



Introduktion 3D- scanning:

Bakgrund.

Geoiden AB och ATS AB samarbetar sedan 2004 med 3D-scanning. Vi besitter tillsammans en bred teknisk kompetens och erfarenhet. Våra respektive kompetensområden är:

ATS AB: Lasermetrologi, ATS marknadsför lasermätutrustning för många industriella tillämpningar, på programmet finns både pulsmätande, fasmätande, triangulerande och interferometrisk mätssystem. Sedan 1998 har även högupplösande 3D-skanners erbjudits marknaden samt utbildningar och projekt genomförts.

Geoiden AB: Geodesi och praktisk tillämpad mätningsteknik med lång erfarenhet av underjordsarbeten. Samarbetar sedan 1997 med LKO Teknik AB med spårbanden/fordonsburen 2D-skanning för hindermätning on-line. Samarbetar med ATS AB sedan 2004 med 3D-skanning.

Vi har tidigare erfarenheter från liknande projekt såsom:

Hallandsås pågående. Kontroll av fritt utrymme för TBM. Skanska-Vinci/ Danny Applegate +46 705 435278

Aspen/Jonsered/Ubbareds- tunnarna. Peab Berg/Lars Jönsson numera projektchef BV- Nygård

Södra Länken. Skanska Berg-Bro/Tommy Forsberg

Dingle-tunnarna. Tunnel genom Skrea Backe pågående. Mika AS/ Trond Mjanger +47 911 83 253

Äspölaboratoriet underjordsanläggning. Svensk Kärnbränslehantering AB, SKB

Volvo Vindtunnel. Volvo Personvagnar AB

Tröingebergstunneln pågående, BEMO AG/Norbert Fugenschuh +46 730 668571

Malmö Citytunnel. MCG/Ken Hoby-Andersen

Norge- Vänerbanan, tunnel vid Trollhättan. 3D-skanning dräneringsmattor. BV/Roger Smedberg +46 705 116685

Nyckelpersoner:

Bengt Eliasson

Kent Larsson

Geoiden utför all inmätning med totalstation av stompunkter och skanreferenser, bearbetar data och punktmoln i GEO och utför bearbetning av tvärsnitt.

Geoiden AB har 5 personer med Banverkets A- eller B- behörighet. Övriga anställda har minst formell behörighet enligt mätningkungörelsen 13 § (SFS 1974:339 med ändringar)

Rolf Berlin

Ansvarar för 3D-skanning; montering av skanreferenser, leder skanningsteam och efterföljande databearbetning och registrering av punktmoln.

ATS AB har 3 personer som kan leda skanteam, dessutom finns ett "premium Service contract" på skanner LS880/40 som vid eventuella tekniska problem ger en utbytesenhet inom 24 timmar från fabrik i Tyskland.

Genomförandebeskrivning.



För att säkerställa att 3D-skannern ”ser” mesta möjliga information kan man som mest mäta drygt dubbla tunnelbredden, i detta fall cirka 10m åt varje håll från 3D-skannerns position. Vid längre avstånd blir infallsvinkeln för flack alternativt döljs objekt av utskjutande detaljer.

A: Etablering av 3D-skannerns referenser.

1. Referenser till 3D-skanner monteras parvis c/c ~20m. Referensen är ett vitt klot med radien 72,5mm. Klotet monteras på en M8- gänga vilken skjuts in i bergväggen med spikpistol och sitter kvar för ev. senare bruk eller kontroll.
2. För positionering av referensen används reflektor Leica GMP103 med M8- adapter. Dessa mäts in med totalstation med vinkelnoggrannhet 0,3mgon eller bättre. I detta fall kommer Leica TCA2003 eller TCRP1201 att användas. På Banverkets brukspunkter används tvångscentreringar typ Leica GZR3 med optiskt lod i prismahållaren. All utrustning kalibreras på plats enligt leverantörens manual. Kontroller utöver leverantörens manual utförs ej.
3. Samtliga referenser mäts in med minst 2 bakobjekt. Höjdbestämming av referenser sker trigonometriskt vilket kräver att höjd etableras på befintligt stommät eller att höjdfixar mäts in från stationsetableringarna.
4. Signalthöjd på referenser är 0, instrumenthöjd på brukspunkter mäts med IH- mätare typ Leica (stålmeåttband infäst i trefoten).
5. Samtliga objekt mäts in med minst 2 helsatser med max spridning av 2mgon i plan, 4mgon i höjd samt 3mm i längd. Max avvikelse mellan dubbelmätta polygonsidor är 7mm+3ppm efter att korrekationer påförts. Är observationslängden kort (<20m) kan högre vinkel- spridning tolereras.
6. Mellan 2 stationsetableringar mäts minst 2 referenser som omlottpunkter.
7. På samtliga observationer påförs lutningskorrektion, atmosfärisk korrektion, korrektion för jordavrundning och refraktion samt vid behov höjd- och projektkorrektion.

B: 3D-skannerns positionering relativt referenserna.

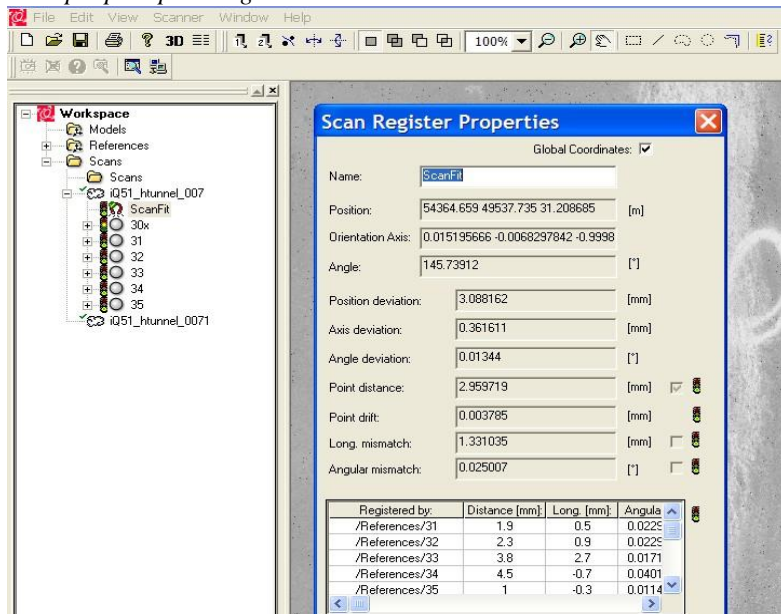
Skanningen kommer att utföras med en högupplösande 3D skanner av fabrikat FARO LS 880/40 [LS Tech Sheet.pdf](#)
Upplösningen kan varieras, vi planerar att utnyttja en upplösning av 30 miljoner xyz-punkter per skanning.

Laserteknologin är baserad på fasmätning och förutom avstånd och vinklar till mätpunkt erhålls även intensiteten på det reflekterade laserljuset, detta lagras i 2000 nivåer i varje datapunkt och utnyttjas som en gråskaleinformation vilket ger en foto-realistisk illustration av mätdata.

Skannern etableras på stativ mellan 2 referenspar. I respektive scan finns 4 referenser med, vilka används för translation och vridning av punktsvärmen till angivet koordinatsystem. Inpassningen är en minstakvadrat- inpassning

där standardavvikelse av avvikelserna i avstånd och vinkel redovisas. Typiska spänningar vid de aktuella avstånden till skanreferenserna är 5mm. Se datablad för info [LS Tech Sheet.pdf](#)

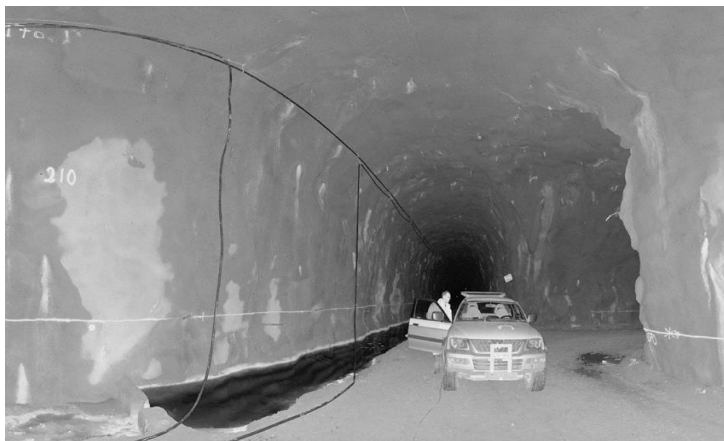
Exempel på inpassning



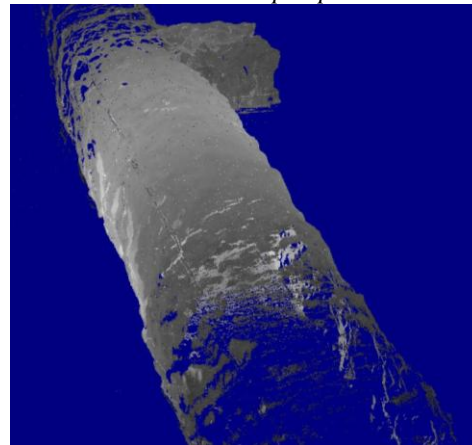
C: Punktsvärmens egenskaper.

På grund av den höga punkttätheten kodas inga punkter, eftersom insamlad data har fotokvalitet framgår det med tydlig önskvärdhet vad respektive objekt avser. Kodning sker när objekt extraheras ur punktsvärm.

Exempel på utvikt scanvy (beskuren)



samma i roterat perspektiv



D: Efterbearbetning av data.

FaroScene program används för registrering av skandata, processing, export av ascii-filer och export till GEO. I FaroScene kan även detaljerade analyser av skandata göras och objekt identifieras och positioneras, se datablad [LS Tech Sheet Software.pdf](#).

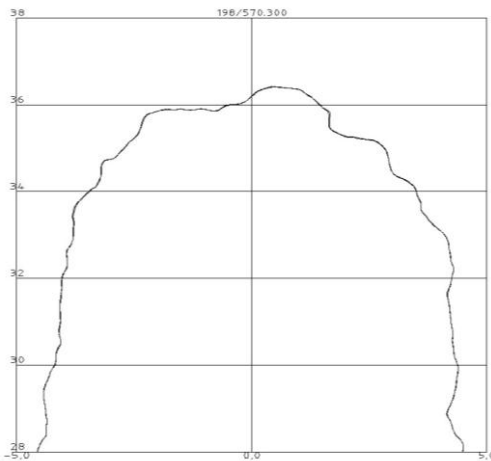
Geo.

I Geo- programmets tunnelmodul finns funktioner att generera tvärsektioner ur punktsvärmen med valfritt intervall. Dessa kan sedan enkelt levereras i pappersformat/digitalt alternativt sparas i DWG-format.

Det är i tunnelsammanhang vanligt att ”vika ut” inmätt tunnel dvs. projicera inmätta punkter på en normalsektion. I detta fall presenteras XYZ istället som Sektion/Bågmått/avstånd till normalsektion. Utviket visas som en punktfil eller triangelmodell. Att generera konturlinjer ur modellfilen är därefter enkelt.

Kontroll av underberg genereras samtidigt som tvärsektioner om en normalsektion/lastprofil används vid genereringen.

Exempel på tvärsektion utan normalsektion inlagd



Geoteknik/Geologi.

Utifrån beställarens önskemål kan optionen geologi utföras mer eller mindre detaljerat. Arbetet skulle kunna innehålla allt från en precis lägesbestämning av större sprickor och svagheter i berget med hjälp av skandata, till en noggrannare karakterisering av sprickorna med avseende på mineralinnehåll, vattenföring etc. Med hjälp av gråskalevyerna i skandata och en ”kalibrering av ögonen” skulle också en bestämning av dominerande bergarter kunna utföras i de partier som inte är betongförstärkta.

E: Leverans av data.

Punktsvärmen som levereras innehåller X, Y, Z samt gråskala. Meningen är att allt mäts in med hög punkttäthet, därefter vandrar man virtuellt i tunneln- se punkt D, Faroscene [LS Tech Sheet Software.pdf](#)- väljer ut objekt och genererar utdata till fil eller databas för punktnummering/kodning. I programmet visas alla skanpunkter transformerade till aktuellt koordinatsystem, vilket innebär att om man pekar på ett elskåp eller annat objekt som syns i skandata så visas samtidigt dess xyz-position online i programmet.