

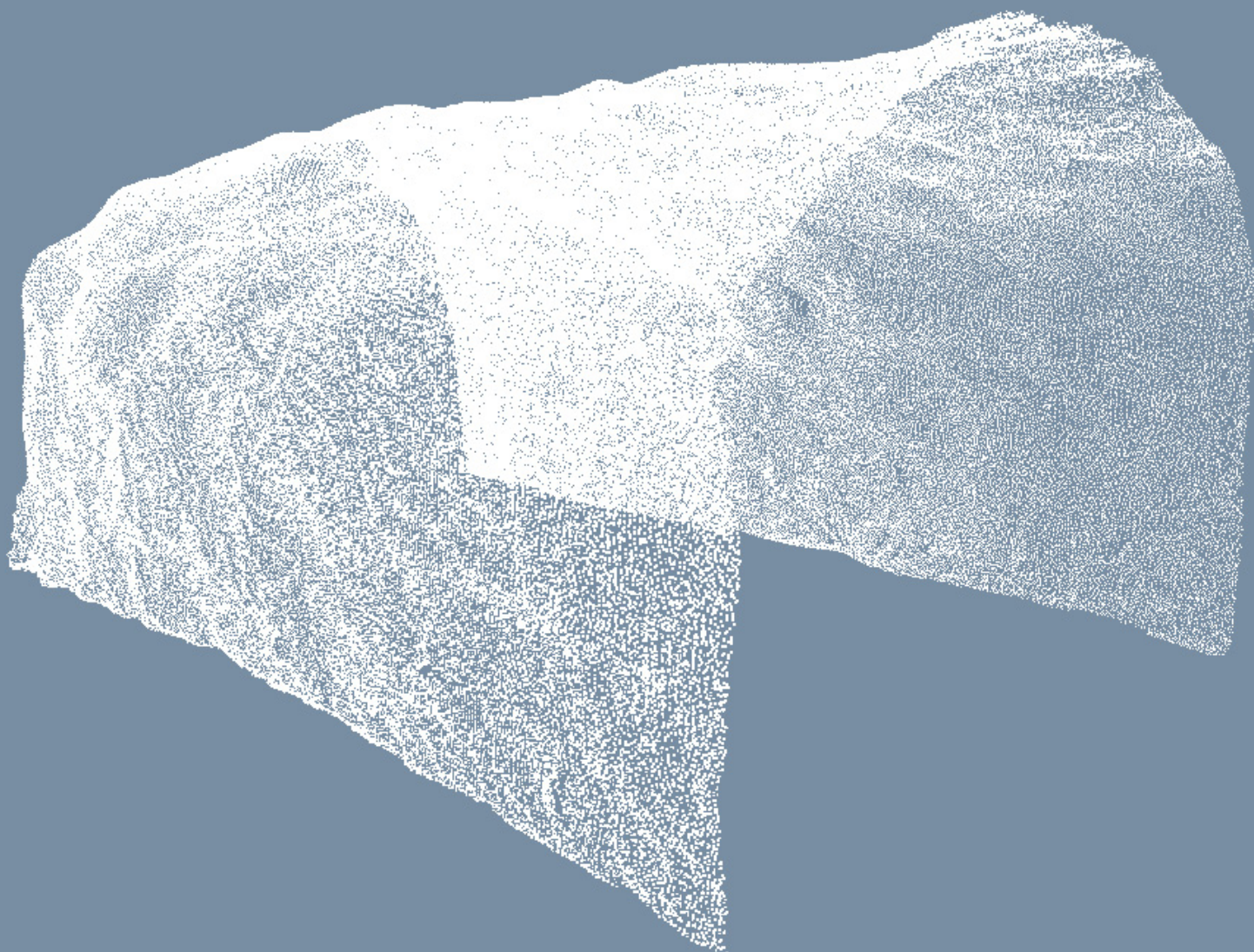


Statens vegvesen

# Laserscanning av sprøytebetongtykkelse i tunnel

Statens vegvesens rapporter

Nr.104



Vegdirektoratet  
Trafikksikkerhet, miljø- og teknologiavdelingen  
Tunnel og betong  
juli 2012

## Tittel

## Title

Applying laser scanners to verify shotcrete thickness in tunnels

## Undertittel

## Subtitle

## Forfatter

Jørgen Stenerud

## Author

Jørgen Stenerud

## Avdeling

Trafikksikkerhet, miljø- og teknologiavdelingen

## Department

Trafikksikkerhet, miljø- og teknologiavdelingen

## Seksjon

Tunnel og betong

## Section

Tunnel og betong

## Prosjektnummer

600528

## Project number

600528

## Rapportnummer

Nr. 104

## Report number

No.104

## Prosjektleder

Alf Kveen

## Project manager

## Godkjent av

Alf Kveen

## Approved by

Alf Kveen

## Emneord

laserscanning, laserscanner, laserprofilering, tykkelseskontroll, sprøytebetong, sprøytebetongtykkelse, tunnel, Runehamar

## Key words

laser, scanning, scanner, profiling, profiler, shotcrete, sprayed, concrete, thickness, tunnel, Runehamar

## Sammendrag

Rapporten omhandler et FoU-prosjekt gjennomført i Runehamar testtunnel våren 2009. Hensikten med prosjektet var å undersøke om høyoppløselig laserscanning kan benyttes som metode for å kontrollere sprøytebetongtykkelse i tunnel. Tykkelseskontroll er utført med lasermåling før og etter påføring av sprøytebetong, samt ved utboring av kjerneprøver. På grunn av at målingene ble gjort i et område som allerede var dekket av gammel sprøytebetong, har ikke prosjektet lyktes i å produsere de ønskede resultatene. Det anbefales derfor å gjøre et nytt forsøk basert på et testoppsett skissert i denne rapporten. Resultatene antyder imidlertid at oppløsningen på lasermålingene er av begrenset betydning ved beregning av gjennomsnittstykkelse og volum av sprøytebetongen.

## Summary

This report is the result of a research project carried out in the Runehamar test tunnel during spring 2009. The scope of the project was to determine whether or not high resolution laser scanning can be applied to verify shotcrete thickness in tunnels. Thickness testing has been done by scanning the tunnel perimeter both before and after applying sprayed concrete. Core samples have also been retrieved to determine shotcrete thickness. Due to the fact that the samples were taken in an area where shotcrete had previously been applied, the project has not succeeded in producing the desired results. A new research project should be initialized based on the setup outlined in this report. The results do however indicate that the resolution of the laser measurements is of limited importance when calculating mean shotcrete thickness and shotcrete volume.

# Innhold

<b>1 BAKGRUNN .....</b>	<b>2</b>
<b>2 FORMÅL.....</b>	<b>2</b>
<b>3 PROSJEKTBEKRIVELSE.....</b>	<b>2</b>
3.1 FORSØKSFELT.....	2
3.2 LASERMÅLINGER.....	3
3.3 KJERNEBORINGER.....	3
3.4 BEREGNINGER.....	4
<b>4 FEILKILDER.....</b>	<b>5</b>
<b>5 RESULTATER.....</b>	<b>5</b>
<b>6 KONKLUSJON.....</b>	<b>8</b>
<b>7 FORSLAG TIL VIDERE ARBEID.....</b>	<b>8</b>
VEDLEGG I    TYKKELSER I OMRÅDE MED BORMØNSTER 1x1 M.....	9
VEDLEGG II    TYKKELSER I OMRÅDE MED BORMØNSTER 25x25C M .....	12

# 1 Bakgrunn

Det anslås at Statens vegvesen har hatt et årlig forbruk av sprøytebetong i tunnel på mellom 70 000 og 80 000 m<sup>3</sup> de siste årene. Tykkelsen av sprøytebetongen har tradisjonelt sett vært kontrollert ved å bore gjennom sprøytebetongen med håndholdt bormaskin og deretter måle tykkelsen med tommestokk. Denne metoden er tidkrevende og til dels upålitelig, og gjennomføres for det meste som sporadisk stikkprøvekontroll. Det er derfor ønskelig å finne ut om moderne høyoppløselige laserscannere kan benyttes til å måle sprøytebetongtykkelsen i tunnel.

# 2 Formål

Formålet med forsøket har vært å undersøke sammenhengen mellom sprøytebetongtykkelse målt med laserscanner og målt lengde av utborede sprøytebetongkjerner. Det er sett på målinger utført med to forskjellige scannere med ulik oppløsning. Målet har vært å verifisere om laserscanning kan benyttes som metode for å registrere sprøytebetongtykkelse i tunnel.

# 3 Prosjektbeskrivelse

## 3.1 Forsøksfelt

I mai 2009 ble det opprettet et forsøksfelt i Runehamar testtunnel, der det ble påført om lag 85 m<sup>3</sup> sprøytebetong i et areal på 370 m<sup>2</sup>. Det er opprettet et lokalt koordinatsystem i forbindelse med forsøket. Forsøksfeltet strekker seg fra profil 75 til 115. Tunnelkonturen ble målt inn med to ulike laserscannere både før og etter sprøyting. Deretter ble det boret ut kjerner i et forhåndsbestemt mønster.



**Figur 1** Forsøksfeltet i Runehamartunnelen. (Foto: Bever Control AS)

### 3.2 Lasermålinger

Lasermålingene er utført av Skanska Survey AS og Bever Control AS. Bever Control har benyttet en standard Bever 3D Win profiler, og har scannet i et rutenett på 10x10 cm før sprøyting og 10x25 cm etter sprøyting. Skanska Survey AS har utført målingene sine med en høyoppløselig laserscanner av ukjent merke, med en oppløsning på 2x2 cm både før og etter sprøyting. Alle målingene er georeferert med totalstasjon i et lokalt koordinatsystem.



Figur 2 Bever 3D Win profiler montert på tilhenger. (Foto: Bever Control AS)

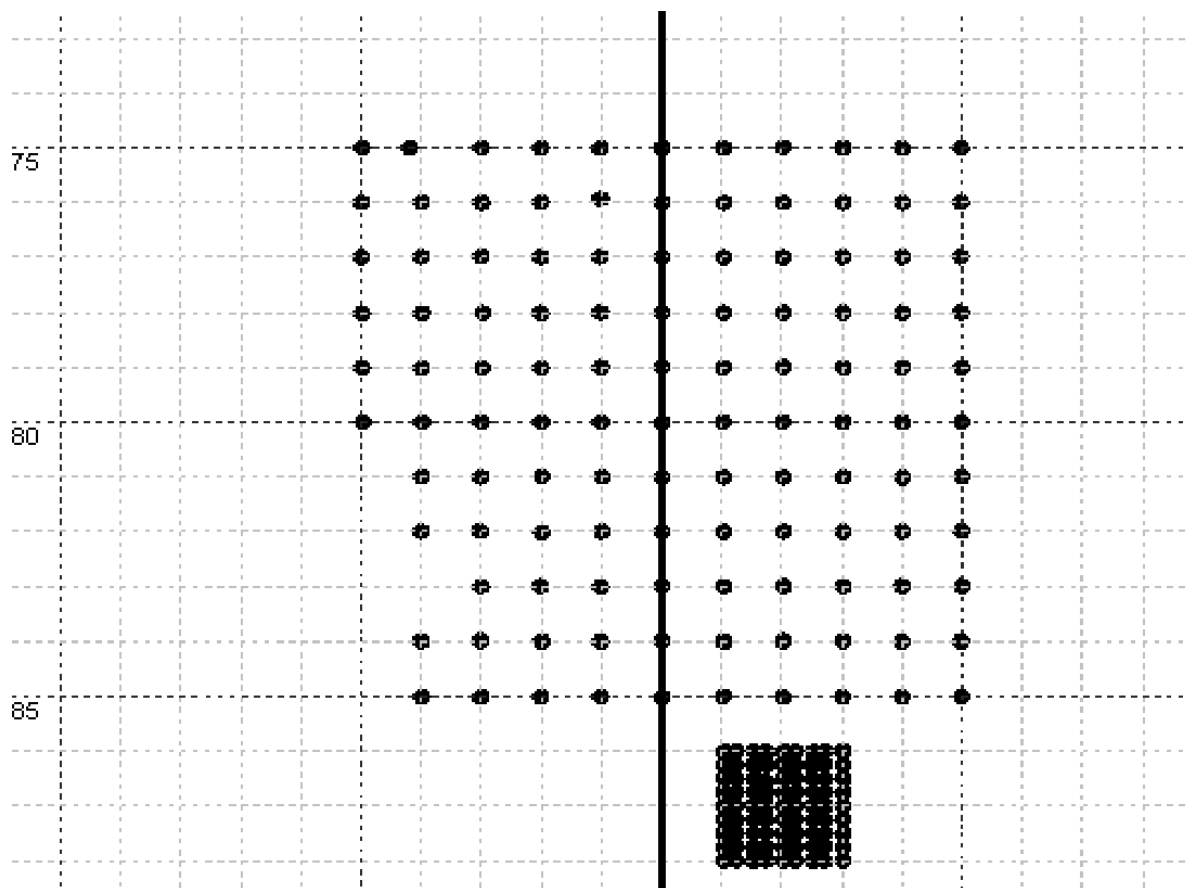
### 3.3 Kjerneboringer

Det ble boret ut totalt 196 kjerner av sprøytebetongen i et forhåndsbestemt rutemønster. Skanska Survey AS målte inn hvert enkelt punkt før boring.

Mellom profil 75 og 85 ble det boret ut 115 kjerner i et mønster på 1x1 m. Mellom profil 86 og 88 ble det boret ut 81 kjerner i et mønster på 25x25 cm. Figuren på neste side viser boremønsteret i utbrettet profil.

Kjerneboringene ble utført fra lift med LCD Core Drill levert av Atlas Copco. Det ble boret med dimensjonene 28 mm, 32 mm, 35 mm, 45 mm, og 54 mm. Etter uttak av prøvene ble de registrert og fotografert. Lengden av borkjernene ble målt med målebånd.



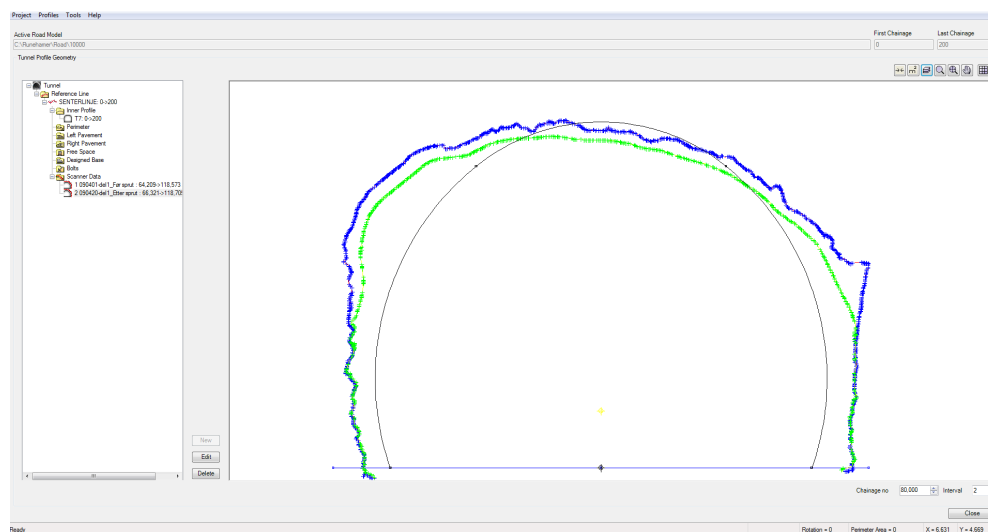


Figur 3 Utbrettet tunnelprofil med oversikt over de innmålte kjerneborhullene.

### 3.4 Beregninger

Sprøytebetongtykkelsen ifra de laserscannede profilene er målt i Novapoint Tunnel. Tykkelsen er målt på tverrprofil i alle punkter der kjerneboringene ble utført, og resultatene er ført manuelt over i Microsoft Excel. Statistiske beregninger er utført i Excel.

Bever Control AS har utført volumberegninger i Bever Team Office 3.



Figur 4 Novapoint Tunnel. Tverrprofil før (blå) og etter (grønn) sprøyting.

## 4 Feilkilder

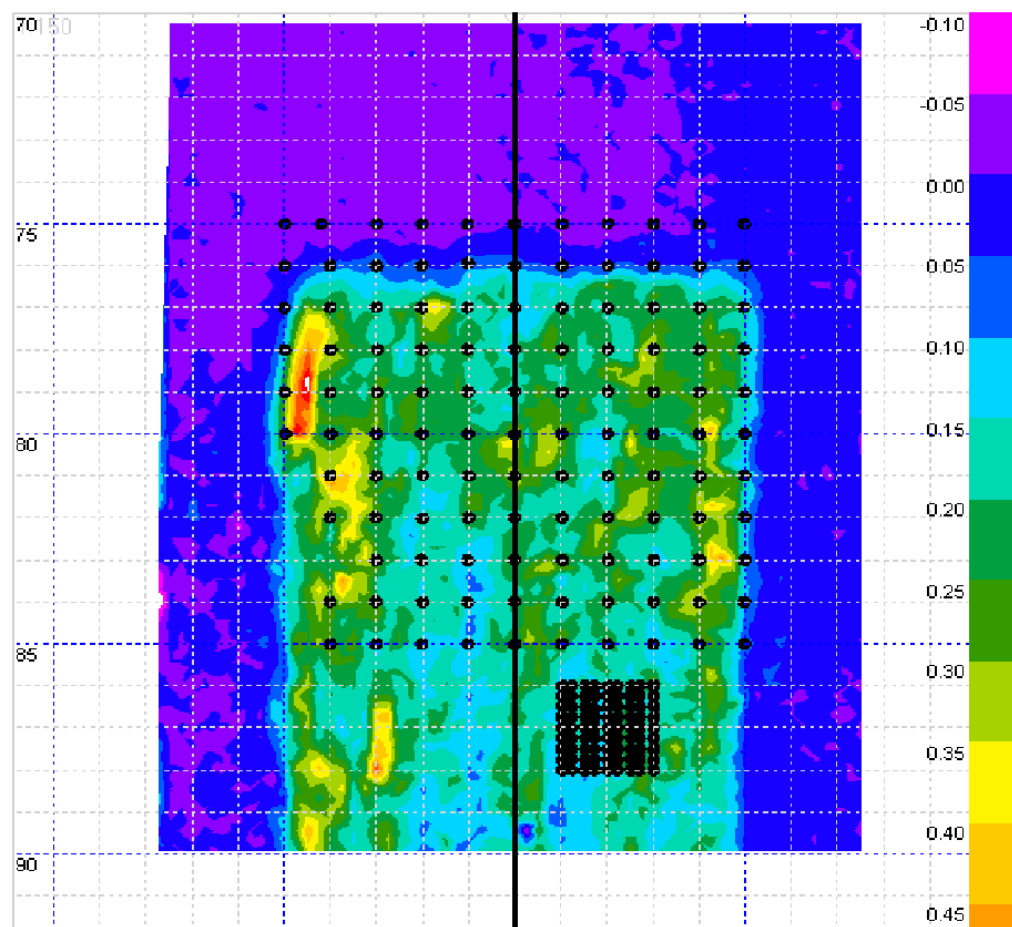
Under bearbeidelse av resultatene ble det oppdaget at forsøket er utført i et område som allerede har vært helt eller delvis dekket av gammel sprøytebetong. Det har ikke latt seg gjøre å sikkert fastslå overgangen mellom gammel og ny sprøytebetong ved å se på borkjernene. Boringene kan derfor ikke sammenlignes med lasermålingene.

Måling av sprøytebetongtykkelse med målebånd på borkjerner er unøyaktig fordi overgangen mellom sprøytebetong og berg er skrå og ujevn. I noen tilfeller varierer sprøytebetongtykkelsen med flere centimeter innenfor en kerne. I tillegg har mange av kjernene vært oppdelt i flere bruddstykker. Forskjellen mellom scannet og målt tykkelse kan ventes å være så mye som 4-5 cm i enkelte tilfeller som følge av dette.

Nøyaktigheten på oppstillingen av måleutstyret er en usikkerhet ved laserscanning. I dette forsøket er nøyaktigheten i oppstillingen ukjent, men usikkerheten antas å være i millimeter størrelse. Det er heller ikke bekreftet om det er benyttet samme koordinatsystem og samme tverrfall som referanse i de forskjellige målingene.

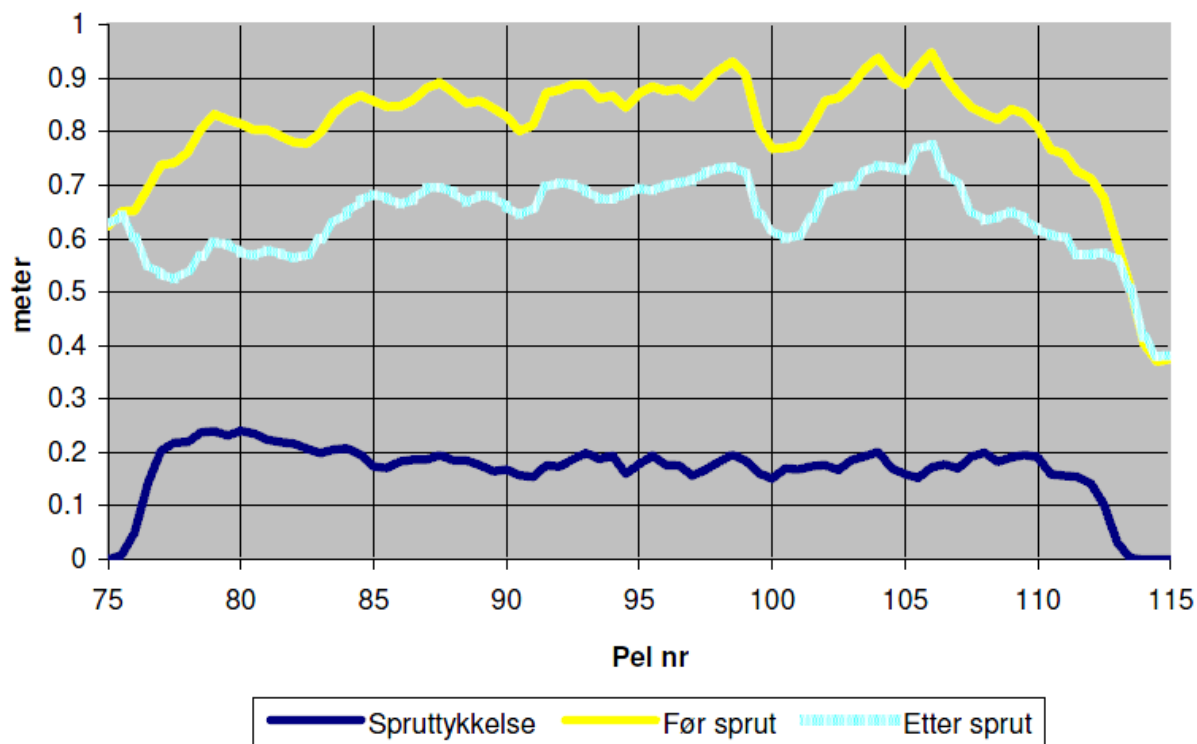
## 5 Resultater

Figuren under viser resultatet fra Bever Control AS sine lasermålinger. Her kommer det fram at de to første rastene med kerneborhull er plassert i et område som ikke ble sprøytet under forsøket.

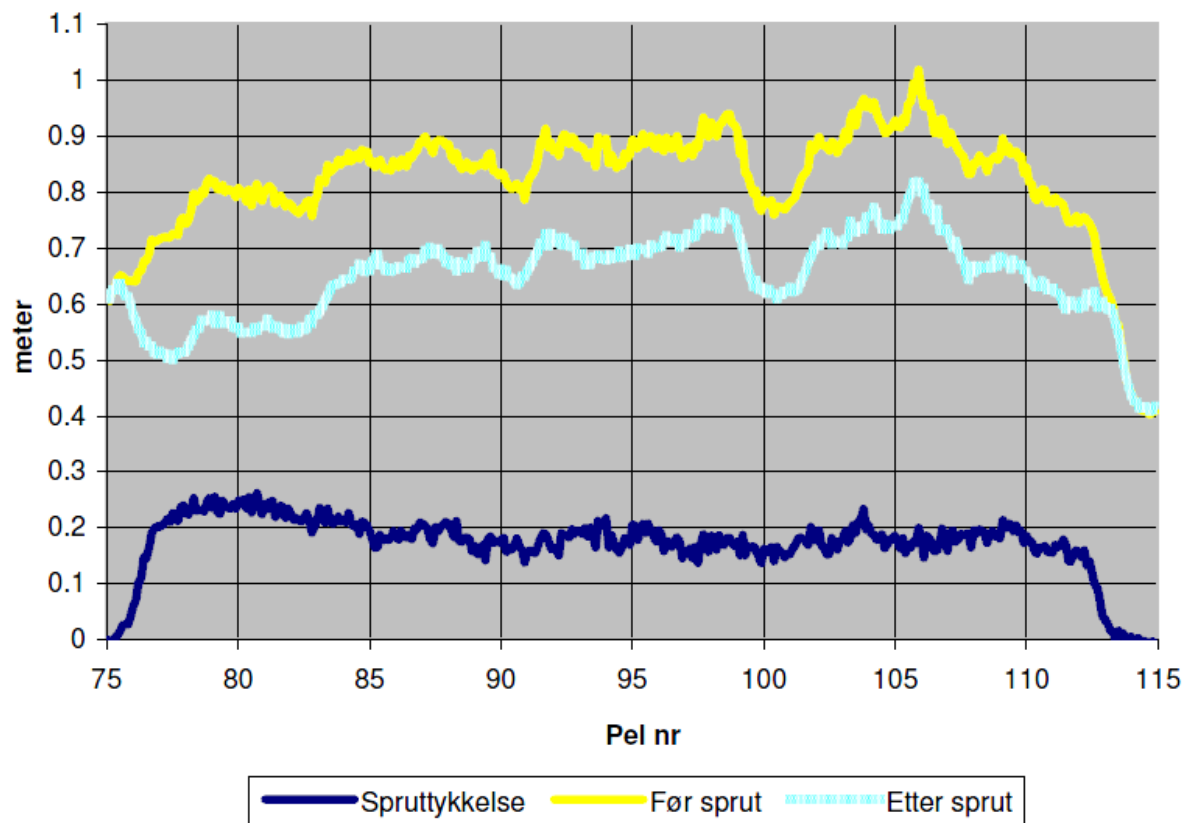


Figur 5 Utbrettet flatekart som viser scannet sprøytebetongtykkelse (Bever Control AS)

Figurene under viser en grafisk framstilling av scannet sprøytebetongtykkelse målt med ulike oppløsninger.



Figur 6 Sprøytebetongtykkelse målt av Bever Control AS med oppløsning 10x10 cm. (Bever Control AS)



Figur 7 Sprøytebetongtykkelse målt av Skanska Survey AS med oppløsning 2x2 cm. (Bever Control AS)



For videre bearbeidelse av resultatene ble det valgt å dele inn dataene etter de to områdene med kjerneboringer. Dataene fra området med bormønster 1x1 m ble behandlet separat fra dataene i området med bormønster 25x25 cm. En komplett oversikt over dataene er gjengitt i vedlegg 1 og vedlegg 2.

Tabell 1 viser beregnede gjennomsnittstykkelser oppnådd med de ulike målemetodene. Differansen mellom de to lasermålingene utgjør henholdsvis 6 mm og 1 mm. Dette antyder at den store forskjellen i oppløsningen på lasermålingene ikke gir noe stort utslag ved gjennomsnittsberegninger.

Målt gjennomsnittstykkelse målt på borkjernene avviker med inntil 27 mm fra lasermålingene. Et stort avvik er forventet med tanke på de store usikkerhetene knyttet til sprøytebetongtykkelsen målt på borkjernene i dette forsøket.

**Tabell 1 Gjennomsnittstykkelser med de ulike målemetodene [mm]**

	Skanska	Bever	Borkjerner
Område 1x1 m	210	204	225
Område 25x25 cm	165	166	192

For få frem unøyaktigheten ved de ulike metodene ble alle enkeltdifferansene mellom scannet tykkelse og målt kjernelengde beregnet. En oppsummering av resultatet er presentert i tabell 2. Tallene viser at den akkumulerte målefeilen i dette forsøket er enorm. Flere enkeltmålinger har hatt et avvik på så mye som 20 cm. Dette skyldes at sprøytebetongtykkelsen ikke har kunnet la seg måle på borkjernene på grunn av sprøyting i områder med gammel sprøytebetong. Den store differansen mellom de to ulike lasermålingene antyder også at oppløsningen kan være av betydning ved måling av sprøytebetongtykkelse i enkeltpunkter, men det kan ikke sies noe om hvilken oppløsning som er egnet til dette formålet.

**Tabell 2 Akkumulert avvik ifra målt kjernelengde [mm]**

	Skanska	Bever
Område 1x1 m	1270	5003
Område 25x25 cm	2223	2094

Bever Control AS har gjort volumberegninger av sprøytebetongen basert på lasermålingene. Tabell 3 viser resultatet fra beregningene. Differansen i volum mellom de to ulike metodene er på 1,3 m<sup>3</sup>, noe som utgjør 1,54 %. Dette antyder at oppløsningen ikke er av vesentlig betydning dersom formålet med lasermålingene er å beregne volum av sprøytebetongen. Det kan ikke sies noe om i hvilken grad det beregnede volumet sammenfaller med faktisk påsprøytet volum, ettersom det ikke finnes informasjon om betongleveransen.

**Tabell 2 Beregnet volum av sprøytebetong [m<sup>3</sup>]**

	Skanska	Bever	Differanse
Beregnet volum	85,79	84,49	1,3

## 6 Konklusjon

Dette forsøket er ikke egnet til å verifisere sammenhengen mellom scannet sprøytebetongtykkelse og målt sprøytebetongtykkelse på borkjerner, fordi forsøket er utført i et område som allerede var helt eller delvis dekket av gammel sprøytebetong. Forslag til et nytt testoppsett er skissert i neste kapittel.

Resultatene tilsier at oppløsningen på laserscanningen ikke er av vesentlig betydning ved beregning av gjennomsnittstykkelser eller volumer av sprøytebetong.

På bakgrunn av erfaringene som er gjort med behandling av scannerdataene i dette forsøket anbefales en oppløsning på 10x10 cm for laserscanning i tunnel. Dette gir tilstrekkelig nøyaktighet samtidig som det gir håndterbare datamengder.

## 7 Forslag til videre arbeid

For å kunne avgjøre om laserscanning er en egnet metode for å måle sprøytebetongtykkelse i tunnel må det settes opp et nytt forsøk. Det vil være hensiktsmessig å utføre forsøket som et FoU-prosjekt i samarbeid med et pågående tunnelprosjekt der laserscanning er tatt inn i kontrakten og allerede er en del av den daglige rutinen på anlegget. Det er en forutsetning med tett oppfølging på anlegget under forsøket.

Lasermålingene anbefales utført med høyoppløselig laserscanner i et rutemønster på 2x2 cm både før og etter sprøyting. Oppløsningen kan deretter reduseres ved bruk av programvare for behandling av punktdata, slik at det er mulig å analysere data med ulik oppløsning uten innvirkning fra andre feilkilder. Statistiske beregninger bør gjøres for datasett med oppløsning 2x2 cm, 5x5 cm, 10x10 cm og 25x25 cm, for å kunne si noe om hvilken oppløsning som gir den ønskede graden av nøyaktighet. Det bør legges vekt på nøyaktig georeferering av målingene, og usikkerheten på georefereringen bør tallfestes. Det vil være tilstrekkelig å utføre målingene med utstyr fra én produsent.

Sprøytingen bør utføres i et begrenset område over en tunnallengde på ca. 10 m. Nøyaktig profilnummer for start og slutt sprøyting må registreres og merkes opp i tunnelen. Sprøytingen bør utføres i én omgang og det anbefales å sprøyte i en tykkelse på 8-15 cm. Dersom det gjøres en prelltapmåling under sprøytingen og det føres oversikt over levert volum av sprøytebetong, får man et godt grunnlag for å sammenligne volumberegninger.

Innenfor det sprøytede området kan det bores ut 100 kjerner i et rutemønster på 0,5x0,5 m. Nøyaktig plassering av borpunktene må settes ut med totalstasjon før boring, fortrinnsvis under samme oppstilling som ved scanningen. Det bør tilstrebes å ta ut kjernene med senter nøyaktig i det innmålte punktet, slik at sprøytebetongtykkelsen kan måles i senter av borkjernene dersom overgangen mellom fjell og sprøytebetong er skrå. Kjernene må gis en unik id, som er den samme under hele forsøket.

Data som samles inn under forsøket:

- Punktdata fra scanning på bart fjell før sprøyting (xyz-format)
- Punktdata fra scanning etter sprøyting (xyz-format)
- Innmålt plassering av borehull, med unik id for hvert enkelt punkt (kof-format)
- Sprøytebetongtykkelse registrert fra borkjerner, med id som i kof-fil
- Foto av kjerner med målestokk og id
- Sprøytebetongsedler fra betongleverandør
- Resultat av prelltapmåling

## Vedlegg I Tykkelser i område med bormønster 1x1 m

Borehul	X	y	z	Tykkelse Skanska [mm]	Tykkelse Bever [mm]	Kjernetykkelse [mm]	Differanse Skanska [mm]	Differanse Bever [mm]
a01	75.004	-4.191	2.824	0				
a02	75.005	-4.003	3.798	0				
a03	74.999	-3.007	4.692	0				
a04	75.005	-2.072	5.247	0				
a05	75.009	-1.089	5.709	0				
a06	75.004	0.010	6.023	0				
a07	75.004	1.120	5.826	0				
a08	74.994	2.189	5.460	0				
a09	74.999	3.240	4.936	0				
a10	75.005	4.303	4.222	0				
a11	75.005	4.428	2.893	0				
b01	76.000	-4.093	2.792	0				
b02	75.995	-3.870	3.946	0				
b03	76.008	-2.989	4.682	0				
b04	76.002	-2.062	5.230	0				
b05	75.935	-1.072	5.647	0				
b06	75.999	0.006	5.916	0				
b07	76.004	1.143	5.902	0				
b08	76.000	2.166	5.427	0				
b09	76.006	3.339	5.037	0				
b10	76.003	4.265	4.196	0				
b11	76.003	4.375	2.880	0				
c01	77.005	-4.021	2.773	0				
c02	76.997	-3.751	3.872	60				
c03	76.990	-2.994	4.671	95				
c04	77.002	-2.045	5.194	63				
c05	76.995	-1.069	5.609	85				
c06	77.003	0.001	5.878	52				
c07	77.008	1.121	5.833	42				
c08	77.006	2.156	5.419	52				
c09	77.003	3.278	4.991	50				
c10	76.999	4.105	4.098	48				
c11	76.997	4.282	2.859	56				
d01	78.004	-4.181	2.820	0	0	145	145	145
d02	78.005	-3.767	3.890	236	182	325	89	143
d03	77.996	-2.992	4.701	171	157	220	49	63
d04	78.005	-2.083	5.267	360	324	283	-77	-41
d05	77.991	-1.067	5.625	206	184	217	11	33
d06	78.002	-0.002	5.782	137	155	170	33	15
d07	77.999	1.120	5.825	195	180	187	-8	7
d08	77.994	2.181	5.452	203	234	220	17	-14

d09	77.994	3.271	4.969	210	200	330	120	130
d10	77.999	4.117	4.109	200		215	15	215
d11	77.993	4.237	2.845	144		157	13	157
e01	79.000	-4.334	2.858	124	120	265	141	145
e02	79.008	-3.801	3.897	311	305	295	-16	-10
e03	79.005	-2.957	4.653	200	165	330	130	165
e04	79.006	-2.060	5.234	240	165	252	12	87
e05	78.995	-1.051	5.565	207	220	222	15	2
e06	78.999	-0.005	5.742	157	134	180	23	46
e07	79.000	1.105	5.793	227	250	190	-37	-60
e08	78.988	2.229	5.544	204	185	215	11	30
e09	79.004	3.379	5.085	330	308	260	-70	-48
e10	79.002	4.166	4.136	232		225	-7	225
e11	78.998	4.243	2.841	182		140	-42	140
f01	80.003	-4.432	2.895	255	185	280	25	95
f02	80.001	-3.763	3.888	250	242	300	50	58
f03	79.996	-2.969	4.647	300	290	280	-20	-10
f04	79.993	-2.025	5.176	230	222	320	90	98
f05	79.998	-1.033	5.484	230	238	280	50	42
f06	80.005	-0.003	5.700	170	156	380	210	224
f07	79.999	1.104	5.780	205	173	295	90	122
f08	79.993	2.200	5.502	195	200	162	-33	-38
f09	80.000	3.347	5.058	255	250	206	-49	-44
f10	80.002	4.122	4.104	236		350	114	350
f11	80.002	4.206	2.830	143		165	22	165
g02	80.998	-3.761	3.876	190	263	285	95	22
g03	81.007	-2.961	4.635	260	240	270	10	30
g04	80.994	-1.978	5.089	250	235	215	-35	-20
g05	81.002	-1.006	5.423	250	182	205	-45	23
g06	81.002	-0.001	5.764	400	362	340	-60	-22
g07	81.005	1.112	5.837	250	250	275	25	25
g08	81.004	2.203	5.497	150	180	165	15	-15
g09	81.001	3.346	5.044	200	121	242	42	121
g10	81.010	4.061	4.061	340		290	-50	290
g11	81.001	4.270	2.845	155		150	-5	150
h02	81.998	-3.852	3.934	270	267	315	45	48
h03	81.991	-2.959	4.615	250	210	126	-124	-84
h04	82.012	-1.981	5.099	195	155	142	-53	-13
h05	82.004	-1.020	5.461	190	155	240	50	85
h06	81.999	-0.006	5.803	327	305	165	-162	-140
h07	82.002	1.108	5.790	220	195	175	-45	-20
h08	81.999	2.258	5.582	140	165	235	95	70
h09	82.003	3.319	5.026	220	250	263	43	13
h10	82.000	4.004	4.038	215		323	108	323
h11	81.993	4.206	2.833	150		140	-10	140
i03	83.004	-2.960	4.640	240	196	480	240	284

i04	83.005	-2.073	5.242	125	119	165	40	46	
i05	83.005	-1.058	5.576	220	228	110	-110	-118	
i06	82.991	-0.004	5.868	140	133	210	70	77	
i07	83.008	1.124	5.830	178	172	305	127	133	
i08	83.001	2.290	5.641	220	227	234	14	7	
i09	83.004	3.355	5.055	230	250	147	-83	-103	
i10	82.998	4.057	4.077	320		205	-115	205	
i11	83.001	4.215	2.829	147		110	-37	110	
j02	83.997	-3.918	3.976	180	210	215	35	5	
j03	83.987	-3.112	4.790	245	283	252	7	-31	
j04	84.001	-2.102	5.327	155	144	164	9	20	
j05	84.002	-1.062	5.601	100	110	128	28	18	
j06	83.999	-0.004	5.900	245	236	240	-5	4	
j07	84.005	1.129	5.865	295	246	182	-113	-64	
j08	83.993	2.248	5.596	235	222	252	17	30	
j09	83.999	3.304	5.010	140	180	174	34	-6	
j10	84.006	4.105	4.102	200		325	125	325	
j11	83.999	4.337	2.868	110		142	32	142	
k02	85.004	-4.004	4.035	220	232	295	75	63	
k03	85.007	-3.234	4.932	240	250	176	-64	-74	
k04	85.006	-2.126	5.346	165	165	138	-27	-27	
k05	85.002	-1.085	5.717	140	145	101	-39	-44	
k06	85.007	-0.001	6.024	180	170	193	13	23	
k07	84.996	1.146	5.970	130	150	237	107	87	
k08	85.004	2.247	5.585	230	250	260	30	10	
k09	85.007	3.357	5.082	170	190	115	-55	-75	
k10	85.002	4.181	4.146	333		223	-110	223	
k11	85.002	4.282	2.841	100		70	-30	70	
Snitt:				210	204	225	Sum:	1270	5003

Kommentar: Borehullene er nummerert etter stigende profilnummer og ifra venstre til høyre.

## Vedlegg II Tykkelser i område med bormønster 25x25 cm

Borehul l	x	y	z	Tykkelse		Kjernetykkelse [mm]	Differanse	
				Skanska [mm]	Bever [mm]		Skanska [mm]	Bever [mm]
l01	86.001	1.168	6.015	234	285	125	-109	-160
l02	85.994	1.453	5.961	183	200	205	22	5
l03	85.999	1.731	5.845	122	160	197	75	37
l04	85.996	1.992	5.701	120	150	138	18	-12
l05	85.998	2.252	5.572	282	195	185	-97	-10
l06	86.004	2.521	5.458	173	136	201	28	65
l07	86.007	2.793	5.321	140	140	185	45	45
l08	85.993	3.087	5.210	160	140	170	10	30
l09	85.995	3.313	5.015	120	160	200	80	40
m01	86.254	1.167	6.016	211	155	205	-6	50
m02	86.251	1.464	5.990	150	120	160	10	40
m03	86.254	1.736	5.862	125	100	250	125	150
m04	86.254	1.987	5.706	212	120	190	-22	70
m05	86.245	2.231	5.555	190	183	140	-50	-43
m06	86.248	2.523	5.462	150	150	165	15	15
m07	86.246	2.786	5.338	177	205	220	43	15
m08	86.243	3.074	5.213	158	130	173	15	43
m09	86.247	3.340	5.042	130	160	180	50	20
n01	86.502	1.161	6.019	130	147	193	63	46
n02	86.501	1.461	5.991	123	114	220	97	106
n03	86.505	1.744	5.883	112	108	195	83	87
n04	86.548	1.995	5.721	190	172	172	-18	0
n05	86.497	2.235	5.558	195	183	140	-55	-43
n06	86.496	2.534	5.479	144	137	225	81	88
n07	86.500	2.788	5.336	180	165	210	30	45
n08	86.504	3.060	5.185	130	120	150	20	30
n09	86.506	3.360	5.063	168	190	140	-28	-50
o01	86.747	1.153	5.998		172	105		-67
o02	86.752	1.468	5.996	100	105	255	155	150
o03	86.750	1.746	5.883	140	120	222	82	102
o04	86.755	2.001	5.737	135	125	170	35	45
o05	86.754	2.260	5.590	175	220	140	-35	-80
o06	86.750	2.542	5.487	170	150	250	80	100
o07	86.748	2.790	5.340	140	160	163	23	3
o08	86.754	3.080	5.214	137	125	180	43	55
o09	86.755	3.370	5.069	256	275	235	-21	-40
p01	87.001	1.159	6.014	118	130	160	42	30
p02	86.999	1.454	5.982	157	175	200	43	25
p03	87.002	1.731	5.870	189	200	138	-51	-62
p04	86.999	2.003	5.753	118	110	170	52	60
p05	87.001	2.255	5.589	210	200	150	-60	-50



p06	87.002	2.543	5.490	190	190	220	30	30	
p07	86.997	2.816	5.372	180	200	223	43	23	
p08	87.006	3.091	5.229	157	155	215	58	60	
p09	87.002	3.359	5.068			160			
p10	87.245	1.165	6.052		160	160		0	
p11	87.251	1.456	5.975	200	190	245	45	55	
p12	87.253	1.733	5.873		210	233		23	
p13	87.246	2.010	5.759	144	110	250	106	140	
p14	87.253	2.246	5.576	146	170	200	54	30	
p15	87.247	2.540	5.482	173	140	220	47	80	
p16	87.254	2.825	5.375	215	230	235	20	5	
p17	87.253	3.106	5.246	171	160	213	42	53	
p18	87.251	3.362	5.074	171	170	240	69	70	
r01	87.501	1.165	6.040	175	170	148	-27	-22	
r02	87.499	1.450	5.955		190	150		-40	
r03	87.499	1.723	5.823	155	185	170	15	-15	
r04	87.499	1.997	5.732	145	125	155	10	30	
r05	87.504	2.252	5.581	130	160	160	30	0	
r06	87.502	2.534	5.474	220	170	212	-8	42	
r07	87.495	2.830	5.389	200	215	200	0	-15	
r08	87.505	3.121	5.261	125	160	255	130	95	
r09	87.503	3.379	5.085	125	160	240	115	80	
s01	87.751	1.156	5.985	100	110	175	75	65	
s02	87.754	1.437	5.901	195	185	116	-79	-69	
s03	87.755	1.705	5.781		220	160		-60	
s04	87.752	1.979	5.688	148	115	120	-28	5	
s05	87.752	2.243	5.562	125	130	170	45	40	
s06	87.748	2.538	5.490	240	220	190	-50	-30	
s07	87.745	2.832	5.395	165	200	225	60	25	
s08	87.747	3.125	5.268	165	115	250	85	135	
s09	87.750	3.384	5.098	250	220	285	35	65	
t01	87.999	1.148	5.971	143	200	160	17	-40	
t02	87.997	1.424	5.862		200	155		-45	
t03	88.002	1.683	5.733	132	170	133	1	-37	
t04	87.996	1.954	5.646	170	145	155	-15	10	
t05	88.007	2.233	5.548	140	166	165	25	-1	
t06	88.002	2.541	5.496	210	200	175	-35	-25	
t07	88.001	2.820	5.372	225	220	272	47	52	
t08	88.001	3.103	5.243	207	160	305	98	145	
t09	87.996	3.387	5.103	105	200	355	250	155	
			Snitt:	165	166	192	Sum:	2223	2094

Kommentar: Borehullene er nummerert etter stigende profilnummer og ifra venstre til høyre.



Statens vegvesen

Statens vegvesen  
Vegdirektoratet  
Publikasjonsekspedisjonen  
Postboks 8142 Dep  
0033 OSLO  
Tlf: (+47 915) 02030  
[publvd@vegvesen.no](mailto:publvd@vegvesen.no)

ISSN: 1893-1162