

6. ULUSAL KIRMATAŞ SEMPOZYUMU BİLDİRİLER KİTABI

06-07 EKİM 2011 / SİVAS



Edtörler

Kazım GÖRGÜLÜ - Özlem KAYA

Tuğba DOĞAN - Elif AKGÜL



TMMOB
Maden Mühendisleri Odası



Cumhuriyet
Üniversitesi

Kaya Ocağı Delme-Patlatma Parametrelerinin, DelPat v7.0 Yazılımı Tarafından Tasarlanması ve Sonuçların Uygulamadaki Gerçekleşen Veriler ile Karşılaştırılması

Designing Drilling-Blasting Parameters on Quarry with the DelPat v7.0 software and comparing the results with actual data's.

M.C. Çeliksirt, V. Erkan
Doğuş İnşaat ve TIC. A.Ş.

ÖZET: Kaya ocaklarında kullanılan delme-patlatma değerleri, optimum sonuçların ve en düşük maliyetlerin elde edilmesinde çok önemli bir yere sahiptirler. Maliyet değerlerinin tespitinde, işyerine ve işletmeye ait birçok parametre etkindir ve bunların bir arada kullanılmasıyla maliyet değerlerine ulaşmak her zaman kolay olmamaktadır. Bu bildiride, Boyabat Barajı ve HES Projesi gövde beton agregası üretimi için işletilen Kaya ocağında, DelPat v7.0 isimli, açık işletmelerde kaya delme-patlatma çalışmalarının organizasyon ve analizini yapan bilgisayar yazılımının kullanımı ile hazırlanan, planlama bilgilerinin yine aynı projede kullanılan ve günlük kayıtların tutulduğu veritabanındaki gerçekleşen verilerin karşılaştırması anlatılmaktadır.

ABSTRACT: The parameters used in the drilling and blasting of quarries are important for obtaining the optimum result and also the lowest cost. The determination of cost values for the site and the company by using a combination of several different parameters is not always easy to achieve. In this paper, the actual daily records of a quarry operated production of concrete aggregate for the Boyabat Dam and HEPP is compared with the “DelPat v7.0, a software for organization and analysis of rock drilling and blasting systems” results.

1 BOYABAT BARAJI VE HES İNŞAATI

1.1 İşin Tanımı

İşin yeri: Sinop İli Durağan ilçesinin 10 km yakınında, Kızılırmak Nehri üzerinde
İşveren: Boyabat Elektrik Üretim ve Ticaret Ltd. Şti.

1.2 Teknik Özellikler

Yıllık üretim : 1.500 x 10⁶ kWh
Baraj Tipi : Beton ağırlık

Temeden Yükseklik : 195 m
Talvegden Yükseklik : 150 m
Santral Tipi : Gövdeye bitişik
Beton Hacmi : 2.750.000 m³
Rez. Uzunluğu : 30 km
Top. Depolama : 3,5×10⁶ m³

1.3 İnşaat İşleri Özellikleri

Ana baraj gövdesi beton sınıfları; alt kotlardan üst kotlara doğru, C18-C16-C14 (Dmax=150 mm) ve yapı betonları (santral inşaatında); C25-C30 (Dmax=40 mm).

1.4 Kaya Ocağı (T3)

T3 kaya ocağı baraj gövdesinin 4 km mansab tarafında olup, burada, barajın gövde ve santral betonlarına agrega hazırlamak için kaya üretimi yapılmaktadır.

Ocağın işletme çalışmaları aşağıda belirtildiği gibi yapılmıştır:

- Kırma tesisi birincil kırıcı besleme ünitesi belirlenmiş olan +240 m kotundaki platforma yerleştirilmiştir.
- Bu kotdan başlayarak ocak işletmesi en üst kotu olan +400 m kotuna bağlanacak olan ana ulaşım yolu ile ihtiyaç duyulan diğer servis yolları yapılmıştır.
- Ana ulaşım yolunun tamamlanmasından sonra, ocak üst kotlarındaki sıyırma çalışmaları tamamlanıp, tüm işletme alanında kesilmesi gereken ağaç yada çalılıklar toplatılmıştır.
- Üst kotlardan kademeler oluşturularak, üretime başlanmıştır.
- Şu anda ocak işletmesi, +309 ve +296 m kotları arasında üretimine devam etmektedir.

İşletme taban kotu +230 m olarak seçilmiş olup, buna göre toplam kazı hacmi yaklaşık 4.500.000 m³ elde edilmektedir. Bunun yanısıra, yüklü kamyonların rampa çıkmaları nedeni ile çok tercih edilmemekle birlikte, ihtiyaç halinde +230 m kotu altında üretime devam edilmesi de mümkün olabilecektir.

Ocakta üretim üst kotlardan alt kotlara doğru 13.00 m dik yüksekliğinde kademeler halinde yapılacaktır, bu yükseklik, delici makinede kullanılan rod uzunlukları ile birlikte 4 adet rodun tam kullanımı (tabanca payı hariç deliğe tümünün gönderilmesi) dikkate alınarak ulaşılmıştır.

Hazırlanmış olan işletme projesine göre, kademeler arası alınabilecek yerinde kaya hacimlerinin tip kesit üzerindeki gösterimi Çizelge 1'deki gibidir.

Planlanmış olan ocak işletmesinin tamamlanması durumundaki görünümü şekil 1 de verilmiştir.

İşletmenin planlanmasında etkin rol oynayan delme-patlatma parametreleri, (maliyetler dahil olmak üzere) DelPat v7.0 yazılımı ile hesaplanmıştır.

Çizelge 1. Kademeler arası alınabilecek yerinde kaya hacimleri

Kademe şevbaşı	Kademe şevdibi	Kademe dik yüksekliği	Hacim	Kümülatif hacim
m	m	m	m ³	m ³
400	387	13	4.824	4.824
387	374	13	26.507	31.331
374	361	13	83.373	114.704
361	348	13	156.520	271.224
348	335	13	226.227	497.451
335	322	13	291.895	789.346
322	309	13	360.735	1.150.081
309	296	13	439.706	1.589.787
296	282	14	512.135	2.101.922
282	269	13	578.994	2.680.916
269	256	13	633.529	3.314.445
256	243	13	677.360	3.991.805
243	230	13	508.195	4.500.000
Toplam			4.500.000	

2 BİLGİSAYAR YAZILIMI

Açık işletme faaliyetleri süreçlerinde birçok ardışık işlemin sayısal benzetim modelleri ile tasarlanması, mühendislerin uzun ve yorucu olabilen tasarım çalışmalarını kısaltarak, seçenekli sonuçlar üretebilmelerine, bunları karşılaştırabilmelerine ve tasarımda etkili olan parametreler üzerinde duyarlılık analizleri yapabilmelerine olanak sağlamaktadır.

DelPat v7.0 yazılımı da, aynı yaklaşım çerçevesinde; bir kaya ocağının, kaya kazısı yapılması gereken farklı projelerin ya da açık maden işletmelerinin delme-patlatma işlerinin organizasyonu veya analizlerinde kullanılmak üzere tasarlanmıştır.

2.1 Yazılımın (DelPat) Özellikleri

- İstenilen tane boyu dağılımına göre, delme düzeni ile patlayıcı maddelerin delik başına dolun miktarlarının hesaplanması ve raporlanması.

- Delme ve patlatmadaki gecikme sistemlerinin planlanması ve raporlanması.
- Delme ve patlatma maliyet değerlerinin hesaplanması ve raporlanması.
- Patlatma kaynağından farklı mesafelerdeki sarsıntı, hava şoku ve taş fırlatma tahminlerinde bulunma.
- Projenin delme-patlatma organizasyon bilgilerinin sunumu.
- Patlatma ile ilgili günlük veri kayıtlarının analiz edilmesi, düzenlenmesi ve saklanması imkanı.

2.2 DelPat'ın T3 Kaya Ocağı için Çalıştırılması

Kaya ocağına ait DelPat yazılımına girilen bilgiler Çizelge 2'de verilmiştir. İlk planlama değerleri olarak, kademe dik yüksekliği 13 m dir. Seçilmiş olan delici makine delici uç çap aralığı 76, 89, 102, 115 mm dir. DelPat, kademe yüksekliğine bağlı olarak uygun delik çaplarını seçer ve tüm diğer sonuç bilgilerine ulaşır. Bu bilgilerin şekilsel ve rakamsal toplu sunumları, Çizelge 3 ve şekil 2'de verilmiştir. Burada verilmiş olan B (sıralar arası mesafe) ve S (delikler arası mesafe) değerlerinin hesaplanmasında, yazılım tarafından delme-patlatma literatüründeki matematiksel bazı eşitlikler kullanıldığından, kusurları her zaman uygulamaya uygun değildir. Dolayısı ile, örneğin 3,03 m lik bir mesafeyi, 3,00 m yada 2,44 m yi 2,50 m kabul etmek çok yanlış olmaz. Çünkü, yazılım yeni verilmiş olan bu değeri, geriye yönelik olarak yeniden hesaplayıp, eğer varsa tane boyu dağılımı üzerine etkisini gösterir.

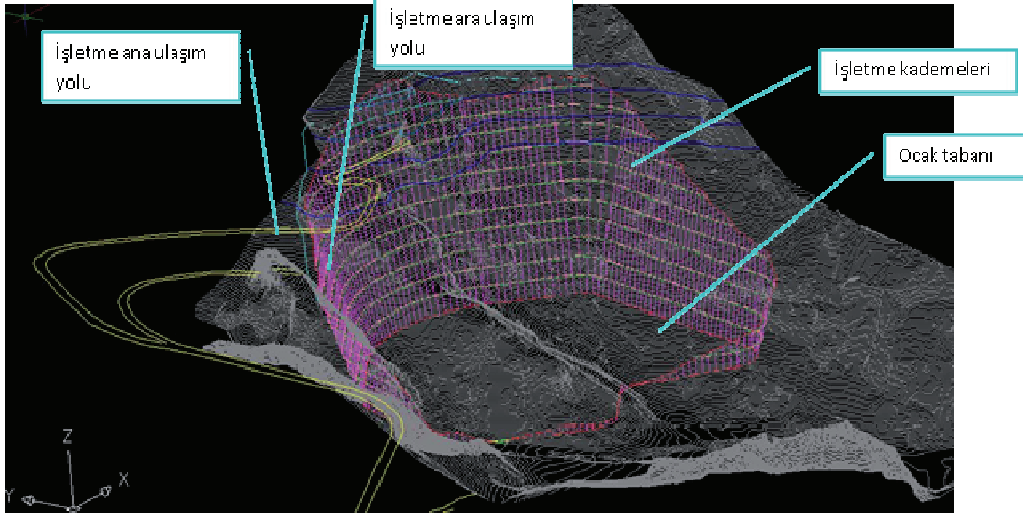
Kaya ocağında, üretim delikleri için 89 mm delik çapı tercih edilmiş ve DelPat tarafından hesaplanmış olan değerler 2009 yılından itibaren kullanılmaya başlanmıştır.

2.3 T3 Kaya Ocağı için Uygulamadaki Veri Kayıtları

Baraj inşaatında, çalışma yapılan her aktivite ile beraber, T3 kaya ocağına ait üretim ve maliyet verileri hesaplanarak kayıt altına alınmaktadır. Kayıtlar, günlük puantaj formları ile araziden, muhasebeden ve ambar kayıtlarından alınmakta ve şirket için tasarlanmış özel kurumsal bir yazılımda değerlendirilerek sunulmaktadır. DelPat'ın hesaplamış olduğu ve kaya ocağının planlamasına esas olan değerler ile 01.07.2010 - 31.05.2011 tarihleri arasındaki uygulamadaki gerçekleşen kayıtların ortalamasının karşılaştırıldığı veriler Çizelge 4'dedir.

3 DEĞERLENDİRME

- Primer besleme (ton):** Verilen tarih aralığındaki, kırma-eleme-yıkama tesisine yapılan beslemenin kayıt değeridir.
- Atık malzeme (ton):** Verilen tarih aralığındaki, kırıcıya verilemeyecek nitelikte olup, ocak dışında depolanan malzeme miktarı kayıdır.
- Başka aktiviteye (ton):** Uygun malzemedir ama, ihtiyaç duyulması nedeni ile baraj inşaatındaki beton üretimi haricindeki başka aktivitelere gönderilmiştir.
- Toplam kazı miktarı (ton):** Ocaktan yapılmış toplam üretimdir (a+b+c).
- Topografik alım (m3):** Verilen tarih aralığındaki üretim değeridir. Ocakta her ay başında arazi alımı yapılarak, aylık ve kümülatif üretim kontrol edilmektedir.
- Birim ağırlık (ton/m3):** Toplam kazı ile arazi alımının birlikte değerlendirilmesi ile elde edilen uygulamadaki birim ağırlık değeridir (d/e).
- Toplam kazı miktarı (m3):** Verilen tarih aralığındaki kayıt değerinin, birim ağırlık kullanılarak hesaplanan hacim karşılığı. DelPat'ın giriş bilgisi olarak bu değer kullanılmıştır.



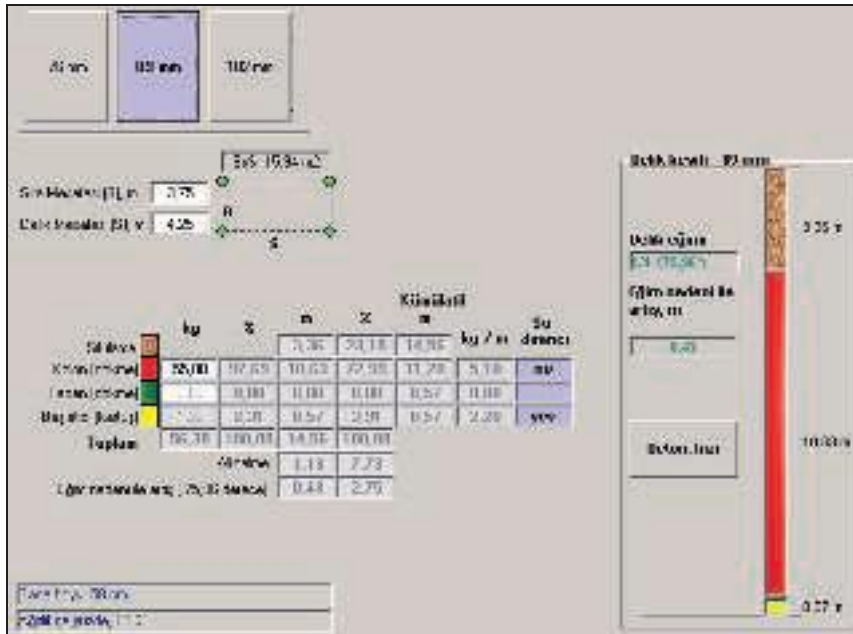
Şekil 1. Planlanmış olan ocak işletmesinin tamamlanması durumundaki görünümü

Çizelge 2. DelPat yazılımına girilen bilgiler

	Çizim (D:R:Z)
Toplam kaya kazısı (S1:m3 / B1:ft3)	1.100.000
Proje süresi	334 gün
Kapı kütlesi tonlar	Bloklu
Çatlak mesafesi (S1:m / B1:ft)	Orta (0.1 - 1)
Kapı Yoğunluk (S1:l/m3 / B1:lb/ft3)	2,6
Kapı Sertlik (Moh's)	7
Çatlak durumu	Yok
Tane boyu (S1:cm / B1:in)	58
Ağırlıkça püzdür	57 %
Kademe dik yüksekliği (S1:m / B1:ft)	10
Kademe genişliği (S1:m / B1:ft)	26
Delici makine	Atlas Copco D7-T3
Delici uç hizmet ömrü (S1:m / B1:ft)	2000
Delici uç birim maliyet	400 TL/Adet
Red ömrü (S1:m / B1:ft)	2600
Red birim maliyet	600 TL/Adet
Manşon ömrü (S1:m / B1:ft)	2200
Manşon birim maliyet	200 TL/Adet
Şank ömrü (S1:m / B1:ft)	3000
Şank birim maliyet	204 TL/Adet
Delme düzeni	Perçese
Delik düzeninde sıra	4
Delik eğimi	1/4 - 75,96°
Detonator	NONEL MS - T3
Başlıca	No.1-kes:100-G 50mm T3
Taban çarj	""None""
Kolon çarj	ANTONIT - T3

Çizelge 3. Bilgilerin rakamsal sunumları

Delik çapı	mm	88
B x S	cm	3,75 x 7,75 = 14,04
Toplam kaya kazısı	m ³	1.106,934
Başlama tarihi	Tarih	01.07.2011
Bitiş tarihi	Tarih	30.05.2011
Yataydaki çalışma zamanı	gün	10
Günlük çalışma	Yatay	2
İşin süresi (Çalışma + Çalışılmayan gün)	gün	334 (302 + 31)
gün çalışma /	gün	0
Faaliyet	gün	0 (33 / 1)
Net çalışma günü	gün	307
Toplam Çalışılmayan gün	gün	31
Alternatif bitiş tarihi	Yok	
Makine Kullanımındaki saatler (KaB) (%)	%	15,4 (11,51 + 4)
Dakika makine baş	Saat/Çalışma Günü	
Dakika saat	%	0,000 (0,000 + 0)
Dakika kapasite	gün	21,21
Dakika makine	Saat	2
Dakika miktarı (Yatay/gün/Toplam)	g	132 / 337 / 77,999
Delik miktarı (Yatay/gün/Toplam)	Saat	0 / 10 / 4,000
Hesaplanan Alan	Adet/gün	0,79
Günlük parç makinesi miktarı	Saat	0
Sarı makinesi baş	gün	***None***
Kaplanma ve dolgu miktarı	kg/gün	0
Ortalama miktarı (Yatay/gün/Toplam)	Saat	50 / 10 / 5,000
Başlangıç (Yatay/gün/Toplam)	kg	10 / 21 / 2,932
Toplam parç (Yatay/gün/Toplam)	gün	0 / 0 / 0
Kullanılan parç (Yatay/gün/Toplam)	kg	42 / 220 / 298,700
Kapasite Hacmi (Yatay / gün / ay)	m ³	1,026 / 2,020 / 17,7,571
Kapasite Hacmi (Yatay/gün / ay)	gün	4,826 / 9,652 / 202,552
Parçaların Kayı (KaBank) - el.4. (Yatay / gün / ay)	m ³	2,296 / 4,512 / 177,321
Parçaların Kayı (KaBank) - el.4. (Yatay / gün / ay)	gün	0,790 / 1,574 / 4,2,4,01
Dakika miktarı	TL/gün	0,80
Parçaların miktarı	TL/gün	0,79
Toplam miktar	TL/gün	1,29



Şekil 2. Bilgilerin şekilsel sunumları

Çizelge 4. Uygulamadaki gerçekleşen kayıtların ortalamasının karşılaştırıldığı veriler.

	01.07.2010	31.05.2011 tarihleri arası	DelPat	Kayıt	Şarj/Şarj
21. Delme maliyetleri	1000			21.000.000	
22. Delme maliyetleri	1000			21.000.000	
23. Delme maliyetleri	1000			21.000.000	
24. Delme maliyetleri	1000			21.000.000	
25. Delme maliyetleri	1000			21.000.000	
26. Delme maliyetleri	1000			21.000.000	
27. Delme maliyetleri	1000			21.000.000	
28. Delme maliyetleri	1000			21.000.000	
29. Delme maliyetleri	1000			21.000.000	
30. Delme maliyetleri	1000			21.000.000	
31. Delme maliyetleri	1000			21.000.000	
32. Delme maliyetleri	1000			21.000.000	
33. Delme maliyetleri	1000			21.000.000	
34. Delme maliyetleri	1000			21.000.000	
35. Delme maliyetleri	1000			21.000.000	
36. Delme maliyetleri	1000			21.000.000	
37. Delme maliyetleri	1000			21.000.000	
38. Delme maliyetleri	1000			21.000.000	
39. Delme maliyetleri	1000			21.000.000	
40. Delme maliyetleri	1000			21.000.000	
41. Delme maliyetleri	1000			21.000.000	
42. Delme maliyetleri	1000			21.000.000	
43. Delme maliyetleri	1000			21.000.000	
44. Delme maliyetleri	1000			21.000.000	
45. Delme maliyetleri	1000			21.000.000	
46. Delme maliyetleri	1000			21.000.000	
47. Delme maliyetleri	1000			21.000.000	
48. Delme maliyetleri	1000			21.000.000	
49. Delme maliyetleri	1000			21.000.000	
50. Delme maliyetleri	1000			21.000.000	

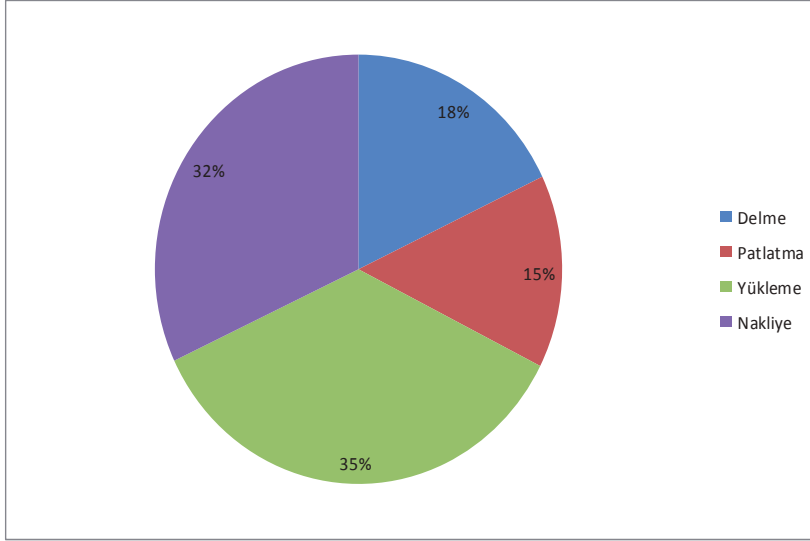
İlk değerlendirmelere göre, DelPat tarafından planlama verileri ile uygulama kayıt değerleri yakınlık göstermektedir. Farklılıklar olarak dikkat çekenler; kayıt değerlerinde daha fazla delmenin yapıldığıdır, bu durum uygulamadaki özgül delme değerinin yüksek olmasıyla da anlaşılmaktadır. Bu, zaman zaman kısa delikler delinerek kademelerde oluşan bozulmaların düzeltilmesi çalışmalarından kaynaklanmaktadır. Aynı durumu, uygulamadaki detonatör ve başlatıcı kullanım fazlalığı da doğrulamaktadır. Buna karşılık, kolon dolumundaki miktarlar arasında farklılık gözlenmemektedir, bu durum çok az fark olan özgül şarj değerlerindedir kendini göstermektedir.

Konuya birim maliyetler açısından bakıldığında; delme maliyet değerleri birbirine çok yakın seyretmektedir.

Patlatma maliyetinde, uygulamada gözlenen fazlalık, bir miktar fazla yada hazırda bulunmadığı için farklı patlayıcı tiplerinin kullanımından kaynaklanmıştır. Kayıt sistemi içerisinde, kaya ocağındaki aktivitelerin maliyetleri olarak dağılım grafiği şekil 3 deki gibidir.

4 SONUÇ

Büyük hacimli bir kaya ocağının, her açıdan planlanması, küçük birimlerde olabilecek bir hatanın parasal karşılığının yüksek olacağı açısından çok önemlidir. Delme-patlatma parametrelerinin sağlıklı tespit edilebilmesi de yine bu açıdan önem taşımaktadır. Çalışılan kaya ocağı projesinde, sadece 0,01 \$/m³ gibi küçük bir farkın toplam kaya üretimindeki etkisi: 0,01 \$ x 4.000.000 m³ = 40.000 \$ olacaktır.



Şekil 3. Kaya ocağındaki aktivitelerin maliyet dağılım grafiği

Maliyetlerin duyarlı hesaplanması, yani sadece kullanılan malzeme ve işçiliğin birim fiyatı değil, tüm işyeri koşullarının değerlendirmeye alınabilmesi, ancak bir bilgisayar yazılımı ile çok kısa bir sürede ortaya konulabilir. DelPat, kaya delme-patlatma çalışmaları için bunu yaparak, işletme maliyetlerinin, önceden alternatifli olarak hesaplanabilmesi imkanını vermektedir. Bu sayede, deneme yanılma gibi bilimsel bir tabana oturmayan, maliyetli ve zaman kaybı olan bir konuda ortadan kalkmaktadır.

KAYNAKLAR

1. Blasting Report for Excavation of Karakütük, 1991, ICI Explosives, England, p 50
2. Explosives and Rock Blasting, 1987, Atlas Powder, Dallas, Texas USA, p 385
3. Erkoç Ö.Y., 1990, Kaya Patlatma Tekniği, İstanbul, p 164
4. Olofsson S., 1990, Applied Explosives Technologie for Construction and Mining
5. Proceeding of the Fifth International Symposium on Rock Fragmentation by Blasting - Fragblast-5, 1996, ISEE, Montreal / Quebec / CANADA, p.458
6. Soferti, Effective Detonation Rate and Explosive Performans of ANFO / Summary, 1990.
7. Surface Drilling and Blasting, 1988, Tamrock, Finland, p 474
8. Stan Lippincot, 1997, The Journal of Explosives Engineering, Cleveland, Ohio, USA, p.28-30