyesti koordinaatistosta sekä koordinaateista. Kunnan mittaustoimia sivutaan rakennustyömaan näkökulmasta sekä kerrotaan pääpiirteittäin rakennustyömaan mittamiehen toimenkuva. Työssä kuvataan lyhyesti kolme erilaista rakennusliikkeiden toimintamallia mittaustöiden suhteen sekä vertaillaan näitä keskenään.

Vaikka työ voi toimia perusohjeena aloittavalle mittamiehelle, sen päätarkoitus on tutkia rakennusliikkeiden erilaisten toimintamallien tulevaisuutta mittaustöiden suhteen. Työtä varten haastateltiin viittä merkittävää Etelä- Karjalassa toimivaa rakennusliikettä. Työn johtopäätökset tehdään edellä mainittujen haastattelujen perusteella.

## 2 Koordinaatistot

### 2.1 Tasokoordinaatisto

Todellisuutemme on kolmiulotteinen. Sitä kuvataan monesti kaksiulotteisena karttaprojektion avulla joko paperisilla kartoilla tai kuvaruuduilla. Karttaprojektioon kuuluu myös tasokoordinaatisto. Poikittaisasentoisessa lieriöprojektiossa tasokoordinaatisto muodostetaan seuraavasti: koordinaatiston origo on päiväntasaajan ja keskimeridiaanin leikkauspisteessä. Keskimeridiaani muodostaa koordinaatiston pohjoisakselin. Päiväntasaaja muodostaa koordinaatiston itäakselin. Mittakaava keskimeridiaanilla riippuu projektioista ja se muuttuu mentäessä kauemmaksi keskimeridiaanista. Suomessa on ja on ollut käytössä kolme valtakunnallista tasokoordinaatistoa: vanha valtion järjestelmä (VVJ), kartastokoordinaattijärjestelmä (KKJ) sekä ETRS-TM35FIN (ja ETRS-GKn) -tasokoordinaatisto. VVJ:ää käytettiin yleisissä kartastotöissä 1920-luvulta vuoteen 1970, jolloin KKJ korvasi sen. ETRS-TM35FIN ja ETRS-GKn -tasokoordinaatistot tulivat MML:ssa käyttöön vuonna 2010. Monissa kunnissa käytetään edelleen joko paikallisella kolmiomittauksella luotua omaa erillistä koordinaatistoa, VVJ:ää tai KKJ:ää. Kuvassa 2.1 on kuvattu tasokoordinaatisto, jossa origo on keskimeridiaanin ja päiväntasaajan leikkauksessa.

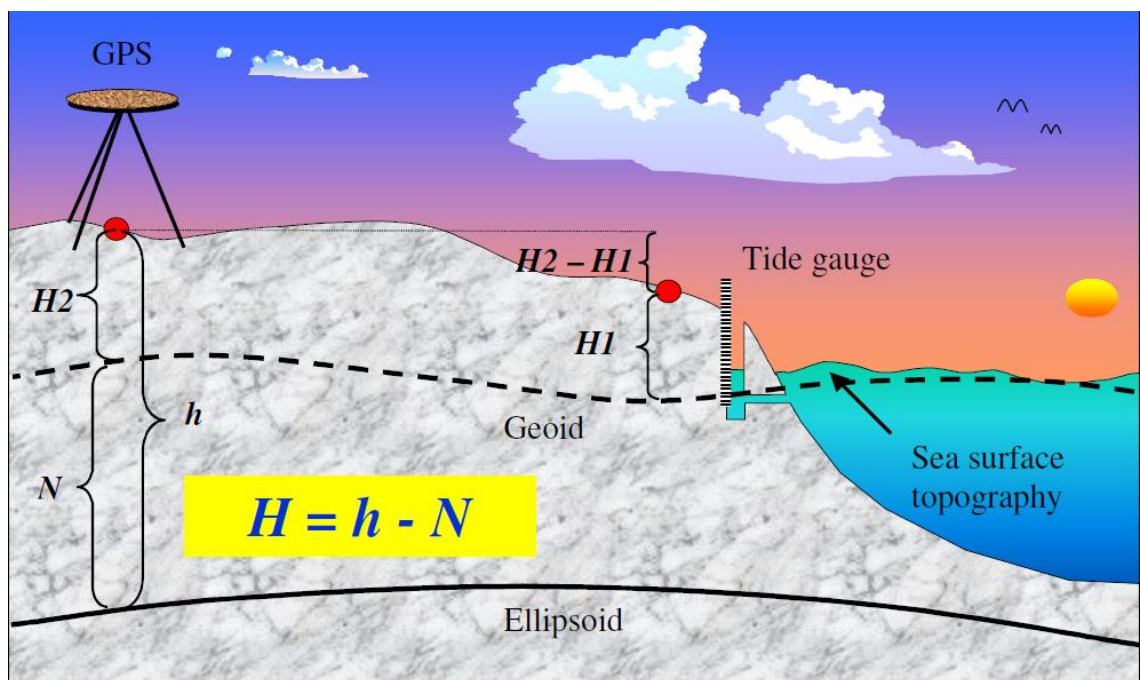


Kuva 2.1 Tasokoordinaatisto (Maanmittauslaitos, tasokoordinaatistot)

## 2.2 Korkeuskoordinaatitot

### 2.2.1 GPS ja korkeus

GPS mittaa etäisyyksiä Maan keskipisteestä (tai korkeuksia vertausellipsoidista =  $h$ ). Vaaitus antaa korkeudet geopotentialin tasa-arvopinnasta (geoidi)  $H$ .  $h$  on geometrinen suure, jolla ei ole fysikaalista merkitystä,  $H$  on fysikaalinen suure, jolla ei ole geometristä merkitystä. Geoidi on tunnettava, jotta korkeuksia voidaan verrata toisiinsa, geoidin korkeus ellipsoidista =  $N$ .  $H = h - N$ . Kuvassa 2.2 on kuvattu korkeuden käsitteitä.



Kuva 2.2 GPS, geoidi ja vaaitus (Korpela 2012)

### 2.2.2 Suomalaiset korkeusjärjestelmät

Maankohoamisen vuoksi korkeusjärjestelmiä on aika-ajoin saatettava ajan tasalle. Perinteisesti korkeuksia on mitattu tarkkavaaituksella, joka kestää vuosikymmeniä. Suomeen on reilun sadan vuoden aikana mitattu kolme tarkkavaaitusta, joiden tuloksista on muodostettu NN-, N43-, N60- ja N2000-korkeusjärjestelmät. (Puupponen, Koivula ja Poutanen 2009). Tällä hetkellä yleisesti käytössä oleva korkeusjärjestelmä on N60-järjestelmä, jonka lähtökorkeudeksi valittiin Helsingin teoreettinen keskivedenpinta 1960-luvun alussa.

### 2.2.3 Koordinaatit

Koordinaatit ovat lukuarvoja, jotka määrittelevät pisteen sijainnin valitussa koordinaatistossa. Lukuarvoja on yhtä monta kuin koordinaatistossa on akseleita. Koordinaatit voivat olla esimerkiksi geodeettisia koordinaatteja ( $\varphi, \lambda, h$ ), avaruuskoordinaatteja ( $X, Y, Z$ ) tai tasokoordinaatteja ( $x, y$  tai  $N, E$ ). Sijainti voidaan määrittää leveyskoordinaatin, pituuskoordinaatin ja korkeuskoordinaatin avulla. Korkeuskoordinaatteja ovat esimerkiksi ortometrinen korkeus ( $H$ ), korkeus ellipsoidista ( $h$ ) ja normaalikorkeus ( $H$ ). Rakennustyömaalla käytetään yleisesti avaruuskoordinaatteja ( $X, Y, Z$ ).

## 3 Takymetri

Takymetri on mittauksessa käytettävä mittalaite, jolla mitataan säteittäisesti eli polaaraisesti pisteiden sijainteja kojeeseen nähden. Takymetri on kehittynyt teodoliitista, jota sen perusrakenne kaukoputkineen ja lukemakehineen edelleen vastaa. Perinteiseen, pelkkiä kulmia mittaavaan teodoliittiin on lisätty aluksi elektro-optinen etäisyysmittari, joka myöhemmin on sulautunut kojeen sisälle osaksi sen koneistoa. Takymetrimittauksen kulmayksikkönä käytetään uusastejaon mukaista kulmayksikköä (gon). Takymetrillä mitataan kartoitettavalle tai maastoon merkittävälle pisteelle vinoetäisyys sekä vaaka- ja pystykulmat kojeeseen nähden. Näistä mitatuista tiedoista kojeessa olevalla ohjelmistolla saadaan laskettua esimerkiksi vaakaetäisyys kojeesta mittauspisteeseen, korkeusero kojeen ja pisteen välillä sekä suorakulmaiset koordinaatit halutuissa koordinaatistoissa. Nykyään käytetään ainoastaan täyselektronisia takymetrejä. Sähköisellä takymetrillä vaaka- ja pystykulmien sekä etäisyyksien arvot siirtyvät havainnoinnin jälkeen suoraan tallentimeen. Koje ilmoittaa halutut tulokset muuttamalla ohjelmanäppäimellä. Kuvassa 3.1 on kerrottu kulmayksiköiden suhteet toisiinsa nähden. Kuvassa 3.2 on nykyaikainen robottitakymetri.



Kulmayksikköjärjestelmä (lyhennelaskimessa)	Perusyksikkö	Pienemmät yksiköt ja suhdeluvut	Vakiokulmien suuruus		
			täysikulma	oikokulma	suorakulma
uusastejako (GRAD)	gooni (gon) ns. gradi	uusminuutti (°) = 1/100 gon uussekunti (°°) = 1/100 °	400 gon	200 gon	100 gon
astejako (DEG)	aste (°)	kulmaminuutti (') = 1/60 ° kulmasekunti (") = 1/60'	360 °	180 °	90 °
kaarimitta (RAD)	radiaani (rad)		2 * π (rad)	π (rad)	π / 2 (rad)

Kuva 3.1 Kulmayksiköt (Saimaan ammattikorkeakoulu, täydennyskoulutus ja kehityspalvelut)



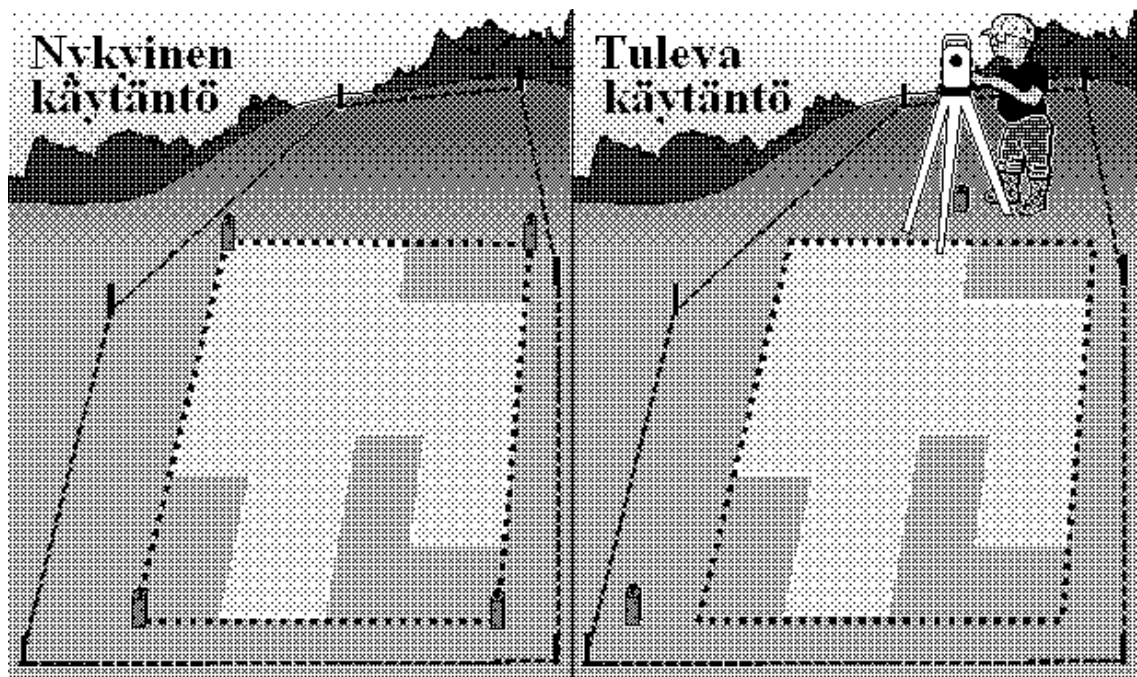
Kuva 3.2 Nykyaikainen robottitakymetri (Trimble)

## 4 Kunnan mittaukset työmaalla

### 4.1 Rakennuksen paikan merkitseminen

Rakennuksen paikan ja korkeusaseman merkitseminen on tehtävä ennen rakentamisen aloittamista. Kunnan mittausyksikkö laskee rakennuslupakuvien

perusteella rakennuksille koordinaatit. Rakennuksien maastoon merkintä suoritetaan rakennusluvan edellyttämään paikkaan. Merkintä suoritetaan laittamalla puupaalut asiakkaan haluamiin rakennuksen kulmiin tai merkataan suurin rakennuksen seinälinjoista muodostunut suorakaide, yleensä neljä paalua. Rakennuksen maastoon merkinnän yhteydessä tuodaan rakennuspaikalle myös korkeustieto. Tulevaisuuden visio kunnan merkitsemiskäytännöstä on, että kunta toimittaa rakennusalueelle korkeusmerkin lisäksi ainoastaan kaksi peruspistettä, joiden sijaintimitat tunnetaan (lähempi = ASP ja toinen = SP). Rakentaja huolehtii jatkomittauksista. (Tukia 2007). Kuvassa 4.1 on visio kunnan merkitsemiskäytännön muuttumisesta.



Kuva 4.1 Visio kunnan merkitsemiskäytännön muuttumisesta (M-Mies OY)

#### 4.2 Rakennuksen sijaintikatselmus

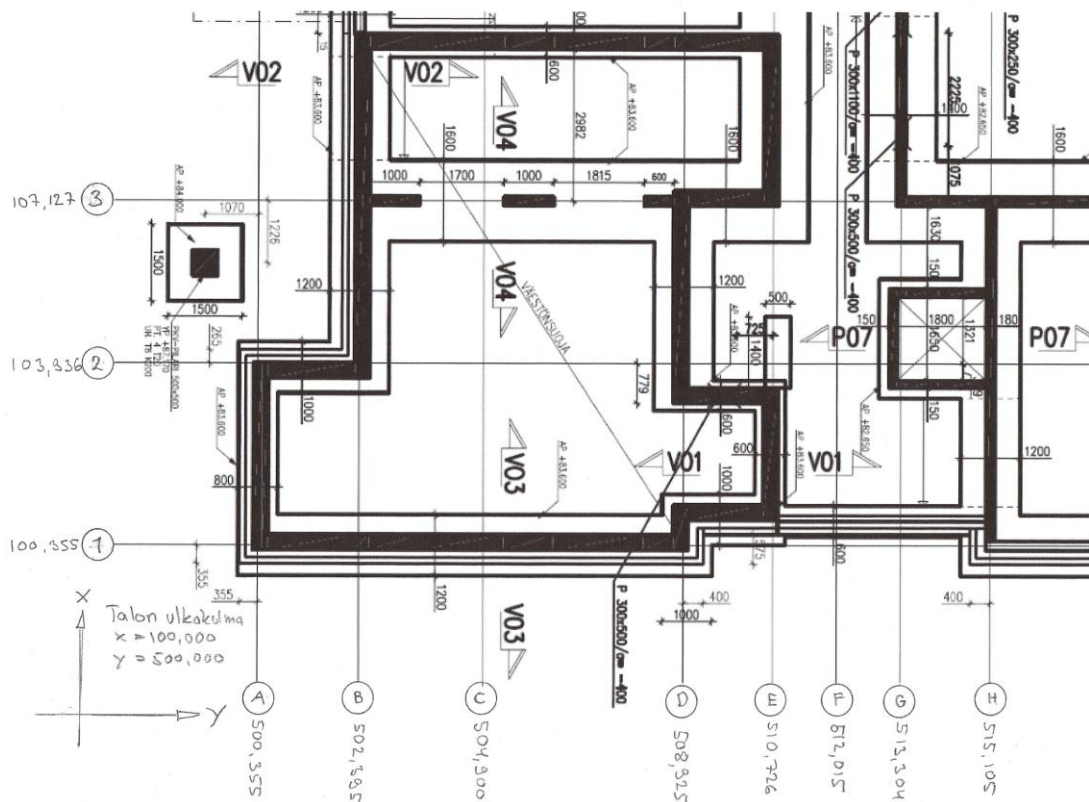
Rakentamisen edetessä suoritetaan rakennuksen sijaintikatselmus. Tarkoituksena on varmistaa se, että rakennus on rakennusluvan edellyttämässä paikassa sijaintinsa ja korkeuden suhteen. Katselmus tehdään asiakkaan tilauksesta.

## 5 Työmaan mittamiehen toimenkuva

### 5.1 Mittaussuunnitelma

#### 5.1.1 Oman koordinaatiston luominen

Työmaan mittamies luo yleensä joka työmaalle oman suorakulmaisen koordinaatistonsa. Tässä koordinaatistossa x-koordinaattien ei tarvitse kasvaa pohjoiseen ja y-koordinaattien itään, kuten maastomittauksessa. X-koordinaatit voivat kasvaa jonkin hallitsevan linjan esimerkiksi ulkoseinän tai moduulilinjan mukaan ja y-koordinaatit kasvavat tästä oikealle. Z-koordinaatit ovat Suomessa yleisesti käytettävän N60- korkeusjärjestelmän mukaan. Hyväksi havaittu ja paljon työmailla käytetty koordinaatisto on ns. 100, 500-koordinaatisto, jossa rakennuksen yhdelle nurkkapisteelle annetaan arvot  $X = 100,000$ ;  $Y = 500,000$  ja  $Z =$  suunnitelmassa esitetty korko. Kuvassa 5.1 on kuvattu työmaan oma koordinaatisto.



Kuva 5.1 Kuva 100,500 koordinaatistosta eräältä työmaalta.

### 5.1.2 Koordinaattien laskenta

Rakennusvalvonnan tuodessa tontille yleensä neljä paalua (rakennuksen suurin rakennuksen seinälinjoista muodostunut suorakaide), vasemman alakulman pisteelle voidaan antaa arvot  $x = 100,000$  ja  $y = 500,000$ . Tältä pohjalta lasketaan moduulilinjojen leikkausten sekä muiden tarvittavien pisteiden koordinaatit (x kasvaa ylöspäin, y kasvaa oikealle ja Z kasvaa ylöspäin). Pisteet voidaan nimetä juoksevana numerointina 1, 2, 3, ja niin edelleen, tai vaikka moduulien leikkausten mukaan, esimerkiksi A/1, A/2, A/3 ja niin edelleen. Käsien laskettaessa esimerkiksi kerrostalotyömaan koordinaattien laskentaan, pistelistan tekemiseen ja haluttujen koordinaattien näppäilyyn takymetrin muistiin menee neljästä kahdeksaan tuntia. Laskenta- ja näppäilyvirheiden riski on aina olemassa. Jos rakennusliikkeellä on käytössä sähköinen mittausohjelma, haluttujen koordinaattien valinta käy hiirellä tietokoneelta nopeasti esimerkiksi dwg.-muotoisista kuvista. Tallentaminen takymetrille USB-portin kautta vie hetken. Virheiden riski on lähes olematon. Kuvassa 5.2 on esimerkkikuva työmaalla muodostetusta pistelistasta.

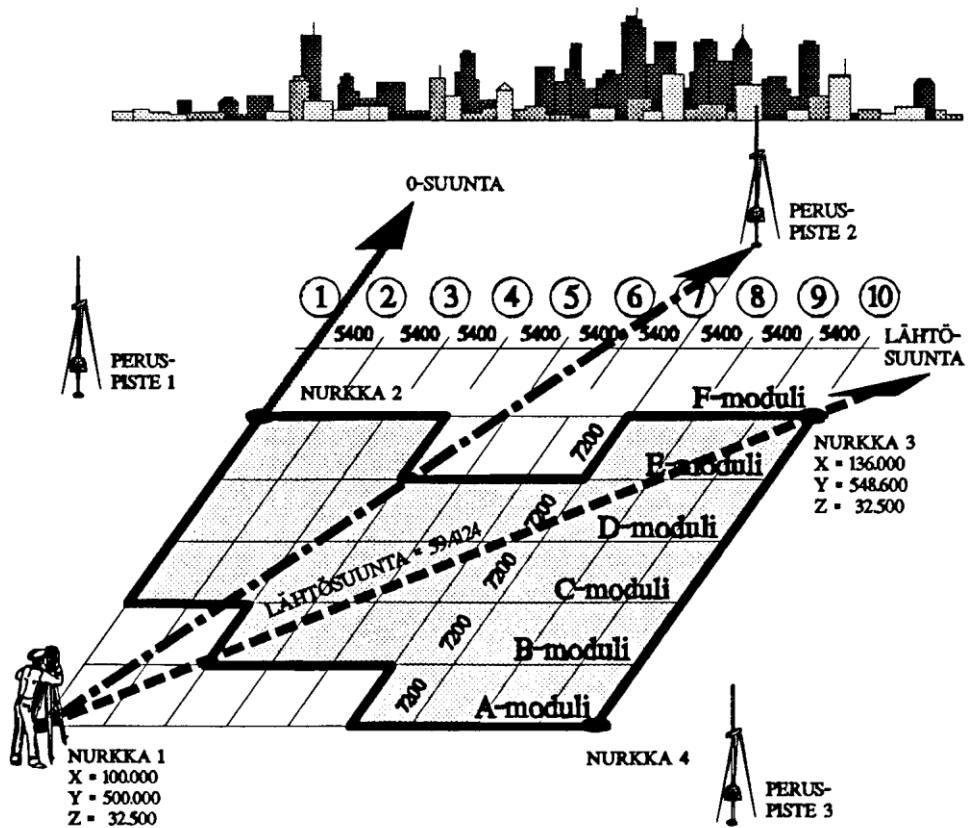
#### PISTELISTA (esimerkki)

Pisteen nimi/numero	X-koordinaatti	Y-koordinaatti	Z-koordinaatti
1	100,355	500,355	83,6
2	100,355	508,925	83,6
3	100,93	508,925	83,6
4	100,93	510,726	83,6
5	100,93	515,105	83,6
6	100,355	515,105	83,6
7	103,936	500,355	83,6
8	103,936	502,395	83,6
9	103,157	508,925	83,6
10	103,157	510,726	83,6
11	103,537	513,154	82,65
12	103,537	515,304	82,65

Kuva 5. 2 Pistelista

### 5.1.3 Peruspisteverkon luominen

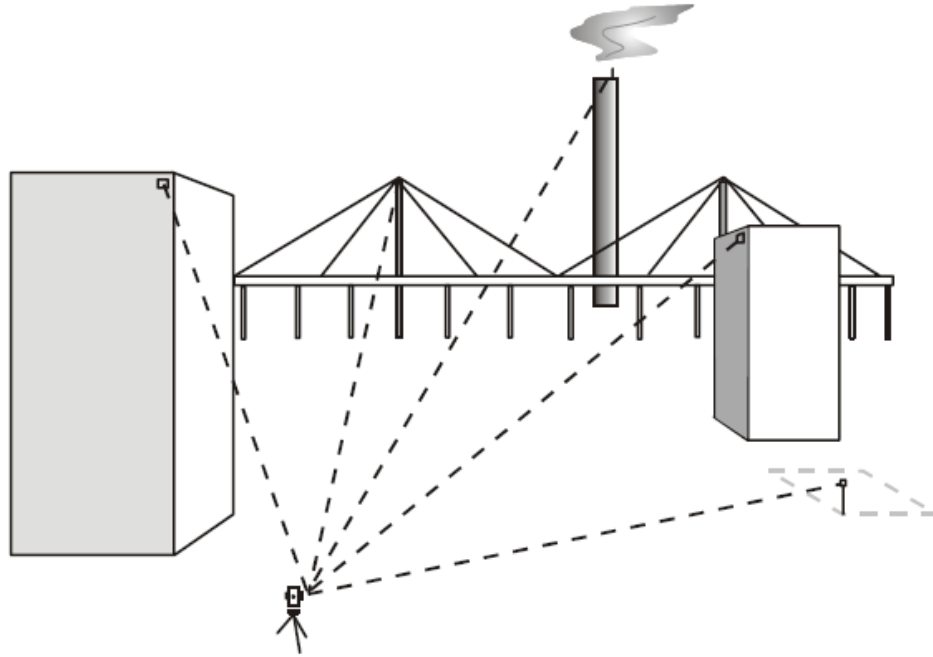
Peruspisteverkko on rakennuksen ympäristöön luotu pisteverkosto, jossa jokaiselle pisteelle on määritetty  $x$ -,  $y$ - ja  $z$ -koordinaatit työmaan omaan suorakulmaiseen koordinaatistoon. Rakennuksen ympäristöön on syytä tehdä riittävän kattava peruspisteverkko, jolloin takymetri saadaan orientoitua aina haluttuun paikkaan ja mittaaminen voidaan suorittaa vapaa asemapistemenetelmällä. Peruspisteverkko muodostuu tukeviin paikkoihin liimatuista heijastavista tarralapuista ympäri rakennusta. Tällaisia ovat esimerkiksi valopylväs, riittävän tukeva puu tai naapurirakennuksen seinä. Kun tarralappuja on liimattu ympäristöön tarvittava määrä, niiden koordinaatit määritetään seuraavasti. Pystytetään takymetri tunnetulle asemapisteelle esimerkiksi  $x = 100,000$ ;  $y = 500,000$  ja  $z =$  maaston mukainen korko on N60-järjestelmän mukaan. Mitataan takymetrin tähyskorkeus pisteeltä ja tallennetaan ns. kojekorkeus. Tähdätään rakennuksen toiselle nurkkapisteelle, jonka  $y = 500,000$  ja hyväksytään liitossuunnaksi 0 gon. Jos tältä pisteeltä tähdätään nurkkapisteelle, jonka  $x = 100,000$ , suunta on 100 gon ( $90^\circ = 100$  gon). Suoritetaan mittaukset kaikille peruspisteille ja tallennetaan havaintojen  $x$ -,  $y$ - ja  $z$ -koordinaatit. Peruspisteet voidaan nimetä pistelistaan esimerkiksi 101, 102, 103 ja niin edelleen, tai PP 1, PP 2, PP3 ja niin edelleen. Kuvassa 5.3 on esimerkkikuva peruspisteverkon tekemisestä.



Kuva 5.3. Esimerkkikuva peruspisteverkosta (M-Mies Oy)

## 5.2 Takymetrin orientointi

Takymetrin orientoinnilla tarkoitetaan kojeen sijainnin määrittämistä halutuissa koordinaatistoissa. Tämä on olennaista silloin, kun kojeella halutaan määrittää pisteiden sijainteja eri koordinaatistoissa. Sijainnin määrittäminen tehdään ns. liitoshavainnoilla. Nämä ovat kulma- ja etäisyyshavainnoita liitospisteille. Liitospisteiden sijainnit käytettävässä koordinaatistossa tunnetaan. Orientointi tapahtuu joko vapaalle tai tunnetulle asemapisteelle. Tunnetulle asemapisteelle orientoidessa koje pystytetään ja tasataan sijainniltaan tunnetun pisteen yläpuolelle optisen luodin avulla. Sen jälkeen mitataan vähintään yksi suunta toiselle tunnetulle pisteelle. Vapaan asemapisteen tapauksessa koje asetetaan sellaiseen vapaasti valittuun paikkaan, josta voidaan tehdä liitoshavainnot vähintään kahdelle sijainniltaan tunnetulle pisteelle esimerkiksi peruspisteille. Tällöin tarvitaan vähintään kaksi etäisyyttä tai kolme suuntaa. Ylimääräisillä havainnoilla saadaan sekä parannettua tarkkuutta että selville orientoinnin sijaintivirheet. Kuvassa 5.4. näytetään takymetrin orientointi vapaalle asemapisteelle.



Kuva 5.4 Takymetrin orientointi (vapaa asemapistelmä) peruspisteverkosta (Saimaan ammattikorkeakoulu, täydennyskoulutus ja kehityspalvelut)

### 5.3 Merkitseminen

Lähes kaikki merkitseminen tapahtuu vapaa asemapistelmä -menetelmällä. Rakennuksen paikalleen mittauksen ja merkitsemisen lisäksi työmaan mittamies merkitsee myös kaivannot, viemärit, piha-alueet sekä sähkötolpat. Aloittaessaan mittauksen ennen maankaivua on mittamiehen hyvä suorittaa tarpeeksi kattava pintavaaitus tontilta kaivutöiden mahdollista massalaskentaa varten. Pintavaaitus tehdään riittävän pieniin ruutuihin pilkkoen maaston taitekohtien mukaan. Mittamies merkitsee poistettavan pintamaan alueen sekä rakennuksen tarvitseman maankaivun työvaroiheen perustusten vaatimaan korkoon. Nykyaikaisen kerrostalon perustuksissa voi hyvinkin olla viitisenkymmentä merkittävää pistettä. Kun kaivutyöt ja mahdollinen murskearina perustusten alle on valmiina, merkitään anturan muottityötä varten tarvittavat pisteet arinalle. Anturan päälle

merkataan tarvittavat pisteet sokkeleille ja perusmuureille. Pohjaviemäreiden asennuksen ja maatayttöjen jälkeen merkataan moduulien leikkaukset ja muut tarvittavat pisteet ensimmäistä kerrosta varten. Korkeus on hyvä pitää mittauksissa mukana, ja luotettava korkeus on syytä merkitä joka kerrokseen myöhempää tarvetta varten. Takymetrimittaukset on syytä suorittaa jokaisen kerroksen holville, jotta vältetään kiertymän, kasvun ja vinouden aiheuttamilta virheiltiltä. Usein holville tehdyt merkit jäävät valuseinien ja elementtien alle. Mittamiehen on hyvä tehdä holville pieniä varmuusmerkkejä esimerkiksi 500 mm seinälinjasta, jotta mahdollisesti myöhemmin havaittavista sijaintivirheistä saadaan selvyys, onko kyseessä mittavirhe vai asennusvirhe. Moduulilinjojen merkitseminen ja koron tuonti vielä viimeiselle holville helpottaa vesikattotyötä. Kuvassa 5.5 on kuvattu mahdollisia virheitä, mikäli takymetrimittaukset tehdään vain ensimmäisessä kerroksessa.



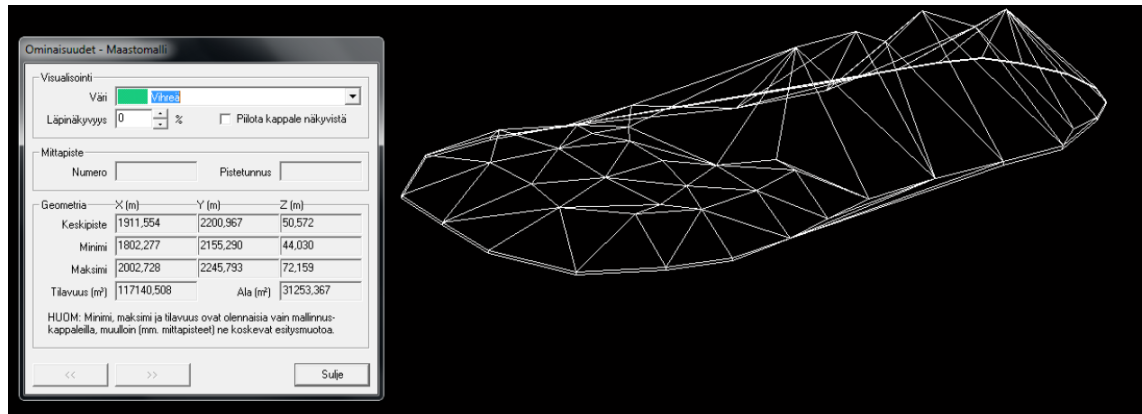
Kuva 5.5 Virheiden vaikutus kuvattu korostettuna (M-Mies OY)

#### 5.4 Massalaskenta maan leikkauksista ja täytöistä

Tänä päivänä tehdään maankaivutöitä paljon yksikköhintaurakalla, jolloin louhinnan ja maamassojen määrälaskenta työmaalla on tärkeässä roolissa. Pintamaan poiston massalaskenta on yksinkertaista, kun poistettavan alan kerroskorkeudeksi lasketaan normaalisti 0,2 m. Monimuotoisempien maanleikkausten, louhinnan ja täyttöjen laskeminen onkin vaativampaa. Toki massat voidaan määrittää ilman sähköistä mittausohjelmaakin perinteisellä tavalla takymetrimittauksella ja taskulaskimella laskemalla, mutta laskeminen on hidasta ja virhe-



laskennan riski on olemassa. Lisäksi dokumentointi voi olla epämääräistä. Tässä kohtaa taas sähköiset mittausohjelmat ja niiden tuottamat dokumentit ovat vakuuttavan luotettavia ja melko nopeita käyttää. Kuvassa 5.6 on sähköinen dokumentti massan laskennasta.



Kuva 5.6 Havainnollinen kuva massalaskennasta määrätietoineen. (Kautonen, P. 2012)

## 6 Erilaisia rakennusliikkeiden toimintatapoja

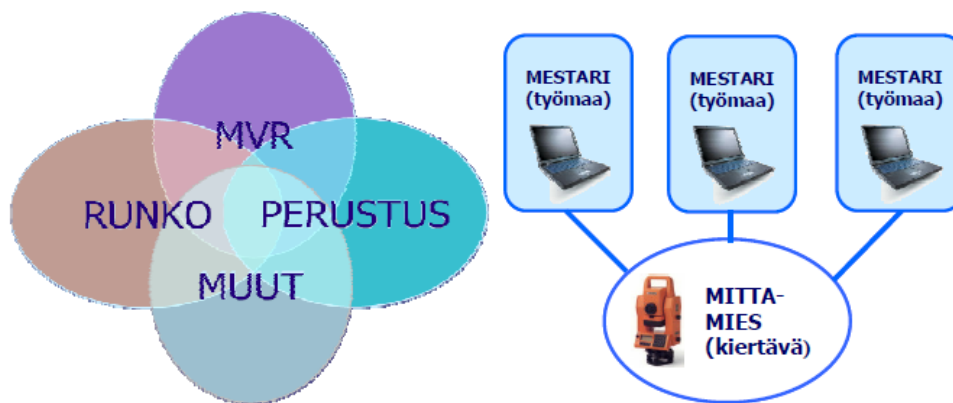
### 6.1 Työmaalla työskentelevä mittakirvesmies

Rakennusliikkeiden käyttämä perinteinen malli on se, jossa työmaan mittaukset suorittaa työmaalla työskentelevä mittakirvesmies. Tässä mallissa mittamies osallistuu mittaamisen lisäksi normaalin kirvesmiehen työhön ja toimii monesti urakkaporukan etumiehenä. Mittauskalustona tällaisessa mallissa on usein elektroninen takymetri ilman tietokoneavusteista mittausohjelmaa. Tarvitavat koordinaatit poimitaan paperikuvista manuaalisesti laskien. Näin muodostetaan työmaan pistelista, josta merkattavien pisteiden koordinaatit myös näppäillään takymetrin muistiin manuaalisesti.

### 6.2 Rakennusliikkeen työmaita kiertävä mittamies

Tietotekniikan kehittyessä joillain rakennusliikkeillä alkoi 1990-luvun alkupuolella sellainen käytäntö, jossa työmaan mittaukset suorittavat rakennusliikkeessä

toimivat erikoisesti mittauskoulutuksen saaneet mittamiehet. Tässä mallissa mittamies ei tee varsinaisia kirvesmiehen töitä, vaan suorittaa useamman työmaan takymetrimittaukset rakennusliikkeen sisällä. Mittamiehellä on tässä mallissa käytössään elektronisen takymetrin lisäksi tietokone, jossa on yhteensopiva mittausohjelma työmaan mestareiden kanssa. Mittamies sai tässä mallissa sähköpostin kautta suunnittelijoilta aina ajan tasalla olevat kuvat, joista hän saa poimittua tarvitsemansa koordinaatit. Nykyäänhän kaikki suunnitelmat jaetaan pitkälti projektipankkien kautta. Kuvassa 6.1 on kuvattu eräs järjestelmä kiertävän mittamiehen ja työjohdon töiden yhteensovittamiseksi.



Kuva 6.1 Eräs takymetrin kanssa yhteensopiva mittausohjelma (M-Mies OY)

### 6.3 Työmaan mittaukset ostopalveluna

Tietotekniikan kehittyessä ja rakentamisen muuttuessa yhä enemmän projektiluontoiseksi on rakennusmittausten ulkoistaminen myös yleistynyt. Tässä mallissa rakennustyömaan mittaukset hoitaa mittausalan konsulttiyritys, jolla on usein käytössään viimeisin teknologia alalta. Mittaustyöt voidaan suorittaa kokonaishintaperiaatteella tai yksikköhintaperiaatteella. Kuvassa 6.2 suorittaa mittauskonsultti takymetrimittausta.



Kuva 6.2 Mittauskonsultti työssään nykyaikaisella robottitakymetrillä (Wikman 2012)

#### **6.4 Lämpileikkaus Etelä-Karjalasta**

Työssä haastateltiin viittä merkittävää Etelä-Karjalassa toimivaa rakennusliikettä heidän tavastaan suorittaa rakennustyömaan mittaustyöt. Yhdellä rakennusliikkeellä viidestä toimii työmaalla työskentelevä mittakirvesmies läpi työmaan. Mittauskalustona on elektroninen takymetri. Toiminnan taustalla on perinne ja yrityksellä on omasta takaa ollut määrällisesti riittävästi ammattitaitoisia mittakirvesmiehiä. Tämän toimintatavan vahvuus on joustava käytäntö. Mittamies on aina työmaalla ja näin ollen aina tarvittaessa suorittaa mittaustöitä myös sivu- ja aliorakoitsijoiden tarpeisiin. Heikkoutena koordinaattien käsin laskennassa on huomaamatta jäänyt virheen mahdollisuus. Tulevaisuuden mahdollisuudet tälle toimintatavalle ovat rajalliset, koska kokeneita mittakirvesmiehiä poistuu työelämästä enemmän kuin uusia vastuunkantajia on kasvamassa.

Kahdella rakennusliikkeellä viidestä toimii firman työmaita kiertävä mittamies. Mittauskalustona on robottitakymetri sekä sähköinen mittausohjelma. Tähän toimintatapaan on johtanut tekniikan kehittyminen ja oman pätevän mittamiehen kouluttaminen. Tällaisen toimintatavan vahvuus on oman mittamiehen melko helppo saatavuus työmaalle, teknologian tuoma vähäinen virhemahdollisuus sekä mittaustulosten jälkiseuranta. Tämän toimintatavan heikkoutena on mittaustyön henkilösidonaisuus ja herkkien mittalaitteiden ylläpitokustannukset.

Kaksi rakennusliikettä viidestä teettää rakennuksen mittaustyöt ostopalveluna päämittojen osalta konsultilta, jolla on käytössään viimeisin mittausteknologia. Työmaalla työskentelevät kirvesmiehet hoitavat pienemmät mittaukset kuten väliseinien paikat ja tarvittavat korkomittaukset. Tähän toimintatapaan johtaneita syitä ovat seuraavat. Oman mittamiehen käyttäminen vaatisi kouluttamisen. Oman mittamiehen käyttö ei ole järkevää yhtiön nykyisellä rakentamisen volyyymilla. Tämän toimintatavan vahvuutena katsottiin olevan se, että mittamies ei ole sidottu muihin tehtäviin yrityksessä sekä kalliit kalustokustannukset jäävät konsulttiyritykselle. Haasteitakin tässä toimintatavassa on. Työmaalle tuleva mittauskonsultti ei välttämättä tunne työmaata. Tämä toimintamalli vaatii hyvää ennakkointia työn suunnittelussa, koska konsulttiyrityksen resurssit saattavat olla ylikuormitettuja eikä mittamiestä saada työmaalle tarpeeseen.

## **7 Päätelmät**

Tässä opinnäytetyössä on kuvattu rakennustyömaan takymetrimittauksia työmaan näkökulmasta. Työssä on esitetty kronologisessa järjestyksessä työmaan mittausprosessia alkaen koordinaatistosta ja päätyen mittamiehen toimenkuvaan työmaalla. Työssä on myös kuvattu kolme erilaista rakennusliikkeiden käyttämää toimintamallia mittaustöiden suhteen Etelä-Karjalassa sekä vertailtu näitä keskenään.

Tässä on esitetty vertailun tuloksena tehtyjä päätelmiä. Vaikka työmaalla jatkuvasti toimivan mittakirvesmiehen käyttöön liittyy joustavuus sekä sivu- ja aliurakoitsijoiden mittaustarpeiden huomioiminen, niin tämä käytäntö jää tulevaisuu-

dessa kahden muun toimintamallin varjoon. Yrityksen useita työmaita kiertävän mittamiehen käytön vahvuutena on mittaustyön olematon virhemahdollisuus sekä tehokkuus, mikäli rakennettavaa on riittävästi mittamiehen ja kalliin kaluston työllistämiseen. Mittauskonsultin käyttäminen vaatii työn suunnittelun ennakointia muita malleja enemmän, mutta mittauskalusto on viimeisintä teknologiaa ja kalustokustannukset huomioidaan työn veloituksessa.

Haastattelujen perusteella rakennusliikkeen sisällä eri työmaita kiertävän mittamiehen käyttö tulee olemaan lähitulevaisuuden malli asuntorakentamisessa. Isoissa teollisuustyökohteissa ja vaativissa korjaustyökohteissa mittaustyöt tullaan todennäköisesti tekemään mittauskonsultin toimesta, koska heillä on käytössään aina ajan tasalla oleva mittauskalusto ja sen käytön hallitseva henkilöstö. Laserkeilaus ja mittamallinnus tulevat yleistymään lähitulevaisuudessa.

## Kuvat

- 2.1 Tasokoordinaatisto, s. 6
- 2.2 GPS, geoidi ja vaaitus, s. 7
- 3.1 Kulmayksiköt, s. 9
- 3.2 Nykyaikainen robottitakymetri (Trimble), s. 9
- 4.1 Visio kunnan merkitsemiskäytännön muuttumisesta, s. 10
- 5.1 100,500 koordinaatisto, s. 11
- 5.2 Pistelista, s. 12
- 5.3 Esimerkkikuva peruspisteverkosta, s. 14
- 5.4 Takymetrin orientointi (vapaa asemapiste) peruspisteverkosta, s. 15
- 5.5 Virheiden vaikutus kuvattu korostettuna, s. 16
- 5.6 Havainnollinen kuva massalaskennasta määrätietoineen, s. 17
- 6.1 Eräs takymetrin kanssa yhteensopiva mittausohjelma mMies/mMestari, s. 18
- 6.2 Mittauskonsultti työssään nykyaikaisella robottitakymetrillä, s. 19

## Lähteet

Häkli, Puupponen, Koivula ja Poutanen. 2009. Suomen geodeettiset koordinaatit ja niiden väliset muunnokset. Geodeettinen laitos.

Kautonen, P. 2012. Rakennusmittauksen erikoiskurssi 26.3.-13.4.2012. Oppimateriaalia.

Korpela, 2012. Koordinaatit.  
<http://www.helsinki.fi/~korpela/MINV12/koordinaatit.pdf>. Luettu 19.2.2012.

Maanmittauslaitos,  
<http://www.maanmittauslaitos.fi/kartat/koordinaatit/tasokoordinaatitot>.  
Luettu 19.2.2012.

M-Mies Oy, <http://www.mmies.fi/mittaus.htm>. Luettu 8.3. 2012.

Saimaan ammattikorkeakoulu, täydennyskoulutus ja kehityspalvelut. Lappeenranta.

Trimble, 2012. [http:// www.geotrim.fi/tuotteet/takymetrit](http://www.geotrim.fi/tuotteet/takymetrit). Luettu 8.3.2012.

Tukia, K. 2007. Tietokoneavusteinen rakennustyömaan mitta- ja määrätiedon hallinta. Turku. Painotalo Gillot.

Wikman, 2012. [http://www.maankaytto.fi/arkisto/mk404/mk404\\_75\\_wikman.pdf](http://www.maankaytto.fi/arkisto/mk404/mk404_75_wikman.pdf).  
Luettu 8.3.2012.