© 1988 Svenska Bergteknikföreningen och författare

KAN STARKARE SPRÄNGÄMNEN REDUCERA LOSSHÅLLNINGSKOSTNADEN?

Roger Holmberg, Nitro Nobel AB

Sammanfattning

Under de senaste dekaderna har utvecklingen bland sprängämnestillverkarna gått mot allt svagare sprängämnen. Oftast har detta lett till att hålavstånd och försättning reducerats, och att ett ökat antal borrmetrar har krävts.

Användarna har ibland vid klenhålssprängningar Ø ⩽3" önskat en kraftigare bottenladdning för att kunna uppnå optimalt sprängningsresultat.

Föredraget redovisar erfarenheter med ett betydligt kraftigare sprängämne än den dynamit som vanligtvis används som bottenladdning. Kostnadsjämförelsen mellan konventionella sprängämnen och det kraftigare sprängämnet belyses även.

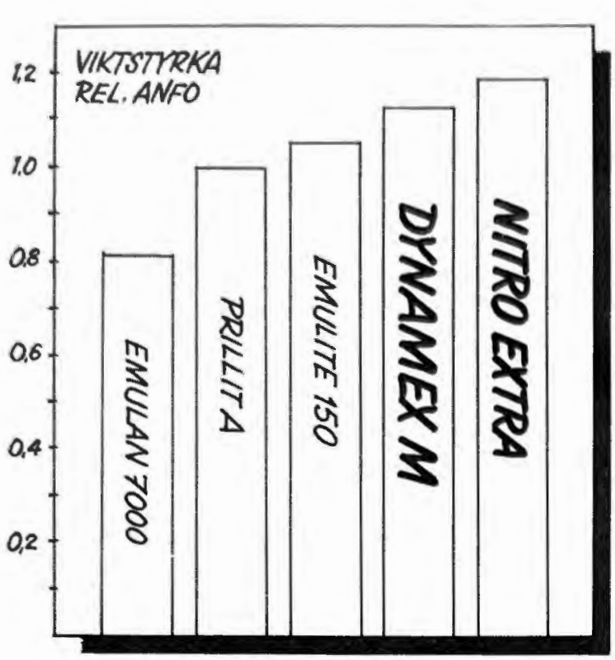
Introduktion

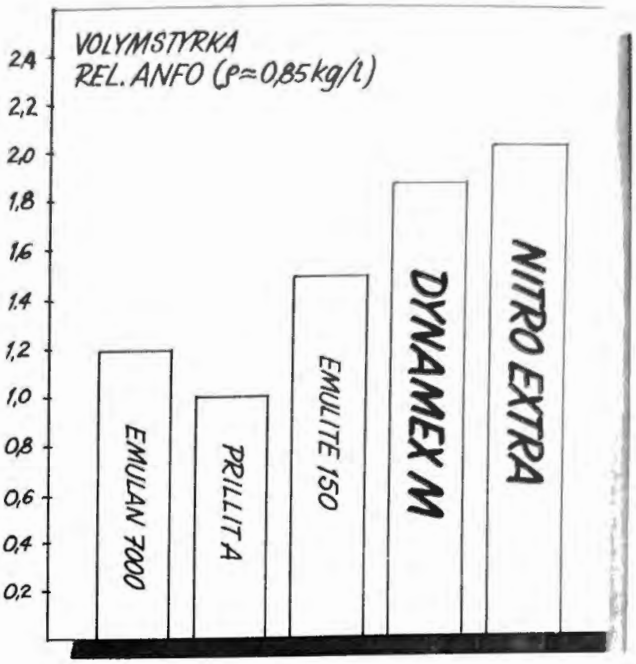
Från bergsprängarhåll har det indikerats ett intresse över att kunna använda ett starkare sprängämne än den idag använda dynamitprodukten Dynamex M. Främst har denna efterfrågan kommit från sådana arbetsplatser där sprängningsoperationen har skett under mycket inspända förhållanden. Här kan nämnas t ex bergtag och rörgravar där det är svårt att få med sig bottendelen i önskad utsträckning eller t ex i skivrassprängningar där tidigare rader resulterat i fastskjutningar.

Från Nitro Nobel AB's sida var vi lyhörda för dessa önskemål och tog fram ett sprängämne med högre densitet och högre viktstyrka än Dynamex M. Produkten kallas för Nitro Extra och kan erhållas på beställning i samma dimensioner som vår produkt Dynamex M.

I figur 1 och 2 har några skilda Nitro Nobel-produkter jämförts på vikts- och volymstyrkebasis. Emulan 7000 är ett bulksprängämne baserat på 30 % Prillit A och 70 % Emulite. Emulite 150 är vår sprängkapselkänsliga aluminiserade emulsion. Som framgår så är volymstyrkan för Nitro Extra 2,01 relativt Prillit A och Dynamex ligger på 1,86.

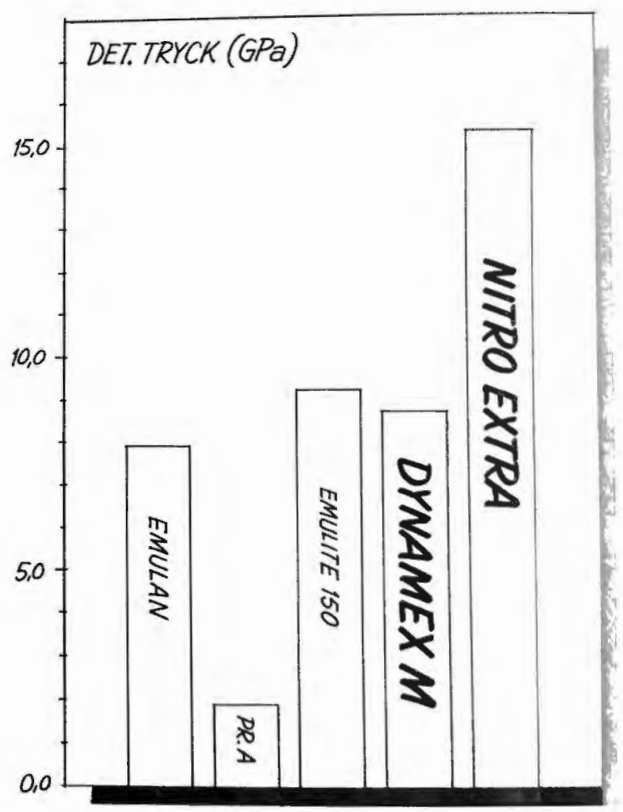
© 1988 Svenska Bergteknikföreningen och författare





Figur 1 och 2. Viktstyrka respektive volymstyrka för några produkter.

I sprickfria bergarter med hög dynamisk draghållfasthet ("segt berg") är det bättre med höga stötvågsenergier när sprickor skall induceras i bergmassan. Detonationstrycket är direkt proportionellt mot sprängämnets densitet och mot kvadraten på detonationshastigheten. Som framgår av fig. 3 så ger den höga detonationshastigheten för Nitro Extra ett mycket högt detonationstryck jämfört med några av våra övriga produkter. Nitro Extra har t ex ett detonationstryck som är 74 % högre än för Dynamex M.



Figur 3. Detonationstryck

© 1988 Svenska Bergteknikföreningen och författare

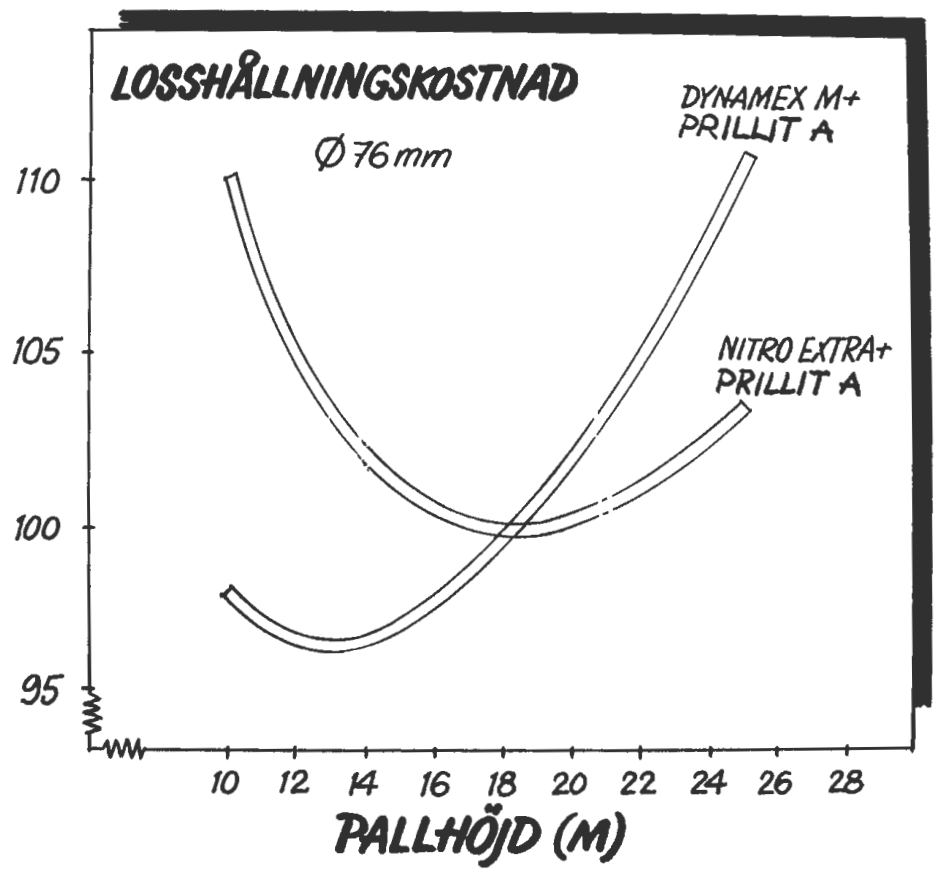
Ekonomi

Användaren av en ny produkt har ett flertal ekonomiska och tekniska aspekter som behöver belysas innan han bestämmer sig för att testa produkten. De direkta losshållningskostnaderna per kubikmeter fast berg är lätta att kalkylera och jämföra. Det är betydligt svårare att avgöra den vinst som indirekt kan erhållas p g a att ett förbättrat sprängningsresultat uppnås. Oftast gäller det att ett optimerat sprängningsresultat kan erhållas med en blygsam procentuell ökning av krossproduktens totalkostnad. Totalt sett så kan ofta totalkostnaden reduceras signifikant beroende på att utlastning och transport samt krossning påverkas positivt ekonomiskt av sprängningsresultatet.

Nitro Extra har ett kilopris som ligger ca 10 SEK högre än för Dynamex M. En analys gjordes av vad det ekonomiskt betyder om Nitro Extra används som bottenladdning i stället för Dynamex M i ett bergtag. Ingen hänsyn har tagits till den extra ekonomiska fördel som kan uppnås om utslaget i salvans botten förbättras med Nitro Extra. Här analyseras enbart konsekvenserna av vad som inträffar om hålsättningen kan glesas ut när ett starkare sprängämne används i bottenladdningen.

I beräkningarna har det antagits att håldiametern är 76 mm, hållutningen 5:1, vinkelfel 3 %, ansättningsfel 15 cm, bergkonstanten är 0,4, pipladdningen utgöres av Prillit A och bottenladdningen av DxM eller Nitro Extra. Borrningskostnaden har satts till 35 SEK/m.

Resultaten visar att försättning x hålavstånd kan ökas ca 25 % om Nitro Extra används. Figur 4 återger hur losshållningskostnaden påverkas av pallhöjden.

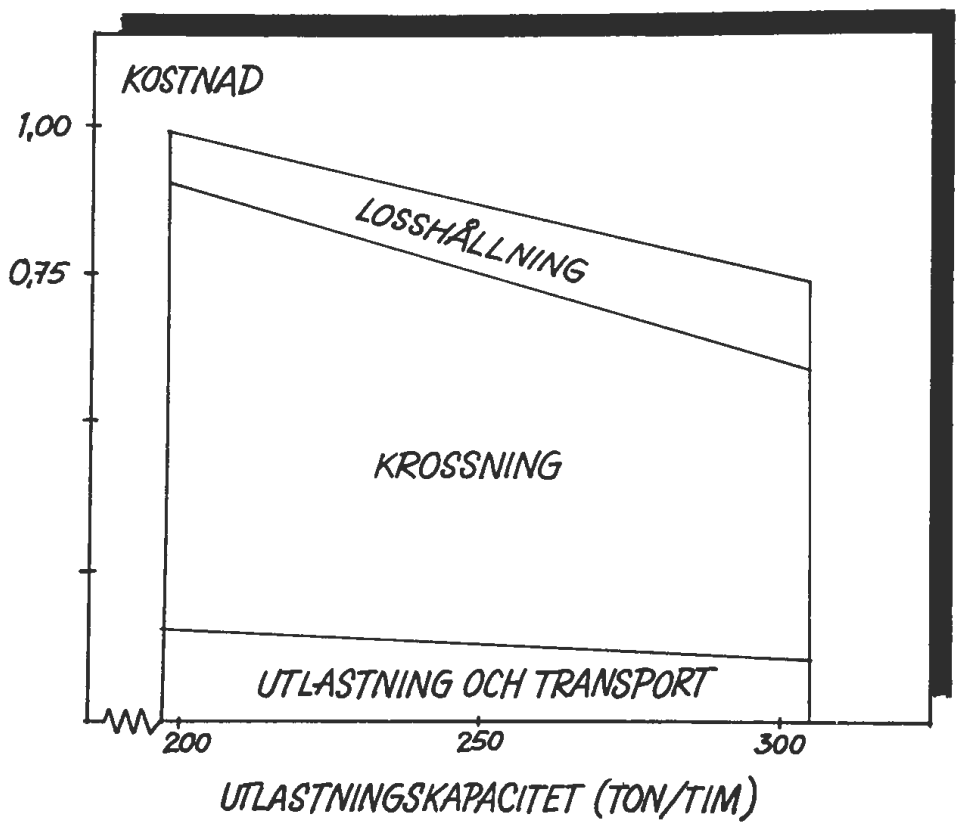


Figur 4.

© 1988 Svenska Bergteknikföreningen och författare

Vid låga pallhojder utgör bottenladdningsdelen en procentuellt sett större andel av totala laddningshöjden än vad den gör vid högre pallhöjder. Vid högre pallhöjder reduceras försättning och hålavstånd beroende på vinkelfelet vid borrningen. Denna reduktion påverkar specifika laddningen för DxM mer än för Nitro Extra, eftersom försättning och hålavstånd är ca 11-13 % större när Nitro Extra används. För losshållningskostnaden gäller darför att vid låga pallhöjder erhålles lägre kostnad för DxM + Prillit A men vid ca 18 m pallhöjd blir det förmånligare för det starkare sprängämnet Nitro Extra.

För att belysa hur mycket av den totala kostnaden som losshållningskostnaderna representerar kan figur 5 betraktas. Här visas schematiskt vad som händer när ett bergtag har en dålig fragmentering p g a att man reducerat losshållningskostnaderna i alltför stor utsträckning. En underentreprenör har ett fast pris per timme för att lasta och transportera berget ca 200 m fram till förkrossen.



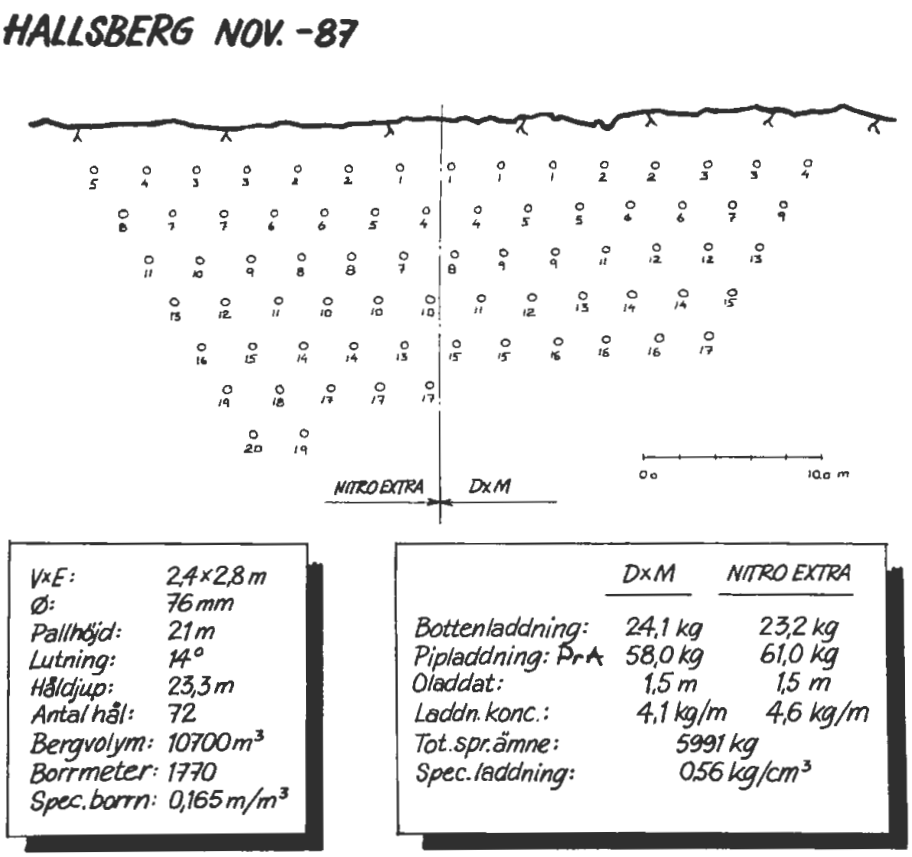
Figur 5. Totalkostnad som funktion av utlastningskapaciteten.

© 1988 Svenska Bergteknikföreningen och författare

Utförda tester med Nitro Extra

Preliminära tester har utförts med Nitro Extra i tre salvor som sprängts vid två makadambrott.

Två salvor sprängdes vid bergtag i Hallsberg där Nerikes Kross- och Asfaltprodukter krossar produkter för användning till bl a betong, asfalt, vägmaterial och banvallar. Sprängningsarbetet utförs av JCC i en granit av varierande sprickighet. I den första salvan användes Dynamex M och Nitro Extra i vardera 50% av salvan. Se figur 6.



Figur 6. Salvdata för en av testsalvorna i Hallsberg.

En salva har sprängts i Kniptjärn, Falu-krossen där JCC ansvarar för borrning och sprängning av produkter som används till vägmaterial. Bergmaterialet utgörs av granit, leptit och gnejs.

Erfarenheterna från laddningsarbetet var goda med Nitro Extra. Sprängämnet har en gynnsam konsistens som gör att vid kyligare väderlek så uppnås betydligt bättre packningsgrad än om Dynamex M hade använts. Uppföljningarna visar att en packningsgrad på

© 1988 Svenska Bergteknikföreningen och författare

1,25 kg/l erhölls när Nitro Extra användes, jämfört med packningsgraden 1,1 kg/l för Dynamex M. Håldiametern var 76 mm och Ø 55 mm slangladdning användes. Pallhöjderna låg på mellan 21 och 28 m och som pipladdning användes i samtliga tre salvor ANFO.

Tabell 2 anger fullständiga data för de tre testsalvorna.

Till dags datum är det bara en salva som fullständigt har lastats ut och uppföljning visar att resultatet ser bra ut. Det fanns inga uppstickande gaddar som försvårade utlastningen. Vi kommer även att följa upp de två följande salvorna när utlastning sker.

Produkten Nitro Extra lämpar sig inte bara för sprängningar där det speciellt är besvärligt att bryta loss försättningen. Den kan naturligtvis också användas för att erhålla en bättre fragmentering vid befintlig hålsättning eller för att ersätta en svagare produkt och därmed glesa ut hålsättningen med reducerade borrningskostnader som följd.

Den kan även varmt rekommenderas till undervattenssprängningar, då den klarar betydligt större hydrostatiska tryck än t ex Dynamex M.

Det testunderlag som vi har idag är för litet för att säkert kunna konstatera att ett starkare sprängämne generellt ger en lägre losshållningskostnad. Sannolikt är det så att det beror på bergförhållanden och sprängningsgeometri. De indikationer som framkommit hitintills pekar på att det är lönsamt att använda en kraftigare bottenladdning där man har mycket inspända förhållanden.

TABELL 1

TEKNISK SPECIFIKATION FÖR NÅGRA CIVILA SPRÄNGÄMNEN

SPRÄNGÄMNE	DENSITET kg/l	PACKNINGS-GRAD kg/l	VIKTSTYRKA rel. ANFO %	GASVOLYM l/kg	EXPLOSIONS-ENERGI MJ/kg	DETONATIONS-HASTIGHET m/s	DETONATIONS-TRYCK GPa
DYNAMEX M	1,4	~1,1	113	877	4,65	5000	8,8
NITRO EXTRA	1,45	~1,25	118	862	4,95	6500	15,3
PRILLIT A	0,85	~0,85	100	970	3,9	3000	1,9
EMULITE 150	1,2	~1,05	105	808	4,35	5500	9,1
EMULAN 7000	1,25	1,25	81	1015	2,9	5000	7,8
MAXIPRIME (primer)	1,6	-	117	767	5,6	8000	25,6
MAXIBOOST (primer)	1,6	-	110	692	5,3	8000	25,6

© 1988 Svenska Bergteknikföreningen och författare

© 1988 Svenska Bergteknikföreningen och författare

Tabell 2

	HALLSBERG nov 87	HALLSBERG feb 88	KNIPTJÄRN feb 88
Försättning (m)	2,4	2,5	2,5
Hålavstånd (m)	2,8	2,8	2,9
Ø (mm)	76	76	76
Pallhöjd (m)	21,0	21,5	28,0
Lutning	14°	14°	15°
Håldjup (m)	23,3	23,8	29,5
Antal hål	72	24	46
Bergvolym (m^3)	9660	3500	9500
Borrmeter (m)	1770	571	1357
Spec. borrn. (m/m^3)	0,165	0,163	0,143

	DxM	Nitro Extra	Nitro Extra	Nitro Extra
Bottenladdning (kg)	24,1	23,2	21,0	34
Pipladdning ANFO (kg)	58,0	61,0	61,0	65,0
Avladdning (m)	1,5	1, 5	1,5	1,5
Laddn. konc. (kg/m)	4,1	4,6	4,2	4,2
Spec. laddn. (kg/m^3)	0,56		0,56	0,48
Tot. spr.ämne (kg)	5.991		1.968	4.563