



Raiseborning i svåra bergförhållanden

Litteratur och praktikfallsstudie



Raiseborrade schakt



25 meter långt, 1.2 meter diameter
Bra berg, höga spänningar
Problem!

500 meter långt, 6.1 meter diameter
Bra berg, låga spänningar
Problemfri!



Metodik

- Litteratur studie
 - Internet
 - Databaser
 - Publikationer
- Praktikfall
 - Gruvindustrins erfarenhet
 - Erfarenhet från tidigare projekt

| Itasca/Boliden Raisebore Project | | | | | | |
|--|-----------------|-----------------|----------------------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| Case History Summary Data Sheet | | | | | | |
| Mine: | | | Engineer: | | | email: |
| Raisebore Name: | | | Dip: | deg | Dip Direction: | deg |
| From (top level): | ft | 0 m | Depth below surface (top): | ft | 0 m | |
| To (bot level): | ft | 0 m | Depth below surface (bot): | ft | 0 m | |
| Total Length: | 0 ft | 0 m | Diameter of Raisebore: | ft | 0.0 m | |
| Rocktype: | | | | | | |
| From (top level): | ft | 0 m | ft | 0 m | ft | 0 m |
| To (bot level): | ft | 0 m | ft | 0 m | ft | 0 m |
| Rock Strength | $\sigma_c =$ | MPa | $\sigma_c =$ | MPa | $\sigma_c =$ | MPa |
| Rock Mass Quality | RMR(ave) = | Q' (ave) = | RMR(ave) = | Q' (ave) = | RMR(ave) = | Q' (ave) = |
| Joints/m (ave) | #/m | 1 | #/m | | #/m | |
| Field Stress at top (MPa) | $\sigma_{EW} =$ | $\sigma_{NS} =$ | $\sigma_{EW} =$ | $\sigma_{NS} =$ | $\sigma_{EW} =$ | $\sigma_{NS} =$ |
| Field Stress at bot (MPa) | $\sigma_{EW} =$ | $\sigma_{NS} =$ | $\sigma_{EW} =$ | $\sigma_{NS} =$ | $\sigma_{EW} =$ | $\sigma_{NS} =$ |
| Deviatoric Stress | | | | | | |
| Support? | | | | | | |
| Problems experienced during or after raiseboring | | | | | | |
| Solution or steps taken to overcome problems | | | | | | |
| Comments/Sketches/Diagrams | Any other notes | | | | | |
| | | | | | | |

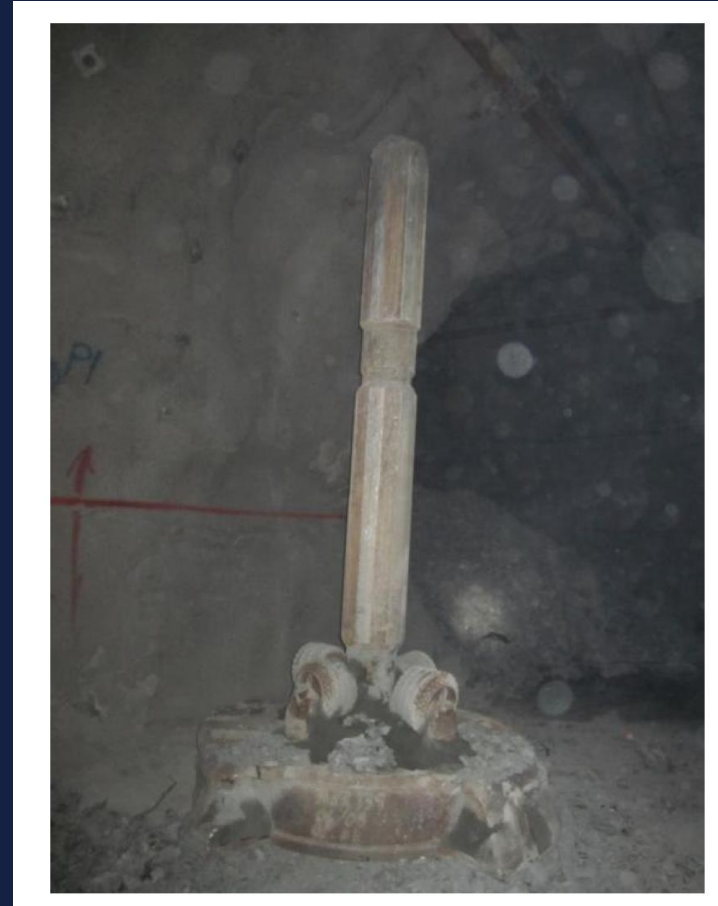
Itasca Consulting Canada Inc. - Consulting Geomechanics Engineers



Gruva A – Ventilationsschakt



Innan upprymning



Efter 35 meter upprymning

Gruva A – Lösning?

- Sonderingsborrning
- Betongplugg i schaktbotten
- Tomrum gjöts igen
- Borra om pilothål
- Ny upprymningsdiameter = 2.4 m (tidigare 3 m)

Lärdom:

- Ta större hänsyn till omfattning av mikrosprickor
- Använda fler korta schakt jämfört med ett långt

Gruva K – Öppningshål (Stope slot raise)



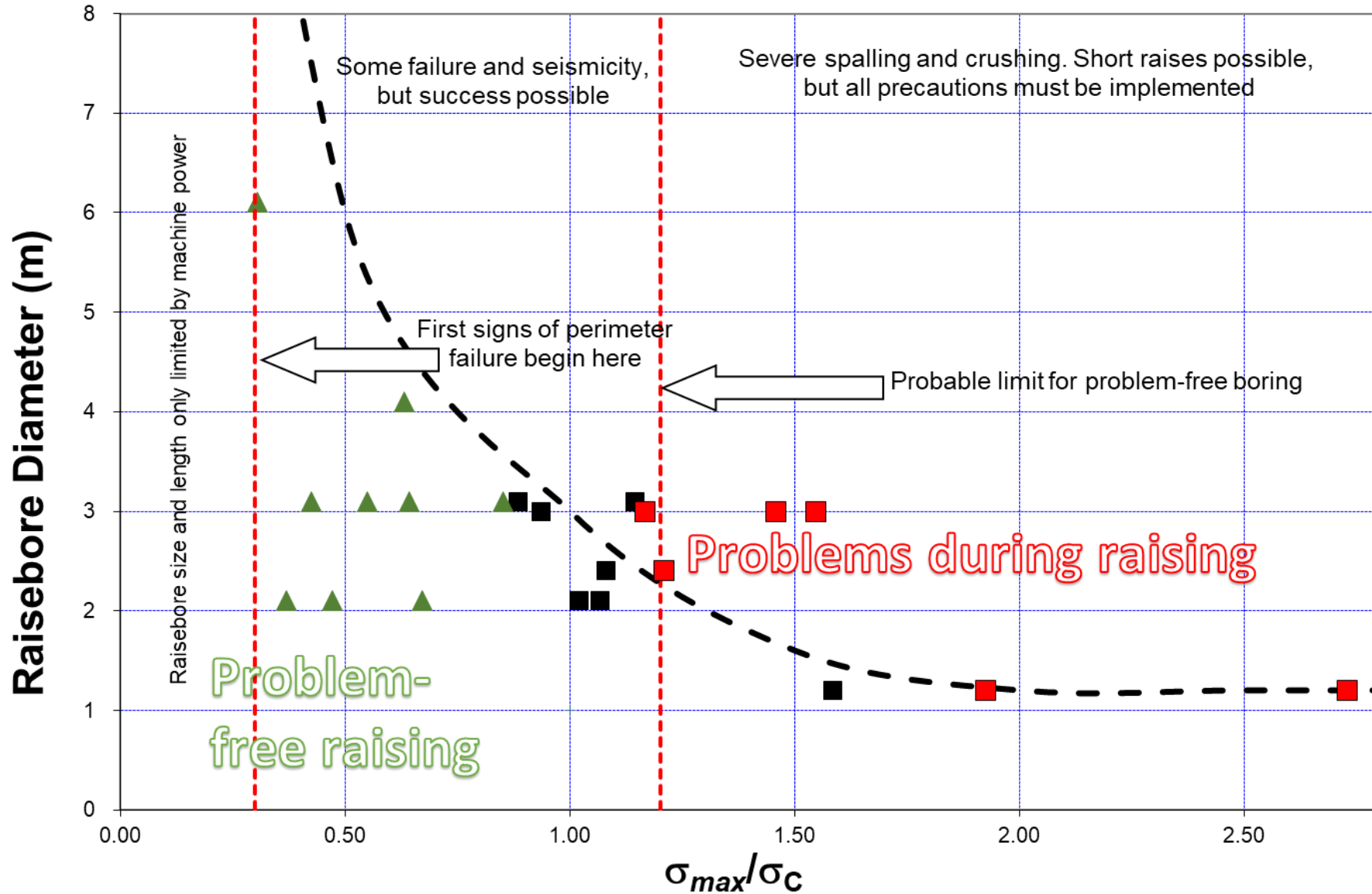
Gruva K – Lösning?

- Borra om pilothålet flera gånger
- Sänka upptrymningskrona ut ur schakt mellan skiftbyten

Dimensioneringsdiagram

- Studie av långtidsstabilitet på malmschakt (Brummer, 1998)
 - Praktikfallen från främst kanadensiska gruvor
 - Stabilitetsindex (σ_{max}/σ_c)
 - maximal tangentiell spänning ($\sigma_{max} = 3\sigma_H - \sigma_h$)
 - enaxiell tryckhållfasthet (σ_c)
- Diagram för dimensionering av raiseborrade schakt vidareutvecklades

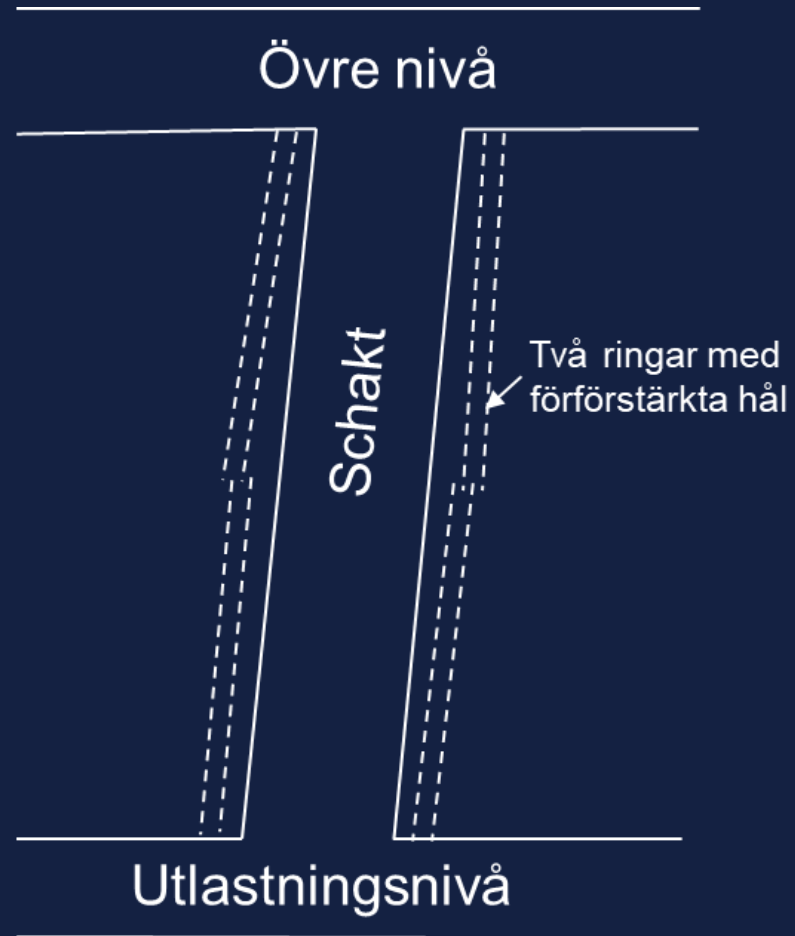
Raisebore Design Chart



Åtgärdsförslag

- Mothållande tryck med lösmassor (Lucky Friday)
 - Låta schaktet vara fyllt av lösmassor
 - Rör installeras från ovanliggande nivå samtidigt som utlastning
- Frysning
- Förförstärkning genom vertikala förstärkta hål runt schaktet (vertikal skärm)

Exempel förförstärkning - Kanadenisk gruva



- 2900 meters djup
- Två vertikala ringformade skärmar

Slutsatser

- Kontinuerligt pågående borrhning "Hot seat the raise"
- Sänka ner upprymningshuvudet ur schaktet mellan skiftbyten och stillestånd
- Minska upprymningshuvudets diameter
- Dimensioneringsdiagrammen kan ge en indikation angående spänningsrelaterade problem under borrhning.
- Använd minst två dimensioneringsmetodiker
- Fokus på variation i bergets karaktär under förundersökningsfasen
- Fortsatta arbete bör omfatta en analys av bergmassans beteende vid förförstärkning med vertikala skärmar.

Tack!

Tack till alla gruvor som delat information och data!

Ett speciellt tack går till João Gabriel (gruvingenjör vid Somincor).



Photo: Boliden

Raiseborning i svåra bergförhållanden

Catrin Edelbro Itasca Consultants AB, Sweden

Richard Brummer, Itasca Consulting Canada Inc., Canada

Matt Pierce, Pierce Engineering, USA

Daniel Sandström, Boliden Mineral AB, Sweden

Jonny Sjöberg, Itasca Consultants AB, Sweden