

Sammanfattning

SIMULTAN MÄTNING AV PÅFÖRD SPRUTBETONGTJOCKLEK

Thomas Dalmalm, NCC Teknik

BAKGRUND

Vid byggande av tunnlar och bergrum under mark används i Skandinavien ofta sprutbetong som permanent förstärkning. Sprutbetongens bärande förmåga styrs dels av den egna bärförmågan dels av samverkan med berget. Sprutbetongens tjocklek och vidhäftning till berget är således avgörande för att rätt bärförmåga skall kunna uppnås.

Sprutbetong sprutas med en sprutrobot som vanligen är monterad på ett fordon. Det finns idag möjlighet att välja automatiserad styrning av roboten, vilket ger en jämn sprutbetongtjocklek på ett jämt underlag. Det finns idag ingen beprövad automatisk styrfunktion som applicerar en jämn tjocklek om berg ytan är ojämn.

För att erhålla rätt säkerhets- och kostnadsnivå på sprutbetongarbeten är det därför mycket angeläget att på något sätt simultant med utförandet kunna säkerställa att påförd sprutbetongtjocklek är lika med teoretisk tjocklek.

IDENTIFIERADE PROBLEM VID BETONGSPRUTNING

Nedan redovisas de inom projektet GHRR (Gällivare Hard Rock Research) identifierade problem som påverkar kvalitet och tid vid betongsprutning.

Kod	Prioriterade kvalitets och tidspåverkande problem vid betongsprutning
BET30	Rengöring av bergyta av otillräcklig kvalitet
BET33	Felaktig tjocklek på påförd sprutbetong
BET10	Bedömning avseende erforderligt förstärkningsbehov felaktig eller av otillräcklig kvalitet
BET34	Otillräcklig vidhäftning för påförd betong p.g.a. geologi eller vatten över hela eller på delar av det område som sprutas

Kod	Tidspåverkande problem vid betongsprutning
BET100	Operatören misstänker att den använda betongen har något fel och behöver överväga hur detta skall hanteras
BET101	Fel på använd utrustning (mekaniska, elektriska, hydrauliska)
BET103	Ras på utrustningen
BET104	Tagit med för lite betong
BET105	För mycket betong läggs på
BET106	Operatören konstaterar eget utförandefel och behöver veta hur han skall hantera
BET107	Tidsförlust till följd av att verksamheten tvingas vänta på att betongen skall härda

**EXEMPEL PÅ TILLVERKARE AV
SPRUTBETONGUTRUSTNINGAR:**

Sika (Schweiz) tillverkar
sprutbetongutrustningar under namnen
Putzmeister och Alivia.
Normet – (Finland)
AMV, Andersen Mek Verkstad AS,
(Norge)
MEYCO Equipment (Schweiz) tillhör
Degussa gruppen

**EXEMPEL PÅ TILLVERKARE AV
LASER SKANNER ANPASSADE
FÖR SPRUTBETONG:**

MEYCO Robojet Logica
Bever Controll AS

**SIMULTAN MÄTNING AV
PÅFÖRD
SPRUTBETONGTJOCKLEK**

Att kombinera en laserskanner som
mäter bergytan och styr
sprutbetongroboten är idag en lösning
för att bättre säkerställa rätt
sprutbetongtjocklek.

Lasermätningen kan idag inte ske
simultant med sprutningen då det
smutsar ner lasern. Istället utförs
mätningarna före och efter sprutning och
kompletterande sprutning utförs där för
tunn sprutbetongtjocklek konstaterats.

På marknaden finns idag ett flertal
skanner utrustningar för olika
tunnelapplikationer, varav de flesta är
för långsamma eller ömtåliga för att
kunna användas i samband med
sprutbetongarbeten. Två leverantörer,
Meyco och Bever control har dock tagit
fram varsin utrustning för skanning och
”simultan” mätning av sprutbetongens
tjocklek som är anpassade till
sprutbetongmiljön.

De båda systemen har flera fördelar som
ger möjlighet till en effektivare
betongsprutning, men inget av systemen
kan idag helt ersätta den manuella
sprutningen.

De framtagna systemen har de
maskinella förutsättningarna, men inte
de mjukvarumässiga förutsättningarna
för ett mer utbrett användande inom
skandinaviska väg- och järnvägstunlar.
Inom gruvbranschen finns dock en större
potential redan med dagens mjukvara,
vilket beror på att de estetiska kraven där
är lägre.

Bever Control

Företaget Bever control i Norge har
utvecklat systemet Bever 3D profiler
2000 som ger större möjlighet än
traditionellt för nya
användningsområden av laserskanning i
tunnel. Sprutbetongmängder baserat på
skannad yta kan beräknas med Bever
Team. Bever 3D profiler 2000 kan för
sprutbetongapplikationer navigera mot
fördefinierade fasta punkter i tunneln,
vilket ökar noggrannheten för
tjockleksmätningarna. Någon
kombinerad utrustning med sprutning
och laserskanning har ännu inte tagits
fram av Bever control.

Bever 3D Profiler scanning of a
blast round with 25 cm grid size



Figur 1 Bever 3D Profiler

Meyco

Företaget Meyco har tillverkat ett flertal utrustning bestående av en sprutrobot, en laser och en styrningsutrustning (Logica) som monterats på olika bärare.

Betongpumpen är speciellt anpassad för betongsprutning genom att cylindrarna har stor diameter och kort slaglängd, vilket ger en hög fyllnadsgrad som resulterar i en jämn betongstråle.

Skannerns upplösning kan justeras, men en högre upplösning än 20 x 20 cm² innebär en längre tid för skanning utan att sprutbetongresultatet förbättras. Det som begränsar upplösningen är det roterande munstyckets rörelse som är ca 30 x 30 cm. Meycos skannern arbetar idag inte mot någon referenspunkt, vilket ger lägre noggrannhet.

Våra skandinaviska tunnlar har inte alltid ytor med formen 30x30 cm, vilket gör att vissa ytor blir mindre andra mer täckta med sprutbetong. En mjukvara för styrning av roboten som bättre anpassar till den oregelbundna ytan hos en naturlig bergtunnel skulle minska behovet av manuell komplettering efter laserstyrd sprutning.

Maskintillverkarnas prioriteringarna när ny sprutbetongutrustning skall tas fram påverkas delvis av de geografiska skillnaderna där Skandinaviska tunnlar oftast har en naturligt ojämn bergyta och sydeuropeiska tunnlar oftare en gjuten betonglining.

Spillet är idag av vad som kan bedömas vid provsprutning sannolikt större vid laserstyrd sprutning än vid manuell sprutning, vilket beror på att den laserstyrda roboten inte alltid klarar att hålla 90 grader mot ytan.



Figur 2 **Laserstyrd automatiserad sprutning av betong (Hagerbach hösten 2005). Under handen (i det hackade hålet) mättes tjockleken till ca 10 cm. På den horisontella klacken (10-15 cm bred) i bildens nedre del är betongtjockleken 0 cm. Under klacken är det återigen tjockt med betong.**

En utförlig provsprutning av Meycos laserstyrda sprutbetongrobot utfördes sommaren 2006 i Törnskogstunneln av BESAB.