© 1991 Svenska Bergteknikföreningen och författare

VATTENDRIVEN SÄNKHAMMARBORRNING

Dan Gustafsson, G-Drill AB, Stockholm
Tord Stenström, LKAB, Malmberget

Historik

En gammal önskan hos bergborrmaskinstillverkare och användare är en hydrauliskt driven sänkhammare som komplement till hydrauliska och pneumatiska topphammare samt pneumatisk sänkhammare (tabell 1).

	Luft	Hydraulik
Topphammare	<1920	1970
Sänkhammare	<1960	1991 (?)

Tabell 1 Schematisk bild över hammarutveckling

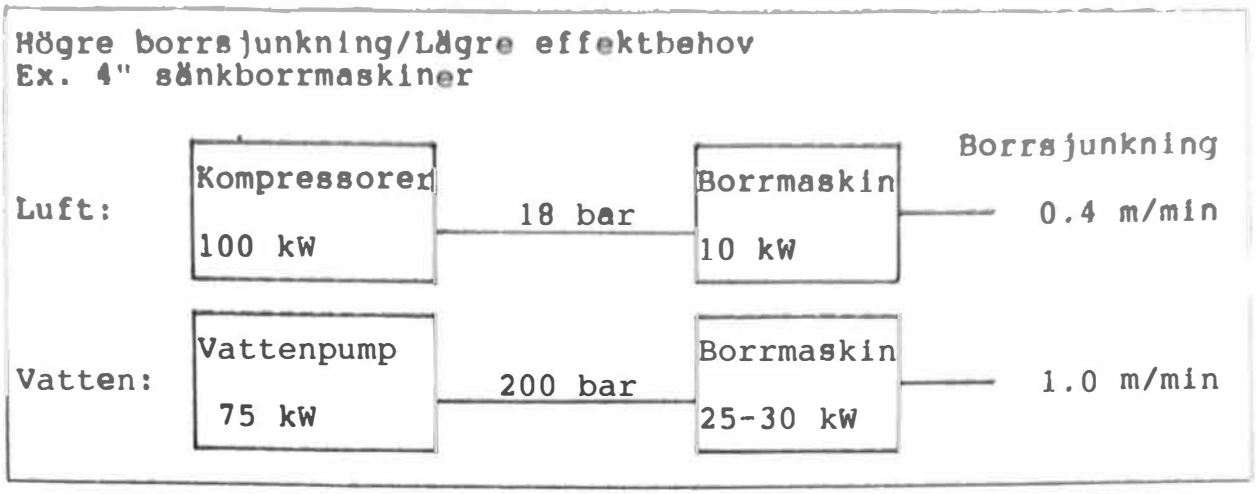
De tidigaste patenterade, dock inte fungerande, lösningarna är från 1910-talet. Visionen var då, liksom den är i dag, en maskin med hög borrsjunkning och hög verkningsgrad (tabell 2).

	Hydraulisk borrmaskin	Luftdriven ITH	Vattendriven ITH
Verkningsgrad	Bra (3)	Dålig (1)	Bra (3)
Effekt	Bra (3)	Dålig (1)	Bra (3)
Miljö (luft, spill, buller)	Medel (2)	Medel (2)	Bra (3)
Hålrakhet	Dålig (1)	Medel (2)	Bra (3)
Mediakostnad	Bra (3)	Dålig (1)	Bra (3)

Tabell 2 Vision över fördelarna med hydraulisk (vatten-) sänkhammare

I vår lösning har tillkommit fördelarna med 100 % vatten som drivmedium; ren miljö, enkelt drivsystem (tabell 3) och lägre borrmeterkostnader.

© 1991 Svenska Bergteknikföreningen och författare



Tabell 3 Exempel på drivsystem för vatten- och luftborrning

Vattendrivna sänkborrmaskiner ger stora fördelar:

- 2.5 ggr högre borrsjunkning
- 25 % lägre effektbehov
- 10 % lägre borrmeterkostnader
- Bättre arbetsmiljö

Bakgrund

Per Gustafsson arbetade under 1980-talet på Atlas Copco basutveckling och hade bl a som uppgift att konstruera en vattendriven sänkborrmaskin (VSB). Utveckling är ofta en lång och snårig väg att vandra och i samband med att han slutade på Atlas Copco lades utvecklingen av VSB ned.

Per Gustafsson trodde dock fortfarande på uppfinningen och bildade, tillsammans med Dan Gustafsson, G-Drill AB, som köpte ut projektet från Atlas Copco. Finansiering och fältprovsmöjligheter ordnades genom STU och LKAB och verksamheten i G-Drill AB startade hösten 1988.

Förberedande prov

Under våren 1990 genomfördes prov på ett konverterat brunnsborrningsaggregat med manuell rörhantering vid LKAB:s gruva i Malmberget. Provet utfördes på Vi-Ri 578 m avvägning. Efter ca 2000 borrmeter avbröts provet på grund av utmattning hos personalen.

Fältprovsutrustning

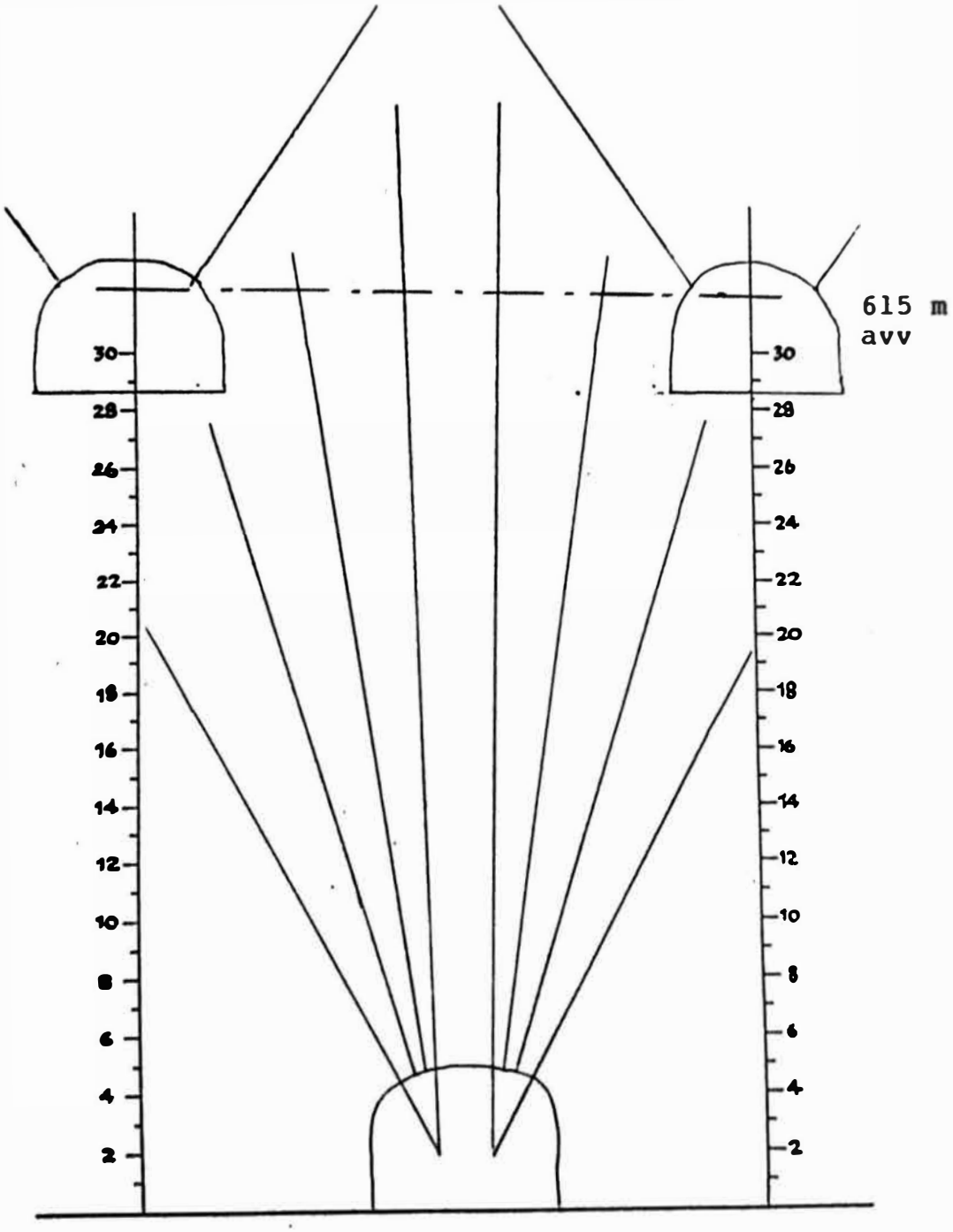
För fältproven, som startade hösten 1990, har ett AMV borraggregat använts. Den har två matare för uppåtriktad borrning. Riggen har kompletterats med styrpaneler för start och reglering av utgående tryck från vattenpumparna.

© 1991 Svenska Bergteknikföreningen och författare

Två kolvpumpar à 110 kW är monterade på vagn tillsammans med vattenfilter och elskåp.

Förutsättningar för fältproven

AMV-riggen med VSB används för normal borrning i Kaptensmalmen enligt borrskiss (figur 1). De längsta hålen är ca 40 m och för att uppnå tillräcklig noggrannhet försågs maskinen med styrribbor.



Figur 1 Borrskiss för ort 616, krans 25-47, Ka 650

© 1991 Svenska Bergteknikföreningen och författare

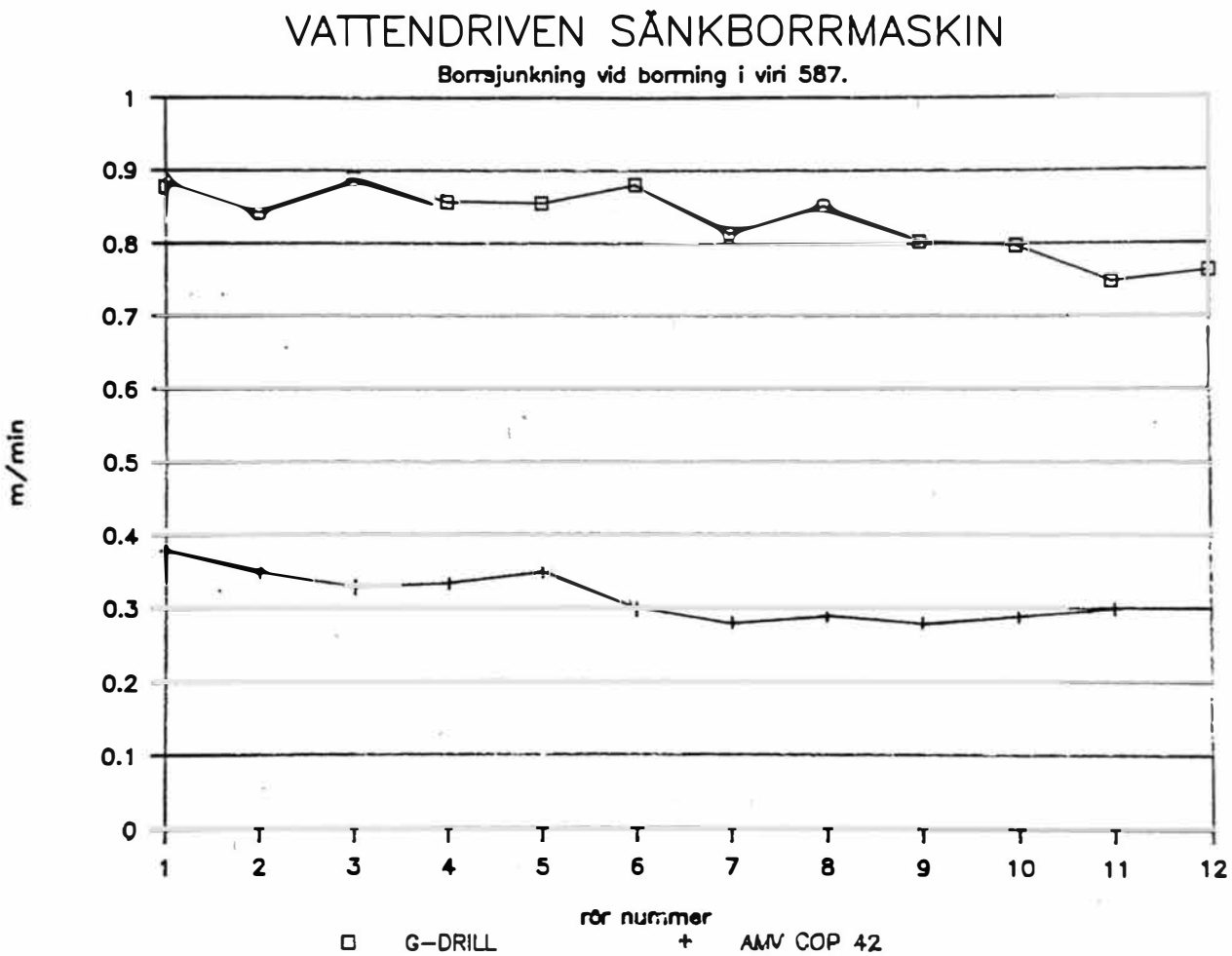
Resultat från fältprov

Ca 2000 m borrades med brunnsriggen och ca 6000 m med AMV under hösten 1990.

Borrmaskinens prestanda

Vattentryck	180 bar
Flöde	200-250 l/min
Borrsjunkning	81 cm/min i genomsnitt

I figur 2 finns data från proven på Vi-Ri.



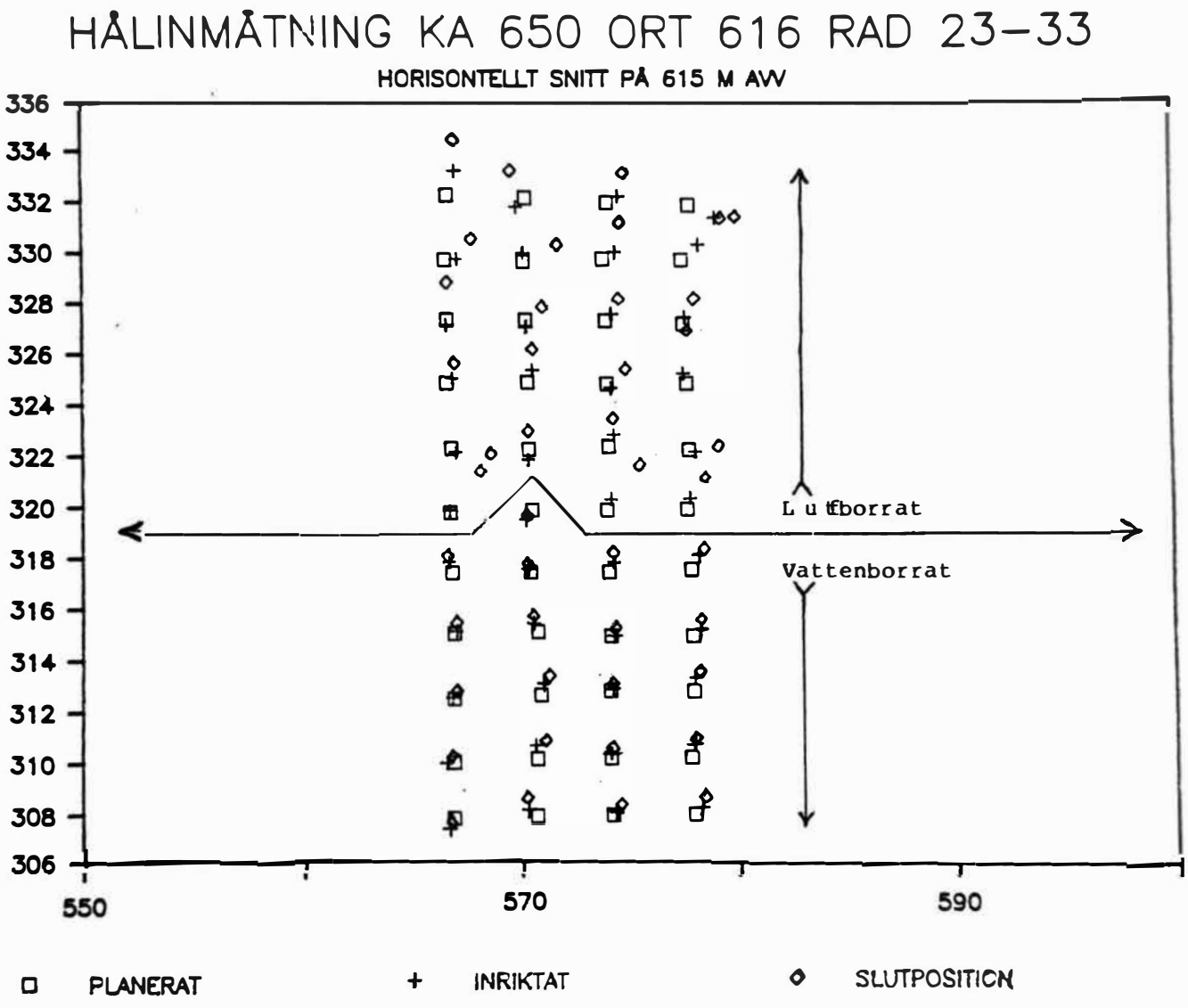
Figur 2 Borrsjunkning för luft- och vattenborrmaskin i Vi-Ri-malmen

I övrigt kunde konstateras att yttre förslitning av maskin och borrör, som bl a gör det dyrt att använda styrda luftdrivna hammare, var mycket liten. Det kvarstår att förlänga livslängden på maskinen.

© 1991 Svenska Bergteknikföreningen och författare

Hålrakhet

Mätning gjordes på Ka 650, ort 616 (figur 1). Både luftborrade hål (ostyrda) och vattenborrade hål (styrda) uppmättes. Resultatet visas i figur 3 (snitt 615 m avv, vilket motsvarar en hållängd på 29 m) samt tabell 4. Standardavvikelsen halveras, vilket är viktigt för att undvika att hålavståndet blir så litet att det hål som skjuts får närliggande hål att haverera.



Figur 3 Uppmätt hålavvikelse för ostyrd luft samt styrd vattensänkhammare

© 1991 Svenska Bergteknikföreningen och författare

HÅLKRÖKNINGSMÄTNING PÅ KA 650, ORT 616, RAD 23-33

Borrat med luftmaskin utan styrningar				Borrat med vattenmaskin med styrningar			
	Avvikelser från planerat vid hålbotten i meter				Avvikelser från planerat vid hålbotten i meter		
	Inriktn	Krökn	Totalt		Inriktn	Krökn	Totalt
Min-värde	0.04	0.32	0.26	Min-värde	0.07	0.08	0.11
Max-värde	1.39	3.02	3.53	Max-värde	0.74	0.75	1.22
Medelvärde	0.47	1.23	1.48	Medelvärde	0.39	0.34	0.64
Standardavv	0.29	0.64	0.74	Standardavv	0.18	0.18	0.27

Tabell 4 Beräknade medelavvikelser och standardavvikelse för hål borrade med ostyrd lufthammare och styrd vattenhammare

Miljö

Vid borrning med vattenhammaren försvinner problemen med stendamm samt luft/vattendimma, som förorsakar siktproblem.

Vi har även eliminerat borroljan och får därmed bättre luft.

De som borrar har bl a påpekat att borrkaxet "flyter ut" och bildar alltså inte högar. Detta underlättar flyttning av riggen och slangdragning.

Sammanfattning

Ca 8000 m har borrats i LKAB:s gruva i Malmberget under fältmässiga betingelser. Resultaten visar avsevärda prestandaförbättringar (2.7 ggr) och miljömässiga fördelar. Den vattendrivna hammaren har haft styrt maskinrör och både medelfelet och standardavvikelsen för hålet halverades. Utvändig blästring av borrsträngen var mycket liten. Livslängden på maskinen kvarstår att förbättra.