© 2000 Svenska Bergteknikföreningen och författare

SPRÄNGTEKNISKA ERFARENHETER VID INFÖRANDET AV GASAD BULKEMULSION PÅ GOTLAND

Ingemar Haslinger, Niclas Nilsson, Dyno Nobel

INLEDNING

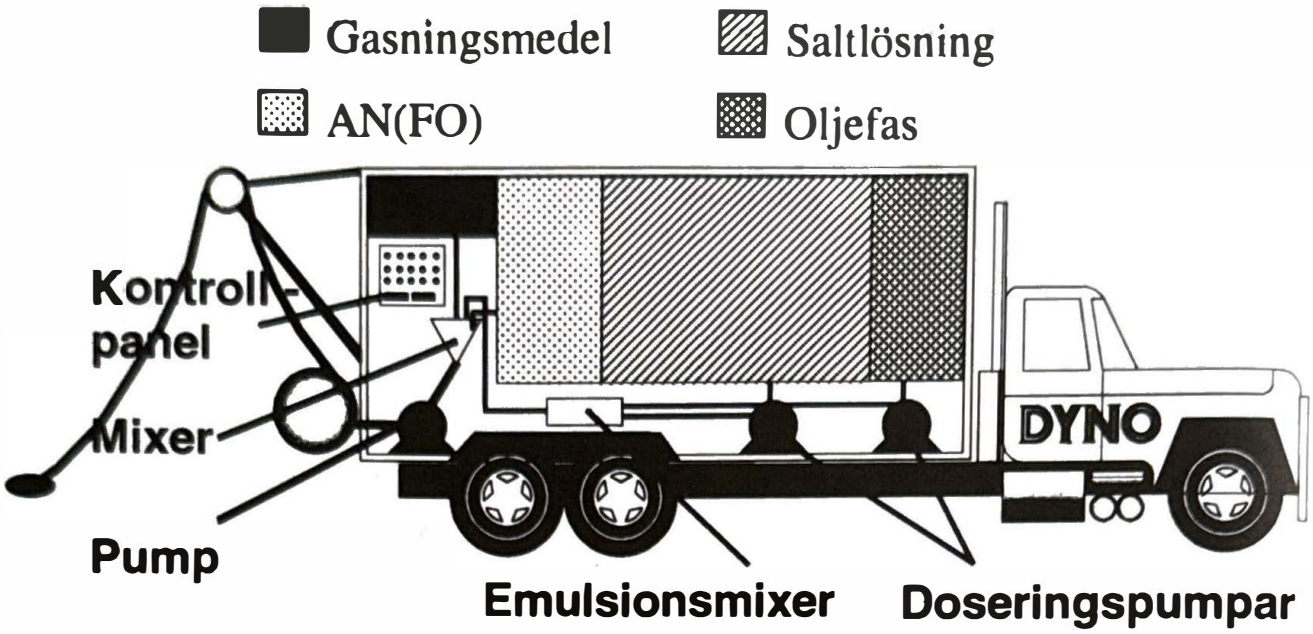
Det bulksystem som använts fram till november 1998 på Gotland är två varianter av fabrikskänsliggjord bulkemulsion som levererades från fastlandet i IBC-behållare. Den ena varianten, Emulite 1200 B, är ett lågdensitetssprängämne som är speciellt framtaget för att ge en låg finandel hos Nordkalk. Den andra varianten, Emulan 7500, innehåller 25 % Prillit och används hos Cementa i Slite. Emulsionen i IBC-behållarna pumpas över med en speciell säkerhetspump till laddtrucken som är utrustad med två separata emulsionstankar, vilket möjliggör laddning med två olika kvaliteter. Laddning från trucken sker med automatisk slangdragning från en slangvinda längst bak. Operatören kan inte direkt kontrollera hur många kilo som är laddat i varje hål, dock övervakas laddtiden och på så sätt kan man få en relativt bra kontroll över laddad mängd. Avladdningsnivån styrs genom avkänning med ett märkt elrör. Systemet har i stora drag fungerat tillfredsställande, men bl a bättre framkast och lastbarhet på salvorna har efterfrågats.

SME ALLMÄNT

SME - Site Mixed Emulsion - står för platstillverkad emulsion. Systemet är uppbyggt kring en station med råvaror och halvfabrikat, vilka ej är explosiva var för sig. Huvuddelen av råvarorna upplöses i vatten till en saltlösning, som måste hållas varm i tempererade tankar så att temperaturen överstiger kristallisationspunkten med god marginal. I samband med laddning av borrhålen blandas saltlösningen med en viss mängd oljefas, innehållande en emulgator, för att erhålla en matris. Matrisen känsliggörs i sista skedet av processen till ett sprängämne genom kemisk gasning. Innan den känsliggörs kan också tillsatser blandas in, exempelvis ammoniumnitrat för att erhålla spängämnet Emulan. Laddkapaciteten ligger normalt på 100 kg/min, men kan ökas vid grövre borrhål. På grund av icke-explosiva råvaror klassas inte transporten som explosiv vara, klass 1.1. Dock är en del råvaror av sådan natur att de klassas som oxiderande ämne, klass 5.1.

Laddsystemet är framtaget i Norge och Dyno Nobel har idag 14 st laddtruckar i bruk i Skandinavien. Viss vidareutveckling av systemet har dock skett i Sverige, pga våra speciella kundkrav. Uppföljning och vidareutveckling av SME-systemet sker kontinuerligt och systemet kan i speciella fall skräddarsys efter beställarens behov i form av utrustning, laddkapacitet, m.m. I Sverige finns idag 4 SME – stationer: Veda, Gyttorp, Lönsboda och Slite, samt en planerad i Göteborgstrakten.

© 2000 Svenska Bergteknikföreningen och författare



SME PÅ GOTLAND

Dyno Nobels strävan mot att utveckla säkrare och mer flexibla systemlösningar för laddning av emulsionssprängämne har lett till en uppbyggnad av SME-stationen på Gotland. Stationen är en enmansstation med en laddtruck. Råvarorna lagerhålls i separata lagertankar, vilka är utformade så att råvarorna bibehåller sina egenskaper. Totalt rymmer tankarna en volym på nästan 80 m³. Laboratorium och personal-utrymmen inryms i en manskapsbod.

De krav som Nordkalk och Cementa ställde på det nya bulksystemet var i korthet:

- Att systemet skulle kunna leverera emulsioner med olika sammansättning och varierande densiteter
- En reducering av specifik laddning / bättre lastbarhet på salvorna
- En bibehållen eller lägre finandelshalt hos Nordkalk
- Matning av laddslang skulle ske maskinellt med slangvinda
- En miljöanpassad emulsion med minimalt spill på arbetsplatsen
- Obehindrat kunna ladda borrhålsdjup upp till 35 m

© 2000 Svenska Bergteknikföreningen och författare

NORDKALK

Nordkalks årliga uttag av kalkberg vid Storugns bergtäkt på norra Gotland ligger på ca 3 miljoner ton. Brytningen bedrivs på två pallar, med en högvärdig kalk på första pallen och en segare revkalk på den andra. Fördelningen mellan uttagen på de bägge pallarna är ca 60% på första pallen och ca 40% på den andra. Nordkalk anpassar sin borrhålssättning på de bägge brytningsnivåerna till krav på salvprofil och vibrationer, samt till sin strävan efter lägre finandel. Salvstorleken på både första och andra pall är ca 15.000 – 25.000 ton och pallhöjden varierar mellan 13 - 14,5 m.

SME SOM BULKSYSTEM PÅ STORUGNS

Vid uppstarten av SME-systemet på Storugns hade vi som första mål att tillverka en bulk som efterliknade den tidigare fabriksgjorda Emulite 1200 B. De första salvorna utgick från att erhålla en så lätt emulsion som möjligt, vilket syftade till och gav, låga specifika laddningar. Dock efterfrågades bättre lastbarhet, vilket resulterade i en testserie med fem olika typer av emulsioner med olika egenskaper vad gäller sammansättning, densitet, detonationshastighet, mm. En förutsättning för att kunna mäta resultat och få noterbara förändringar var att behålla så många parametrar som möjligt konstanta.

Uppföljningen av salvorna omfattade bl a lastbarhet, finandel, specifik laddning samt vibrationsmätning. Lastbarheten utvärderades genom studier av salvprofiler samt intervjuer med lastaren. Finandel för Nordkalk är material under 25 mm, vilken registreras från bandvåg. Resultaten från testerna är sammanställda nedan och bygger på de fem olika emulsiontyperna, vilka av förklarliga skäl endast redovisas som siffer-kombinationer för de olika emulsionerna. Förändringarna är redovisade i procent och är relaterade till tidigare snittvärden på specifik laddning och finandel.

Resultat v 45 – v 48 1998

Antal salvor	Sprängämne	Spec.laddn. (kg/m3)	Finandel %	Last-barhet	Salv-profil
2 1:a pall	Nr 1	-17,1 %	+3,9%	trög botten	dåligt framkast
2 1:a pall	Nr 2	-12,2 %	-12,6%	trög botten	dåligt framkast
4 1:a pall	Nr 3	-7,5 %	-4,5%	bra botten	bra framkast
1 1:a pall	Nr 4	+5,9 %	-8,1%	bra botten	bra framkast
2 1+2 pall	Nr 5	+7,3 %	+5,5%	bra botten	bra framkast

© 2000 Svenska Bergteknikföreningen och författare

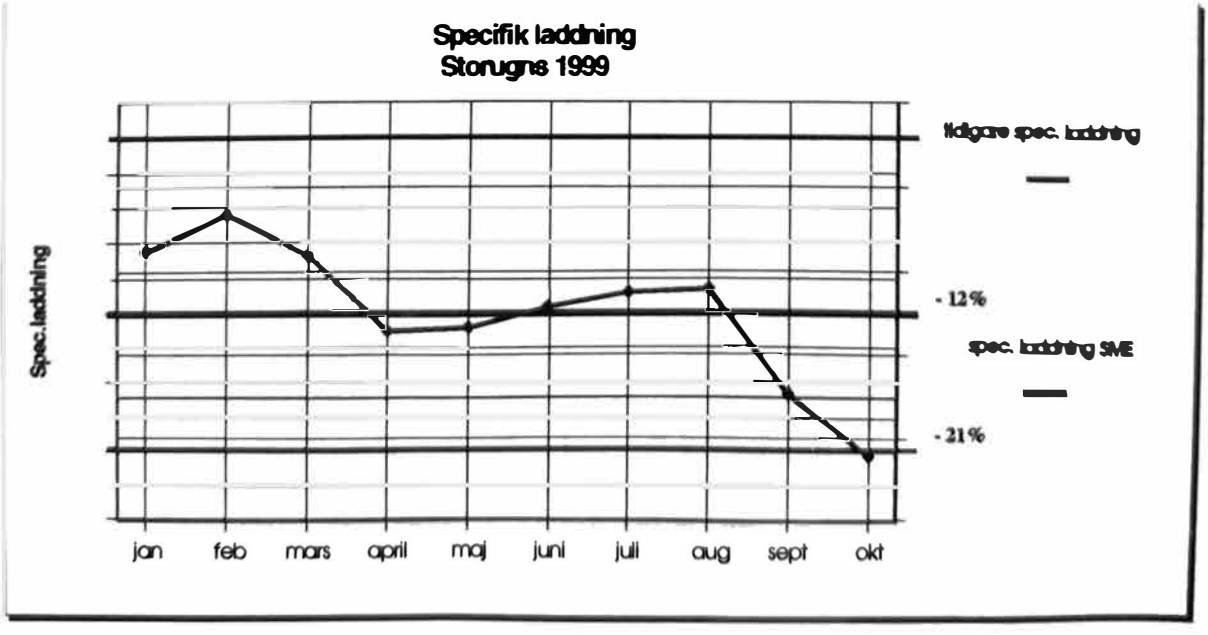
Första delen av testperioden utgjordes av salvor vilka var sprängda med emulsion nr 1, som efterliknade den tidigare använda Emulite 1200 B vad gäller sammansättning. Snittdensiteten var dock konstant lägre än för Emulite 1200 B. I botten användes som tidigare 3 st Dynamexslangar 75 x 560 mm. Styckefallet var godkänt på dessa salvor, men framkast och lastbarhet var mindre bra, även bottendelen upplevdes som relativt tröglastad. Finandelen hamnade på en något högre nivå än normalt.

Andra delen av testperioden utfördes med sprängningar med emulsion nr 3 och 4. Testserien genomfördes på första pallen, där djupet på salvorna varierade. I botten övergick man också till en DynoBoost på 1,7 kg. Resultaten var goda med bra styckefall och framkast, samt en förbättrad lastbarhet jämfört med tidigare salvor. Finandelen uppmättes till en lägre nivå än normalt.

Tredje delen av testperioden utfördes med sprängningar med emulsion nr 2 och 5 med en relativt stor inbördes skillnad vad gäller sammansättning. Sprängningarna genomfördes både på första och andra pallen. Resultaten från salvorna visade bra framkast och styckefall, men för hög finandel för emulsion nr 5. Sprängningarna utförda med emulsion nr 2 gav bra styckefall, men dåligt framkast med försämrad lastbarhet som följd. Finandelen uppmättes till en lägre nivå än normalt.

Fortsättning på testserien fram till början av februari 1999 beslutades att utföras med emulsion nr 3 på första pall samt nr 4 på andra pall. Denna kombination har under testperioden visat bra resultat både på finandelen och lastbarheten. Eftersom lastning sker från både första och andra pall blir finandel och övriga värden ett resultat från dessa två tillsammans.

Under resterande delen av året har målsättningen varit optimering av salvor med emulsion 3 och 4, för att minska den specifika laddningen med bibehållen lastbarhet. Ser man historiskt på den specifika laddningen hos Nordkalk har den under 1999 reducerats med ett snitt på 12 % från tidigare år (se diagramet nedan).



© 2000 Svenska Bergteknikföreningen och författare

CEMENTA

Cementa har två bergtäkter på norra Gotland. Den ena ligger i Slite, benämnd Märgeln och den andra bergtäkten strax utanför, File Haidar. Det årliga uttaget av kalkberg i File Haidar ligger på ca 1,2 miljoner ton och i stort sett samma mängd bryts i Märgeln. Några problem med finandelen förekommer ej i Slite, så målsättningen med SME var en emulsion som gav ett bra styckefall och framkast, samtidigt som den specifika laddningen minskade. Efter en inkörningsperiod med slangvindan och en sänkning av densiteten på sprängämnet fastställdes tre olika recept för test under en månad.

En positiv sidoeffekt under denna period är att läckage under och efter laddning har minskat. Detta tyder på en högre viskositet och att emulisionen inte tränger ut i mindre sprickor och slag.

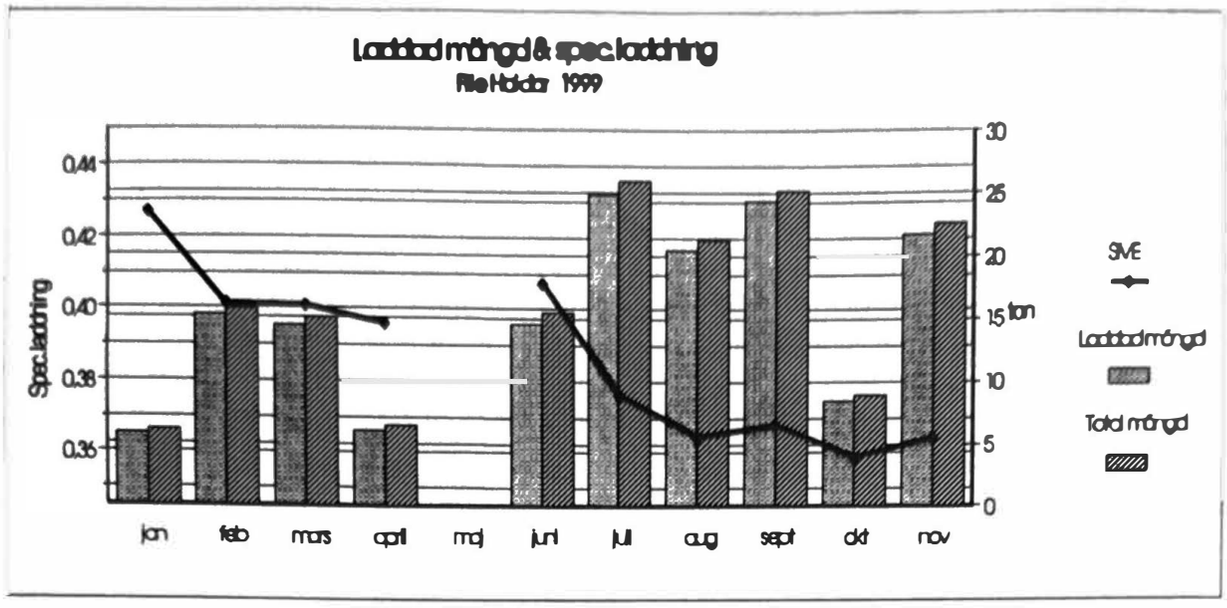
SME SOM BULKSYSTEM PÅ FILE HAIDAR

Brytningen sker från endast en pall, vilken har en höjd upp till 33 m. I bland förekommer problem med läckage av sprängämne från borrhål via grövre spricksystem, som finns i vissa områden i brottet. Losshållningen på denna höga pall sker vanligtvis med två vertikala borrhålsrader där raderna är förskjutna mot varandra. Försättning och hålavstånd ligger på ca 4,2 m x 6,3 m Några större problem med kast och vibrationer föreligger ej. Salvstorlekarna ligger på ca 34.000 ton och borrhålsdiametern är 105 mm.

Det fanns två huvuduppgifter i File Haidar. Det ena var att garantera ett detonationsstabilt sprängämne vid borrhål ner till 35 meters djup, eftersom egentyngden på sprängämnessträngen kan bidra till att densiteten blir för hög. Då detta sker blir sprängämnet "dödpressat" och är inte detonationsstabilt. För att förhindra dödpressning av sprängämnet ökas den kemiska gasningen vid produktion. Den andra huvuduppgiften var en reducering av specifik laddning. Historiskt har den legat ganska konstant kring 0,43 kg/m³ sedan 1996. Under introduktionsperioden har den specifika laddningen reducerats till ca 0,38 kg/m³, vilket innebär en reduktion på ca 11 %. I diagramet nedan redovisas utvecklingen av specifik laddning på File Haidar.

	Antal salvor	Laddad mängd	Volym	Spec.laddn	Spec.laddn
	st	kg	m3	kg/m3	gram/ton
1999	32	156046	427364	0,380	146
1996	File Haidar			0,432	166
1997	File Haidar			0,434	167
1998	File Haidar			0,424	163

© 2000 Svenska Bergteknikföreningen och författare



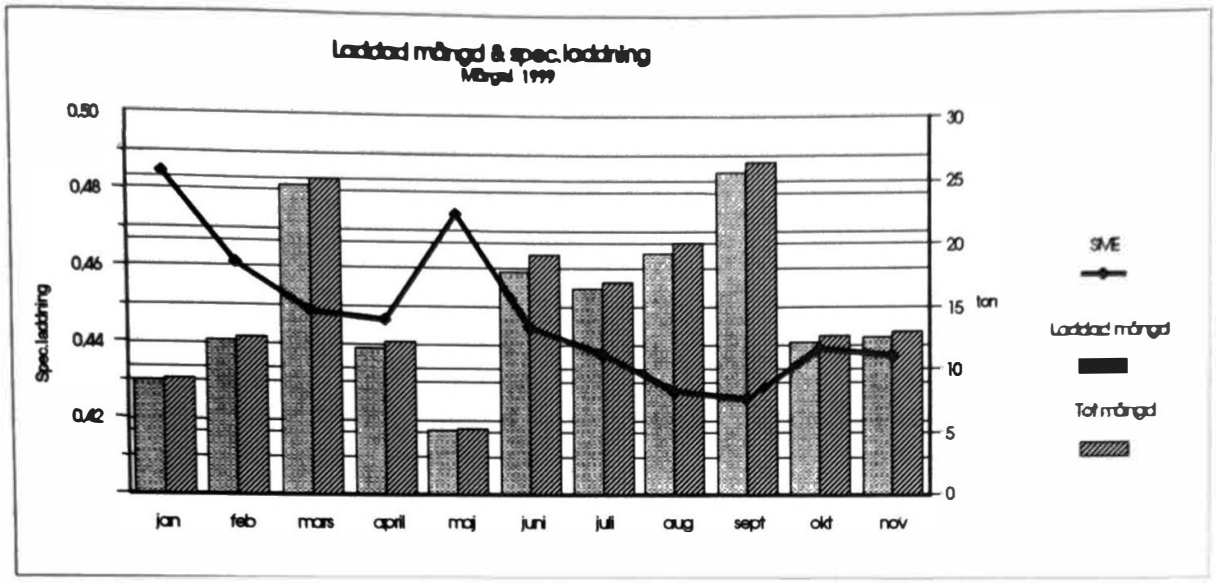
SME SOM BULKSYSTEM I MÄRGELN

Brytningen i den segare märgelstenen utförs i två pallar med en pallhöjd från 22 till 24 m. Även här är salvorna vanligtvis borrade med två vertikala borrhålsrader med inbördes förskjutning. Hålsättningen i Märgeln är tätare jämnfört med File Haidar och på andra pallen dras hålsättningen ihop ytterligare. Märgelstenen ligger mer centralt placerad i samhället och är sålunda mer vibrationskänslig. Salvstorleken ligger på ca 25.000 ton per salva. Borrhålsdimensionen är 105 mm och hålsättningen är på 24 m² på första pall samt 21,3 m² på den andra.

Historiskt har specifika laddningen legat kring 0,47 kg/m³ sedan 1996. Under introduktionsperioden har specifika laddning reducerats till ca 0,44 kg/m³, vilket innebär en reduktion på ca 6 %. I diagramet nedan redovisas utvecklingen av specifik laddning i Märgeln.

	Antal salvor	Laddad mängd	Volym	Spec.laddn	Spec.laddn
	st	kg	m3	kg/m3	gram/ton
1999	41	166858	389312	0,442	164
1996	Märgel			0,475	176
1997	Märgel			0,478	177
1998	Märgel			0,473	175

© 2000 Svenska Bergteknikföreningen och författare



SUMMERING

När nu i skrivande stund ett år gått sedan introduktionen av SME-teknologin, kan vi konstatera att vi har kommit en bra bit på väg med vår utveckling av systemet. Genom mycket bra samarbete med våra beställare på Gotland har vi erhållit värdefulla erfarenher som kan användas i vårt fortsatta utvecklingsarbete av SME-systemet. Reducering av specifik laddning har genomförts på samtliga platser med bibehållen lastbarhet, då det är en förutsättning för att hålla nere den totala kostnaden för losshållningen. Detta har gått som en röd tråd genom hela projektet.