© 1991 Svenska Bergteknikföreningen och författare

NITRO NOBELS NYA PRIMÄRSPRÄNGÄMNESFRIA SPRÄNGKAPSEL

Roger Holmberg, Nitro Nobel AB

INLEDNING

Under en lång tid inom bergshanteringen efter tillmakningsperioden fick svartkrutet eller bergskrutet ett genombrott.

För att initiera krutet i borrhålet användes bl a pappers- och vassrör fyllda med svartkrut konstruerade så att tillräcklig brinntid kunde uppnås för att bergsprängaren kunde förflytta sig till en "säker" plats efter upptändning.

Alfred Nobels uppfinning dynamit betydde mycket för hanteringssäkerheten och funktionen vid bergsprängning på 1860-talet. Dynamiten var svårare att initiera och Alfred Nobel lyckades under samma dekad ta patent på Nobel-tändaren som innehöll förutom en konventionell krutstubin även en kopparhylsa med primärsprängämnet kvicksilverfulminat även kallat knallkvicksilver. Med denna konstruktion möjliggjordes en initieringsmekanism med tillräckligt hög tryckimpuls för att säkerställa detonationen av den trögare dynamiten. Allt sedan dess har primärsprängämnen använts i sprängkapslar producerade för civilt bruk.

Primärsprängämnen är oftast molekylärt uppbyggda vilket resulterar i en mycket snabb sönderfallshastighet. Primärsprängämnen brinner extremt snabbt vid atmosfärstryck och förbränningen övergår under delar av en millimeter till detonation. Det behövs inte mer än något milligram för att detonation skall uppnås. Något som är önskvärt för initiering men också en egenskap som resulterar i att sprängämnet är väldigt riskabelt att hantera.

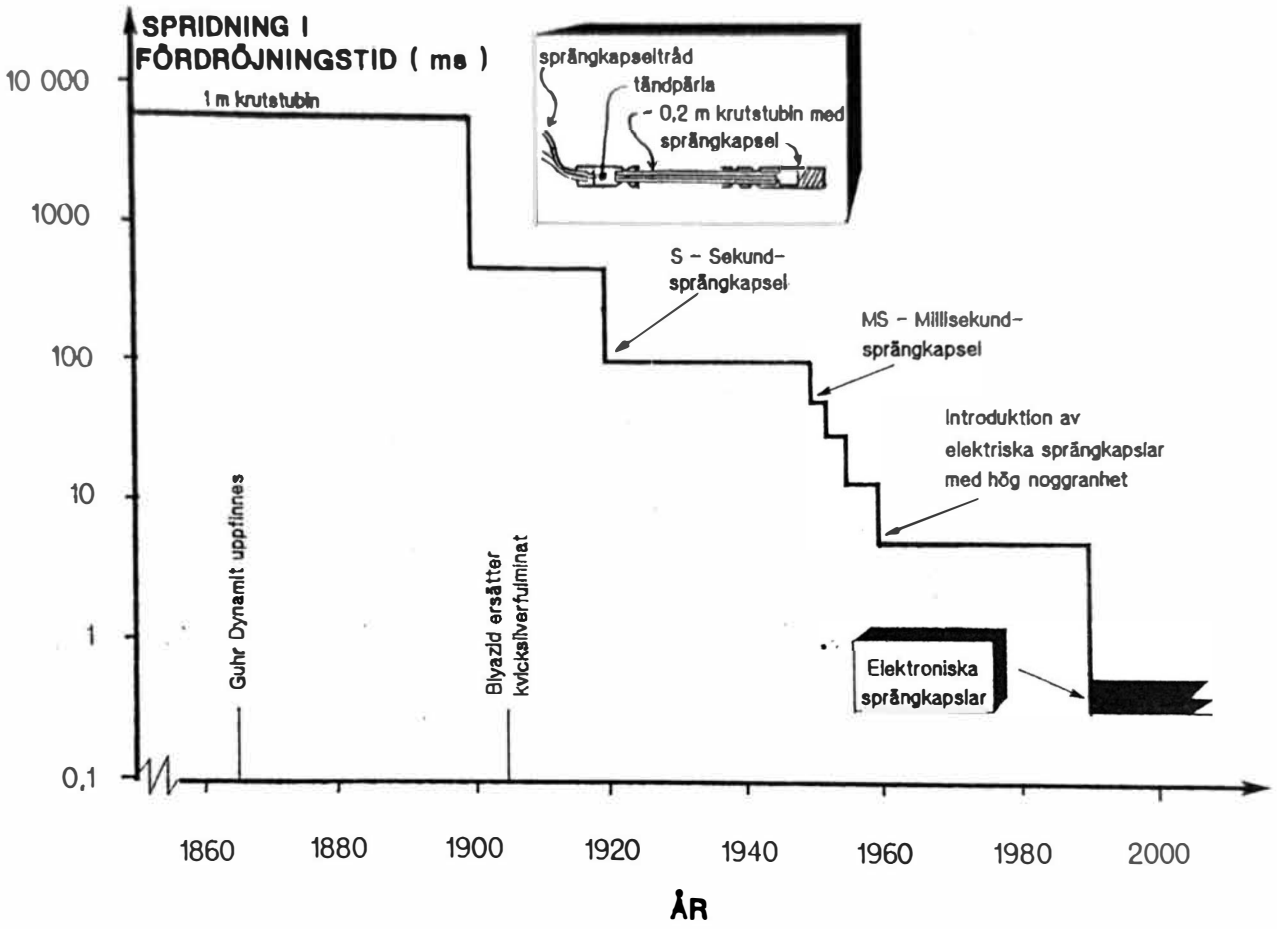
Några exempel på primärsprängämnen är kvicksilverfulminat ($HgC_2N_2O_2$), blystyfnat ($PbC_6HO_2(NO_2)_3$, blyazid (PbN_6) och silverazid (AgN_3). Ofta har de en hög densitet - blyazid t ex har en densitet på 4,71 g/cm^3).

Under början av 1900-talet började man använda kombinationen primär- och sekundärsprängämne i sprängkapslar. Denna konstruktion är nära 100 år och används allmänt än idag.

Under hela 1900-talet har anmärkningsvärda framsteg gjorts på det pyrotekniska området vilket möjliggjort upptändning via el/tändpärla och senare via NONEL-slang. Fördröjningselement med varierande brinnhastigheter har introducerats och tillsammans med bergsprängningstekniska forskningsrön har lämpliga fördröjningstider kunnat uppnås.

© 1991 Svenska Bergteknikföreningen och författare

Under 1950-talet fick kortintervalltändningen sitt genombrott när millisekundtändaren introducerades med intervalltider i storleksordning 25 ms. Detta resulterade i att losshållningsförloppet kunde styras så att markvibrationer och stenkast kunde minimeras samtidigt som ett bättre fragmenteringsresultat erhölls. Tunnelsprängningar krävde intervalltider på halvsekundsnivå och i dagens läge kan vi med god precision uppnå totala fördröjningstider på 6 sekunder i sprängkapseln. Noggrannheten har idag en nivå som ligger på 1,5-2,5 % av totala fördröjningstiden.

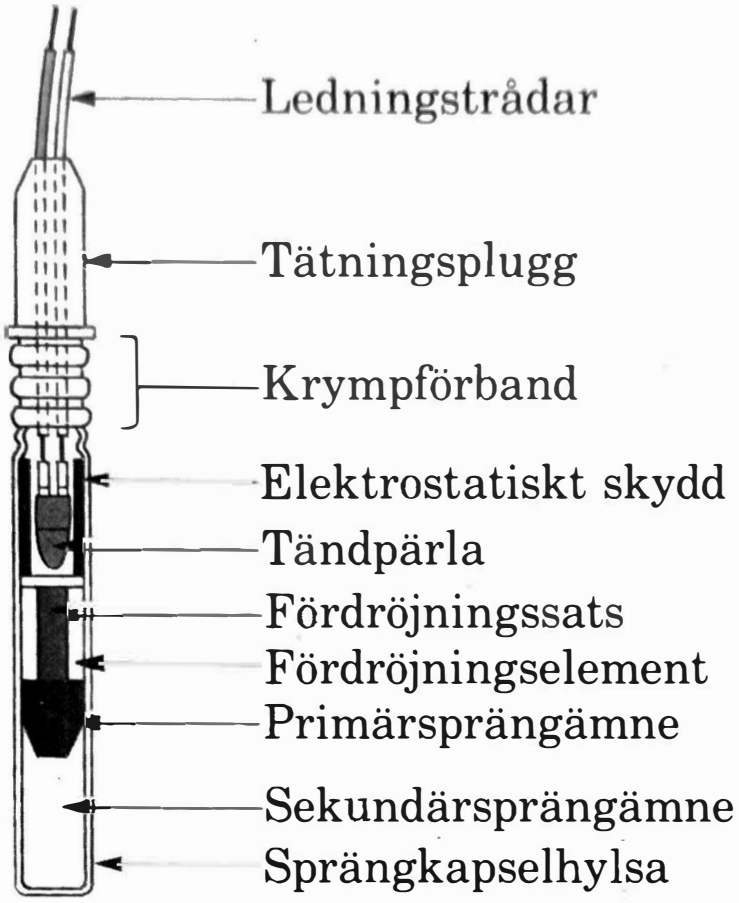


Figur 1. Historisk återblick på tidsprecisionens förbättring hos svenska sprängkapslar.

DAGENS SPRÄNGKAPSEL

Dagens sprängkapslar med pyroteknisk fördröjning är uppbyggda enligt figur 2 nedan. För elektriska sprängkapslar gäller att den elektriska tändpulsen initierar en tändpärla som i sin tur initierar ett fördröjningselement. Efter fördröjningssatsen brunnit upp tänds primärsprängämnet upp och en snabb övergång till detonation erhålles. Slutligen initieras sekundärsprängämnet i själva basladdningen. Sekundärsprängämnet utgörs oftast av pentyl, tetryl eller hexogen.

© 1991 Svenska Bergteknikföreningen och författare



Figur 2. Exempel på konventionell sprängkapsel med primärsprängämne.

Ett sekundärsprängämne är betydligt okänsligare än ett primärsprängämne och kan oftast brinna i atmosfärstryck d v s utan inneslutning utan att förbränningen övergår till ett detonationsförlopp.

På den militära sidan finns ett flertal olika momentana sprängkapslar som enbart innehåller sekundärsprängämnen. Den vanligaste torde vara EBW (Exploding Bridge Wire Detonator). Genom en snabb kondensatorurladdning erhålles en mycket hög strömstöt (~1000 A/µs) vilken upphettar en tändbrygga till så hög temperatur att metalltråden direkt förängas och ger upphov till en stötvåg av sådan magnitud att sekundärsprängämnet initieras utan hjälp av primärsprängämne. Konstruktionen har emellertid inte varit möjlig att använda i civilt bruk eftersom fördröjningstider ej kan användas.

NITRO NOBELS NYA PRIMÄRSPRÄNGÄMNESFRIA SPRÄNGKAPSEL

Svartkrutet härrör från Kina. Så gör även Nitro Nobels nya primärsprängämnesfria sprängkapsel. Nitro Nobel förvärvade 1984 ett grundkoncept* från Kina och alltsedan dess har vår forskningsavdelning förädlat konceptet och anpassat det till Nitro Nobels höga säkerhets- och kvalitetskrav.

* US Patent 4.727.808.

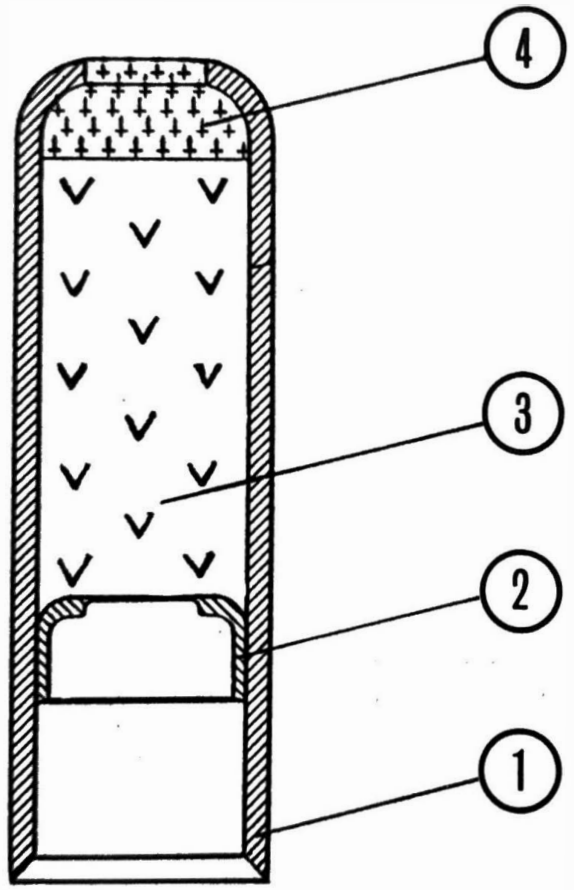
© 1991 Svenska Bergteknikföreningen och författare

I år 1991 står vi färdiga att introducera den nya sprängkapseln på marknaden. Detta innebär att vi blir först i västvärlden i att introducera en primärsprängämnesfri sprängkapsel med hög kvalitet för civil bergsprängningsteknik.

Omfattande investeringar har gjorts för en ny fabrik i Gyttorp och i höst sker marknadsintroduktionen. Nitro Nobel skall sedan inom ett år successivt införa den nya sprängkapseln i både VA-systemet och NONEL-systemet.

Konstruktion och utseende

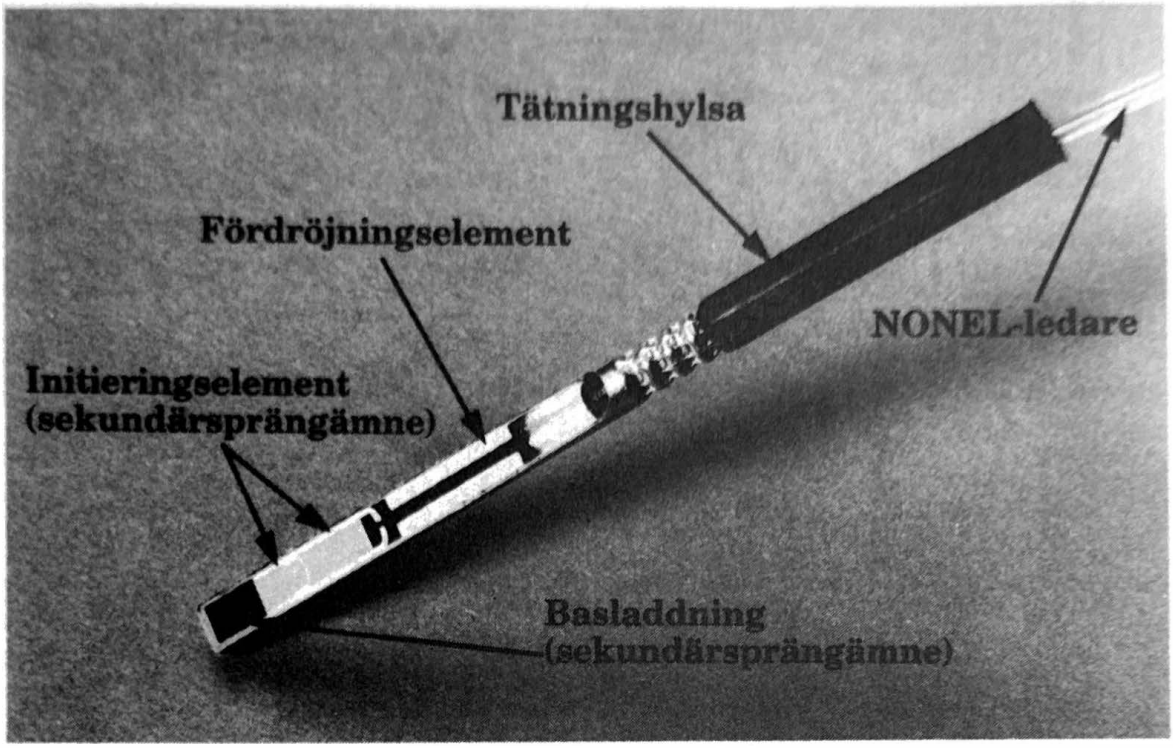
Till det yttre skiljer sig den nya sprängkapseln inte från dagens konventionella kapslar. Däremot är innandömet helt förändrat. I den nya sprängkapseln ersätts den känsliga blyaziden med ett s k initieringselement. Elementet består av en stålhylsa (1) (Se figur 3) innehållande en tätningskopp (2), PETN-laddning (3) och en basfördröjningssats (4). Laddningen 3 karaktäriseras av olika kvaliteter och olika densiteter för att uppnå stipulerad funktion.



Figur 3. Initieringselement

© 1991 Svenska Bergteknikföreningen och författare

Figur 4. Den nya sprängkapseln i genomskärning



I själva initieringselementet som tänds upp via en konventionell fördröjningssats finns det enbart ett sekundärsprängämne PETN som har sådana unika egenskaper att det är möjligt att övergå från en deflagration till en detonation. Förloppet kallas DDT (Deflagation to Detonation Transition).

Funktion

En konventionell sprängkapsel kan liknas vid en bensinmotor. I alla lägen krävs en gnista ("primärsprängämnet") för att tända bränsle/luftblandningen ("sekundärsprängämnet").

Den nya sprängkapseln kan i analogi med ovanstående liknas vid en dieselmotor. I denna tänds bränsle/luftblandningen som bekant enbart genom hög kompression. Den höga kompressionen åstadkommes i sprängkapselns initieringselement.

© 1991 Svenska Bergteknikföreningen och författare

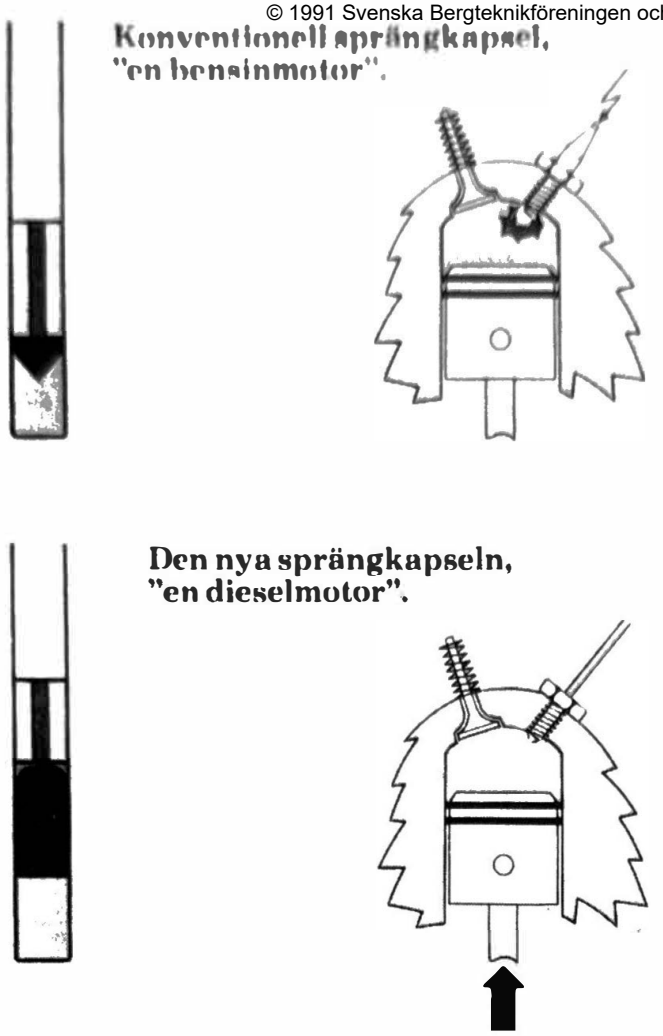


Fig 5. Generaliserat funktionssätt.

Säkerhet

Dagens konventionella sprängkapsel har en hel del svagheter säkerhetsmässigt som beror på primärblyazidens höga känslighet för friktion, värme och stöt. Sprängkapseln kan bringas till att detonera om kapseln oavsiktligts böjs eller får en stöt i den del som innehåller blyazid. Dagens konventionella sprängkapsel är känslig för värme som överförs om en brand inträffar i lager eller transportfordon. Under själva tillverkningen finns ett flertal moment vid handhavandet av blyaziden som kan leda till allvarliga incidenter.

Den nya primärsprängämnesfria sprängkapseln är betydligt okänsligare för åverkan än tidigare använda konstruktioner. Detta innebär i realiteten att Nitro Nobel nu ökar säkerheten vid;

* Användning/hantering
* Transport
* Tillverkning

Den ökade säkerheten kommer bäst fram i kombination med NONEL-systemet i och med att NONEL-slangen också är okänslig för åverkan.

Det s k överslagsavståndet är ett mått på sprängkapslars känslighet från en intilliggande detonerande sprängkapsel. Ju större avstånd ju känsligare sprängkapsel. I luft är detta avstånd reducerat avsevärt i förhållande till en konventionell design.

© 1991 Svenska Bergteknikföreningen och författare

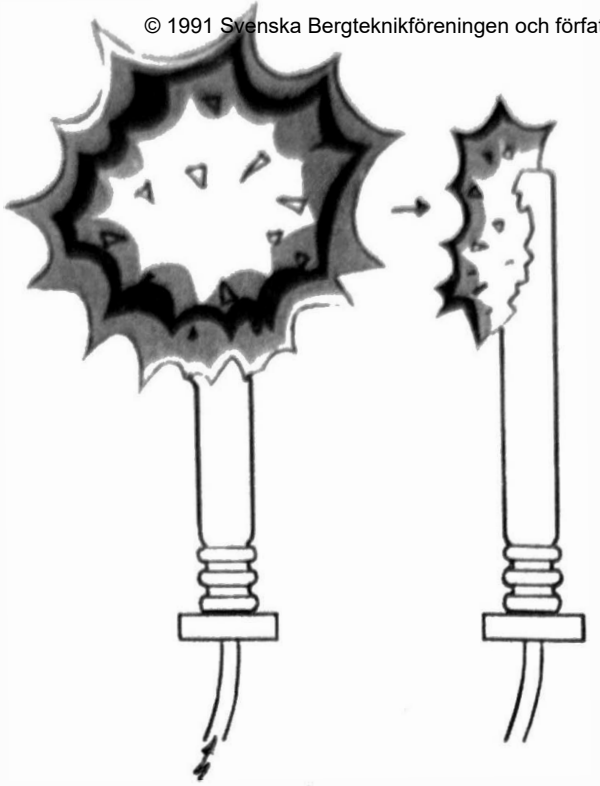


Fig 6. Överslagsavståndet har reducerats avsevärt.

Propagering d v s vidare överslag till massdetonation, upphör vid ca 2 cm i **luft för** den nya sprängkapseln. Vid detta avstånd massdetonerar dagens **tändare.**

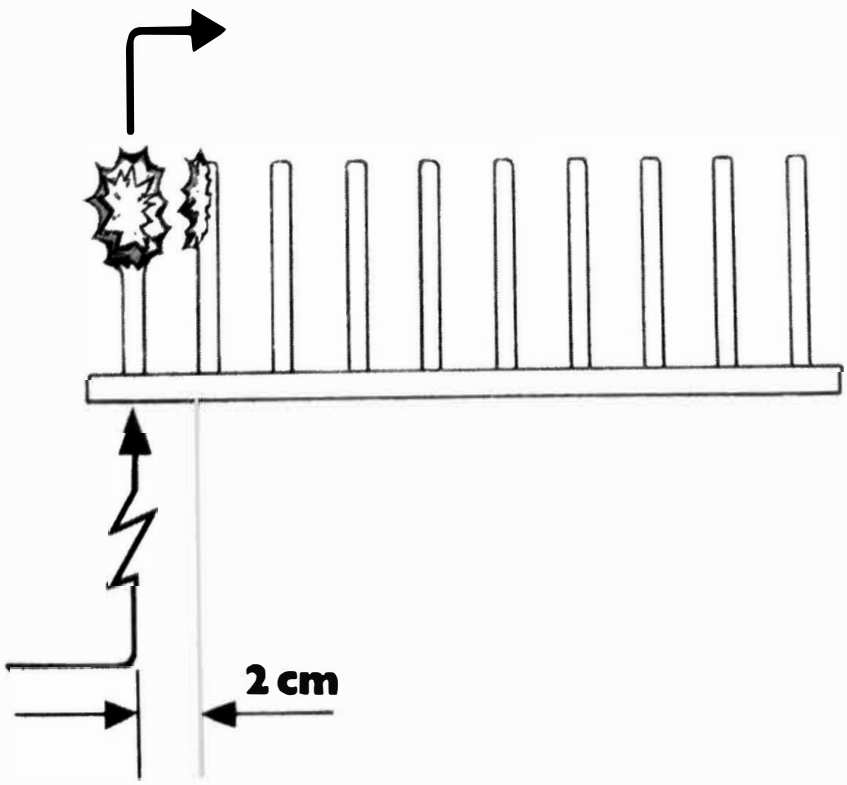


Fig 7. Lägre risk för massdetonation.

© 1991 Svenska Bergteknikföreningen och författare

Risken för explosion vid påborrning reducerades med en faktor 3 vid ett experiment som genomfördes med en fjärrmanövrerad borrmaskin enligt Figur 8.

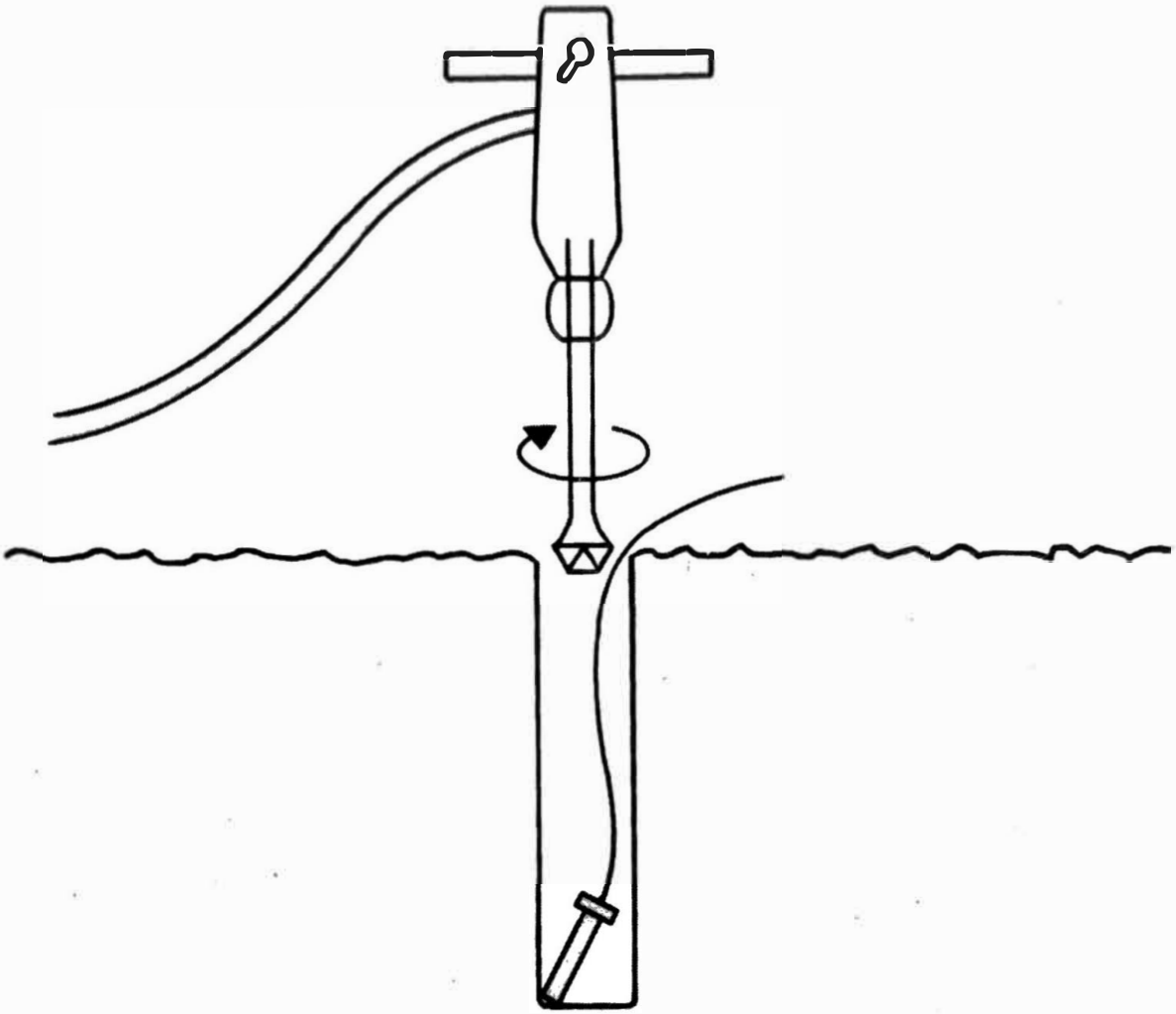


Fig 8. Mindre risk för explosion vid oavsiktlig påborrning.

Produktionsstart

Den nya fabriken kommer att vara i produktion hösten 1991 och successivt kommer den nya primärsprängämnesfria sprängkapseln att ersätta den konventionella.

Ett stort steg för säkerheten har tagits i och med att Nitro Nobel lyckats utveckla marknadens första primärsprängämnesfria sprängkapsel.

Referenser

Göran Jidestig och Lars-Gunnar Löfgren, "A non primary explosives detonator for civilian use", 16th Int. Pyrotekn. Sem. -91, Jönköping.