

Uppföljning av nya bultsåttare för Kristinebergsgruvan

Richard Forsell
2013

Högskoleexamen
Bergsskoletekniker – berg- och anläggningsindustri

Luleå tekniska universitet
Institutionen för samhällsbyggnad och naturresurser



Bergsskolan

RAPPORT
Q0001B Examensarbete
2013-10-14

Richard Forsell

**Uppföljning av nya bulstättare
för Kristinebergsgruvan**

Summary

New bolt machines of the make and model Atlas Copco Boltec-LC has been acquired in Kristineberg mine, which also meant that a new bolting method started to be used in the mine. The old bolting method was based on a drilling rig that predrilled holes and then have another machine comes after to put the bolt in the holes. The new acquired Boltec can perform the drilling and put a bolt in that hole itself without a repositioning of the boom.

The thesis work primary goal was to investigate if the new bolt machines can make the productiongoals of the mine by collecting and studying the data from the control center. The secondary goal in the thesis, is about studying the differences among operators and see how their approach can affect the bolt quality.

The result in the issue of capacity shows that it takes two Boltec to have the same capacity as one of the old bolting machines from the old method. However, there are several factors that influenced these numbers, especially how the operators reports their work in the mine.

The secondary goal of the thesis was set up after that several bolts have shown that they were not properly embedded in the rock. Therefor the quality was questioned in Kristineberg. Deviation in the operator's approach has not been noted, however, a theory have been created and probably the answer to why the quality of the bolts varies.

Sammanfattning

Nya bultsättare av märket och modellen Atlas Copco Boltec-LC har införskaffats i Kristinebergsgruvan, vilket också innebär att en ny bultningsmetod börjat användas i gruvan. Den gamla bultningsmetoden gick ut på att en borrhög förborrade hålen för att sedan låta en annan maskin komma efter för att gjuta in bulten i hålen. Med den nya Boltecen kan man dock utföra dessa delmoment själv utan en ompositionering av bommen.

Arbetet gick ut på att utreda om de nya bultaggregaten klarar gruvans produktionsmål genom att samla in och studera data från driftcentralen. Att studera avvikelser hos operatörerna och se hur deras tillvägagångssätt kan påverka bultarnas ingjutningskvalitet ingår också i upplägget av arbetet.

Resultatet i frågan om kapacitet visar att det går två Boltec på en bultsättare med den gamla metoden. Dock finns flera faktorer som påverkat dessa siffror, bland annat hur inrapporteringen i gruvan fungerar.

Kvaliteten är också ifrågasatt i Kristinebergsgruvan efter att flertalet bultar har påträffats som ej varit godkänt ingjutna i berget. Avvikelser i operatörens tillvägagångssätt har inte uppmärksamats, dock har en uppfattning kring en teori skapats och förmodligen är svaret till varför kvaliteten på bulten varierar.

Förord

Detta är resultatet på den avslutande delen i min tvååriga utbildning till högskoletekniker inom berg- och anläggningsteknik. Examensarbetet omfattar 7,5högskolepoäng av totalt 120 lästa på Bergsskolan i Filipstad. Arbetet utfördes i Kristinebergsgruvan i uppdrag av Boliden AB.

Jag vill tacka alla operatörer och gruvmän i Kristinebergsgruvan för goda råd och tips som ni bidragit med. Ett särskilt stort tack riktas till Patrik Hansson och Fredrik Jonsson på Bolidens kontor i Boliden som varit mycket tillmötesgående och hjälpsamma.

Tack för allt! Tack för att ni alla där uppe förgyllde mina veckor i norr. Det har varit en underbar upplevelse och erfarenheten jag tagit med mig har varit otroligt givande, tack.

Innehållsförteckning

1.	Inledning	6
1.1.	Bakgrund	6
1.2.	Syfte/Mål	6
1.3.	Omfattning eller begränsning	6
2.	Teori	7
2.1.	Bultning som bergförstärkningsmetod	7
2.2.	Cement kontra plastbultsingjutning	8
2.2.1	Cementingjuten bult	8
2.2.2	Plastingjuten bult	9
2.3.	Nya bultsättningsmetoden kontra den gamla	10
2.3.1	Atlas Copco Boomer	10
2.3.2	Jama Bultsättare	11
2.3.3	Atlas Copco Boltec	12
2.3.4	Rig Control System	13
2.4	Kvalitet på bultingjutningen	13
3.	Metod	14
3.1.	Utrustning	14
3.2.	Utförande	14
4.	Resultat	16
4.1.	Resultat av bultsättarnas kapacitet	16
4.1.1	Kapacitet med den gamla metoden	16
4.1.2	Gamla metoden – Borrning momentets kapacitet	17
4.1.3	Gamla metoden – Bultsättning momentets kapacitet	18
4.1.4	Kapacitet med de nya Atlas Copcos Boltec	19
4.1.5	Summa total tid i timmar	21
4.2.	Avvikelse som uppmärksammas:	21
4.3.	Operatörernas tankar kring bytet	22
4.4.	Reservdelar och verktyg	23
4.5.	Långa sträckor	23
5.	Diskussion/Analys	24
5.1.	Bultsättarnas kapacitet	24
5.2.	Avvikelse som uppmärksammas	26
5.2.1	Total borrlängd	27
5.2.2	Teori för varierad kvalitet	28
5.3.	Inrapporteringen i gruvan	29
5.4.	Gruvans kapacitet	30
6.	Slutsats	32
7.	Rekommendationer	32
8.	Referenser	34
	Bilagor	35

1. Inledning

1.1. Bakgrund

Bergförstärkningsarbeten spelar en central roll i malmbrytningsprocessen. Systematisk bultsättning är en metod som används för att säkra berget från ras. För att nå rätt kvalitet på förstärkningsarbetet bör man följa ett visst bultmönster. Tidigare har man använt borrhjor som förborrar hålen för att sedan komma efter med en annan maskin som utför ingjutningen av bergbultarna. Under 2012 och början av 2013 införskaffades istället nya bultsättare som utför både borrning av hål och ingjutningen av bulten på samma gång. Problemet innan var att man uppfattade bultningen som en flaskhals i brytningsprocessen och ingen uppföljning efter införskaffandet har utförts. Det har även påträffats bultar som inte haft tillräckligt med cement fyllt i hålen och vissa helt utan. Kvaliteten har därför ifrågasatts i Kristinebergsgruvan.

1.2. Syfte/Mål

- Utredda om de nya bultsättarna tillsammans klarar de produktionsmål som gruvan har.
- Utredda vilken kapacitet de nya bultsättarna har.
- Utredda och föreslå eventuella åtgärder för att öka kapaciteten på bultsättarna och öka gruvans kapacitet för bultsättning (t.ex. logistik).
- Kontrollera bultarnas ingjutningskvalitet och se om det finns avvikelser i operatörernas sätt att gjuta in bergbultarna och hur detta påverkar bultsättningens kvalitet.

1.3. Omfattning eller begränsning

Vid kontroll av bergbultens ingjutning, begränsas arbetet från att förklara bultens funktionsegenskaper som spänning och hållfasthet i berg. Kontrollen ska endast vara inriktad mot eventuella avvikelser i operatörens tillvägagångssätt som påverkar kvaliteten.

I gruvan används en Boltec med plastpatroner. På grund av att Boltec med plastbult är unik kan heller ingen jämförelse göras med övrig bergbultning.

2. Teori

2.1. Bultning som bergförstärkningsmetod

Sedan slutet av 1800-talet har bultar använts för bergsförstärkning. Metoden är väl använd i all sorts underjordsarbete såsom i gruvor, tunnlar, skyddsrum och bergsrum. Bultmetoden är relativt enkel och injekteringen i berget har genom åren underlättats av utvecklingen av automatiserade bultsättningsmaskiner. Dessa utvecklade maskiner kan utföra både borrhning och monteringen av bultar i en enda arbetsoperation.

Bultning används som en förstärkningsmetod av berget för att minimera rasrisken och öka säkerheten personer som vistas under jord. Allt berg innehåller hela tiden ett flertal olika spänningar som skjuvning och tryck. När en sprängning utförts i berget, uppstår ett hålrum som avlastar all spänning i omkringliggande berg. Det omkringliggande berget söker sig alltså till att rasa in mot den nya öppningen. När en bult ingjuts i berget skapas det nya spänningar i berget som motsätter sig de spänningar som söker sig till hålrummet vilket får berget att hålla sig uppe.

I Kristinebergsgruvan, Lycksele kommun, används slakbultar på en längd av 2,7meter i en systematisk bultning. En slakbult är inte förspänd och är ingjuten i hela sin längd. Bultarna är gjorda i klippta kamjärn och används som permanentförstärkning då de är väl skyddade av ingjutningsmaterialet från grundvattnet som i övrigt annars kan få kamjärnet att korrodera. För att trycka in bultarna i bergsväggen förborrar man med borrhonor med 33mm i diameter. Man använder i nuläget tre stycken bultsättare som cementingjuter bultarna och en bultsättare med polyesterpatroner (*Berg Byggnad*, 2010, Ulf Lindblom och Liber AB, 2010).

2.2. Cement kontra plastbultsingjutning

I Följande kapitel 2.2, redovisas de främsta skillnaderna mellan cement och plastingjutning av slakbultar. I Kristinebergsgruvan används fyra stycken Atlas Copco Boltec, där en av dem sätter plastingjutna bergbultar.

2.2.1 Cementingjuten bult

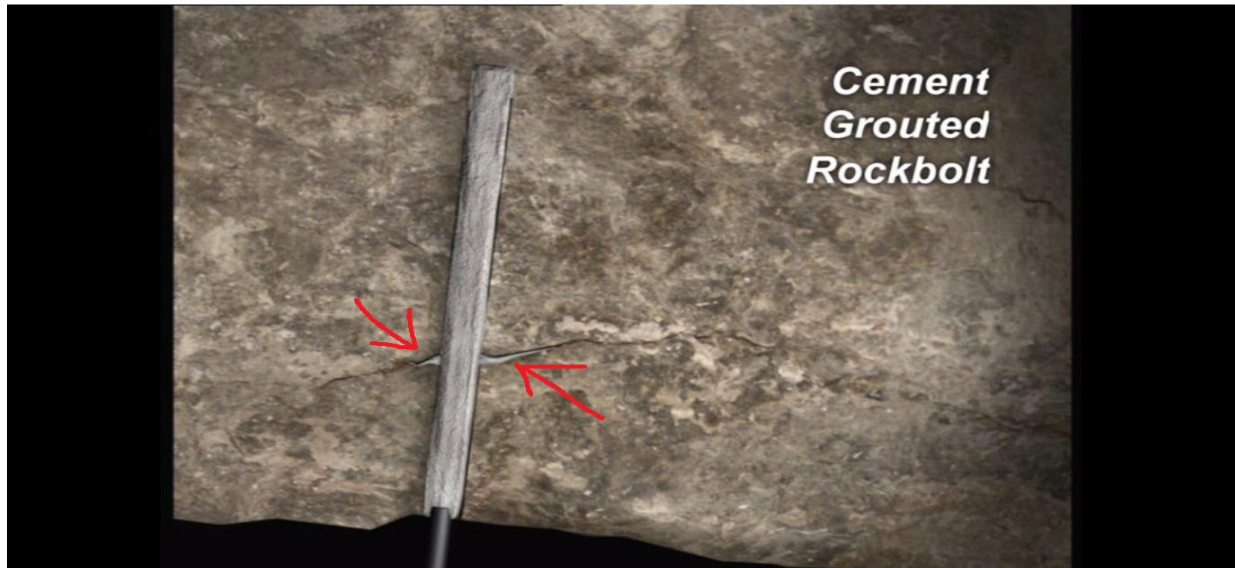
Kristinebergsgruvans bultsättare med cement använder sig av något som kallas för SN-metoden. Med en slang pumpas färdigblandad cementpasta in i borrhålet. Man pumpar in minst fem kilogram cement i det borrhålet men på grund av eventuella omkringliggande sprickor pumpas det i mer cement för att fylla sprickorna. Sprickor kan vara meterlånga och därför möjligen också rymma tiotals kilogram extra som var tänkt från början, ibland mer än så. När borrhålet väl är fyllt trycks själva bulten in och kommer efter att cementen har härdat att sitta där som en permanent förstärkning av bergrummet.

Fördelar:

- Hög hållfasthet.
- Hög lastförmåga.
- Kan fylla alla sprickor kring bulthålet(*se Figur 1*).

Nackdelar:

- Behöver en lite längre tid på sig att nå högsta bärförmågan då cementen måste ”brinna” först.
- Känsligt i våta förhållanden då vatten kan späda ut cementblandningen.
- Mycket spill av cement



Figur 1. Funktionen av cementingjuten slakbult.

På bilden visar de röda pilarna hur cementen har fyllt sprickorna kring bulthålet. Jämför med figur 2. (Atlas Copco – Underground and Surface Equipment, 2009)

2.2.2 Plastingjuten bult

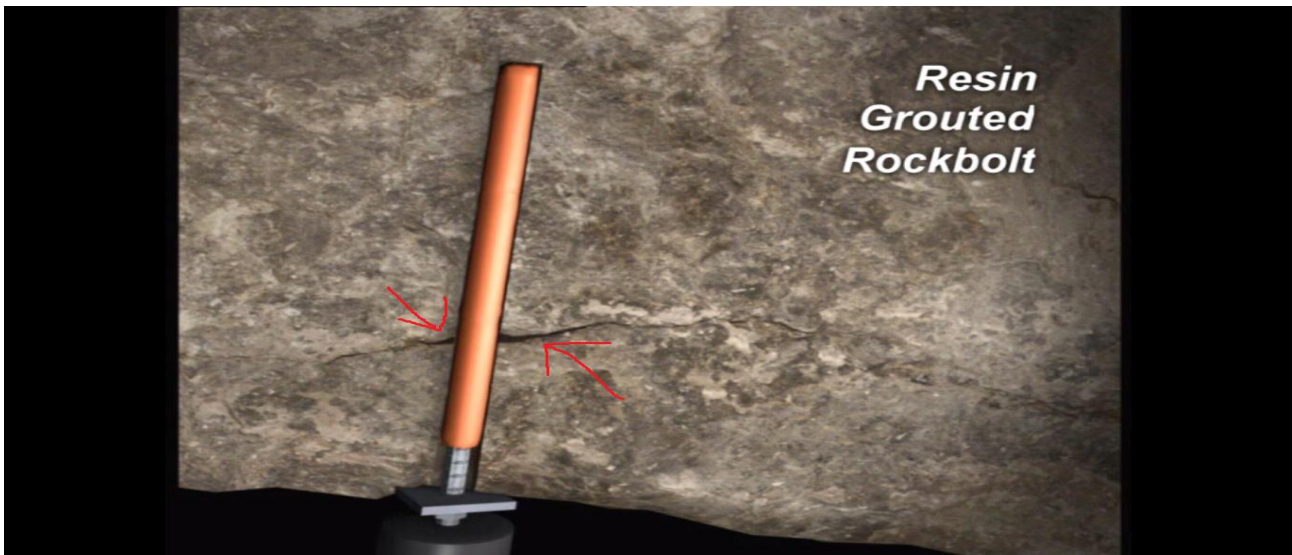
En av de bultsättare som finns i Kristineberg använder sig av polyesterpatroner som skjuts in i det borrade bulthålet. Med hjälp av ett utvecklat patronsystemet som finns tillhörande på Atlas Copcos Boltec, så kan man blanda segt stelnde plastpatroner med snabbt stelnde. Detta för att optimera kombinationen av härdningstiden, ekonomin och behovet. Bultsättaren används inte alls lika utförligt som cementboltecs i Kristinebergberg men det finns ett användningsområde där cementet inte fungerar så bra, nämligen i de våta förhållanden som ibland dyker upp i gruvan.

Fördelar:

- Ger snabbt stöd efter injektering.
- Står bättre emot vatten än cement.
- Inget spill

Nackdelar:

- Fyller inte sprickorna kring bulthålet(Figur 2).
- Medför högre kostnader än cementingjutet.



Figur 2. Funktionen av plastingjuten slakbult med polyesterpatroner.
På bilden visar de röda pilarna att de omkringliggande sprickorna inte fylls kring bultålet. Jämför med figur 1.
(Atlas Copco – Underground and Surface Equipment, 2009)

2.3. Nya bultsättningsmetoden kontra den gamla

Bultsättning är ett av de moment som tar något längre tid i bergbrytningsprocessen. I en ökande drift började bultsättningsmetoden bli en flaskhals i processen som annars fungerat bra. Vad man ville ha var därmed en högre långtidskapacitet och en modernare miljö för bultsättningsoperatören. Man började då se sig om till andra gruvor. Atlas Copcos Boltec kom snabbt upp på bordet för diskussion. Kring årsskiftet 2011/2012 diskuterades det därför livligt om ett byte av maskiner.

De gamla maskinerna och den gamla metoden

2.3.1 Atlas Copco Boomer

Atlas Copco Boomer använder sig av två bommar och kan därmed borra på två ställen samtidigt (se bilaga 1). Med hjälp av en borrplan så sätts rätt antal bult till gaveln, med rätt avstånd mellan bultarna. Borrplanerna syns på en skärm och med hjälp av den ser man också hur nära man skulle komma borrplanens botten på hål beroende på vinkeln på bommen. Borrplanen är ett hjälpmedel som säkrar att det hålls rätt avstånd mellan bulten. Borrkronans diameter är 35mm.

Fördelar:

- Använder sig av två bormaskiner vilket ökar kapaciteten på bultborrningen jämfört med Boltecen som använder sig av en.
- En bultborrningsplan att gå efter för att bulten ska sitta med rätt vinklar och avstånd.
- Borrsvatten och vatten från sprickor hinner att rinna ut innan bultsättaren kommer efter.

Nackdelar:

- Utför endast en av de två delmomenten i bultförstärkning.
- Behövs en maskin till som sätter bult i borrhålet.

2.3.2 Jama Bultsättare

Två bultsättare från Jama Mining. Vid införskaffandet var maskiner redan begagnade och användes ytterligare för Kristinebergsgruvans tjänst i 15 år tills bytet över till Boltecen ägde rum. Dessa bultsättare utförde endast bultsättningen. Bultsättaren fyllde förborrade hål med cement och började sedan ingjutningen av bergbulten. Endast en av dessa maskiner kördes åt gången under deras tid i gruvan och den andra sattes endast in vid behov. När bytet väl skedde, skrotades den bultsättaren som använts mest medan den andra bultsättaren som till skillnad från den som blev skrotad, knappt blivit använd, står än idag parkerad i gruvan. Denna bultsättare kan idag

Fördelar:

- Mobil kontrollpanel så att man kunde vara utanför hytten. Man kunde därmed pricka hålen lättare bakom kanter som annars är jobbiga med Boltec.
- Med förborrade hål sätts bulten i utan att det behövs tänka på vinklar och avstånd.
- Utan borring och med endast bultsättningen som utförande blev kapaciteten för delmomentet högre.

Nackdelar:

- Lägre säkerhet då man tillbringar tiden mestadels utanför hytten när man bultsätter.
- Utför endast en av de två delmomenten i bultförstärkningen.
- Behövs en borrhög som förborrar bulthålerna.

De nya maskinerna och den nya metoden

2.3.3 Atlas Copco Boltec

Den 28 mars 2012 klockan 21:30 rapporterades det in för första gången att en cement Boltec påbörjat sin drift i Kristinebergsgruvan(*Se bilaga 2*). Den andra kom i november 2012 och den sista maskinen i januari 2013. Diametern på borrkronan som används är 33mm. Den största förändringen mellan de olika metoderna är att i den nya metoden behövs bara en maskin för att utföra de två olika momenten borrning och bultsättning.

Fördelar:

- Går snabbt ifrån borrning till bultingjutning utan ompostionering.
- Bättre arbetsmiljö
- Högre Säkerhet när man sitter i hytten.
- Optimalt med endast en operatör för hela utförandet
- Mindre trafik och mindre maskiner för underhåll jämfört med den gamla metoden.
- Tack vare RCS underlättas utförandet(se kapitel 2.3.4).

Nackdelar:

- Används endast en bormaskin i jämförelse med den andra metoden med två och är därmed något segare i borrhningsutförandet.
- Borrar det bakom en kant och hålet inte hittas med cementslangen, kan innebära mycket spring fram och tillbaka ur hytten då kontrollpanelen inte är mobil.
- Behöver utföra de båda delmomenten borrning och bulstättning och innebär längre ståndstider vid gavel.

2.3.4 Rig Control System

I Boltecen används systemet RCS(Rig Control System). Systemet är installerat och visas på en skärm framför kontrollpanelen. På skärmen får man en överblick på maskinens olika funktioner(Se bilaga 3-5).

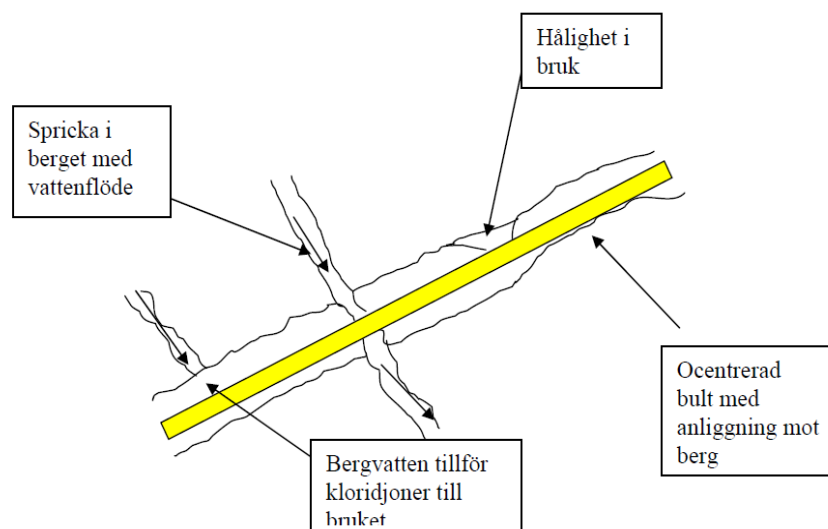
Fördelar:

- Mycket enkel att förstå. Bra för nybörjare.
- Vinkelindikerings på en av sidorna i systemet. Den visar avståndet mellan bultarna och vinkeln.
- Visar antal kilogram cement som använts i hålet.
- Felmeddelanden och ikoner visas upp direkt på skärmen.

2.4 Kvalitet på bultingjutningen

Olika förhållanden ger olika kvaliteter. Kvaliteten av bultar påverkas därför av flera olika faktorer. Våta förhållanden skapar ofta problem för cementingjutna slakbultar.

Vattenfyllda sprickor får cementen att sköljas undan och blotta slakbulten. Korrosion som angripit en bult sprids efter tiden och påverkar därmed kvalitet och hållfasthet. Bultar som ej heller är centrerade i borrhålen och ligger mot borrhålets vägg, utsätts också lättare för korrosion i bergets sura miljöer. En bult skall alltid vara totalt ingjuten för att vara helt skyddad från miljöpåfrestningarna som uppstår. Otillräckligt med cementbruk skapar också håligheter som blottar bulten. Risken för korrosion som angripit bulten är dock inte lika hög som vid blottandet för en vattenfylld spricka men gör det endast till en tidsfråga.



Figur 3. Faktorer som kan påverka bultens ingjutningskvalitet.
(Dagens kunskapsnivå – korrosion på bergbultar, Bertil Sandberg, 2007-02-19)

Påverkas kvaliteten av bultarna, försämras också säkerheten i orterna. Bultning används för att förstärka berget och minska påfrestningarna av de olika spänningar som uppstår vid bergbrytningen. För en hög säkerhet krävs det en högre kvalitet av bultingjutningen (*Dagens kunskapsnivå – korrosion på bergbultar*, Bertil Sandberg, 2007-02-19).

3. Metod

3.1. Utrustning

*Personlig utrustning för att gå under jord.

*Produktionsdata från driftcentralen för att mäta kapaciteten.

*Tidtagarur för mätning av cykeltider.

3.2. Utförande

Arbetets utförande sker i Kristinebergsgruvan, Boliden området. Gruvan togs i drift 1940 och är den äldsta gruvan i drift i Bolidenområdet. Här bryts Zink, guld, bly, silver och koppar. Brytningsmetoden är till största del igensättningsbrytning. Driften i gruvan sker på ett djup mellan 800 till 1300 meters djup i dagsläget (www.Boliden.se).

För att lösa problemställningen kommer arbetet att utföras på följande sätt:

1. Kapacitetsberäkning genom att använda produktionsdata.
2. Observationer på maskin och operatörernas handhavande av maskin.
3. Intervjuer med operatörer.
4. Mäta cykeltider med hjälp av stoppur.

För att beräkna kapaciteten på bultsättningarna används inrapporterad produktionsdata från driftcentralen. Driftcentralen är där all data samlas in och skrivs in i datorn. Datan innehåller allt om använt material, vad som gjorts och vilka maskiner som använts. All den här informationen samlas in genom att operatörerna rapporterar in över radion då de slutfört ett arbete, på samma sätt meddelas det om störningstider. Informationen samlas ihop och skrivs in i ett dataarkiv. I arkivet kan man med sammansatt data få en överblick på alla de olika arbetsmomenten.

Alla siffror skall sedan studeras och sammanställas i tabeller och ge en bild på den genomsnittliga kapaciteten och spridningen. Sammanställningen rapporteras och kommer ge en bra grund till resultatet av arbetet. Den gamla bultsättningsmetoden gav tillsammans med bultborring och bultsättning ett genomsnitt på cirka 14 bult per timme vilket är målet för den nya metoden att

minst hålla för att vara likvärdig med den gamla. Ligger kapaciteten under 14st bult/h så krävs åtgärder för att höja kapaciteten.

Nästa steg i utförandet är därför att se över om det finns potential till att höja kapaciteten utan att införskaffa ytterligare en bultsättare om siffrorna visar det. Genom att följa med och inspektera operatörerna och kringutrustning vid utförandet skall det komma fram till åtgärder till att förbättra kapacitetsresultaten, samtidigt skall också kvalitetsfrågan inspekteras.

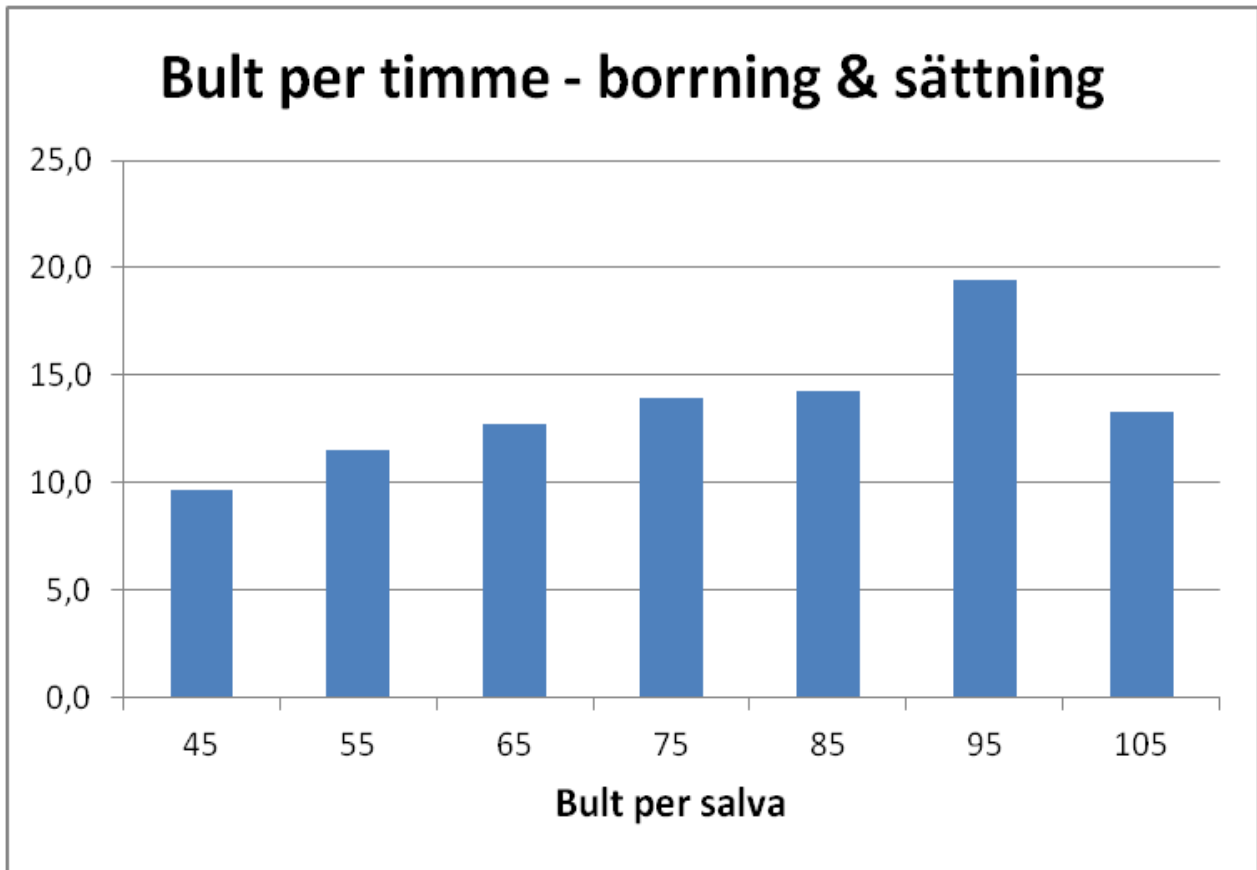
I intervjuer med operatören skall frågor ställas kring inställningar de kör med och varför, samt låta de berätta kring dessa inställningar och vad de tycker om övergången till de nya Boltec. Intervjuerna skall sedan jämföras och utvärderas mellan operatörerna för bultsättarna. Stickprov för att se maskinens effektiva kapacitet och med hjälp av ett tidtagarur tas också tiden på operatörerna vid olika moment. Tider som stilleståndstider och körning upp till verkstaden och om det ska köras till bultupplaget är det också ett ypperligt tillfälle att ta tid. Alla svar som fås ut av inspektionerna sammanställs och studeras för att se om något kan optimera kapaciteten på bultsättning och gruvans kapacitet i form av logistik till exempel.

4. Resultat

4.1. Resultat av bultsättarnas kapacitet

4.1.1 Kapacitet med den gamla metoden

Sammanlagd medelkapacitet med bultborrning och bultsättning: 13,6 bult/timme

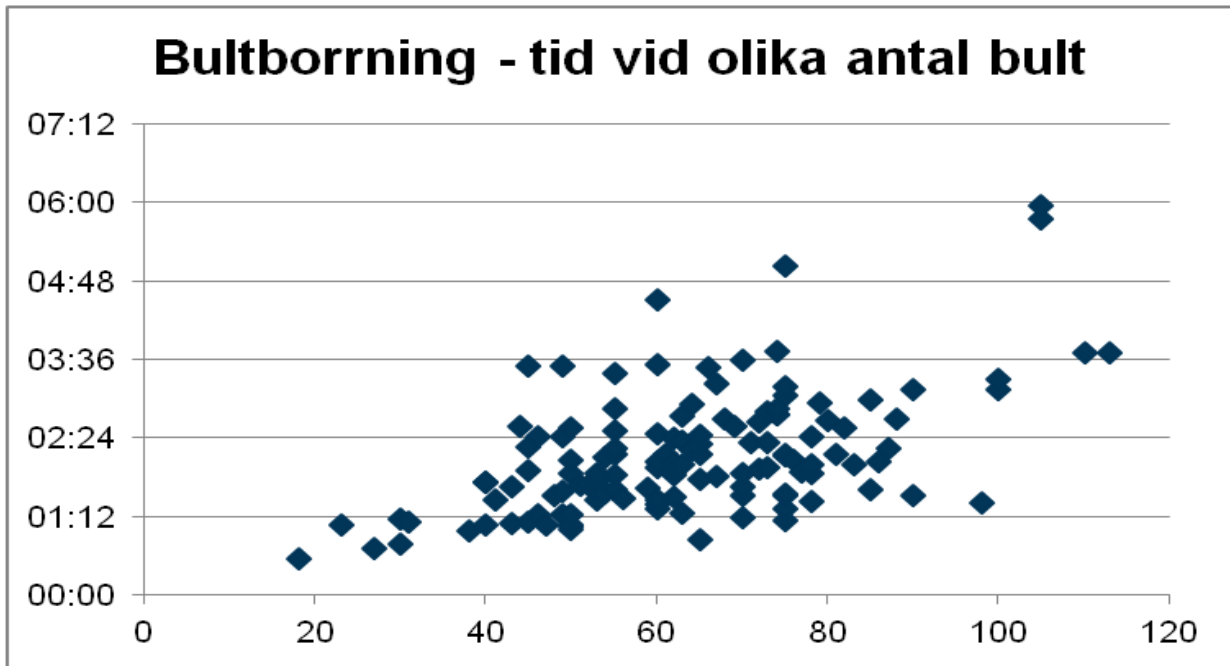


Figur 4. Sammansatt genomsnittskapacitet på den gamla metoden.

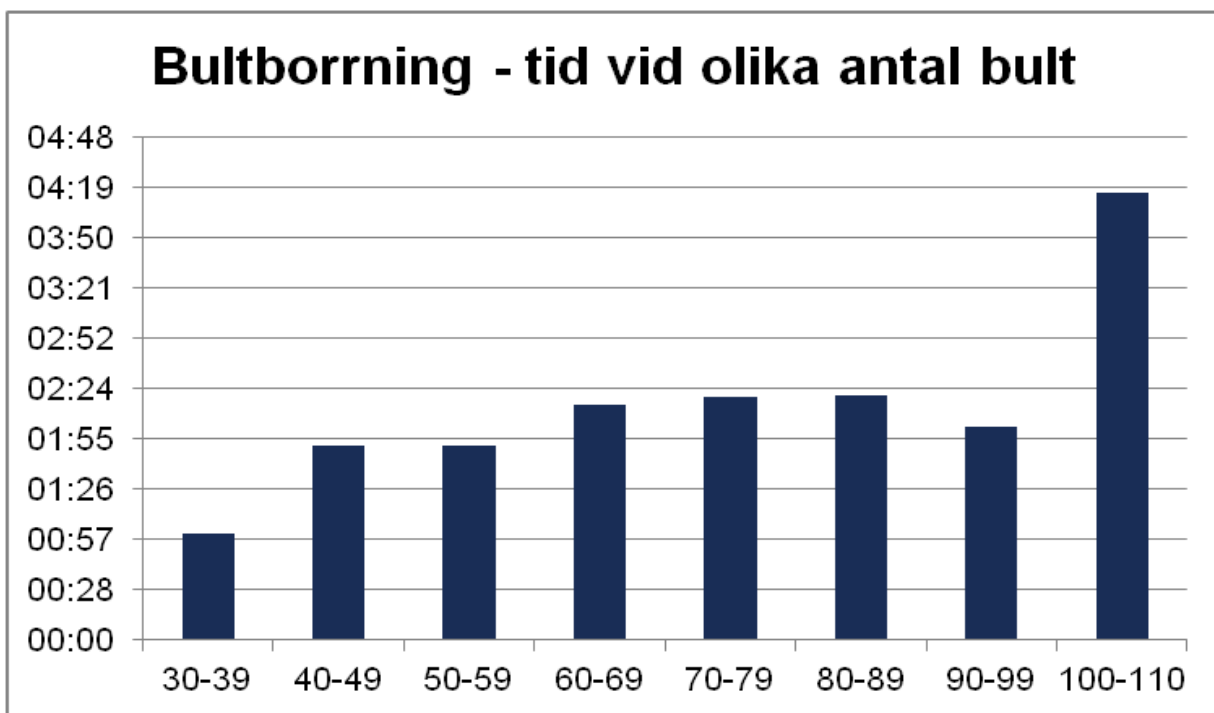
Jaman och bultborrningsriggens kapacitet och metoder sammansatt i ett diagram som visar antalet bult per timme.

4.1.2 Gamla metoden – Borrning momentets kapacitet

Atlas Copco Boomer användes vid den gamla metoden för att förborra hål i förberedelse för bultingjutningen. Figur 5 och figur 6 visar spridningskapacitet och genomsnittskapaciteten för momentet borrning ur den gamla metoden.



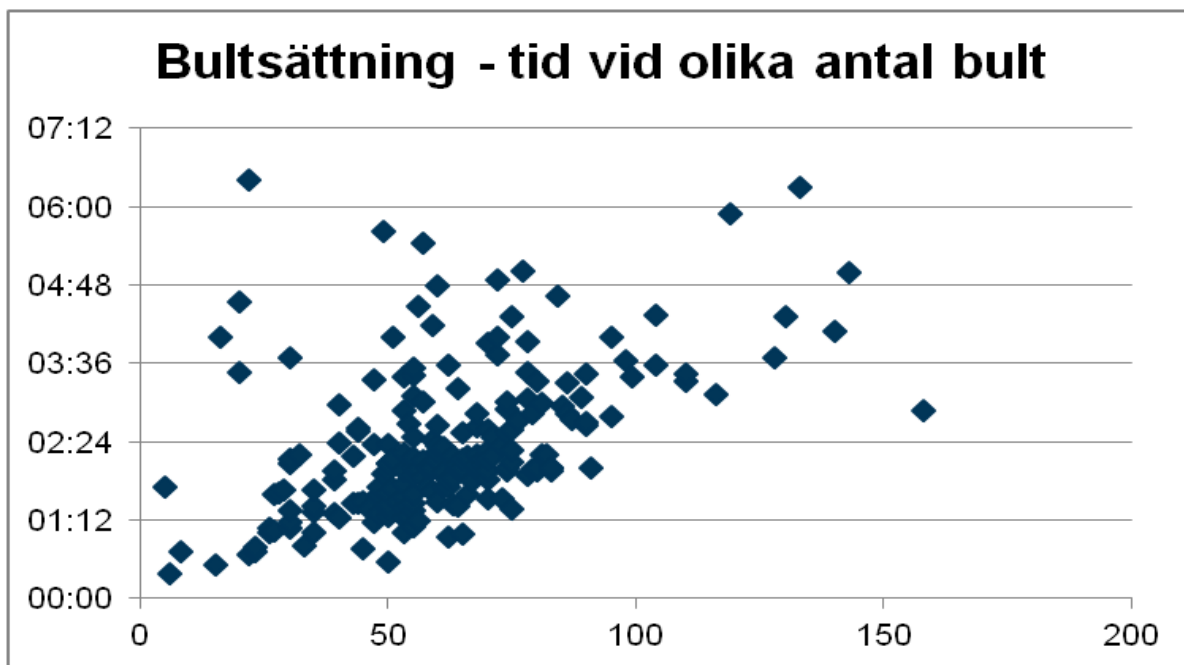
Figur 5. Spridningskapacitet på borrningen
Spridningen på hur lång tid det tog för att borra antalet hål.



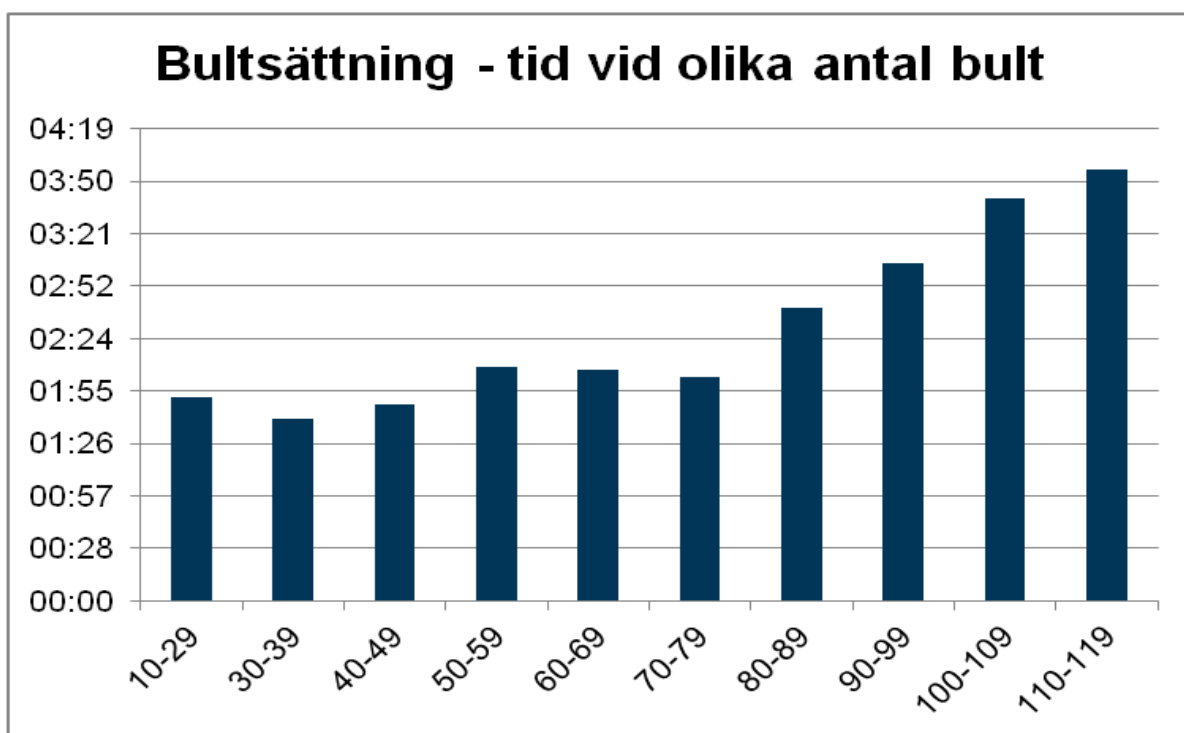
Figur 6. Genomsnittskapacitet på borrningen
Hur lång tid det tog i genomsnitt att bultborra antalet hål med Borrigen.

4.1.3 Gamla metoden – Bultsättning momentets kapacitet

För ingjutningen av bultarna användes Jaman som då slutförde den gamla metodens process för att sätta bultar. Figur 7 och figur 8 visar spridningskapacitet och genomsnittskapaciteten för momentet bultsättning ur den gamla metoden.



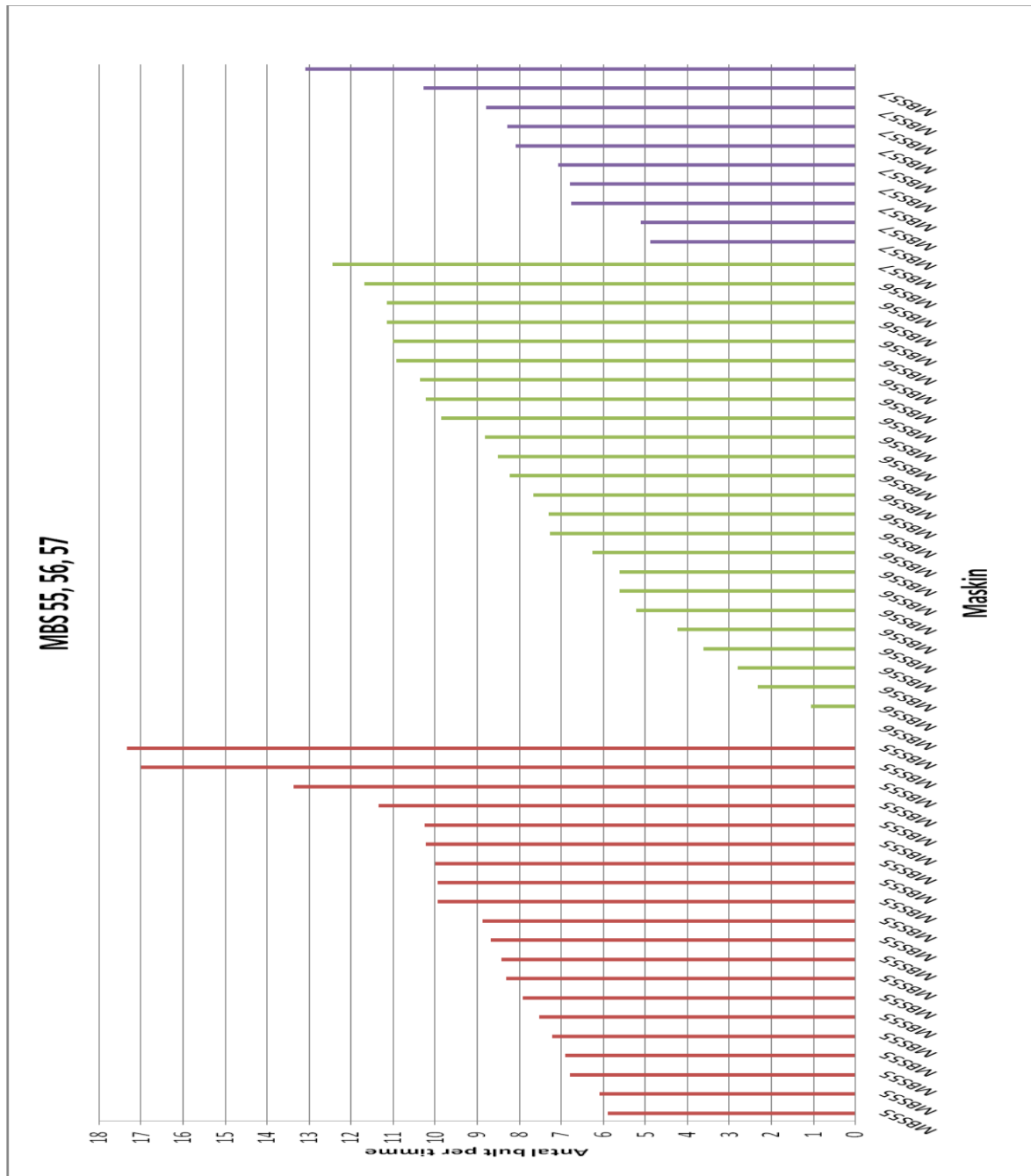
Figur 7. Spridningskapacitet på bultsättningen
Spridningen av hur lång tid det tog för att sätta antalet bult med Jaman.



Figur 8. Genomsnittskapacitet på bultsättningen
Hur lång tid det tog i genomsnitt för att sätta antalet bult med Jaman.

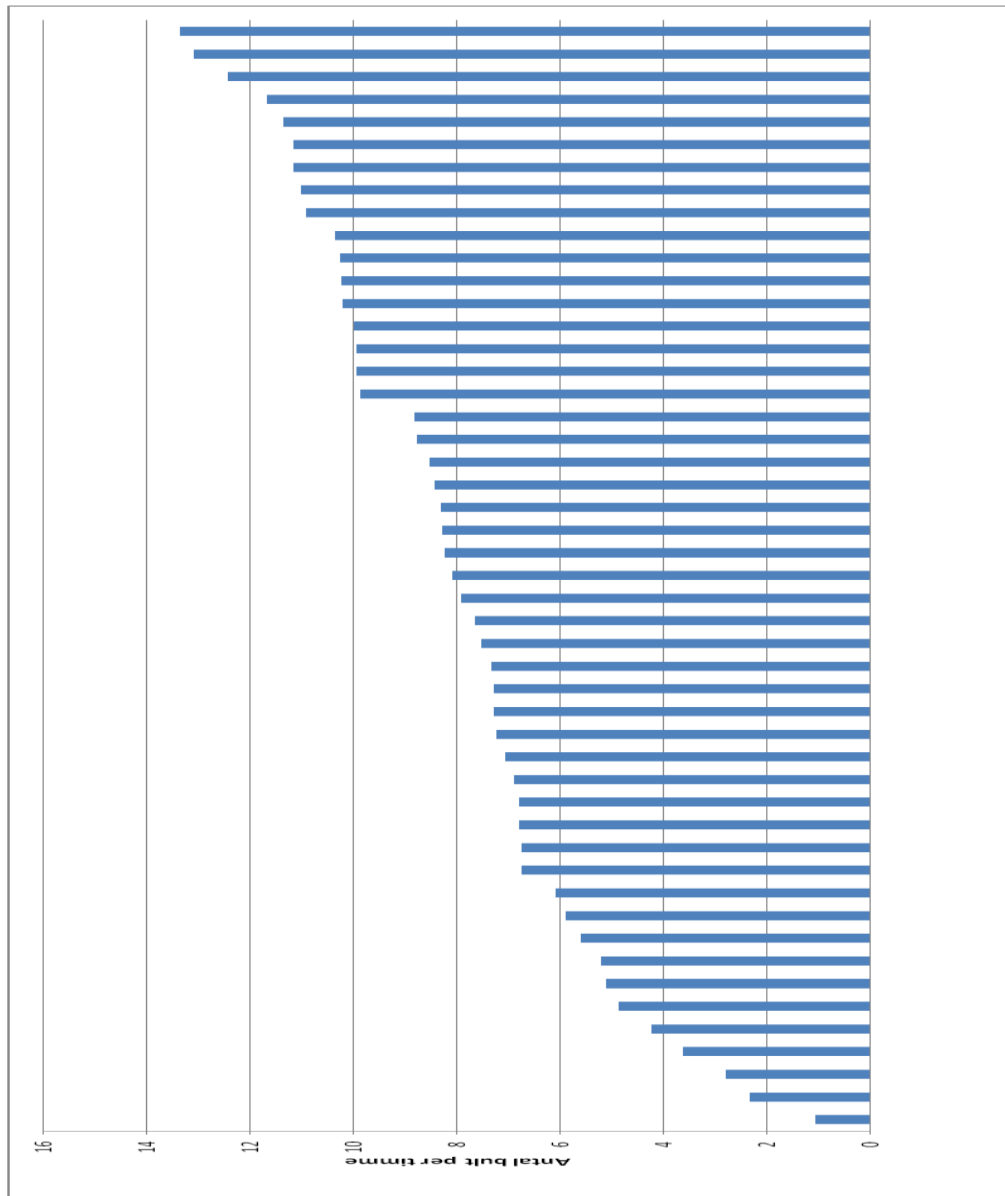
4.1.4 Kapacitet med de nya Atlas Copco Boltec

Resultatet i följande kapitel visar långtidskapaciteten på de nya Atlas Copco Boltec. Där Figur 9 och 10 visar resultatet av en total genomsnittskapacitet av de tre maskinerna på 8,38 bult per timme.



Figur 9. De nya bultsättarnas kapacitet

Bultsättarna uppdelade med egen kapacitet. Där minst antal bult per timme går mot det största antalet bult satta per timme.



Figur 10. Boltec summa av genomsnittskapacitet

Summan av totalgenomsnittskapacitet på alla Atlas Copco Boltec. Där minst antal bult per timme går mot det största antalet.

Medelkapacitet:

	MBS55	MBS56	MBS57	Total
Medel	9,60	7,64	7,91	8,38

Figur 11. Boltec Genomsnittskapacitet

Genomsnittskapacitet per maskin.

4.1.5 Summa total tid i timmar

Figur 12 är en sammansatt tidstabell med siffror tagna från driften visar hur mycket maskinerna används.

År	2013			
Summa av total tid i timmar	Kolumnetiketter			
Radetiketter	MBS55	MBS56	MBS57	Totalt
Bultborrning	0			0
Bultning	575	639	446	1660
Parkering	244	163	200	606
Rep	27		28	55
Totalt	846	802	673	2321

Figur 12. Maskinanvändning i timmar

606/2321≈26% Resultatet ovan visar att 26 procent av tiden så står någon av de tre maskinerna parkerad och inte används. 606timmar är cirka 25dagar. Störningstider ej inräknat. Underhåll och service skrivs som störning.

4.2. Avvikelser som uppmärksammas:

1. På inställningen kring borringsdjupet var det inställt på att borra 2,75meter. Den totala bultlängden är dock endast 2,70meter. Brickan och biten kvar som stannar kvar på utsidan av hålet är då inräknat som en del av den totala längden. Den längden brukar vara mellan cirka 5-10centimeter. Resultaten blir att bulten hamnar mellan 10-15centimeter ifrån botten av borrhålet om det borras på den längden.
2. Operatörer rapporterar in olika om när de börjar arbeta. Någon operatör rapporterar när de fortfarande sitter i bilen när de nästan är framme medans andra rapporterar när de börjat borra. Även slutrapporteringen kan skilja dem alla åt. Ena räknar på tid vid gavel och den andra när maskinen arbetar.
3. Alla operatörer rapporterar inte in om störningar. De rapporterar in i slutet av skiftet endast om det totala antalet bult och menar att störningar ingår. Störningar är allt från maskinfel till slangbyten.
4. Om ingen slutrapportering sker innan lunch som börjar 10.00 så bryter driftcentralen det vid 09.45. Dock har inte någon operatör för bultsättaren satt någon bult sen mellan 09.00-09.15 då drift måste avbrytas för tvättning och förhindra att cementet härdar på maskin. Tiderna gäller endast ett av skiften men det samma sker under övriga skift.

4.3. Operatörernas tankar kring bytet

- Boltec är inte lika tidseffektiv. Tycker det känns som det behövs fler boltecs för att komma upp i samma kapacitet. Att den borrar och bultsätter känns därför långt ifrån effektivt.
- Den gamla metoden kunde man lita på att man inte spolat cement ur förra hålet. När man borrar med boltecen kan just detta ske. Detta beror på att man i svårare situationer möjligen missat att ytterligare vatten kommer från en vattenfyllnad och sedan ändå satt dit bulten och när man borrar nästa hål kan man träffa en spricka som går över båda borrhålen och borrhvattnet spolat då ner genom sprick och ut genom det bultade hålet.
Med den gamla bultsättaren har oftast det mesta vatten runnit bort efter förborrningen och underlättat det för bultsättaren som kommer efter.
- Boltecen utför både borring och bultsättning så man slipper mer trafik och folk. Men det upplevs segare.
- "Två bormaskiner är bättre än en". Den gamla Borraren och bultsättaren kom aldrig ikapp varandra i processen på grund av borrhiggens två bommar. Var bultsättaren under reparation så hamnade borraren allt längre fram i processen. Samtidigt om borraren hade ett stopp så kom bultsättaren ikapp men att borraren fortfarande var en bit före hela tiden. Uppfattades därför som om det aldrig blev ett långvarigt stopp i processen.
- "Alla andra kör ju med Boltec i andra gruvor, så då måste det funka här med"
Några operatörer tror bytet berodde på ett tryck utifrån då ingen annan använde metoden av att ha både en borrhigg och en bultsättare.
- "Sättet att rapportera på är som Facebook".
En operatör var mer emot det än andra angående inrapporteringen om antal satta bult och störningar. Kan lätt bli en tävling mellan operatörerna menar han.
- Bättre miljö och högre säkerhet med Boltec. Man sitter i hytten nästan hela tiden när an borrar och bultar. Vid cementpåfyllning har Kristineberg ett system med en hydraulisk lucka till cementbehållaren som öppnas upp i toppen. Maskin backar sedan in under ett rör som sedan fyller på behållaren. Man behöver därmed inte vara i dammet.

- "Varför byta på något som funkar?" Förstod att det inte gick att få tag på nya maskiner. Det krävs då ombyggnationer av en nyare maskin och den gamla bultsättaren var redan en ombyggd maskin från början men "ville inte byta bort ett vinnande koncept".

4.4. Reservdelar och verktyg

I verktygsskåpen på aggregaten finns alla verktyg som behövs för att utföra lättare reparationer. Reservslangar ifall en slang för hydraulik vatten eller luft går sönder saknas dock vid bultaggregatet. På aggregaten finns endast en storlek av slang som dessutom inte är fullt monterad med fästen i båda ändarna.

Dock i verkstaden finns ett fungerande systematiskt upplägg. Slangrullar, slangpress och fästen fanns alla i samma rum och nära varandra. Lådor till de olika fästena var också tydligt märkta för att hitta rätt. Färdigmonterade slangar fanns upphängda på väggarna.

På bultaggregaten finns platser speciellt för borrstål och nackar. Dock fanns det tillfällen då nytt borrstål inte lagts dit och en resa med bil till bultupplaget var därför nödvändig.

4.5. Långa sträckor

I gruvan finns miltals ramper och orter och innebär därför långa distanser.

Operatörerna upplever att det är mycket långt vissa sträckor till bultupplaget. Vid förflyttning av bultsättaren passas det alltid på att åka förbi bultupplaget för påfyllning av bultar, brickor och cement. Tiden för förflyttningen med maskin till bultupplaget varierar beroende på sträcka och trafik i gruvan men det mellan 5-20minuter. Från bultupplag vidare till verkstaden för service och reparationer tar det ytterligare upp till 20minuter med en maskin.

5. Diskussion/Analys

5.1. Bultsättarnas kapacitet

Den gamla bultsättningsmetoden gav 13,6 bult/timme i genomsnitt på långtidskapaciteten. Det fanns två bultsättare i gruvan men det var oftast endast en av bultsättarna som användes åt gången. Den andra maskinen som än idag finns kvar i gruvan sattes endast in vid behov. Genomsnittet visar också på en maskin vilket gör att man kan multiplicera 13,6 med 2 för att då se att totalgenomsnittskapaciteten man kom upp i med två maskiner och som blev 27,2 bult/timme.

I nuläget finns det totalt tre stycken av de nya Boltec Bultsättarna. Vid stickprov under två veckor i gruvan uppfattades det som att det inte ofta är så att alla bultsättare används. Av tabell 9 ur resultatkapitlet att bedöma, har maskinerna tillsammans mellan perioden 1feb-28april varit parkerade i totalt 25dygn. Det betyder att nästan en tredjedel av den här tiden har man endast använt två bultsättare av tre åt gången. Frågan som då ställs är om bultsättarna används för lite? Varför används inte tre stycken? Detta kan bero på flera orsaker. Till exempel kan bortfall av operatörer påverka planeringen så att den tredje bultsättningsoperatören får utföra ett annat arbete. Det kan också vara så att det inte finns nog med gavlar. I kontakt med personalen på driftcentralen så varierar det väldigt på hur många gavlar som står lediga. Samtidigt kan det vara att det blivit ojämnt i processen då man kört med tre och behöver då gå ner på maskiner så alla andra moment kommer ikapp. Det har diskuterats om att köpa in ytterligare en Boltec. Risken är att om det köps in en ny Boltec för att höja resultatet ytterligare så kan det istället inte finnas nog med gavlar för alla maskiner. Detta kan ge följder som att man måste öka kapaciteten på andra områden och kanske öka antalet gavlar och andra maskiner för att hålla driften uppe. Samtidigt noteras också att det är på gränsen att Boltecen håller tidsplanerna driftcentralen lägger ut på grund av den lägre kapaciteten.

Av resultatet i diagram 7 och 8 att gå efter så är genomsnittskapaciteten per maskin 8,38bult/timme. Multipliceras den siffran med antalet Boltec som idag är tre, så får vi en totalgenomsnittskapacitet på 25,14 bult/timme. Då två används multipliceras 8,38 istället med 2 och ger oss en totalgenomsnittskapacitet på 16,76 bult/timme.

Det krävs två Boltec för att ersätta en Jama bultsättare(och en borrhög) för att hålla samma kapacitet. När man då använde två av de gamla bultsättarna så når inte dagens tre Boltec den samma siffran. En siffra på 8,38 bult per timme var lägre än väntat. Frågan som då ställs är om den siff-

ran verkligen stämmer? Av de siffror som finns på driftcentralen så stämmer det definitivt men speglar förmodligen inte den verkliga och effektiva kapaciteten. Det sades att en Boltec skulle kunna hålla en kapacitet upp till 17bult i timmen men den siffran håller det inte heller för det behövs enligt siffrorna två stycken för att komma upp i det. För att komma upp i högre siffror som 17bult i timmen krävs det mycket bra förhållanden, maskinen skall vara nyservad och kalibrerad, den ska fungera felfritt och operatören ska också vara snabb i utförandet. Efter att ha följt med på ett skift om dagen i cirka två veckors tid så hände det en gång att det sattes 16bult i timmen, och några få gånger upp till 14, vilket är målet. Dock hamnade man för det mesta när det ändå flöt på, runt 11 till 12 bult i timmen. Efter att kollat på siffror i centralen så ser man mycket rutor av inrapporterad tid där det inte producerats någonting alls på flera timmar vilket påverkar resultatet enormt.

Hänvisning sker nu till stycke två och tre i kapitel 4.2. Där har det noterats att operatörerna rapporterar in vid olika tillfällen. Några av operatörerna har och erkände att de ibland rapporterar in att de börjar arbetet när de fortfarande sitter i bilen och ännu inte riktigt kommit fram. Att göra i ordning bultsättaren tar cirka 10minuter till att man är körklar men kan ibland ta längre tid än så. Dessa personer räknar inrapporteringen på att det är tiden vid gaveln och att göra i ordning maskinen hör till i beräkningarna. Andra personer däremot rapporterar inte in först när de börjar borra det första hålet. Tiden för att ställa i ordning allt elimineras därför totalt ur beräkningarna. Dock är det vad man borde göra. När operatören har planerat sitt utförande och maskinen är klar för att köra igång, då rapporterar man in till centralen och därefter är det okej att börja borra första hålet vid ett godkännande från dem. Detta för att eliminera förarbetet men också för att operatören inte ska ha tjuvstartat för att få en så korrekt bild av kapaciteten som möjligt.

Inrapportering av olika händelser och störningar under arbetet är också väldigt olika mellan operatörerna. Dock något alla operatörer har gemensamt är att alla räknar in tvättningen som kan ta upp till 30 minuter. Att tvätta behövs göras var tredje timme på ett ungefär för annars blir cementen för hård att tvätta bort. En operatör som öppensinnigt pratade kände att ”rapporteringen fungerar nästan som Facebook”. Att rapportera in alla problem och antal bult satta menade han kanske kan bli som en tävling eller att andra ska tycka att man producerar för lite. Den största oklarheten om vad en störning är, är vad som räknas som en? När en slang går sönder så menar några att det hör till, medans andra rapporterar in det just som en störning. Allt om inrapporteringar är mycket olika mellan operatörerna och det märks att det råder en viss förvirring om när man skall kontakta driftcentralen om något går sönder.

Av vad som beräknas av siffrorna från driftcentralen är den långtidskapacitet maskinerna har. Vad den ska visa är maskinens effektiva kapacitet men också arbetskapaciteten. Dock är dessa siffror sammanställda och inte uppdelade på något vis i verkliga siffror. I arbetskapaciteten ingår allt som reparationer, inställningar och i ordningsställande av maskinen. Andra vill då visa den effektiva tiden på maskinen. Det bör alltså framkomma om vad och när det skall inrapporteras och vad det viktiga med siffrorna är.

Den allra största och påverkande faktorn till resultatet på kapaciteten är operatörerna själva. I diagram 6 och 7 så uppmärksammas det klart och tydligt att MBS55 har en högre genomsnittskapacitet än de andra maskinerna. Det har den logiska förklaringen till att den oftast används av de personerna med mest erfarenhet. När 55:an kom till Kristineberg var det endast de som hade större erfarenhet och som visade framfötter som använde den och på det lilla osynliga spåret fortsatte det för att när de två andra Boltecen kom så fick resterande operatörer använda dem. Självklart går operatörerna ändå runt på alla men det kan också bara blivit en slump till att det blivit så.

Siffror från resultatet går inte att ändra på men den verkliga kapaciteten bedöms till att vara högre än visat. Den bedömningen stöds med tanken på hur inrapporteringar fungerar, vad stickproven och driftcentralens siffror visar. Vad som nu visas i siffrorna är 8,38bult/timme, men siffran kan i verkligheten vara upp till 9bult/timmen. Även om siffran höjs behövs det fortfarande två Boltec på en av de gamla bultsättarna. Dock om vi höjt siffran från 8,38 till 9bult per timme får vi ett snitt på alla tre i produktion till 27bult/timme. I jämförelse med två av de gamla bultsättarna som hade ett snitt tillsammans på 27,2 bult, så ligger dagens metods kapacitet likvärdigt med den gamla om vi höjer till 9bult/timmen. Detta gäller om siffran på 14bult per timme behålls på den gamla metoden.

Vad som kan förbättra kapaciteten är att uppgradera bormaskinen på bultaggregaten så att de blir kraftigare och gör en effektivare borning.

5.2. Avvikelser som uppmärksammas

Under all tid i gruvan har det inte uppmärksammas något som kan påverka kvaliteten av ingjutningen. Dock har det noterats saker som annars kan förbättras och en teori som kan ge svar på varför man funnit bultar som varit dåligt ingjutna.

5.2.1 Total borrlängd

En bult skall aldrig gå ända ner i botten av borrhålet, utan lämna en bit ifrån botten där det fylls på cement. Operatören skall då tänka på bultens totallängd. Bulten är 2,7meter lång totalt med bricka och bult. Hålet bör därför inte borrar djupare än 2,67meter med tanke på att brickan hindrar cirka 5-10centimeter av bultens ena ände från att åka in i hålet. Resultatet av att därför borra med 2,75meters hål kan därmed resultera i att bulten hamnar 10-15centimeter från botten av hålet. Bulten ska som sagt inte gå ända in mot borrhålets botten men borde åtminstone hamna cirka 2-7centimeter ifrån, för att bli totalt ingjuten. Om det inte försämrar bultens kvalitet så åtminstone ökar det på ett medvetet slöseri av cement på att sätta en bult. Att spara upp till 8 centimeter per sprickfritt hål säger sig självt bör spara in lite pengar på slöseriet.

Om man räknar på volymen som kan sparas in per hål så får vi:

$$\begin{aligned} & 33\text{mm i borrhålsdiameter} \\ & 80\text{mm att spara i totalborrlängd.} \\ \text{Area} * \text{höjden} &= \frac{\pi * 33^2}{4} * 80 = 68420 \text{ mm}^3 \end{aligned}$$

I en hel salva krävs mellan 60-80 bult. Om vi då räknar volymen som kan sparas in för en salva så väljer vi 70bult:

$$70 * 68420 = 4789400 \text{ mm}^3 = 4,7894 \text{ Liter}$$

Att ha en totalborrlängd på 2,75meter, ger därför upp till cirka 4,8liter för mycket cement per salva. Detta kanske inte verkar mycket men om man slår ut det på antalet bultar som ingjutes varje år i gruvan så stiger den siffran.

$$\begin{aligned} & 95\ 000 \text{ bult per år.} \\ & 68420 \text{ mm}^3 \text{ i volym per hål.} \\ 95000 * 68420 &= 6499900000 \text{ mm}^3 \approx 6,5\text{m}^3 \end{aligned}$$

Upp till 6,5m³ per år i ett vad man kan kalla för medvetet slöseri. Det är inte mycket men en längre borrlängd ger inte bara att det krävs mer cement, det tar också några sekunder längre att borra och sliter lite mer på borrhönan. Mängden av cementen av det medvetna slöseriet är inget avgörande av något slag men är dock något som väl går att påpeka.

Detta uppmärksammades några få gånger under min vistelse när man kontrollerade inställningarna på maskinen, även andra operatörer har uppmärksammat detta tidigare.

Om man för in bulten så mycket det går så når den 2,65meter. Dock om man då borrar 2,65meter så hamnar bulten i direkt kontakt med botten av hålet och är därmed inte helt ingjuten. Ställer man då in 2,67meter så hamnar bulten minst 2centimeter ifrån botten och kommer

därmed bli totalt ingjuten. Total borrhållängd på 2,67meter borde därför ge bulten ett fritt rum på mellan 2-7centimeter beroende på hur mycket av bulten som hamnar utanför borrhålet.

5.2.2 Teori för varierad kvalitet

Kvaliteten är ifrågasatt på bultsättningen i Kristinebergsgruvan. Påfunna bultar utan cement i borrhålet har uppmärksammats. Det har inte uppmärksammats några avvikelser i hur operatörerna utför bultsättningen, dock har en teori kring min egen uppfattning skapats och som kan ge ett svar på varför det är dåligt med cement i hålen.

Vid borringen av bulthålet krävs det att operatörerna är uppmärksamma. När det borrar ett hål krävs en större mängd vatten för att minska friktionsvärmerna som uppstår och för att få ut det så kallade borrhållaxet ur hålet. Borrhållax är bergmaterial som krossas och transporteras ut ur borrhålet när borrhållaxen roterar och slår sig in i berget. När hålet är färdigborrat blåses borrhålet ut av tryckluft för att inget ska blockera cementslangen eller bulten när det ska in. Dock när man för ut borrhållaxen så kan man märka på mängden vatten som rinner ut ur borrhålet om man träffat en vattenfylld spricka. Problemet kan också vara att sprickan inte heller innehöll något vatten vilket försvårar det hela till att veta om det existerar någon spricka kring borrhålet. Om man då sedan träffar i andra änden av en icke vattenfylld spricka för att göra ett nytt borrhål. Kan den vattenmängd som tillförs i borring, följa just den sprickan ner till förgående bulthål. Detta resulterar i att vattnet som tillförts i sprickan kan skölja bort delar av bruket i förgående hål och blotta kamjärnet. Detta kan vara anledningen till resultatet av de osäkert satta bultarna där cement inte fyllts ända ut till brickan. Sprickan kan på dessa ställen ha varit närmare mynningen och sköljt bort bruket närmast ut mot brickan. Denna typ av situation kan man inte anklaga på operatören då det inte finns några sätt på att lyckas lokalisera dessa dolda sprickor.

Den andra typ av situation som hela teorin egentligen hänger på, är operatörens uppmärksamhet och förståelse. En vattenfylld spricka märks på flödet ur hålet när borrhållaxen slutförts. Fortsätter det att flöda eller ser det ut som att det pumpas ut? Detta visar lite på hur långt in i hålet sprickan är och hur mycket vatten det finns. Om cementbruk pumpas in i ett hål med en vattenfylld spricka kan det resultera i att cementbruket sköljs bort. Vad operatörerna skall göra när en vattenfylld spricka påträffats är att vänta med att bultsätta och gå vidare till att borra nästa hål. Även detta är viktigt, att om man utgår från att borra ifrån botten och upp mot taket och på vägen märker av en vattenfylld spricka så skall man försöka lokalisera denna spricka och se hur högt upp den sträcker sig genom att bara borra utan att bultsätta direkt efter. Därför bör nästa hål

borras över det förgående för att se om vatten tillförs och ökar flödet i det nedre hålet. Återigen, uppmärksammas inte detta av operatören riskeras det att hål med cementbruk sköljs ur. Efter att sprickan eller sprickorna lokaliserats skall operatören vänta på att vatten helt runnit ut och sedan utgå från att bultsätta uppifrån och ner för att vara säker på att vatten runnit ut och inte påverkar ingjutningen.

5.3. Inrapporteringen i gruvan

Kort nämnt i diskussionen, kapitel 5.1. Där nämns det om att rapportering sker olika mellan operatörerna. De har olika uppfattningar kring när man ska rapportera och om vad som räknas som en störning. Ett slangbyte menar flera ingår i arbetet och behöver inte rapporteras in. Andra menar att det är en störning så länge det håller en från att borra och bultsätta. Är det tiden vid gaveln som så kallat arbetskapacitet eller ska den effektiva kapaciteten på maskinen som skall rapporteras? En gång i tiden var det säkert sagt om vad som gällde men det råder ingen tvekan om att det är lite oklart om vad som gäller. Alla är införstådda med att de ska rapportera in men när? Det är frågan som förvirrar. Att nu operatörerna har skött sin inrapportering olikt varandra påverkar mycket på hur resultatet av kapaciteten ser ut och göra det något missvisande när man ska räkna på det. Det bör bli en ändring på denna del. Lösningen måste vara enkel och lätt att hantera med.

Ett förslag är att införa ett särskilt system som sedan finns vid sidan om i hytten på bultsättaren. En mjukvara på en skärm och som fungerar lite som en surfplatta fast med begränsade funktioner. Funktioner där man har en knapp för att trycka när man börjar borra och bultsätta. Vid störning så trycker man på knappen för just störning och fungerar då som en pausfunktion och systemet räknar ut hur lång tid störningen pågår tills man trycker på samma knapp igen för att fortsätta. När man är klar med salvan anger man det totala antalet bult som är satt. Skulle operatören inte hinna göra klart salvan innan skiftets slut så använder man samma paus funktion som för störningen, men anger att det är skiftbyte.

Ett system som detta skulle ta bort den mänskliga faktorn på driftcentralen där misskrivningar med mera kan ske på inrapporteringen. Dock skulle faktorn på operatören vara kvar med skillnad från att förut tänka på att det ska rapporteras via radion. Positivt är också att alla tider och störningar skulle bli precisa. Det bästa vore om detta system också fanns förprogrammerat i RCS på Boltecen och känner av antalet bult man satt i. Dock känns det inte hållbart då det ofta händer att bulten hamnar fel och operatören då måste gå in och styra rätt den för att träffa hålet,

problemet då som kan uppstå är att systemet möjligen tolkar det som fler satta bult än vad det egentligen är.

Ett system som detta kan underlätta pressen driftcentralen ibland får då alla operatörer nästan rapporterar in samtidigt, det blir så mycket ibland att de inte hinner skriva in i datorn och istället skriver på papper. Då kan man undra om de får in allt rätt sen i datorn. En mänsklig faktor som går att ta bort med det här alternativet. Tyvärr som redan nämnt så kommer fortfarande operatören vara kvar som en faktor som kan göra fel.

5.4. Gruvans kapacitet

Kristinebergsgruvan består av miltals av ramper och orter och i en stor gruva är det oundvikligt med att få långa sträckor mellan olika platser. Det krävs därför att man måste flytta efter med betydelsefulla platser som till exempel bultupplaget. Det har varit tal om att flytta upplaget men när och vart är svårt att säga. Att förflytta sig med maskin från gavel till bultupplaget kan i nuläget ta mellan 5 till 20 minuter beroende på vilken sträcka man åkt om man utgår från de stickprov som gjorts. Flyttar man bultupplaget närmre åt ett håll så blir det längre åt ett annat. Sträckan till bultupplaget är ofta lång, men en lång transporttid i en stor gruva går tyvärr inte att undvika. En flytt av bultupplaget måste ske men det får dröja. När det börjar närma sig att det ska ta 20-25 minuter hela tiden mellan gavel och bultupplag så är det dags att se efter en ny plats för ett bultupplag. Självklart kan det gamla bultupplaget behållas men att man skapar bara ytterligare ett upplag.

Om inte kortare sträckor går att lösa, då kan det kanske istället finnas ett alternativ till att operatörerna skall slippa åka dessa sträckor i onödan. Slangbyten orsakar dessa onödiga sträckor oftare än något annat. Detta beror på att när de går sönder så finns det inga reservslangar färdigmonterade och upphängda på bultaggregatet. Förståeligt är att det finns många olika storlekar och längder på slangarna och man vet aldrig vilken som går av nästa gång.

Ett förslag är att det utses de slangar som oftast går sönder för annars finns det slangar överallt. Dock tas inte transporttiden bort helt då det finns slangar med annorlunda storlek som också går sönder och en resa till verkstaden blir ändå nödvändig. Alternativet kan dock ändå eliminera en del av denna störningstid.

Det är ju självklart inte bara slangar som går sönder, det finns även packningar, bultar, fästen av olika slag och mycket mer som kan behövas. Med ett andra alternativ som också fungerar som ett kombinerande alternativ till det första är att införa ett fordon för just detta ändamål som kör

ut reservdelarna från verkstaden till maskinen. På beställning av operatören görs reservdelen i ordning för att sedan köras ner till maskinen som behöver det. Det är inte alltid att operatören själv har en egen bil och behöver därför hjälp av någon annan som kan ta med sig reservdelen. En reservdelsbil används redan i Garpenbergsgruvan som också tillhör Boliden AB och skall där fungera bra enligt dem som jobbar där. Man kan också säga att det varit redan på prov i Kristinebergsgruvan då förmän och andra på vägen ner i gruvan tagit svängen förbi verkstaden och plockat upp slangerna som operatören beställt. Dock finns det tankar kring det här om vem i så fall skall ta hand om körningen på den här bilen? Det borde vara någon av personalen på verkstaden. När denne inte kör bilen så hjälper han till med verkstadens vanliga sysslor. I hur stor mån denna bil skall användas bör också diskuteras mera. Dock anses det att man ska gå efter det samma som de gör i Garpenberg. Har operatören egen bil och står vid en gavel relativt nära verkstaden så går det också lösa som så att han själv åker till verkstaden fram och tillbaka istället för att det annars kan tidsmässigt gå jämt ut med denna metod. Alternativet till en reservdelsbil finns där men behöver alltså i sådana lägen kanske inte behöva användas, men att vid de längre sträckorna så kommer det ta bort en del av transporttiden.

6. Slutsats

Trots avvikelser i inrapporteringen och störningar som påverkat produktionen, klarar de nya bultsättarna av de produktionsmål som finns i gruvan. Dock noteras det att det går två stycken av de nya Boltec på en av de gamla bultsättarna. Kapaciteten på den gamla metoden uppgick till 13,6 bult per timme. Den nya kapaciteten beräknas uppgå i genomsnitt på de nya bultaggregaten till 8,38 monterade bult per timme. Med två bultaggregat som det oftast används, uppgår den siffran till 16,76 bult per timme. Det betyder att de nya bultaggregaten uppnår de krav och mål som är satta. Samtidigt skall det påpekas att den verkliga siffran på genomsnittskapaciteten troligen är högre än vad resultaten visar.

7. Rekommendationer

1. Förbättrad inrapportering

Avvikelseerna i inrapporteringen tros ha påverkat resultatet av kapaciteten negativt och verkliga siffror bedöms vara högre än vad resultatet visar. En förbättrad inrapporteringsmetod bör därför införas för framtida beräkningar. Ett automatiskt system inbakat i Boltecs RCS eller ett manuellt system vid sidan om där operatören själv rapporterar in antal bult och störningar för mer korrekta kapacitetsresultat.

2. Avvikelser i operatörens tillvägagångssätt

Inga avvikelser uppmärksammades under inspektionerna som påverkat kvaliteten av bultingjuttningen. Dock skapades en teori som kan ligga i grund för variationen av den.

Den utgår från operatörernas uppmärksamhet under utförandet om anslutna sprickor till det borrade bulthålet. Uppmärksamheten skall riktas mot speciellt de vattenfyllda sprickor som kan riskera att cementbruk sköljs bort om bulten ändå sätts i hålet eller skölja bort delar av det.

3. Intern utbildning

En utbildning för samtliga operatörer bör införas där en mängd olika punkter skall kunna förbättra operatörernas förståelse kring bultningsmetoden. Utbildningen skall vara:

- För en ökad förståelse kring bultning som bergförstärkningsmetod.
- För en ökad kännedom kring operatörernas egna och andras säkerhet i gruvan.
- För en förbättrad inrapportering alternativt inläring av nytt inrapporteringsystem och förstå varför den är viktig.
- För ökad förståelse kring användandet av maskinerna och RCS.

4. Reservdelsbil

Inför en reservdelsbil som kör ut reservdelar och verktyg till behövande operatörer för att minska stilleståndstiderna. Metoden är redan väl beprövad i Garpenberg och de samma uppgifter som fordonet används till där, kan även användas i Kristineberg och möjligen anpassas därefter.

5. Långa sträckor

Långa sträckor är svårt att undvika i en stor gruva. Vad man dock skall göra är att börja planera en flytt av bultupplaget i framtiden. Detta för att minska transporttiderna mellan bultupplag och gavlur för påfyllning av cement och bult. Bedöms ej till att vara nödvändigt just nu men en bra framförhållning kring det är ett plus då en flytt kan behövas ske plötsligt.

6. Ny mätning

När åtgärder kring inrapporteringen tagits vid och en utbildning för operatörerna ägt rum, skall en ny mätning på kapaciteten utföras. Då maskiner fått en lite längre inkörningstid och operatörerna blivit alltmer säkra på maskinerna. Med en mer korrekt inrapportering kommer också en mer rättvis bild kring bultsättarnas kapacitet att visas.

8. Referenser

Filmreferens:

Atlas Copco – *Underground and Surface Equipment*, 2009

Personreferenser:

Kjell Jacobsson, Bergmekaniker, Kristineberg.

+46(0)910705105

Bokreferens:

1. *Berg Byggnad*, 2010, Ulf Lindblom och Liber AB, 2010

ISBN: 978-91-47-09409-7

2. *Dagens kunskapsnivå – korrosion på bergbultar*, Bertil Sandberg, Korrosions- och Metallforskningsinstitutet AB (KIMAB), 2007-02-19

KIMAB:s referensnummer: 746693-745

<http://www.sbuf.se/ProjectArea/Documents/ProjectDocuments/42CB43DD-525A-463A-B219-6E9B43264642%5CFinalReport%5CSBUF%2011844%20Bilaga%203.pdf>

Internetkällor:

<http://www.jama.se/>

<http://www.atlascopco.se/>

<http://www.boliden.com/>

Kontaktpersoner:

Patrik Hansson, Utvecklingsingenjör, Boliden

Mobil: 070-276 75 29

Telefon: 0910-774 213

Mail: Patrik.Hansson@Boliden.com

Fredrik Jonsson, Gruvingenjör, Boliden

Mobil: 070-263 36 85

Telefon: 0910-705 143

Mail: Fredrik.jonsson@boliden.com

Bilagor



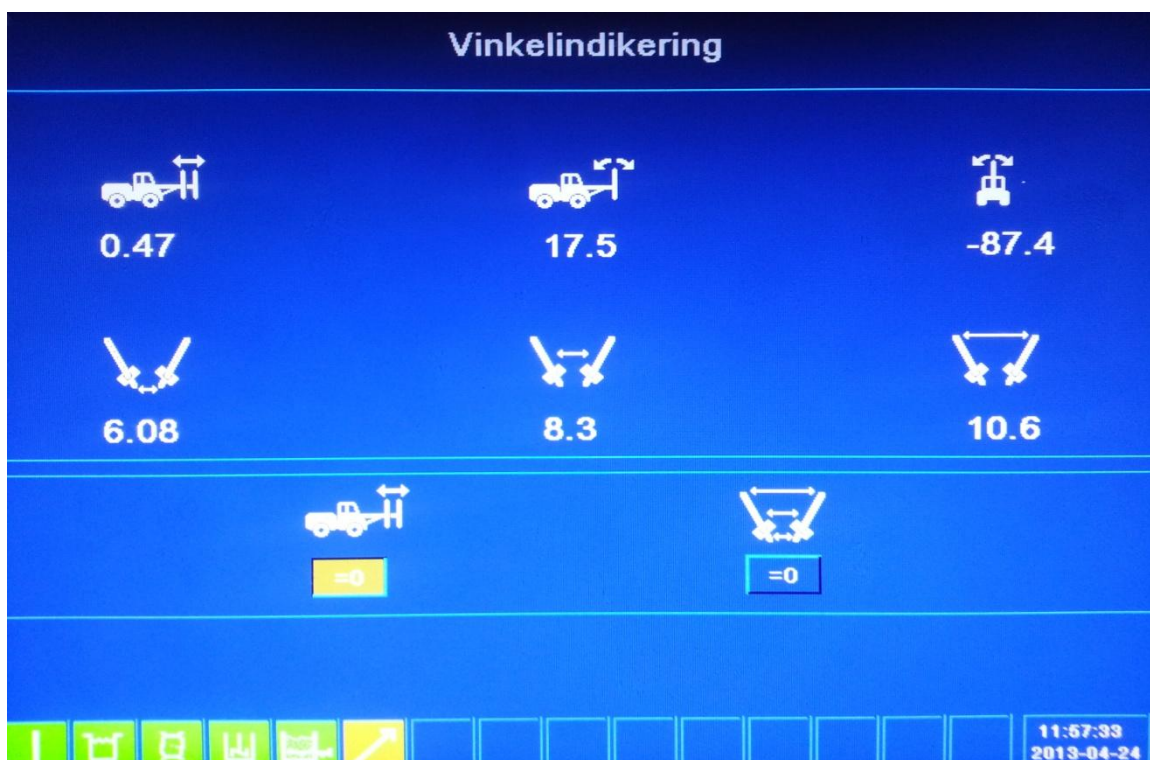
1. *Atlas Copco Boomer med två bommar. Denna modell användes till förborrningen av bulthål för den gamla metoden.*

<http://www.atlascopco.se/sesv/products/navigationbyproduct/Product.aspx?id=1520837&productgroupid=1401284>



2. *Atlas Copco Boltec-LC. Fyra stycken av denna modell finns i Kristinebergsgruvan varav en använder sig av plastpatroner.*

<http://www.atlascopco.se/sesv/products/Product.aspx?id=1464947&productgroupid=1401340>



3. Vinkelindikeringsskärmen på RCS i Boltecen. Med denna skärm ser operatörerna de rätta avstånden mellan bultarna. Foto: R.Forsell



4. Kontrollpanel och RCS i Boltecen. Härifrån styrs bommen, borrningen och bultsättningen. Foto: R.Forsell



5. RCS i Boltecen. Här visas total borrlängd, rotationshastighet, olika tryck och hur mycket cement det är kvar i blandaren. Foto: R.Forsell