

# **Kodlista och processbeskrivning för inmätning med maskinstyrning**

Sjöblom Infra Ab

Nicolas Haga

Examensarbete för byggmästare (YH)-examen

Utbildning: Byggnads- och samhällsteknik

Vasa 2024

## EXAMENSARBETE

Författare: Nicolas Haga  
Utbildning och ort: Byggnads- och samhällsteknik, Byggmästare, Vasa  
Inriktning: Infrastruktur  
Handledare: Anders Ahlbäck

Titel: Kodlista och processbeskrivning för inmätning med maskinstyrning – Sjöblom Infra Ab

---

Datum: 19.12.2024      Sidantal: 28      Bilagor: 5

---

### Abstrakt

Huvudsyftet med detta examensarbete var att utveckla en processbeskrivning och en kodlista för inmätning av punkter med maskinstyrning. Ett delsyfte var att reda ut vilka benämningssystem som redan finns och används. Arbetet har gjorts åt Sjöblom Infra Ab som är ett växande företag inom infrabyggnad, industriservice och återvinning.

Teoridelen beskriver vad maskinstyrning är och hur det fungerar. Det behandlar också höjdsystem, koordinatsystem och positionering som är viktiga faktorer för ett fungerande maskinstyrningssystem. Benämningssystem som redan finns och används behandlas också i teoridelen.

Frågeformulär skickades ut till företag som säljer maskinstyrning och till företag som säljer mätningstjänster. Tanken med frågeformulären var att få svar på vad de använder för benämningssystem och om det finns något standardiserat benämningssystem.

Resultatet blev en kodlista och en processbeskrivning för inmätning av punkter med maskinstyrning enligt företagets önskemål. Kodlistan innehåller 28 koder som bedömdes vara de mest användbara koderna för företagets infrabyggnadsprojekt. Processbeskrivningen beskriver hur olika konstruktioner skall mätas in, var och med vilket avstånd.

---

Språk: svenska

Nyckelord: benämningssystem, infrabyggnad, maskinstyrning, 3D

## OPINNÄYTETYÖ

Tekijä: Nicolas Haga  
Koulutus ja paikkakunta: Rakennus- ja yhdyskuntatekniikka, Rakennusmestari, Vasa  
Suuntautumisvaihtoehto: Infrarakentaminen  
Ohjaaja(t): Anders Ahlbäck

Nimike: Koodilista ja prosessikuvaus koneohjauksella mittausta varten – Sjöblom Infra Ab

---

Päivämäärä: 19.12.2024 Sivumäärä: 28 Liitteet: 5

---

### Tiivistelmä

Tämän opinnäytetyön päätavoitteena oli kehittää prosessikuvaus ja koodilista mittauspisteiden mittaamiseen koneohjauksella. Osatavoitteena oli selvittää, mitä nimeämisjärjestelmiä on jo olemassa ja käytössä. Työ tehtiin Sjöblom Infra Ab:lle, joka on kasvava yritys infrarakentamisessa, teollisuuspalveluissa ja kierrätyksessä.

Teoriaosuudessa kuvataan, mitä koneohjaus on ja miten se toimii. Siinä käsitellään myös korkeusjärjestelmiä, koordinaattijärjestelmiä ja paikannusta, jotka ovat tärkeitä tekijöitä toimivan koneohjausjärjestelmän kannalta. Teoriaosuudessa käsiteltiin myös jo olemassa olevia ja käytössä olevia nimitysjärjestelmiä.

Kyselylomakkeet lähetettiin koneohjausta myyville yrityksille ja maanmittauspalveluja myyville yrityksille. Kyselylomakkeiden tarkoituksena oli selvittää, millaisia nimitysjärjestelmiä ne käyttävät ja onko olemassa standardoitua nimitysjärjestelmää.

Tuloksena saatiin yrityksen toiveiden mukainen koodiluettelo ja prosessikuvaus pisteiden mittaamiseksi koneohjauksella. Koodiluettelossa on 28 koodia, joita pidettiin hyödyllisimpinä koodeina yrityksen infrastruktuurin rakentamishankkeessa. Prosessikuvauksessa kuvataan, miten eri rakenteita mitataan, missä ja millä etäisyydellä.

---

Kieli: ruotsi

Avainsanat: nimikkeistö, infrarakentaminen, koneohjaus, 3D

## **BACHELOR'S THESIS**

Author: Nicolas Haga  
Degree Programme: Construction management, Vasa  
Specialisation: Infrastructure  
Supervisor(s): Andres Ahlbäck

Title: Code list and process description for surveying with machine control – Sjoblom Infra Ab

---

Date: 19.12.2024    Number of pages: 28    Appendices: 5

---

### **Abstract**

The main purpose of this thesis is to develop a process description and a code list for surveying points with machine control. A sub-purpose was to clarify which nomenclature already exist and is used. The work was done for Sjoblom Infra Ab, which is a growing company in infrastructure construction, industrial services and recycling.

The theoretical part describes what machine control is and how it works. It also covers height systems, coordinate systems and positioning which are important factors for a functioning machine control system. Nomenclatures that already exist and are used were also dealt with in the theoretical part.

Questionnaires were sent out to companies that sell machine control and to companies that sell surveying services. The idea behind the questionnaires was to get answers on what nomenclature they use and if there is any standardized nomenclature.

The result was a code list and a process description for surveying points with machine control according to the company's requirements. The code list contains 28 codes that were assessed to be the most useful code for the company's infrastructure projects. The process description explains how different constructions should be surveyed, where and at what distance.

---

Language: swedish

Key words: nomenclature, infrastructure construction, machine control, 3D

# Innehållsförteckning

1	Inledning .....	1
1.1	Företaget.....	1
1.2	Bakgrund .....	2
1.3	Syfte .....	3
1.4	Metod .....	3
1.5	Avgränsningar .....	3
2	Maskinstyrning.....	4
2.1	Historia.....	4
2.2	För- och nackdelar .....	5
2.3	Uppbyggnad.....	5
3	Mätreferenser .....	6
3.1	Koordinatsystem .....	7
3.1.1	ETRS-TM35FIN .....	8
3.1.2	ETRS-GKn.....	8
3.2	Höjdsystem .....	9
3.2.1	NN .....	10
3.2.2	N43 .....	10
3.2.3	N60 .....	10
3.2.4	N2000.....	10
3.3	Positionering .....	11
3.3.1	RTK.....	11
4	Buildingsmart .....	12
4.1	Buildingsmart Finland .....	12
4.1.1	InfraBIM -nimikkeistö.....	13
4.1.2	Infra Rakentajakoodaus .....	14
4.2	Yleiset inframallivaatimukset .....	15
5	Rakennustieto .....	17
5.1	InfraRYL.....	17
6	Kodlista skapad av AI .....	18
7	Undersökning.....	20
8	Resultat av frågeformulär.....	20
8.1	Företag som säljer mätningstjänster.....	21
8.1.1	Sammanfattning av svar .....	22
8.2	Företag som säljer maskinstyrning.....	22
8.2.1	Sammanfattning av svar.....	23
8.3	Sammanfattning av resultat.....	24
9	Resultat .....	24
10	Diskussion .....	25
10	Litteraturförteckning.....	27

## Bilageförteckning

Bilaga 1	Följebrev
Bilaga 2	Frågeformulär för företag som säljer maskinstyrning
Bilaga 3	Frågeformulär för företag som säljer mätningstjänster
Bilaga 4	Kodlista
Bilaga 5	Instruktioner för inmätning av punkter

## Ordförklaringar

<b>AI</b>	Artificiell intelligens, kan utföra uppgifter som vanligtvis kräver mänsklig intelligens
<b>As-built</b>	Beskriver den slutliga konstruktionen och ändringar som gjorts under byggprocessen
<b>Benämningssystem</b>	System för att namnge objekt inom ett visst område med exempelvis koder och namn
<b>BIM</b>	Building Information Modeling, 3D-modellering som innehåller information om material och systeminstallationer
<b>BsF</b>	Buildingsmart Finland, Finlands buildningsmart avdelning
<b>ETRS</b>	European Terrestrial Reference System, koordinatsystem anpassat för Europa
<b>Mätstav</b>	Handhållet 3D-mätinstrument för inmätning och utsättning av punkter
<b>RTK</b>	Real Time Kinematic, noggrann positionsbestämning som använder sig av GNSS-system
<b>RYL</b>	Rakentamisen yleiset laatuvaatimukset, allmänna kvalitetskrav för byggande
<b>GNSS</b>	Global Navigation Satellite System, samlingsnamn för flera satellitnavigeringssystem
<b>YIV</b>	Yleiset inframallivaatimukset, allmänna inframodellkrav
<b>3D</b>	Tredimensionella objekt, består av längd, bredd och djup

# 1 Inledning

Syftet med det här examensarbetet är att göra en processbeskrivning för hur man mäter in och namnger punkter med maskinstyrning. Examensarbetet görs på önskan av min arbetsgivare Sjöblom Infra. Det är ett växande företag och med flera maskinförare har det uppstått ett behov av en processbeskrivning för hur punkter mäts in och namnges. Arbetet redogör vad maskinstyrning är, hur man bestämmer en position och vad det finns för anvisningar för att mäta in punkter. Maskinstyrningen har utvecklats mycket de senaste 20 åren och fortsätter ännu utvecklas. Möjligheterna som maskinstyrningen ger utnyttjas så mycket som möjligt, till exempel för as-built-mätningar. Vid många infraprojekt är det i dagsläget ett krav att det skall finnas maskinstyrning på maskinerna. Detta kapitel behandlar företaget som jag arbetar vid, bakgrunden till arbetet, syftet och metodval för arbetet samt avgränsningar.

## 1.1 Företaget

Sjöblom Infra Ab är ett företag som specialiserar sig på infrastrukturbyggande och industriservice i Västra Finland. Företaget har över 80 anställda och sysselsätter dagligen fler än 90 personer. Maskinparken består av 140 moderna maskiner. Bolagets tjänster riktar sig både mot industrin och den offentliga sektorn och kunderna representerar ett brett spektrum: från massabruk, sågverk, kraftverk och hamnar till byggföretag, kommuner och städer.

Sjöblom grundades år 1960 i Purmo, Österbotten, av bröderna Svante och Gösta Sjöblom. Ursprungligen erbjöd företaget virkestransporter med häst och traktor. Bolaget transporterar fortfarande virke idag, men med betydligt mera robusta maskiner. Mängden transporterat material har också ökat väsentligt, idag hanteras totalt över fyra miljoner kubikmeter virke, flis och pappersmassa årligen.

Verksamhetsområden så som industriservice omfattar industriell logistik för tillverkningsindustrier som sågverk, massabruk och kraftverk. Tjänsterna inkluderar

materialhantering, transporter och lagerhantering. Företaget erbjuder helhetslösningar där även sommar- och vinterunderhåll av industriernas utomhusområden ingår.

Infrabyggande omfattar projekt där bolaget utför bland annat schaktning, grundläggning, miljöbyggande, vattenbyggnad, kommunal teknik, vägbyggnad, järnvägsbyggnad och rivningsarbeten. Återvinningstjänsterna består av flisning och krossning av biobränsle samt siktning av material som betong, ballast och förorenad jord. Bolagets flisningsmaskiner och krossar är bland de största mobila anläggningarna i världen med en produktionskapacitet på 400 kubikmeter flis per timme. Företaget driver dessutom en återvinningscentral i Pirilö, Jakobstad där material tas emot och behandlas för att sedan återanvändas i jordbyggnadsprojekt eller brännas i biobränsle driven kraftverk.

Företaget tog i bruk sin första 3D-utrustning år 2011. Idag har bolaget utrustat en stor del av sina grävmaskiner med 3D-system. Bolaget har även en halv-automatisk Caterpillar grävmaskin som ställer höjden på skopan automatiskt, maskinföraren styr maskinen med en spak och automatiken sköter den andra. Detta är till stor hjälp exempelvis vid släntningsarbeten. Även en bandschaktare finns i bolaget, en Caterpillar D6N, utrustad med 3D-automatik. 3D systemet är levererat av Leica och ställer höjden och vinkeln på schaktbladet automatisk baserat på terrängmodellen i fråga. (Ekonomi- och utvecklingschef, personlig kommunikation, 05.12.2024).

## 1.2 Bakgrund

Bakgrunden till examensarbetet är ett växande företag med många maskinförare och nästan lika många sätt att mäta in och namnge punkter. Det leder i sin tur till att någon på kontoret eller samarbetspartner behöver gå igenom punkterna och kategorisera dem i rätta mappar. Orsaken till att man vill kategorisera dem rätt är för att sedan lättare kunna plocka ut och använda den information man behöver, till exempel för mängdberäkningar. Det tar tid att gå igenom punkterna och tid är lika med pengar. Många gånger är det lika enkelt att ta in någon utomstående part med mätstav för att mäta in konstruktioner och lager. Det blir dyrare men det blir också rätt med en gång.

### 1.3 Syfte

Syftet med det här examensarbete är att ta reda på vilka benämningssystem och krav som redan finns och används för att namnge inmätta punkter med maskinstyrning. När allt nödvändigt material är insamlat skall en egen kodlista framställas. Avsikten med kodlistan är att effektivisera bearbetningen av inmätta punkter på ett jordbyggnadsprojekt. Genom att göra en processbeskrivning för hur man mäter in och namnger punkter får man ett system där alla mäter in punkter på samma sätt. Behovet av någon som kommer och mäter in konstruktioner och lager med en mätstav minskar också om alla maskinförare kan mäta in samma sak på ett korrekt sätt. Det i sin tur sparar tid och pengar när ingen behöver gå igenom och kategorisera punkterna och det är enkelt att hitta den information man behöver.

### 1.4 Metod

Examensarbetet utförs i första hand genom att ta reda på vilka benämningssystem som redan finns och används. Datainsamling görs främst via internet, manualer och ett frågeformulär till företag som säljer maskinstyrning eller mätningstjänster. Diskussion med företaget angående deras behov och önskemål görs också.

### 1.5 Avgränsningar

Examensarbetet avgränsas till att endast undersöka vad som finns och används i Finland. Precisionskraven för inmätta punkter samt regionala krav behandlas inte heller i detta arbete. Dessa avgränsningar görs för att arbetet skulle bli för stort och omfattande om man även tog med vad som finns i andra länder och regioner.

## 2 Maskinstyrning

Maskinstyrning är ett hjälpmedel som visar maskinföraren skopans position i realtid i en skärm inne i maskinen. Med hjälp av sensorer på maskinen och programvara beräknas skopans position i förhållande till maskinen. Maskinens position fås via GNSS teknologi som tas upp senare i arbetet. Skärmen inne i maskinen visar en 3D-modell som berättar var maskinen är och var maskinföraren skall schakta eller fylla och hur slutresultatet skall vara. Maskinstyrning kan användas i bland annat grävmaskiner, bandschaktare och hjullastare. Det finns också automatiserade system som gör att maskinen kan köra själv till en viss del och följa en 3D-modell. (Unicontrol, 2023).

Maskinstyrning finns i både 2D och 3D utförande. 2D utförandet benämns ofta som bas-systemet. Det ger maskinföraren information om vilken höjd skopan är på i förhållande till en laser eller en höjdreferens. Vidare utveckling av 2D-systemet är 3D-systemet som ger exakta koordinater för skopans position. 3D-systemet behöver ingen laser eller höjdreferens för att hitta rätt position. (Aptella, u.d.).

### 2.1 Historia

Maskinstyrningen har utvecklats mycket sedan den började användas i mitten på 1990-talet. Tidigare behövde höjder och positioner kontrolleras manuellt av endera maskinföraren eller en hjälpkarl. Till en början var det bara 2D-system som var tillgängliga och de visade bara skopans höjd i förhållande till en laser. Senare kom 3D-systemen som använder sig av GNSS teknologi för att visa skopans exakta position. Utvecklingen har gått framåt, idag finns det också maskinstyrning till flera maskiner så som hjullastare, vältrar och vägskrapor. Blickar man 20 år framåt kommer vi se mera automatik, bättre sensorer och programvara. (Hendley, 2017; Topcon, u.d.).

## 2.2 För- och nackdelar

Fördelarna med maskinstyrning är att driftstimmarna på maskinerna blir mer effektivt utnyttjade och mindre manuellt arbete behövs. En nackdel är att systemen kan påverkas negativt vid arbeten nära höga byggnader och i tätbebyggda områden. Det beror på att satelliternas och GPS-mottagarens förbindelse störs av de höga byggnaderna (Andersson & Johansson, 2008).

## 2.3 Uppbyggnad

I instruktionsvideon (Leica Geosystems, 2022) beskrivs att maskinstyrningen är uppbyggd av sensorer, mottagare och antenner som synkas för att få fram skopans exakta position. En pitch- och rollsensor placeras på maskinen och den känner av hur maskinen lutar framåt, bakåt och till sidorna. Huvud-bommen och stickan har varsin sensor som känner av deras rörelser. Skopans sensor är placerad på snabbfästet och känner av hur mycket skopan stängs och öppnas. Det finns också tilsensorer som placeras på tiltskopor, den känner av skopans lutning i sidled. På maskinen placeras det master som bär en kompass och GNSS-antenner. Kompassen ger riktningen för maskinen i relation magnetisk norr, det används vid körning i 2D läge för att kunna arbeta åt alla håll. GNSS-antennerna används vid körning i 3D läget för att få maskinens position via satelliter. Inne i maskinen placeras också en GNSS-mottagare. (Se figur 2). När alla dessa delar är korrekt installerade och noggrant kalibrerade kan systemet räkna ut skopans exakta position.



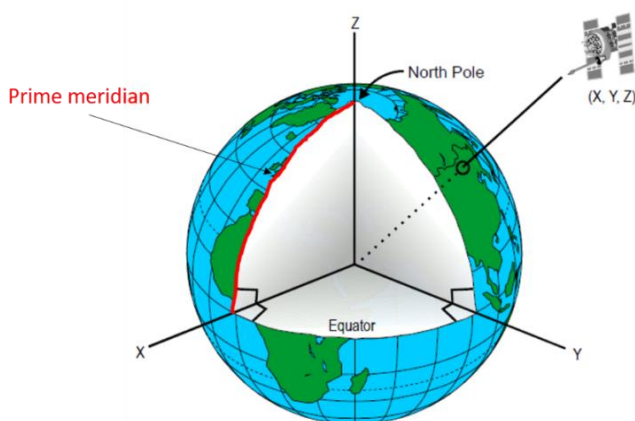
Figur 1. Sensorernas och GNSS-antennernas placering. (Unicontrol, u.d.).

### 3 Mätreferenser

Detta kapitel behandlar referenssystem som används för att få en exakt position för en plats eller punkt. Koordinatsystem, höjdsystem och positionering är tre olika referenser som behövs för att få en position i maskinstyrningen. Maskinstyrningssystemen använder sig av RTK positionering och det tas upp i det här kapitlet. Koordinatsystem behövs för att få reda på maskinens plats på en karta eller i en 3D-modell. Höjdsystem krävs för att få en plus höjd för positionen. Det finns flera höjd- och koordinatsystem och det är viktigt att använda samma system i maskinen som modellerna är gjorda i. Referenssystemen skiljer sig något mellan olika länder, men i detta kapitel behandlas det som används globalt och i Finland.

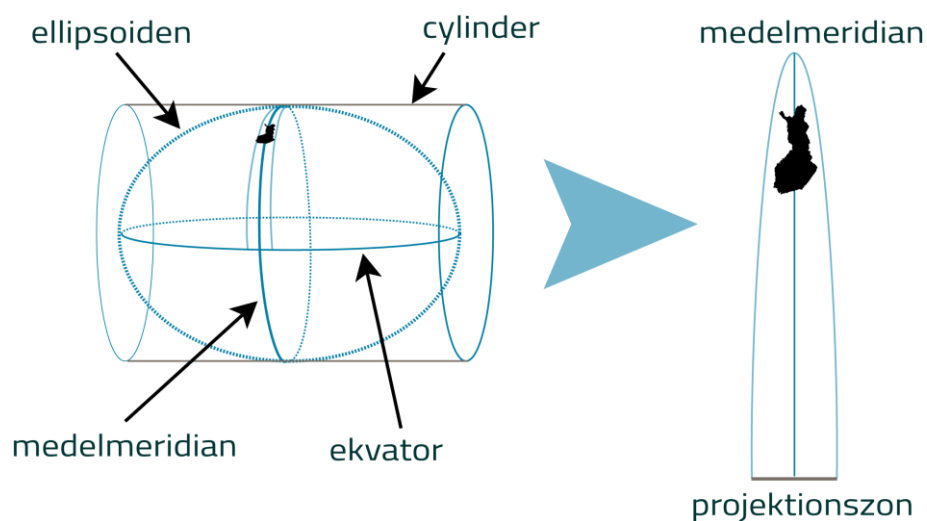
### 3.1 Koordinatsystem

Ett koordinatsystem byggs upp av X, Y och ibland även Z axlar. Använder man sig av alla tre axlar får man ett tredimensionellt koordinatsystem. Plana koordinatsystem får man när man använder X och Y axlarna. En vanlig terrängkarta är ett exempel där plana koordinatsystem används, X och Y axlarna kan också betecknas som N och E (North och East) i dessa fall. För att återge jordens yta med ett koordinatsystem använder man sig av en så kallad referensellipsoid. Referensellipsoid är ett ovalt klot som går ut till ekvatorn men är hoptryckt vid polerna. Gäller det ett koordinatsystem som är ellipsoidiskt och vinkelrät går X-axeln ut mot Greenwich meridianen, Y-axeln mot ekvatorn och Z-axeln går mot nordpolen. (Se figur 2). X och Y koordinaterna ger placeringen för en plats medan Z koordinaten ger höjden över ellipsoidens yta. (Lantmäteriverket, u.d.).



Figur 2. Vinkelrät koordinatsystem. (aspexit, 2020).

För att ändra koordinaterna på jordklotet till ett plant koordinatsystem använder man sig av kartprojektioner. Transversal Mercators projektion är den vanligaste kartprojektion i Finland. Det innebär att man lägger en liggande cylinder runt referensellipsoiden. Varje kartprojektion har en egen medelmeridian. När man vecklar ut cylindern bildas ett plankoordinatsystem. (Se figur 3). (Lantmäteriverket, u.d.).



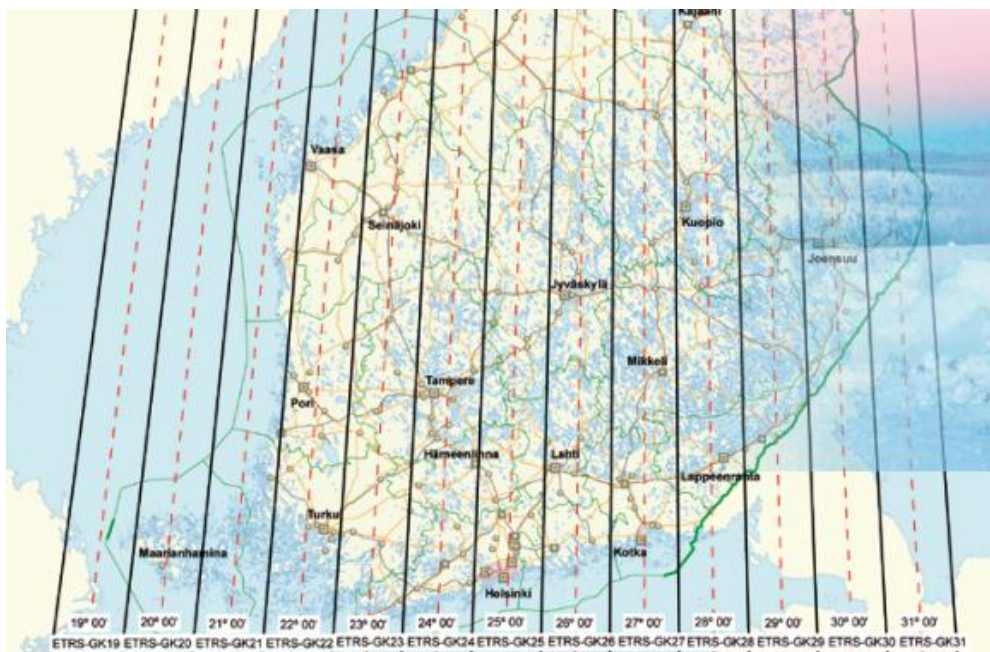
Figur 3. Kartprojektion av Finland (Lantmäteriverket, u.d.).

### 3.1.1 ETRS-TM35FIN

ETRS-TM35FIN utgår från det globala UTM-kartprojektionssystemet. Enligt UTM-systemet finns Finland i zonerna 34–36. För att göra det enklare har zon 35 gjorts bredare så det täcker hela landet, därav också beteckningen FIN i slutet av namnet. När zonerna breddas ökar också projektionsfelen i områdets kanter. (Lantmäteriverket, u.d.).

### 3.1.2 ETRS-GKn

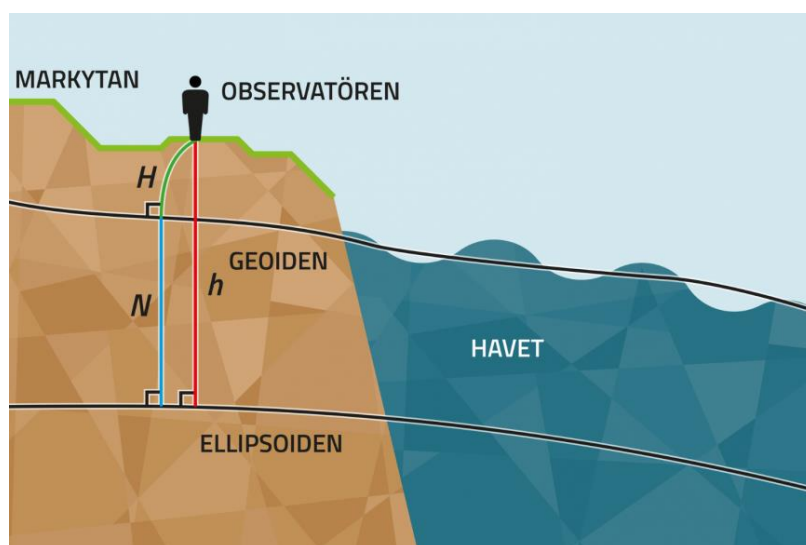
ETRS-GKn används lokalt av till exempel kommuner. Med hjälp av flera gradtal som används som medelmeridian delas landet in i flera projektzoner. Finland finns mellan graderna 19 och 31. (Se figur 4). Flera projektzoner gör att man får ett noggrannare resultat. (Lantmäteriverket, u.d.).



Figur 4. ETRS-GK:n delar in Finland i 13 projektzoner. I Vasa används ETRS-GK22. (Lantmäteriverket, u.d.).

### 3.2 Höjdsystem

För att bestämma höjd över havet på en position använder man sig av en geoidmodell. Geoidmodellen är en teoretisk modell som i princip följer medelvattenståndet runt hela jorden. Vet man skillnaden mellan referensellipsoiden och geoidmodellen går det att räkna ut höjden över havet för positionen. Enligt (figur 5) blir det:  $H=h-N$ . (Lantmäteriet, u.d.).



Figur 5. Skillnad mellan ellipsoiden, geoiden och markytan. (Lantmäteriverket, 2024).

### 3.2.1 NN

Finlands första landsomfattande höjdsystem var NN (Normal Noll) och gjordes mellan år 1892 och 1910 genom precisionsavvägning. Vattenståndspeglaren på Skatudden i Helsingfors användes som nollpunkt för NN-höjdsystemet. Finlands huvudfixpunkt finns i Helsingfors vid Astronomiska Observatoriet och är 30,465 meter högre än nollpunkten. (Meteorologiska Institutet, u.d.).

### 3.2.2 N43

Den andra precisionsavvägningen gjordes mellan åren 1935 och 1975. Höjdsystemet som bildades då heter N43. Höjdsystemet N43 täcker inte hela avvägningssområdet och landhöjningen beaktades inte under tiden som mätningarna pågick. (Meteorologiska Institutet, u.d.).

### 3.2.3 N60

N60 är det tredje landsomfattande höjdsystemet. Höjdsystemet är gjort på beräkningar från både NN och N43 höjdsystemens precisionsavvägningar. Landhöjningen är också beaktad i det här höjdsystemet. Geoiden följs också bättre av N60 höjdsystemet än av NN och N43. (Meteorologiska Institutet, u.d.).

### 3.2.4 N2000

Finlands standard höjdsystem är N2000. Det baserar sig på den tredje precisionsavvägningen i Finland som gjordes mellan år 1978 och 2006. Precisionsavvägningen utgick från EVRS (European Vertical Reference System) och dess höjd fastställs av NAP (Normaal Amsterdams Peil). BSCD2000 (Baltic Sea Chart Datum 2000) är ett gemensamt namn för höjdsystemet som länderna runt Östersjön använder, det är också samma sak som Finlands N2000 men med ett annat namn. (Meteorologiska Institutet, u.d.).

### 3.3 Positionering

Positionering görs med hjälp av satellitsystem som kallas GNSS. Det finns flera GNSS-system som är tillgängliga för alla, det vanligaste är GPS (Global Positioning System) som är utvecklat av USA. Galileo är ett GNSS-system som är utvecklat av EU, Glonass är utvecklat av Ryssland och BeiDou är utvecklat av Kina. Dessa fyra GNSS-systemen fungerar globalt. Det finns också GNSS-system som endast fungerar lokalt och det har exempelvis Indien och Japan, deras system heter IRNSS och QZSS. Använder man sig av flera GNSS-system på samma gång blir positioneringen mera tillförlitlig, det eftersom flera satelliter är tillgängliga. (SpaceFinland, u.d.).

Satellitpositionering med GNSS-system fungerar på så sätt att satelliterna skickar ut tidsmärkta radiosignaler som jämförs med de radiosignaler som skapas i GNSS-mottagaren. När man vet skillnaden mellan signalerna går det att räkna ut hur lång tid det tog för den tidsmärkta radiosignalen att komma fram till GNSS-mottagaren. Med hjälp av de kända faktorerna, tid och hastighet, går det att räkna ut avståndet mellan mottagaren och satelliten. Satelliternas position är given för varje stund, med hjälp av det och avståndet till mottagaren får man en position för mottagaren. (Lantmäteriet, u.d.).

#### 3.3.1 RTK

Real-time kinematic förkortas RTK och på svenska heter det relativ bärvågsmätning i realtid. RTK-mätning har den bästa mätsäkerheten i realtid och har en noggrannhet på några centimeter. Positionering med RTK-mätningen kräver en referensstation, en rover och datauppkoppling. Referensstation är en referensmottagare som placeras på känd position. Rovern är en mobil mottagare som placeras över en okänd position som skall fastställas. Referensstationen och rovern sammanställer sina GNSS-iakttagelser och får fram en position för punkten. Används en referensstation kallas det enkelstations-RTK. Nätverks-RTK kallas det när flera referensstationer används, det ger en bättre kvalitet över ett större område. (Lantmäteriet, u.d.)

## 4 Buildingsmart

Buildingsmart är ett världsomfattande nätverk som grundades år 1995 och de utvecklar och skapar digitala system för byggnadsindustrin. Normer för BIM-processer utvecklar och levererar de också. Med hjälp av digitala standarder effektivteras den digitala informationshanteringen i projektens alla faser. Buildingsmart nätverket har tre huvudprogram och de är: standarder, enhällighet och användare. Syftet med Buildingsmart är att öka användningen och implementera digitala tjänster för att sömlöst kunna utväxla säker information under projektets gång. (Buildingsmart International, u.d.).

Buildingsmart är uppbyggt av avdelningar, medlemmar, partners och sponsorer. Avdelningarna är medlemsländernas organisationer, såsom Buildingsmart Finland. Det finns avdelningar från sex av sju världsdelar. Afrika och Oceanien har endast en avdelning var, Syd- och Nordamerika har två avdelningar var medan Europa och Asien har tjugo respektive elva avdelningar. Avdelningarna har rösträtt i Buildingsmart international fullmäktige. Företag och stiftelser från hela världen kan vara medlemmar. Medlemmarna kan vara aktiva i en eller flera avdelningar och är uppdelade i strategisk-, huvud-, multinationell-, standard- och start-up medlemmar beroende på var de är aktiva. Partners kan vara olika organisationer och företag som är aktiva inom samma område som Buildingsmart. Sponsorer kan också vara organisationer och företag som vill sponsora Buildingsmarts verksamhet. (Buildingsmart International, u.d.).

### 4.1 Buildingsmart Finland

Finlands Buildingsmart avdelning heter Buildingsmart Finland (BsF) och sköts av Rakennustietomalli OY. Företag inom offentliga och privata bygg- och fastighetssektorn är medlemmar i BsF, såsom entreprenörer, planerare, fastighetsägare, universitet och högskolor med flera. BsF:s ändamål är att hjälpa medlemmarna att integrera BIM-processer i deras verksamhet och dela med sig av nyttan med BIM-processer. Finlands avdelning är uppdelad i fyra olika sektorer och de är infra-, byggnads-, stads- och utbildningssektorn. Varje sektor innehåller standarder och krav för att bilda ett enhetligt system för hela projektcykeln som ser lika ut för alla användare. (Buildingsmart Finland, u.d.).

#### 4.1.1 InfraBIM -nimikkeistö

InfraBIM -nimikkeistö är en del av BsF som innehåller standarder för namngivning och numrering av konstruktioner inom infrabyggnad. Benämningssystemet grundar sig på Infra2015-rakennusosanimikkeistö. Systemet namnger ytor och brytlinjer för olika konstruktioner med namn och nummer, exempelvis 1431 dräneringsrör. Konstruktionsbenämningssystemet är uppbyggt av huvudrubriker och underrubriker, huvudrubrikerna har först ett nummer mellan ett till nio och sen fem nollor, underrubriken har två nummer och sen fyra nollor. Följande steg har tre nummer och tre nollor och sista steget har fyra nummer och två nollor och det är också mest exakta benämningen på en viss konstruktion (Se figur 6). Här följer några exempel: 100000 Jord-, grund-, och bergkonstruktioner, 160000 Ytschakt och jordschakt, 162000 Jordschakt, 162100 Rör- och kabelschakt. Tanken med de två sista nollorna är att man kan skapa ännu exaktare benämning för någon viss konstruktion om man vill. Benämningssystemet för brytlinjerna är uppbyggt av kortare koder, såsom 120 vägkant, 121 vägens mittlinje, 141 dikesbotten (Se figur 7). (Buidlingsmart Finland, 2022).

	1	InfraBIM-nimikkeistö, rakennepintakoodit
	2	tunnus Otsikko
	3	<b>100000</b> <u>Maa-, pohja- ja kalliorakenteet</u>
	4	110000 Olevat rakenteet ja rakennusosat
+	32	120000 Pilaantuneet maat ja rakenteet
+	43	130000 Perustusrakenteet
+	57	140000 Pohjarakenteet
+	80	150000 Kallion tiivistys- ja lujitusrakenteet
+	93	160000 Maaleikkaukset ja -kaivannot
+	132	170000 Kallioleikkaukset, -kaivannot ja -tunnelit
+	169	180000 Penkereet, maapadot ja täytöt
+	193	<b>200000</b> <u>Päällys- ja pintarakenteet</u>
	194	201000 Ylin yhdistelmäpinta
	195	201100 Väylärakenteen alapinta
	196	201200 Alin yhdistelmäpinta
	197	<b>210000</b> <u>Päällysrakenteen osat ja radan alusrakennekerrokset</u>

Figur 6. Exempel på konstruktions koder från InfraBIM-nimikkeistö. (Buidlingsmart Finland, 2022).

Koodi	Nimi
122	Päällysteen reuna
123	Sisäluiskan yläreuna
124	Sisäluiskan alareuna
125	Ulkoluiskan alareuna
126	Ulkoluiskan yläreuna
127	Pinnan taite
130	Reunatuki korkeus alapuolelta
131	Reunatuki korkeus yläpuolelta
134	Vallin alareuna

Figur 7. Exempel på koder för brytlinjer från InfraBIM-nimikkeistö. (Buildingsmart Finland, 2022).

#### 4.1.2 Infra Rakentajakoodaus

Infra rakentajakoodaus är kodlistor som baserar sig på InfraBIM-nimikkeistö, men det finns kompletteringar för att passa bättre inom infrabyggnadsprojekt. Mätningsskoder och planeringskoder skiljs med ett D framför planeringskoderna, exempelvis: 140 Dikeskant (mätningsskod), D140 Dikeskant (planeringskod). Infra rakentajakoodaus innehåller tre olika filer för kodlistor och de är kontrollkod, typkod och beteckningar (Se figur 8–10). (Buildingsmart Finland, 2022).

Tunnus	Nimike
2000	Tarkepiste mittaaja, erittelemätön
2001	Tarkepiste mittaaja, takymetri
2002	Tarkepiste mittaaja, RTK-GNSS
2003	Tarkepiste mittaaja, VerkkorTK-GNSS
2004	Tarkepiste mittaaja, korkeusvaaitus
2020	Toteumapiste työkone, erittelemätön
2021	Toteumapiste työkone, takypaikannus
2022	Toteumapiste työkone, RTK-GNSS-paikannus
2023	Toteumapiste työkone, VerkkorTK-GNSS-paikannus

Figur 8. Exempel på kontrollkoder. (Buildingsmart Finland, 2022).

Mittauskoodi	Suunnittelukoodi	Nimike
139704		Kenttäkivetyks, musta
1398	D1398	Liuskekivetyksen reuna
139801		Liuskekivetyks, harmaa
139802		Liuskekivetyks, punainen
139803		Liuskekivetyks, valkoinen
139804		Liuskekivetyks, musta
1399		Klassikkokivetyksen reuna
139901		Klassikkokivetyks, harmaa
139902		Klassikkokivetyks, punainen
139903		Klassikkokivetyks, valkoinen
139904		Klassikkokivetyks, musta
140	D140	Ojan reuna
141	D141	Ojan pohja
142	D142	Ulkoluiskan taite

Figur 9. Exempel på typkoder och kompletteringar från InfraBIM är i blått. (Buildingsmart Finland, 2022).

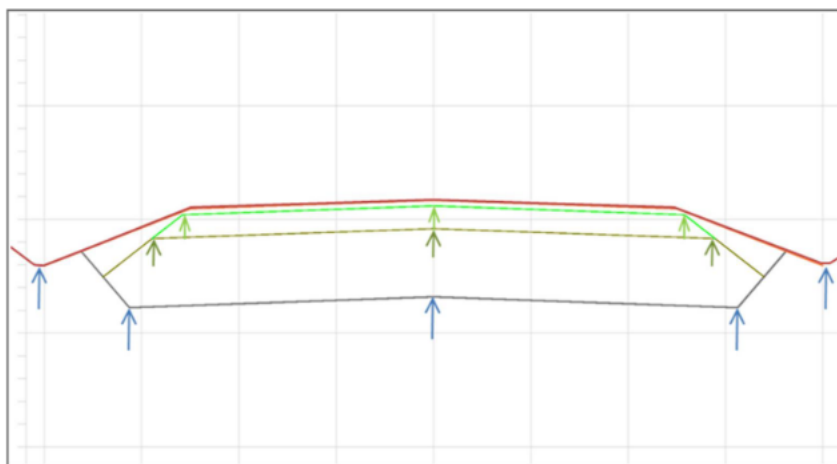
InfraBIM tunnus	Nimike
162120	Putki- ja johtokaivanto, sulanapitojärjestelmät
162121	Putki- ja johtokaivanto, salaoja
162200	Rumpukaivannot
162300	Syvennykset ja kuopat
162400	Rakennus- ja siltakaivannot
162500	Massanvaihtoon kuuluvat kaivannot, alapinta
162510	Massanvaihto määräsyvyyteen
162520	Massanvaihto, toteutunut
162900	Muut maakaivannot
163000	Kaivannon tukirakenteet
163100	Elementtituet

Figur 10. Exempel på beteckningar och kompletteringar från InfraBIM är i blått. (Buildingsmart Finland, 2022).

## 4.2 Yleiset inframallivaatimukset

Yleiset inframallivaatimukset förkortas YIV och innehåller krav och riktlinjer för planering, byggande, kvalitetssäkring, datainsamling och hantering. Krav och instruktioner för as-built-mätningar med maskinstyrning finns också i YIV. As-built-mätning med maskinstyrning görs under arbetets gång för att följa med och kontrollera projektets avancemang. Maskinstyrning kan användas till as-built-mätningar för till exempel

konstruktionslager, kablar, rör och brunnar. Vägkonstruktioner skall mätas in med maximalt 20 meter mellan punkterna i vägens riktning. Maskinförarna mäter in vägens alla lager i båda kanterna och i mitten (Se figur 11). När större ytor skall mätas in, exempelvis vid inmätning av en plan eller parkering gäller maximalt 10 meter mellan punkterna och åt alla håll, det vill säga ett rutmönster bildas. (Buildingsmart Finland, 2021).



Figur 11. Visar var inmätningpunkter skall tas i en vägkonstruktion. (Buildingsmart Finland, 2021).

Maskinstyrningssystemen använder sig av RTK positionering. Det är viktigt att maskinen och skopan är rätt och noggrant kalibrerad för att få en exakt inmätt punkt. Skopans brett placeras mot marken och det kontrolleras att skopans mätpunkt är på rätt ställe i förhållande till den punkt man vill mäta. Maskinerna kontrolleras en gång i veckan mot en fix-punkt för att säkerställa att precisionskraven uppnås, om kraven inte uppnås kalibreras skopan eller maskinen före arbetet fortsätter. Maskinförarna behöver få instruktioner och utbildning i hur as-built-inmätningarna skall göras. Projektspecifika krav kan förekomma och dessa behöver också meddelas åt de som skall göra inmätningarna. (Buildingsmart Finland, 2021).

## 5 Rakennustieto

Det som idag heter Rakennustieto hette tidigare Suomen Arkkitehtiliitto Jälleenrakennustoimiston, det grundades år 1942 av Alvar Aalto och Viljo Revell. De framställde så kallade RT-kort som innehöll standarder och riktlinjer för byggandet i Finland. Rakennustieto erbjuder fortfarande RT-kort men också produktionsinformation, miljötjänster och allmänna kvalitetskrav (RYL) för att säkerställa kvalitetsbyggande i Finland. Rakentamisen yleiset laatuvaatimukset förkortas RYL och betyder allmänna kvalitetskrav för byggande. Det finns flera RYL-tjänster och de är InfraRYL, MaaRYL, TaloteknikRYL, KorjausRYL och KiinteistöRYL. MaalausRYL, SisäRYL och RunkoRYL är under uppdatering. (Rakennustieto, u.d.).

### 5.1 InfraRYL

InfraRYL innehåller benämningssystem och allmänna kvalitetskrav för infrabyggande i Finland. Kommittén godkänner förändringar och nytt innehåll i InfraRYL och det uppdateras två gånger om året. Benämningssystemet är uppbyggt på samma sätt som infraBIM-nimikkeistö och innehåller fyra stycken huvudrubriker som är: 10000 Mark-, grund- och bergkonstruktioner, 20000 Överbyggnad och ytkonstruktioner, 30000 System och 40000 Byggnadstekniska byggnadsdelar. Exempel hur InfraRYL 31100.1.1.4 plaströr tolkas:

- 30000 System
- 31000 Vattenförsörjningssystem
- 31100 Avloppsledning
- 31100.1 Avloppslednings material
- 31100.1.1 Avloppslednings rör
- 31100.1.1.4 Plaströr

Där står det följande under rubriken krav översatt från *finska* ” I självfallsledningar används polyvinylkloridrör (PVC-U-rör), polyetenrör (PE-rör) och polypropenrör (PP-rör) samt deras rördelar och anslutningar enligt nedanstående standarder. I tryckavloppsledningar används polyvinylkloridrör (PVC-U-rör) och polyetenrör (PE-rör) samt deras rördelar och anslutningar enligt nedanstående standarder.” (Se figur 11). Efter det följer en lista med SFS-EN standarder. (Rakennustieto, 2024).

#### 31100.1.1.4 Muoviputket

##### Vaatimus

Viettoviemäreissä käytetään alla olevien standardien mukaisia polyvinyylikloridiputkia (PVC-U-putkia), polyteeniputkia (PE-putkia) ja polypropeeniputkia (PP-putkia) sekä näiden putkiyhteitä ja liitososia.

Paineviemäreissä käytetään alla olevien standardien mukaisia polyvinyylikloridiputkia (PVC-U-putkia) ja polyteeniputkia (PE-putkia) sekä näiden putkiyhteitä ja liitososia.

Figur 11. Exempel ur InfraRYL. (Rakennustieto, 2024).

## 6 Kodlista skapad av AI

AI instruerades att skapa en kodlista för att namnge punkter som mäts in med maskinstyrning. Följande krav gavs:

- Lämplig för inmätning med maskinstyrning
- Lämplig för infrabyggande
- Följer standarder i Finland
- Max 30 koder
- Mest användbara koderna

Svaret från Copilot blev följande: ”Här är en kodlista som uppfyller dina krav för inmätning med maskinstyrning och infrabyggande enligt standarder i Finland. Listan innehåller de mest användbara koderna och är begränsad till 30 koder:

1. **100** - Referenspunkt
2. **101** - Fixpunkt

3. **102** - Stomnätspunkt
4. **103** - Gränspunkt
5. **104** - Byggnadshörn
6. **105** - Väghörn
7. **106** - Mittlinje väg
8. **107** - Kantlinje väg
9. **108** - Dikesbotten
10. **109** - Dikeskant
11. **110** - Brunnslock
12. **111** - Brunnsbotten
13. **112** - Ledningspunkt
14. **113** - Stolpe
15. **114** - Trumma
16. **115** - Brokant
17. **116** - Brofundament
18. **117** - Släntfot
19. **118** - Släntkrön
20. **119** - Träd
21. **120** - Buske
22. **121** - Staket
23. **122** - Mur
24. **123** - Kantsten
25. **124** - Trottoarkant
26. **125** - Vägmärke
27. **126** - Belysningsstolpe
28. **127** - Trafiksignal
29. **128** - Vattenyta
30. **129** - Höjdkurva

Denna lista är anpassad för att vara användbar vid inmätning och maskinstyrning inom infrabyggande och följer de standarder som gäller i Finland. Behöver du mer detaljerad information om någon av koderna eller ytterligare hjälp med något annat?" (Microsoft, 2024)

## 7 Undersökning

Undersökningen kommer att göras i form av ett frågeformulär. På grund av ett snävt tidsschema och med tanke på arbetets omfattning skulle intervjuer bli för omfattande och ta för lång tid att genomföra, även om det troligen skulle ge bättre resultat. Intervjuer kräver också mera tid för behandling. Frågeformulären ger direkta svar med en del öppna frågor vilket underlättar och påskyndar framställningen av resultaten. Frågeformulären görs i Microsoft Forms och sänds via e-post tillsammans med ett följebrev. Följebrevet presenterar kort vem jag är, vad jag skriver mitt examensarbete om och vad frågeformuläret handlar om (Se bilaga 1). Frågeformulären görs i två olika exemplar, ett för företag som säljer maskinstyrning och ett för företag som säljer mättjänster. Frågorna görs för att få en uppfattning om vad som redan finns och används och ifall det finns skillnader mellan olika företag och användare.

## 8 Resultat av frågeformulär

Det här kapitlet redogör resultatet från frågeformulären. Frågeformulären för företag som säljer maskinstyrning hade sex frågor (Se bilaga 2) och formulären för företag som säljer mättjänster hade nio frågor (Se bilaga 3). Frågeformulären skickades ut till fyra företag som säljer maskinstyrning och till tre företag som säljer mättjänster. Frågeformulären var tillgängliga 13.10-27.10.2024, totalt 14 dagar. Av företag som säljer maskinstyrning svarade två på frågeformuläret, det blir en svarsandel på 50%. Endast ett företag som säljer mätningstjänster svarade på frågeformuläret, det ger en svarsandel på 33%. Svaren presenteras skilt för företag som säljer mätningstjänster och skilt för företag som säljer maskinstyrning. Företagsnamn x, y och z används för att förtydliga vilka svar som hör till samma företag. Första frågan på båda frågeformulären var vad företaget heter och det har jag valt att inte ha med i presentationen av svaren eftersom detta skall vara anonymt. Resterande frågor handlade om hur de namnger punkter och vilka system som används.

## 8.1 Företag som säljer mätningstjänster

Fråga 2: Vad använder ni för program när ni arbetar med 3D-modeller?

**Företag x:** 3D-win för maskinstyrningsmodeller. Infrakit är relativt vanligt inom infrabranschen för projekthantering, speciellt för större projekt.

Fråga 3: Hur namnger ni punkter?

**Företag x:** Med koder och namn.

Fråga 4: Är det egna namnlistor/kodlistor eller från något program? Vilket isåfall?

**Företag x:** Den mest standardiserade kodlistan som används i Finland är "Infra Rakentajakoodaus" som uppdateras med jämna mellanrum, där finns punkt- linje- och ytkoder. Egna kodlistor förekommer också.

Fråga 5: Finns det någon standardiserad lista för hur man namnger punkter i Finland?

**Företag x:** Som tidigare nämns, "Infra rakentajakoodaus". Ofta är det koderna som är det mest väsentliga. Internt brukar vi kunna använda kartläggningsdatum+löpande nummer som punktnamn, koden anger "kartläggningsobjekt". BuildingSMART Finland har bra anvisningar och direktiv.

Fråga 6: Namnger man punkter på olika sätt beroende på projekt? Ge exempel om det är så.

**Företag x:** För att vara så konsekvent som möjligt och för att underlätta för de som behandlar mätdatan är det bra att använda en och samma kodlista.

Fråga 7: Vilket format skall en inmätt punkt helst vara i?

**Företag x:** Det beror på vad man har för system, men csv och gt är vanligt förekommande format. Efter att mätdatan behandlats kan det vara att materialet ska levereras i annat format som LandXML, dwg eller pdf, beroende på beställarens önskemål/krav.

Fråga 8: Namnger alla på arbetsplatsen och arbetspartners punkter på samma sätt?

**Företag x:** Ja.

Fråga 9: Skulle det underlätta om alla namngavs punkter på samma sätt? Motivera.

Inget svar eftersom att fråga nio var en tilläggsfråga ifall man svarade nej på fråga åtta.

### 8.1.1 Sammanfattning av svar

Företag som säljer mätningstjänster syftar på företag som utför olika typer av byggnadsmätningar och arbetar med 3D-modeller. Från svaren på frågeformuläret går det att konstatera att de använder sig i huvudsak av koder från "Infra rakentajakoodaus" när de namnger punkter. Alla på företaget namnger punkter på samma sätt och för att underlätta för de som skall behandla mätdatan använder de oftast samma kodlista också. 3D-win används för att arbeta med 3D-modeller för maskinstyrning och vilket format som används beror på vad modellen skall användas till.

## 8.2 Företag som säljer maskinstyrning

Fråga 2: Hur namnger man punkter i ert program?

**Företag y:** Punkten namnges med kod = nummer, namn eller båda.

**Företag z:** Punkterna numreras automatiskt från 1 och framåt. Punkterna kan dessutom ha en kod som består av en kod och en beskrivning, samt en fri kommentar.

Fråga 3: Har ert program någon färdig namnlista för punkter? Ge exempel på hur den ser ut i så fall.

**Företag y:** Vårt program har en nummerlista och systemet kommer ihåg redan skrivna punkter.

**Företag z:** I vårt program finns det ingen färdig kodlista. Föraren kan skapa egna koder eller så kan en egen kodlista läggas till för projektet.

Fråga 4: Går det att få en egengjord namnlista in i ert program?

**Företag y:** Ja.

**Företag z:** Ja det går. Exempel på en egen kodlista: 100, Spridda punkter på markytan 120, Vägens kant 121, Vägens mittlinje 122, Beläggningskant 123, Vägrenens ytterkant 127 Annan väglinje 140, Dikeskant 141, Dikesbotten 150, Släntens nederkant 151, Släntens överkant 155, Schaktets nederkant 156, Schaktets överkant 158, Övergångskil 159, Annan byggnadslinje 190, Spridda punkter på berg 196, Bergschaktets nederkant 197, Bergschaktets överkant 200, Byggnad

Fråga 5: I Vilka format kan man mäta in punkter?

**Företag y:** CSV och JSON format

**Företag z:** CSV

Fråga 6: Finns det någon standardiserad lista för hur man namnger punkter i Finland?

**Företag y:** Vi kan inte svara på detta.

**Företag z:** I Finland finns det ingen standardiserad kodlista. Det finns dock ett benämningssystem enligt allmänna instruktioner för infrabyggande. Infra rakentajakoodaus som baseras på infraBIM-benämningssystem.

### 8.2.1 Sammanfattning av svar

Företag som säljer maskinstyrning syftar på företag som säljer och levererar maskinstyrningssystem som en helhet. Från svaren i formuläret ser man att det går att namnge punkter med både namn och koder, i det ena programmet går det också att lägga till en kommentar eller beskrivning till punkten. Det finns möjlighet att lägga till egna kodlistor i båda systemen, men det ena har också en egen färdig kodlista. Formaten som det går att mäta i är i stort sett samma för båda systemen och det är i CSV format, det ena systemet kan också mäta i JSON. Infra rakentajakoodaus kommer också fram här som det mest standardiserade benämningssystemet i Finland.

### 8.3 Sammanfattning av resultat

Här är en sammanfattning av de två frågeformulären som skickades ut och besvarades av tre olika företag. Infra rakentajakoodaus som det redogjordes för tidigare i arbetet kommer fram flera gånger och verkar användas av flera företag. Egna koder och sätt att namnge punkter förekommer också för både företag som säljer mätningstjänster och företag som säljer maskinstyrning. CSV nämner alla som ett vanligt format för inmätta punkter. Ett företag gav exempel på en kodlista med korta koder och namn, till exempel 141, Dikesbotten.

## 9 Resultat

Resultatet av detta examensarbete blev en kodlista och instruktioner för hur man mäter in punkter med maskinstyrning. Kodlistan består av 28 olika koder som har bedömts att vara de mest användbara för företaget. Instruktionerna beskriver hur man mäter in olika typer av schakt och fyllningar. Det beskriver också var på en rörlinje som inmätningpunkter skall tas och hur punkterna skall namnges i maskinstyrningen. Infra rakentajakoodaus användes som grund för kodlistan eftersom det framkom i arbetet att flera använder det och det är det mest standardiserade benämningssystemet i Finland. Koderna förkortades lite och några egna koder blev tillagda i listan för att göra den mera ändamålsenlig. (Se bilaga 4–5)

## 10 Diskussion

Examensarbetets syfte var att reda ut om det redan finns kodlistor eller andra benämningssystem som används för att namnge punkter inom infrabranschen. Efter det skulle en egen kodlista samt instruktioner framställas. Jag ville också redogöra för vad maskinstyrning är och hur det fungerar. Positionering, höjdsystem och koordinatsystem är viktiga referenser för att maskinstyrningen skall fungera och vara så exakt som möjligt, därför ville jag också ta upp och redogöra för hur allt detta hänger ihop.

Under en diskussion med företagets representant (Diskussionsmöte den 12.11.2024) konstaterade vi att företaget behöver en relativt kort och enkel kodlista. En kort lista med de viktigaste punktnamnen som är mest aktuella för företaget önskas. Användningsgraden blir troligen högre med en kort kodlista än en lång lista med skilda punktnamn för alla olika punkter och brytlinjer. Som grund för kodlistan används Infra rakentajakoodaus och deras benämningssystem. De viktigaste punktnamnen plockas ut och koderna förkortas enligt möjlighet för att göra listan enklare och tydligare. Antalet punktnamn hålls mellan 20 och 30 koder.

Examensarbetets resultat blev en egengjord kodlista med Infra rakentajakoodaus som grund och instruktioner för hur inmätningar görs. Kodlistan blev i linje med företagets behov som diskuterades med företagets representant. Arbetet svarar på frågorna om vilka benämningssystem som redan finns och används. Det är i huvudsak Infra rakentajakoodaus som används eller ligger som grund för andra kodlistor och benämningssystem.

Jag började skriva kapitel 1 och kompletterade det under arbetets gång. Därefter fortsatte jag arbetet med att formulera frågeställningen och problematiken. Efter det skrev jag kapitel 2–3 som redogör för maskinstyrning och mätreferenser. Därefter sökte jag information om vad det finns för benämningssystem inom infra- och byggnadsbranschen och skrev kapitel 4–5 som går igenom Buildingsmart och Rakennustieto. Jag bad också AI att göra en kodlista och det skrev jag om i kapitel 6. Sedan formulerade jag frågorna till frågeformulären som jag skickade ut till företag som säljer maskinstyrning och till företag som säljer mätningstjänster. När svarstiden för frågeformulären hade gått ut skrev jag kapitel 7–8 som sammanfattar svaren från frågeformulären. Slutligen skrev jag kapitel 9–10, kategoriserade källförteckningen och bilagor samt finslipade texten. Under tiden jag

har skrivit har jag haft regelbundna möten med handledaren från Novia och uppdragsgivaren.

Kapitel 3 som redogör för mätreferenser blev mera omfattande än vad jag hade tänkt mig från början. Anledningen till att kapitlet blev så omfattande var för att jag tycker det är viktigt att klargöra hur det fungerar. Förståelsen för arbetet blir bättre om man förstår vikten av korrekta mätreferenser och sambandet mellan mätreferenser och maskinstyrning. Resultatet av kodlistan i kapitel 6 som skapades av AI blev inte helt ändamålsenlig för företagets behov. Plockar man in flera krav så blir också resultatet bättre.

Undersökningen bestod av två olika frågeformulär, varav ett skickades till företag som säljer mätningstjänster och det andra till företag som säljer maskinstyrning. Anledningen till att jag valde att göra två olika frågeformulär var för att ha möjlighet att göra mera lämpliga och specifika frågor för företagen. Eftersom de säljer olika tjänster använder de benämningssystem och koder på olika sätt. Frågeformulären skickades ut till totalt sju företag och tre företag svarade på formulären. Det har senare framkommit att e-posten med foljebrevet och frågeformuläret hamnade i skräpposten för en del. Skulle all e-post kommit fram hade svarsandelen troligen varit högre.

Frågeformulären borde ha skickats ut till flera företag, men tillika är det ett begränsat antal företag som säljer maskinstyrning eller mätningstjänster. Flera svar skulle ha gjort arbetet mera tillförlitligt när det är frågan om vad som redan finns och används i Finland. Intervjuer med maskinförare som använder maskinstyrning skulle också vara intressant att göra för att se vad de har för åsikter och önskemål angående en kodlista.

Arbetet i sin helhet kan anses vara lyckad. Det är i linje med företagets behov samt svarar på frågorna om vad som redan finns och används i Finland. Vidareutveckling av arbetet kunde vara att redogöra vad det finns för krav på precisionen vid inmätning av olika konstruktioner. Företagets behov och möjlighet för att själv börja göra 3D modeller är också ett ämne som kunde undersökas.

## 10 Litteraturförteckning

- Andersson, C., & Johansson, F. (2008). *Utvärdering av maskinstyrning för rör arbete*. Anläggningsteknik. Institutionen för teknik och naturvetenskap. Norrköping: Linköpings universitet. Hämtat 28.10.2024 från <https://liu.diva-portal.org/smash/get/diva2:635990/FULLTEXT01.pdf>
- Aptella*. (u.d.) 2D vs 3D Machine control. Hämtat 17.11.2024. <https://www.aptella.com/position-partners/2d-vs-3d-machine-control/>
- aspexit*. (2020) Coordinate reference systems. Hämtat 10.10.24. <https://www.aspexit.com/coordinate-reference-systems/>
- Buildingsmart Finland*. (2022) InfraBIM -nimitteistö. Hämtat 10.11.2024. [https://wiki.buildingsmart.fi/fi/04\\_Julkaisut\\_ja\\_Standardit/infrabim\\_nimikkeisto](https://wiki.buildingsmart.fi/fi/04_Julkaisut_ja_Standardit/infrabim_nimikkeisto)
- Buildingsmart Finland*. (u.d.) Buildingsmart Finland. Hämtat 10.11.2024. <https://buildingsmart.fi/>
- Buildingsmart Finland*. (2021) Yleiset inframallivaatimukset. Hämtat 01.12.2024. <https://drive.buildingsmart.fi/s/AAELrj83NbrHae2>
- Buildingsmart International*. (u.d.) About. Hämtat 06.11.2024. <https://www.buildingsmart.org/about/>
- Buildingsmart International*. (u.d.) Community. Hämtat 06.11.2024. <https://www.buildingsmart.org/community/>
- Hendley, N. (2017). The evolution of machine control. I: *On-site*. Hämtat 17.11.2024 från <https://www.on-sitemag.com/features/evolution-machine-control/>.
- Lantmäteriet*. (u.d.) Geoiden. Hämtat 12.10.2024.: <https://www.lantmateriet.se/sv/geodata/gps-geodesi-och-swepos/Referenssystem/Geoiden/>
- Lantmäteriet*. (u.d.) GPS och satellitpositionering. Hämtat 22.10.2024. <https://www.lantmateriet.se/sv/geodata/gps-geodesi-och-swepos/GPS-och-satellitpositionering/#anchor-0>
- Lantmäteriet*. (u.d.) Relativ bärvågsmätning, RTK. Hämtat 22.10.2024. <https://www.lantmateriet.se/sv/geodata/gps-geodesi-och-swepos/GPS-och-satellitpositionering/Metoder-for-GNSS-matning/relativ-barvagsmatning-rtk/>
- Lantmäteriverket*. (u.d.) Koordinatsystemet ETRS89 tas i bruk. Hämtat 10.10.2024. [https://www.maanmittauslaitos.fi/sites/maanmittauslaitos.fi/files/old/ETRS\\_2010\\_RU.pdf](https://www.maanmittauslaitos.fi/sites/maanmittauslaitos.fi/files/old/ETRS_2010_RU.pdf)
- Lantmäteriverket*. (u.d.) Referenskoordinatsystem. Hämtat 10.10.2024. <https://www.maanmittauslaitos.fi/sv/kartor-och-geodata/koordinater-och-positionering/referenskoordinatsystem>

- Lantmäteriverket.* (2024) Lantmäteriverket offentliggjorde en ny geoidmodell som höjer precisionen för satellitnavigationen med 30 procent. Hämtat 14.10.2024. <https://www.maanmittauslaitos.fi/sv/aktuellt/lantmateriverket-offentliggjorde-en-ny-geoidmodell-som-hojer-precisionen>
- Leica Geosystems.* (09.11.2022) How does machine control work. [Videoklipp]. Hämtat 23.10.2024 från <https://www.youtube.com/watch?v=EI7hzNYuYyg>
- Maskinsystem.* (u.d.) Maskinstyrning. Hämtat 23.10.2024. <https://maskinsystem.com/maskinstyrning/>
- Meteorologiska Institutet.* (u.d.) Havsvattenståndets höjdsystem i Finland. Hämtat 17.10.2024. <https://sv.ilmatieteenlaitos.fi/teoretiska-medelvattnet>
- Microsoft.* (2024) Microsoft Copilot. (GPT-4). Hämtat 03.12.2024. <https://www.microsoft365.com/chat/?auth=2&home=1>
- Rakennustieto.* (u.d.) Yritys. Hämtat 13.11.1024. <https://www.rakennustieto.fi/yritys>
- Rakennustieto.* (u.d.) Rakennustieto. Hämtat 13.11.2024. [https://www.rakennustieto.fi/?\\_gl=1\\*1f69opj\\*\\_gcl\\_au\\*MTY0ODIwMDc5OC4xNzMxMzUzMjI2\\*\\_ga\\*MTUxNDI0ODI3My4xNzMxMzUyNjY3\\*\\_ga\\_T6YRBRJM0R\\*MTczMTUyMjk4NC4zLjEuMTczMTUyMzQxMS4yOS4wLjA](https://www.rakennustieto.fi/?_gl=1*1f69opj*_gcl_au*MTY0ODIwMDc5OC4xNzMxMzUzMjI2*_ga*MTUxNDI0ODI3My4xNzMxMzUyNjY3*_ga_T6YRBRJM0R*MTczMTUyMjk4NC4zLjEuMTczMTUyMzQxMS4yOS4wLjA)
- Rakennustieto.* (2024) InfraRYL. Hämtat 17.11.2024. [https://ryl.rakennustieto.fi/ryl/InfraRYL/2024\\_1/](https://ryl.rakennustieto.fi/ryl/InfraRYL/2024_1/)
- SpaceFinland.* (u.d.) Satellitnavigeringssystem. Hämtat 22.10.2024. <https://spacefinland.fi/sv/satellitnavigeringssystem>
- Topcon.* (u.d.) Machine control - The basics. Hämtat 17.11.2024. <https://www.topconpositioning.com/gb/en/articles/machine-control--the-basics>
- Unicontrol.* (u.d.) A simple machine control system. Hämtat 17.11.2024. <https://www.unicontrol.com/?r=0>
- Unicontrol.* (2023) Understanding machine control: Your ultimate guide. Hämtat 17.11.2024. <https://www.unicontrol.com/post/understanding-machine-control-your-ultimate-guide>

## Bilaga 1    Följebrev

Hej!

Jag heter Nicolas Haga och jobbar vid Sjöbloms som grävmaskinsförare. Vid sidan av arbetet studerar jag till byggmästare med inriktning på infrabyggande vid yrkeshögskolan Novia i Vasa. Jag är nu på slutrakan av mina studier och har börjat på med mitt examensarbete. Mitt examensarbete går ut på att göra en namnlista som är uppbyggd av koder som man använder när man skall mäta in punkter med maskinstyrning.

För att få en bättre bild av vad som redan finns och används skulle jag uppskatta om ni kunde ta er tid och svara på enkäten.

Inga personuppgifter samlas in och svaren behandlas konfidentiellt.

Enkäten är öppen till 27.10.2024 kl. 17:00

Länk till enkäten:

Med vänliga hälsningar

Nicolas Haga

## Bilaga 2      Frågeformulär för företag som säljer maskinstyrning

### Företag som säljer maskinstyrning

Med inriktning på infrabyggande

1. Företagets namn (frivilligt)

2. Hur namnger man punkter i ert program?

3. Har ert program någon färdig namnlista för punkter? Ge exempel på hur den ser ut i så fall.

4. Går det att få en egen gjord namnlista in i ert program?

5. I vilka format kan man mäta in punkter?

6. Finns det någon standardiserad lista för hur man namnger punkter i Finland?

---

Det här innehållet har inte skapats och stöds inte av Microsoft. Data du skickar kommer att skickas till formulärets ägare.

## Bilaga 3      Frågeformulär för företag som säljer mätningstjänster

### Företag som säljer mätningstjänster

Med inriktning på infrabyggande

1. Företagets namn (frivilligt)

2. Vad använder ni för program när ni arbetar med 3D-modeller?

3. Hur namnger ni punkter?

Med koder                     

Med namn                     

Med koder och namn       

Annat                           

4. Är det egna namnlistor/kodlistor eller från något program? Vilket isåfall?

5. Finns det någon standardiserad lista för hur man namnger punkter i Finland?

6. Namnger man punkter på olika sätt beroende på projekt? Ge exempel om det är så.

7. Vilket format skall en inmätt punkt helst vara i?

8. Namnger alla på arbetsplatsen och arbetspartners punkter på samma sätt?

Ja

Nej

9. Skulle det underlätta om alla namngav punkter på samma sätt? Motivera.

## Bilaga 4 Kodlista

Kod	Nimi	Namn
1311	Anturapohja	Plintbotten
1431	Salaojaputki	Dräneringsrör
1432	salaojakaivo	Dräneringsbrunn
1620	Maakaivanto	Jordschakt
1621	Putki- ja kaapelikaivannot	Rör- och kabelschakt
1830	Kaivannon täyttö	Schaktfyllning
1831	Asennusalusta	Monteringsbotten
1832	Ympäristäyttö	Runtfyllning
1833	Lopputäyttö	Slutligfyllning
2111	Suodatinkerros	Dränerandelager
2121	Jakava kerros	Fördelandelager
2130	Kantava kerros	Bärandelager
2140	Päällysteet ja pintarakenteet	Beläggningar och ytor
3111	Jätevesiputki	Avloppsrör
3112	Jätevesikaivo	Avloppsbrunn
3121	Hulevesiputki	Dagvattenrör
3122	Hulevesikaivo	Dagvattenbrunn
3131	Vesiputki	Vattenledning
3311	Maakaapeli	Jordkablar
3321	Kaapeliputki	Kabelrör
3410	Kaukolämpöputki	Fjärrvärmerör
3420	Kaukojäähdytysputki	Fjärrkylrör
3440	Kaasuputki	Gasledning
9910	Muu täyttö	Annanfyllning
9920	Maanpinta	Markyta
9930	Kiintopiste	Fixpunkt
9940	Näytekaivo	Provgrop
9999	Muu	Annat

## Bilaga 5 Instruktioner för inmätning av punkter

### Ohjeet pisteiden mittaukseen

#### Instruktioner för inmätning av punkter

Mittaukset koneohjauksella tehdään näiden ohjeiden mukaisesti, ellei toisin mainita. Mittauksia voidaan tarvittaessa tehdä useammin

Inmätningar med maskinstyrning görs enligt dessa instruktioner om inte annat meddelas. Inmätningarna får göras tätare vid behov.

Koordinaattitiedosto nimetään koodi tai koodi+ nimellä.

Kordinatfilen namnges med koden eller koden + namn

Pistenimi nimetään esimerkiksi putken halkasisijan, materiaalin, päivämäärän tai muun tarpeellisen tiedon mukaan.

Punktnamn namnges med t.ex. rör dimension, material, datum eller annan nödvändig information.

Mittaus tehdään / Inmätning görs vid:

- Merkittävät tasoerot ja katkoviivat / Betydande nivåskillnader och brytlinjer
- Erilaisia täytteitä / Olika fyllningar
- Putkien liitokset ja mutkat / Rörskarv och krökar
- Enintään 10 metriä pisteiden välillä / Inte mer än 10 m mellan punkterna

## 11 Kaivanto/schakt

1620	Maakaivanto	Jordschakt
------	-------------	------------

1621	Putki- ja kaapelikaivannot	Rör- och kabelschakt
------	----------------------------	----------------------

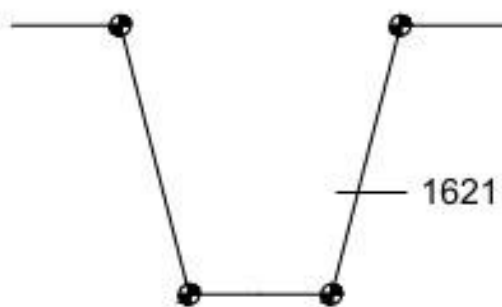
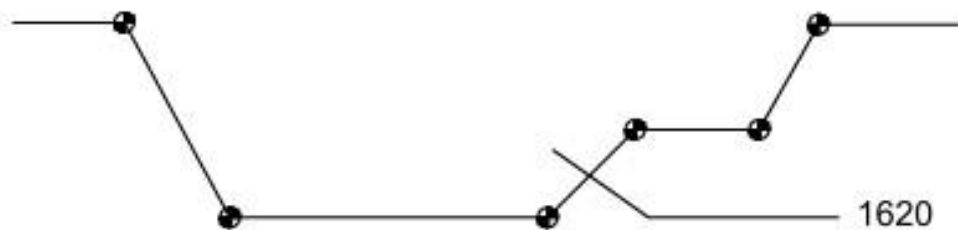
Nimiesimerkki / Namn exempel:

Koordinaattiedosto / Koordinatfil: 1620

Pistenimi / Punktnamn: Massanvaihto / Massabyte

Mittauksen minimi pyöreiden symbolien kohdalla alla olevissa esimerkeissä

Inmätning minimi vid de runda symbolerna i exempen här under



## 12 Täyte/fyllning

<b>1311</b>	Anturapohja	Plintbotten
<b>1830</b>	Kaivannon täyttö	Schaktfyllning
<b>1831</b>	Asennusalusta	Monteringsbotten
<b>1832</b>	Ympäristäyttö	Runtfyllning
<b>1833</b>	Lopputäyttö	Slutligfyllning
<b>2111</b>	Suodatinkerros	Dränerandelager
<b>2121</b>	Jakava kerros	Fördelandelager
<b>2130</b>	Kantava kerros	Bärandelager
<b>2140</b>	Päällysteet ja pintarakenteet	Beläggningar och ytor
<b>9910</b>	Muu täyttö	Annanfyllning

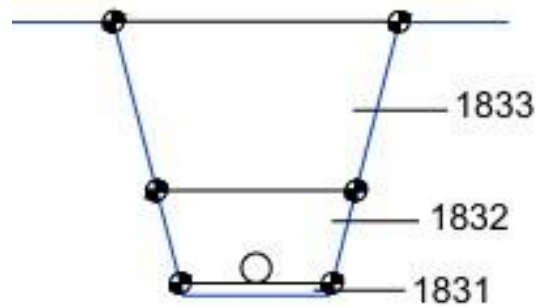
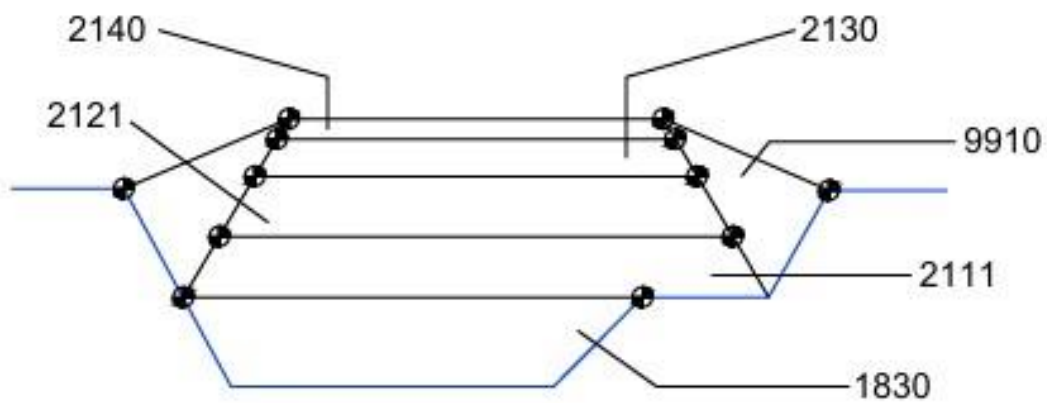
Nimiesimerkki / Namn exempel:

Koordinaattitiedosto / Koordinatfil: 2130

Pistenimi / Punktnamn: 0/65

Mittauksen minimi pyöreiden symbolien kohdalla alla olevissa esimerkeissä ja enintään 10 m pisteiden välillä. Tierakennusta varten otetaan pisteet molemmilta puolilta ja keskeltä.

Inmätning minimi vid de runda symbolerna i exempen här under och max 10 m mellan punkterna. För en vägkonstruktion tas punkter i båda sidorna och på mitten.



### 13 Järjestelmä/System

1431	Salaojaputki	Dräneringsrör
1432	Salaojakaivo	Dräneringsbrunn
3111	Jätevesiviputki	Avloppsror
3112	Jätevesikaivo	Avloppsbrunn
3121	Hulevesiputki	Dagvattenror
3122	Hulevesikaivo	Dagvattenbrunn
3131	Vesiputki	Vattenledning
3311	Maakaapeli	Jordkablur
3321	Kaapeliputki	Kabelror

<b>3410</b>	Kaukolämpöputki	Fjärrvärmerör
<b>3420</b>	Kaukojäähdytysputki	Fjärrkylrör
<b>3440</b>	Kaasuputki	Gasledning

Nimiesimerkki / Namn exempel:

Koordinaattitiedosto / Koordinatfil: 1431

Pistenimi / Punktnamn: 110

Mittaus putkille, kaapeleille ja johdoille tehdään jokaisesta liitoksesta ja mutkasta enintään 10 m välein pisteiden välillä.

Inmätning för rör, kablar och ledningar görs vid varje skarv, krök och max 10m mellan punkterna.

## 14 Muut/övrigt

<b>9920</b>	Maapinta	Markyta
<b>9930</b>	Kiintopiste	Fixpunkt
<b>9940</b>	Näytekaivo	Provgrop
<b>9999</b>	Muu	Annat

Nimiesimerkki / Namn exempel:

Koordinaattitiedosto / Kordinatfil: 9930 Kiintopiste / fixpunkt

Pistenimi / Punktnamn: 23.11.2024

Maapinnan mittaus tehdään enintään 10 m välein, kun alueella ei ole suuria tasoeroja. Jos tasoerot ovat merkittäviä, mittaukset tehdään sekä ala- että yläreunasta.

Inmätning av markyta görs med max 10m mellanrum om det inte är stora nivåskillnader på området. Finns det betydande nivåskillnader så görs inmätningar både i nedre- och övrekanten.