© 2000 Svenska Bergteknikföreningen och författare

AUTOMATISERING I GRUVOR – NY TEKNIK

Seppo Seppälä, Sandvik Tamrock Corp.

Inledning

Gruvföretagen har ett ständigt behov att förbättra sin effektivitet och söker därför nya möjligheter också inom den tekniska utvecklingen. Ett sätt att i utvecklingsarbetet utnyttja det tvärfackliga kunnande som krävs i dagens teknologiska miljö är samarbetsprojekt mellan gruvföretag, maskinproducenter, sprängämnestillverkare, universitet och forskingsinstitut.

I början av år 1996 ingick Inco Ltd, Dyno ASA, Natural Resources of Canada (Canmet), och Sandvik Tamrock Corp. ett femårigt gemensamt utvecklingsavtal inom gruvautomatisering (MAP). Avtalet täcker de flesta av de väsentliga element som ingår i de berörda brytningsprocesserna när det gäller förbättrad säkerhet, kostnads-effektivitet, tillgänglighet och brytningskvalitet. Projektets slutliga resultat redovisas vid utgången av innevarande år, likaså utpekas de potentiellt intressantaste fortsatta utvecklingsmöjligheterna. Projektet har emellertid redan nu lett till viktiga resultat. Denna presentation beskriver några koncept som utvecklats inom MAP liksom också några utvecklingsresultat.

Vad är MAP

MAP (Mine Automation Project) är ett gemensamt forsknings- och utvecklingsprojekt mellan Dyno ASA, Inco Ltd., Natural Resources of Canada (Canmet), och Sandvik Tamrock Corporation. Det 5-åriga avtalet slöts i början av 1996. Ursprungligen bestod det av 12 delprojekt. Området har sedan dess ändrats något under projektets lopp, och består nu av följande delprojekt:

- Testplats, malmkropp 175
- Processtyrningssystem
- Telekommunikationssystem
- Positionerings- och navigeringssystem
- Borr- och spränganalys
- Emulsionssprängämnen
- Elektroniska sprängkapslar
- Laddning av ortsalva
- Ortdrivning
- Produktionsborrning
- Lastning (LHD)
- Innovativa fjärrstyrda brytningsmetoder
- Ortdrivningsprocess, tester
- Produktionsprocesser, tester

© 2000 Svenska Bergteknikföreningen och författare

Projektets mål är att bevisa att fjärrstyrd brytning är genomförbar med hänsyn till kostnadseffektivitet, trygghet, maximerad användning av arbetskraft, ökning av brytningskvalitet samt lönsamhet. Referensvillkoren har satts så att ett jättehopp från nuvarande praxis skall nås.

Delprojekt

Telekommunikationsprojektet består av digital leaky feeder -kabel och antenner för off-radiax kommunikation. Frekvenserna som används är ca. 1 GHz för video och audio, och 2,4 GHz för överföring av data. Detta delprojekt har nått sina mål mycket bra redan idag. Räckvidden hos den trådlösa video-, data- och radioförbindelsen överskrider det fastställda utgångskriteriet, dvs. 100 m off-radiax kommunikation.

Positionerings- och navigeringsprojektet täcker två områden: vägledning för LHD-utrustning (även dumper) och positionering för borrningsutrustning.

Vägledning baserar sig på Automated Mining Systems, lyskabelkoncept, men med utvecklad algoritm. Lastarens hastighet med AMS-systemet idag är ca. 5 km/h. Med ny algoritm har ca. 10 km/h uppnåtts i testerna, och hastighetsförväntningarna för det första kvartalet 2000 ligger vid ca. 16 km/h. Ortbanans skick är en väsentlig faktor vid strävan efter högre hastigheter.

Positionering baserar sig på ett förbättrad Horta gyropositioneringssystem som utvecklats av Honeywell och förbättrats av Inco. För att minimera gyronavigeringssystemets fel som orsakas av dess typiska tendens att driva, är ett speciellt system under utveckling. De preliminära testresultaten av detta system är lovande.

Processtyrningen kommer att bygga på ett skräddarsytt system som är under utveckling. Systemet skall vara klart för tester på systemnivån vid slutet av mars 2000. Då är systemet färdigt att förse MAP med datainsamling, datahantering, analyser och rapporter för beslutsfattande och verkställande. Testerna på systemnivån skall enligt planerna vara slutförda i slutet av juni 2000.

Sprängämnesprojektet har redan nått målet genom att förse MAP både med gasad emulsion för minimering av överbrytning, och konventionell emulsion för fält- och produktionshålen. Även de-coupling (hålet fylls delvis med sprängämne) skall användas som extra reglering av densitet vid ortdrivning eftersom berg är betydligt sprickigt.

Utvecklingsarbetet med elektroniska spängkapslar fortsätter ännu men är mycket nära målet och kommer att förse MAP med addresserbara elektroniska sprängkapslar med mycket hög precision och brett tidsinställningsområde. Dessa sprängkapslar skall användas vid både ortdrivnings- och produktionsprocesserna.

Borrnings- och sprängningsanalys -projektet har koncentrerat sig på beräkning av lämplig hålstorlek, håldjup och borrschema, liggare, såväl som på rätt densitet av

© 2000 Svenska Bergteknikföreningen och författare

sprängämnet och lämplig tidsinställning av sprängkapslar i borrschemats olika delar vid ortdrivning.

Borr- och spränganalys -projektet har redan nu givit viktiga resultat. Till exempel har över/underbrytning förbättrats avsevärt, med en minskning från ca. 15-20 procent till ca. 5 procent. Referensytan har definierats som planerad perimeter (stickvinklarna medräknade).

Detta projekt fortsätter till slutet av april för fastställande av parametrarna för ortdrivningsprocesstesten.

Ett av resultaten från detta projekt har varit ett bestämt sätt att hantera liggare (bottenhål). Liggarna (bottenhålen) lämnas oladdade vid fjärrstyrd drift. Trots detta har vi nått tillräckligt bra ytkvalitet på golvet. Patentansökan för denna metod har inlämnats.

Inom ortdrivningsprojektet har ett fjärrstyrt, självständigt, datorstyrt borraggregat konstruerats. Aggregatet har redan klarat de slutliga testerna. Körning, uppställning, inklusive fjärrstyrd positionering, samt nedtagning, vattendimborrning, datorstyrd fjärrmanövering och manövering ombord, och överföring av data mellan rigg och kontrollrum är alla driftklara redan idag.

Inom produktionsborrning är största delen av frågorna desamma som vid ortdrivning.

Vad gäller lastare (LHD), har de fjärrstyrda/automatiska funktionerna utvidgats till uppföljning av produktion och övervakning av själva aggregatets skick. Det finns även några ändringar som genomförts på själva LHD för att bättre passa samman lastaren och vägledningssystemet.

Processerna

Processerna baserar sig som bekant på arbetscykler, dvs. de består av borrning, laddning, sprängning, ventilation, lastning och gruvmätning. Gruvmätning och förstärkning har lämnats utanför MAP. Dessa frågor handhas dock av Inco Ltd. inom projekt vid sidan av MAP.

Både ortdrivnings- och produktionsprocesserna (Cut and Fill samt skivrasbrytning) genomföras och testas under 2000.

De flesta elementen inom processerna är/skall vara automatiska/fjärrstyrda:

- körning till/från ortgavel
- uppställning, inkl. positionering
- nedtagning
- borrning/laddning
- sprängning
- lastning/transport/tippning

© 2000 Svenska Bergteknikföreningen och författare

- gruvmätning
- förstärkning

Laddning blir inte slutbehandlad förrän efter MAP-tidtabellen.

Bemanning behövs vid ortgaveln eller produktionsområdet endast för att åtgärda driftstörningar som skall utredas på plats. Procedurerna – säkerhetsåtgärder medräknade – för normala bemannade operationer skall gälla i sådana fall.

Processkontrollsystemet kommer att vara ett väsentligt verktyg som ger aktuell information (i valda fall realtidsinformation) för beslutsfattande och verkställande av beslut.

För- och nackdelar av fjärrstyrd ortdrivning

Nedan listas de viktigaste för- och nackdelarna tillsammans med några förklarande exempel.

Fördelar

- mer konsekventa operationer (allmänt förbättrad processkontroll, repeterbarhet - t.ex. samma borrplan oberoende av bomskott)
- lättare infrastruktur (t.ex. färre ventilationslinjer)
- mindre ventilationsbehov (optimerad ventilation inom fjärrstyrda områden)
- bättre kvalitet på ortprofilen (optimerad lastning, mindre förstärkningar och mindre motstånd för luftflöde)
- bättre utnyttjande av ortgavel (kortare väntetider, t.ex. efter sprängning)
- bättre utnyttjande av maskiner (längre driftstid per dag)
- bättre utnyttjande av arbetskraft (minskad resetid på grund av drift från ovanjord)
- mindre arbetskraft / borrade meter (en operatör / flera maskiner)
- ökad säkerhet (operatörerna på avstånd)
- lägre service- och underhållskostnader på lång sikt på grund av mindre variationer i drift
- snabbare tillgång till malmkropp (allmänt förbättrad processkontroll, netto arbetstid ca. 22 av 24 timmar)
- kortare tid för tillredningsarbetet (som ovan)
- bättre kapitalutnyttjande (bättre utnyttjande, snabbare återbetalning)

Nackdelar

- investeringar i planering och förverkligande av ny process (särskilt vid inledning av ändringarna)
- särskilt investeringar i nya procedurer av fjärrstyrda operationer
- olika åtgärder för personer som skall åtgärda funktionsfel vid ortgaveln
- startinvesteringar vid val och utbildning av lämplig personal (typ av personal på grund av datorer används i hög grad på maskinerna och systemen)
- högre startkapitalkostnader på maskiner (högt utvecklade maskiner)
- högre service- och underhållskostnader på maskiner (som ovan)

© 2000 Svenska Bergteknikföreningen och författare

Sammandrag

- teknologiskt perspektiv: utförbar
- driftperspektiv: genomföring möjligt, i många fall t.o.m. ytterst önskvärt (cykeltid, säkerhet)
- operationskostnader: beror på fallet. Helhetsbilden är mycket viktig!
- kapitalkostnader: snabbare tillgång till malmkropp och kortare ledtider, besparningar i infrastruktur, men högre startkostnader på maskiner, investeringar på personal, samt kostnader vid förverkligande

- Kulturändringar kräver tid ! Utbildning har en väsentlig roll.

- Fullserviceavtal rekommenderas.

Användbarheten av de teknologier som behövs för att nå de fastställda målen har redan prövats. Ortdrivnings- och produktionsprocesserna skall testas inom detta år. Därefter har vi bitarna för det ekonomiska pusslet färdiga.

Allt som allt, nedräkningen för starten av ett nytt sätt att göra saker har börjat.