NÅGRA SYNPUNKTER PÅ VALET AV PRIMER VID INITIERING AV VATTENINBLANDAD ANFO.

Algot Persson

DS 1974:9 18.9.1974

STIFTELSEN
SVENSK DETONIKFORSKNING
SWEDISH DETONIC RESEARCH FOUNDATION
VINTERVIKEN – 117 48 STOCKHOLM
SWEDEN

Bl. nr B 408. 5.000. 4. 72. NORA BOKTRYCKERI 71535

NÅGRA SYNPUNKTER PÅ VALET AV PRIMER VID INITIERING AV VATTENINBLANDAD ANFO.

Algot Persson

DS 1974:9 18.9.1974

Sammanfattning.

Initieringsförsök med såväl torr som vatteninblandad K2Z-ANFO visar att Dynamex, Mitex och Kimit ger liksom sprängdeg initiering till stabil detonation även om detonationstrycket för dessa sprängämnen är lägre än för högbrisanta primers.

Inledning.

I den undersökning av vatteninblandningens inverkan på ANFO:s detonationsegenskaper som redovisats i rapport DS 1974:6 /1/ har som primersprängämne använts högbrisanta sprängämnen, som hexotol (vilket ingår i sprängkapselförstärkaren) och sprängdeg. Rapporten klarlägger emellertid ej på vad sätt användande av plastiska sprängämnen som Dynamex, Mitex och Kimit skulle ha påverkat resultatet. Dessa nu nämnda sprängämnen kommer vanligtvis till användning som primer eller boostersprängämnen vid initiering av ANFO i praktisk sprängning. För att belysa frågan skall i det följande redogöras för några jämförande försök med olika primers.

Initieringsförloppet i inhomogena sprängämnen.

Initieringen av ett sprängämne åstadkommes genom att initialsprängämnet sänder en stötvåg in i laddningen. Förloppet vid stötinitiering har beskrivits av bl.a. Johansson och Persson /2/. För inhomogena sprängämnen kan initiering uppnås även med stöttryck som är lägre än sprängämnets detonationstryck (varmed menas trycket i det s.k. Chapman-Joguet planet) under förutsättning att stötpulsen har tillräcklig varaktighet. Stötpulsens tryck och varaktighet beror givetvis på den initierande laddningens, d.v.s. primerns sprängämnestyp, geometri och inneslutning. Initialladdningen måste emellertid fylla ytterligare ett krav för att den av stötpulsen igångsatta reaktionen skall utvecklas till en stabil detonation, vilket visas av Johansson och Sjölin /3/. Kontaktytan mellan initialladdningen och sprängämnet måste överstiga ett minimivärde, beroende av laddningsdiametern, för att reaktionen inte skall påverkas av den laterala expansionen vilken kan leda till en utsläckning av detonationen. För initialladdningar eller primers nedsänkta i sprängämnet kan endast laddningens ändyta räknas som kontaktyta om inte primern består av ett sprängämne med så högt detonationstryck att det radiella trycket från primern är högt nog att i sig själv initiera.

I tabell 1 återges detonationstrycket för några olika ANFO-blandningar och primersprängämnen vid detonation i 52 mm:s laddningsdiameter. Detonationstrycket P har beräknats ur följande enkla formel

$$P = \rho_o \frac{D^2}{4}$$

där ρ_o = sprängämnets täthet eller packningsgrad. D = detonationshastighet. Värden på detonationstryck erhållna på detta sätt är ej exakta.

Av tabellen framgår att ANFO-blandningarna har låga detonationstryck (15-40 kbar) liksom Dynamex och Mitex då dessa detonerar med låg hastighet.

Om ANFO initieras med en primer med högt detonationstryck och tillräckligt stor kontaktyta, erhålles en detonation omedelbart vid kontaktytan som har en högre hastighet än den stabila, en s.k. överdriven detonation. Minskas primerns kontaktyta uppnås stabil detonationshastighet först en bit in i laddningen. Har initialladdningen ett detonationstryck lika med eller lägre än detonationstrycket i ANFO så kommer stötpulsens tryck att vara lägre än detonationstrycket och stabil detonation uppnås först efter en viss anloppssträcka.

Initiering av K2Z-ANFO med olika primers.

Primerladdningens egenskaper avspeglar sig således i detonationsförloppets början men ej i dess senare del. Fig. 1 visar detonationsförloppet i laddningar av K2Z-ANFO i 52 mm:s järnrör. Initiering har utförts med spk 8 + spk-förstärkare, spk 8 + 40 x 100 mm Dynamex och spk 8 + 50 x 50 mm sprängdeg. Initieringen med spk-förstärkare (P = 270 kbar) ger samma resultat som med Dynamex (P = 22 kbar) till följd av att spk-förstärkaren har för liten diameter. Sprängdegsprimer (P = 220 kbar) med diameter nära lika med laddningsdiametern ger en överdriven detonation några laddningsdiametrar in i laddningen.

Vatteninblandning i ANFO gör sprängämnet mer tröginitierat som visats i /1/. Detonationshastigheten avtar och därmed detonationstrycket. Vid 5% vatteninblandning är detonationstrycket i ANFO ungefär lika med trycket i Dynamex som detonerar med låg hastighet. I fig. 2 visas detonationsförloppet vid initiering av vattenblandad ANFO med sprängdeg 50 x 50 mm, Kimit 32 x 300 mm, Dynamex 32 x 100 mm och Mitex 32 x 300 mm. Försöken utfördes i järnrör med 52 mm innerdiameter. Som framgår av diagrammet ger såväl sprängdegsprimer som Kimit och Mitexprimer en överdriven detonation i ANFO medan Dynamexprimern initierar direkt till stabil detonation. Den 300 mm långa Mitexprimern detonerade i slutänden med hög hastighet medan den kortare Dynamexprimern detonerade med låg hastighet. En sprängkapselförstärkare förmår inte initiera vid denna vattenhalt.

Den stabila detonationshastigheten beror starkt av packningsgraden vilket dels visar sig i skillnaden i sluthastighet mellan olika försök dels i en mindre ökning av hastigheten i rörets slutände. Den senare beror på att vatten kan ha separerat från denna del av laddningen då röret vid detonation uppställdes vertikalt med sprängkapseln nedåt.

Man bör observera att några av mätpunkterna vid avståndet 300 mm från initieringsänden ligger under kurvan. Orsaken härtill är att den här avsatta hastigheten utgör ett medelvärde över detonationshastigheten i både primern och

ANFO-laddningens främsta del. I området runt kontaktytan har kurvan extrapolerats med hänsyn till övriga mätpunkter.

Av experimenten i fig. 1 och 2 framgår att primern inte har någon verkan på den stabila detonationshastigheten. En mindre del av laddningen kommer vid svag initiering visserligen att detonera med accelererande hastighet men som Bjarnholt /4,5/ visat är förändringen i energiutbytet vid initiering med sprängdeg respektive Dynamex och spk-förstärkare obetydlig.

Slutsatser.

Sprängämnen av typen Dynamex, Mitex och Kimit förmår att initiera såväl torr som vatteninblandad ANFO till stabil detonation förutsatt att en tillräckligt stor primerdiameter väljes.

Man kan minska primerns längd utan inverkan på sluthastigheten. För Dynamex, Mitex och Kimit t.ex. är 100 mm längd tillräckligt. Men man får då inte glömma bort att vid praktisk sprängning kan det energitillskott som en längre primer med hög täthet innebär vara av stor betydelse för brytningsresultatet i botten av en salva (ex. minskat antal "gaddar").

För att vara säker på att primerdiametern är tillräcklig väljes en rörladdning eller patrondiameter så nära borrhålsdiametern som är praktiskt möjligt om inte primerladdningen kan tillpackas med laddkäpp. En primerladdning av ett sprängämne med högt detonationstryck t.ex. sprängdeg och med diametern lika med laddningsdiametern ger givetvis optimal initiering i tröga sprängämnen och kanske ett högre detonationstryck i laddningen under den överdrivna fasen men någon effekt av en sådan "överinitiering" har ännu inte kunnat påvisas.

Litteraturreferenser.

1. Persson, A, och Almgren, L-Å. — Inverkan av vatteninblandning på ANFO:s detonationsegenskaper.- Stiftelsen Svensk Detonikforskning, Stockholm, rapport DS 1974:6 (1974).

2. Johansson, C.H., and Persson, P.A. — Detonics of High Explosives.- Academic Press, London and New York 1970.

3. Johansson, C.H., and Sjölin, T. — The Initiation Properties of Boosters in Explosives with Low Sensitivity.- Proceedings of the 4:th Symposium (Int.) on Detonation, NLD, White Oak, Silver Spring, Maryland 1965. ACR-126 ONR, Washington DC 1966.

4. Bjarnholt, G. — Data från undervattensskjutningar för Prillit A med olika initiering.- Stiftelsen Svensk Detonikforskning, Stockholm, rapport DS 1973:21 (1973).

5. Bjarnholt, G. — Data från undervattensskjutningar med K2Z-ANFO och Prillit C.- Stiftelsen Svensk Detonikforskning, Stockholm, rapport DS 1974:1 (1974).

Tabell 1. Detonationstryck för några olika primer-sprängämnen och ANFO-blandningar.

Sprängämne	ρ_0 kg/dm^3	Det.hast. m/s	Det.tryck kbar
Hexotol	1.7	8000	275
Sprängdeg	1.5	7700	220
Dynamex, Mitex	1.4	5500	105
" "	1.4	2500	22
Kimit	1.05	4000	42
ANFO prills	0.95	4000	38
" krist.	1.02	3000	23
" K2Z	1.15	2800	23
" K2Z+5% H_2O	1.15	2500	18

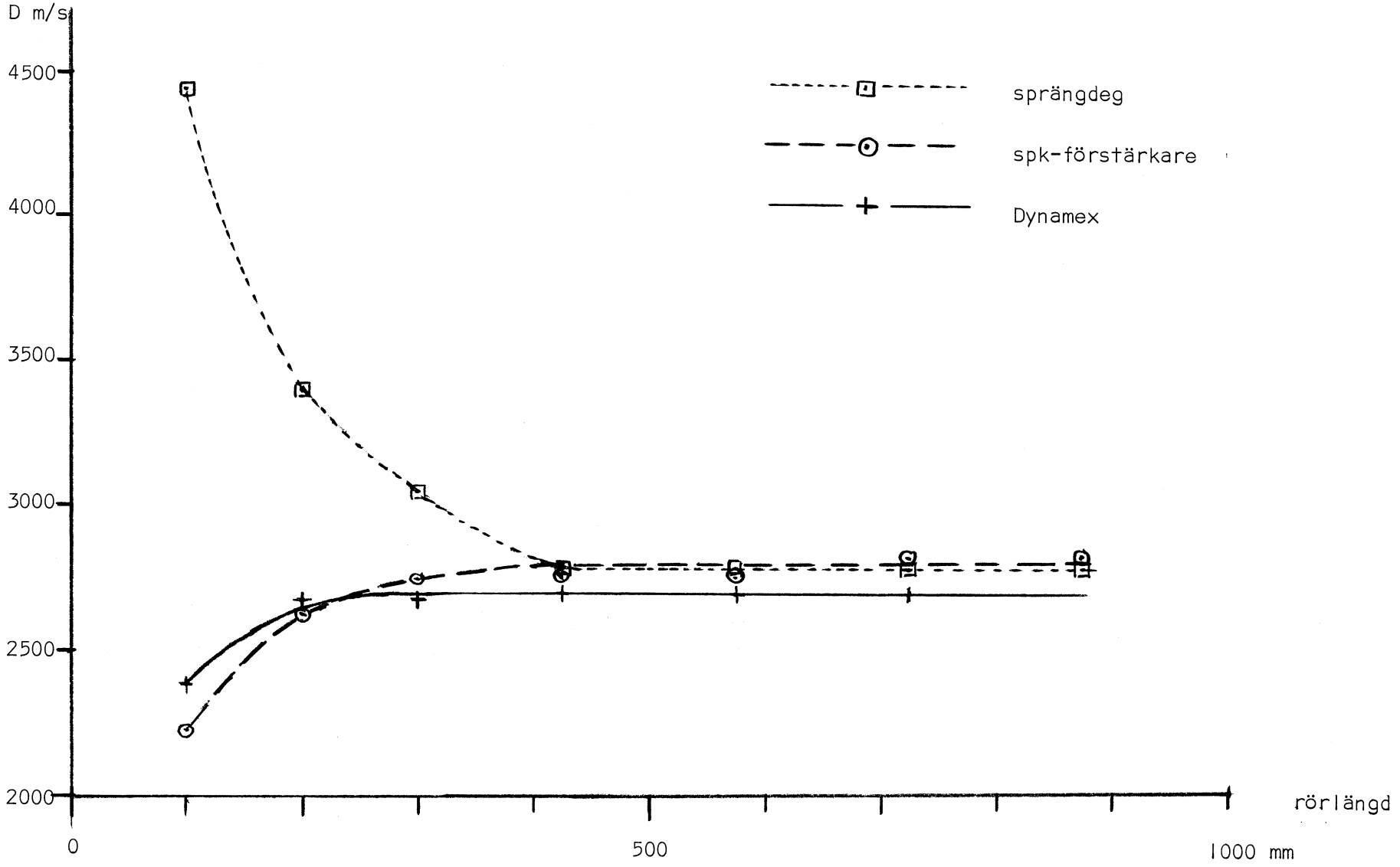

Fig. 1. Detonationshastighet för K2Z-ANFO i 52 mm järnrör med olika primer (ur /1/).
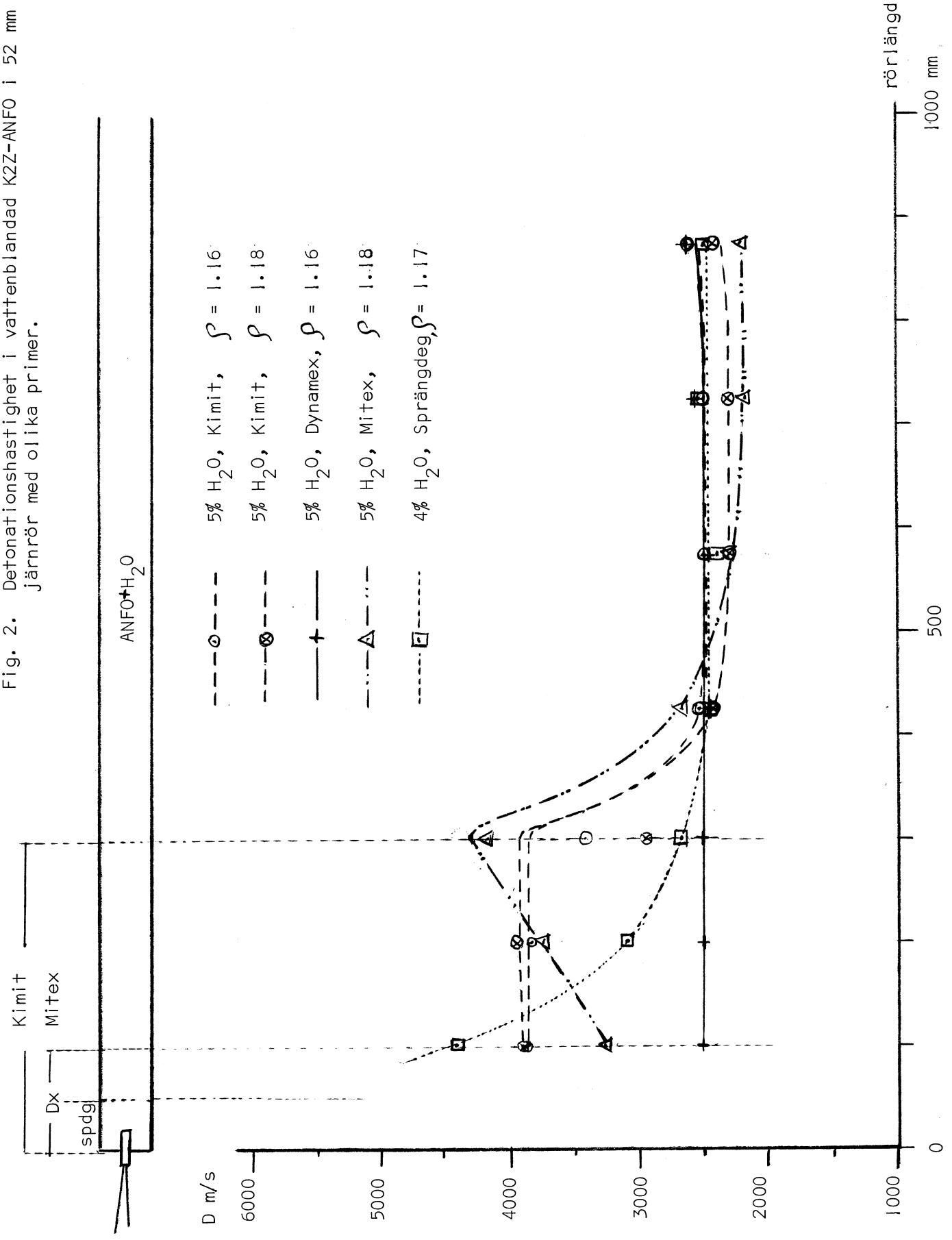
Fig. 2. Detonationshastighet i vattenblandad K2Z-ANFO i 52 mm järnrör med olika primer.