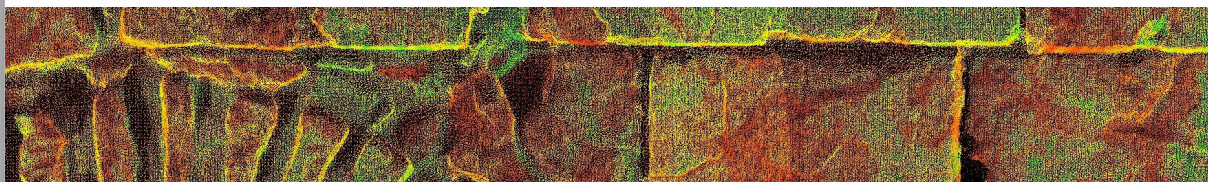


NIKU Oppdragsrapport 134/2010

# Laserskanning av ruinene på Slottsfjellet, Tønsberg, Vestfold

Lars Gustavsen



NIKU

GE  PLAN3D  
3 DIMENSIONAL SCANNING

---

Forord.....	3
1. Innledning .....	4
1.1 Bakgrunn .....	4
1.2 Landskapet og lokaliteten .....	4
2. Metode og utstyr .....	6
2.1 Terrestrisk laserskanning .....	6
2.2 Prosjektgjennomføring og utstyr.....	6
3. Resultater fra skanningen.....	8
3.1 Resultater .....	8
3.2 Sluttleveranse .....	9
3.3 Veien videre.....	10
4. Konklusjon .....	10
5. Litteratur .....	11
6. Vedlegg .....	12
A. Prosjektdeltakere.....	12
B. Måleinstrumenter.....	12
C. Programvare .....	12
D. Fastmerker og målesystem .....	12
E. Mediedekning .....	12
F. Faktabokser.....	13

## Forord

NIKU har, i samarbeid med ingeniørfirmaet Geoplan 3D, Tønsberg kommune og Riksantikvaren, gjennomført en detaljdokumentasjon av borganlegget på Slottsfjellet i Tønsberg ved hjelp av laserskanning. Denne tekniske rapporten tar for seg resultatene fra dette prosjektet. Oppdraget er bestilt av Tønsberg kommune.

NIKU prosjektnummer/årstall	1563568/2010
Berørt område	Borgruinene på Slottsfjellet i Tønsberg, Tønsberg kommune, Vestfold
Gnr/Bnr	1001/div
Oppdragets art	Laserskanning
Oppdragsgiver	Tønsberg kommune/Riksantikvaren
Oppdraget utført av	NIKU v/Lars Gustavsen og Knut Paasche, i samarbeid med Geoplan 3D v/Odd Erik Mjørlund, Bjørn Magnus Stensby og Eirik Ruden
Prosjektleder	Lars Gustavsen
Oppdraget utført dato	12. – 28. april 2010
Koordinater	UTM sone 32 (Euref89) N: 65771150 Ø: 580030
Vernestatus	Automatisk fredet kulturminne
Askeladden ID	12373
Kulturhistorisk tolkning	Forsvarsanlegg fra middelalder

# 1. Innledning

## 1.1 Bakgrunn

I perioden 12. – 28. april 2010 ble det gjennomført en laserskanning av ruinanlegget på Slottsfjellet i Tønsberg. Formålet med skanningen var hovedsakelig å detaljdokumentere hele ruinanlegget samt topografien og landskapet rundt. Laserskanningen ble gjennomført av NIKU i samarbeid med Geoplan 3D, Tønsberg kommune og Riksantikvaren. Resultatene skal i første rekke nyttiggjøres av Tønsberg kommune. Den nye dokumentasjonen vil benyttes i forbindelse med fornyet og grundigere dokumentasjon av anlegget og som grunnlag for overvåkning av murverket samt i forsknings- og formidlingsøyemed. Skanningsprosjektet har produsert rådataene, altså en digital blåkopi av hele anlegget, mens videre uttegning og utnyttelse av resultatet ikke er en direkte del av dette prosjektet.

## 1.2 Landskapet og lokaliteten

Ruinanlegget på Slottsfjellet beskrives på følgende måte i Askeladden, Riksantikvarens database for kulturminner:

Ruiner av middelalderborg. "Berg" naturlig forsvars- og tilfluktsplass i 1160-årene, skueplass for dramatisk beleiring i tilknytning til borgerkrigene i 1201-02. Mikaelkirken nevnt 1191, da knyttet til premonstratenserordenen, 1308 kongelig kapell med prestekollegium. Fjellet utbygget til storstilt ringmursborg i 1200-årene under Håkon Håkonsson og hans sønner. Mikaelkirken ombygget i begynnelsen av 1300-tallet med gotisk langkor i tegl og sakristi. I midten på 1300-tallet fikk ringmuren, rondeller. Tunsberghus preget av gotikk og bruk av tegl, bl.a. sortglasert (se teglovn idnr). Tunsberghus brent i 1503 i tilknytning til politiske uroligheter. Borgruinene deretter brukt som steinbrudd frem til slutten av 1700-tallet. Første kartlegging av L.D. Klüwer i 1823.

**Terrengbeskrivelse:**

Tilnærmet oval, NNV-SSØ-gående, markert bergplata skrånende mot V, med bratt fall til alle kanter. Berg i dagen mange steder, vegetasjonen gress, busker og noen få store trær. Vidt utsyn i alle himmelretninger.

**Orientering:**

Direkte NNV for Tønsbergs gamle bykjerne, langs med Byfjorden. På toppen: Trig.pkt G.37.92.

Anlegget har vært gjenstand for en rekke antikvariske og arkeologiske undersøkelser i løpet av årene, og har også blitt målt opp ved en rekke anledninger, senest av Gerhard Fischer i 1950.

Anlegget ligger altså på toppen av bergplataet og dekker en flate på til sammen ca. 6,5 ha, omkranset av et ca. 700m langt ytre murverk. Området innenfor murene karakteriseres av åpne, gressdekkede områder, samt enkeltstående trær. Enkelte steder er gresset og torven slitt vekk slik at berget under har kommet fram i dagen. Slottsfjellet benyttes flittig som turområde, og en asfaltert vei krysser området fra nord mot sør. En avstikker fra veien går også til tårnet på toppen av fjellet. Utenfor murene er landskapet karakterisert av til dels svært bratte skrenter, med til dels tett vegetasjon i form av trær og busker.





**Figur 1 – Borgallegget sett fra tårnet mot sør. Anleggets ytre mur og ruinene av teglkastellet kan sees i forgrunnen. Legg merke til de bratte skrentene mot øst og sør. Foto: NIKU/Knut Paasche**



**Figur 2 – Borgallegget sett fra tårnet mot nord. Ruinene av Mikael'skirken og den ytre muren kan sees i forgrunnen. Foto: NIKU/Knut Paasche**

## 2. Metode og utstyr

### 2.1 Terrestrisk laserskanning

Laserskanning som dokumentasjons- og kontrollmetode benyttes i dag innenfor en rekke forskjellige sektorer. De siste ti årene har metoden også blitt tatt i bruk innenfor forskjellige forskningsmiljøer rundt om i verden, deriblant innenfor arkeologien hvor den benyttes til dokumentasjon, rekonstruksjon, analyse, visualisering og overvåking. Hittil har metoden ikke vært spesielt utbredt innenfor det arkeologiske miljøet i Norge, til tross for at det har vært gjennomført sporadiske oppdrag siden begynnelsen av 2000-tallet. Noen av de viktigste objektene som er skannet ved hjelp av terrestrisk laserskanner er Tune- og Osebergskipet (Paache et. al), søylerekken på Domkirkeodden på Hamar (Gustavsen, 2009a), båtvraket 'Sørenga 7' samt Urnes Stavkirke (Gustavsen, 2009b) og Selje kloster (Gustavsen, 2009c). I tillegg er det gjennomført flere undersøkelser av datasett fra flybårne laserskannere (Risbøl et al 2007).

Terrestrisk laserskanning har til hensikt å detaljdokumentere landskap, bygninger eller andre objekter. I kulturhistorisk sammenheng vil dette si alt fra fredete og verneverdige bygninger til ruiner, arkeologiske gjenstander, helleristningsfelt eller andre arkeologiske lokaliteter. Datainnsamlingen foregår ved at laserpulser sendes mot objektet fra et bakkebasert (terrestrisk) laserinstrument. Laserstrålene skytes ut med en frekvens på opp mot 500 000 pulser per sekund mens laserinstrumentet samtidig roterer rundt sin egen vertikallakse. I tillegg sendes laserstrålene via et speil som roterer rundt instrumentets horisontallakse. På denne måten kan instrumentet dokumentere 360° rundt vertikallaksen samt 270° rundt horisontallaksen.

Laserpulsene som skytes ut fra instrumentet reflekteres i objektet, og ved å måle forskjellige egenskaper ved retursignalet, kan avstander og vinkler beregnes. Dette gjør igjen at koordinater for punktet der laserpulsen traff objektet kan kalkuleres. Resultatet av en slik operasjon er en tredimensjonal punktsky, som regel bestående av flere millioner unike punkter. Nøyaktigheten i en hver dokumentasjon av denne typen er et direkte resultat av faktorer slik som instrumentets avstand og vinkel til objektet samt generelle vær- og lysforhold. Dersom instrumentet står mellom 1 og 25 meter fra objektet som skal skannes kan man anslå en nøyaktighet på mellom 2 og 6 mm (1 sigma).

### 2.2 Prosjektgjennomføring og utstyr

Skanningen ble gjennomført av NIKU i samarbeid med ingeniørfirmaet Geoplan 3D. Denne kombinasjonen av fagpersonell, hvor arkeologer med kulturhistorisk bakgrunn jobber i tett samarbeid med oppmålingspersonell med måleteknisk bakgrunn, er helt nødvendig for å oppnå best mulig resultat. På denne måten kan man forsikre seg om at rett metode velges til oppdraget, og at riktig strategi velges i felt.

Instrumentene som ble brukt i forbindelse med skanningen var en fasebasert skanner av typen Leica HDS6000 samt en pulsbasert skanner av typen Leica C10 (for nærmere informasjon om disse skannerne, se faktaboks nedenfor) (figur 3). Den fasebaserte laserens ble brukt til å detaljskanne selve ruinene mens landskapet rundt ble dokumentert ved hjelp av den pulsbaserte skanneren. Det totale antallet målte punkter er ukjent, da ikke alle datasettene har blitt satt sammen. Det antas imidlertid at punktskyen vil komme opp i flere milliarder punkter.





**Figur 3 – Til venstre: Leica HDS6000 faseskanner Foto: NIKU/Knut Paasche. Til høyre: Leica C10 pulsskanner Foto: NIKU/Lars Gustavsven**

På grunn av de store datamengdene har det blitt bestemt å kun sette sammen punkttskyer som tilhører enkeltobjekter. Siden alle punkttskyene er referert til samme rutenett, vil det imidlertid i framtiden bli mulig å sette dem sammen til én enkelt punkttsky vil som danne grunnlaget for videre uttegning, analyse og visualisering. Punkttskyen er georeferert til fastmerker og referansepunkter som har blitt målt inn ved hjelp av RTK GPS og totalstasjon. Dette har gjort det mulig å kartfeste dataene i henhold til kjente koordinatsystemer og det vil også gjøre det mulig å sammenligne skanningsdataene med data fra eventuelle senere oppdrag.

I tillegg til selve laserskanningen er det tatt fotografier fra en brakett festet til laserskannerens stativ. Fotografiene tas med en ekstrem vidvinkellinse (12 mm brennvidde) og i 360° horisontalt med et ideelt overlapp på minimum 15 % per bilde. Fargeinformasjonen i disse fotografiene kan deretter ekstraheres og legges på punkttskyen. Dette gjør at hvert enkelt punkt i punkttskyen får en ekstra attributt som inkluderer fargeinformasjon. Den pulsbaserte skanneren har et integrert kamera som fanger denne informasjonen mens skanningen pågår.

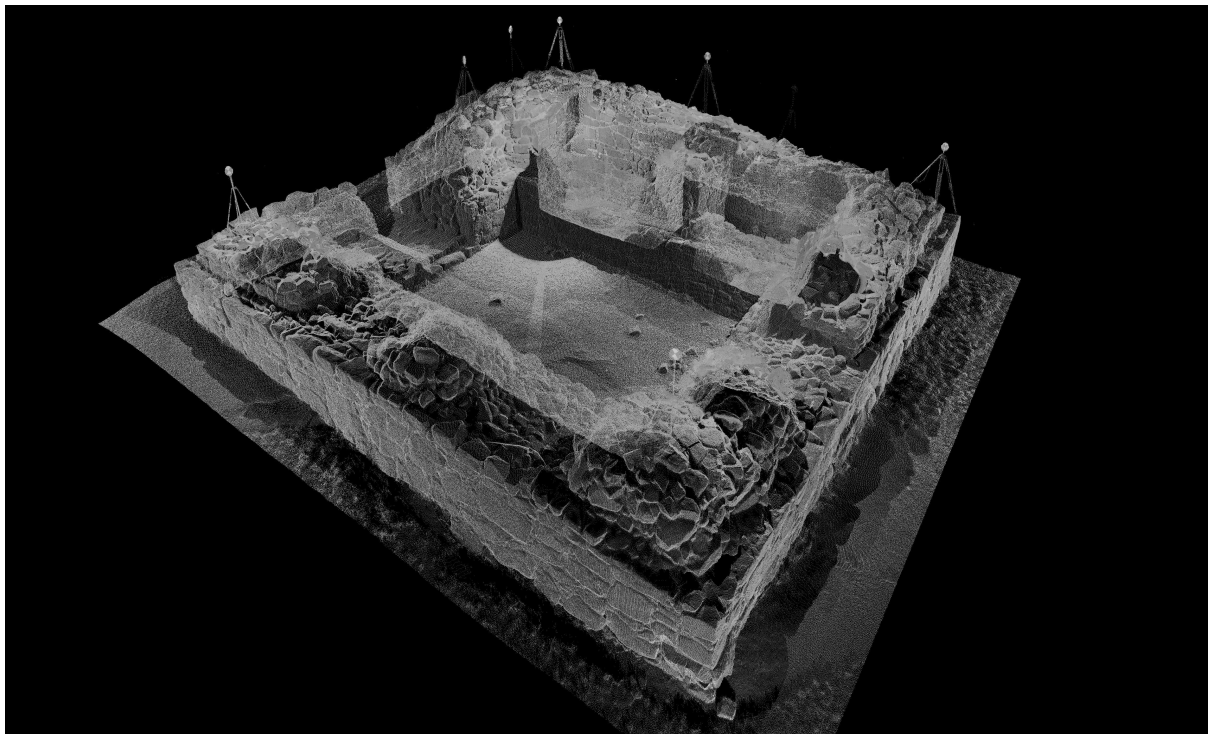
Selve laserskanningen ble gjennomført uten større problemer. Været var bra i størsteparten av prosjektperioden, noe som gjorde at skanningen kunne gjennomføres kontinuerlig og uten større avbrekk. I utgangspunktet var det meningen å skanne selve borganlegget samt landskapet rundt. Siden datasettene blir store, ble det bestemt å ikke slå sammen alle settene til én stor punkttsky. I stedet ble det som nevnt bestemt å sette sammen datasettene i deler, slik at hvert element i anlegget fikk en egen, sammensatt punkttsky.

## 3. Resultater fra skanningen

### 3.1 Resultater

Resultatene fra den første skanningen indikerer at datasettet vil gi oss grunnlaget for den hittil beste dokumentasjonen som så langt eksisterer av anlegget. Ut fra dette vil det være mulig å lage to- eller tredimensjonale uttegninger samt digitale 3D-modeller av ruinene. Punktskyen kan også brukes til å tegne snitt som viser vinkler og skjevheter i forhold til horizontal- og vertikalaksen, samt til andre bygningsdeler. Dataene gjør det også mulig å produsere tegninger med presisjon på millimeternivå. Dette gjør det blant annet mulig å sammenligne datasettet med eldre tegningsmateriale. Dokumentasjonen er også målestokkuavhengig, og tegninger kan dermed enkelt produseres i alle tenkelige størrelser og målestokker. Denne type tolkninger er i denne omgang ikke innarbeidet i dette arbeidet.

Skanningsdataene vil fungere som en ren tredimensjonal dokumentasjon av anlegget. I og med at skannet er georeferert mot utplasserte fastmerker vil det også kunne benyttes i overvåkningsøyemed, da man vil kunne sammenligne dette skannet med data fra eventuelle senere skanningsoppdrag. I tillegg til det klare overvåkingsperspektivet, fungerer datasettet også som en digital sikkerhets kopi av anlegget. Datasettet består av koordinater lagret i en fil i et generisk tekstformat (ASCII), noe som betyr at settet vil kunne åpnes og leses i et hvilket som helst tekstbehandlingsprogram, samt at det vil kunne analyseres og manipuleres i ulik programvare for behandling av tredimensjonal data (Ref. Paasche i aviskronikk).



Figur 4 – Eksempel på punktsky - Teglkastellet

### **3.2 Sluttleveranse**

Sluttleveransen for denne delen av prosjektet består av denne rapporten samt ferdigprosessert rådata fra de to skannerne, bildefiler og animasjoner. Rådataene fra skannerne er levert i ASCII-form og består av x, y og z-koordinater, intensitetsdata samt fargedata. Filene som leveres er i txt-format, men sluttleveransen inkluderer også filer i Leicas pts- og imp-format. Koordinatlisten i ASCII-format gjør at resultatet vil kunne leses av programvare i uanskelig framtid. Det er viktig at det lagres en sikkerhetskopi hos RA eller annet sted, slik at dette øyeblikksbildet av borganlegget blir bevart for evig tid (se for øvrig faktaboks nedenfor for mer informasjon om diverse lagringsformater).

Bildefilene er levert i jpg-format, mens de animerte sekvensene leveres i avi-format. Både bildefiler og animerte sekvenser kan leses med vanlige multimedieprogrammer, mens originalfilene krever spesialprogramvare samt meget kraftig PC beregnet på behandling av denne type data. Spesielt settes det her relativt store krav til prosessorkapasitet, minne og grafikkort. Det er en utfordring å legge fram denne type tredimensjonal dokumentasjon på tilfredsstillende vis i et todimensjonalt medium slik som en papirrapport, og det er nok først ved bruk av spesialtilpasset programvare at det er mulig å se det fulle potensialet av skanningsprosjektet.

### **3.3 Veien videre**

En videre sammenligning av tegninger fra laserskannet med eldre oppmålingsdata vil kunne være en interessant videreføring av prosjektet. Erfaringsmessig er det spesielt på detaljplan og i høyden avvik i disse datasettene vil kunne observeres. Dette er noe som relativt enkelt lar seg undersøke med datasettet fra laserskanningen som grunnlag.

En fullstendig uttegning eller 3D-modellering av anlegget vil være svært tidkrevende, og vil kreve spesialkompetanse innen dette fagfeltet. Derimot vil det relativt enkelt la seg gjøre å tegne ut utvalgte detaljer ved anlegget i to dimensjoner. Tidsbruken ved en slik uttegning vil være avhengig av detaljeringsnivået, noe som igjen avhenger av hva tegningene faktisk skal benyttes til. Det kan for eksempel tenkes at fremtidige restaureringsprosjekter vil trenge tegninger med svært høyt detaljeringsnivå av murverk, for på denne måten å kunne lettere tolke eller overvåke deler av anlegget over tid.

I en formidlingssammenheng, enten for TV eller internett vil imidlertid en mer fullstendig tredimensjonal uttegning eller modellering av anlegget og landskapet rundt være mer hensiktsmessig. Datasettet fra den terrestriske skanningen kan også kombineres med data fra flybåren laserskanning av området. Man vil på denne måten kunne tolke anlegget fra et mikroperspektiv hvor hver enkelt stein er dokumentert i detalj, til et makroperspektiv hvor man analyserer anleggets beliggenhet i forhold til landskapet rundt.

## **4. Konklusjon**

Laserskanningen av ruinanlegget på Slottsfjellet har gitt meget gode resultater. Datasettene gir et helt nytt utgangspunkt både for å jobbe med anlegget som helhet. Ser en resultatet under ett, får en her mye ut av relativt få dager ute i felt. Metodene er svært nøyaktige, og dersom en ser på manuelle metoder for å gjøre lignede arbeid, er det heller ingen tvil om at denne dokumentasjonsmetoden er særdeles kostnadseffektiv.

Datasettet vil i ettertid danne grunnlaget for en uttegning av anleggets murverk, og vil i framtiden kunne brukes til videre tolkningsarbeide, analyse og visualisering. I tillegg fungerer datasettet som en digital sikkerhets kopi av anlegget, hvor det tredimensjonale øyeblikksbildet vil kunne lagres for all framtid.



## 5. Litteratur

Gustavsen, L. (2009a) Laserskanning av søylerekken på Domkirkeodden, Hamar kommune, Hedmark. NIKU Oppdragsrapport 181

Gustavsen, L. (2009b) Laserskanning av Urnes stavkirke, Luster kommune, Sogn og Fjordane. NIKU Oppdragsrapport 180

Gustavsen, L. (2009c) Laserskanning av Selje kloster- og helgenanlegg, Selje kommune, Sogn og Fjordane. NIKU Oppdragsrapport 179

Paasche, K., V. Bischoff, et al. (2007). Rekonstruksjon av Osebergskipets form. Rapport Oslo, Roskilde, Tønsberg, Kulturhistorisk Museum, Stiftelsen Nytt Oseberg, Vikingeskibsmuseet.

Paasche, K. Kronikk i Stavanger Aftenblad 03.06.09

Risbøl, O., A.K. Gjertsen & K. Skare (2007) Flybåren laserskanning og kulturminner i skog. Ny teknologi i arkeologiens tjeneste. I: Kart og Plan, vol. 67, s. 78-90

## **6. Vedlegg**

### **A. Prosjektdeltakere**

#### *NIKU*

Knut Paasche – Prosjektansvarlig  
Lars Gustavsen – Prosjektleder  
Regin Meyer – Bygningsteknisk konsulent

#### *Geoplan 3D*

Odd Erik Mjørland – Oppmålingsingeniør  
Bjørn Magnus Stensby - Oppmålingsingeniør  
Eirik Ruden – Oppmålingsingeniør

### **B. Måleinstrumenter**

#### *Laserskannere*

Leica HDS6000 – faseskanner  
Leica C10 – pulsskanner

#### *Oppmålingsinstrumentering*

Leica 1200 totalstasjon  
Leica GPS

### **C. Programvare**

#### *Punktskybehandling*

Leica Cyclone 6.0

### **D. Fastmerker og målesystem**

Allerede etablerte fastmerker ble benyttet i forbindelse med laserskanningen, se separat rapport fra Geoplan 3D. Alle koordinater er oppgitt i UTM 32 (Euref89)

### **E. Mediedekning**

#### Nett-TV

<http://www.nrk.no/nyheter/distrikt/ostafjells/vestfold/1.7086998>

#### Trykte medier:

Tønsbergs Blad - "Laserscanner Slottsfjellet" 17. april 2010

## F. Faktabokser

### BRUK AV LASERSKANNING INNEN KULTURMINNEVERNET

#### Hva er laserskanning?

Laserteknologi har vært i bruk innen industri og forskning i over ti år. Det er imidlertid kun i de siste fem årene at kulturminneinstitusjoner rundt om i verden har fått generell tilgang til denne teknologien. Hensikten med laserskanning er å fremstille tredimensjonale overflater som kan viderebehandles og brukes til analyse og visualisering.

Innen kulturminnevernet skannes det både fra fly og bakke, og alle typer objekter alt fra gravhauger i landskapet til bygninger, kulturskatter og dokumentasjon ved arkeologiske undersøkelser.

Det finnes flere typer laserskannere på dagens marked. Felles for instrumentene er at teknologien er basert på emisjon av lys. Laser står for *light amplification by stimulated emission of radiation*. Det er altså en optisk strålingskilde hvor strålingen forsterkes ved såkalt stimulert emisjon. Laserstråler kjennetegnes ved at den normalt er sterkt konsentrert, har meget liten spredningsvinkel og strålediameter og er ensfarget. Laser brukes i måleinstrument innen mange ulike områder innen industri, transport, forskning og det militære der det kan brukes til å måle blant annet avstand, hastighet og akselerasjon.

Datainnhenting ved hjelp av en laserskanner foregår ved at laserpulser sendes ut mot objektet som skal dokumenteres. Når disse treffer objektet, reflekteres de og instrumentet kan måle forskjellige egenskaper ved retursignalene. Enkelte laserskannere tar tiden fra signalet emitteres til retursignalet når instrumentet. Etersom lysets hastighet er kjent kan derfor denne tiden omregnes til avstand.

#### Fordeler ved laserskanning:

Det er en rekke fordeler med laserskanning sammenlignet med tradisjonell måling og håndtegnning. Laserskanning er en berøringsfri teknologi som i minimal grad påvirker objektet som skal dokumenteres. I tillegg går datasamlingen i felt svært raskt og effektivt, og er derfor kostnadsbesparende. Skannerne som brukes til landskaps- og bygg-/objektskanning opererer innenfor laserklasse 3 som anses som ufarlig for mennesker. Laserstrålene som sendes ut fra instrumentene har en punktflate på noen få millimeter og hver stråle belyser objektet kun i få mikrosekunder.

Viktig for kulturminnevernet er at utstyret er bærbart og at måleresultater er nøyaktige. Siden dataene knyttes til eksterne fastmerker er de også etterprøvbare. Dette er svært viktig i en overvåkningssituasjon. Man kan for eksempel skanne et helleristningsfelt som er utsatt for vær, vind og annen slitasje. Etter noen år kan man komme tilbake og gjennomføre et tilsvarende skann, knyttet til de samme fastmerkene som det første. Deretter kan man sammenligne de to skannene for å se hvor slitasjen er størst, for deretter å sette i gang tiltak for å begrense skadene.

#### Hva kan vi gjøre med dataene?

I tillegg til det klare overvåkingsperspektivet som følger av gjentagende skann av samme objekt, vil skannet fungere som en sikkerhets kopi av det skannede kulturminnet. Videre vil den gi grunnlag for nøyaktige uttegninger av hele eller deler av det inskannede objektet i to eller tre dimensjoner.

Laserskanning fra fly og ved hjelp av bakkeskanner gir oss grunnlaget for å på en svært effektiv måte kunne analysere og tolke et landskap. Man har for eksempel mulighet til å fjerne data fra vegetasjonen i området, og kan således "se" gjennom trekroner og løvverk.

Data kan skyggelegges og høydeforskjeller kan manipuleres slik at man får fram detaljer i landskapet som ikke kan sees på flyfoto eller med det blotte øye. Dataene kan også legges inn i et geografisk informasjonssystem (GIS) hvor det kan kombineres med andre data for videre analyse. I tillegg kan man fargesette kartet slik at endringer i høyde eller helningsgrad kan forsterkes.

### Eksempler på andre bruksområder

- **Dokumentasjon**
  - Ruiner, stavkirker og andre historiske bygg
  - Gjenstander som for eksempel kirkekunst
- **Sikkerhetskopi**
  - Alle typer kulturminner
- **Miljøovervåking:**
  - Ruiner under forvitring,
  - Bygninger i bevegelse
  - Kulturminner i landskapet
  - Arkeologiske gjenstander under forringelse
- **Forskning**
  - Deling av nøyaktig dokumenterte objekter over nett
- **Formidling**
  - Animasjoner, rekonstruksjoner i museet, på trykk eller via internett

### Laserskanning per 2009

Et viktig moment før man foretar en skanning er å vite hva slags instrumenter man bør benytte seg av og hva man ønsker å få ut av skanningsdataene. Det finnes flere forskjellige typer skannere, og det er viktig at instrumentet passer til oppgaven. Denne teknologien utvikles imidlertid år for år, og skanneren som var i toppklassen i fjor er gammel i år. I skrivende stund (2009) er eksempelvis skannere med realistisk fargegjengivelse i ferd med å bli standard.

### Skanning hos NIKU

Det har vært kjørt prosjekter på skanning som registrerings- og dokumentasjonsmetode fra fly over flere år. Videre skal dette kombineres med innskanning av kulturminner også fra bakken. Nytt av året er at vi nå vil kombinere alle disse registreringsmetodene inn mot større registreringsprosjekter, som vei og jernbane i fylkeskommunene.

NIKU satser nå bredt på videreutvikling av disse metodene, og tjenesten tilbys nå også utad mot våre kunder og samarbeidspartnere. Vi har investert både i utdanning av personale, maskinvare og programvare. Ikke minst har vi også bygget opp et nettverk med flere ulike samarbeidspartnere som gjør at vi etter hvert kan levere bredt innen dette feltet. Vi har sterk tro på at kombinasjonen satellittbilder, fly- og bakkeskanning samt ulike geofysiske metoder vil gi meget gode resultater inn mot registrering av arkeologiske kulturminner både på og under bakken.

Målet må være at kulturminneforvaltningen, ved at en i større grad å benytte mer høyteknologiske metoder, kan bli mer effektiv i felt. Samtidig vil vi oppnå bedre arkeologifaglig- og forvaltningsmessige resultater. Kanskje den viktigste delen av dette prosjektet er NIKUs kombinasjonen av høy kulturfaglig kompetanse og spisskompetanse på skanning og datateknologi. Det er møtet mellom to fagfelt som her skaper resultater både for forskning, forvaltning og i bevaringssammenheng.

**Noen fakta:****NIKU benytter en rekke ulike typer skannere:***Landskap***Long-range pulsskanner** (eks. Trimble GS200)

Effektiv rekkevidde inntil ca. 200m

Maks 6.5mm avvik på 200m

Data: ASCII

*Bygg/objekt***Faseskanner** (eks. Leica HDS6000)

Effektiv rekkevidde mellom 1 og 25m

Maks 6mm avvik på 1-25m

Maks 10mm avvik på 25-50m

Data: ASCII

*Gjenstand***Optisk skanner** (eks. GOM Atos III)

Effektiv rekkevidde inntil 2m

**Forskjellige laserinstrumenter – forskjellige formål**

**Pulsbasert skanner:** Såkalt *time-of-flight* skanner, hvor instrumentet måler tiden det tar fra strålen blir sendt ut fra instrumentet til den kommer tilbake. Ut i fra dette prinsippet kan avstanden til det skannede objektet beregnes. Disse instrumentene måler store områder svært raskt, men har noe lavere oppløsning enn andre skannere. Eksempler på pulsbaserte skannere: Leica ScanStation, Trimble GS200

**Fasebasert skanner:** En type skanner som sammenligner bølgelengden i returstrålen med strålen som ble sendt ut, og som på denne måten beregner avstand til det skannede objektet. Fasebaserte skannere har begrenset rekkevidde, men er raske og opererer med relativt høy oppløsning. Eksempel på fasebasert skanner: Leica HDS6000

**Optisk skanner:** En skanner som ved hjelp av kameraer, projisert lys og triangulering innhenter tredimensjonal informasjon. Ved hjelp av denne typen instrument kan man oppnå detaljnivå ned til 1/200 av en millimeter. Oppsett og skanning tar imidlertid lang tid og instrumentet er ikke spesielt egnet for feltarbeid. Eksempel på optisk skanner: GOM Atos III

**Hva er laser?**

Laser står for *light amplification by stimulated emission of radiation*. Altså en optisk strålingskilde hvor strålingen forsterkes ved stimulert emisjon. Laserstråler kjennetegnes ved at de normalt er sterkt konsentrert, har meget liten spredningsvinkel og strålediameter og er ensfarget. Laser brukes i måleinstrument innen mange ulike områder, der det brukes til å måle blant annet avstand, hastighet og akselerasjon.

**Lasersikkerhet og laserklasser**

Laserskannere som brukes av NIKU og våre underleverandører er alle klassifisert og merket i samsvar med strålevernforskriften og normen NEK EN 60825-1 (IEC 60825-1). Denne forskriften sikrer sikker bruk av laserinstrumenter

Puls- og fasebaserte laserskannere opererer innenfor laserklassene 2 til 3R. Innenfor disse klassene kan en laserskanner opereres uten behov for ekstra sikkerhetsutstyr.

**Dataveranser og dataformat**

NIKU leverer som standard rådata i forskjellige formater avhengig av type prosjekt og type skanner.

STL Stereolitografifil som beskriver en overflate i 3D  
 TXT Egendefinert ASCII-format  
 PTS Standardformat fra Leica. Inneholder x, y og z koordinater samt intensitetsinformasjon fra laserskanneren

Andre filformater kan også leveres dersom dette er ønskelig. NIKU garanterer for inntil 3 års lagring av rådata, mens tiltakshaver står som ansvarlig for lagring utover dette tidsrommet.