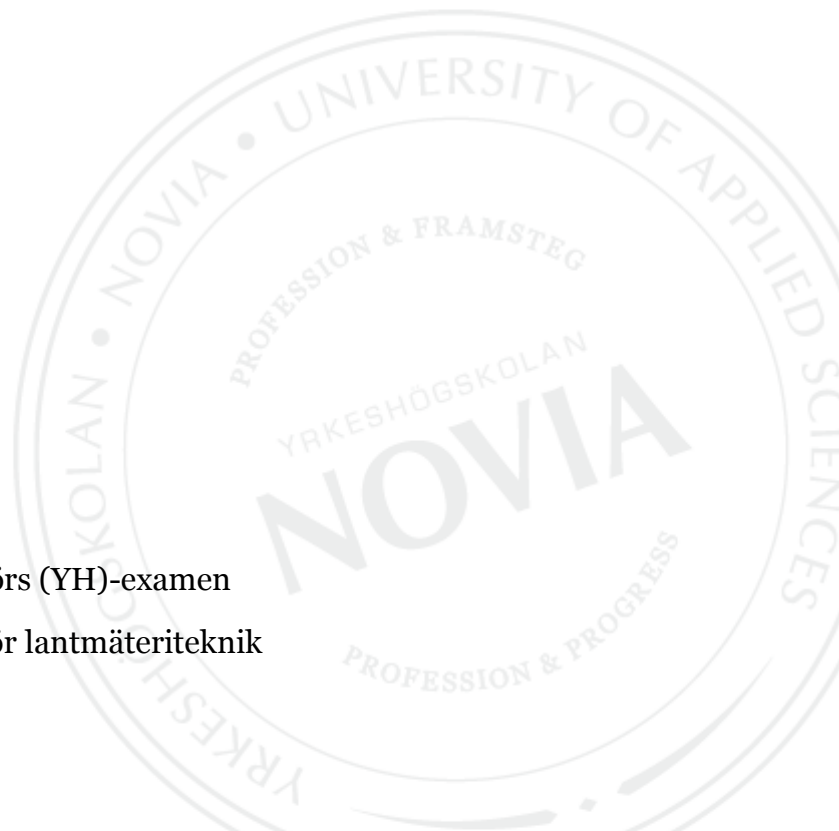


Nyttjande av mobil laserskanning

Niklas Nisula

Examensarbete för ingenjör (YH)-examen
Utbildningsprogrammet för lantmäteriteknik
Vasa 2011



EXAMENSARBETE

Författare Niklas Nisula
Utbildningsprogram och ort Lantmäteriteknik, Vasa
Handledare: Sem Timmerbacka

Titel: *Nyttjande av mobil laserskanning*

Datum 29.11.2011

Sidantal 43

Bilagor 3

Abstrakt

Mobile mapping eller mobil laserskanning är en modern mätmetod där laserskannrar är fästa på ett rörligt objekt som till exempel en bil och man kartlägger stora områden på en kort stund. Med denna mätmetod fås miljoner av mätta punkter i ett 3D- punktmoln med kända koordinater (x, y, z).

Examensarbetet behandlar mätmetoden mobil laserskanning och användningen av den data som fås via metoden. En sådan skanning har utförts i Karleby och jag fick som uppdrag av Karleby stad att undersöka hur man kunde utnyttja datat.

Information om metoden har samlats in på seminarier och kurser. För att utreda användningen av skannad data utfördes en enkätundersökning. För allmän information om tekniken kring laserskanning användes Internet och litteratur på området.

Språk: svenska

Nyckelord: gis, mobil laserskanning, 3D

Tillgängligt: Theseus.fi

OPINNÄYTETYÖ

Tekijä Niklas Nisula
Koulutusohjelma ja paikkakunta Maanmittaustekniikka, Vaasa
Ohjaajat Sem Timmerbacka

Nimike: *Mobiililaserkeilauksen hyödyntäminen*

Päivämäärä 29.11.2011

Sivumäärä 43

Liitteet 3

Tiivistelmä

Mobile mapping tai mobiililaserkeilaus on moderni mittausmenetelmä, jossa laserkeilaimet on kiinnitetty liikkuvaan esineeseen, esimerkiksi autoon. Menetelmällä kartoitetaan suuria alueita lyhyessä ajassa. Tällä mittausmenetelmällä saadaan miljoonia mitattuja pisteitä 3D-pistepilveen, tunnetuilla koordinaateilla (x, y, z).

Opinnäytetyö käsittelee mobiililaserkeilausta mittausmenetelmänä ja menetelmällä saadun datan hyödyntäminen. Tämän tyyppinen keilaus on toteutettu Kokkolassa ja sain tehtäväksi tutkia miten tietoja pystyttäisiin käyttämään hyväksi.

Olen kerännyt tietoa menetelmästä seminaareista ja kursseilta sekä tehnyt kyselyn tutkiakseni keilatun datan käyttöä. Saadakseni yleistä tietoa laserkeilauksen tekniikkaan liittyen olen käyttänyt Internetiä ja muuta alan kirjallisuutta.

Kieli: Ruotsi

Avainsanat: gis, mobiililaserkeilaus, 3D

Saatavilla: Theseus.fi

BACHELOR'S THESIS

Author Niklas Nisula
Degree programme and location Land surveying technology, Vaasa
Supervisor Sem Timmerbacka

Title: *Use of mobile mapping*

Date 29.11.2011 Number of pages 43 Appendices 3

Abstract

Mobile mapping is a modern surveying method where laser scanners are applied on a moving obstacle, e.g. a car. With this method you are able to survey wide areas in a short period of time and you can capture millions of points in a point cloud with known coordinates (x, y, z).

This thesis describes mobile mapping as a surveying method and it also describes how the laser data you get as a product from the method can be used.

I have done research during seminars and courses. I have also made a survey regarding to the use of scanned data. I have searched the Internet to gain information about the scanning technique and also other literature on the subject.

Language: Swedish Key words: gis, mobile mapping, 3D

Available: Theseus.fi

Innehållsförteckning

1	Introduktion	1
1.1	Bakgrund	1
1.2	Syfte	2
1.3	Avgränsning.....	2
1.4	Metod	2
1.5	Kurser och seminarier.....	3
1.5.1	Laserskanningsdag i Brahestad	3
1.5.2	Mobil laserskanningsdag i Helsingfors	3
1.5.3	Terrasolid skolning.....	3
1.5.4	Microstation grundkurs	3
2	Tidigare forskning.....	4
2.1	Katri Ilvonens examensarbete	4
2.2	Juho Lampinens examensarbete	4
2.3	Niina Pesonens examensarbete	5
2.4	Marja Leskinens examensarbete.....	5
3	Laserskanning	6
3.1	Funktionsprincip	6
3.2	Mätmetoder	8
3.2.1	Terrestriell skanning.....	8
3.2.2	Flygburen laserskanning	9
3.2.3	Mobil laserskanning	11
4	Programvara	13
4.1	Allmänt	13
4.2	Terrasolid	13
4.2.1	Microstation.....	13
4.2.2	Program ämnade för bearbetning av laserpunkter och flygbilder.....	14
4.2.3	Program ämnade för samhälls- och miljöplanering.....	14
4.2.4	Punktklasser inom laserskanning.....	14
5	Mobil laserskanning i Karleby.....	15
5.1	Karleby stad.....	15
5.1.1	Infrastruktur.....	16
5.1.2	Organisation	16
5.2	Bakgrund	16
5.2.1	TerraTec AS.....	17
5.2.2	TerraTec OY	18
5.3	Arbetsplan.....	18

5.3.1	Omfattning och tekniska specifikationer	18
5.3.2	Utförande	18
5.4	Utrustning	19
5.5	Mättillfället.....	20
6	Nyttjandet av laserdata på Karleby stad	22
6.1	Nuvarande användning av flyglaserskannad data	22
6.2	Nuvarande användning av mobilskannad data	23
6.3	Stadsmodell i SketchUP Pro	24
7	Enkät om användning av laserdata	26
7.1	Enkättagare	26
7.1.1	Intervju med enkätfrågor	27
7.2	Svar på enkät och intervju	27
7.2.1	Fråga 2.	27
7.2.2	Fråga 3.	28
7.2.3	Fråga 4.	28
7.2.4	Fråga 5.	29
7.2.5	Fråga 6.	29
7.2.6	Fråga 7.	30
7.2.7	Fråga 8.	30
7.3	Sammanställning av enkätsvar	31
7.3.1	Erfarenhet med laserdata.....	31
7.3.2	Programvara.....	31
7.3.3	Flyg-, terrestriell- eller mobilskannad data.....	32
7.3.4	Utnyttjande av flyglaserdata	32
7.3.5	Utnyttjande av mobil laserdata.....	33
7.3.6	Var endast mobillaserdata kan tillämpas.....	33
7.3.7	Förslag till ytterligare tillämpningar.....	34
8	Övriga källor om tillämpningar	35
8.1	Olika informationskällor	35
8.1.1	Mobil laserskanningsdag i Helsingfors	35
8.1.2	Terrasolid skolning.....	35
9	Resultat och sammanfattning.....	37
9.1	Möjligheter med mobilskannad laserdata.....	37
9.2	Nya tillämpningsområden	37
9.3	Förslag till ytterligare användning.....	38
9.4	Slutsats	39
9.5	Förslag till vidare forskning.....	40

1 Introduktion

Laserskanning är en mätmetod som blir allmännare hela tiden. Till laserskannandets olika delområden hör terrestriell-, flygburen- och mobil laserskanning. Mobil laserskanning är ett modernt och effektivt sätt att få detaljerad data över stora områden. Speciellt bra lämpar sig det mobila laserskannandet för avlånga sträckor som t.ex en väg, flod, tunnel eller en järnväg. Med hjälp av mobil laserskanning får man även snabbt en visualisering och en stadsmodell i dess rätta färger. I detta examensarbete kommer jag att analysera hur Karleby stad kan dra nytta av den mobila skanningen som ägde rum i staden sommaren 2010. Förutom teoretisk genomgång kommer jag även själv att analysera punktmolnen med hjälp av företaget TerraSolids mjukvaror.

1.1 Bakgrund

Jag blev erbjuden möjligheten att utföra detta arbete av Karleby stad under sommaren 2010 då jag arbetade där som praktikant under slutet av sommaren. Staden har utfört både flyg- och mobil laserskanning. Flygskanningen ägde rum 7–8 augusti 2008 och mobila skanningen 18–20 juni 2010. Tillsammans med Asko Pekkarinen som är chef för Karleby stads avdelning för Platsdata och karttjänst har vi kommit fram till att det finns behov av en utredning av hur man kan dra mest nytta av det mobilt laserskannade datat. Därmed ska jag i mitt arbete med hjälp av de olika program som staden använder försöka mig på att analysera datat som blivit levererat genom detta projekt. Jag kommer att ta ställning till de olika svårigheterna jag själv stöter på och dessutom de som övriga användare av datat har känt av. Det fanns flera orsaker till varför jag valde detta till mitt examensarbete. Den största orsaken är att jag är intresserad av laserskanning som mätmetod och att det finns en framtid för denna. Slutresultatet av laserskanningar blir omfattande och visuellt vackert efter bearbetning. En annan orsak till mitt val att anta detta som slutarbete är att jag har möjlighet att lära mig nya program som vi inte tagit del av i skolans undervisning vilket kan visa sig viktigt inom arbetslivet framöver.

Platsdata- och karttjänstavdelningen på Karleby stad har begränsade resurser och endast en licens för Microstation, vilket krävs som underlag då man arbetar med Terrasolid program och bearbetar laserskannad data. För att staden ska få nytta av de skanningar som gjorts krävs en analys av den praktiska nyttan man kan ha av den utförda skanningen. Eftersom

personalen på avdelningen inte hinner med dylikt på grund av den arbetsmängd som ligger i vardagssysslorna, lämpar sig mitt examensarbete utmärkt för detta sammanhang.

1.2 Syfte

Syftet med detta arbete är att kartlägga hur Karleby stad kan dra nytta av laserdatat som fåtts genom en mobil laserskanning. Jag kommer att göra en enkätundersökning över hur övriga användare drar nytta av motsvarande data och själv pröva på användningen av Terrasolids program.

1.3 Avgränsning

Examensarbeten som behandlar laserskanning har gjorts tidigare men angående mobil laserskanning har åtminstone i Finland väldigt få utförts. Jag kommer att hålla mig helt till det mobila skannandet som skedde i Karleby och den praktiska användningen av datat där det kan tillämpas. Trots att jag huvudsakligen behandlar mobil laserskanning i detta arbete ser jag ändå ett behov av en allmän teoretisk bakgrund om skannandet som kort bakgrund för datats egenskaper.

1.4 Metod

Den teoretiska information som fås i den allmänna delen av laserskanning har jag sökt främst genom källor på Internet och pdf-filer jag fått. Allmän information av mobil laserskanning har jag skaffat mig på olika seminarier, Internet samt intervjuer.

Jag har bekantat mig med laserdatat genom Terrasolids olika program och gått två skolningar. I dem har jag själv använt Microstation samt Terrasolids program. För att kartlägga nyttjande av laserdata har jag utfört en enkätundersökning samt en intervju.

1.5 Kurser och seminarier

1.5.1 Laserskanningsdag i Brahestad

Laserskanningsdagen i Brahestad behandlade närmast flyglaserskanning och lantmäteriverkets laserskannade material blev presenterat.

1.5.2 Mobil laserskanningsdag i Helsingfors

En mobilskanningsdag ordnades i Helsingfors och tekniken inom mobilskanningen presenterades på flera olika sätt. Medverkande på dagen var bl.a Terratec, Terrasolid, och WSP med dess respektive representanter. Mobile mapper- bilar presenterades på gården och en liten demonstrationsmätning ägde rum.

1.5.3 Terrasolid skolning

Jag deltog i Terrasolids skolning som hölls i Karleby stadshus den 7–8.9.2010. Skolningen hölls av Tom Steffansson och han visade hur man bearbetar punktmoln med Terrasolids program.

1.5.4 Microstation grundkurs

Bentley e-learn Microstation grundkurs hölls den 11, 13 och 21 oktober 2011. Kursen behandlade grundfunktioner och ritande i Microstation. Terrasolids program använder Microstation som botten och en viss kunskap i programmet krävs för effektivt utnyttjande. Speciellt ritande och fönsterhantering visade sig vara användbara egenskaper vid egna försök att bearbeta punktmoln.

2 Tidigare forskning

Jag har bekantat mig med fyra stycken inhemska arbeten som delvis behandlar samma ämne som jag själv skriver om. Som helhet kan nämnas att ämnet är sparsamt behandlat och det finns många olika möjligheter för nya utredningar gällande laserskanning.

2.1 Katri Ilvonens examensarbete

Katri Ilvonen har 2008 gjort ett examensarbete som med hjälp av intervjuer och litteratur undersöker utnyttjandet av laserskanning vid byggande av infrastruktur. I detta arbete framgår det bland annat att terrängmodeller som producerats med hjälp av flyglaserskanning hör till vardagen numera.

Som största brist för laserskanningen och som hindrar den från att bli vanligare är brist på information och skolning samt priset på utrustning och program. Dessutom nämns den tidskrävande bearbetningen av materialet man får som en nackdel. I framtiden kommer utrustningen att krympa i storlek samt minska i kostnad samt bearbetningen av materialet bli mera automatiskt, vilket kommer att förkorta den arbetstid som krävs i fortsättningen.

Ilvonen påminner dessutom att man alltså bör komma ihåg vad som är syftet med mätningen och tillämpa mätmetoden därefter. (Ilvonen, 2008)

2.2 Juho Lampinens examensarbete

År 2011 har Juho Lampinen utfört ett arbete åt Torneå stad där han undersökt hur kommuner kan utnyttja flygburen laserskanning. Torneå har beställt en flygburen laserskanning och Lampinen har undersökt vad resultatet blev till. I arbetet framgår för- och nackdelarna med laserskanning, t. ex att man får stora mängder data samlad in under en kort period men att behandlingen av datat ställer till problem. Datorernas kapacitet räcker inte till och det finns risk att datat inte blir använt ifall inte tid och resurser finns för skolning. Det finns en mängd olika program som för att arbeta med skannad data men en stor del av dem är tidskrävande att lära sig. Det finns inga nationella regler för laserskanning i Finland i motsats till t.ex. flygfotografering.

Torneå stad har fått en väldigt detaljerad bild av det laserskannade områdets terräng och byggnader. LAS-formatet på filerna kan vålla problem, men ASCII-formatet fungerar även på Torneås nuvarande program. Det framkommer i examensarbetet att även en glesare version av datat är tillräcklig för en mångsidig planering. (Lampinen, 2011)

2.3 Niina Pesonens examensarbete

Niina Pesonen har i sitt examensarbete undersökt ett projekt som kallades 3D-ROAD. Hon har i detta arbete undersökt hur man kan utnyttja mobil laserskanning till att få utgångsdata inför förbättrande av väg. Flyglaserskanning är en för dyr metod för små arbetsfält och noggrannheten stundvis för dålig. I projektet används både VRS-GPS och takymeterkorrigerings för mätbilen. Framförallt med takymeterkorrigerings fick man bra noggrannhet på mätpunkternas koordinater. Ett tydligt sämre resultat för VRS-GPS koordinater märks framförallt då man jämför genomskärningsbilden mellan punktmolnet och referensytan. Dock försämrades även de takymeterkorrigerade koordinaterna då avståndet till mätningebilen ökade. Ur Pesonens arbete framgår att sträckor under tio kilometer inte är lönsamma att skanna med flyg på grund av kostnadsskäl. (Pesonen, 2007)

2.4 Marja Leskinens examensarbete

Genererande av tredimensionell grafik behandlas i Marja Leskinens examensarbete som blev klart 2009. Hon har i detta arbete undersökt Karleby stads flyglaserskanning och jämfört traditionella mätmetoder med denna moderna metod. Hon har även jämfört existerande terrängmodeller med den data som nu erhållits genom flyglaserskanning. Av ett laserskannat punktmoln utreddes huruvida tredimensionell mätning kunde utföras på terrängmodell, strukturer och byggnader. Leskinen har använt sig av Bentley MicroStation 8V edition och TerraSolid OY:s programvara vid bearbetning av det skannade datat. Fördelar jämfört med traditionella mätmetoder är betydande. Framförallt får man detaljerad data över stora områden och dessutom fås trädbeståndet samt eventuell annan vegetation. Som exempel nämns att enskilda träd kan vara mätta in på kartan, men med punktmolnen ser man alla träd och oftast även trädslag på grund av formen. För husens tak och takrännor fås detaljerad information, men för fasaderna är punkterna för få. Det skulle behövas en terrestriell mätning för att dessa skall vara tillförlitliga. Trots många fördelar finns det fortfarande saker som begränsar nyttan av laserskanningen. En sådan är tidskrävande bearbetning som kräver utbildad personal på en instans. (Leskinen, 2009)

3 Laserskanning

Laserskanning är ett modernt sätt att samla in stora mängder noggrann information utan att röra i mätningens objekt. De största fördelarna jämfört med andra mätmetoder är noggrannhet, säkerhet och snabbhet. Mätningen kan samla in miljoner punkter under några minuter och varje punkt har x-, y- och höjdvärde. Laserskanning är dessutom ett säkert alternativ och man behöver inte besöka farliga platser då man kan mäta dem på avstånd och under en kort tid. (Koski, 2001)

Laserskanningen lämpar sig för många olika ändamål och därför är metoderna och skannertyperna väldigt olika. De tre huvudtyperna av laserskanning är terrestriell-, luftburen- och mobil laserskanning. (Salolahti, 2010)

3.1 Funktionsprincip

I korthet kan laserskanning beskrivas på följande sätt. Man sänder ut en lasersignal som reflekteras tillbaka till skannern och med hjälp av det räknas positionen ut för x-, y- och z koordinater. När dessa lagras skapas ett s.k. punktmoln. Eftersom dessa laserstrålar reflekteras när de rör i något påverkar vädret mätningen. Snö- och regnväder eller damm kan således verka på ett negativt sätt med tanke på mätresultatet. (Koski, 2010)

Dessa punkter får olika intensitet beroende på vad de reflekterats från. För varje punkt fås alltså förutom koordinater värde för reflekterad intensitet. (Novia, Laserskanningsrapport)

En laserpuls kan ge fler än ett svar. Detta gör att man effektivt kan använda tekniken i områden med tät växtlighet. Speciellt viktigt är detta i samband med flygskanning där man får både trädhöjden och marknivån kartlagd. Detta är ett stort framsteg jämfört mot vanliga flygfoton. (Lantmäteriverket, laserskanningsteknik)

Laserskanning kan ske oberoende av tidpunkt på dygnet eftersom laserskannern producerar själv den energi som behövs. (Geoxd, flyglaserskanning)



Figur 1. Punktmoln. (Salolahti, 2010)

Lidar (Förkortning av Light Detection and Ranging) är ett optiskt fjärrkartläggningsinstrument som mäter avståndet med hjälp av att sända ut en puls av laserljus och sedan registrera tiden det tar för pulsen att återvända. Lidar används inom lantmäteri, geologi, meteorologi och seismologi.

Lidar skiljer sig från radar på det sättet att dess våglängder är mycket kortare än radarns. Hur litet det minsta mätbara föremålet är beror på våglängderna. Man kan bland annat mäta aerosol- och molnpartiklar. Lidar använder sig oftast av våglängder på antingen 1,06 eller 10,6 mikrometer. På dessa våglängder är atmosfärens dämpning liten. (Salolahti, 2010)

Det finns tre olika skannertyper enligt vad de används till samt deras noggrannhet. De noggrannaste lämpar sig t. ex inom metallindustrin och punktnoggrannheten är under en millimeter. Dessa bör användas på en sträcka som är under två meter från objektet. De skannrar som har några millimeters noggrannhet går att använda för geodetiska ändamål

och inom industrin. Dessa har en användningsräckvidd på cirka 300 meter. De över decimeternoggranna skannrarna används i flyglaserskanningen och även i rymdmätningar. (Koski, 2001)

3.2 Mätmetoder

3.2.1 Terrestriell skanning

Terrestriell skanning innebär en laserskanning av en apparat som är fast på ett stativ och därefter sveper skannern över ett önskvärt område. Detta område kan antingen vara 360 grader kring skannern eller en förinställd sektor. Genom olika sikten kombineras de olika punktmolnen och fästes i ett koordinatsystem. Denna typ av skanner är betydligt noggrannare än jämförelsevis de flygburna skannrarna. (Koski, 2001)



Figur 2. Terrestrial skanner. (Kråknäs, 2010)

Ett terrestriellt laserskanningssystem består av följande delar:

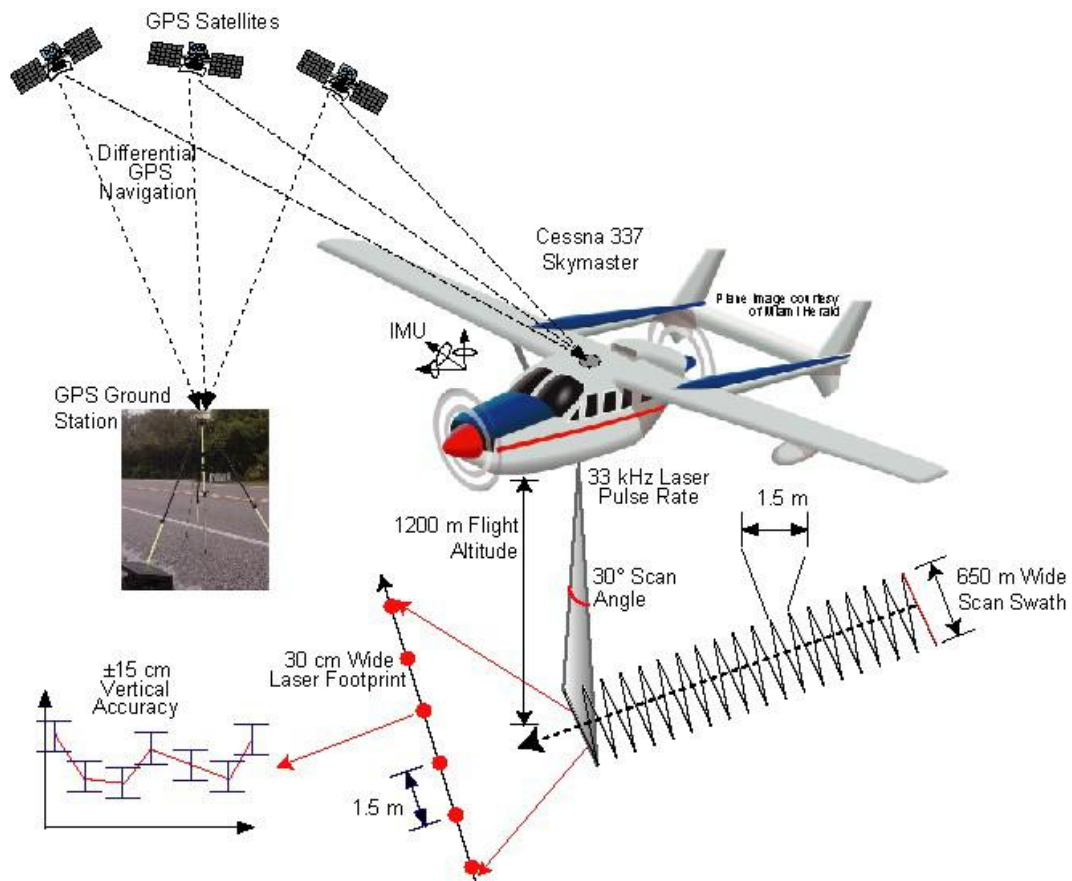
- skanner
- tvångscentreringsplatta
- stativ
- kablar
- strömkälla
- dator
- transportväskor
- sikten.

(Kråknäs, 2010)

Användningsändamålen för en terrestriell skanner är många. I den presentation WSP gjort nämns tunnelmätningar, gruvor, broar och produktionsenheter. Förutom dessa kan de även användas för stadsmätning, filmer, arkeologiska utgrävningar och från ett rörligt underlag, men kallas då mobila skanningar. (Kråknäs, 2010)

3.2.2 Flygburen laserskanning

Flygburen laserskanning utförs antingen från ett flygplan eller en helikopter. Med flygburen laserskanning kan man få över 250 000 punkter per sekund! Punkttätheten varierar från flygplanets ca 0,7 punkter per m² till helikopterns som kan ge upp till 30 per m². Skillnaden fås från flyghöjden som på en helikopter kan vara t. ex 150 meter medan ett flygplan kan vara flera kilometer ovanför markytan. Digitala flygfoton tas ofta dessutom med en till tre sekunders mellanrum. Flygplanet får sin position genom GPS och IMU (Inertial Measurement Unit), som är ett tröghetsnavigeringsinstrument. (Salolahti, 2010)



Figur 3. Flyglaserskanningprincip. (Salolahti, 2010)

Tillämpningar som flyglaserskanning går att använda till är bl.a följande:

- terrängmodeller
- riskbedömning
- planering av infrastruktur
- planering av vägnät
- volymberäkningar
- stadsplanering och visualisering
- vegetations- och skogskartläggning.

(Blom, Lidar and height data)

3.2.3 Mobil laserskanning

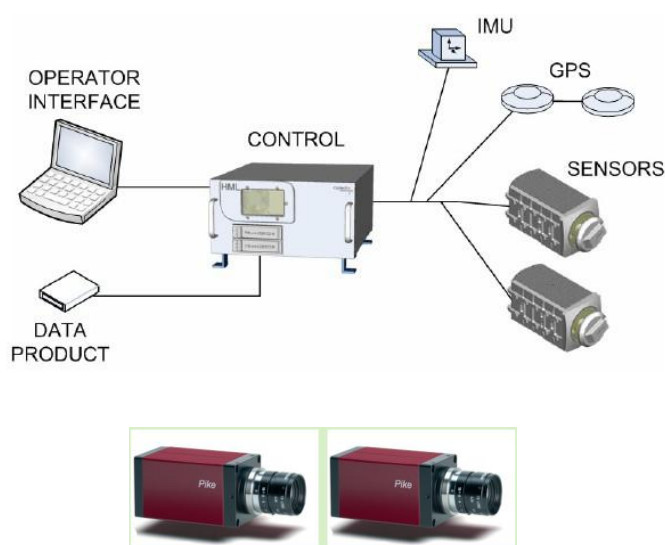
Mobil laserskanning (*mobile mapping*) innebär en kontinuerlig skanning med en eller flera skannrar som är fästa på en bil, en båt eller t. ex en tågagn och därifrån rörligt kan samla in stora mängder data. Speciellt bra lämpar sig det mobila laserskannandet för avlånga sträckor som t.ex en väg, flod, järnväg, eller en tunnel. (Salolahti, 2010)

Med hjälp av mobil laserskanning får man även snabbt en visualisering och en stadsmodell i dess rätta färger i.o.m rgb-kamera. Data från terrestriell- eller flygburen laserskanning kan kombineras med data från det mobila skannandet. (Terratek, 2010)

Körhastigheten inverkar direkt på punkttätheten per m². I 25 km/h samlas t.o.m 1440 mätpunkter per m², medan en körhastighet på 100 km/h bara ger 360 mätpunkter per m². (Salolahti, 2010)

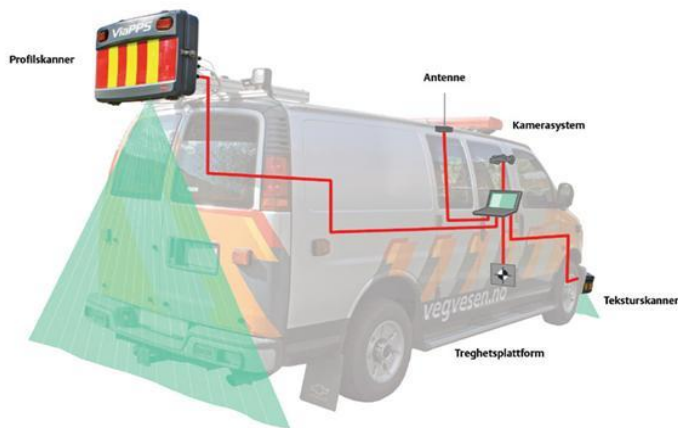
Utrustningen i en mobilskanningsbil kan variera en aning men i stort sett består av det som syns i figur 4.

IMU (Inertial Measurement Unit) är ett tröghetsnavigeringsinstrument som baserar sig på en navigeringsteknik där man med hjälp av kontinuerlig mätning av vinkelförändringar och acceleration får positionen. Instrumentet har ofta tre stycken ortogonala gyroskop och tre stycken ortogonala accelerometrar. Gyroskoperna mäter vinkelhastighet medan accelerometrarna den linjära accelerationen. (Olsson, 2009)



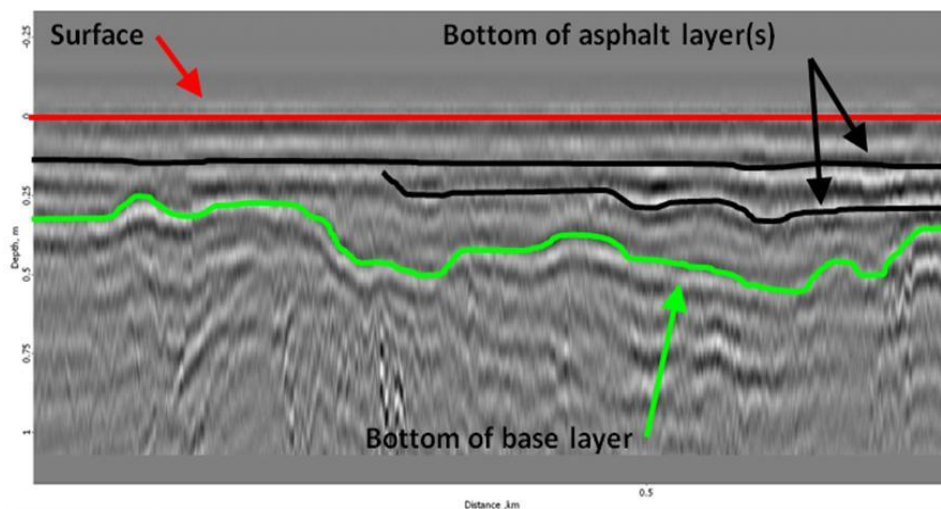
Figur 4. Utrustning (Salolahti, 2010)

På mätbilarna kan man fästa en profilskanner som ger en vägprofil i samband med mätningen. Med hjälp av den data man får kan man då se t. ex göra utredningar hur vägen behöver underhållas. Profilskannern mäter oftast ett fyra meter brett område och med åtta centimeters mellanrum ges en profil. Dessa mätningar bör göras två gånger för samma vägsträcka för att kunna kontrollera och öka noggrannheten. (Terratec, 2010)



Figur5. Ett vägprofilskannersystem. (Terratec)

En så kallad Georadar är även möjlig att fästa och använda på en skanningsbil. Denna mäter under mark- och asfaltytan och genom denna mätning får man fram t.ex rör och man kan forska i ifall vägbotten skulle kräva åtgärder. Man får även fram vilka marktyper jorden består av på det mätta området. (Van der Rijst, 2010)



Figur 6. Data från georadar. (Van der Rijst, 2010)

4 Programvara

4.1 Allmänt

Det finns en mängd olika dataprogram som är ämnade för visualisering och användning av laserdata. Jakob Ventin har gjort en rapport med en omfattande lista över olika gratisprogram och programvara med billig kostnad. I hans rapport nämns även att listan blir längre hela tiden och att det inte finns en komplett lista över dessa. (Ventin, 2010)

Laserskannade datat har oftast filformatet LAS. (3D-system, LAS-formaatti)

4.2 Terrasolid

Terrasolid är ett finskt bolag grundat år 1989 som utvecklar och säljer programvaror. Terrasolid har kunder i över 85 länder och är marknadsledande i programvara behandlande mobil- och flyglaserpunktmoln. (Salolahti, 2010) Terrasolids program fungerar i microstation- miljö. (Terrasolid, tuotekuvaus)

4.2.1 Microstation

Microstation är ett dataprogram som används för CAD-ritning. Det går att rita vektorgrafik både i två och tre dimensioner med hjälp av denna. Programmet utvecklades och säljs av Bentley Systems. De första versionerna av programmet utvecklades på 1980-talet och den nyaste som gavs ut 2009 heter Microstation V8i. Microstation lämpar sig numera endast för Microsoft Windows baserade operativsystem. Microstations filformat heter DGN, men kan även läsa de allmänna CAD- formaten som DWG och DXF. (Microstation, 16.10.2011)

4.2.2 Program ämnade för bearbetning av laserpunkter och flygbilder

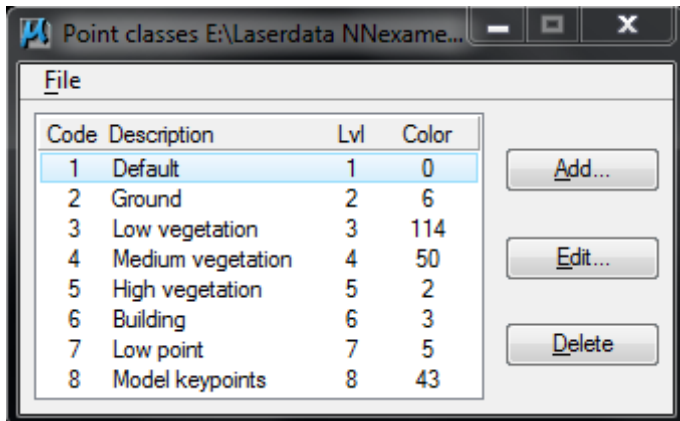
- TerraScan. Punkternas inläsning, beskådning, klassificering och möjlighet att spara i olika format.
- TerraSlave. Möjlighet att dela och bearbeta stora mängder information i Lan-kopplade datorer.
- TerraMatch. Avgör parametrarna för laserpunkter och flygbilder.
- TerraPhoto. Flygbilders bearbetning och justering med hjälp av laserpunkter.
- TerraModeler. Hjälp för klassificering av laserpunkter och snabb terrängmodellering.
- TerraSurvey. Kontrollmätning och infogande av kompletterande mätningar för olika ändamål. (Terrasolid, tuotteet, 16.10.2011)

4.2.3 Program ämnade för samhälls- och miljöplanering

- TerraModeler. Betraktande och editering av terrängmodeller i 3D.
- TerraStreet. 3D planering av vägar och gator, kräver TerraModeler vid sidan om.
- TerraPipe. Vatten och avloppsrörsplanering.
- TerraSurvey. Inläsning av filer mätta i terräng, editering och presentation i form av karta.
- TerraBore. Sonderings- och markprovers hantering och sparande. Går att bilda en 3D- modell av markbottens lager. (Terrasolid, tuotteet, 16.10.2011)

4.2.4 Punktklasser inom laserskanning

Inom laserskanning talas det inte om en viss kod som inom t.ex gps- mätning utan om punktklasser. Man kan öka dessa klasser med t.ex en kod för trädslag eller lyktstolpe. Man kan även ta bort eller redigera olika klasser för att göra dem mera framhävda om man så önskar. (TerraSolid skolning)



Figur7. Olika punktklasser åskådliggjorts med programmet Terrascan.(TerraScan)

5 Mobil laserskanning i Karleby

5.1 Karleby stad

Karleby befinner sig på västkusten i Finland och är landskapscentrum för Mellersta Österbotten. Gamlakarleby grundades år 1620 av Gustaf II Adolf. Gamlakarleby slogs ihop med kringliggande Karleby landskommun år 1977 och antog namnet Karleby. Gamlakarleby var känd för sin tjärproduktion som motsvarade en tredjedel av hela landets produktion förr i tiden och stadens emblem pryds fortfarande av en brinnande tjärtunna. Vid årsskiftet 2010/2011 var stadens invånarantal 46 260 personer varav de svenskspråkigas andel 13,7 procent. (Taskutietoa Kokkolasta 2011)

Staden har under de senaste åren haft en positiv befolkningsutveckling med flera hundra nya invånare per år. Förra året hade Karleby en ökning på 364 personer. Staden behöver därmed erbjuda invånarna behöver därmed nya boplatser och staden utlåter ca 80 nya tomter för egnahemshusändamål per år. (ÖT, Högnäs, 27.9.2011)

5.1.1 Infrastruktur

Karleby ligger i en korsning av tre riksvägar. Riksväg 8 (Uleåborg - Åbo), riksväg 28 (Karleby - Kajana) och riksväg 13 (Karleby - Jyväskylä - Villmanstrand).

Internationell flygplats är belägen i Kronoby 19 km från Karleby. (Taskutietoa Kokkolasta 2011)

Staden är belägen vid järnvägens stambana i Österbotten som går mellan Seinäjoki och Uleåborg. (Pohjanmaan rata, 27.10.2011)

Karlebys hamn, Port of Kokkola med dess djuphamn och farled som är 13 m djupt. Detta innebär att Panamax fartyg kan besöka hamnen. År 2010 lastades och lossades 6,36 miljoner ton varor sammanlagt. (Karleby hamn, 27.10.2011)

5.1.2 Organisation

Tekniska servicecentret har förutom förvaltningstjänsterna tre olika avdelningar i sin organisation. Dessa tre är stadsomgivning, kommunalteknik och lokalförsörjning.

Till stadsomgivningen hör bl.a planläggning, stadsmätning, platsdata och karttjänst.

Till kommunaltekniska avdelningens ansvarsområden hör t. ex vägplanering, underhåll av vägar samt samhällsteknikens utbyggnad.

5.2 Bakgrund

På Karleby stad hade man dragit slutsatsen att 2D- planeringen kommit till ända och att det nu var planering i 3D man skulle satsa på. Snabbaste sättet att få ett omfattande material i 3D ansågs vara en flyglaserskanning. Genom denna ansåg man sig få omfattande terrängmodeller och även information om växtlighet samt modellering av byggnader. Även planerarna av väg- och vattenförsörjningsnätet ansåg det finnas många fördelar med ett dylikt projekt. Grundkartan är naturligtvis i 2D och man hade en idé att även denna skulle kunna vara i 3D. Grundkartan kunde då ställas på laserdata och kompletteras med flygfotografi. Denna idé har dock lagts på is på grund av att det inte verkar finnas behov för den trots allt.

Karleby stad ansåg efter positiva erfarenheter av flyglaserskanning att en mobil laserskanning skulle vara behövligt som komplettering av flygskanningsmaterialet och man begärde en offert av TerraTec AS. Karleby stad hade i detta skede redan utnyttjat materialet från flygskanningen och en viss sakkunskap inom området hade erhållits.

Flygskanningen ger inte tillräckligt bra information av gatuområden i städer så en komplettering av denna i någon form behövdes. Man diskuterade olika möjligheter hur man skall gå vidare med laserprojektet och en terrestriell skanning skulle gå att använda som komplettering för det nuvarande materialet. Det framgick dock ganska snabbt att den vanliga terrestriella skanningen är någon sorts mellanform för skanning av gatuområden och att framtiden är mobilskanning. Beslutet att genomföra en mobilskanning styrktes även av det faktum att mätningen utfördes som ett sorts pilotprojekt och därmed sjönk även kostnaderna till en relativt förmånlig nivå. (Asko Pekkarinen, personlig kommunikation, 1.11.2011)

5.2.1 TerraTec AS

Terratek AS är ett företag som år 2009 hade en omsättning på 9,8 miljoner euro. Företaget sysslar med

- flygfotografering och producering
- laserskanning
- mobil laserskanning
- fotogrammetrisk kartläggning
- terrängmodeller
- skogsinventering
- terräng- och specialmätningar.

(Terratec, offert, 26.5.2010)

5.2.2 TerraTec OY

TerraTec OY är TerraTec AS dotterbolag. Bolaget grundades 2009. Terratec OY verkar i Finland som marknadsförings- och projektledningsbolag. (Terratec, offert, 26.5.2010)

5.3 Arbetsplan

5.3.1 Omfattning och tekniska specifikationer

Karleby stad förverkligade en mobil laserskanning omfattande en 30 km lång vägsträcka som kommer att utnyttjas till 3D-modellering och kartläggning.

Mätningen skedde i koordinatsystemet KKS2 dvs. kartverkskoordinatsystemet andra zon. Höjdsystemet som används vid mätningarna är NN Karleby stad använder i stamstaden vid mätningstidpunkten. Typ av mätning blir en 3D terräng- och stadsmodell. Mätningen utförs i mätklasserna 1 och 2. Man använder sig av fotogrammetrisk kartläggningsmetod. Både digitala RGB-bilder och video kommer att upptas. Dataöverföringen sker med hjälp av HDD (hårddisk). (Terratec, arbetsplan, 26.5.2010)

5.3.2 Utförande

Stödpunkter för arbetet görs av beställaren, dvs. Karleby stad. Konsulten utför skanning och produkter enligt överenskommelse. Grundprocessering och projektkalibrering sköts av konsulten.

Ifall man önskar bättre noggrannhet än 5 cm i jämförelse med existerande koordinatsystem krävs stödpunkter i en omfattning av två punkter per kilometer. Noggrannheten stiger härmed till 1–2 cm. Målningar på väg eller övriga vita signaleringar med mätta koordinater fungerar som stödpunkter. Stödpunkterna krävs för punktmolnets kalibrering.

Konsulten levererar de överenskomna produkterna enligt en bestämd tidtabell. (Terratec, arbetsplan, 26.5.2010)

5.4 Utrustning

Som utrustning i mobilskanningen användes Optech-Lynx system. Optech-Lynx innehåller två laserskannrar, två digitalkameror och en videokamera.

Lynx mobile mapper- specifikationer:

- Skanningsdistans max 100 m.
- Hastighet max 100 km/h.
- Absolut noggrannhet utan korrigering +/-5 cm.
- Absolut noggrannhet efter korrigering nästan 1 cm.
- Relativa noggrannheten (mellan punkterna) +/-8 mm.
- Som lokaliserings- och orienteringssystem heter Applanix POS LV 420.
- Observationerna täcker 360 grader.
- Skannrarnas hastighet är 9000 RPM, dvs varv per minut.
- Pulstäthet 200 000 punkter/sekund/skanner.
- Tillbakavärande pulsers antal 4 (1,2,3 och sista).
- 2+2 digitalkameror och en videokamera.
- Fungerar mellan temperaturerna minus 20 grader Celcius till plus 40 grader Celsius.
- Säker för ögonen med IEC/CDRH klass 1. (Terratec Offert, 26.5.2010)



Figur 8. Lynx mobile mapper. (Hiltula, 2010)

5.5 Mättillfället

Karleby centrum skannades mobilt 18–20 juni år 2010. Det första man behövde när skanningen skulle börja var en bra plats för GNSS- basstation. Staden har lämpliga punkter som har kända koordinater och så fri sikt som möjligt. När basstationen var applicerad började konsultens mätgrupp göra i ordning sina mätsystem. Denna procedur tog över en timme.



Figur 9. GNSS- basstationens placering. (Hiltula, 2010)

Vid mättillfället skulle gatorna skannas i båda riktningarna. Detta innebar en del förändrade trafikarrangemang, speciellt för enkelriktade gator. Man stängde av vissa gator för att mätningen skulle gå att utföra. Som hjälp vid mättillfället hade man personal från stadens tekniska avdelnings depå.

Mätningen framskred en sträcka i taget och konsulten kontrollerade konstant att noggrannheten i positioneringen var tillräcklig. Ofta blev det dröjsmål på grund av bristande noggrannhet. Man stannade ofta i korsningarna och inväntade bättre satellitgeometri tack vare den mera öppna omgivningen. Det visade sig att mätningstidpunkten inte var idealiskt placerad mitt på sommaren. Satellitgeometrin var svagare än normalt och detta märktes speciellt i relativt skynda urbana förhållanden. Mätningarna tog därmed längre tid än väntat.



Figur 10. Trafikarrangemang (Hiltula, 2010)

Vid slutet av varje mätdag skulle de enorma datamängderna föras över från bilens system till mera permanenta hårddiskar. Denna flyttning av det mätta punktmolnet, stillbilder och video tog en överraskande lång stund.

Vädret såg hotfullt ut ett par dagar med hotande regnskurar, men man kunde genomföra mätningarna fullständigt på torrt väglag. Detta är en förutsättning för att mätningarna skall kunna genomföras eftersom laserstrålarna reflekteras fel vid våt vägyta.

Det framgick under mätningarna tydligt hur övrig trafik försämrar mätresultatet i form av många uteblivna punkter vid en stor trafikmängd. Även parkerade bilar ger oönskade resultat för slutresultatet. Dessa bilars punkter togs visserligen bort av konsulten i processeringen av punktmolnen, men de hindrar de punkter som skulle visa de områden där bilarna står parkerade. Eventuellt kunde man ha infört parkeringsförbud på vissa gatuavsnitt för att optimera resultatet i detta hänseende.

Mätningarna gjorde många stadsbor nyfikna på vad som egentligen pågår och telefonerna började ringa då människor försökte få information. Även pressen blev nyfiken av mätbilen som tydligt utförde någon sort av datainsamling. Google hade samlat in information för sitt program Street View en tid innan skanningarna skedde och detta hade tydligen väckt allmänhetens intresse för den privata säkerheten. I efterskott kan man konstatera att det kanske skulle ha lönat sig för staden att ordna ett presstillfälle där skanningen skulle beskrivas och eventuella missförstånd redas ut redan på förhand.

Efter att mätningarna avslutats skulle ganska omfattande kontroll- och noggrannhetsmätningar utföras. Dessa mätningar görs med en GPS för att punktmolnen skall gå att kalibrera. Dessa mätningar skulle dessutom kompletteras efter hand för några bestämda områden där kalibreringen visade sig vara mycket svår. (Hiltula, personlig kommunikation, 1.11.2011)



Figur 11. Kontrollpunktsmätningar under olika årstider (Hiltula, 2010)

6 Nyttjandet av laserdata på Karleby stad

6.1 Nuvarande användning av flyglaserskannad data

Marja Leskinen och Juha Hiltula som arbetar på Karleby stads Platsdata och karttjänst har med Terrasolids program bearbetat punktmolnen som blivit levererade. De program som varit i användning är Terra Survey, Terra Photo, Terra Modeller och Terra Scan. Med hjälp av programmen har man gjort automatiska klassificeringar av punkterna samt gjort punktmolnen glesare för lättare användning.

Förutom förberedande klassificeringar och rensning har man producerat terrängmodeller till avdelningen för planläggning. Produkterna har levererats till avdelningen i .txt- och .las- format. Dessa produkter används bl. a i MapInfo Vertical Mapper- programmet.

Avdelningen för samhällsteknik har använt datat till planering av balanslinje.

Av staden görs även en virtuell modell i SketchUp Pro där man har använt laserskannad data som terrängmodell. (Asko Pekkarinen, personlig kommunikation, 1.11.2011)



Figur 12. Flygfoto anpassat på en terrängmodell i MapInfoVertical mapper. (Karleby stad, fotodatabas)

6.2 Nuvarande användning av mobilskannad data

Mobilskannade datat har hittills använts för en förtätning av flyglaserdatat och därmed delvis använts till samma ändamål.

Konsulten levererade en så kallad ”drive through” video där man kan betrakta Karleby centrum ur ett laserskannat perspektiv.

Som synes är användningen av datat just nu ytterst bristfälligt och kan användas på ett betydligt bredare område. (Asko Pekkarinen, personlig kommunikation, 1.11.2011)



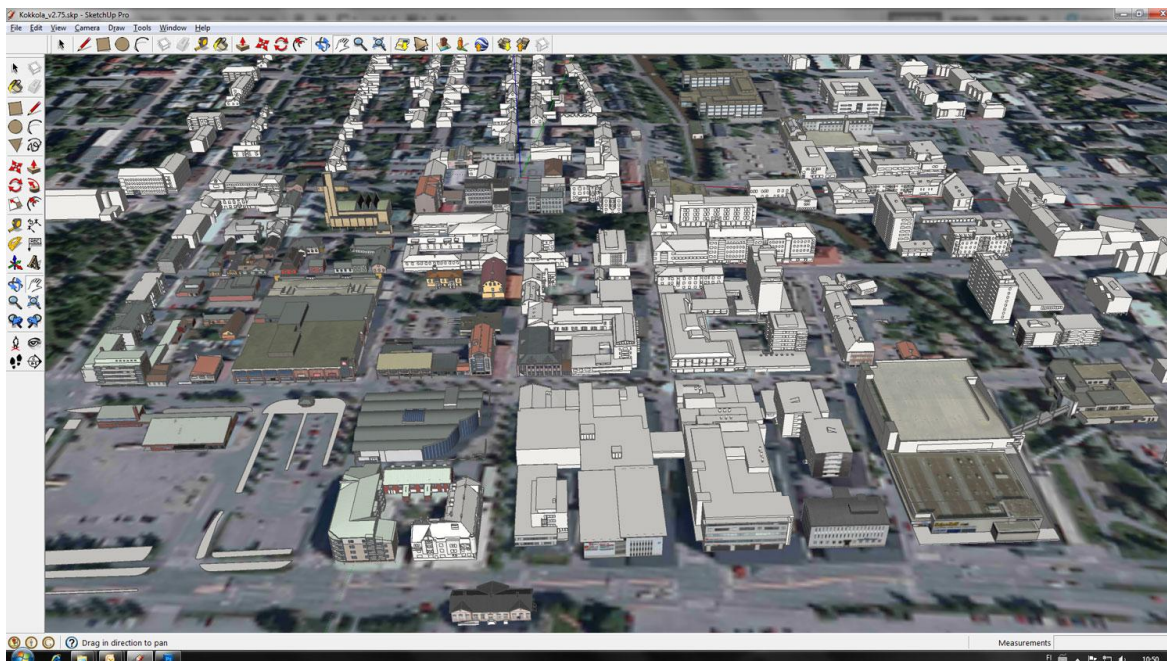
Figur 13. Drive through video genom punktmoln. (Karleby stad, fotodatabas)

6.3 Stadsmodell i SketchUP Pro

Ett av mobil laserskannings tillämpningsområden kan vara att göra en stadsmodell. Karleby stad har gjort en stadsmodell med ett annat program som heter SketchUP. Programmet finns både som gratisprogram och denna köpta Pro variant med fler egenskaper.

Stadsmodellen har skapats av Sami-Pekka Sangi på Karleby stad. Arbetet inleddes i början av året och fortsätter tillsvidare, men med säkerhet i alla fall några månader tills centrumhusens fasader har fått i skick. Projektet kunde göras hur stort som helst men syftet är att kärncentrum ska vara ganska fullständigt.

I stadsmodellen finns utformade byggnader både i AutoCad och SketchUP Pro. Som botten för modellen används ett flygfoto över Karleby men det skulle gå att använda satellitbilder från Google Earth likaså. För att få fasaderna att få dess rätta färger har man för hand fotograferat fasaderna på våren innan träden fått löv. Allt övrigt från bilderna som t. ex människor, stolpar och skuggor samt bilar, har man manuellt bearbetat bort med Photoshop. Detta har visat sig vara en väldigt tidskrävande del av arbetet. Bilder till fasaderna går att ta från Google street view, men det är svårt att få en bra bild med denna metod bl. a för att husen ofta är fotograferade snett sett mot fasaden. Bildens kvalitet är ganska dålig jämfört med de för hand tagna bildernas motsvarande.



Figur 14. Halvfärdig stadsmodell i SketchUp Pro. (Sangi, 2011)

Modellen är gjord på platt mark och endast bakgrunden fås från flygbilden. Man kan visualisera markytan med hjälp av laserdata men det är ganska tidskrävande och det blir en ganska svårhanterad modell på grund av materialets omfattning för systemet. Men om man önskar en visualisering går det bra att göra och markytan är då en terrängmodell som motsvarar verkligheten ganska väl. Det är dock de tusentals nya streck som bildas på modellen som gör den svårhanterlig och tung att arbeta med i dessa fall. Men resultatet blir rätt och vill man göra en så verklighetstrogen modell som möjligt är detta naturligtvis en fördel för t. ex utskrifter av modellen.

Från programmet kan fås koordinater från alla objekt som återgetts. Detta möjliggörs av en egenskap i Google SketchUP där Google Earth öppnas och där skall man avgränsa ett område. Inom området ges automatiskt koordinater till objekten. Noggrannheten torde vara ganska bra ty stadsmodellerna som uppgjorts har ofta små mellanrum mellan objekten och där bör allting passa in väl även om det är skilda människor som fört in olika objekt till programmet.



Figur 15. Halvfärdig stadsmodell i SketchUp Pro. (Sangi, 2011)

Stadsmodellen har hittills utnyttjats av brandstationen under bostadsmässan som ordnades på sommaren och inom stadsplaneringen i ökande grad. Modellens byggnader har koordinater som motsvarar verkligheten, vilket medför att man kan föra in byggnaderna i Google Earth ifall man önskar. (Sangi S-P, 2011)

7 Enkät om användning av laserdata

7.1 Enkätmedtagare

Enkäten sändes till nio personer varav sex personer sände tillbaka en ifylld enkät. Utöver enkäten intervjuades en person med samma frågor, men med försummande av frågan gällande organisation och roll eftersom erfarenheten gällde tidigare organisationer personen arbetat för.

Resultaten från enkäten fås av följande svarande:

- Ulf Sjöström, AF Gruppen, affärsenhet AF Anlegg Samferdsel, mätningssingenjör (stikningsingeniør)
- Pekka Kujala, Ramboll Finland Oy, Projektipäällikkö

- Jouko Lehtomäki, 3d-visualisoinnin ja graafisen suunnittelun projektipäällikkö/asiantuntija, Ramboll Finland Oy
- Veli-Pekka Koskela, Ramboll Finland Oy Projektipäällikkö
- Jan Biström, Terratec Oy, Manager
- Markku Suoranta, Pohjois-Pohjanmaan ELY-keskus, liikenne- ja infravastuualue

7.1.1 Intervju med enkätfrågor

En e- postintervju av Friederike S med enkätfrågor räknas med i enkäten, men organisation och nuvarande arbete försummas.

7.2 Svar på enkät och intervju

I enkäten ställdes 8 st frågor och de personliga svaren presenteras som följande. Fråga nummer 1 gällde personens namn, roll och organisation. De personer som svarat på frågorna kommer att kallas respondent 1–7 och har fått sina nummer i slumpmässig ordning.

7.2.1 Fråga 2.

Hur länge har ni använt laserskannad data?

Respondent 1 har använt laserdata i 4 år på sin nuvarande arbetsplats, men har tidigare erfarenhet från sitt tidigare arbete. Hur länge respondentens nuvarande organisation använt det är oklart, men antagande görs att det använts sedan det blev allmänt på marknaden.

Respondent 2 har använt laserdata ett par år och respondent 3 i ca 10 år. Respondent 4 arbetar i en organisation som konstaterar som använt laserdata mer eller mindre ca 10 år.

Respondent 5 på Terratec har använt laserdata ca 5 år.

Respondent 6 svarar att laserdata använts i vägplanering sedan början av 2000-talet.

Respondent 7 har använt laserdata i ca 6 år.

7.2.2 Fråga 3.

Vilka program använder ni för att bearbeta eller tillämpa laserskannad data?

Respondent 1 använder applikationer till MapInfo men i och med att hans organisation inhandlat instrument för terrestriell laserskanning sökes nya program som är bättre lämpade för uppgiften. Erfarenhet finns även från SBG Geo och Gemini Entreprenör.

Respondent 2 skriver att laserdatat bearbetas med hjälp av Terrasolids program samt tillämpas sedan i ASCII och Autocad-format.

Respondent 3 svarar att Autocad, Novapoint och 3dwin används.

Respondent 4 nämner TerraScan, TerraModeler samt autoCAD och Novapoint.

Respondent 5 berättar att TerraScan och TerraModeler används till bearbetning samt egna program till skogstillämpningar.

Respondent 6 nämner inga program.

Respondent 7 nämner Terrasofts program TerraScan, TerraMatch, TerraModeler och TerraPhoto, dessutom nämner respondenten olika laserskannings view-program

7.2.3 Fråga 4.

Använder ni terrestriell-, flyg- eller bilburen (mobilskannad) data? Alternativt en kombination av dessa

Respondent 1 svarar att terrestriell och flygburen data används. Han känner inte till något projekt där mobilskannad data skulle användas.

Respondent 2 har erfarenhet av flyglaserskannad data, liksom även respondent 4, som dock nämner att organisationen dessutom använder och mäter med terrestriell skanner.

Respondent 5 säger att det i huvudsak används flygskannad data, men även mobildata i någon mån.

Respondent 6 berättar om användning av både helikopter- och mobilskannad data samt en kombination av dessa.

Respondent 7 konstaterar att mest används flyglaserdata, men även mobillaser och en kombination av dessa två.

Respondent 3 visste inte hur laserdatat har samlats in.

7.2.4 Fråga 5.

Till vad tillämpas flyglaserskannad data i er organisation?

I Respondent 1:s organisation används till att skapa terrängområden, kartläggning av stora områden och som grundlag till beräkningar.

Respondent 2 använder datat till planering av infrastruktur. I någon mån även till markanvändning och 3D- modellering.

Respondent 3 visste inte vilken typ av data som används, men i 3D- modellering används det till godo.

Respondent 4 använder datat till 3D-modellering och för olika höjdmodeller.

Respondent 5 nämner skogsinventering som användningsändamål.

Respondent 6 använder datat i stora mättningsprojekt där det är förmånligare än traditionell mätning samt i olika terrängmodeller.

Respondent 7 har erfarenhet av terrängmodeller, olika visualiseringar, kartläggning och infrastrukturplanering.

7.2.5 Fråga 6.

Till vad tillämpas mobilskannad data i er organisation?

Respondent 1 känner inte till några exempel, liksom inte heller respondent 2,3.

Respondent 4 säger att materialet endast har prövats en aning.

Respondent 5 säger att datat använts till vägmodeller. Respondent 7 är inne på samma linje och nämner att det enda där det med säkerhet har använts till är mätning av väg.

Respondent 6 har erfarenhet av planering i tätort med datat.

7.2.6 Fråga 7.

Finns det saker som endast mobilskannad data går att tillämpas på eller där det är fördelaktigt?

Respondent 1 nämner tunnlar och då terrängen skall dokumenteras innan ingrepp.

Respondent 2 har inget svar på denna fråga.

Respondent 3 berättar om t.ex. tunnlar, industrihallar och parkeringshallar. Dessutom nämner respondenten gatuområden och stadsmiljö.

Respondent 4 anser att laser i flera projekt ofta är mer användbart än lantmäteriverkets höjdkurvor.

Respondent 5 ser mobillaserdata med fördel i stadsmodeller.

Respondent 6 anser att man bra kan jämföra vägplanen med resultatet efter vägbyggnaden med denna metod.

Respondent 7 anser frågan vara ganska öppen, men datat ska användas då nånting skall mätas ur markperspektiv med hög punkttäthet som t.ex. fasader på hus och dyl. Dessutom är kombinationen av flyg- och mobildata en bra kombination då de kompletterar varandra.

7.2.7 Fråga 8.

Har ni förslag utöver egna erfarenheter hur mobilskannad data kunde utnyttjas utöver nuvarande användningsändamål?

Respondent 1 ser möjligheter i t. ex tunnlar men tekniken går i barnskor ännu. Respondent 6 har likadana tankegångar och säger att tekniken för planerarna i dagens läge inte räcker till mångsidigare användning än vad som nu är.

Respondent 2 har inte något förslag. Detsamma gäller respondent 4 och 5.

Respondent 3 efterlyser Google streetview- bilder med fria rättigheter att utnyttja kommersiellt. Delvis begränsat material i mobilskanningen ger brister och sträcker sig bara efter de mätta vägarna.

Respondent 7 ger förslag till stadsmodeller, 3D- dataspel och fasadrekonstruktion. Dessutom digitalisering i olika tillämpningar.

7.3 Sammanställning av enkätsvar

7.3.1 Erfarenhet med laserdata

Erfarenheten bland de svarande avvek stort från varandra. En del hade endast arbetat i ett par år med laserdata medan flera organisationer varit med ända från början av utvecklingen. Laserskanning har varit ungefär 10 år i bruk dvs. från början av 2000-talet.

7.3.2 Programvara

Terrasolids olika program är de absolut mest använda mjukvarorna i bearbetningssyfte. De program som nämns är TerraScan, TerraMatch, TerraModeler och TerraPhoto.

Program där laserdata tillämpas finns i en väldigt brokig skala och varierar stort beroende på syfte och ändamål med användningen. Följande program nämns i utredningen:

- Autocad
- Novapoint,
- 3dWin
- LP360 Viewer
- Pointools View
- MARS Explorer
- Viewer
- Quick Terrain Modeler (Reader)
- Fugro Viewer
- olika applikationer till MapInfo
- olika program för skogstillämpningar
- SBG Geo
- Gemini entreprenor.

7.3.3 Flyg-, terrestriell- eller mobilskannad data

Alla typer av skanningar tycks vara i användning för olika ändamål men den gemensamma nämnaren var att alla använt flyglaserskanning åtminstone delvis. En svarande visste dock inte vilken form av data det var frågan om utan använde endast materialet. Det blev dessutom bekräftat att flyglaserskanningen varit i bruk längre än mobilaterialet, som blivit vanligare de senaste åren. Det förekom dessutom kombination av både mobil- och flyglaserdata.

7.3.4 Utnyttjande av flyglaserdata

Utredningen visar att den länge använda flyglaserskanningen tillämpas på många olika delområden:

- terrängmodeller
- kartläggning av stora områden
- volymberäkningar
- planering av infrastruktur
- markanvändning
- 3D modellering
- upptagningsområde för vatten
- skogsinventering
- byggnadsvektorering
- kraftledningsvektorisering
- digitalisering av 3D- objekt
- kartläggning av stränder och hamnar
- planering för dragande av olika ledningar
- grundlag för beräkningar.

7.3.5 Utnyttjande av mobil laserdata

Data samlat in genom en mobilskanning visade sig vara relativt främmande för en del av de svarade. En av orsakerna är att metoden är relativt ny men dessutom kan flygdatats omfattning räckta till som sådan.

En del av de som svarade visste inte några konkreta exempel på hur man utnyttjade mobildatat och någon hade endast ytligt försökt sig på att använda det. De som hade mer erfarenhet av materialet hade så gott som endast tillämpat datat till analys av vägområde och som vägmodeller. Planering av väg i tätort var egentligen det främsta ändamålet med skanningen och fördelen med detta var det visuellt beskrivande materialet.

7.3.6 Var endast mobillaserdata kan tillämpas

En slutsats som går att dra från utredningen är att folk i lantmäteribranschen har en ganska bra helhetsbild på hur mobilskanningen kan användas, men den praktiska erfarenheten är ännu ytterst sparsam. Detta går att bekräfta i.o.m de omfattande svaren som kom på frågan om den mobila laserskanningens fördelaktiga användning. Tillämpningsområden som nämns:

- Skanning av parkeringshallar och industrihallar.
- Tunnelskanning.
- Väg- och gatuområden.
- Stadsmiljö i allmänhet.
- Vid skapande av stadsmodeller.
- Jämförande av vägprojekt före och efter.
- Allt som måste bli noggrant från mark perspektiv eller åtminstone har potential för högre noggrannhet och fler punkter än flyglaserdata.
- Fasader på hus.
- Vägområdesanalyser.
- Järnväg med dess omgivning kan bli noggrant återgivet.
- Flyglaserdata och mobillaserdata fungerar utmärkt tillsammans då de kompletterar varandras brister.

7.3.7 Förslag till ytterligare tillämpningar

Den ännu bristfälliga utrustningen tycks vara ett hinder för att mobillaserdatat skall gå att använda i betydligt större grad än vad som nu görs. Husens baksidor blir inte skannade från vägperspektiv och detta ses som en nackdel. Likaså stannar flyglaserdatat i taken på husen. Google Street View-aktiga bilder efterfrågas bara användningsrättigheterna skulle vara fria. Övriga förslag till tillämpningar är en så bra stadsmodell som möjligt samt rekonstruering av fasader på ett smidigt sätt. Datorspel i 3D kunde dra nytta av den stora mängd detaljerad data som samlas in med mobil laserskanning. Digitalisering av allt skannat är en annan tydligen ännu bristfälligt tillämpning där framtiden kunde ge olika möjligheter till lättare arbete.

Det kunde konstateras i ett svar att tekniken som yrkesfolket i dag besitter inte möjliggör en bredare användning av mobillaserdatat. Detta summerar ganska väl helhetsbilden av mobillaserskanningen där möjligheterna ses, men slutprodukten är ännu långt ifrån utvecklad fullt ut.

8 Övriga källor om tillämpningar

8.1 Olika informationskällor

Inför detta examensarbete deltog jag på en del seminarier och kurser. Anteckningar från dessa kurser har fungerat som en källa av information för att kunna få ett tillförlitligt resultat förutom från enkäten.

8.1.1 Mobil laserskanningsdag i Helsingfors

En mobilskanningsdag ordnades i Helsingfors och tekniken inom mobilskanningen presenterades på flera olika sätt. Medverkande på dagen var bl.a Terratec, Terrasolid, och WSP med dess respektive representanter. Mobile mapper- bilar presenterades på gården och en liten demonstrationsmätning ägde rum.

På dagen framgick bl. a. att programvaran ännu är bristfällig och att det används samma program för flyg- och mobilskannad data. Program för mobil laserskanning kan dock vara på kommande. Automatklassificeringen i programvara ökar hela tiden och med tiden blir bearbetningen av laserdata mindre och mindre arbetsdryg.

8.1.2 Terrasolid skolning

Terrasolids skolning hölls i Karleby stadshus den 7–8.9.2010. Skolningen hölls av Tom Steffansson och han visade hur man bearbetar punktmoln med Terrasolids program. Några konstateranden som framfördes har väsentlig betydelse gällande det mobilskannade datats nyttjande på en stad eller kommun.

Under skolningen utfördes detaljerad undervisning om hur punktmolnets egenskaper går att kontrollera och korrigera. Några korta konstateranden om nyttan av datat:

- Automatklassificering av punkter fungerar bra men för maximal nytta krävs en del klassificering för hand.
- Fördel ifall stadens planerare kan använda datat direkt utan vektorisering eftersom det blir onödigt resursslösande då allt visuellt syns i punktmoln.
- Terrängmodeller uppförs lätt med microstation och Terrasolids program vilket minskar terrängarbete.
- Massberäkningar utförs smidigt via programmen.
- Viss bristfällighet i programvara för kontroll över hur vatten rinner på ett område.
- Skissering av ett nytt bostadsområde fås lätt in i egenskap av solider som man kan rita i Microstation. Visuellt är det inte speciellt vackert, men snabbt framskridande och omgivningen är verklig och noggrant detaljerad.
- För bullerbeskrivning finns bra möjligheter.
- De som uppgör t.ex. detaljplaner har stor nytta av materialet i.o.m att allt syns.
- Planering lätt ifall små höjdskillnader.
- Vägplanering möjlig tillämpning.
- Trädgårdsplanerare och stadsarkitekter kunde dra nytta av datat.
- Ifall man planerar ett nytt bostadsområde på ett befintligt 3D- landskap finns det väldigt få saker som kan misslyckas i terrängen.
- Vektormodeller i programmet är betydligt lättare att handskas med än filer som innehåller laserpunkter.
- En bra och användbar egenskap är att dwg filer går att importera till Terrasolids program. Detta tillämpas bl. a i en detaljplansritning med dess rätta koordinater som sedan passas in på punktmolnet.
- Kan ta tid att lära sig programmen men effektivt och tidsbesparande på långa sträckor bara kunskap finns.
- Vattendräneringsplanering fungerar inte fullständigt ännu.
- Lättare att passa in flygskannat material i mobilskannat än tvärtom.
- Ifall alla grundtillämpningar som nämns utnyttjas har man dragit stor nytta av datat.

9 Resultat och sammanfattning

9.1 Möjligheter med mobilskannad laserdata

Egenskaperna med denna typ av data skiljer sig från det flygskannade. Speciellt punkttätheten och vinklingen vid mättillfället ger stora skillnader i möjliga tillämpningsområden. Fasader och gatuområden får en helt annan visualisering genom mobilskanningen jämfört med flygskanningen. Eftersom datat i Karleby stads fall har den egenskap att man kan välja punktmolnets färger i RGB, dvs. dess rätta färger som fångats via en kamera, så har man en 3D- modell utan att behöva göra mer. Detta gäller förstås endast från gatuperspektiv, men det är ju där all planering görs gällande gatuområdena längs med den skannade rutten.

9.2 Nya tillämpningsområden

Utgående från enkäten och de seminarier som besökts med anledning av detta examensarbete så finns det flera tillämpningsområden där Karleby stad kunde utnyttja datat bättre än vad det för tillfället görs. De områden där staden använder datat nämns i kapitel 6.

Det mest krävande med breddandet av användningen är bristen på yrkeskunskap i hanteringen av det skannade datat. Det krävs en viss kunskap och erfarenhet för att effektivt kunna använda det. Detta fås inte genom annat än användning så det skulle definitivt behövas en skolning inom Karleby stads organisation där man framförde möjligheterna för de olika avdelningarna. Inom varje avdelning skulle det krävas att det finns åtminstone en anställd som skulle förstå grundprinciperna och egenskaperna för laserdata. Ifall planeringen i högre grad kommer att ske rakt i punktmolnen, vilket innebär enligt min vetskap med hjälp av Terrasolids olika verktyg, skulle naturligtvis en skolning i dessa program vara ett måste. Det finns relativt bra manualer för dessa program, men den praktiska erfarenheten är även den ett måste.

En annan fråga man bör ställa sig är huruvida detta kommer att vara ett kontinuerligt sätt att kartlägga Karleby stad. Kommer denna mobila laserskanning endast att vara en engångsföreteelse? Delvis kommer denna fråga att besvaras med just hur brett datat kommer att kunna användas till godo. Utgående från enkäten visar sig flygskanningen vara en betydligt mer använd metod och även ha stora möjligheter och beprövade sådana. På Karleby stad är flyglaserdatat i bredare användning än den mobila varianten även om dessa båda datatyper numera används kombinerat där möjligheten finns. Ifall skanningen blir en engångsföreteelse kan det gott och väl hända att det räcker med att personalen på Karleby stads platsdata och kartjänst kan producera terrängmodeller till de övriga avdelningarnas bruk. Ifall mobilskanningen tas till en vana t. ex var 5 år och möjligtvis utökar området i nåt skede, kunde den växande staden definitivt dra nytta av att ha en stor mängd detaljerad data där åtgärder kan göras. Detta förslag får säkert mera medhåll om de nuvarande programmen ytterligare utvecklas och får mer egenskaper som är speciellt utformade för tillämpning av mobilskannad data.

9.3 Förslag till ytterligare användning

Eftersom det är relativt lätt att rita in nya bostadsområden med noggranna koordinater i en verklig miljö rakt i en 3D- modell som existerar i form av ett punktmoln, kunde denna egenskap definitivt kunna användas av stadens personal som ansvarar för detaljplaner. Man kan på en kort stund producera en skiss i 3d som har en verklig omgivning och ger en klar bild av hur området kommer att se ut. Man kan även få en finare variant av byggnaderna ifall man använder sig av andra metoder än bara solider i microstation men som skiss fungerar de bra.

Enligt de studier som utförts i detta arbete drar inte stadens trädgård på något vis nytta av laserdatat. I den tredimensionella stadsmodellen i form av punktmoln syns tydligt alla större planteringar i dess rätta färger och vid behov av större åtgärder kunde datat användas ifall intresse finns.

Gatuplanerare har redan dragit nytta av datat, vilket är en positiv sak. Ytterligare tillämpningar inom detta område är att vänta att programmen blir mångsidigare, men redan nu finns det stora möjligheter inom området. Förutom själva vägytans och dess olika stödlinjer kunde de övriga tillhörande detaljerna planeras i punktmolnet. Som exempel kan

nämnas t.ex. gatubelysningen och trafikmärkens placering för att undvika senare korrigeringar. Egentligen går planeringen att tillämpas på allt synligt inom gatuområdet. En fördel inom all möjlig planering på gatuområden är ju att planeraren får mätt vilket avstånd som helts vid sin dator med noggrant resultat. Det gör inte arbetet långsammare fastän man skulle behöva få tag på några icke- existerande mått som visar sig viktiga för planeringens gång.

Behovet av en stadsmodell för visuellt bruk och betraktande i allmänhet har minskat inom Karleby stads organisation, i.o.m att man producerar en modell i SketchUp Pro som redan används i stegrande grad.

Utredning av buller kunde vara en tänkbar användningsgrad för det skannade datat. Detta är ju ett problem som speciellt ter sig bekymmersamt vid vägområden och därav kunde vara en tillämpning. Det borde först utredas hur man i detta nu ordnar denna verksamhet för att se om datat ger en enklare metod.

Ifall mjukvaran, för olika tillämpningar där laserdata är användbart, fortsätter att utvecklas gynnsamt kan tillämpningsområden och nyttan öka. I dagens läge fås redan nu en stor mängd användbar information som är en fin komplettering till den traditionella kartläggningen.

9.4 Slutsats

I framtiden kommer troligtvis allt fler städer och kommuner att anlita en mobile mapping-enhet som utför en laserskanning. Dessa kommuner får kombinerat traditionell mätteknik med en modern metod som ger ordagrant en ny dimension i planeringen.

I dagens läge är mobilaskannat data ett ypperligt verktyg kombinerat med den flyglaserskannade motsvarigheten. Dessa två typer av laserdata täcker ofta ett arealmässigt stort område och de kompletterar varandras brister väl. Nya metoder går hand i hand med nya utmaningar och inom laserskanningen kommer de speciellt i form av att utbildad personal skulle krävas och att tekniken ännu inte är så etablerad.

9.5 Förslag till vidare forskning

Ett alternativ för ett examensarbete kunde vara att utreda om mobilskanningen kunde användas inom dataspelsindustrin. Med den befintliga teknologin där man får otaliga punkter samlade in över en kort tid kunde det te sig väldigt användbart inom spelbranschen.

Ifall man utredde hur arbetsdryga olika arbetsskeden är som numera kunde göras med hjälp av laserskannad data kunde man få en relativt noggrann tabell över hur det kan anses vara ekonomiskt lönsamt att göra en mobilskanning i en stad. Denna undersökning borde i så fall naturligtvis beakta alla tänkbara kostnader, allt från licenser till skolningar, för att sedan jämföra med inbesparad arbetstid och naturligtvis eventuella säkerhetsfaktorer på riskfyllda områden.

En annan idé kunde vara att göra en så fullständig stadsmodell som möjligt av mobilskannat material och analysera vilka svårigheter och eventuellt nya möjligheter som uppstår under arbetets gång.

Källförteckning

Blom

Lidar and height data

<http://www.blomasa.com/inactive-en-0-5/products-services-test/lidar-height-data.html>

(läst 5.10.2011)

GeoXD

Flyglaserskanning

<http://www.geoxd.se/metoder.html> (läst 5.10.2011)

Högnäs, S. (27.9.2011) Befolkningen ökar i Nykarleby och Karleby. Artikel i *Österbottens Tidning*. <http://www.ot.fi/Story/?linkID=175260> (läst 7.11.2011)

Iivonen, Katri 2008. *Laserkeilauksen hyödyntäminen infrarakentamisessa*. Examensarbete. Opublicerad avhandling för ingenjör (YH) – examen. Metropolia, Rakennustekniikka, Helsinki.

IMU

http://en.wikipedia.org/wiki/Inertial_measurement_unit. (läst 16.10.2011)

Karleby

<http://fi.wikipedia.org/wiki/Kokkola> (läst 27.10.2011)

Karleby hamn

http://www.portofkokkola.fi/index.php?option=com_content&task=view&id=27&Itemid=43 (läst 27.10.2011)

Karleby stad, fotodatabas

Koski, Jarkko 2011. Laserkeilaus-uusi ulottuvuus paikkatiedon keräämiseen. *Maankäyttö* 4/2001, s 24-26.

Kråknäs, Pasi 2010 *Introduktion to WSP*. Presentation om WSP.

Lampinen, Juho 2011. Examensarbete. *Laserkeilauksen hyödyntäminen kunnan suunnittelu- ja mittausaloi minnassa*. Opublicerad avhandling för ingenjör (YH) - examen. Rovaniemen ammattikorkeakoulu, Maanmittausalan koulutusohjelma, Rovaniemi.

Lantmäteriverket (u.å)

Laserskanningsteknik

<http://www.maanmittauslaitos.fi/sv/node/1232> (läst 5.10.2011)

Leskinen, Marja 2009. Examensarbete. *Kolmiulotteisen grafiikan generointi*. Opublicerad avhandling för ingenjör (YH) examen. Mellersta Österbottens Yrkeshögskola, Mediatekniska programmet, Ylivieska.

Microstation

<http://fi.wikipedia.org/wiki/MicroStation> (läst 16.10.2011)

Microstation V8i (Licenced For Academic Use Only). (Dataprogram)

Många vill bygga i Halkokari. (29.10.2011) *Österbottens Tidning*, s.2.

Novia, Laserskanningsrapport. (u.å)

Olsson, Per-Ola. (2009). *Digitala Höjdmodeller och höjdsystem. Insamling av höjddata med fokus på flygburen laserskanning*. Kandidatuppsats i naturgeografi. Lunds universitet, Institutionen för Naturgeografi och Ekosystemanalys. http://www.natgeo.lu.se/exjobb/exj_162.pdf (läst 5.11.2011).

Pesonen, Niina 2007. Examensarbete *Ajoneuvolaserkeilauksen hyödyntäminen tien rakenteen parantamisen suunnittelussa*. Opublicerad avhandling för ingenjör (YH) -examen. Oulun seudun ammattikorkeakoulu, Rakennustekniikan koulutusohjelma, Oulu.

van der Rijst, Marten. 2010. *Georadar Road Surveys*, pdf dokument om georadar.

Salolahti, Mika 2010. *Laserkeilaus ja sen käyttömahdollisuudet*.

Taskutietoa Kokkolasta 2011. årligen utkommande kort broschyr med information om Karleby.

Steffansson, T. Terrasolid skolning. (Video från skolningstillfället). 2010. Produktion: A. Pekkarinen. Karleby.

TerraScan. (Program för bearbetning av laserdata).

Terrasolid

Tuotekuvaus

www.terrasolid.fi (läst 16.10.2011)

Terratec offert och arbetsplan till Karleby stad angående mobil laserskanning 26.5.2010

Terratec. 2010. Pdf-dokument om mobil laserskanning.

Ventin, Jakob (2010). *Ohjelmia Maanmittauslaitoksen tuottaman laserkeilausaineistojen prosessointiin ja visualisointiin*. Ett av Lantmäteriverket beställt arbete som utförts vid Aalto-universitetets tekniska högskola inom lantmäteritekniska verket som sommararbete sommaren 2010.

Österbottens tågbanan

http://fi.wikipedia.org/wiki/Pohjanmaan_rata (läst 27.10.2011)

3D-System

LAS-formaatti

<http://www.3d-system.net/forum/viewtopic.php?f=15&t=36> (läst 17.10.2011)

Undersökningsenkät om användning av laserskannad data

1. Namn, organisation och roll
2. Hur länge har ni använt laserskannad data?
3. Vilka program använder ni för att bearbeta eller tillämpa laserskannad data?
4. Använder ni terrestriell-, flyg- eller bilburen (mobilskannad) data? Alternativt en kombination av dessa?
5. Till vad tillämpas flyglaserskannad data i er organisation?
6. Till vad tillämpas mobilskannad data i er organisation?
7. Finns det saker som endast mobilskannad data går att tillämpas på eller där det skulle vara fördelaktigt?
8. Har ni förslag utöver era egna erfarenheter hur mobilskannad data kunde utnyttjas utöver nuvarande användningsändamål?

Kysely laserkeilautun datan hyödyntämisestä

1. Nimi, yritys ja rooli
2. Kauanko olette käyttäneet laserkeilattua dataa?
3. Mitkä ohjelmat käytätte keilausdatan työstämiseen ja hyödyntämiseen
4. Käytättekö terrestriaali- ilma- vai mobiilikeilattua aineistoa? Vaiko yhdistelmä joistakin näistä?
5. Mihin ilmakeilattua dataa käytetään organisaatiossanne hyväksi?
6. Mihin mobiilikeilattua dataa käytetään organisaatiossanne hyväksi?
7. Onko olemassa asiota missä pelkästään mobiilikeilattua aineistoa pystyytään hyödyntämään tai missä se olisi suotavaa?
8. Onko teillä omien kokemusten lisäksi ideoita tai ajatuksia siitä miten mobiilikeilattua dataa pystyttäisiin hyödyntämään?

