© 1999 Svenska Bergteknikföreningen och författare

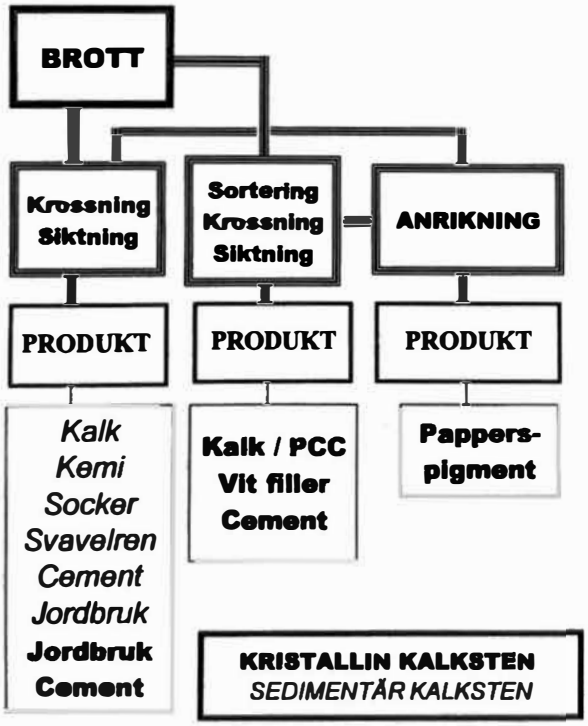
MALMMODELLERING OCH GIS VIKTIGA HJÄLPMEDEL VID BRYTNING OCH PROSPEKTERING AV KOMPLEXA KALKSTENS-FYNDIGHETER

Lennart Laurén
Partek Nordkalk Oy Ab

Våra urbergskalkstenar är i regel inhomogena i kvalitet och besvärliga att exploatera. De är veckade och deformerade, innehåller gråbergsfragment i varierande mängd, genomskärs av oregelbundna pegmatitgångar m.m. Å andra sidan är själva kalkstenen ofta vit och lämplig för högkvalitativa produkter som filler och pappers-pigment.

De sedimentära kalkstenarna, typ silurkalksten på Gotland, är betydligt mera regelbundna, men också här har det visat sig att t.ex. termiska egenskaper och mekanisk hållfasthet kan variera betydligt. Renhetskraven på t.ex. kalksten för bränd kalk har också skärpts kraftigt de senaste åren.

Eftersom de flesta kalkstensprodukterna är för grova för ett anrikningsverk, är kvaliteten på produkten i hög grad beroende på kvaliteten och selektiviteten i gruvbrytningen. Värdet av en kalkstensfyndighet är direkt beroende av gruvans förmåga att separera de olika kvaliteterna så bra som möjligt redan i brytningsskedet.

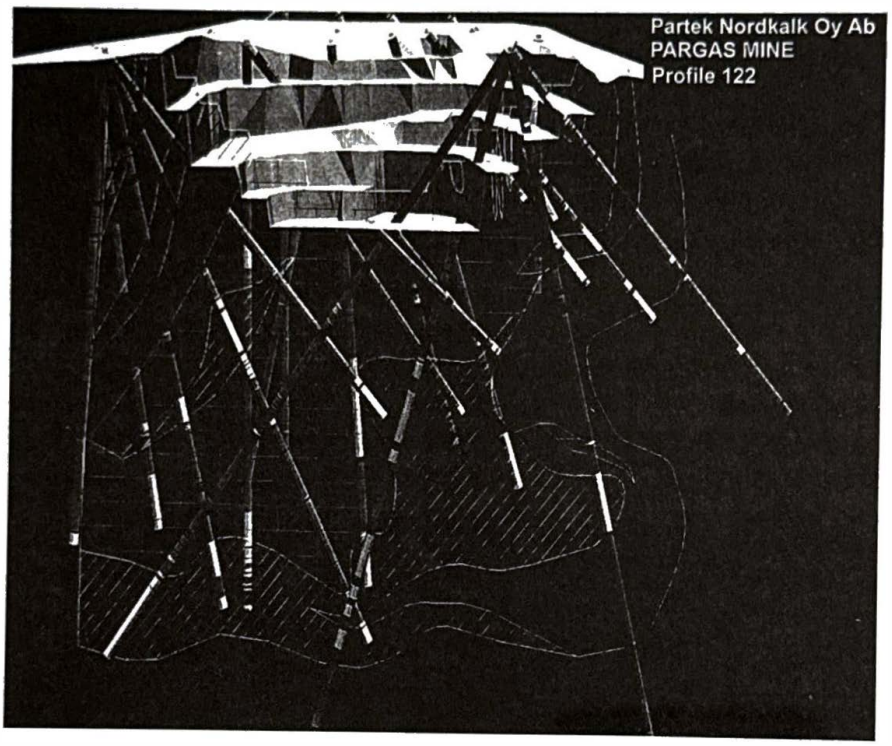


Figur 1. Gruvprocess i Partek Nordkalks gruvor

© 1999 Svenska Bergteknikföreningen och författare

Som den största producenten av kalk- och kalkstensprodukter i Östersjö-området, är det av vital betydelse för Partek Nordkalk att kunna utnyttja fyndigheterna optimalt. Nordkalk har systematiskt strävat till att förbättra selektiviteten i brytningen (dagbrott).

En grundförutsättning för ett rationellt utnyttjande av fyndigheterna är att man har tillräckligt med data om fyndigheten, att man har rätt typ av data samt att man kan hantera dessa data på ett mångsidigt sätt. Dessa data är av mångskiftande slag: från satellitdata för prospektering och heltäckande borrningsdata över en komplex kalkstenskropp till detaljerade mätningar av borrhålsavvikelser i spränghål. Gemensamt för dem alla är att det är fråga om en stor mängd mätpunkter med en geografisk koordinat som är kopplad till en eller flere egenskaper (GIS = Geographic Information System) (Fig. 2). Dessa data kan med modern datateknik omformas till tredimensionella modeller som är ett utmärkt hjälpmedel både för att planera gruvbrytningen och förbättra det tekniska genomförandet.

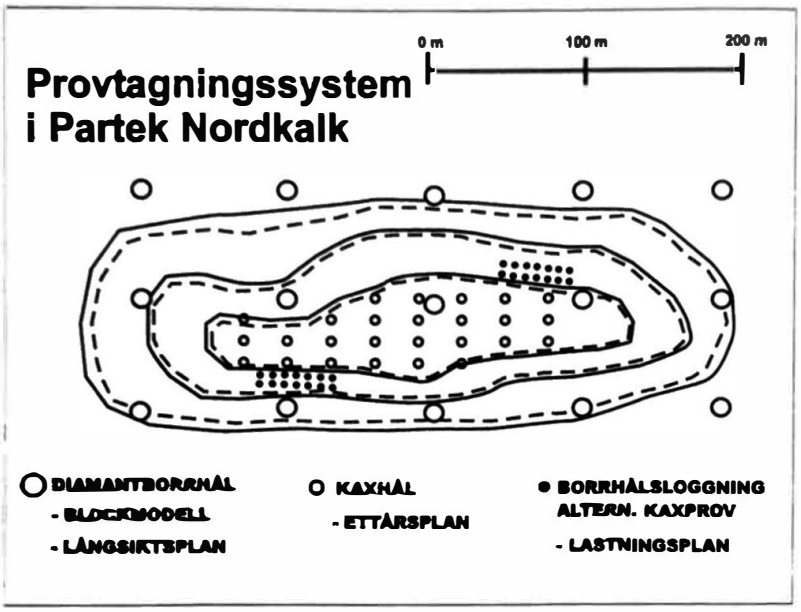


Figur 2. Diamantborrning av komplex kalksten

© 1999 Svenska Bergteknikföreningen och författare

Planering

Inom Partek Nordkalk utförs planeringen på tre plan: långsiktig eller totalplanering av fyndigheten, ettårsbrytningsplaner samt i de mest komplexa fyndigheterna lastningsplaner för enskilda salvor. Den erforderliga provtagningen är schematiskt presenterad i figur 3.



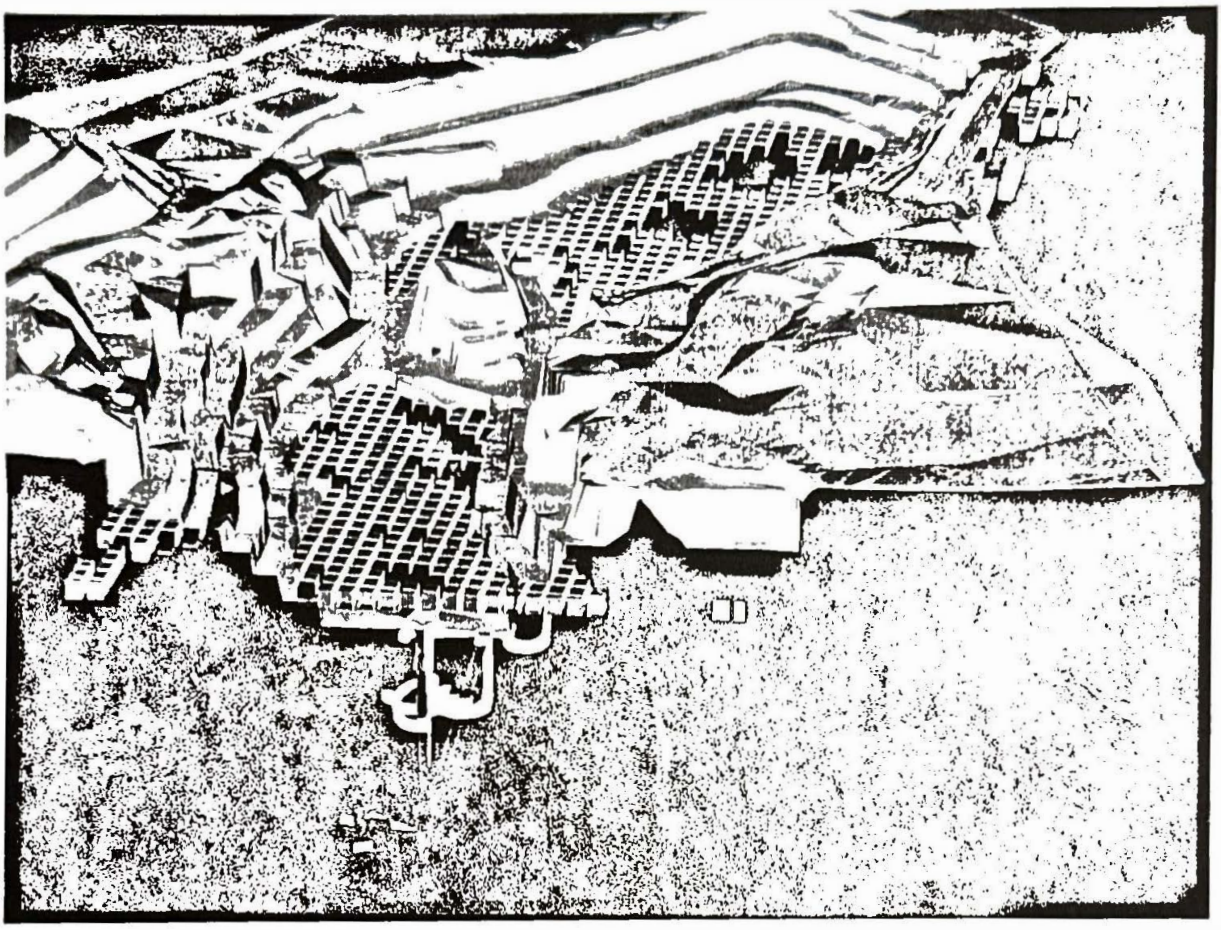
Figur 3. Provtagningssystem

Långsiktig planering

Planeringen baserar sig på diamantborrhål och utförs med hjälp av det kanadensiska systemet Gemcom. All data läggs in i databasen PC-EXPLOR, varefter de behandlas i GEO-MODEL för tvådimensionella presentationer samt i PC-MINE, som ger en tredimensionell modell av fyndigheten. Ofta skapas alternativa blockmodeller som framhävar kalkstenens fysikaliska eller andra egenskaper, såsom brännbarhet eller vithet.

© 1999 Svenska Bergteknikföreningen och författare

Med hjälp av blockmodellerna kan man bestämma den verkliga potentialen hos en komplex kalkstensfyndighet och optimera produktmixen. Man beräknar även stenbalansen, som anger i vilket förhållande de olika kalkstenskvaliteterna måste brytas för att fyndigheten skall kunna exploateras långsiktigt. Figur 4 visar ett snitt på djupare nivå genom Pargas blockmodell.



Figur 4. Skärning av blockmodell för Pargas fyndighet

Kortsiktig planering

Dessa planer är i huvudsak detaljerade för ett års brytningsplaner. För vissa fyndigheter görs detaljplaner för längre perioder upp till fem år.

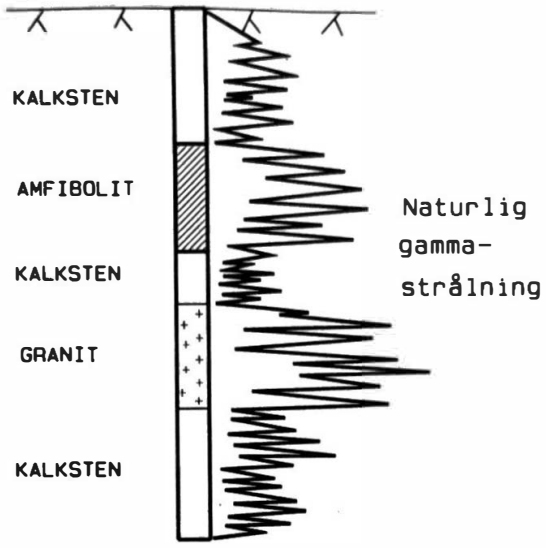
För detaljplanerna behövs tätare provtagning än diamantborrningen och kaxborrning är här den vanfliga metoden. Alla data erhållen genom kaxborrning integreras med blockmodellen.

© 1999 Svenska Bergteknikföreningen och författare

Lastning av salvor

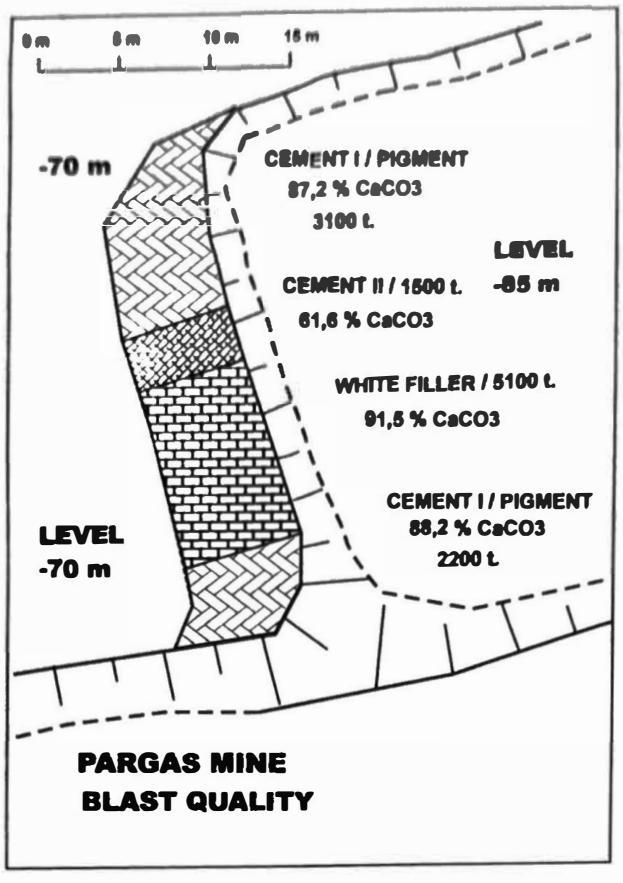
Kvaliteten på alla salvor kontrolleras genom provtagning. Då det gäller sedimentära kalkstenar räcker det vanligen med ett begränsat antal kaxprov. De komplexa kristallina kalkstenarna är ofta så varierande, att i princip varje spränghål borde provtas. Då kemiska analys av varje hål är tidskrävande och dyrt har Nordkalk gått in för borrhålslogging, där man snabbt kan mäta en egenskap, i detta fall naturlig gammastrålning, som korrelerar med kvaliteten. Det har visat sig att kristallin kalksten har en låg strålningsnivå, medan de silikatiska komponenterna nästan alltid har en högre nivå. Genom att utnyttja denna egenskap får man en metod som snabbt och enkelt ger en stor mängd data, visserligen med lägre analysnoggrannhet än kemisk analys, men tillräcklig för dessa ändamål.

På grund av dessa mätresultat delas salvan upp i olika kvalitetsdelar som lastas skilt.



Figur 5. Naturlig gammastrålning i kristallint kalkberg.

© 1999 Svenska Bergteknikföreningen och författare



Figur 6. Uppmätt kalkstenssalva uppdelad enligt kvalitet.

Brytteknik

Nordkalks gruvor är i huvudsak dagbrott, vilket ger bra möjligheter till selektivitet i brytningen. Brytningsmetodiken anpassas alltid till de geologiska förhållandena, vilket inte alltid ger det kostnadsmässigt bästa alternativet.

Med hjälp av blockmodellerna beräknas det optimala uttaget av olika kvaliteter, vilket kombinerat med vanliga geologiska observationer i hög grad bestämmer storlek och typ på maskinenhet samt i vissa fall losstagningsmetod.

Borrning och sprängning

Borrning och sprängning är den dominerande losstagningsmetoden.

Typiskt för Nordkalks dagbrott är:
- relativt små salvor, 5.000-30.000 t, pallhöjd 8-15 m
- flere lastningsplatser samtidigt
- relativt små maskiner
- selektiv lastning av enskilda salvor
- kontrollerad sprängning

© 1999 Svenska Bergteknikföreningen och författare

För att höja kvaliteten på losstagningen och förbättra styckefallet (kontrollerad sprängning) mäter man i Pargas och Villmanstrands dagbrott rutinmässigt väggprofil och borrhålsavvikelse. Som utrustning används engelska MDL:s Quarryman laser för väggprofiler samt Boretrak gravity sensor för logging av borravvikelser i tre dimensioner. Borrnoggrannheten och styckefallet har förbättrats avsevärt samtidigt som specifik sprängämnesanvändning minskat.

Fräsning och rivning (ripping)

Metoden kan tillämpas i horisontellt lagrade förekomster, där den ges mycket bra selektivitet i vertikalled. Nordkalk tillämpar fräsning i Uddagården, Ljung och Estland samt ripping i Ignaberga.

Hammarbrytning

Metoden ger utomordentlig selektivitet, men fungerar idag tillfredsställande endast i tillräckligt sprickigt material. Nordkalk tillämpar metoden i Rakke, Estland för att producera högklassig sten för kalkbränning.

Sammandrag

Det är uppenbart, att ett utvecklat datahanteringssystem med möjlighet till mångsidig modellberäkning ger en bättre helhetsbild av komplexa kalkstensfyndigheter och deras verkliga potential. För att kunna utnyttja denna potential optimalt, måste brytningsmetodiken anpassas efter fyndighetens geologiska karaktär. Detta innebär högre kostnader, brytningskostnaderna för selektiv brytning är 10-30 % högre än vid bulkbrytning. Detta kompenseras dock mer än väl av den högre kvalitet man kan ta ut. Selektiva brytningsmetoder kan höja fyndighetens in-situ -värde med 30-50 %.