Anmälan på:

www.befoonline.org

www.befoonline.org

Sista anmälningsdagen: 22 jan 2012

Vägbeskrivning: Se BeFo Hemsida under aktuellt seminarium.

Avgift: 800 kr exkl. moms. Lunch och kaffe ingår.
Anmälan är bindande.

Seminariedokummentation: Presentationer från dagen samt sammanställning av paneldiskussion (skickas i efterhand via e-post)

Inbjudan till seminarium om

Metodutveckling för berguttag och tunneldrivning

1 februari 2012

Plats: **Skanska**
Råsundavägen 2, Solna, Stockholm
Sal:
(vägbeskrivning)

Om seminariet

På detta inledande seminarium om metodutveckling för berguttag och tunneldrivning kommer konventionella och potentiellt möjliga metoder att diskuteras. Syftet är att identifiera nya metoder som har potential att utvecklas till att bli kommersiellt gångbara samt att identifiera utvecklingsmöjligheter för konventionella metoder. Seminariet kommer att behandla tunneldrivning såväl som specialmetoder för försiktigt uttag av berg.

Produktionstekniska aspekter samt energieffektivitet och miljöbelastning kommer att diskuteras. Baserat på resultatet av detta inledande seminarium så arrangeras fördjupningsseminarier under 2012. Fokus är på användning inom infrastruktur och anläggning men även andra applikationer kommer att beröras.

Presentationerna är 15 minuter långa och följs av 5 minuter för frågor. Seminariet avslutas med en paneldiskussion.

PROGRAM

09.00 *Registrering & samling, kaffe/te*

09.30 **Välkomsthälsning**
Gunnar Nord Atlas, Copco

09.50 Robert Sturk, Skanska, TBM-tekniker

10:10 *Arild Rödland, NTNU,* Electric Pulse Discharge

10:30 *Roger Söyland, dwteknikk,* Vajersågning

10:50 *Lars-Åke Öhlen, NCC:* Fördelar med att undvika konventionell sprängning

11:10 Frank Dittberner, Emstone: Praktiska erfarenheter ifrån spräckning av berg med hydrauliska kilar.

11:30 **LUNCH**

12:30 *Bengt Niklasson, Geosigma*, Försiktig sprängning

12:50 *Lars Persson, Atlas Copco,* Borrteknikens utveckling

13:10 *Carl Strömdahl, Conjet,* Vattenskärning

13:30 Paneldiskussion, *Gunnar Nord, Atlas Copco*
(med kaffe och bulle)

15.00 **Avslut**

TBM Tekniker

Robert Sturk

Senior Technical Advisor, Skanska-Vinci

Agenda

- “TBM” ett vitt begrepp och ett kraftfullt koncept

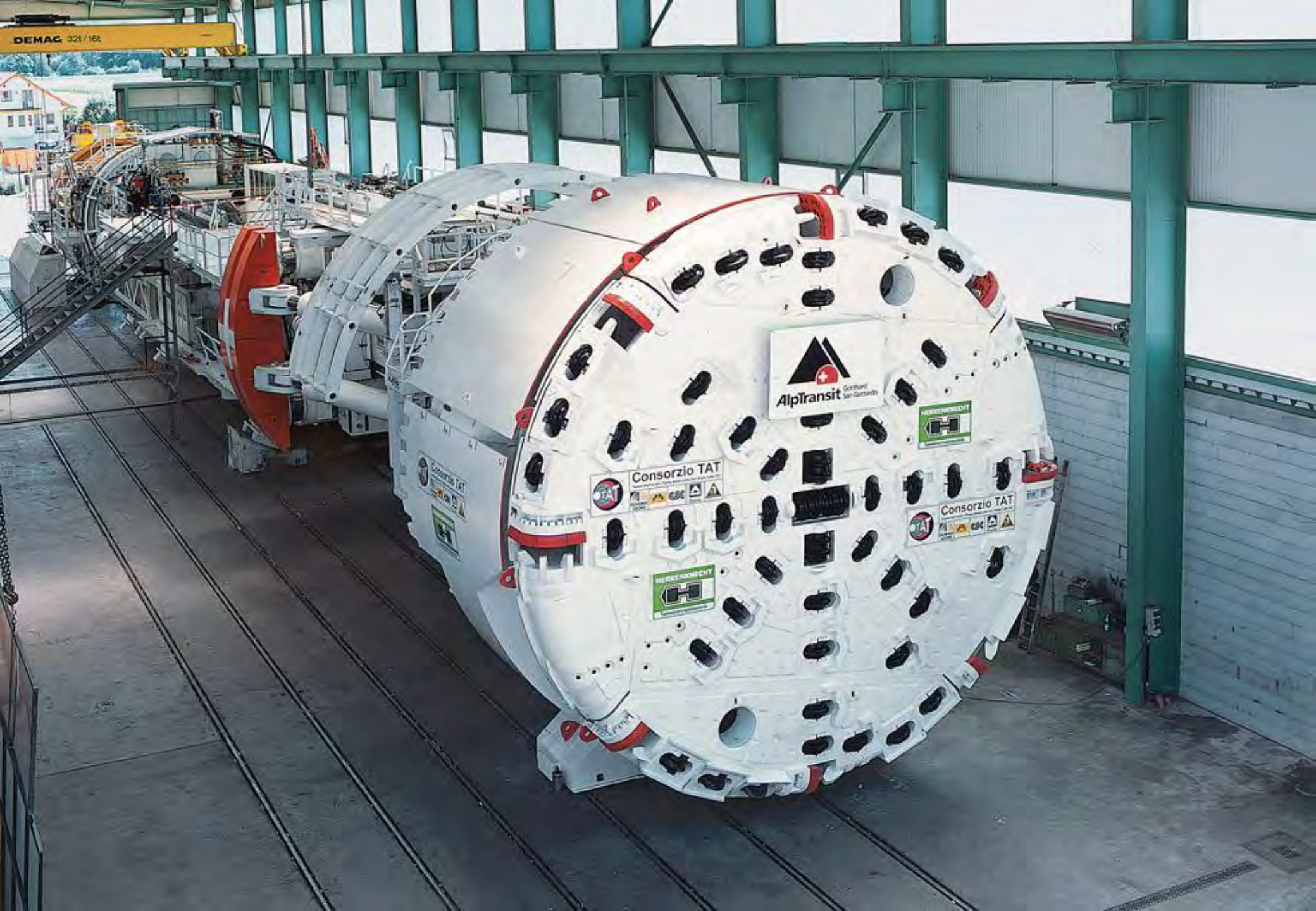
- “Pride and Predjudice”

”Conventional” TBMs

- Hard rock TBMs
  - Gripper TBMs
  - Single Shield TBMs
- Soft Ground TBMs
  - EPB Shield
  - Slurry shields

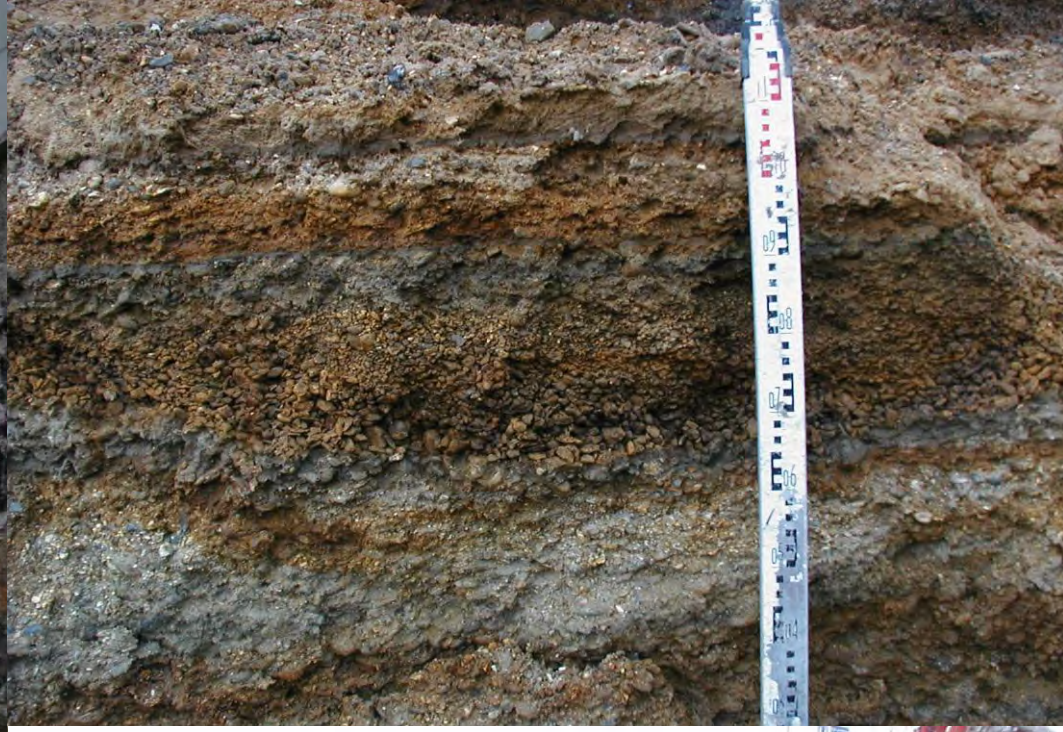
Alptransit Gotthard, Bodio, Amsteg

TBM S-210, S-211 and S-229, S-230


DEMAG 32t / 16t
AlpTransit Gotthard San Gottardo
Consorzio TAT
HERRENKNECHT
Consorzio TAT
HERRENKNECHT

ÖBB
WIENERWALDTUNNEL

Robbins



Made Ground & River Terrace Deposits,
London CTRL 230 Stratford Box

Lambeth Group (Lower Shelly Beds & Sand Channel)
London CTRL 230 Stratford Box

WIRTH
union
WIRTH
WIRTH
WIRTH
WIRTH

GenSet

northwest
INTERCEPTOR
SRCSD
PB
LOVAT
AFFHOLDER
INCORPORATED
Tunnel Contractor
Mary
LOVAT
LOVAT
LOVAT

Kuala Lumpur, Malaysia

S-251, S-252

Slurry TBM cutterhead for variable ground

”Special/Advanced” TBMs

- Mixed Shields (air pressure cushion)
  - Hard Rock Open Mode/Slurry Mode
  - EPB Mode/Slurry Mode
- Double Shields

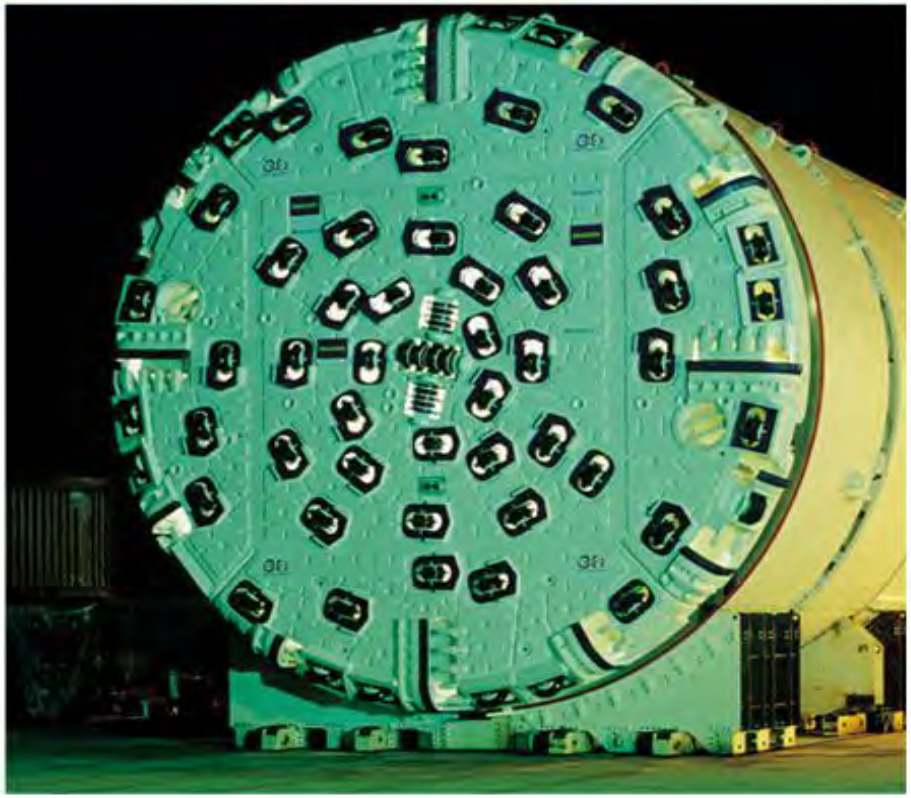
BANVERKET
Skanska - Vinci HB
SKANSKA
VINCI
CONSTRUCTION
GRANDS PROJETS
BANVERKET
Skanska - Vinci HB
VINCI
SKANSKA
CONSTRUCTION
GRANDS PROJETS

DEMAG

Project Le Perthus, Pajares

S-286, S-296, S-312, S-318

Double Shields



La Cabrera, Valencia
67,2 m på en dag (45 ringar)

Svenska Projekt

- Kymmen, Kraftverk Värmland
- Saltsjötunneln, Stockholm
- Ormen, Stockholm
- Klippen, Kraftverk Västerbotten
- Äspö, Kärnavfallslagring, Småland
- Hallandsås, Tågtunnel Skåne
- Citytunneln, Tågtunnel Skåne

- Vi rör oss sakta framåt……..

Erfarenheter från Norge

- Kraftverkstunnlar, 80- och 90-talet – bra erfarenheter, stor utveckling, världsrekord, prognosmodeller NTNU
- Trafiktunnlar – tveksamheter kring kostnaden
- Dog på 90-talet, men……..

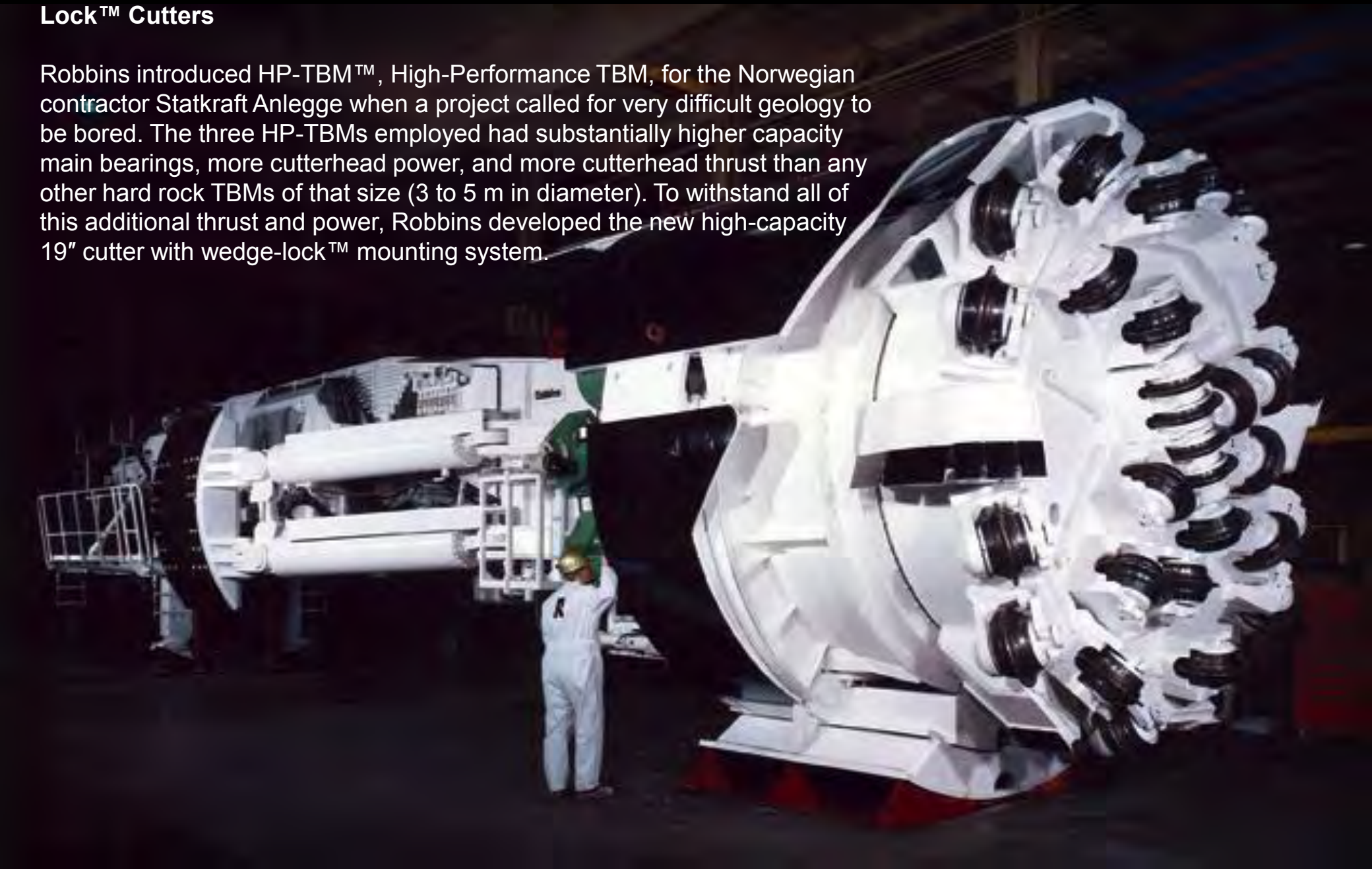
KEIRA KNIGHTLEY
PRIDE & PREJUDICE

”Vi har för hårt berg”

Svartisen HPP Norway

The First 19″ Disc Cutters, the First HP-TBMs™ and the First Wedge-Lock™ Cutters

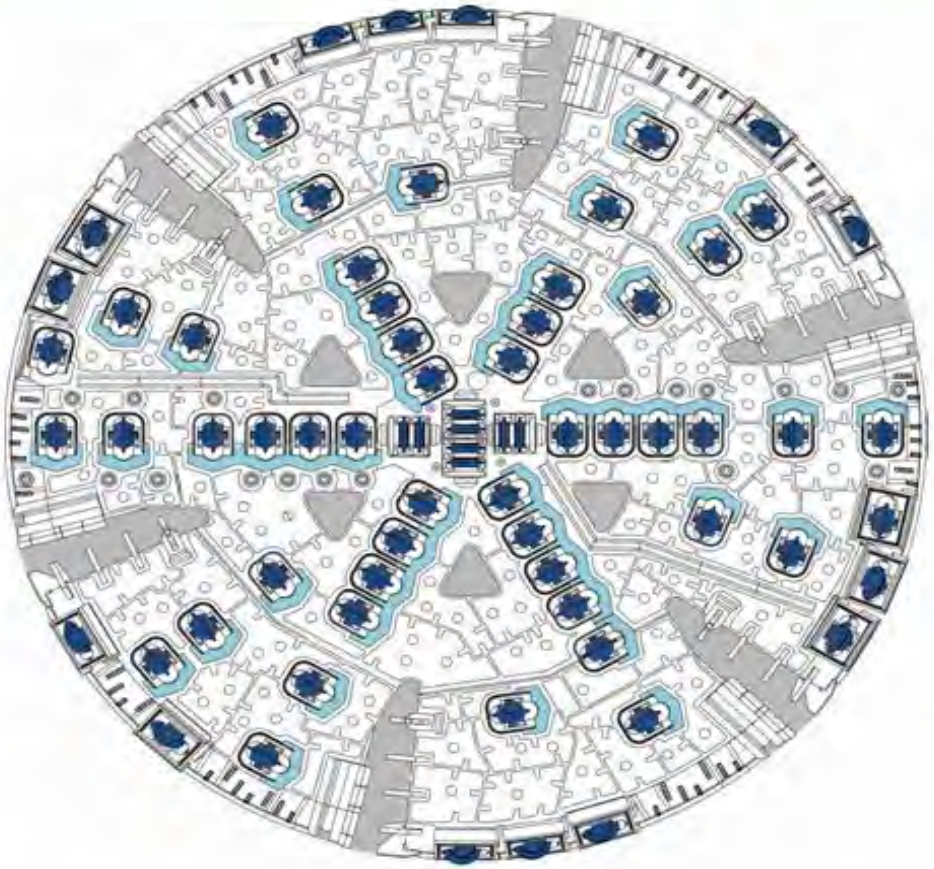
Robbins introduced HP-TBM™, High-Performance TBM, for the Norwegian contractor Statkraft Anlegge when a project called for very difficult geology to be bored. The three HP-TBMs employed had substantially higher capacity main bearings, more cutterhead power, and more cutterhead thrust than any other hard rock TBMs of that size (3 to 5 m in diameter). To withstand all of this additional thrust and power, Robbins developed the new high-capacity 19″ cutter with wedge-lock™ mounting system.



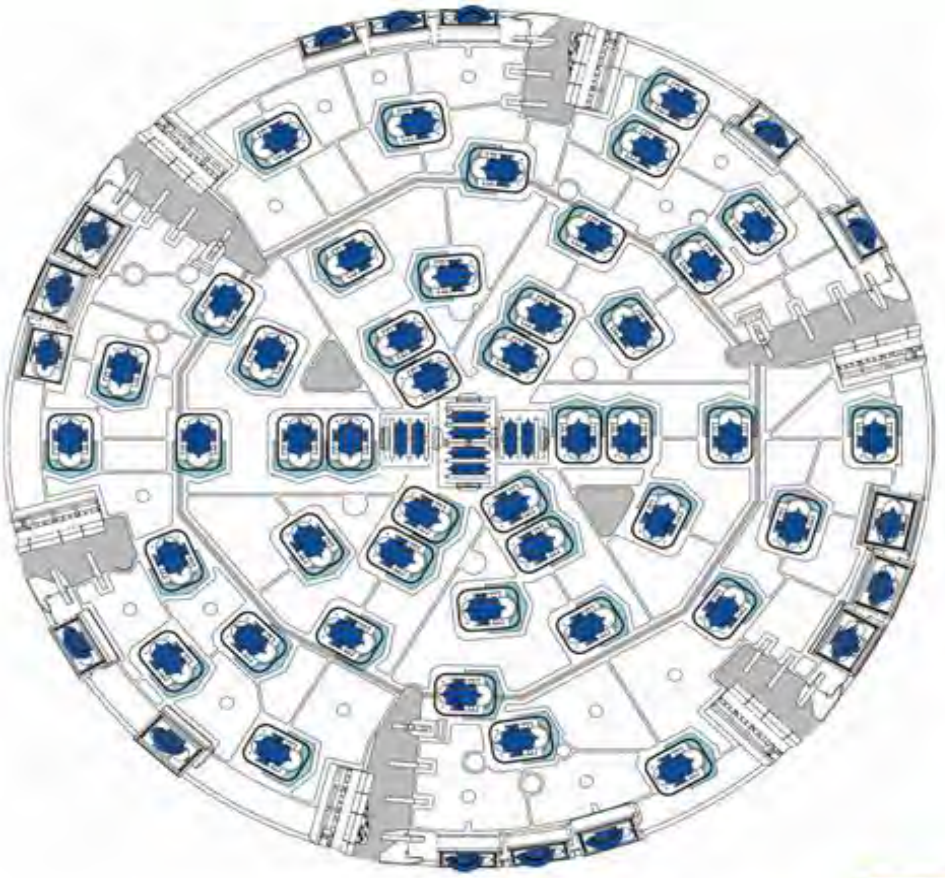
Hallandsas

S-246

Existing Cutterhead



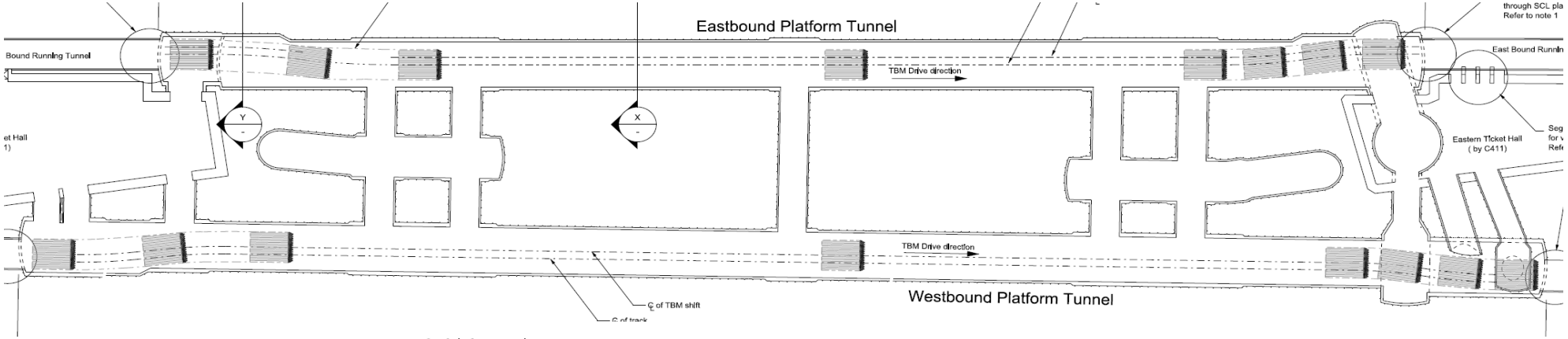
New Cutterhead



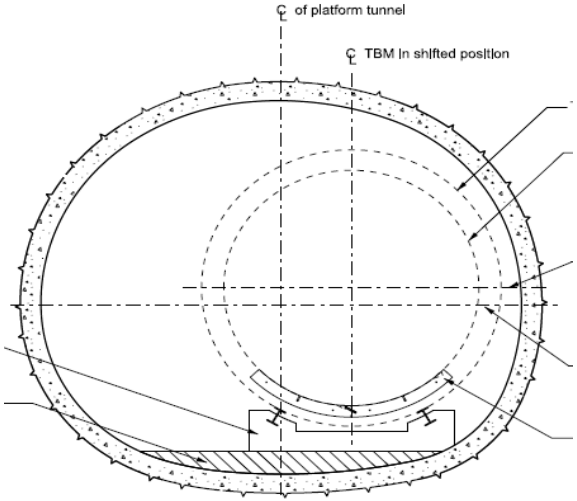
”Går inte då tunneln har olika dimensioner”

DEERE

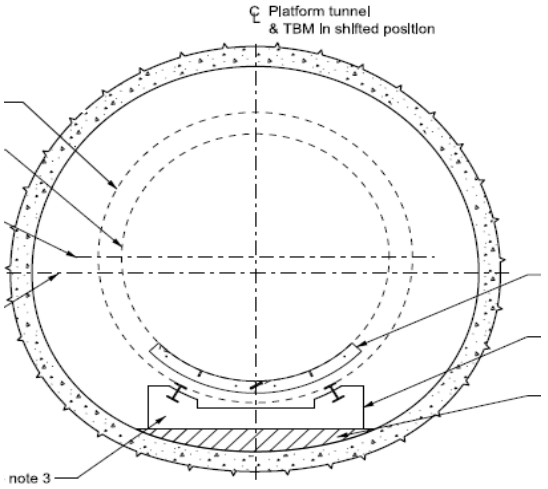
Bond Street & TCR Stations – Preparation works for TBMs



TBMs enter & exit stations via enlarged SCL profiles



TBMs transit through platform tunnel profile



”Måste vara långa tunnlar”

Central Park
Metro-North Railroad
8,600ft
(17,200 Linear Ft.)
63rd Street Tunnel
63rd St
7,200ft
(31,300 Linear Ft.)
53rd St
42nd St
33th St
MANHATTAN
Grand Central Terminal
Penn Station
8th Ave
6th Ave
5th Ave
Madison Ave
Park Ave
Lexington Ave
3rd Ave
2nd Ave
Queensborough Bridge
Roosevelt Island
Queens-Midtown Tunnel
EAST RIVER
41st Ave
Mid-Day Storage Yard
QUEENS
Arch Street Yard & Shop Facility
Northern Blvd
29th Ave
5,500ft.
(11,200 Linear Ft.)
Sunnyside Yard
Harold Interlocking
Queens Blvd
Long Island Expressway
LIRR
Montauk Branch
BROOKLYN
AMTRAK
LIRR
Port Washington Branch
Legend
Existing LIRR Tunnel Structure (17,200 LF)
Manhattan - 6 Tunnels Excavated (31,300 LF)
Queens - 4 Tunnels to be Excavated (11,200 LF)

”För dyrt”

Nordisk
Vegteknisk
Forbund

Kledninger i tunnel

Rapport nr 06/2008
Utvalg 32: Broer og tunneler, undergruppe tunneler

Total leakage from 5.5 km segmental
lined tunnel is 0.3 l/s

”Vi behöver tre filer”

Låt oss diskutera mer i em!!

BeFo SGI Seminarium Stockholm:

METHODS' DEVELOPMENT ROCK EXCAVATION AND TUNNELS

Feb 1st 2012

About EPB

by Prof Arild Rødland NTNU -Norway

THE EPB STORY

What It Is and What It Can Do

THE EPB CONCEPT

Electric pulse* discharge

between

fluid submerged electrodes

in

contact with the rock matrix:

IT BREAKS** & EXCAVATES THE MATRIX

****500-1000KV; 1-10 KA; 1-10 GW; **KEY PARAMETERS: VOLUME PER PULSE, PULSE REPETITION FREQUENCY***

EPB

EFFICIENT EXCAVATOR

Large Excavating Format; Example I

Matrix:		**Granite**
Method:		**Surface Touch EPB**
Electrode Gap		**S=15-25 cm**
Excavated Per Pulse		**1000 cm^3**
Energy Per Pulse		**18 kJ**
	=	**5000 KWh / 1000m^3**
Pulse Repetition Frequency		**20 /sec** (State of the Art Max)

State of the Art ▼

Excavation Potential — **72 m^3 per Hour**

In Practical Terms

Ø12m x 1000m Road Tunnel — **34 Days** net excv time

282000 KWh net break energy

Total Break Energy Cost — **€ 30.000**

EPB

EFFICIENT EXCAVATOR

Medium Excavating Format; Example II

Matrix:		Granite
Method:		Surface Touch EPB
Electrode Gap		S=12-20 cm
Excavated Per Pulse		100 cm^3
Energy Per Pulse		5-10 kJ
	=	14000-28000 KWh / 1000m^3
Pulse Repetition Frequency		10 /sec

State of the Art ▼

Excavation Potential	3,6 m^3 per Hour

In Practical Terms

Nucl Waste Dep Hole Ø1,75xD8,2m	**5½ Hours** net excv time
	275-550 KWh net break energy
Total Break Energy Cost	SEK300 - SEK600

EPB

EFFICIENT EXCAVATOR

Large Excavating Format; Example III

Matrix:		Concrete
Method:		Predrilled EPB
Electrode Gap		S=50cm
Excavated Per Pulse		500 dm^3
Energy Per Pulse		20-35 kJ
	=	11-19 KWh / 1000m^3

State of the Art ▼

Pulse Repetition Frequency	1 /min
Excavation Potential	30 m^3 per Hour

Assuming Rock of Equiv Strength

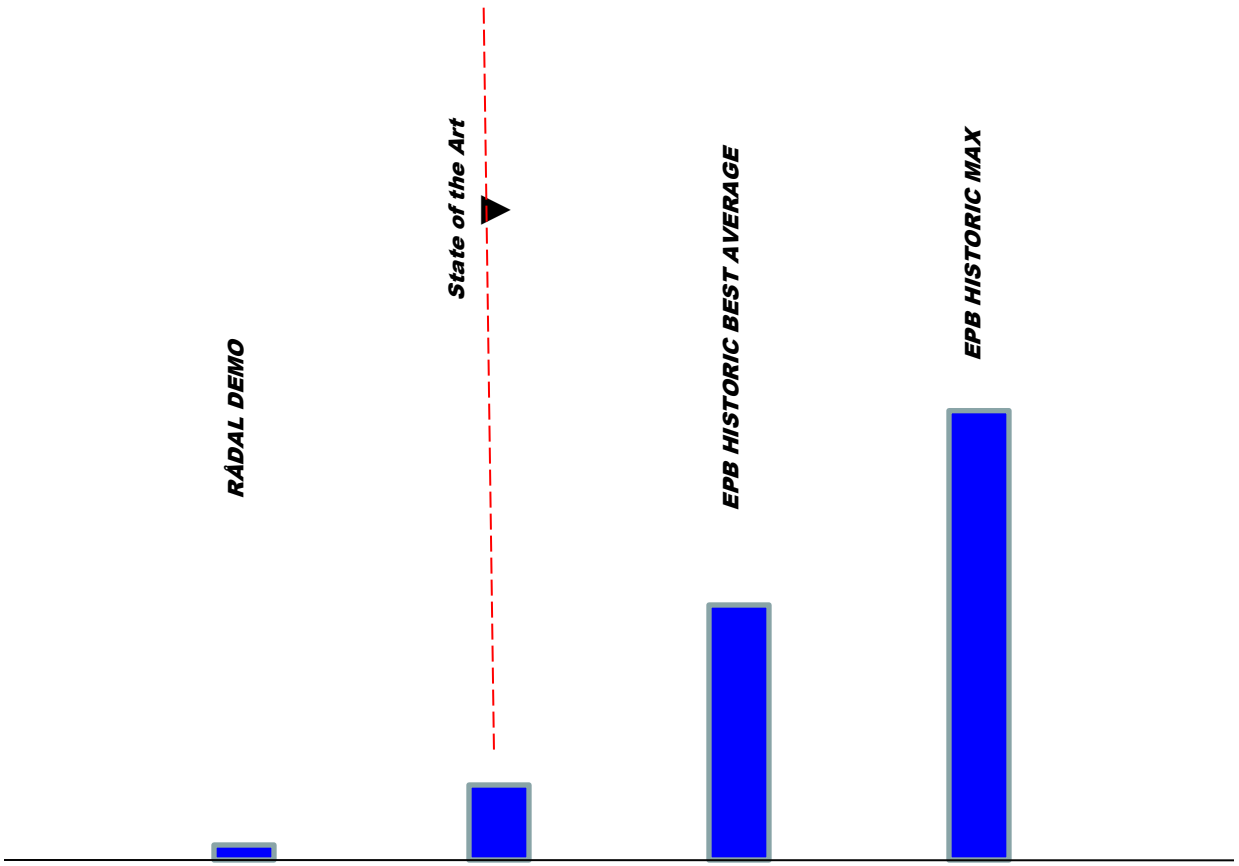
Rd Tunnel Ø12m x 1000m	78,5 days net excv time
	< 1100 KWh net break energy

EPB

Example IV

DEEP (GEOTHERMAL) BOREHOLE CONFIGURATION

SPECIFIC ENERGY ≈ 5000 PSI



CM³ / PULSE ▶	5	19,5	77	125	
	2	12	49	79	◀ HARD ROCK 15" M / HR
PROTOTYPE & YEAR	#2-2009	#3-2012			

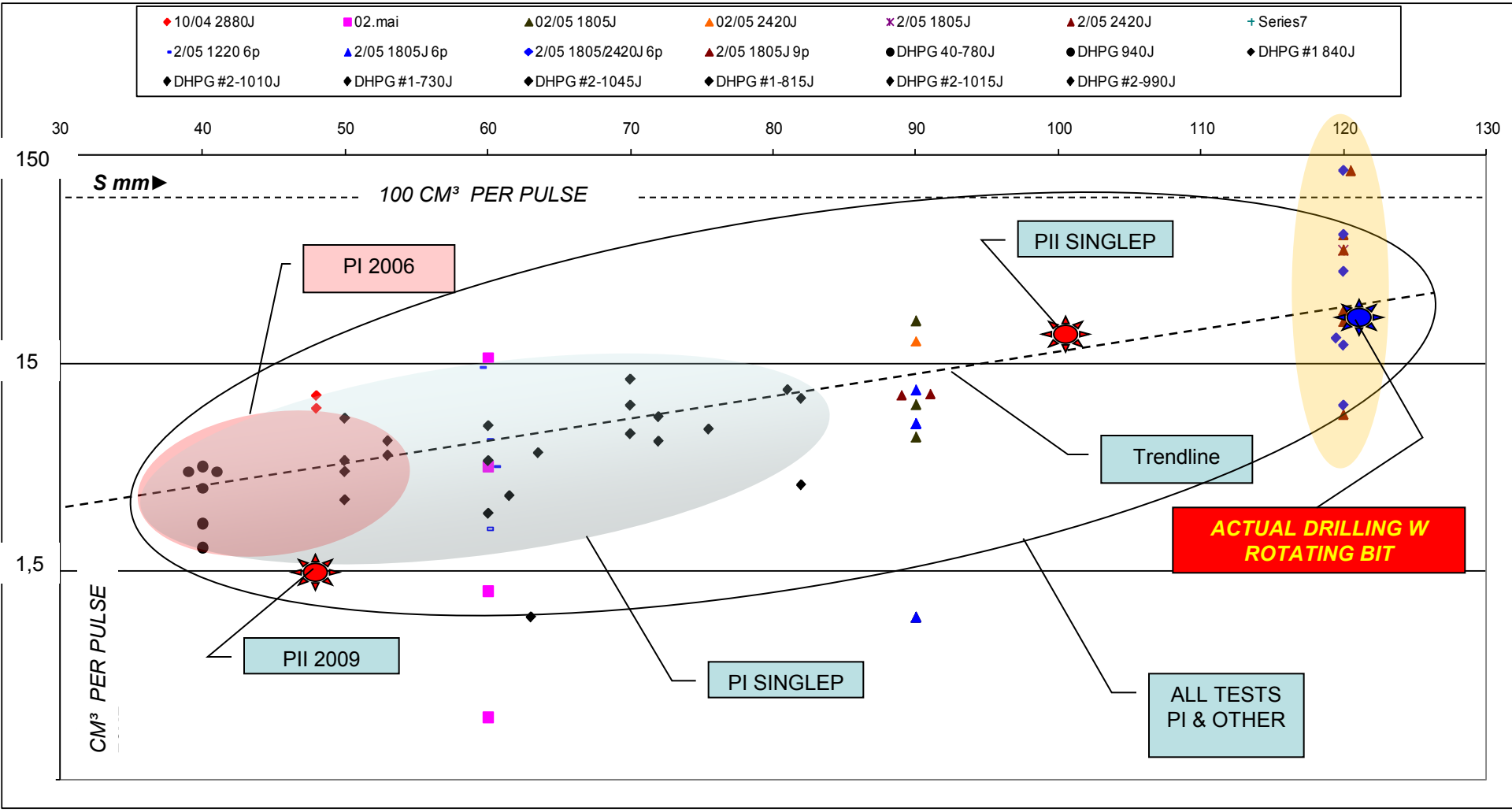
epb

the fact base

EPB FACT BASE

S30-S120 SUMMERIZED SEPT 2011

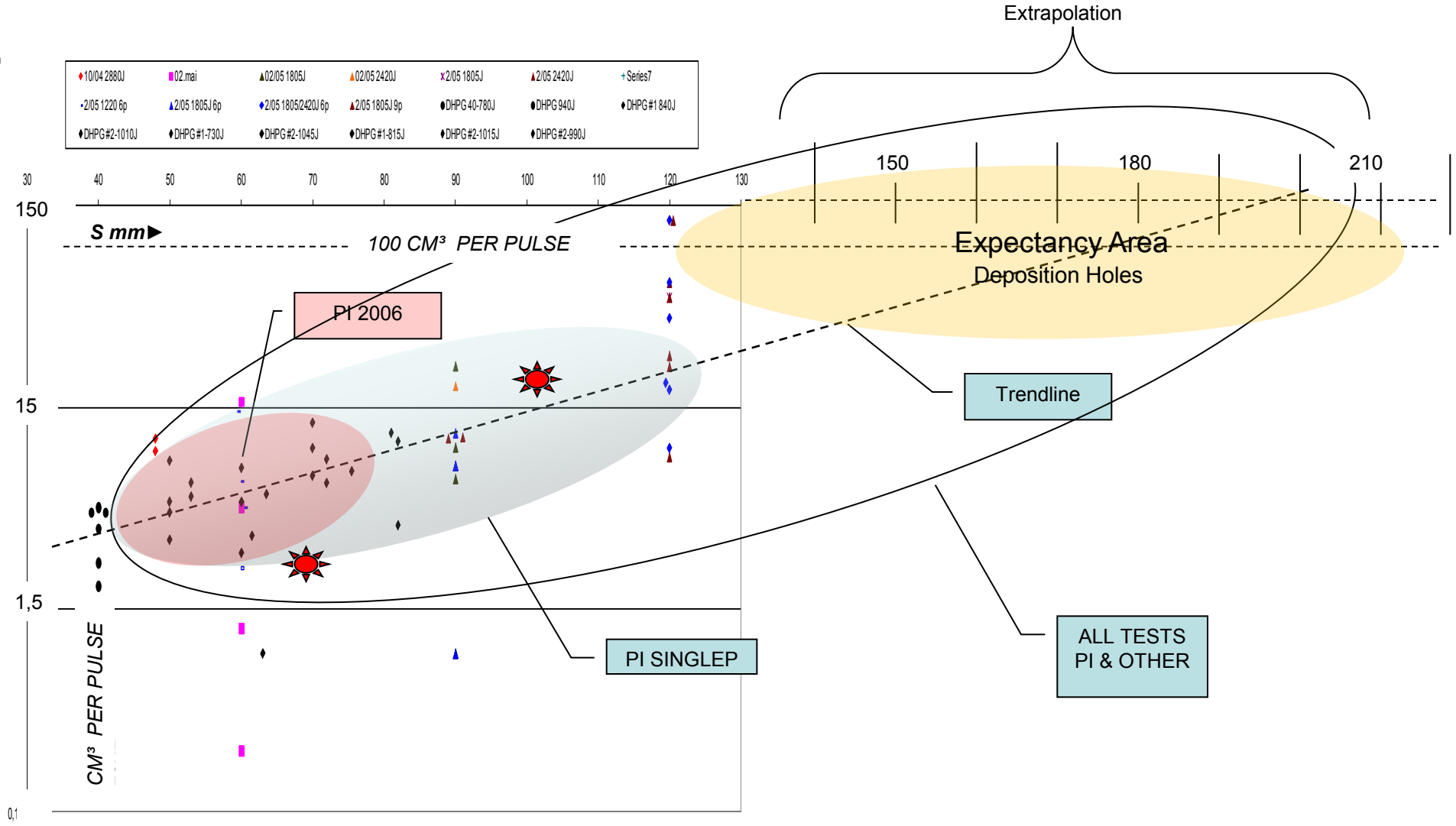
VOLUME PER PULSE; FUNCTION OF ELECTRODE GAPS (all singlepuls exp, varierende ladN, virg & non-virg locations)



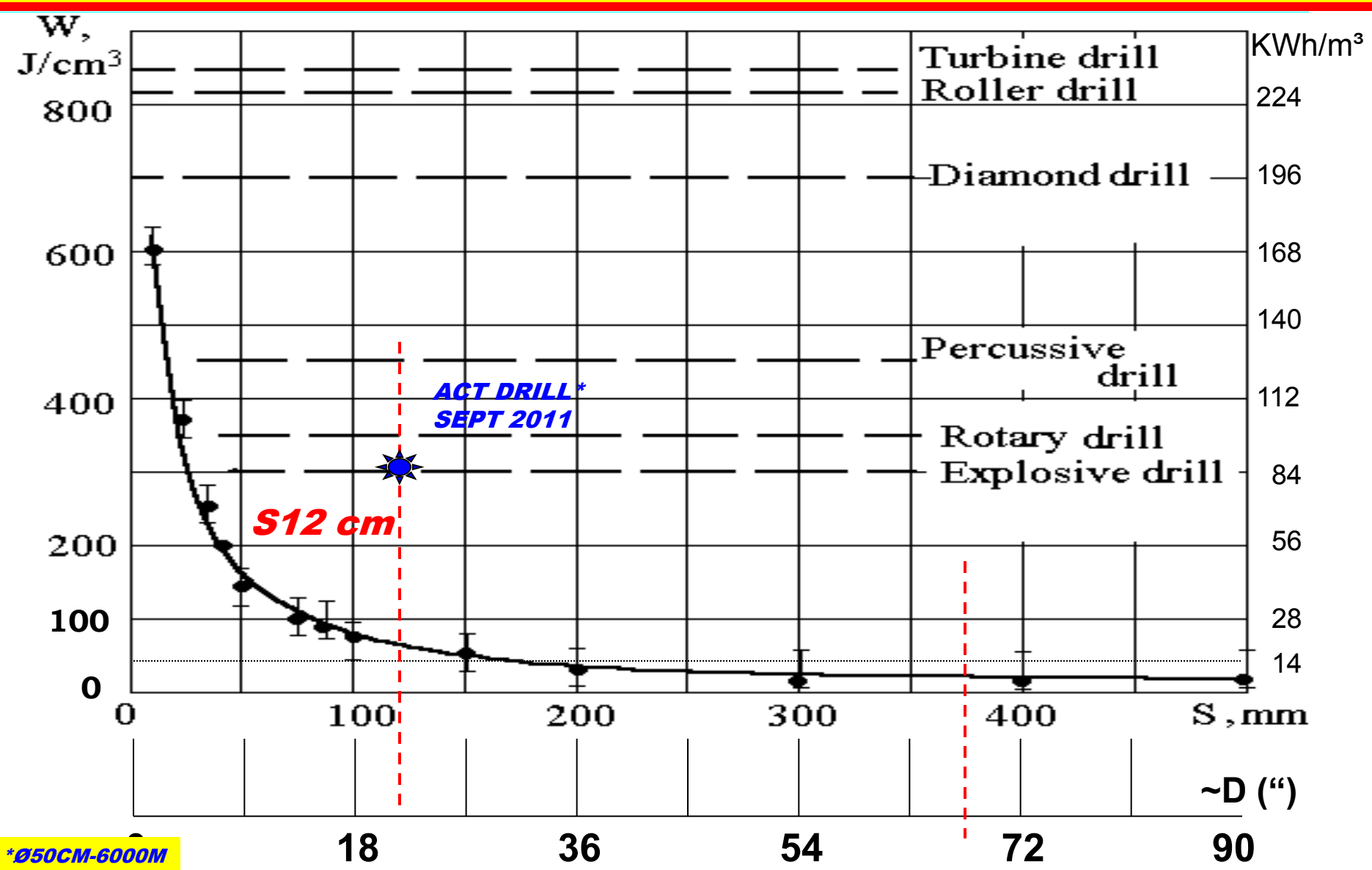
EPB FACT BASE

EXTRAPOLATED

VOLUME PER PULSE EXTRAPOL; FUNKSJ AV GNISTGAP S (all singlepuls exp, varierende ladN, virg & non-virg locations)



EPB Breaking Energy



*Ø50CM-6000M = 31500 kwh

VOLUME EXCAVATOR + ENERGY EFFICIENT
COST EFFECTIVENESS
&

SOME OTHER FAVOURABLE CHARACTERISTICS

Details yes, but important ones

- ***EPB favours LARGE DIAMETER BOREHOLES; faster, more energy efficient and cheaper;***

  more and more so as the diameter increases

- ***An EPB borehole diameter is bigger than the bit which made it;***

  it allows the option open
  to protect the hole as it is being drilled

epb

SOME CHARACTERISTIC DETAILS

▼

CRATER
DHPG FOR DEEP HOLES
CUTTINGS
FOOTPRINT

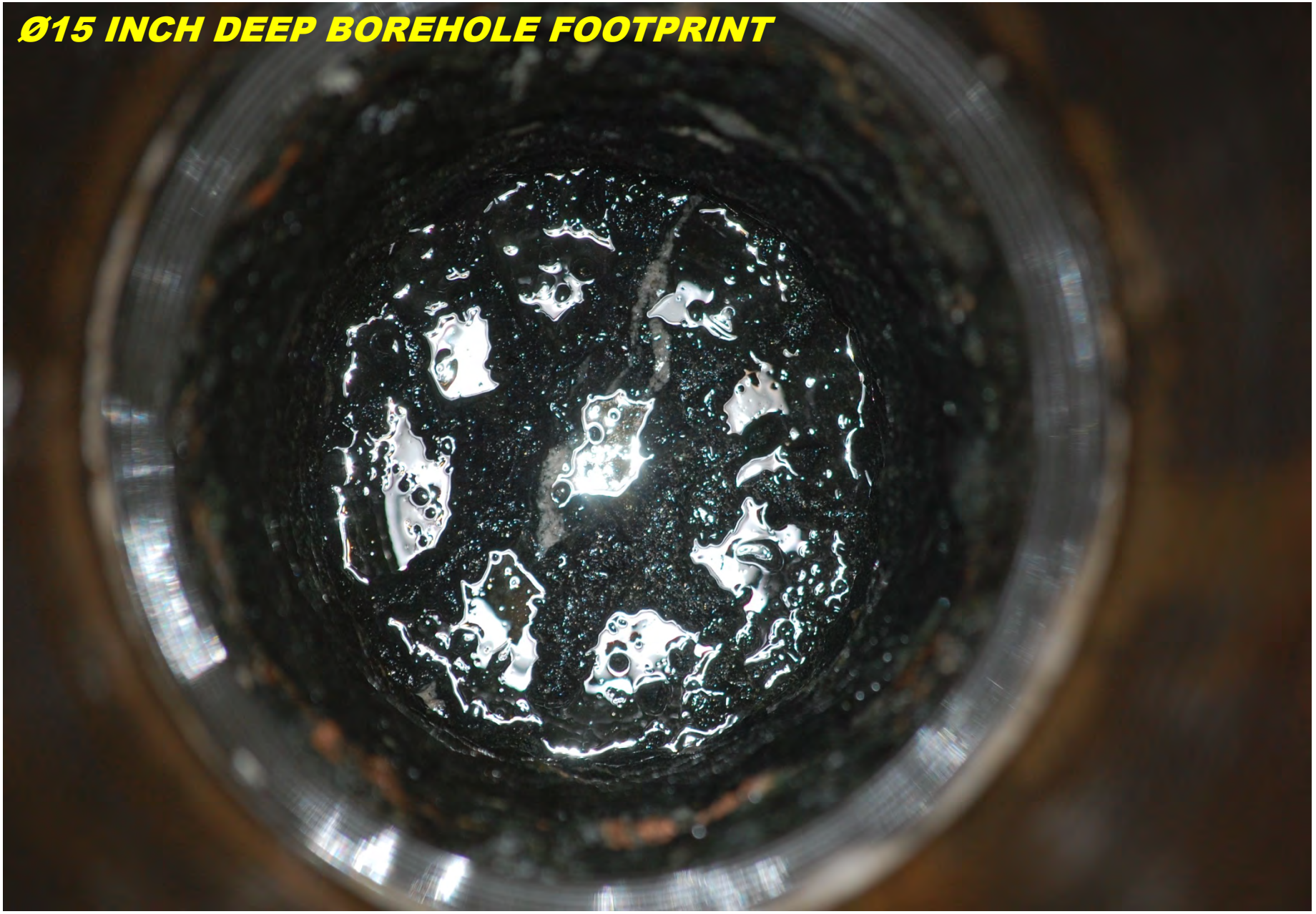
«Single pulse» xp feb 2005: 12cm gap-3 pulses

PROTOTYPE II 2008

DHPG INTERNALS

480KV – 1200J

NORWEGIAN ROCK: EPB CUTTINGS


Ø15 INCH DEEP BOREHOLE FOOTPRINT

epb

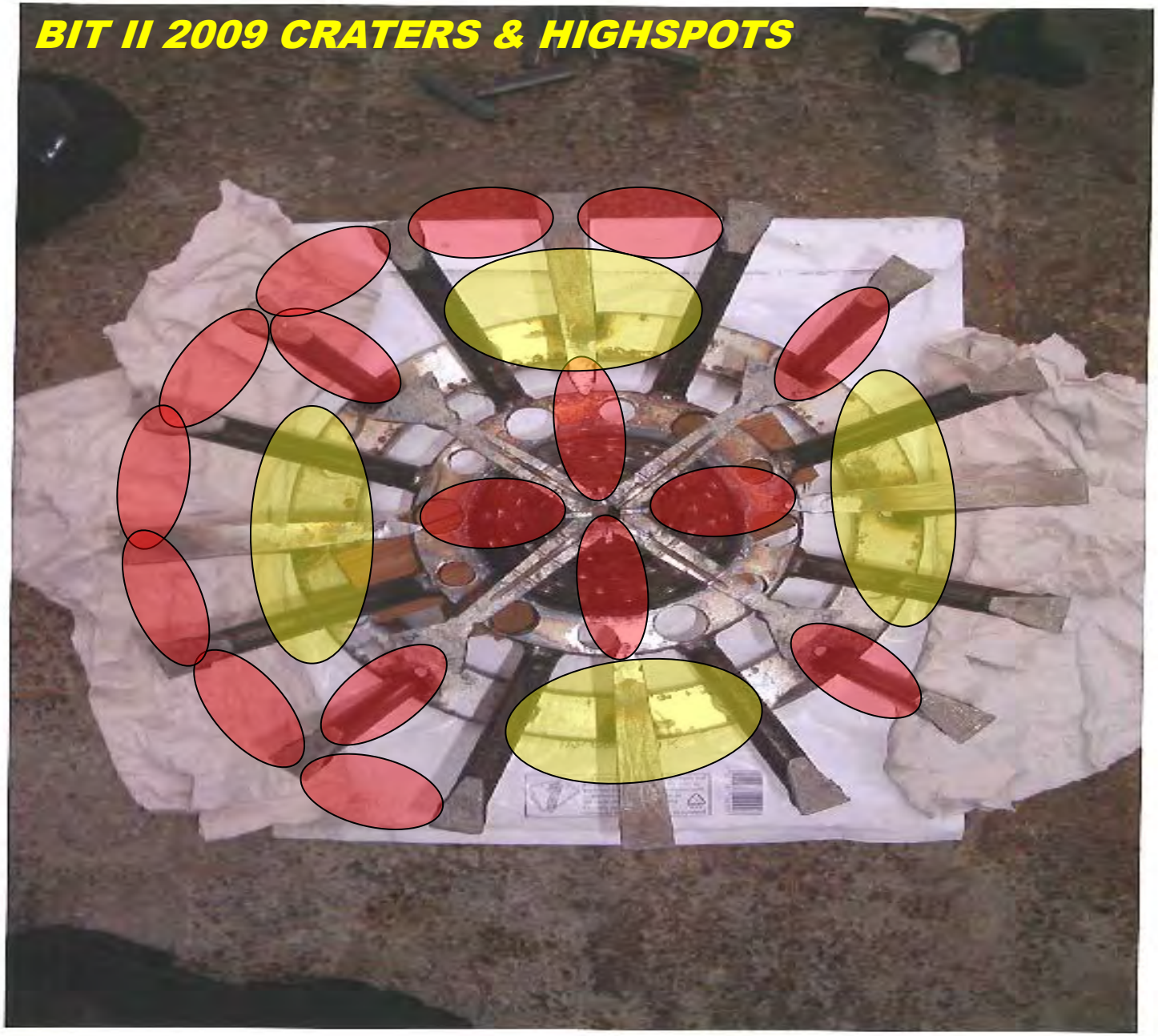
THE DRILL BIT

which does it

PROTOTYPE I

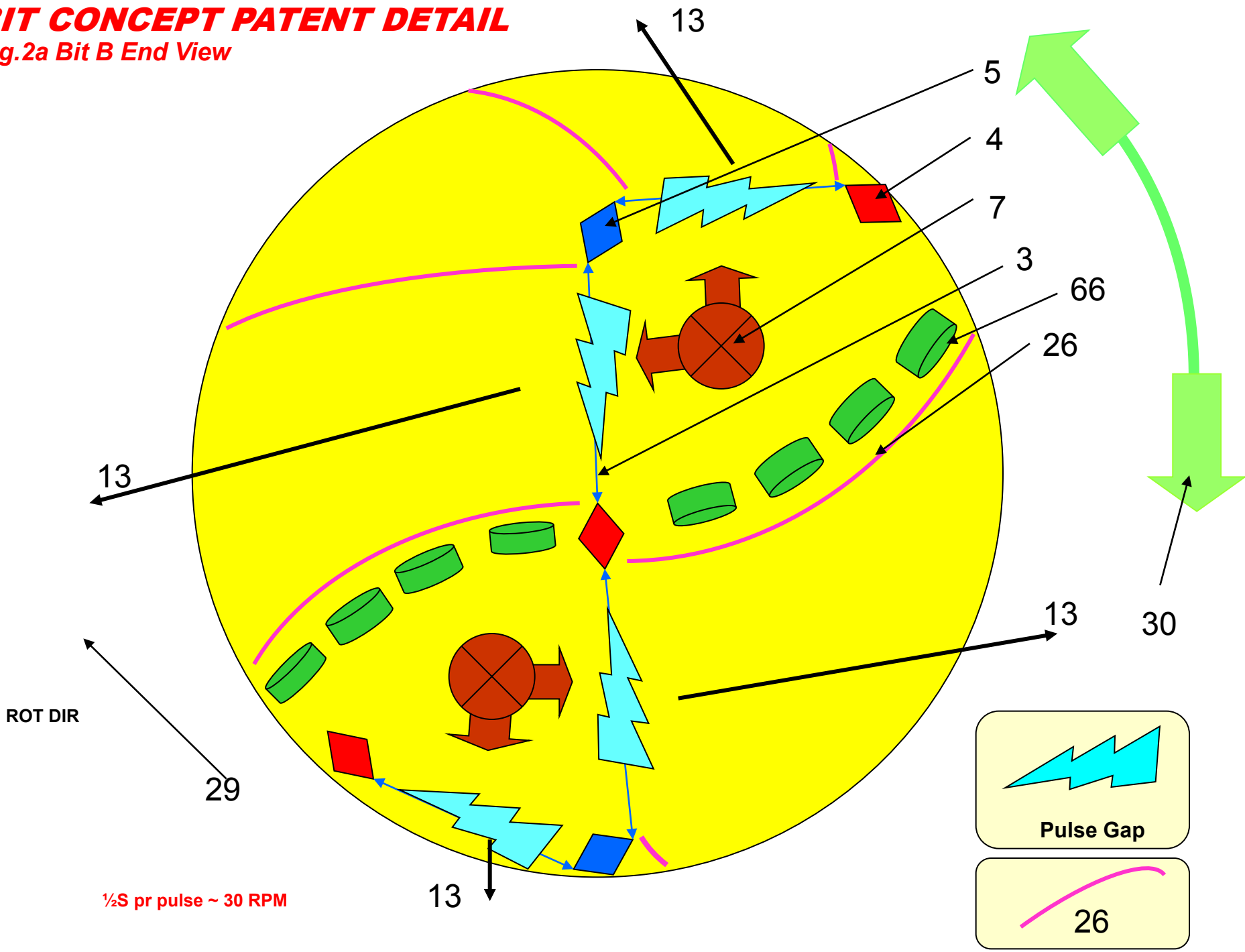
MULTIELECTRODE BIT

BIT II 2009 CRATERS & HIGHSPOTS



BIT CONCEPT PATENT DETAIL

Fig.2a Bit B End View



epb

DONE WHERE?

BERGEN EPB TESTRIGG

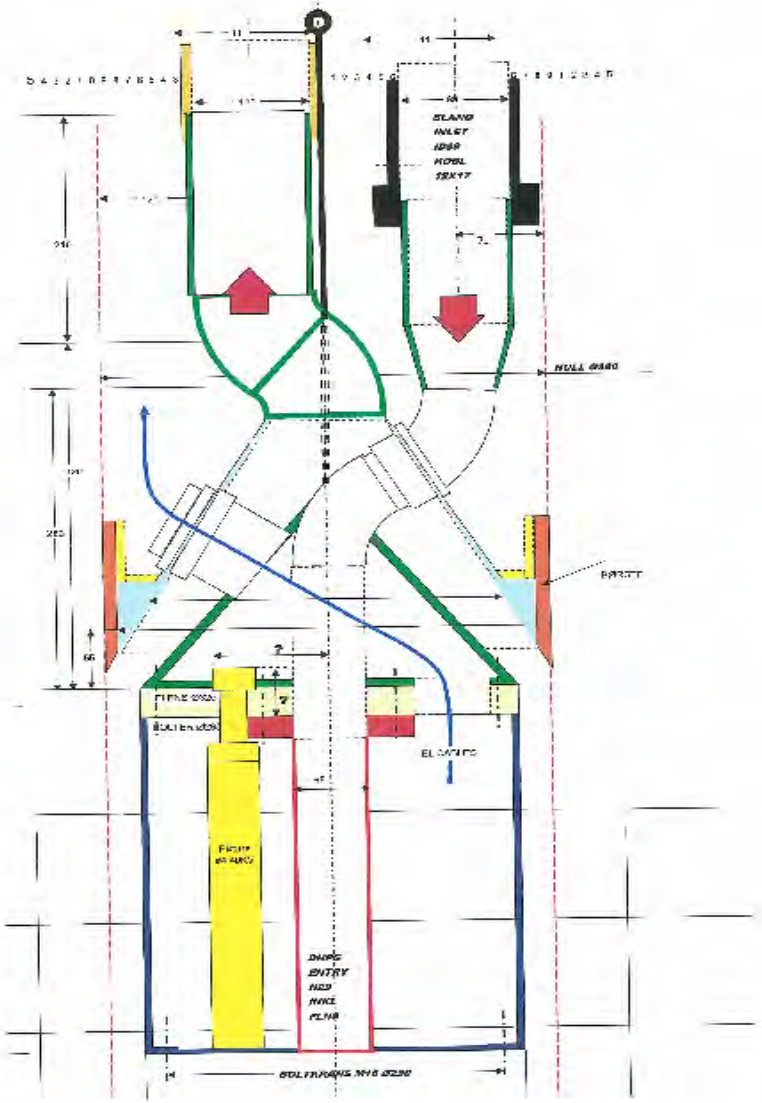
epb

auxiliary technology

not EPB, but important for its performance

«TOPHAT»

A DETAIL FOR HOSE RETURN TO SURFACE

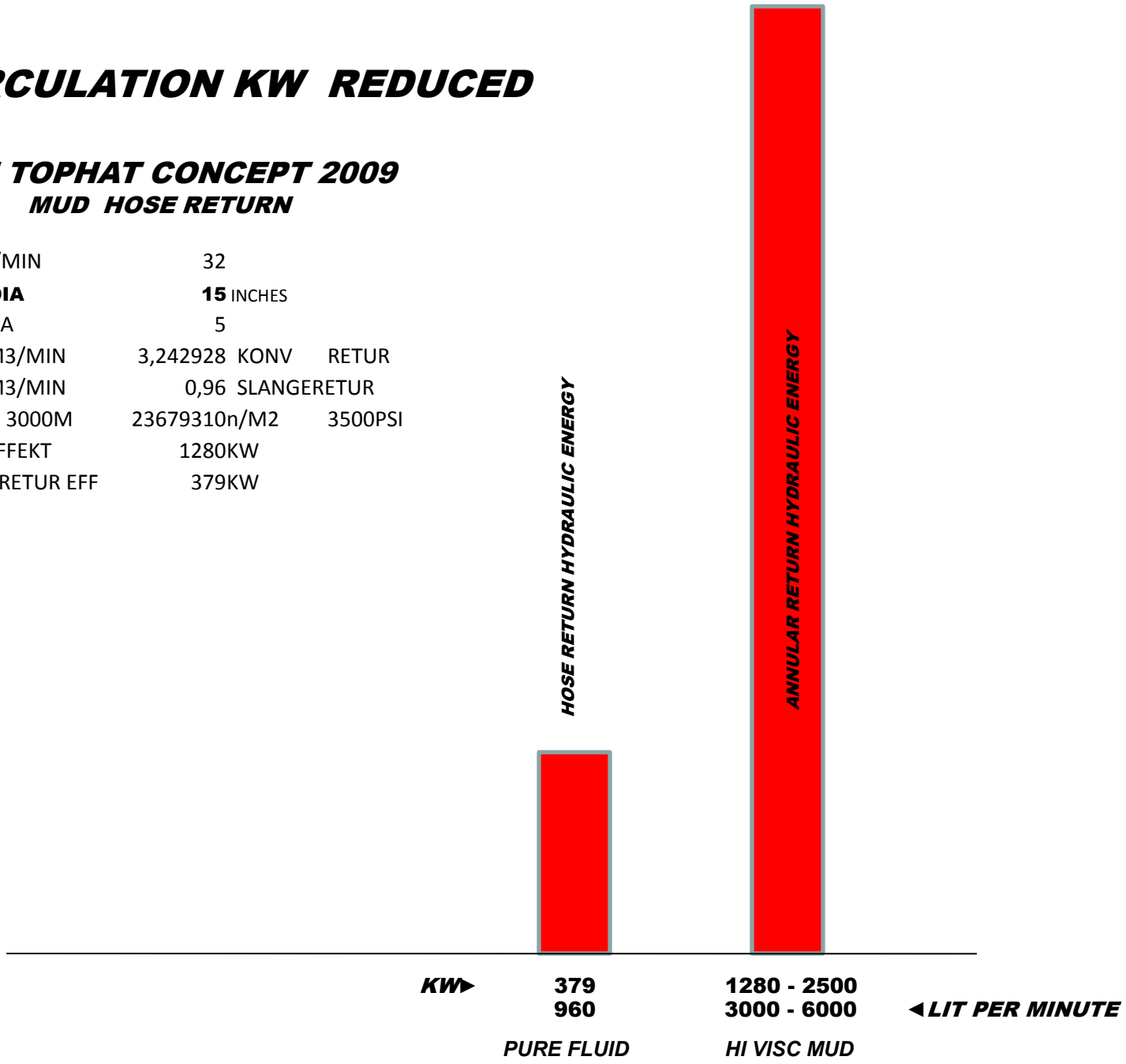


CIRCULATION KW REDUCED

THE TOPHAT CONCEPT 2009

MUD HOSE RETURN

ANN M/MIN	32		
HOLE DIA	**15** INCHES		
HOSE DIA	5		
FLOW M3/MIN	3,242928	KONV	RETUR
FLOW M3/MIN	0,96	SLANGERETUR	
DELTA P 3000M	23679310n/M2	3500PSI	
KONV EFFEKT	1280KW		
SLANGERETUR EFF	379KW		



epb

On the Issue of GEOTHERMAL ENERGY:

Let's Assume:

WORST CASE

geologically

=

Hot Dry Rock:

Hard

Dense

No communication

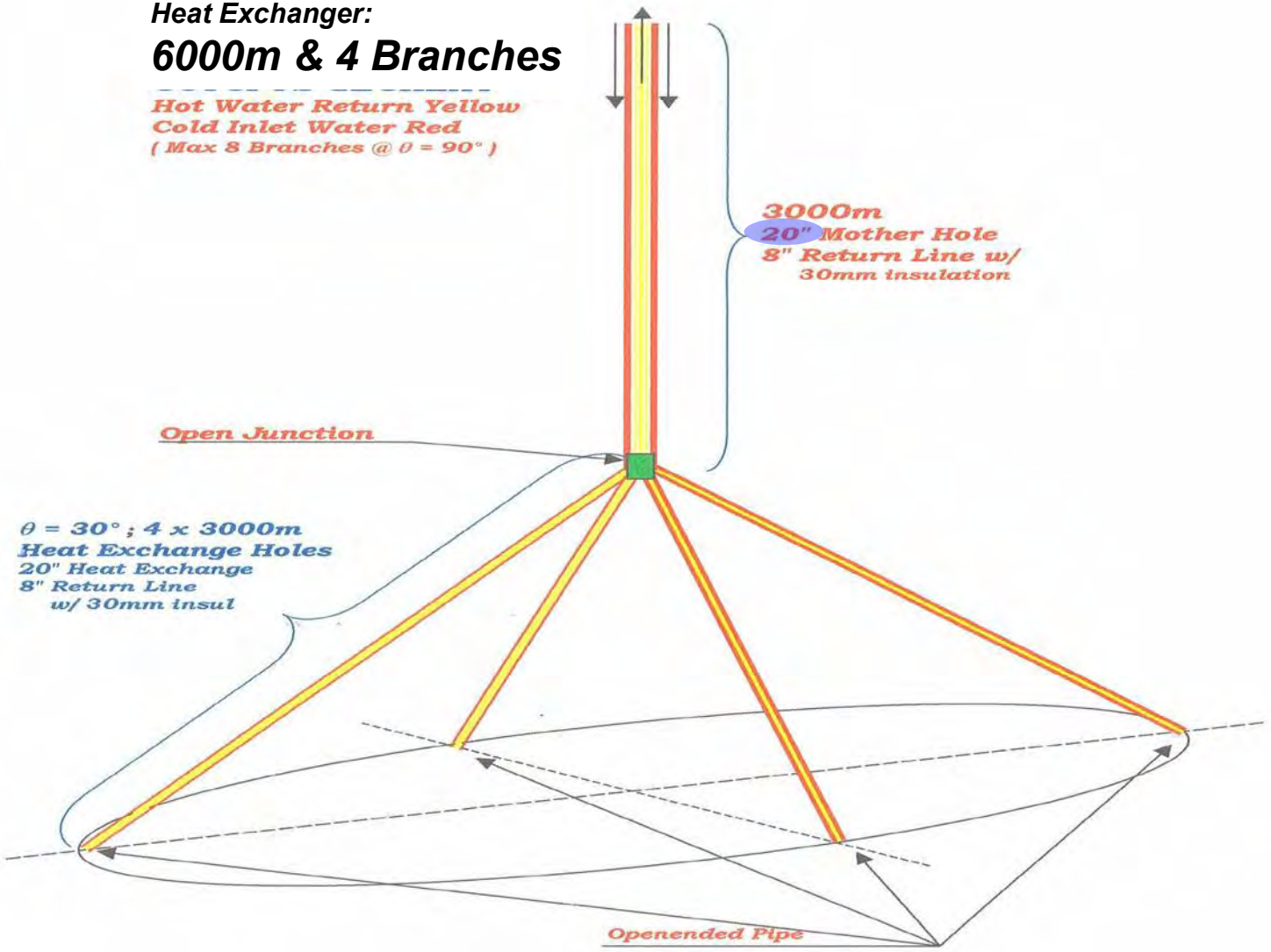
No fluid

WORLD AVG ΔT ≈ 3ºC per 100m

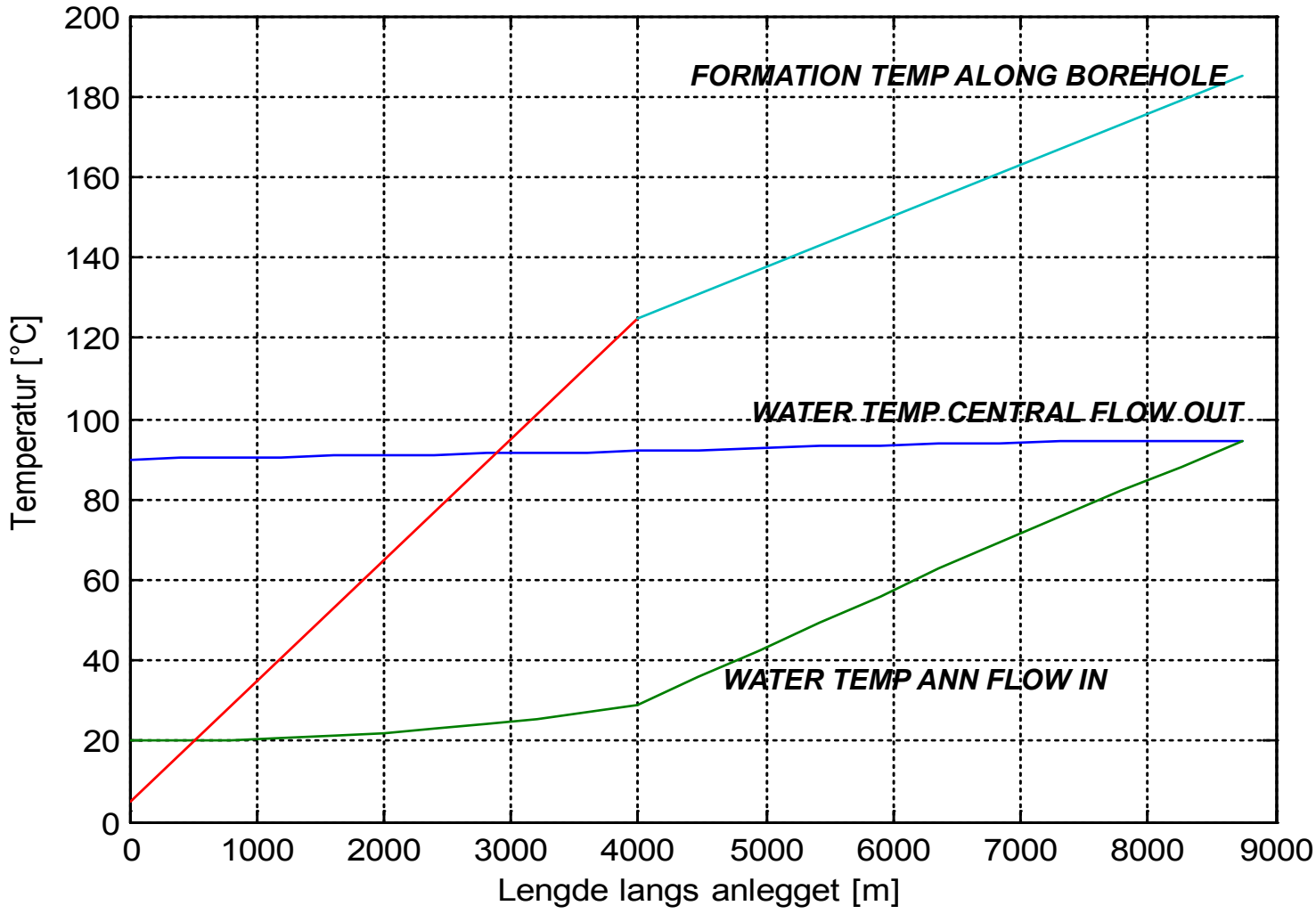
COMPLETE HEAT EXCHANGER IN ONE HOLE

Example Geothermal HDR Heat Exchanger:

6000m & 4 Branches



EXAMPL PARAMETERS: WATER 20˚C in /90˚C out
4 BRANCH-HOLES; 6000mTVD; 8700mTMD
THERMAL ENERGY ONLY; NO ELECTRICITY



CLOSED LOOP
HEAT EXCHANGE
IN ONE HDR HOLE

means

1 *guaranteed available*
GEOTHERMAL ENERGY EVERYWHERE

2 *No longer necessary*
to hit special geological formations

3 *EARTHQUAKE GUARANTEE*
(no groundshaking)

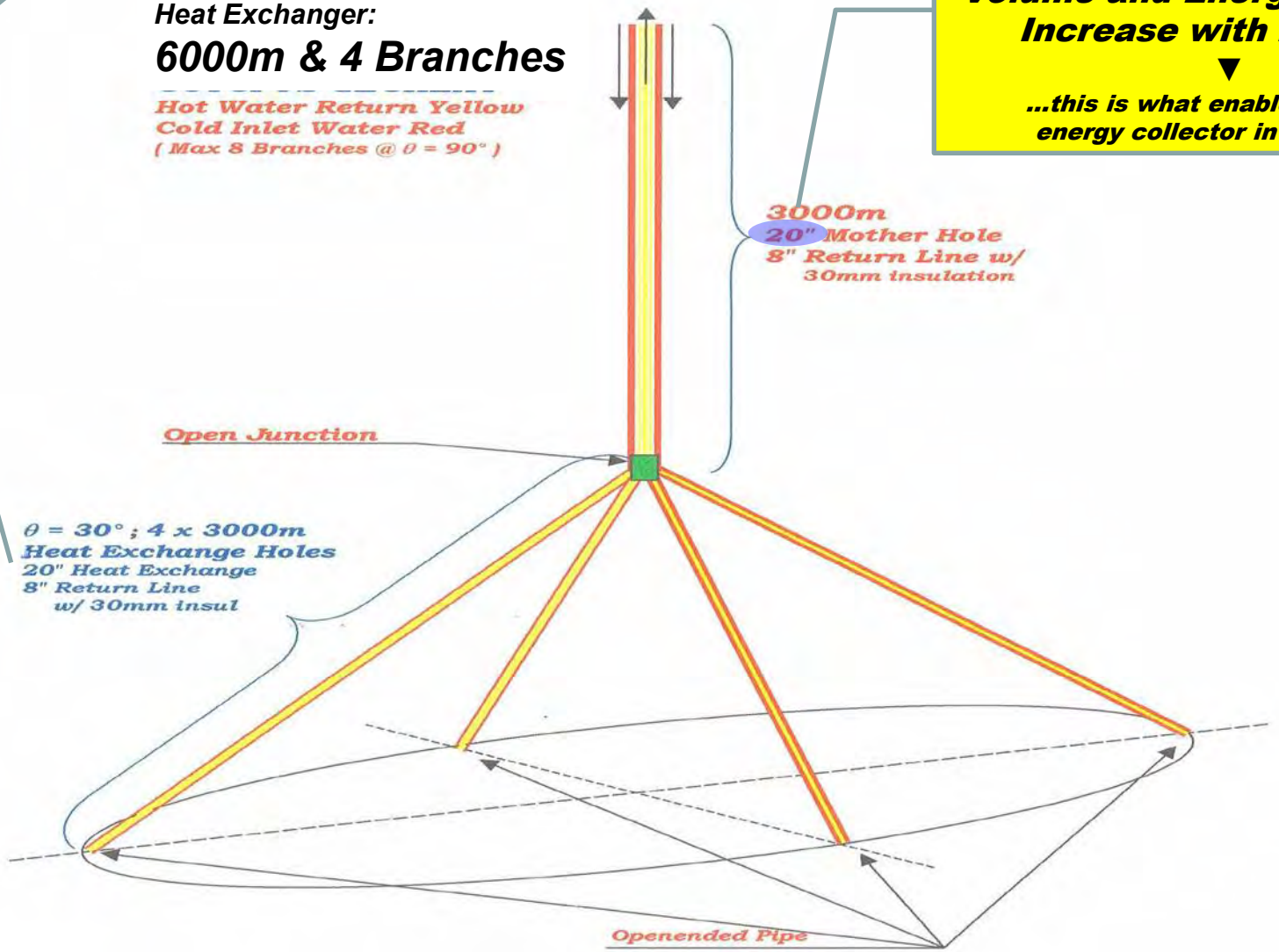
NOTE THE DIAMETER

20” HOLE DIAMETER

EPB:
Volume and Energy Efficiency Increase with Diameter
▼
...this is what enables complete energy collector in one hole....

Example Geothermal HDR Heat Exchanger:

6000m & 4 Branches



48 GWh/year ► 2400 Households; Full Heat Energy Supply for 20 Years

x5,4 if D9000m & 8 Branches

AND-

IMPORTANT ABOVE ALL:

Hot Dry Rock

= the least prospective of all targets

If it works there ---

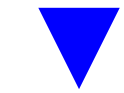
▼

IT WORKS ANYWHERE

In other words:

Geothermal energy everywhere available

at what price ?



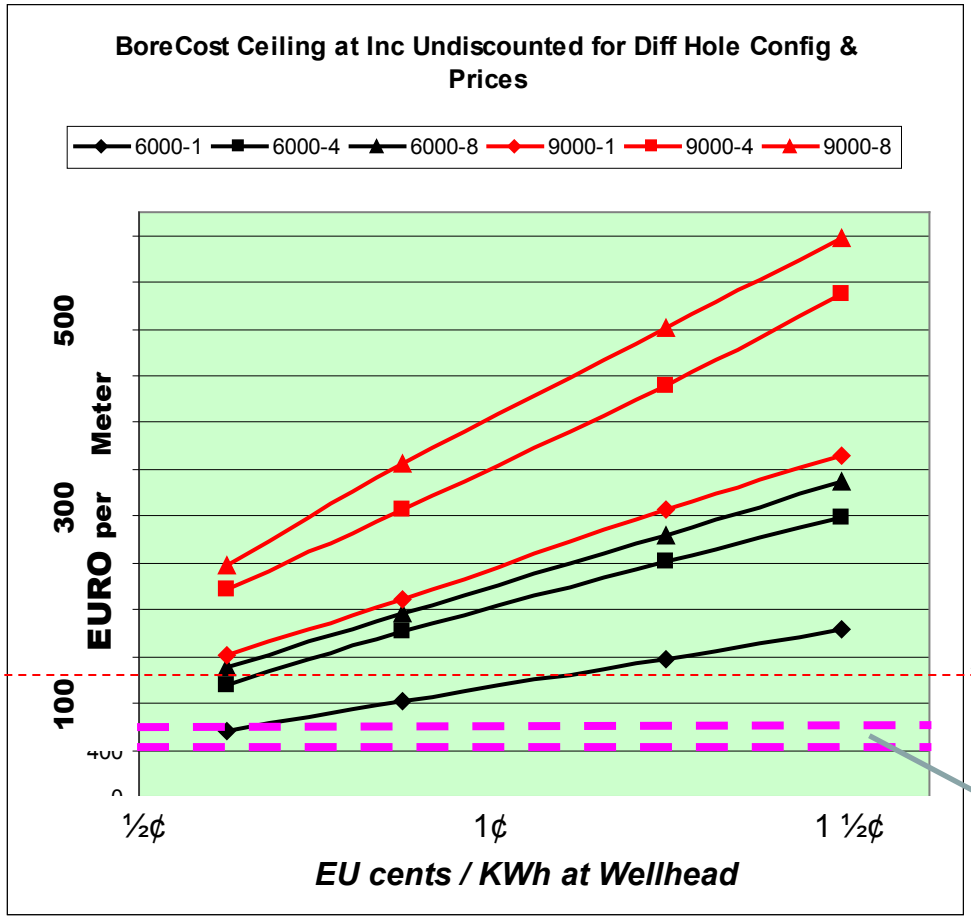
VOLUME EXCAVATOR + ENERGY EFFICIENT =

COST EFFECTIVE BOREHOLES

HDR Example

EPB GEOTHERMAL ENERGY ECONOMICS

6 DIFFERENT HOLE CONFIGURATIONS 6000-9000M DEPTH



in Summary:

EPB is ”around the corner”

and

The Established Fact Base

indicates

20” HDR GEOTHERMAL WELL*

at

€100 per 1m

▼

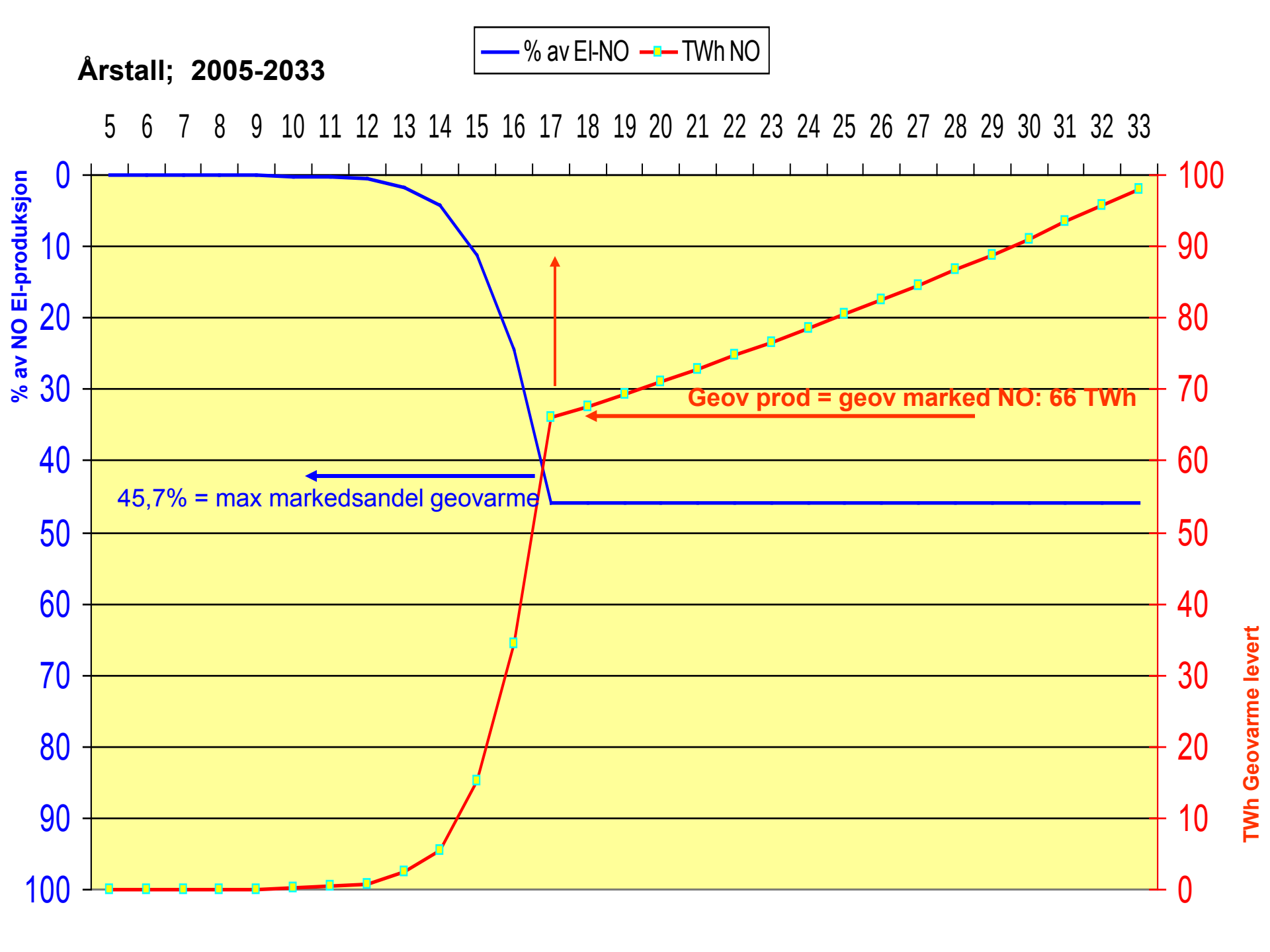
€1 / 100 KWh

…everywhere on the globe available …

THE ENERGY MARKET

▼

NORWAY
2005-2033
w
HDR GEOTHERMAL @ 1¢ per KWh*
**DECENTRALIZED ENERGY SUPPLY; ENERGY INDEPENDANT COMMUNITIES*


% av El-NO
TWh NO
Årstall; 2005-2033
5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33
% av NO El-produksjon
0 10 20 30 40 50 60 70 80 90 100
100 90 80 70 60 50 40 30 20 10 0
TWh Geovarme levert
Geov prod = geov marked NO: 66 TWh
45,7% = max markedsandel geovarme

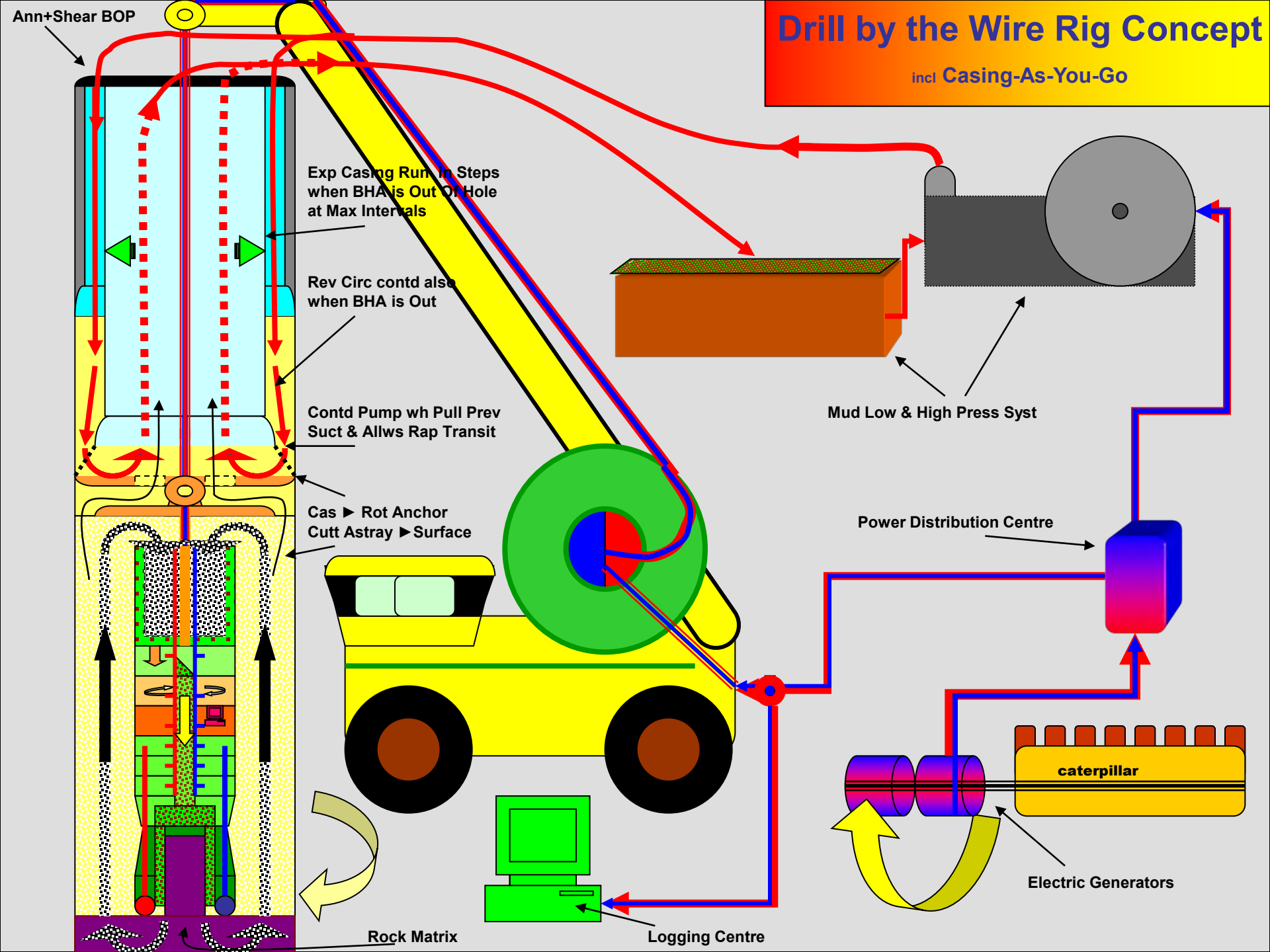
epb

How a Rig

may Eventually Look:

Drill by the Wire Rig Concept

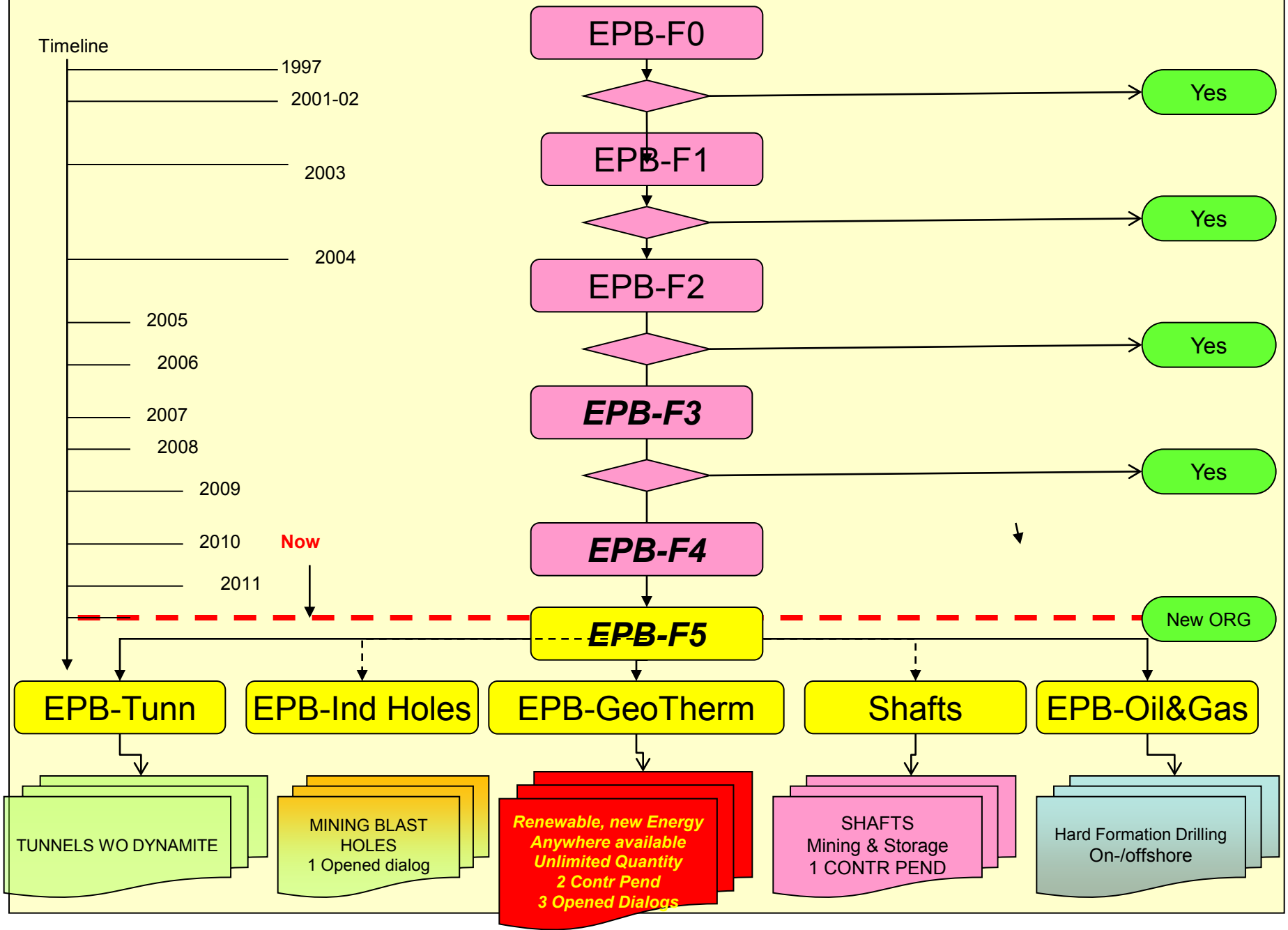
incl Casing-As-You-Go



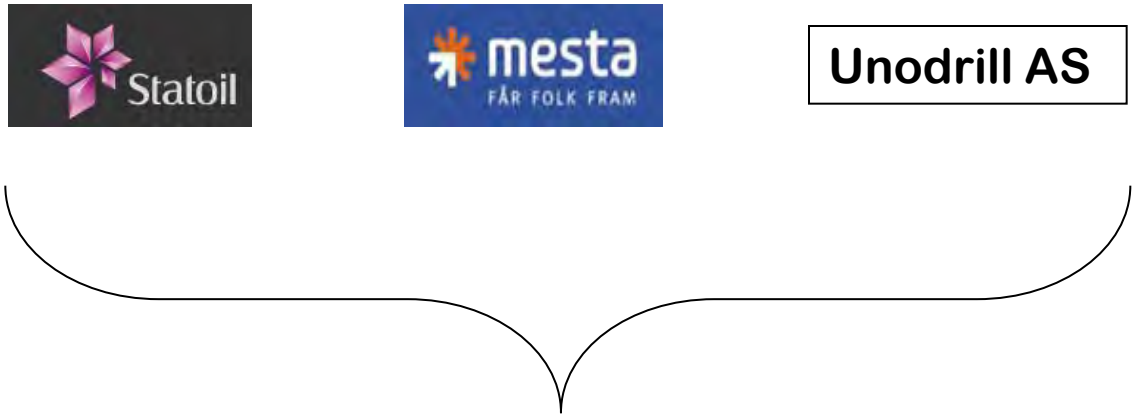
epb

HISTORY & STRUCTURE

EPB PHASE & DECISION



Technology Owner Group



EPB TECHNOLOGY PLATFORM
NON-EXCLUSIVE LICENSEES
2 contracts pending
5 dialogues opened

END OF PRESENTATION

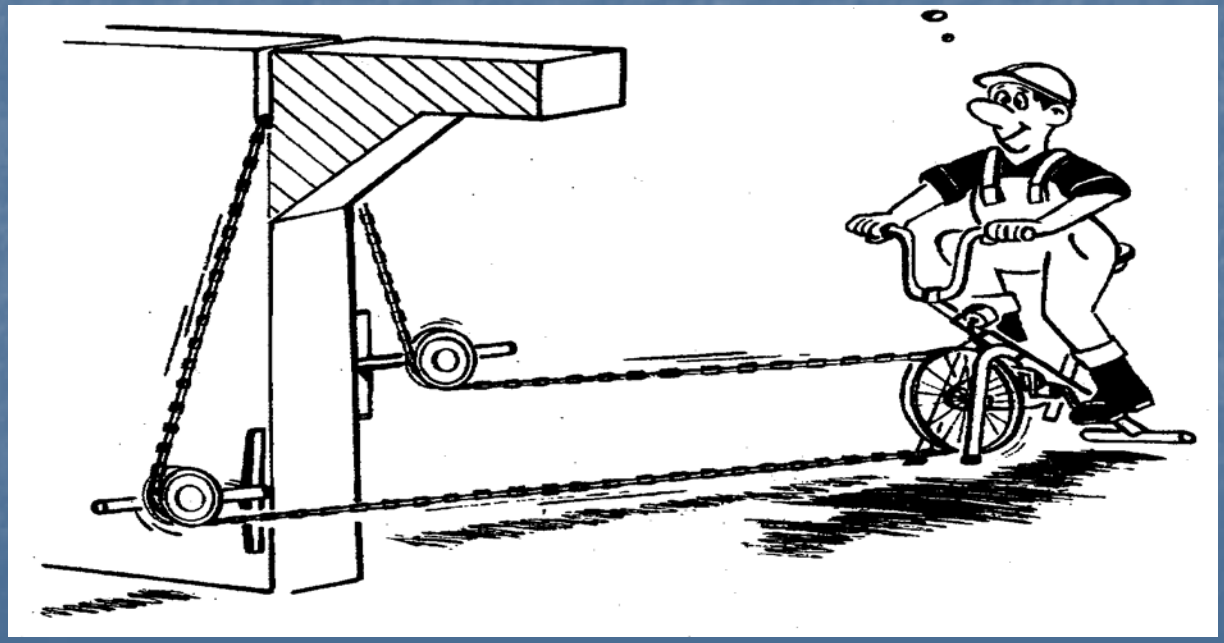
IAMANT DWIRE TEKNIKK AS

Presentasjon av saging med diamantwire

Roger Karlsen Søyland

Principen för vajersågning

Sågningen utförs med en ändlös stålvajer försedd med hållare för industridiamanter. När vajern drivs med rätt fart och tryck/spänning uppnås en hög avverkninggrad vid sågningen. Detta är en traditionell metod som kan användas för alla typer av material.



Var används tekniken?

- Sågning med diamantvajer är en flexibel, kostnadseffektiv och miljövänlig metod för uttag av berg. Tekniken går också att använda för betong, stål och andra material.

- Tekniken kräver liten energiförbrukning. Endast en begränsad mängd vatten används för kylning av vajern och borttransport av bergkax.

- Tekniken är enkel att kontrollera och kan används när borrning och sprängning inte är möjligt till exempel på grund av vibrationer eller då det krävs stor precision för genomförandet av berguttaget för att inte skada närliggande känsliga objekt.

- Vajersågning användas även för att jämna till bergschakt eller för att korrigera tunnelprofiler som har utskjutande bergklackar som ligger innanför teoretisk tunnelprofil.

Var används tekniken?

- Tekniken även används för uttag av bergblock i bergbrott.
- Tekniken ger också möjlighet att skapa konstnärliga former på bergblock
- Tekniken ger också möjlighet att enkelt skapa schakt mellan tunnlar och bergrum. Denna typ av schakt kan behövas för ventilation, kabelvägar, installation av rulltrappor, etc.
- Tekniken utvecklas kontinuerligt mot ökad produktivitet men också nya tillämpningar, till exempel att kunna skapa bergöppningar utan tillgång till en öppning på andra sidan av bergväggen.
- Ett mått på produktivitet är att det är möjligt att såga cirka 5 kvadratmeter på timme. Kapaciteten är dock beroende på bergets egenskaper till exempel bergets hårdhet.

Foto som visar att breddning av vägbana i Göteborg. Konventionell borrning och sprängning var inte möjlig.

Konstnärlig utformning med vajersågning

Arbete med Grieghallen

Vajersågning nära existerande vägg

Beredning av hustomt i bergsida

Utvidning av tunnel i Stockholm

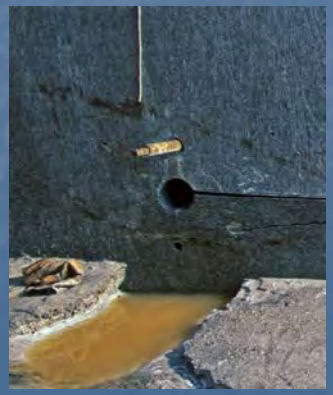
Såging av skulptur, bild 1

Såging av skulptur, bild 2

Simbassäng med uteplats utsågad i berg

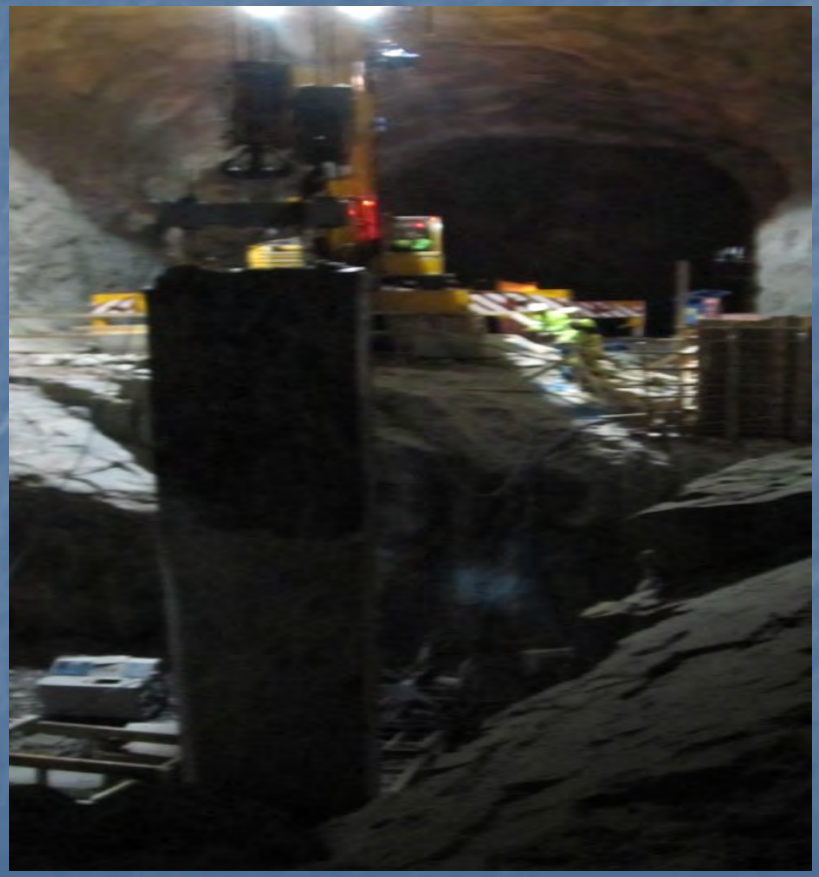
Bilder från bergbrottet i Halden

Normal sågyta har längden 30 m
och bredden 6,5 m



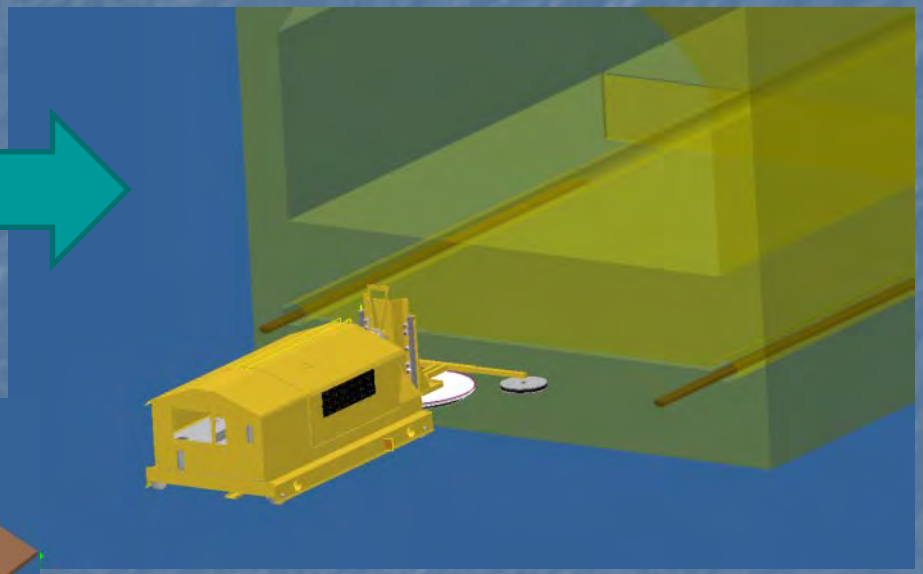
Schakt: 4x5x45 m. Borrhål för vajer Ø 76, avvikelse +/- 5 cm

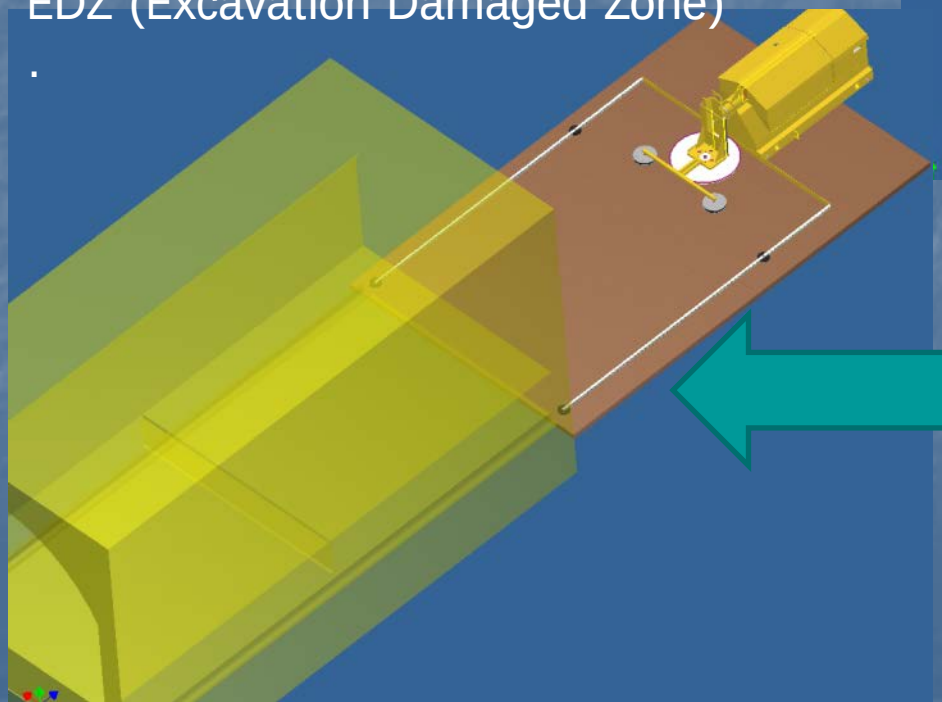
Exempel på sågning av schakt mellan två tunnlar.
Dimension på schaktet: 0.4x1.2 och 13 m djupt.
Bilderna visar lyft av den frisågade bergpelaren



Berguttag för deponeringstunnlar

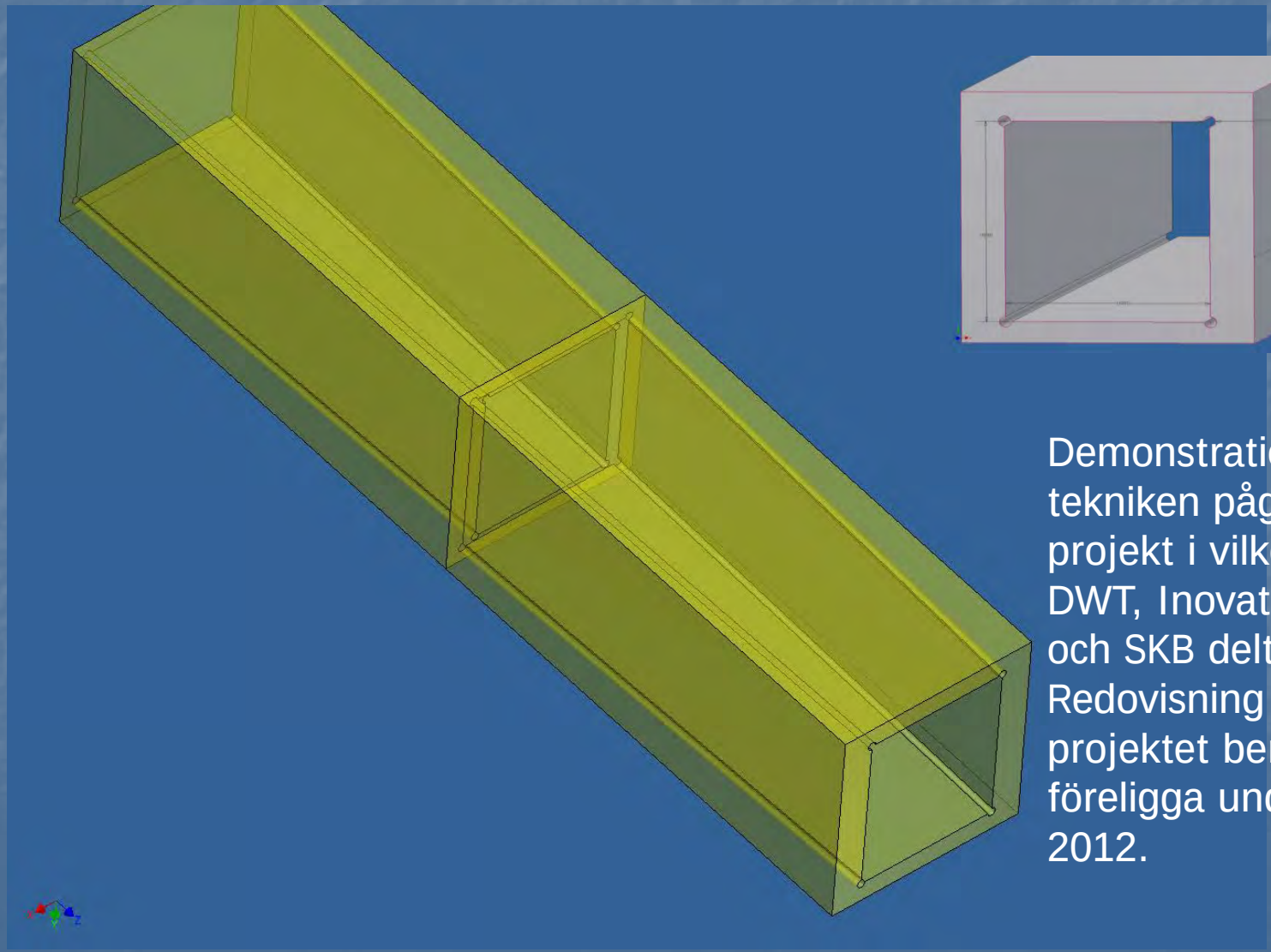
Alternativ 1: Traditionell sågning inifrån och ut med traditionell utrustning. Hålen för vajern borrade genom precisionsborrning till önskad längd. Har diskuterats med SKB för att uppnå ett plant golv i deponeringstunnlar utan EDZ (Excavation Damaged Zone)
.

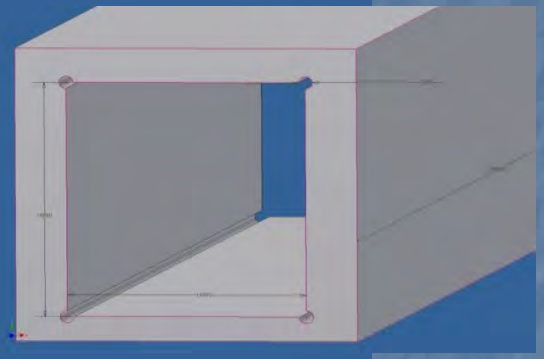




Alternativ 2: Sågning utifrån och in genom att pressa in vajern men hjälp av stänger och brytskivor i borrade hål. Denna teknik ger stor frihet. Sågningen kan ske i etapper.

Principfigur för vajersågning av deponeringstunnel för SKB, Tunneldimensioner: BxH = 4,2x4,8 m och läng upp till 300 m.





Demonstration av tekniken pågår i ett projekt i vilket NCC, DWT, Inovation Norge och SKB deltar. Redovisning av projektet beräknas föreligga under våren 2012.

Tekniken för blindsågning har tillämpats för utsågning av bergblock i SKB i Äspö för att studera utbredningen av EDZ i bergväggen. Detta arbete finns redovisat i SKB rapport R-09-39. Fotot visar den specialanpassade utrustning som användes för sågningen.

Foto av slits i Äspö från vilket 8 stycken block sågades ut. Varje block är 1 m långt och 1,5 m djupt. Bergblocken har efter uttaget undersökts genom sågning i tunna skivor för att kunna studera utbredningen av EDZ i bergväggen.

Referanser

- Aukra Ormen Lange. Wiresaging av pumpegrop. (Skanska)
- Citybanen Stockholm. Borer og wiresager alle presise uttak av fjell på centralstasjon. (NCC).
- Norske Skog
- Global Marine
- SKB (Svensk Kjärnbränslehantering AB) Samarbeid om utvikling av boring og wiresaging

Diamant Wire Teknikk AS

- Hjemmeside: www.dwteknikk.com
- Mail: roger@dwteknikk.com.
- Tlf: 69193400
- Mob: 91155271

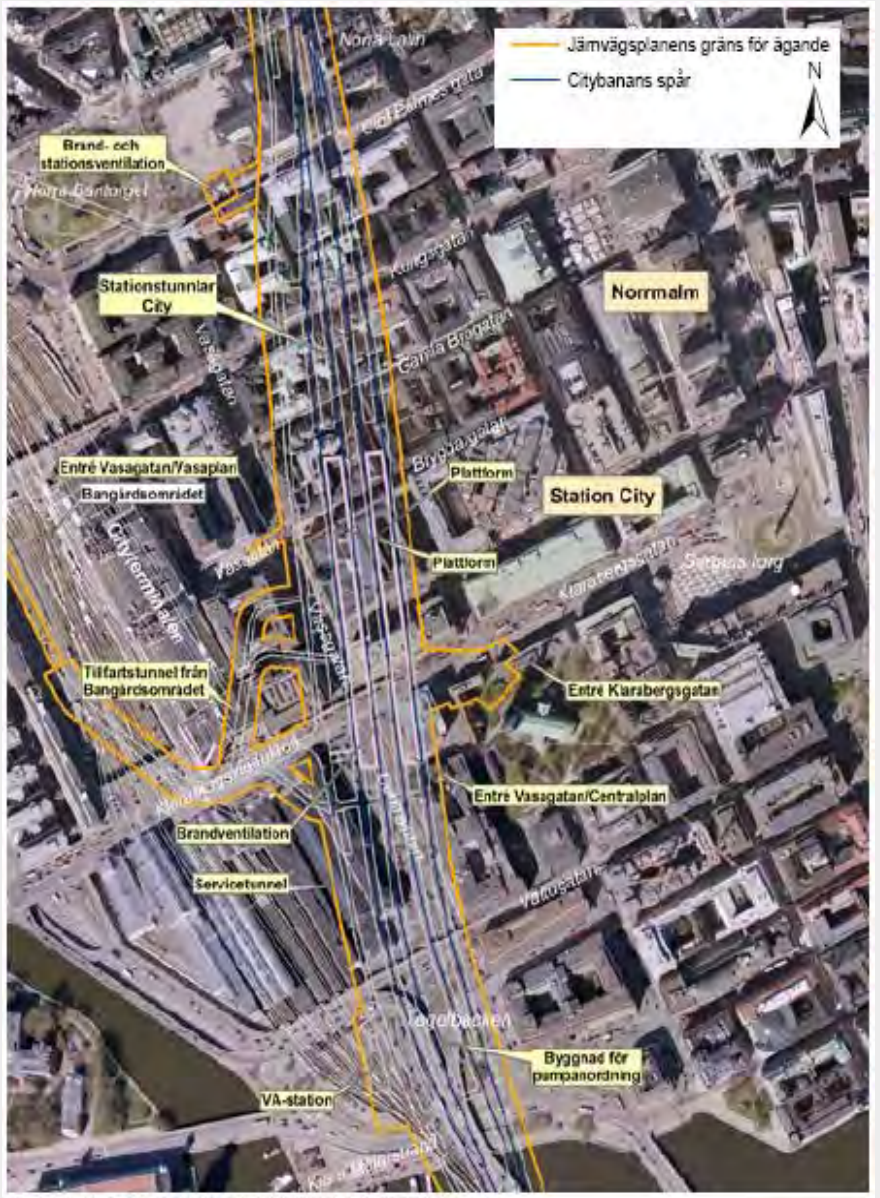
Okonventionella metoder vid bergschakt

Lars-Åke Öhlén
NCC Construction Sverige AB

Norrströmstunneln

Fakta

- Mellan Riddarholmen och Centralen
- Kontraktsumma ca 1600 MSEK
- Ny pendeltågsstation
- Tre nya uppgångar
- 2 stationstunnlar 255 m långa, 27 m breda, 11 m höga
- Totalt 4500m tunnel i Norrströmsprojektet
- 4 enkelspårstunnlar, servicetunnel
- Rulltrappsschakt, hisschakt
- VA station



Figur 5.15 Citybanans sträckning och stationstunneln vid station City.

Inte konventionell bergsprängning

Fördelar

- sprickzoner blir mindre med vissa metoder

- känsliga byggnader eller konstruktioner i närheten

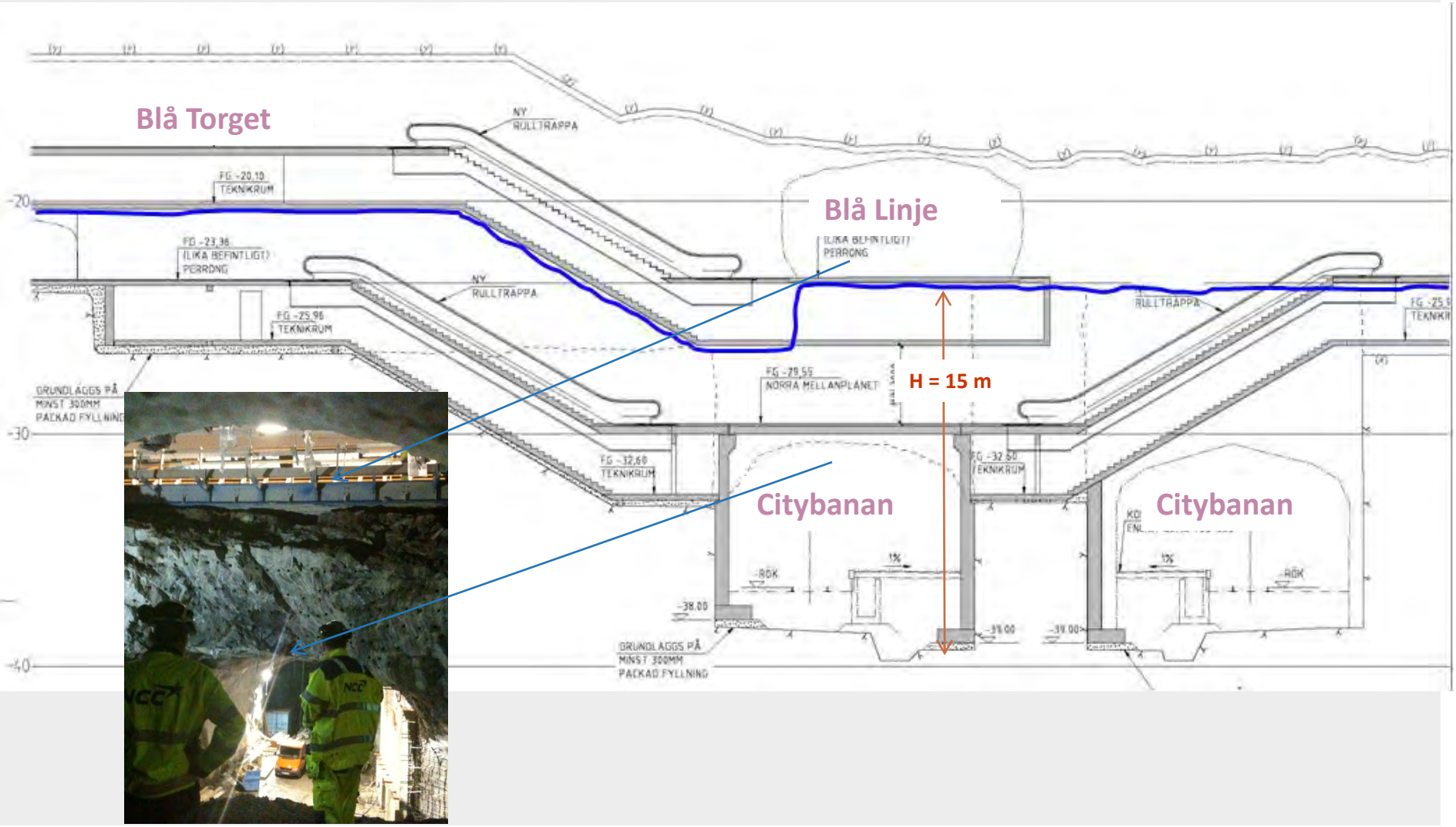
Hydralisk spräckning

Borrningsmönster

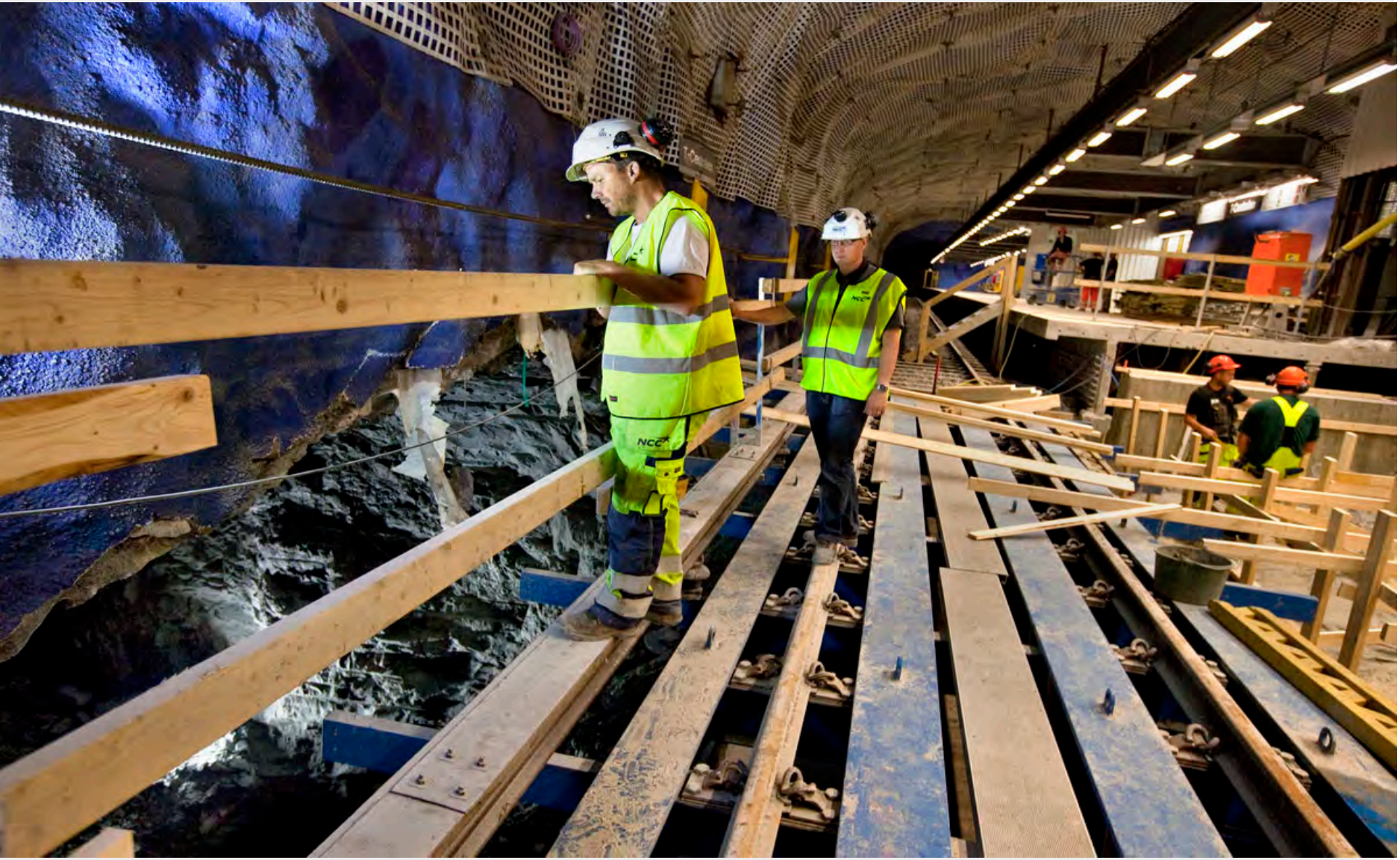
Sprängning efter sågning av kontur

Planerad vajersågning

Anslutning till T-Blå



Under befintlig spårbro

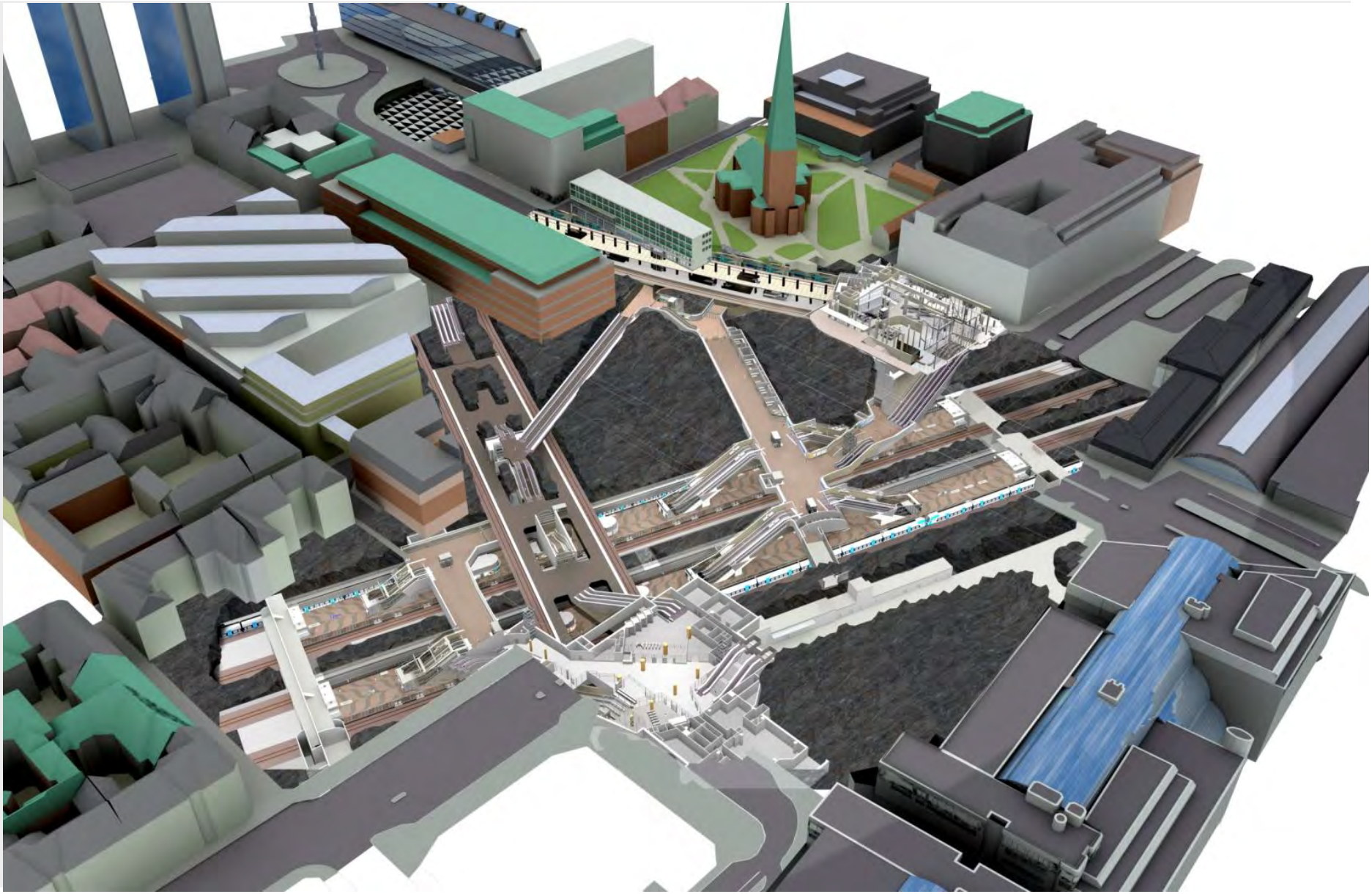


Vajersågning i känsliga anläggningar

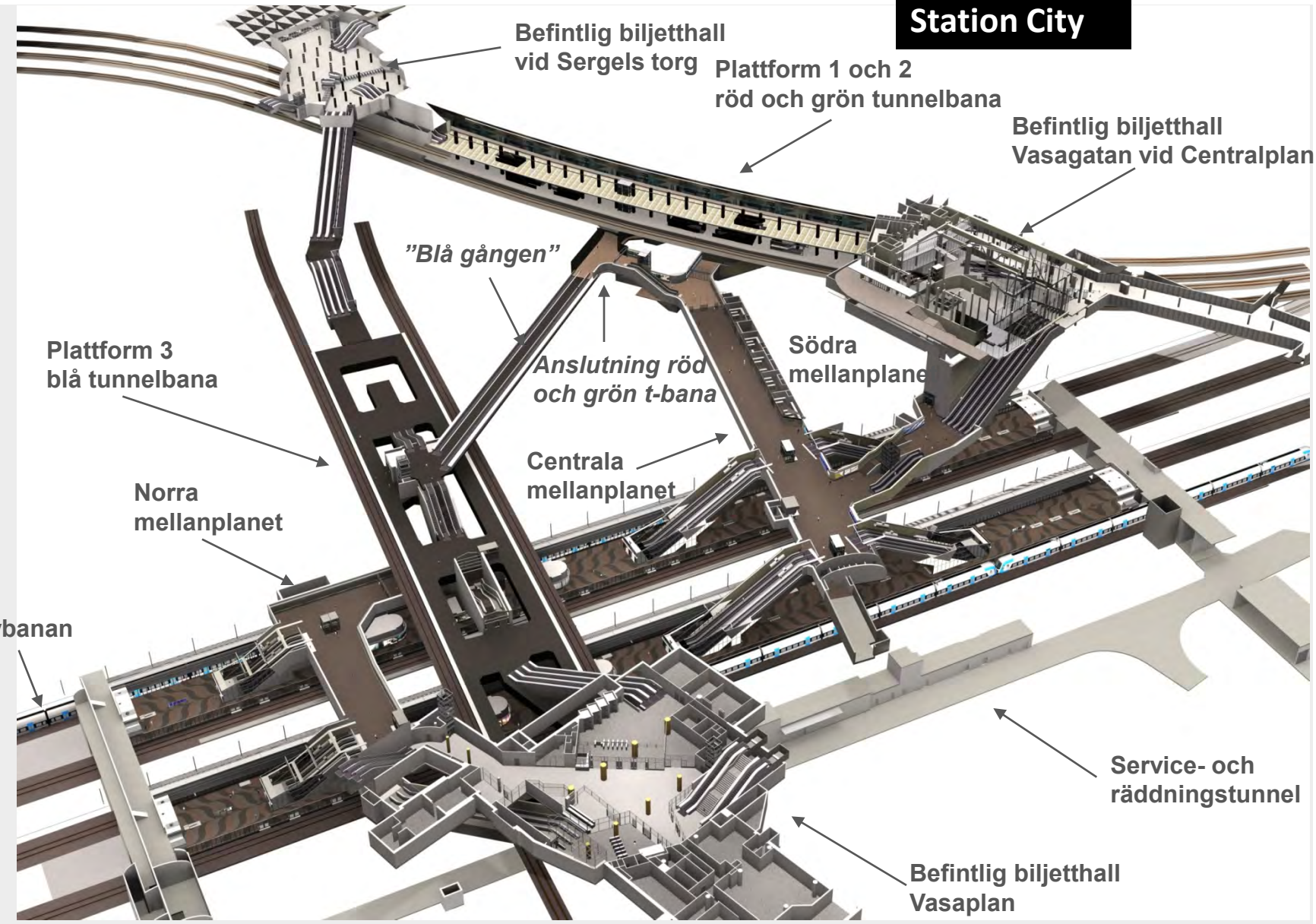
Efter sågning

Borrning med smalstål och 35mm borrkrona

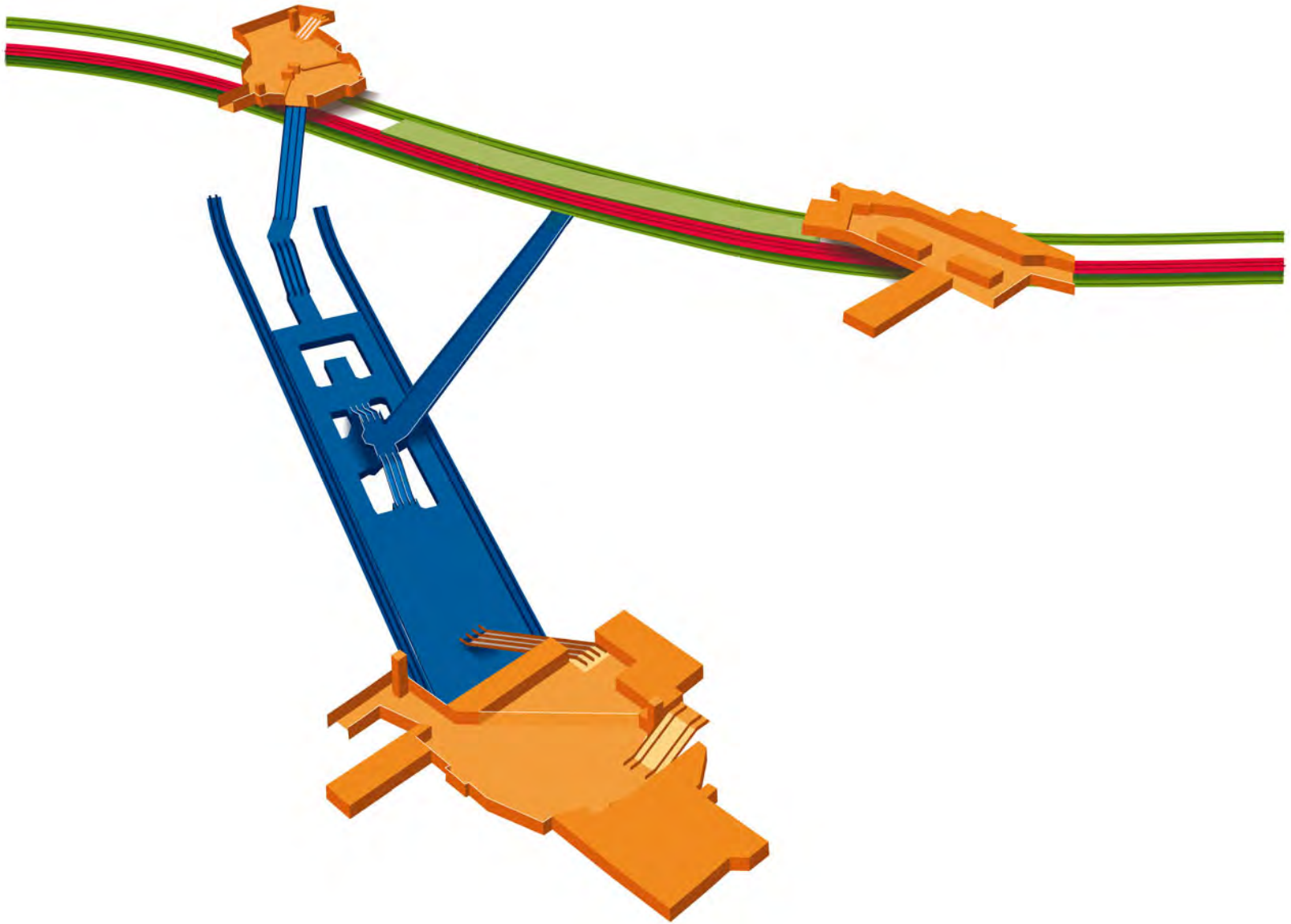
Borraggregat 1-bom, borrmaskin 1838 anpassad för smalstål



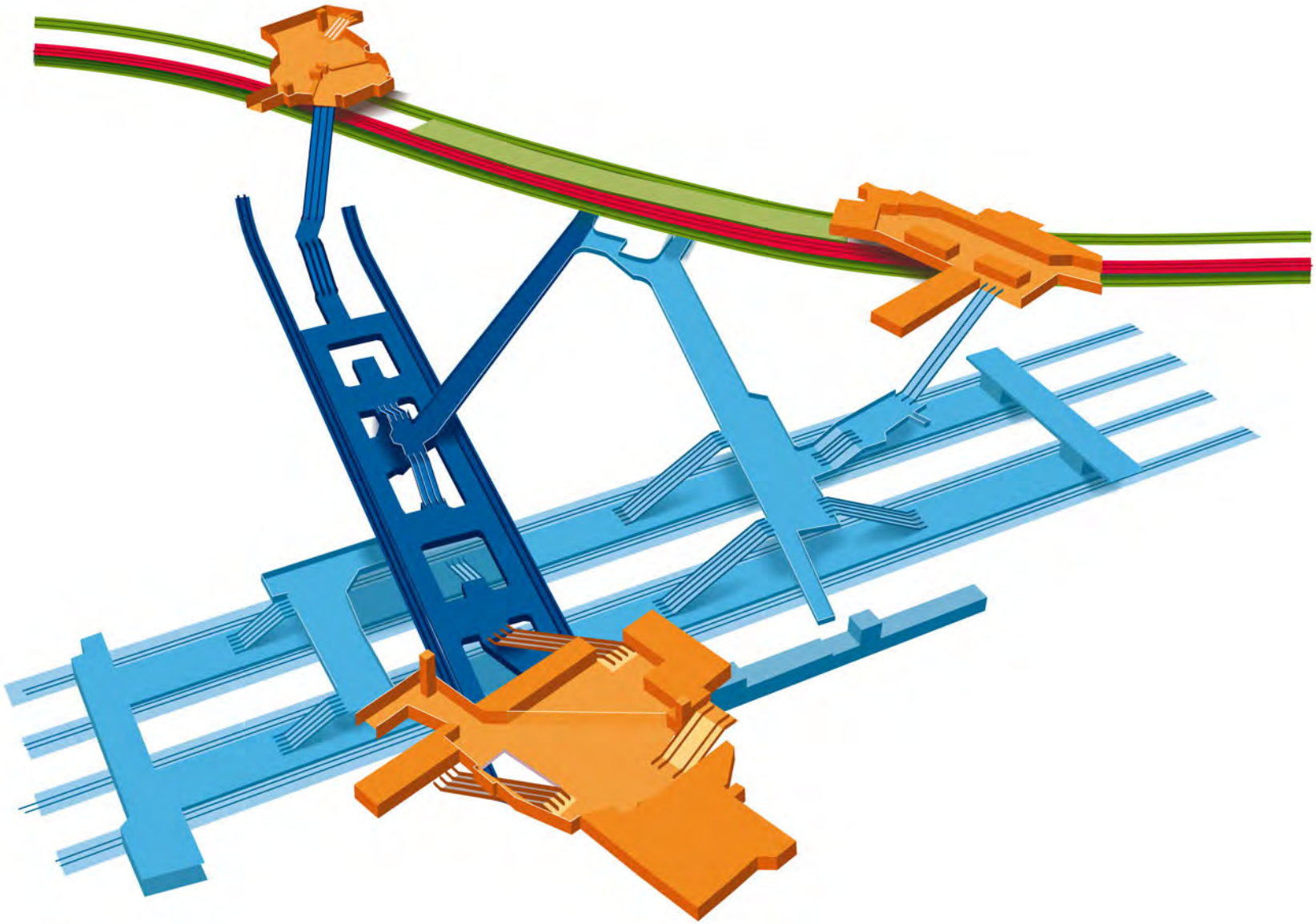
Station City



Befintliga konstruktioner



Nya delen av station city

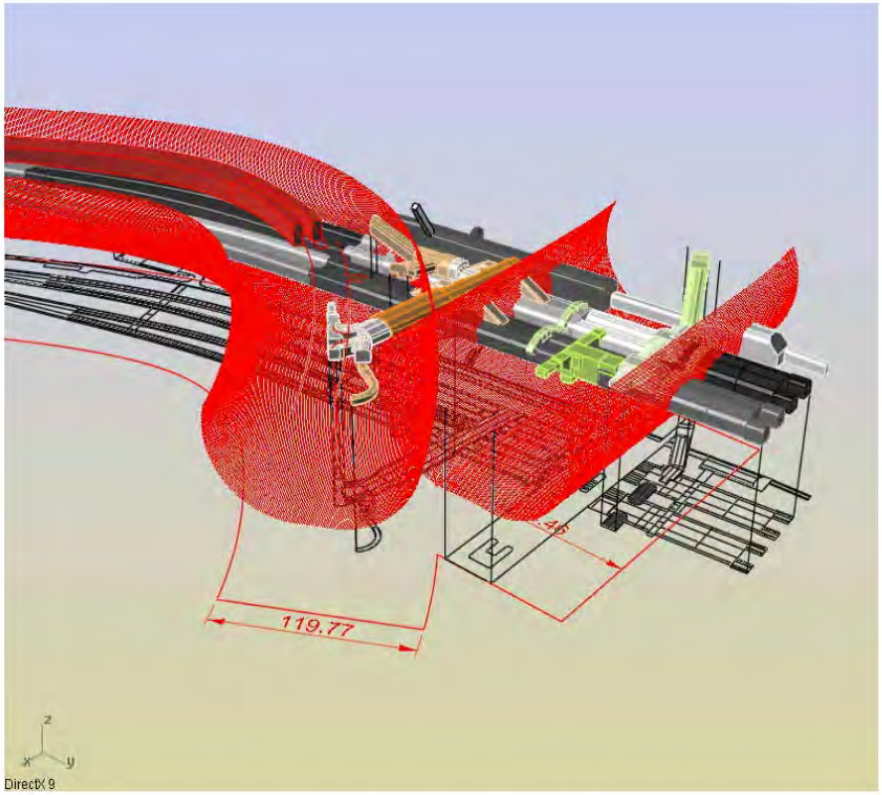


Fördelar med elektroniska sprängkapslar i projektet Norrström

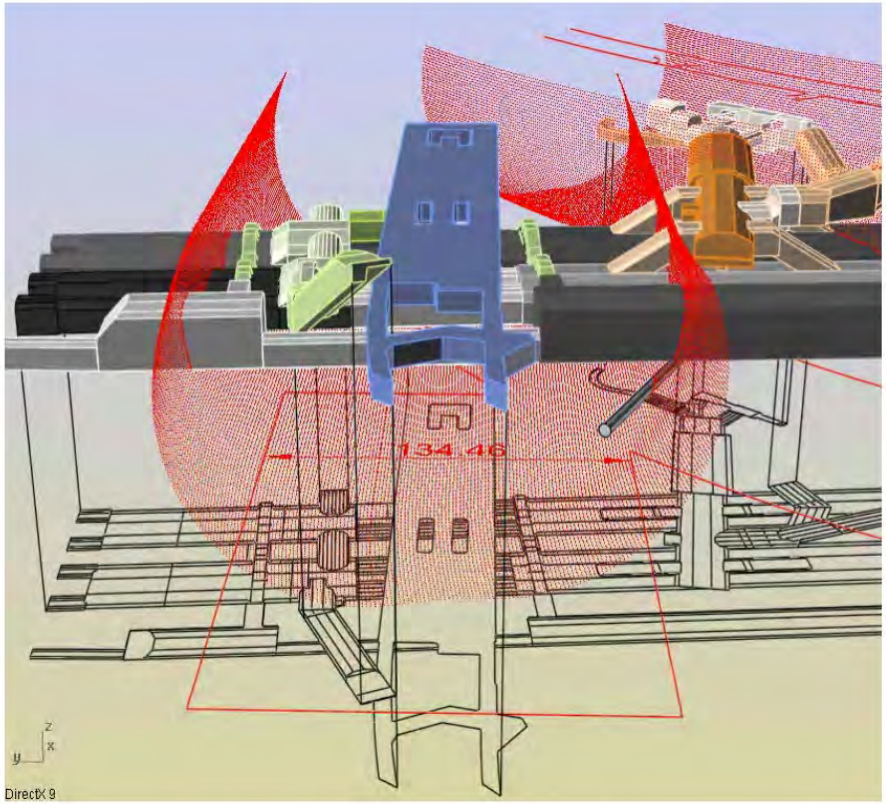
- Vid stora salvor med upp till 300 hål utan samverkan mellan varandra.
- Enkla att använda.
- Snabbare framdrift i känsliga områden
- Nästa bild visar de restriktioner som fanns i projekteringsskedet

3D-Modell Norrströmstunneln

Identifierade känsliga områden i projekteringsskedet

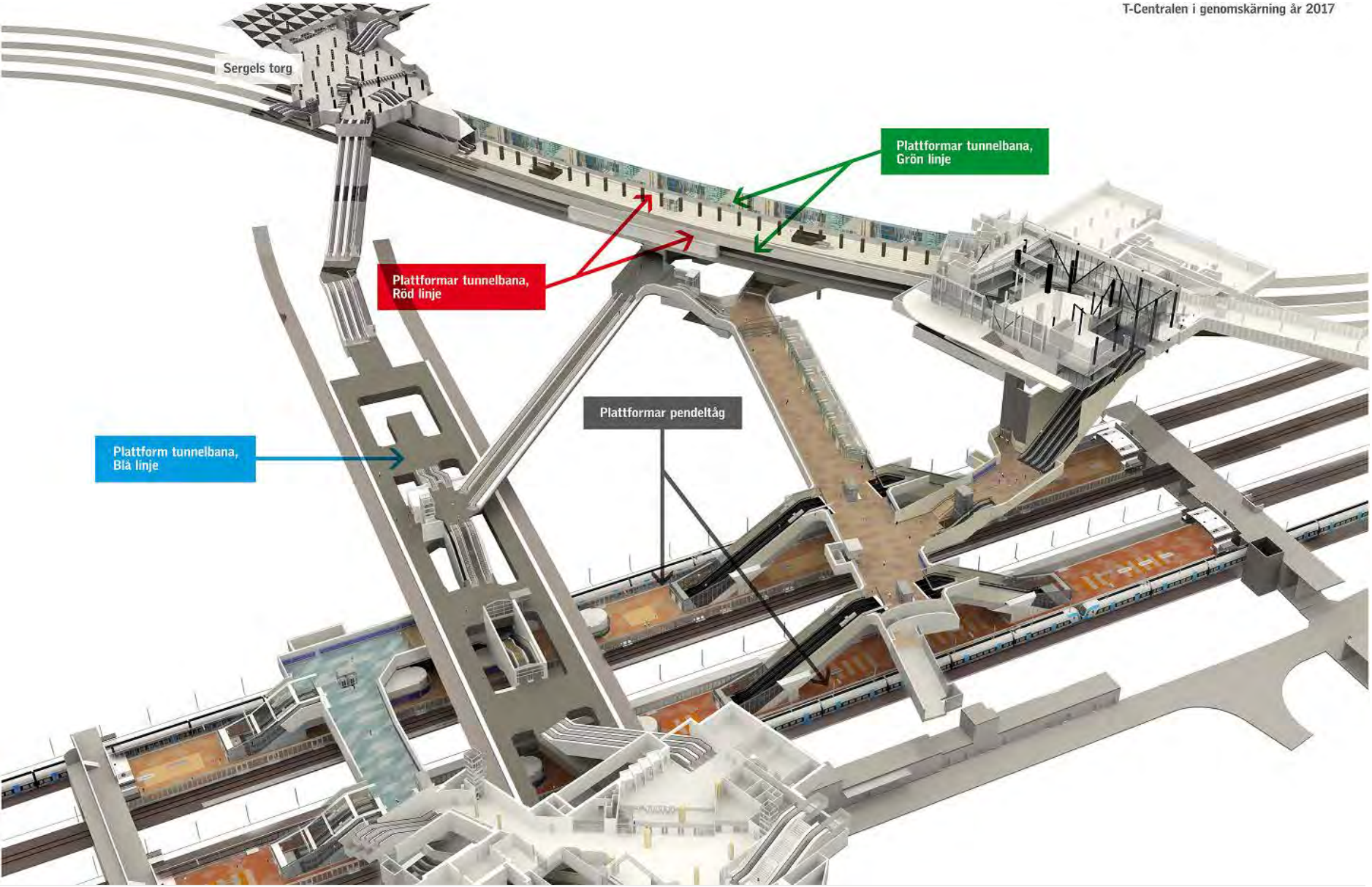


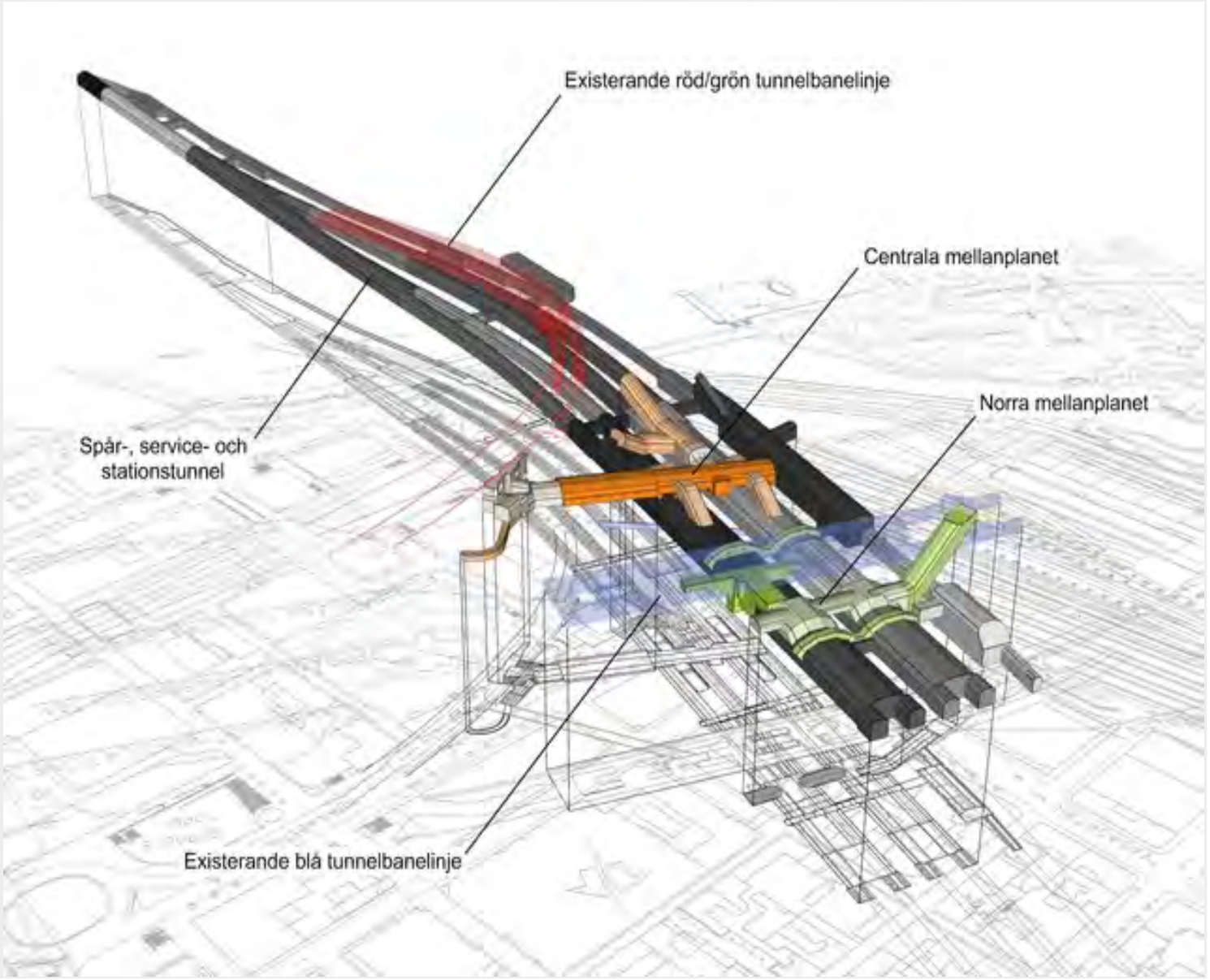
Restriktionsområde vibrationer 10 mm/s T-röd, T-grön



Restriktionsområde vibrationer 10 mm/s T-blå

T-Centralen i genomskärning år 2017




Existerande röd/grön tunnelbanelinje
Centrala mellanplanet
Norra mellanplanet
Spår-, service- och stationstunnel
Existerande blå tunnelbanelinje

NCC

Vattenskärning av berg

BeFo

2012-02-01

Carl Strömdahl, Conjet AB

Conjet AB

Ett svenskt exportföretag som utvecklar och tillverkar vattenbilningsutrustning.

En metod att avverka betong med högtrycksvatten.

Har tidigare testat vattenskärning
med och utan abrasive i berg.

Vattenbilning – ”hydrodemolition”

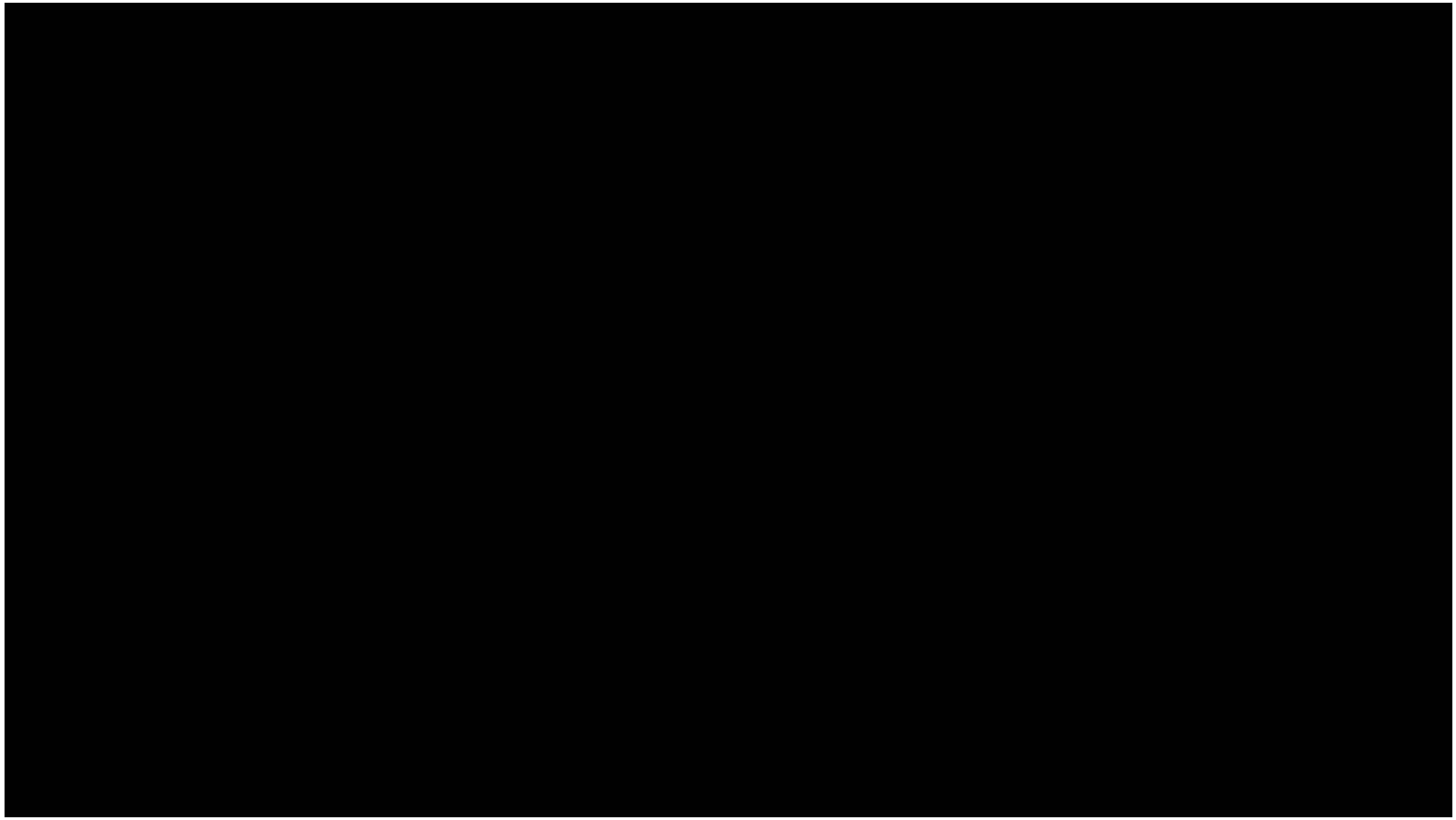
- En relativt ny teknik som bilar bort betong med högtrycksvatten, över 1000 bar, på känsliga strukturer som:

- Broar, parkeringsgarage, dammar, hamnar, kanaler d.v.s. nästan uteslutande infrastrukturprojekt.

- Med högtrycksvatten bilas den skadade betongen bort utan att skada kvarvarande betong eller armeringsjärn.

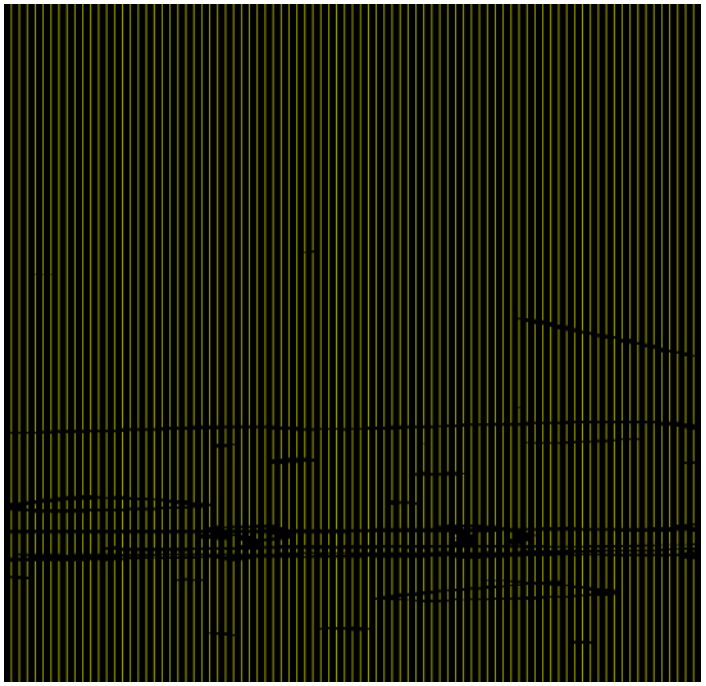
Hur går vattenbilning till?

En kort animerad presentation av metoden.



Bilningshammare; gårdagens metod.

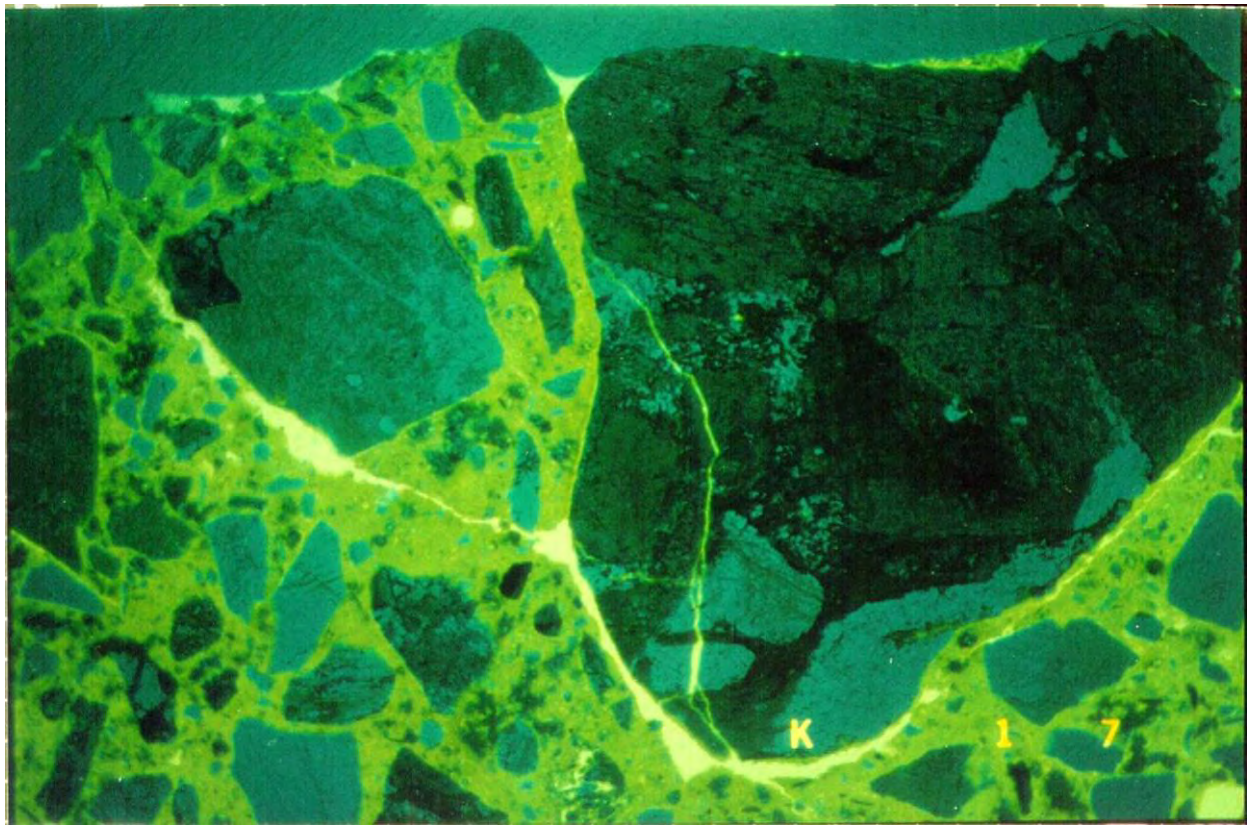
(Gäller alla slående metoder så som, hydraulhammare, betongfräsar, slående borrning etc.)



- *Skadar armerinsjärnen.*
- *När armeringsjärnen vibrerar så ökar skadan eftersom vidhäftning kring armeringen upphör.*
- *Skapar nya mikrosprickor.*
- *Bilar inte selektivt.*
- *Kräver mycket arbetskraft.*
- *Operatören får vibrationsskador.*
- *Tidskrävande och hög ljudnivå.*

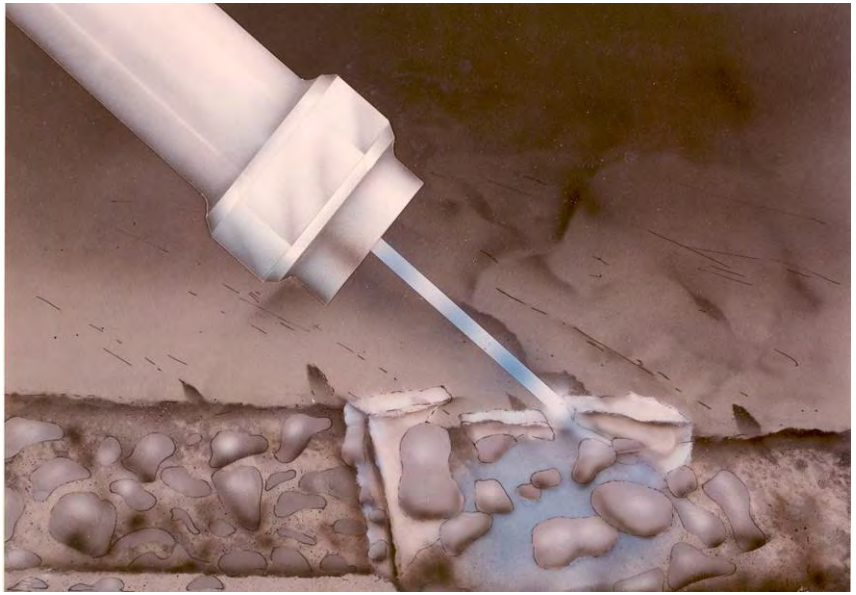
Tunnslip på betongprov.

Slående metod – bilningshammare - har använts.



Vattenbilning - Conjetmetoden

Metoden skapar inga nya mikrosprickor, god vidhäftning, rå yta och selektiv borttagning.



Krav på en bortbilad yta

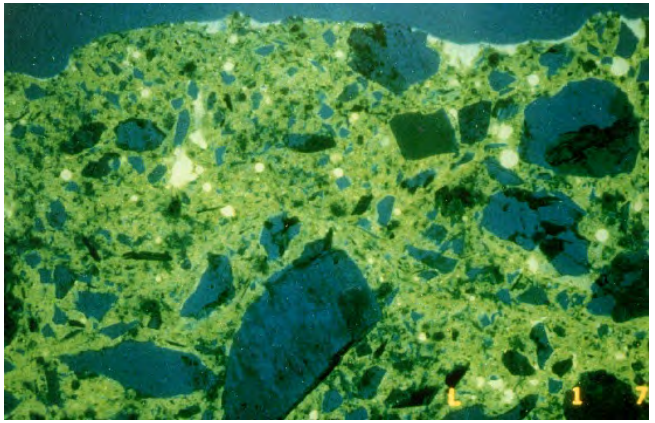
För att erhålla god vidhäftning

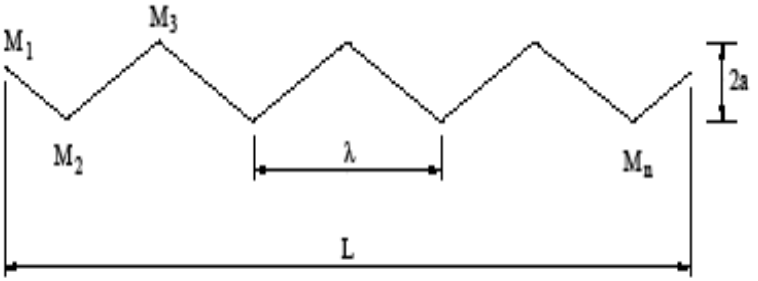
och en lång livslängd på reparationen.

- *Ren yta*
- *Rå yta*

  - Se höger bild
- *Inga mikrosprickor*

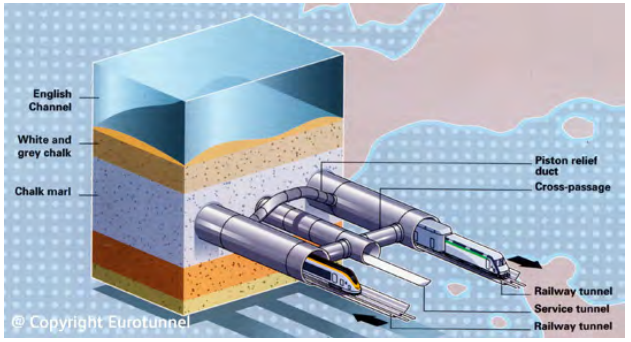
  - Se tunnslipsbild nedan.





Conjet Robot 364 MPA i Eurotunneln

Brandskadad betong bilas bort i Eurotunneln hösten 2008
Betongen brandskadades på en sträcka av 1 km.



Historik vattenjet i berg.

- *Div. prov genomfördes på Atlas Copco av Göran Rehbinder på 70-talet.*
- *Borrningsprov i sandsten med vattenjet utfördes på 80-talet.*
- *Produktion / skärning av blocksten utfördes i Frankrike tidigt 80-tal.*
- *Rehbinders forskning blev avstamp för Conjets utv. 1983.*
- *Vattenbilning är idag etablerad metod när betongytor renoveras.*

Historik vattenjet i berg.

- *Skärning av djupa slitsar i granit vid Missouri Rolla University 1980*
- *Blockstensproduktion i granit Georgia USA på 90-talet.*
- *Slitsning av spränghål provades av SveBeFo 90-talet.*
- *Eliminering av ytsprickor efter andra avverkningsmetoder diskuteras.*
- *Skrotning med högtrycksvatten förekommer.*
- *Spränghålsborrning med vattenjet förekommer i sandsten.*

Blockstensproduktion i Georgia.

Blockstensproduktion i Georgia.

Sprickfri yta med struktur gav mervärde. Kvartsit från Dalarna.

Blockstensproduktion Missuri Rolla USA, kopia av Stonehenge UK, 1700 f. Kr.

Blockstensproduktion, North Dakota, USA.

Slitsning av borrhål LKAB.

Slitsning av borrhål.

Fördelar med högtrycksvatten.

- *Ger en yta med speciell struktur.*
- *Skapar inga nya sprickor i berget.*
- *Ger stabilare vägg, minskar behov av skrotning.*
- *Ger inga vibrationer.*

Nackdelar med högtrycksvatten.

- *Energikrävande.*
- *Vatten fryser.*
- *Pumpar och munstycken kräver rent vatten.*
- *Vatten måste finnas tillgängligt.*

Vad krävs för att avverka/borra i svenskt berg med högtrycksvatten.

- *Rigg som för munstycket.*
- *Högtryckspump med minst 2 500 bar vattentryck.*
- *Tillgång till el och/eller diesel.*
- *Högre effekt ger högre avverkning, min 250 kW är önskvärt.*
- *Tillgång till vatten.*
- *Temperatur över noll grader.*

Hur har utvecklingen sett ut sedan 1980.

- *Kommersiellt användbara pumpar har utv. från 800 bar till 3 000 bar.*
- *Pumparna har utv. från 350kW till 750 kW.*
- *Högtrycksslangar har blivit tillförlitliga och följt med tryckutv.*
- *Diamantteknik har blivit mycket billigare att använda även i slitande berg.*
- *Något genombrott för högtrycksvattenteknik inom berg har inte skett.*
- *Eftersom vattenstrålen följer minsta motståndets lag så måste någon form av mekanisk kalibrering ingå vid slitsning eller borrning.*

Försiktig sprängning

Bengt Niklasson

GEOSIGMA

MARK BERG VATTEN

Sprängning med restriktion för undvikande av skada via luftstötvåg, vattenstötvåg, stenkast och markvibrationer.

Räknas även detta in?:
Stomljud
Spränggaser
Kväveutsläpp

(Försiktig sprängning)

”Omgivningspåverkan”

GEOSIGMA
MARK BERG VATTEN

Vad är då *oförsiktig* sprängning, kan man undra?

Ur en TB:
”All sprängning ska utföras med försiktig sprängning”
Vad betyder detta?

Kontrollerad sprängning

är kanske en bättre benämning

GEOSIGMA
MARK BERG VATTEN

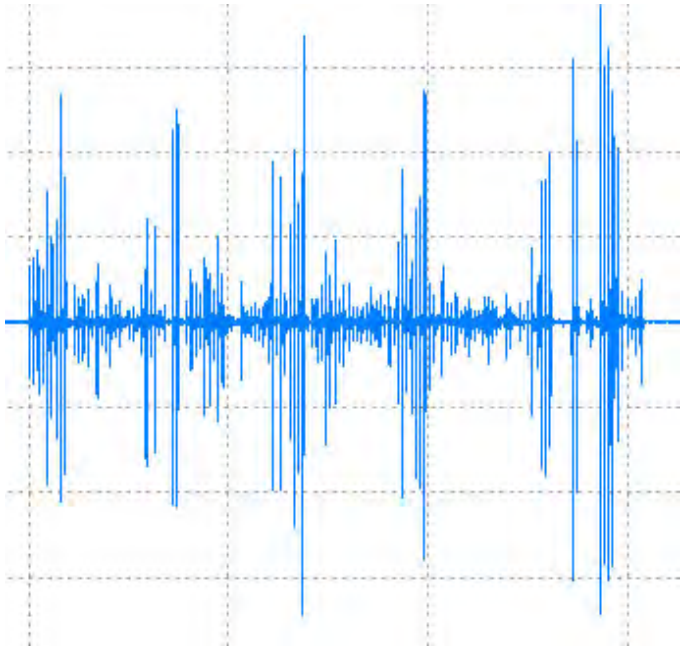
Att minimera skada - försämra hållfastheten på det omgivande berget som utgör vårt byggnads-material

Skonsam sprängning

Våldsam kontursprängning är möjlig att utföra

GEOSIGMA
MARK BERG VATTEN

Stort fokus läggs på att klara av de satta vibrationsnivåerna därför att dessa styr drivningskapaciteten



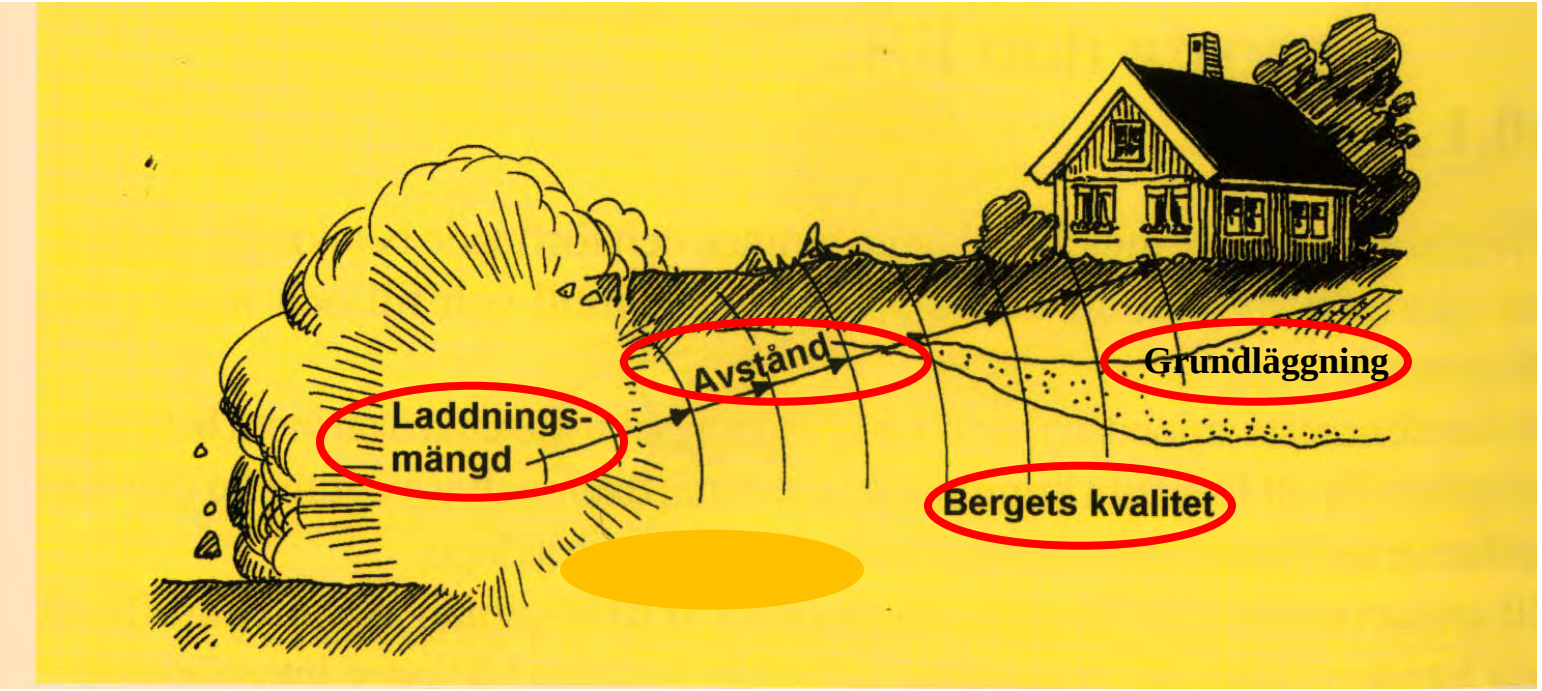
Sambandet mellan gränsvärde och byggtid

- ⇩ *Riskanalysen* ger begränsningar i svängningshastighet och acceleration
- ⇩ *Samverkande laddning*, mängd sprängämne per tidsenhet prognostiseras utifrån tidigare erfarenheter i området eller liknande förhållanden
- ⇩ *Borrgeometri*, borrlängd, borrmönster, håldiameter beräknas från samverkande laddning
- ⇩ *Framdrift* - kapacitet, m tunnel/vecka erhålls då salvlängder och tid/salva är känd

GEOSIGMA
MARK BERG VATTEN

Bergets dämpande egen-
skaper på stötvågen
genom berget blir en
osäker parameter i
prognosen över
förväntade framdrifter
En ej kalkylerbar
parameter

GEOSIGMA
MARK BERG VATTEN



Parametrar som styr vibrationspåverkan

Efter Olofsson S.O.

Samma parametrar, utom laddningsmängd styr nivån på stomljud från borrning. Laddningen är utbytt mot en roterande slående borrkrona. Svårt att sänka slag- och rotationstryck utan att tappa produktion.

2012-02-01

GEOSIGMA
MARK BERG VATTEN

Hur gjordes man förr?

- Färre restriktioner före standarden kom
- Klenare hål och flera hål i salvan
- Kortare salvor än dagens
- Patronerat sprängämne tills ANFO kom
- Kombination av bulk- och patronerat sprängämne
- Lägre produktivitet?? – kanske inte men sämre arbetsmiljö och längre skift.

GEOSIGMA
MARK BERG VATTEN

Var har utvecklingsarbetet varit störst de senaste 25 åren?
Pumpemulsion och elektronikspräng kapseln

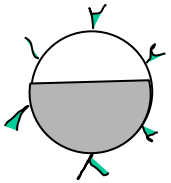
Emulsionsladdningen har inneburit högre säkerhet vid transport och lagring av sprängämne och en bättre arbetsmiljö vid laddning

men

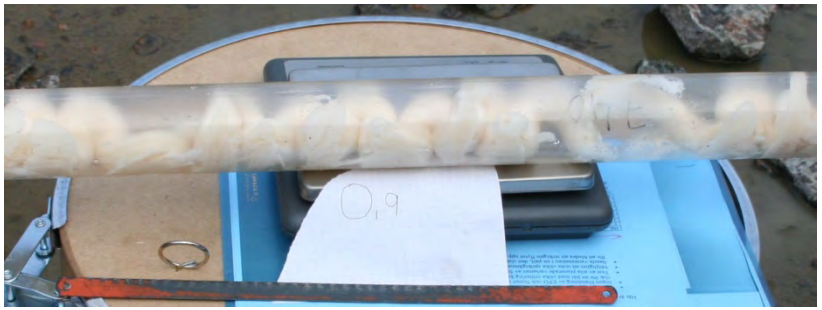
Emulsionsladdningstekniken har försämrat noggrannheten i laddningsvikterna och behöver utvecklas vidare.

Kontroll på laddningsvikterna är viktigt för att klara gränserna för omgivningspåverkan

Kanske hitta ett smidigt sätt att ladda i plastslang då höga krav ställs på rätt laddningsvikt.



Tekniken med strängade laddningar i hela salvan gör att salvlängden inte behöver kortas som första åtgärd då vibrationsgränsen överskrids.



GEOSIGMA
MARK BERG VATTEN

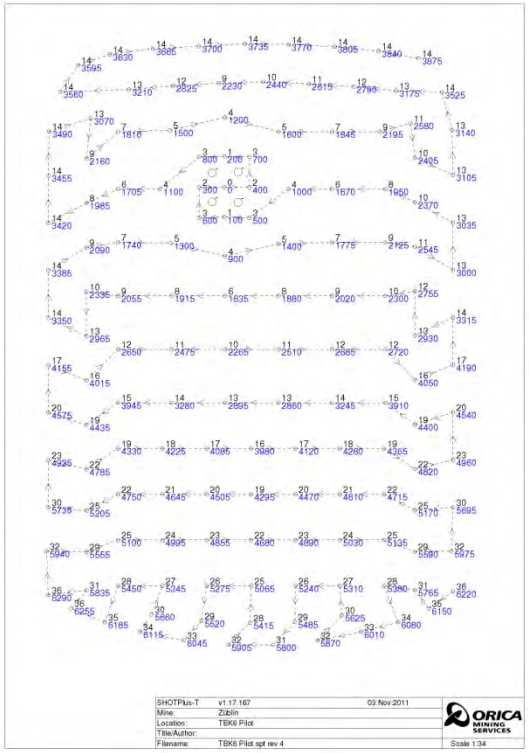
Elektroniksprängkapseln

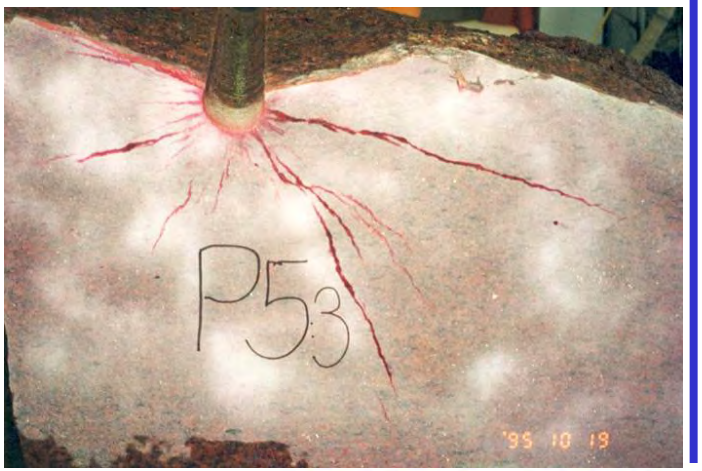
Första salvan i Sverige 1986

Gör det möjligt att i tid separera samtliga hål i salvan

Elektroniksprängkapseln tar bort en del av osäkerheten i att mer sprängämne detonerar samtidigt än vad som planerats.

Möjliggör samtidig detonation då man vill eftersträva små skadezoner





GEOSIGMA
MARK BERG VATTEN

Stomljuds påverkan på framdriften.

Stomljudsutbredningen styr tillgänglig arbetstid

- Dagtid störs arbetsplatserna
- Nattetid störs de boende

Bergets dämpande egenskaper på stötvågen genom berget blir en osäker parameter i prognosen över förväntade arbetstider

En ej kalkylerbar parameter

Ersättningsmodell för olika salvlängder

Då vanligtvis okända dämpningsegenskaper styr hur mycket som kan användas som samverkande laddning borde detta justera tidplanen.
Entreprenören bör inte ta denna risk.

Sammanfattning – kontrollerad sprängning

•Tekniken bättre utvecklad i ovanjordssprängningar där bättre verktyg finns tillgängliga. Sprängämnestyper och förpackningar. Stockholmsprojekten bra plantskola för yngre sprängare

•Ovanjordssprängare är därför mer kunniga i hantverket

•Färre tunnelsprängare som kan använda pumpemulsionen på ett kontrollerat sätt eftersom tekniken och produkten är svårare att dosera.

•Speciell utbildning för laddare i kontrollerad sprängning med pumpemulsion behövs.

•Elektroniksprängkapselns fördelar kommer att utkristalliseras så småningom. Idag finns tron om att den kan allt.

• Den stora utvecklingspotentialen ligger i hybridteknik där sprängning kombineras med andra tekniker för att avverka berg eller skapa slitsar mot kvarstående berg.

GEOSIGMA
MARK BERG VATTEN

Borrteknikens Utveckling

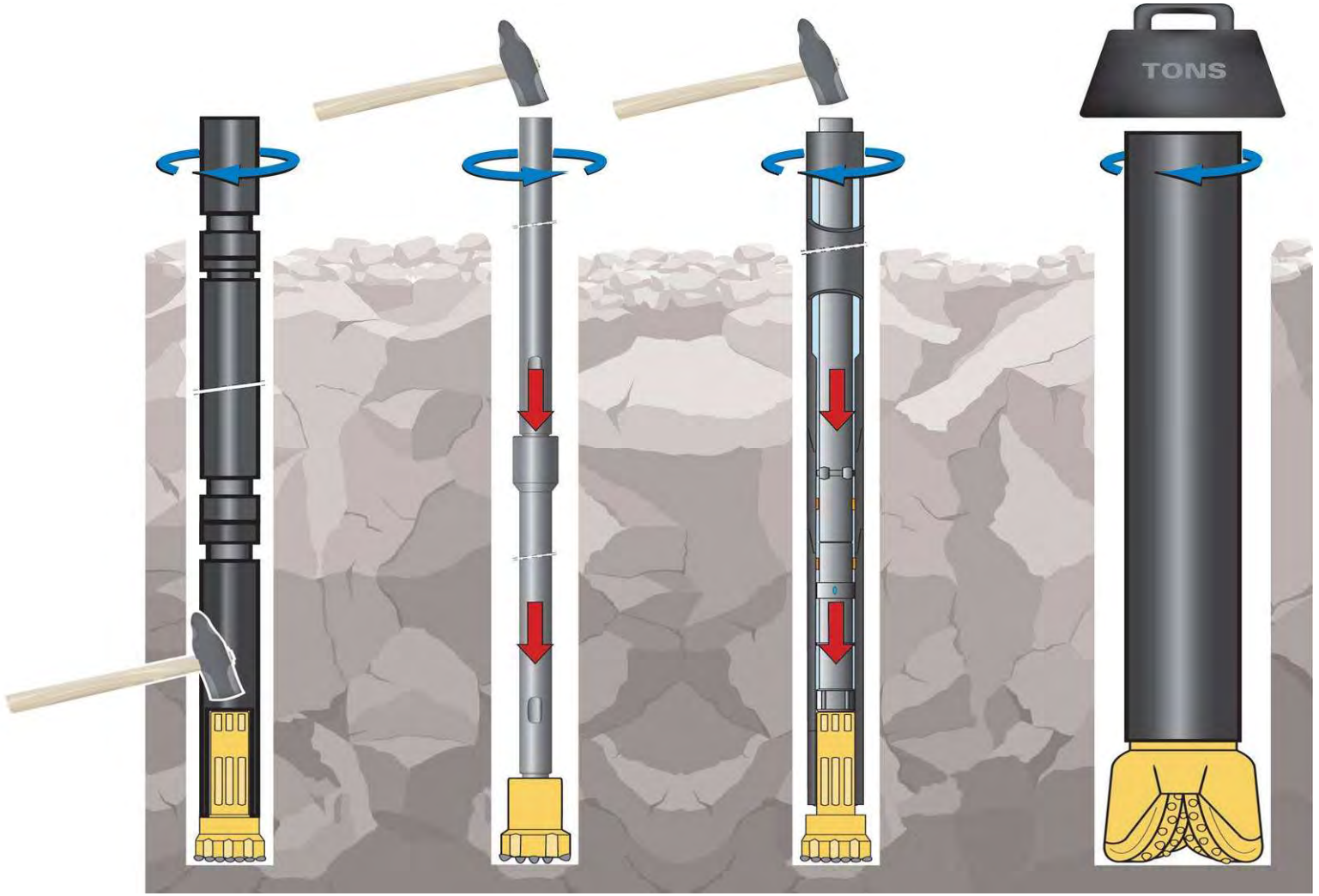
2012-02-01

Lars Persson

Sustainable Productivity

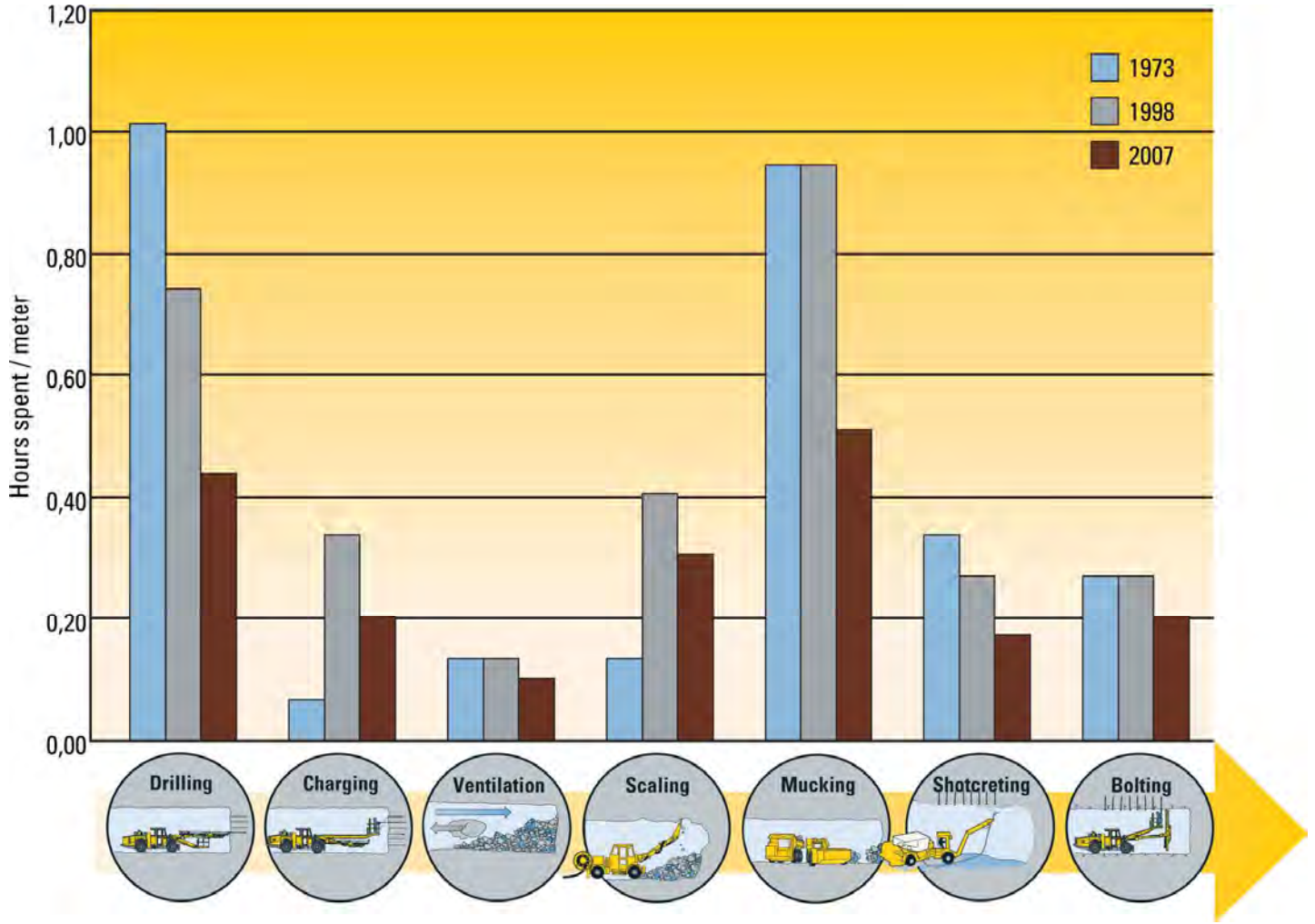
Atlas Copco

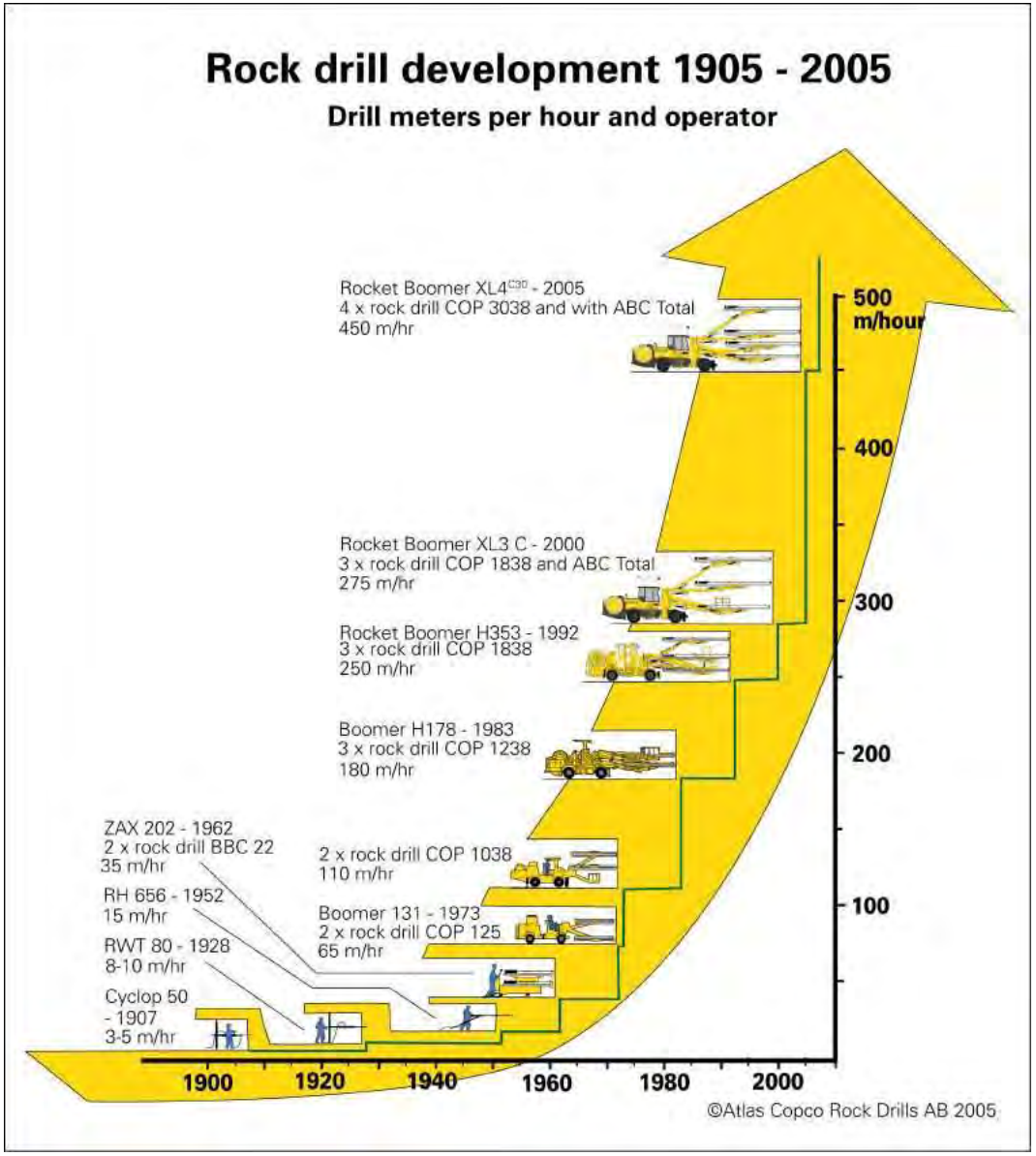
Olika Borrprocesser



DTH Tophammer COPROD Rotation

Tunnel Cykel




Rock drill development 1905 - 2005
Drill meters per hour and operator
Rocket Boomer XL4C30 - 2005
4 x rock drill COP 3038 and with ABC Total
450 m/hr
Rocket Boomer XL3 C - 2000
3 x rock drill COP 1838 and ABC Total
275 m/hr
Rocket Boomer H353 - 1992
3 x rock drill COP 1838
250 m/hr
Boomer H178 - 1983
3 x rock drill COP 1238
180 m/hr
2 x rock drill COP 1038
110 m/hr
Boomer 131 - 1973
2 x rock drill COP 125
65 m/hr
ZAX 202 - 1962
2 x rock drill BBC 22
35 m/hr
RH 656 - 1952
15 m/hr
RWT 80 - 1928
8-10 m/hr
Cyclop 50
- 1907
3-5 m/hr
500 m/hour
400
300
200
100
1900
1920
1940
1960
1980
2000
©Atlas Copco Rock Drills AB 2005

Utvecklingssteg Tunnelborrning
”State of the art teknik”

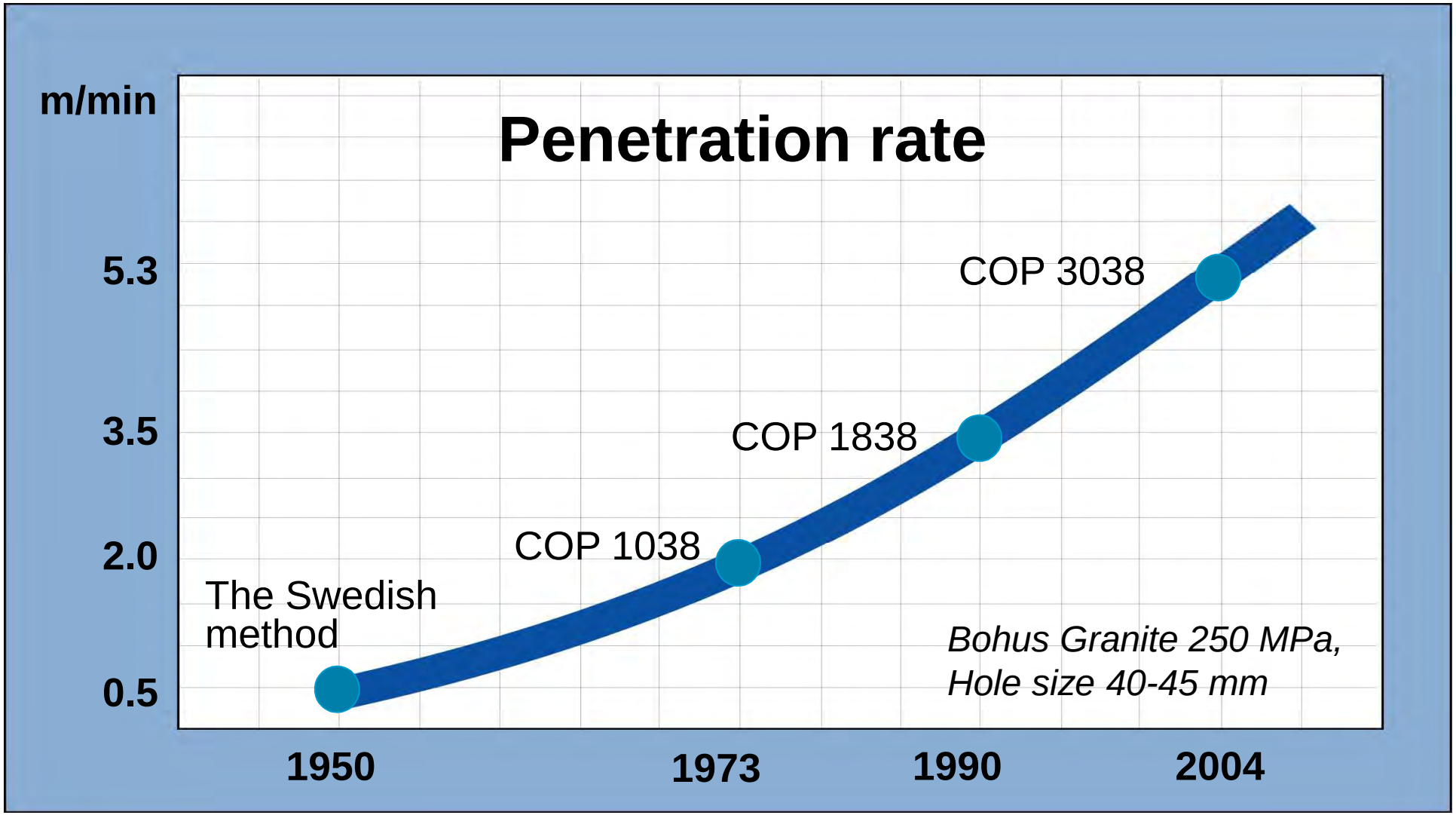
	Borrmaskin	Borrstål	Styrsystem
40-60-Tal	**Den Svenska Metoden**	**Helstång/ Skärborrkrona**	**Handhållen borrning**
70-Tal	COP 1038	Hel- Konstång/ Skärborrkrona	Manuell Direkthydraulik
80-tal	COP 1440	Stiftborrkrona, Sfäriska	Pilothydraulik
90-tal	COP 1838	Stiftborrkrona, Ballistiska	RCS (”Datastyrd”)
2000-tal	COP 3038	Konisk Gänga (SR-, TC)	RCS (”Datastyrd”)

Den Svenska Metoden

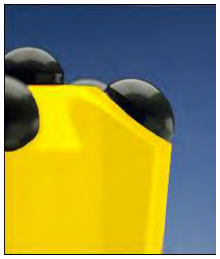
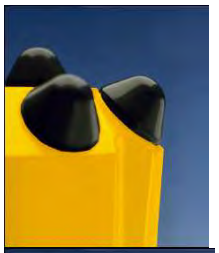
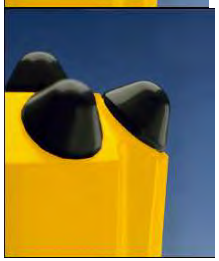
Utvecklingssteg Tunnelborrning
”State of the art teknik”

	Borrmaskin	Borrstål	Styrsystem
40-60-Tal	Den Svenska Metoden	Helstång/ Skärborrkrona	Handhållen borrning
70-Tal	**COP 1038**	**Hel- Konstång/ Skärborrkrona**	**Manuell Direkthydraulik**
80-tal	**COP 1440**	**Stiftborrkrona, Sfäriska**	**Pilothydraulik**
90-tal	**COP 1838**	**Stiftborrkrona, Ballistiska**	**RCS (”Datastyrd”)**
2000-tal	**COP 3038**	**Konisk Gänga (SR-, TC)**	**RCS (”Datastyrd”)**

Milstolpar Slående Borrning - Borrmaskin

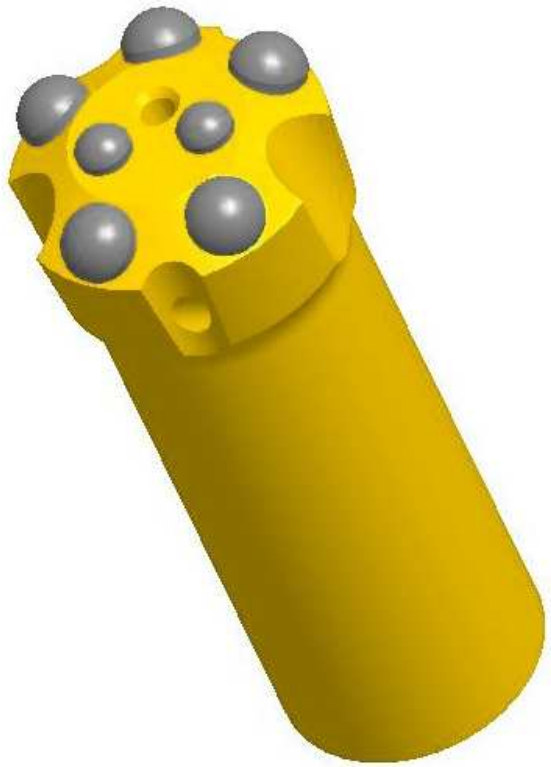


Borrkronor, olika typer
Borrsjunkning i Granit, c:a 200 MPa

Cross bit		100	
Spherical Button bit		115	
Ballistic Button bit		130	
Full-ballistic Button bit		150	

Milstolpar Stift borrkronor

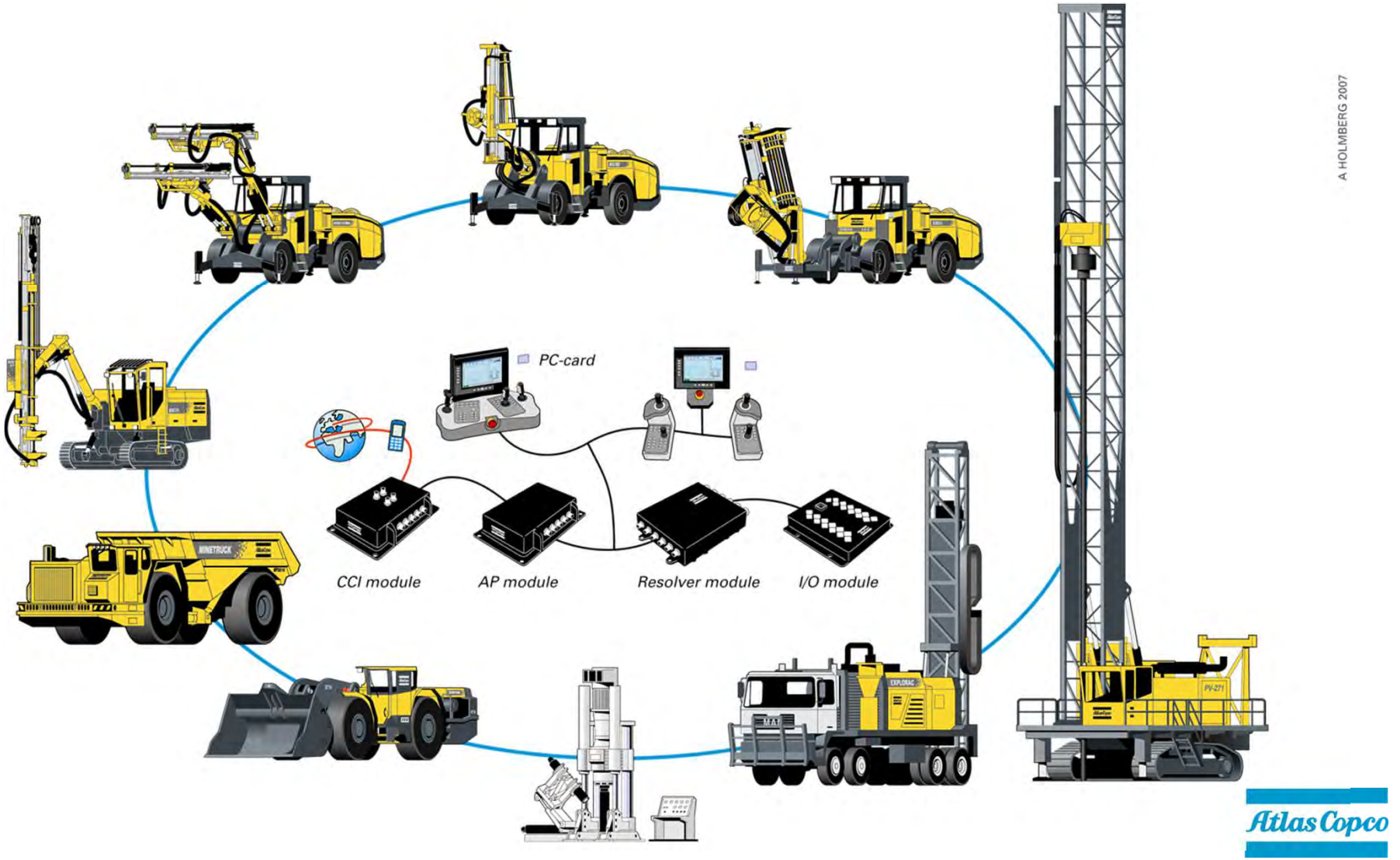
- Ökad livslängd 3,5% per år
  - Ständiga förbättringar på kronan
  - Bättre borrmaskiner
  - Bättre Spolning
  - Bättre styrsystem



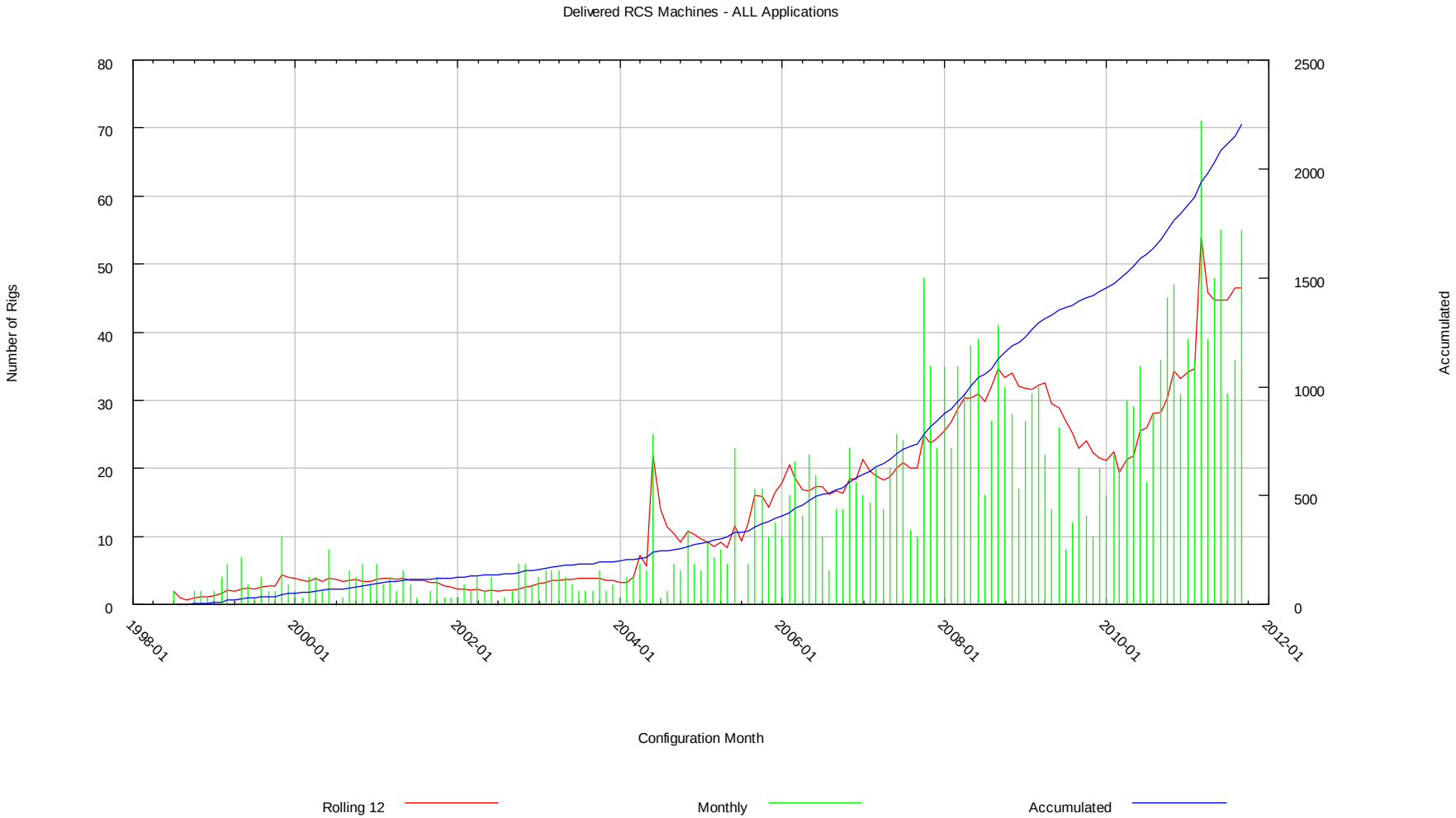
- Exempel 45 mm krona med 7 stift (samma plats)
- 80-tal 125 m
- 90-tal 350 m
- 2000-tal 550 m

- Styrsystem - Manuell till Automation

RCS Automation Platform



More than 2000 Computerized rigs delivered



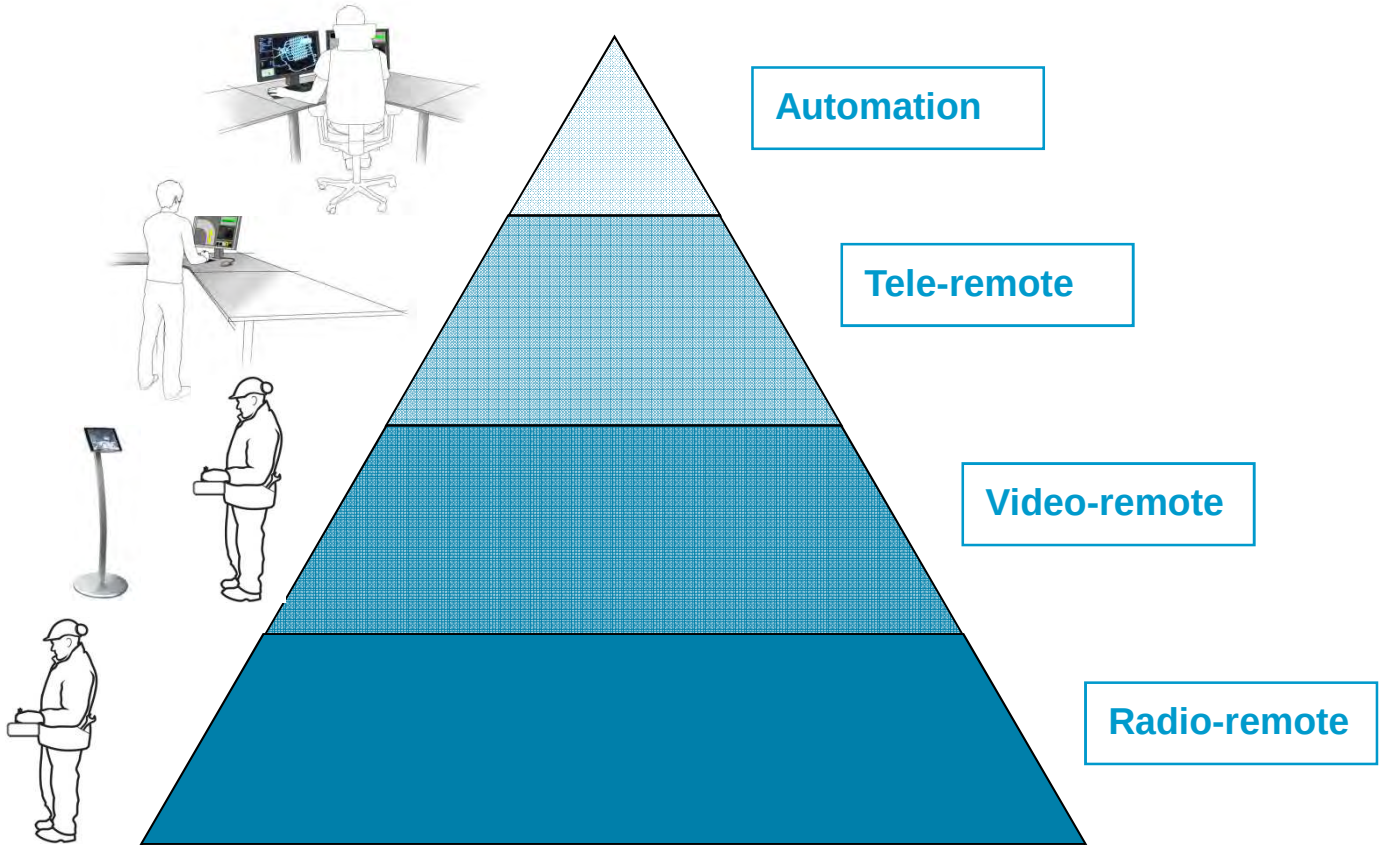
Evolution of the Rig Control System

1998–1999	2000–2001	2002–2006	2007–2010	2011–
GENERATION I	GENERATION II	GENERATION III	GENERATION IV	GENERATION V
Boomer (2 boom) Simba	Boomer (3 boom) ROC SmartRig Boltec	Robbins Explorac Scaletec Cabletec Boomer (4 boom) Scooptram	Pit Viper Diamec Minetruck SmartROC (DTH drilling)	Ongoing

Atlas Copco started to develop its RCS control system as early as 1990 and four generations have evolved over a 12 year period. Today, with more than 1800 RCS-based units in operation around the world, Atlas Copco is the undisputed market leader in this technology.

Atlas Copco

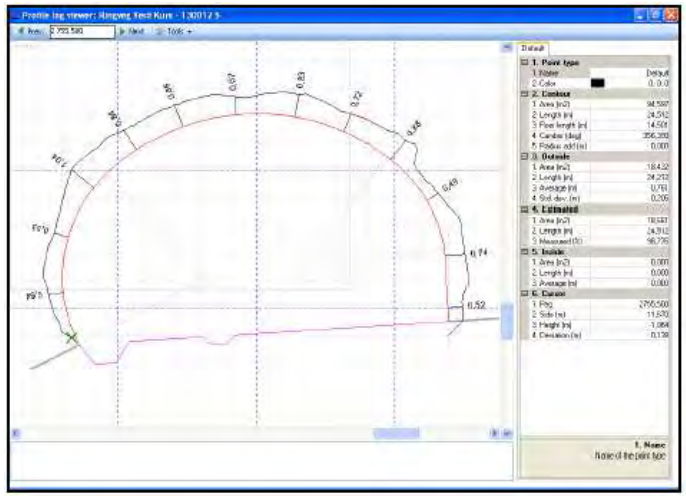
Automation product package



Profiler

Tunnel Profiler – Get your true profile measured and logged

- Applicable for all machines
- Profile (design) handling integrated in Tunnel Manager
- Profile Scanner integrated on Boomer RCS rigs
- Scan result handling in Tunnel Manager
- Measure the over and under break
- Take control of the shoot creating volumes

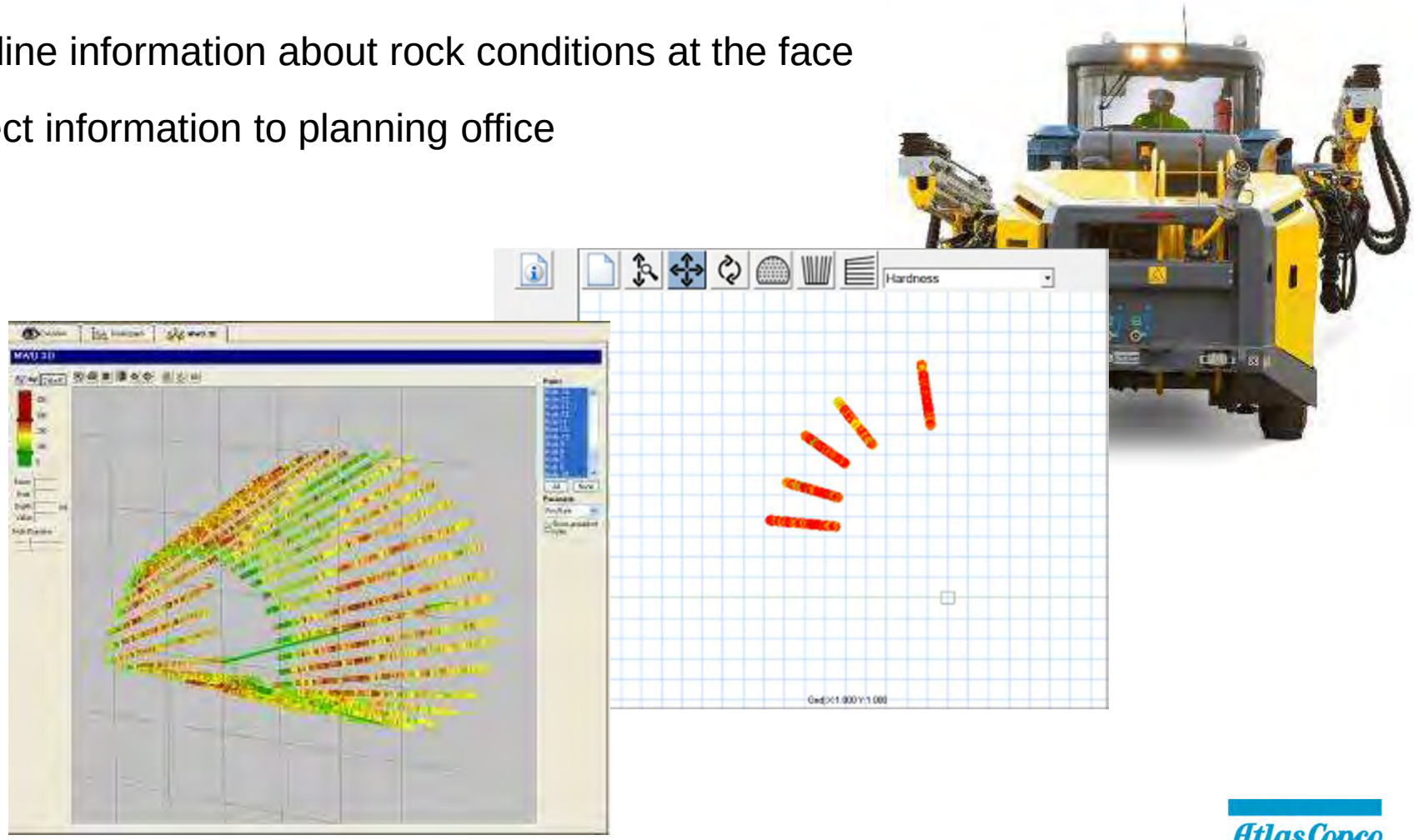


Atlas Copco

Measure While Drilling, MWD on-line

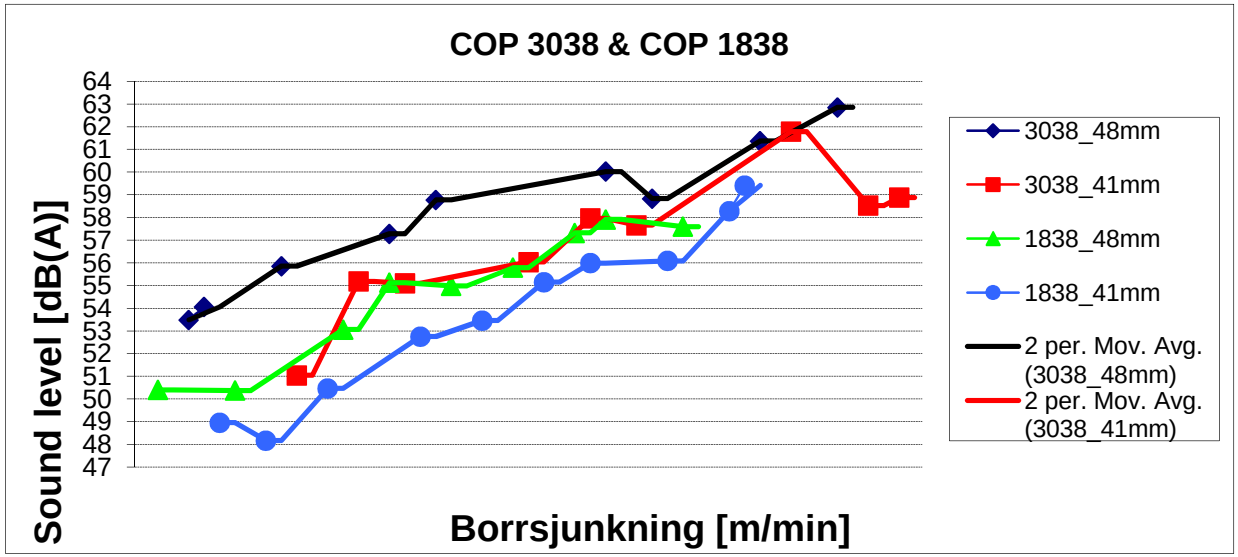
What lays ahead of us ?

- On-line information about rock conditions at the face
- Direct information to planning office



Framtid - 2020

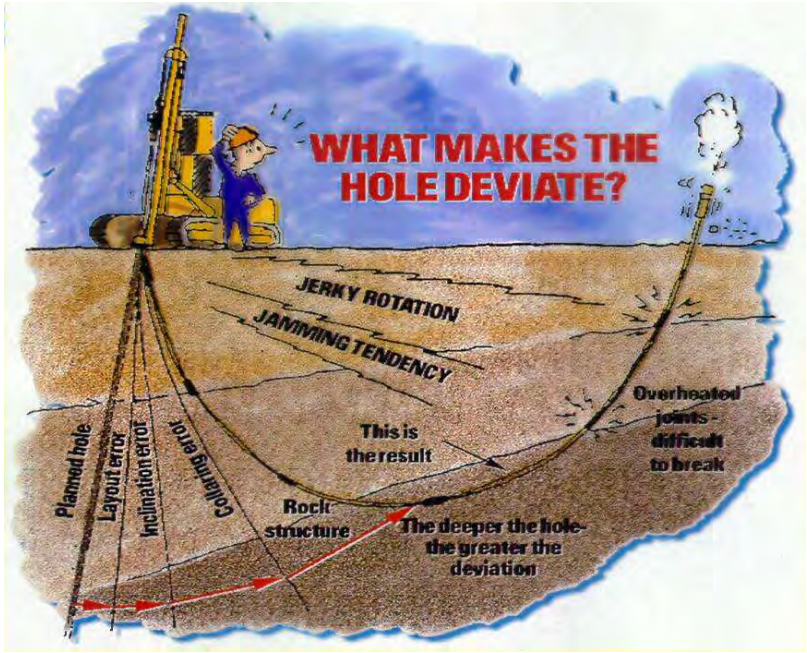
- Miljö
  - Tyst Borrning
    - Luftburet 125 dBA ➔ 110 dBA
    - Stomljud Skärande slående



  - Fluider

Framtid - 2020

- Teknik
  - Dubblat serviceintervall
  - Dubblad livslängd
  - Ökad borrsjunkning
    - Dubblerad till 10 m/min
    - 125% energiförbrukning
  - Hålkvalitet
    - Aktiv reglering av borrparametrar



Committed to sustainable productivity.

Atlas Copco

Praktiska erfarenheter ifrån spräckning av berg med hydrauliska kilar.

Agenda

- Emstone AB
- Funktionsprincip
- Applikationer / Erfarenheter
- Fördelar

Emstone AB

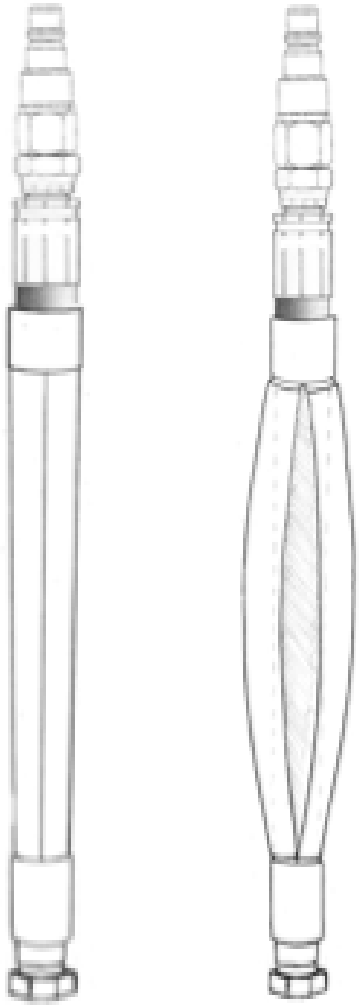
- Startade 2007 i Göteborg
- Utveckling av alternativa metoder
- Patenterad teknik
- Entreprenadsuppdrag och försäljning
- 3 anställda

Funktionsprincip

PowerSplitter 64

- 120 cm / 20 kg
- Diameter 60mm
- Diameter 82mm under tryck
- Trycksättning till 800bar

Funktionsprincip



PowerSplitter 64

- 120 cm / 20 kg
- Diameter 60mm
- Diameter 82mm under tryck
- Trycksättning till 800bar

Funktionsprincip

Utrustning

- 1 eller flera kilar
- Fördelningsenhet
- Hydraulikpump

Extern

- Tryckluft 6-8 bar
- Borrutrustning

Funktionsprincip

Utrustning

- 1 eller flera kilar
- Fördelningsenhet
- Hydraulikpump

Extern

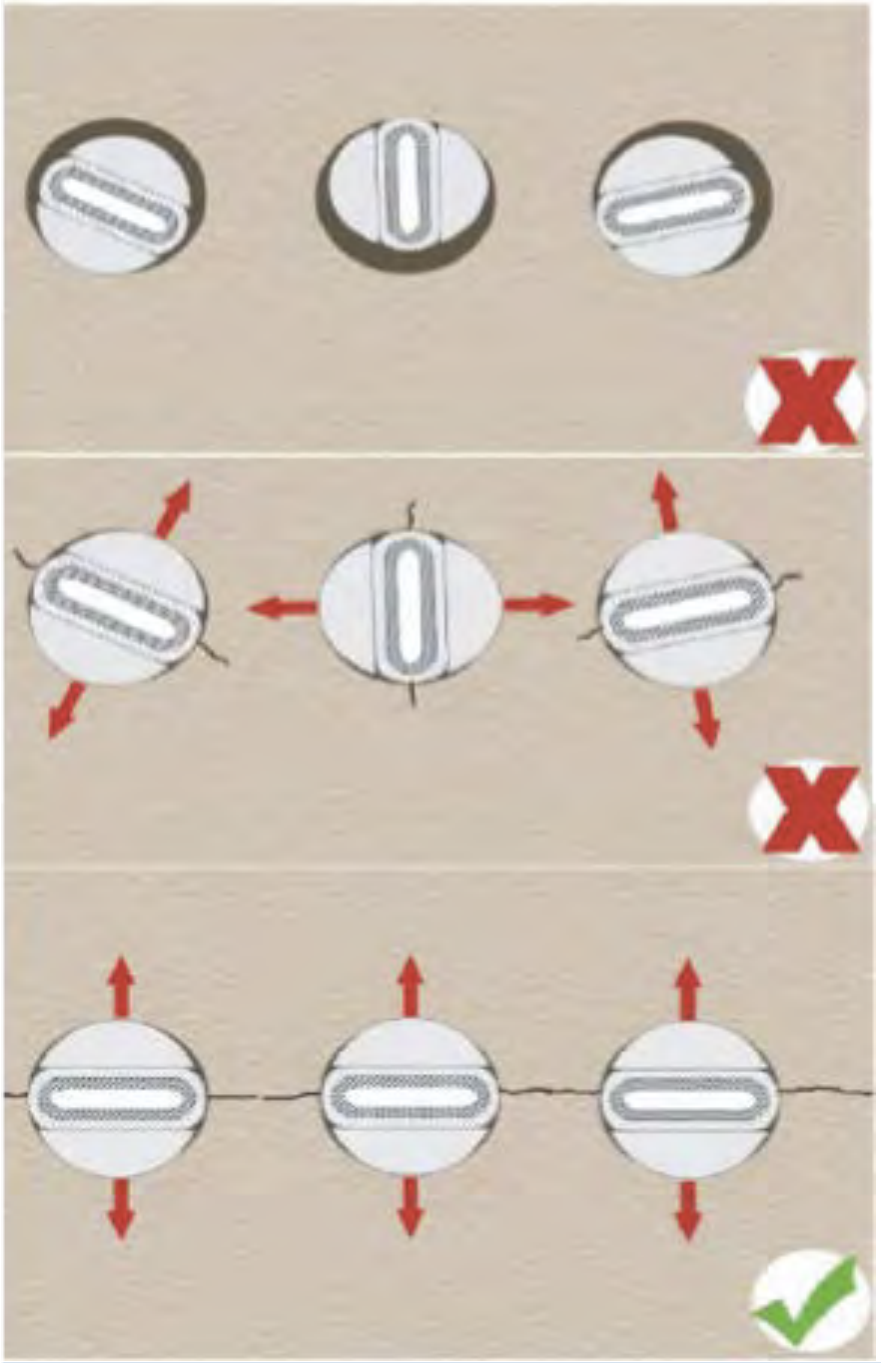
- Tryckluft 6-8 bar
- Borrutrustning

Funktionsprincip

Funktionsprincip

Funktionsprincip

Funktionsprincip



Användning

- Normalt CC avstånd på mellan 20-40 cm vid borrning
- Borrhål 63-65 mm
- Tryck 600-700 bar
- upp till 2 m³ / timme

Applikationer och erfarenheter

QuickTime™ and a
Cinepak decompressor
are needed to see this picture.

Applikationer och erfarenheter

Enskilda stenblock

Naturstensindustri

Schaktområde

Tunneljusteringar

Applikationer och erfarenheter

Älvängen,

Veidekke,

Tunneljustering

Applikationer och erfarenheter

Applikationer och erfarenheter

Stockholm,
Züblin Scandinavia,
Justeringar i tunnelbana

Applikationer och erfarenheter

Applikationer och erfarenheter

Aspö,

Nuclear Waste Lab,

Skapa utrymme
utan sprängning

Applikationer och erfarenheter

Fördelar

- Inga / mindre inspektionskostnader
- Inga avbrott av andra arbeten / publik trafik
- Inga krav för tillstånd
- Låga anskaffningskostnader

Fördelar

- Inga / minimala vibrationer och buller
- Underhållsfri
- Lätt vikt
- Enkelt användbar, även under vatten
- Förhöjd arbetssäkerhet

Facit

- Inga eller minimala vibrationer
- Lätt användbar utrustning med lite vikt
- Ingen materialförbrukning per användning

TACK!

Anteckningar från paneldiskussionen

Under paneldiskussionen ställdes frågor till dagens föreläsare:

Robert Sturk, Skanska	(TBM-tekniker),
Arild Rödland, NTNU	(Electric Pulse Boring (EPB)),
Roger Sylad, Dwteknikk	(Vajersågning),
Lars-Åke Öhlen, NCC	(Fördelar med att undvika konventionell sprängning),
Carl Strömdahl, Conjet	(Vattenskärning),
Bengt Niklasson, Geosigma	(Försiktig sprängning),
Lars Persson, Atlas Copco	(Borrteknikens utveckling),
Frank Dittberner, Emstone	(Hydraulisk spräckning)

Frågor till Arild Rödland, NTNU om EPB-tekniken

Stig Eriksson,
Fråga: Går det att borra horisontella hål med EPB-tekniken, det är intressant för entreprenörer?
Svar: Ja det går att borra horisontella hål. Arrangemanget är dock inte utprovat ännu.
Robert Sturk, Skanska
Fråga: Krävs det inte mycket ström för EPB-tekniken och var får man den från?
Svar: Nej, det krävs inte mycket ström. Pulsen varar endast någon nanosekund. En mobil generator på 22 KW är lagom.
David Gunnarsson, SGI
Fråga: Finns det några konkreta planer för teknikutveckling av EPB-tekniken för tunneldrivning?
Svar: Ja, intressenter för konkreta utvecklingsprojekt söks, ett av dessa är inriktade på tunnel-drivning. Samtal gå vidare från teknologiplattform till applikation förs med Statoil, Mesta & Unodrill.
Mikael Hellsten, BeFo
Fråga: För EPB-metoden krävs en vätska på ytan, vad för typ av vätska används?
Svar: Någon typ av dielektrikum krävs. Vatten fungerar men i dagsläget används oftast grön olja.
Frågeställare
Fråga: I vilka typer av berg fungerar metoden?
Svar: Geologin har stor betydelse för alla metoder. EPB metoden fungerar bäst på sprött, kristallint berg. Metoden fungerar lite sämre på duktilt, sedimentärt berg men är ändå effektiv till följd av sedimentära bergarter generellt har lägre draghållfasthet. Metoden fungerar dåligt på berg med saltvatten.
Frågeställare
Fråga: Går det att bryta berg med EPB-metoden?
Svar: Ju större avstånd mellan elektroderna desto större hål bildas och ju mindre blir den specifika energin. Energin för EPB-tekniken är ca 3 kWh/m^3, motsvarande energi för TBM-tekniken är ca 15 kWh/m^3.
Fråga: Storlek på kax?
Svar: Största kax lika elektrodavståndet, i snitt är kax storlek ¼ del av elektrodavståndet.

Frågor till Robert Sturk, Skanska om TBM-tekniken

Frågeställare
Fråga: Vad har TBM-tekniken för kapacitet med olika maskiner och i olika bergtyper?
Svar: Svårt att ge ett detaljerat eller entydigt svar. Som exempel nämndes:
Hallandsås: 11-12 m/dag
Norge på 90-talet: dubbelt så fort 20-25 m/dag
London med EPB-maskin: 20-25 m/dag (i London clay vilket är ett överkonsoliderat, homogent material ”världens bästa” att bygga tunnel i)
Schweiz: 15-16 m/dag (hård granit och gnejs)
Söder om Zürich: 25-26 m/dag (12 tim i hård skiffer, 1 ring lining/tim)
Double shield, open mode: 60-65 m/dag
Lars Bergkvist, Golder
Fråga: Hur är det med vibrationer och ljud när TBM-tekniken används?
Svar: Metoden ger stomljud. Vibrationer är inget problem.
Frågeställare , Erik Fogelberg Mine Consult
Fråga: Hur ser olycksstatistiken ut för TBM-metoden jämfört med konventionell tunneldrift (borrning & sprängning)
Svar: Det finns inga siffror. Troligtvis skiljer antalet olyckor inte mycket mellan TBM-metoden och konventionell metod. Förmodligen är olycksstatistiken mer beroende på var i världen man är och vilken inställning till arbetsskydd som finns. Dock liknar TBM-metoden mer ett fabriksarbete än konventionell tunneldrivning och det finns generellt bättre möjligheter att få till en bra arbetsmiljö.
Frågeställare
Fråga: Maskintypen double shield har hastighetsrekord, varför körs inte den hela tiden?
Svar: Den kan inte gå genom alla geologier när den körs i öppet läge.
Frågeställare Martin Forhaug
Fråga: Vid EPB drift, finns det risk för att materialet framför TBM maskinen spolas ut genom skruven om tryckskillnaden blir för stor? Hur löser man i så fall detta?
Svar: Detta kan regleras med längden på skruven eller genom att kontrollera egenskaperna på mucken med kemiska tillsatser. Det går även att ha en sluss i sluten av skriven. Slurrymaskiner klarar högre tryck om dessa åtgärder inte räcker.

Inlägg om wiresågning

Curt Wichmann, Nitro Consult:
Sågade ytor har lika mycket sprickor och inläckage som en försiktigt sprängd yta. Stor dämpning av sprängverkan trots att slitsen slagit ihop på grund av bergtrycket. Precis som förspräckning utgör en slits en barriär för stötvågor. Funkar bra i vissa bergarter och sämre i andra. Kontentan blir att det inte behövs så mycket spricka för att få en dämpande verkan men det blir svårt att föreskriva hur man kan tillgodoräkna sig effekten.
Fråga till Roger Söyland, dwt teknikk om wire sågning.

Curt Wichmann, Nitro consult:
Fråga: Är det ett problem med bergspänningarna i Stockholmsregionen för wiresågning?
Svar: Inte om man har erfaren personal.

Sverige är ett utvecklingsland inom wiresågning. Teknik & maskiner går framåt och de som utför jobbet har största betydelsen.

Frågor till Bengt Niklasson, Geosigma om försiktig sprängning

Frågeställare
Fråga: Är vibrationskraven i svensk standard för hårt ställda? (Erfarenheter visar att ibland mäts vibrationer över satta nivåer men om och vilka skador som skett till följd av detta är oklart)
Svar: Nitrokonsult gjorde en utredning av 70-talet kring vad vi får för skador i samband med de sprängningsarbeten som utfördes i Göteborg då. Det finns en arbetsgrupp som har tagit fram gällande värden.

Inlägg Thomas Sträng, SL: 10 mm/s och någon gång 30 mm/s är komfortvärden och dessa är ofta styrande. Konstruktiva värden ligger mellan 72 m/s - 90 mm/s.

Inlägg om de tre videosnuttar som visats i Bengts presentation om försiktig sprängning

Om man planerar och håller sig till regelverk så är det *kontrollerad* sprängning. Sedan 2010 finns ingen tolkning av vad försiktig sprängning innebär enligt AMA. Begreppet försiktig sprängning har ingen definierad betydelse och rekommendationen är att inte använda detta.

Frågor till Frank Dittberner, Emstone om hydraulisk spräckning

Kristoffer Husbjerk, LTU
Fråga: Går hydraulisk spräckning att använda på natten?
Svar: Själva spräckningen genererar inte mycket ljud, men borrningen som krävs gör det och får i de fall restriktioner finns utföras på dagen.

Frågor till Lars Persson, Atlas Copco om borrteknikens utveckling

Göran Ajling, NCC
Fråga: Service på maskinerna måste utföras oftare än specifierat serviceintervall. Hur ska det lösas?
Svar: Det är en utmaning. Ny konstruktion kan lösa detta problem.

Vajersågning i Stockholm har på 10 år inte stoppats av bergspänningar.

Avslut

Gunnar Nord
Vad händer de närmsta 10 åren? Kommer det att ske någon väsentlig skillnad i inställning till hur vi ska ta ut underjordsberg?

Den generella synen och tron på framtiden verkade vara att vi kommer att använda specialmetoder i allt större utsträckning men att huvuddrivningen även i framtiden kommer att utgöras av konventionell borrning och sprängning.

Deltagare per 30 jan 2012 - seminarium 1 feb 2012

Hagasalen - BeFo

1.	Magnus Hansson	Bekaert Svenska AB
2.	Rolf Christiansson	SKB
3.	Stefan Bognar	WSP
4.	Curt Wichmann	Nitro Consult
5.	Dick Karlsson	Sweco Infrastructure
6.	Tomas Hellström	WSP
7.	Martin Forhaug	TEAM FORHAUG AB
8.	Thomas Sträng	AB Storstockholms Lokaltrafik
9.	Fredrik Andersson	Geosigma, Stockholm
10.	Flavio Lanaro	Strålsäkerhetsmyndigheten
11.	Stig Pettersson	Svensk Kärnbränslehantering
12.	Daniel Morfeldt	Mineconsult/Herrenknecht
13.	Erik Fogelberg	Mineconsult/Herrenknecht
14.	Thomas Wallroth	Bergab
15.	Mikael Creütz	Golder Associates
16.	Akbar Ghavamzadeh	Bergab
17.	Marie von Matérn	WSP
18.	Märit Berglind Eriksson	Vectura Consulting
19.	Tomas Luthman	Vectura Consulting
20.	Tomas Lehtimäki	SKB
21.	Anders Östberg	Atlas Copco
22.	Magnus Zetterlund	Norconsult
23.	Johannes Hansson	Atlas Copco
24.	Pernilla Petersén	Sika
25.	Björn Randén	Veidekke
26.	Anna Wengelin	Veidekke
27.	Filip Wulkan	Veidekke
28.	Peter Ahlgren	Veidekke
29.	Per Jonsson	Veidekke
30.	Anja Ollson	Golder Associates
31.	Lars Bergkvist	Golder Associates
32.	Örjan Wolff	Bergab
33.	Andreas Eitzenberger	LTU
34.	Magnus Andersson	LTU
35.	Linus Isaksson	LTU
36.	Thomas Bohman	LTU
37.	Elias Hammar	LTU
38.	Sebastian Hortberg	LTU
39.	Erik Hugosson	LTU
40.	Kristofer Husbjerk	LTU
41.	Daniel Lennartsson	LTU
42.	Anton Nilsson	LTU
43.	Andreas Markstem	LTU
44.	Rune Nyboe	LTU
45.	Linda Persson	LTU
46.	Fredrik Svedberg	LTU
47.	Fredrik Thyni	LTU
48.	Elin Vuopio	LTU

49.	Jesper Westlin	LTU
50.	Arvid Westling	LTU
51.	John Ovalle	KTH
52.	Hamidreza Fereidouni	KTH
53.	Göran Ailing	NCC Construction
54.	Christian Andersson	Petro Team Engineering
55.	Bengt Ludvig	Petro Team Engineering
56.	Johan Hillmanm	Zublin
57.	Stefan Sidander	NCC Construction
58.	Mattias Widenbrant	Skanska
59.	Jimmy Magnusson	Tyréns
60.	Jonas Lindskog	Skanska
61.	Hans Hogård	Skanska
62.	Pär Göting	Skanska
63.	Åke Eriksson	Skanska
64.	Bo Söderström	Skanska
65.	Martin Brantberger	Geosigma, Stockholm
66.	Jörgen Crilén	Sandvik Mining Construction

Föreläsare & Arrangörer:

Gunnar Nord
Robert Sturk
Arild Rödland
Roger Söyland
Lars-Åke Öhlen
Carl Strömdahl
Bengt Niklasson
Lars Persson
Frank Dittberner
Mikael Hellsten
Per Tengborg
David Gunnarsson Lutekort
Rebecca Bertilsson

66 + 13 = 79 deltagare totalt