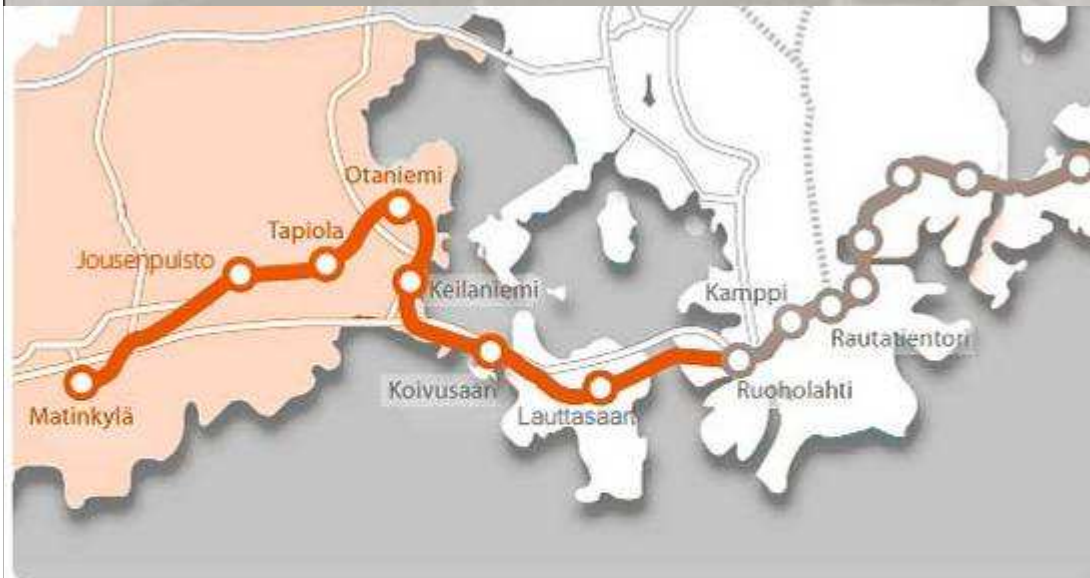




Trhací práce při výstavbě metra v Helsinkách

- Ivan Piršč, Vladimír Pravda, TVO - VTP
- Metrostav a.s.

Stávající a nově budovaná trasa metra v Helsinkách



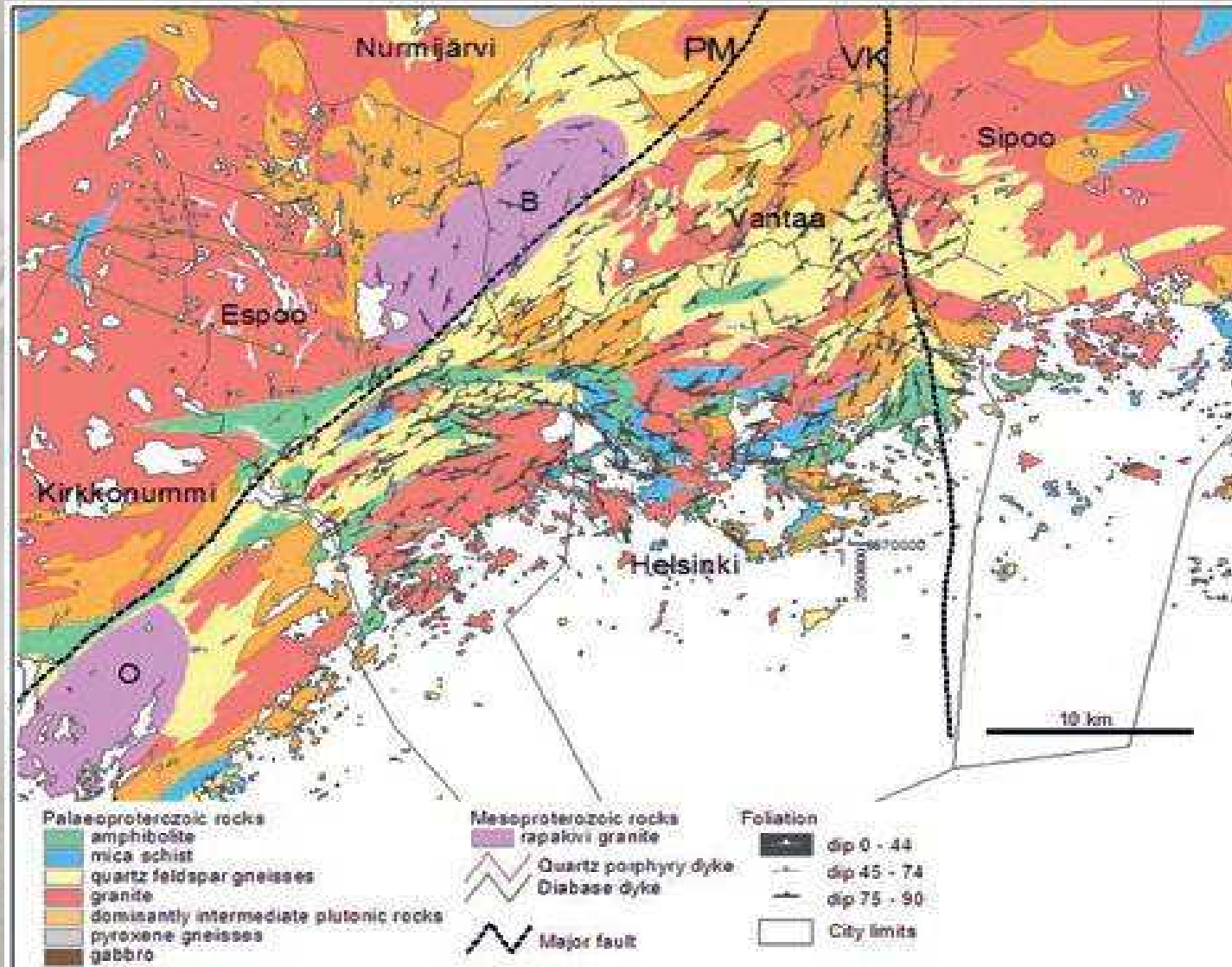
- Existing metro line
- West metro
- Commuter train route
- Existing metro station
- Future station
- Main road



Realizované podzemní stavby, Helsinki

- **Koivusaaren ajotunneli, LU7A (560 m)**
- **Lauttasaaren ajotunneli, LU8AI (350 m)**
- **Myllykallion ajotunneli, LU8AL (280 m)**
- **Ratatunneli LU6E (vyraženo 47 % z 2542 m)**

Geologie



Technologie ražeb

- Pomocí metody D&B (Drill and Blast)
- Ražba v plném profilu (bez členění výrubu)



Vrtací práce

- Trojlafetovým vrtacím vozem Tamrock AXERA T11
- Průměr těžebních vývrtů 48 mm
- Průměr nenabíjených záalomových vývrtů 102 mm
- Délky vývrtů až 5,6 m



Trhací práce

- Omezení výkonu trhacích prací
- Ochrana před nežádoucím rozletem
- Stanovení ekvivalentní nálože
- Návrh vrtného schématu v systému Visual Tunneling
- Sledování vzdálenosti místa odstřelu od zástavby

Omezení výkonu trhacích prací

objekt	pondělí - pátek	sobota	neděle	svátky
Koivusaaren ajotuneli, LU7A	0 – 22 hod.	0 – 22 hod.	zákaz trhacích prací	zákaz trhacích prací
Lauttasaaren ajotuneli, LU8AI	7 – 18 hod.	zákaz trhacích prací	zákaz trhacích prací	zákaz trhacích prací
Mylykallion ajotuneli, LU8AL	7 – 22 hod.	zákaz trhacích prací	zákaz trhacích prací	zákaz trhacích prací
Ratatunneli LU6E	0 – 24 hod.	0 – 24 hod.	zákaz trhacích prací	zákaz trhacích prací

Ochrana před nežádoucím rozletem prostřednictvím:

- ocelového plechu, zavěšeného v místě zálomu
- gumových matrací (tzv. „finské koberce“)
- ocelových matrací (matrace, upletené z ocelových lan)

Úlohou těchto zábran je pohlcení přebytečné energie výbuchu a zabránění rozletu rozpojené horniny do okolí.

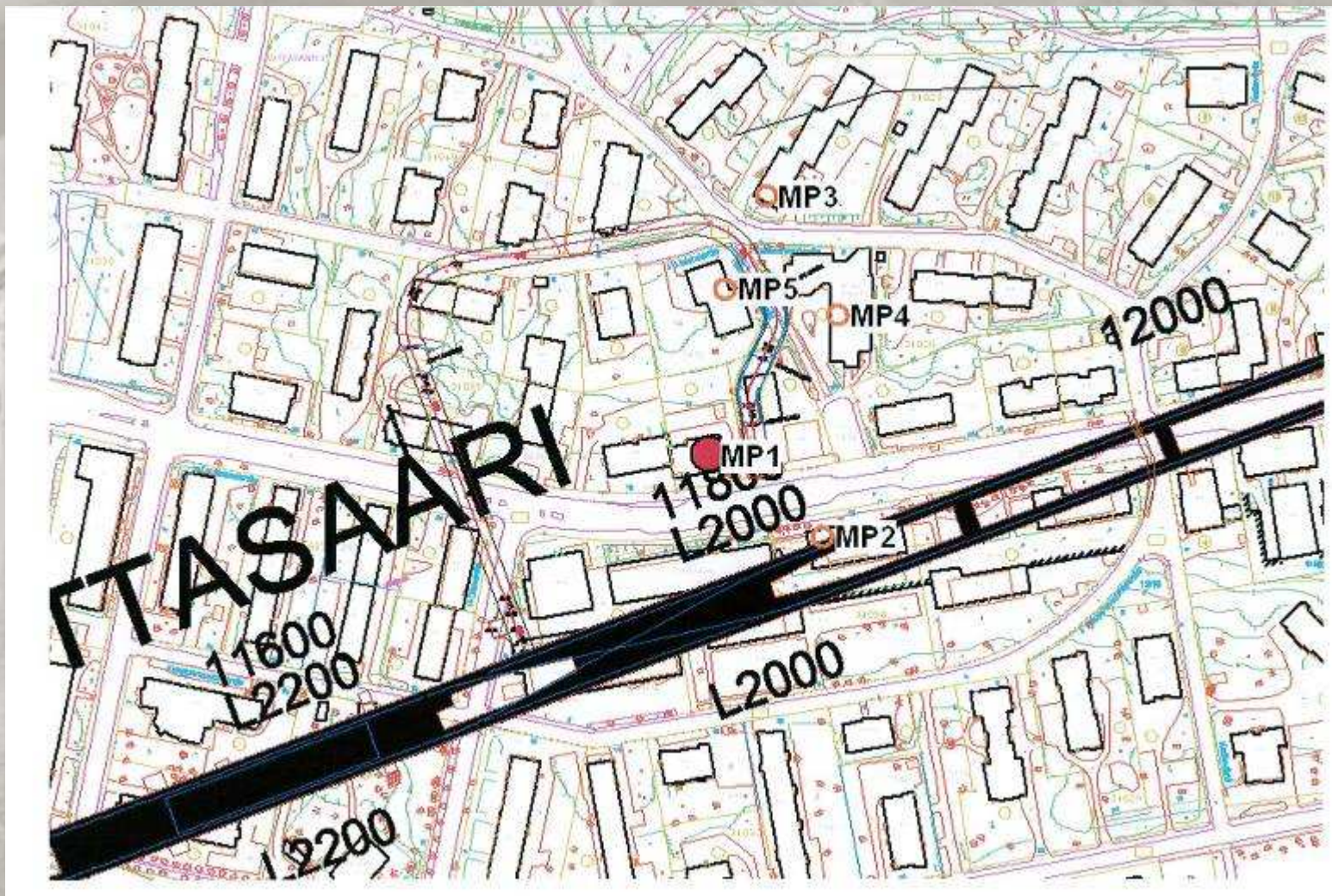
Ochrana před nežádoucím rozletem



Ochrana před nežádoucím rozletem



Monitoring trhacích prací



Maximální dovolené seizmické namáhání budov

	20m	30m	50m	100m	sklápek	
34, Leilahdentie 2	55	45	38	28	MP5,6	
47, Leilahdentie 8	55	45	38	28	MP4	
50, Lautasaarentie 23	✓	45	38	28		
26, Taivassuokhentie 8	✓	25	24	17		
28, Leilahdentie 3	28	25	24	17		
29, Taivassuokhentie 9	55	45	38	28	MP7	
30, Taivassuokhentie 7	55	45	38	28	MP3	
31, Taivassuokhentie 5	✓	45	38	28		
32, Taivassuokhentie 3	✓	45	38	28		

59, Lautasaarentie 25-26b MP2
 45, Lautasaarentie 27 MP1



Monitoring trhacích prací

- Měřicí zařízení Instantel Minimate Plus



Monitoring trhacích prací

Date/Time Vert At 17:12:30 May 3, 2011 Serial Number BE16315 V 10.10-8.17 MiniMate Plus
 Trigger Source Geo: 2.00 mm/s Battery Level 8.7 Volts
 Range Geo: 254 mm/s Calibration October 5, 2010 by InstanTel Inc.
 Sample Rate 7.0 sec. At 1024 Sps File Name R315DQSF.T30
 Job Number 6398

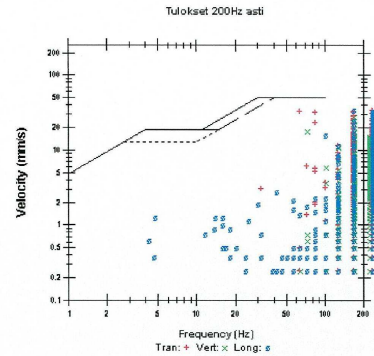
Notes
 Location: Lielahdentie 2, lammonjakohuone
 Client: Lantimetro
 User Name: KallioTekniikka CE Oy
 General: MP6

Extended Notes
 Asennettu 4.4.2011 LS

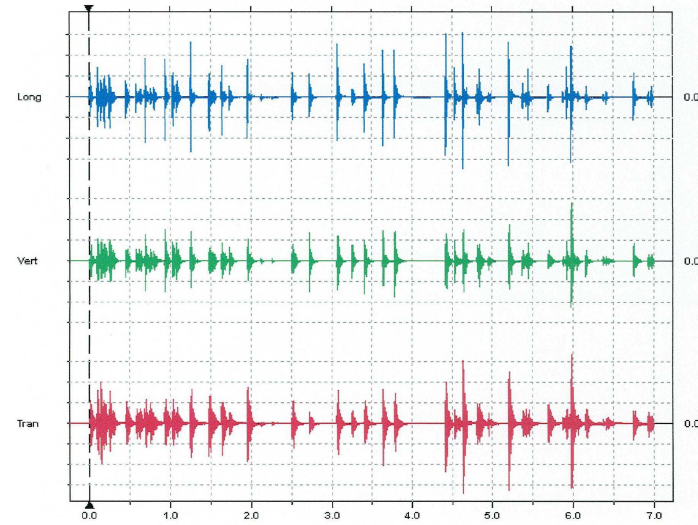
Post Event Notes

	Tran	Vert	Long	
PPV	34.2	28.4	34.8	mm/s
ZC Freq	>100	>100	>100	Hz
Time (Rel. to Trig)	4.635	5.979	4.635	sec
Peak Acceleration	4.69	3.17	5.47	g
Peak Displacement	0.0229	0.0241	0.0298	mm
Sensorcheck	Passed	Passed	Passed	

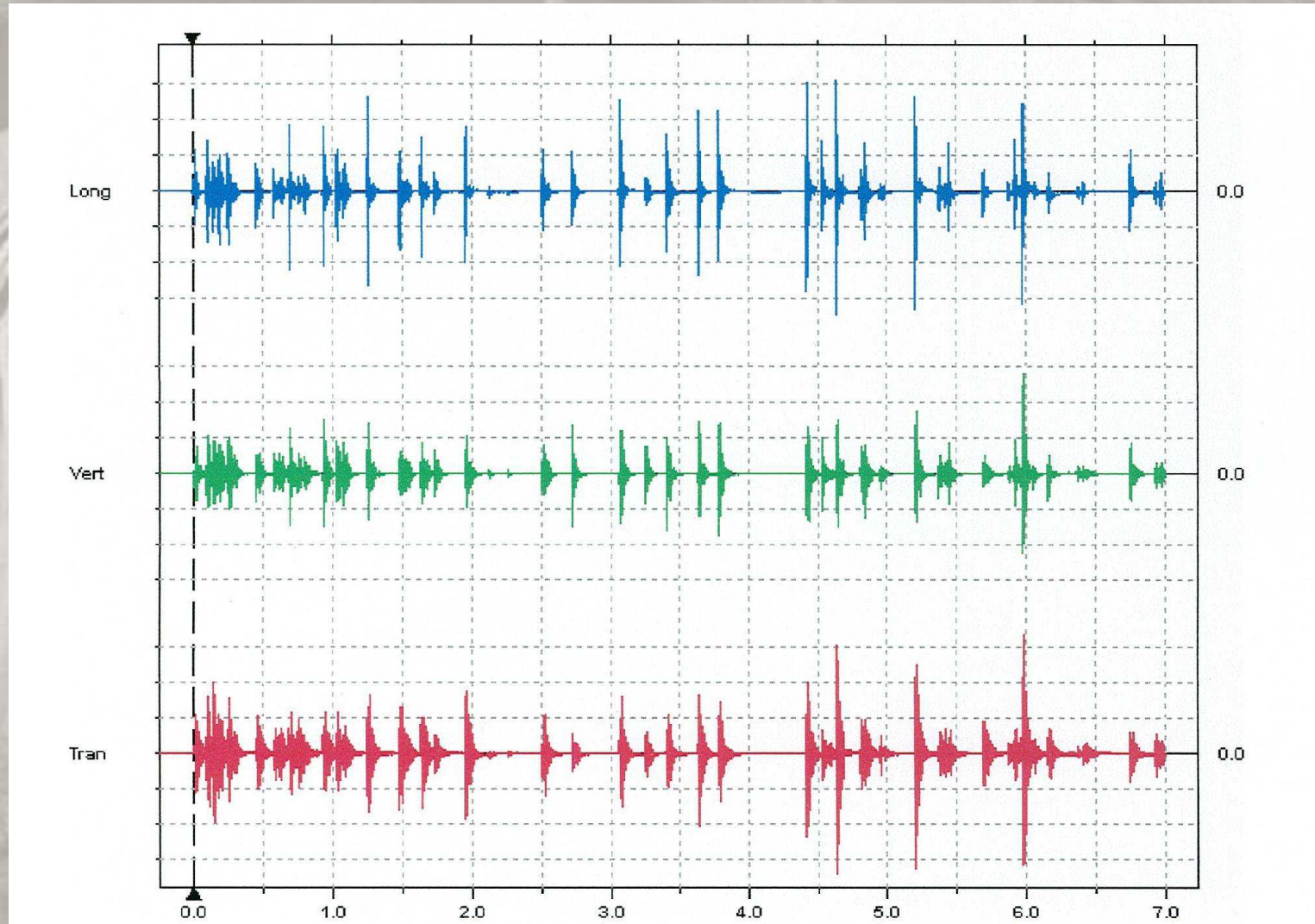
USBM R8507 And OSMRE (Standard <100Hz)



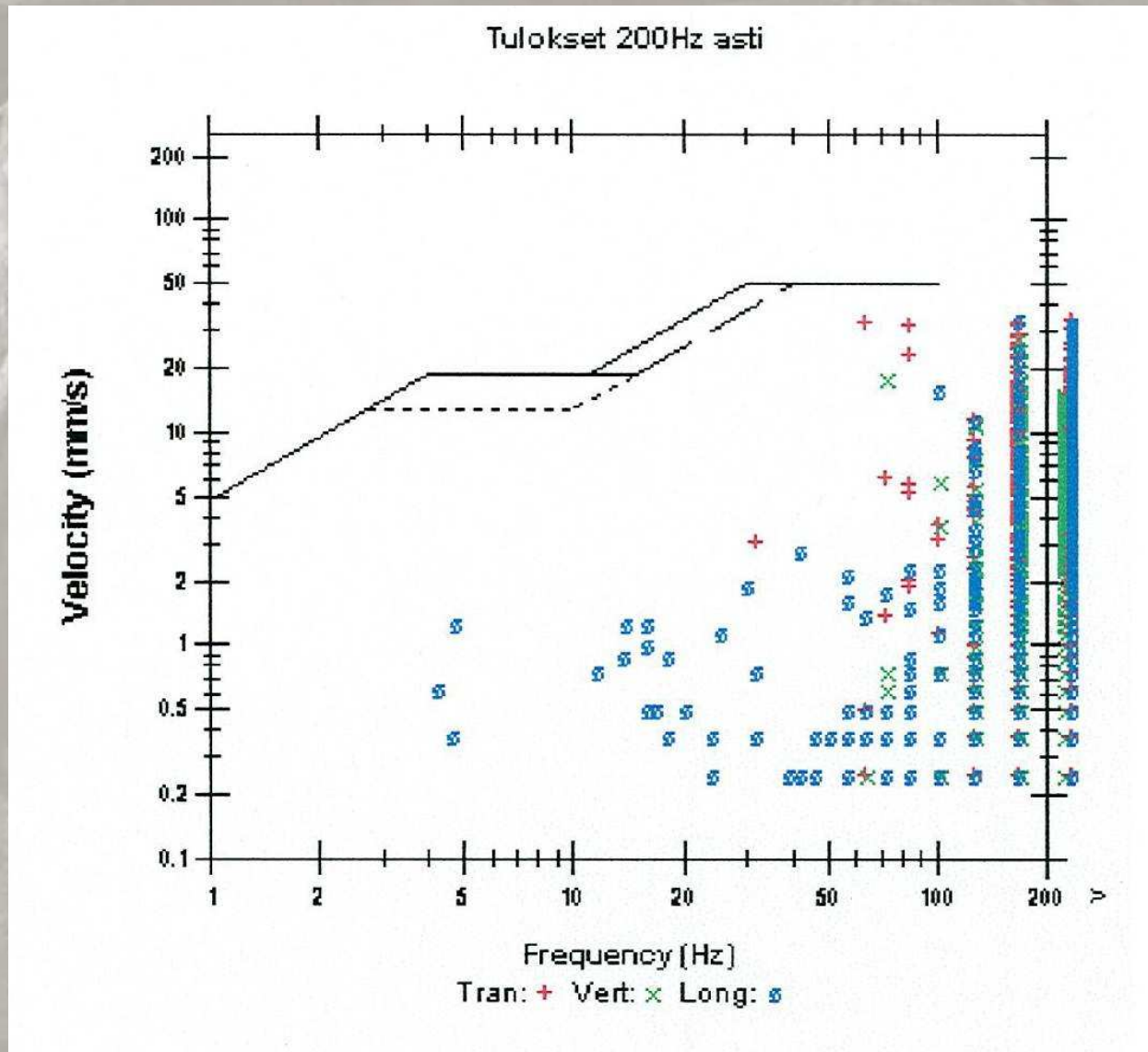
Peak Vector Sum 48.8 mm/s At 4.635 sec.



Monitoring trhacích prací



Monitoring trhacích prací



Stanovení ekvivalentní nálože

- Výpočet ekvivalentní nálože (ČSN 730040)

$$N_e = \left(\frac{V_p \cdot L_p}{K_v} \right)^2$$

kde:

- N_e nálož ekvivalentní [kg]
- V_p přípustná rychlost kmitání [mm/s]
- L_p vzdálenost od těžiště odstřelu [m]
- K_v koeficient horninového prostředí

Stanovení ekvivalentní nálože

maximální působení seismických účinků na
stavební objekty:

na zástavbu obytných, vícepodlažních domů

$$V_p = 20 - 25 \text{ mm/s}$$

na odolnou zástavbu (železobetonové
objekty)

$$V_p = 40 - 50 \text{ mm/s}$$

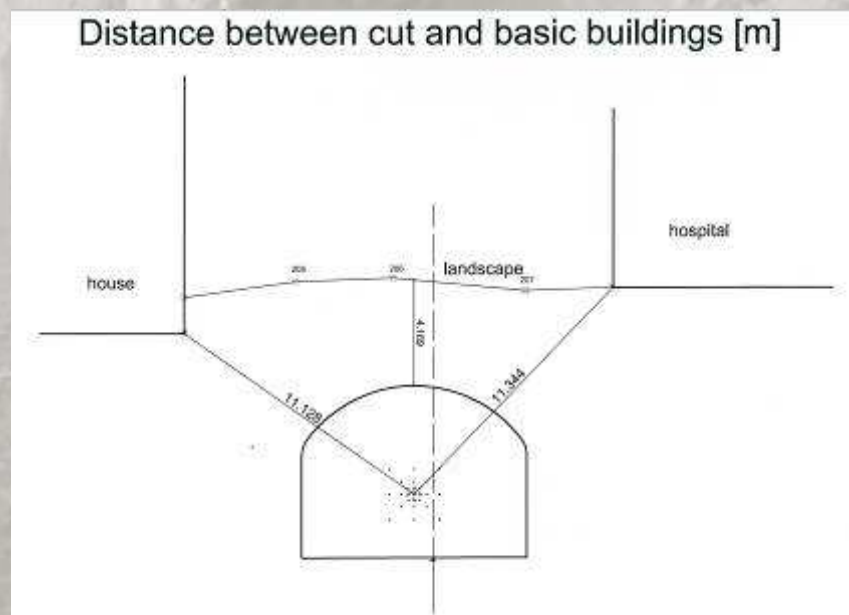
na historické objekty

$$V_p = 10 - 15 \text{ mm/s}$$

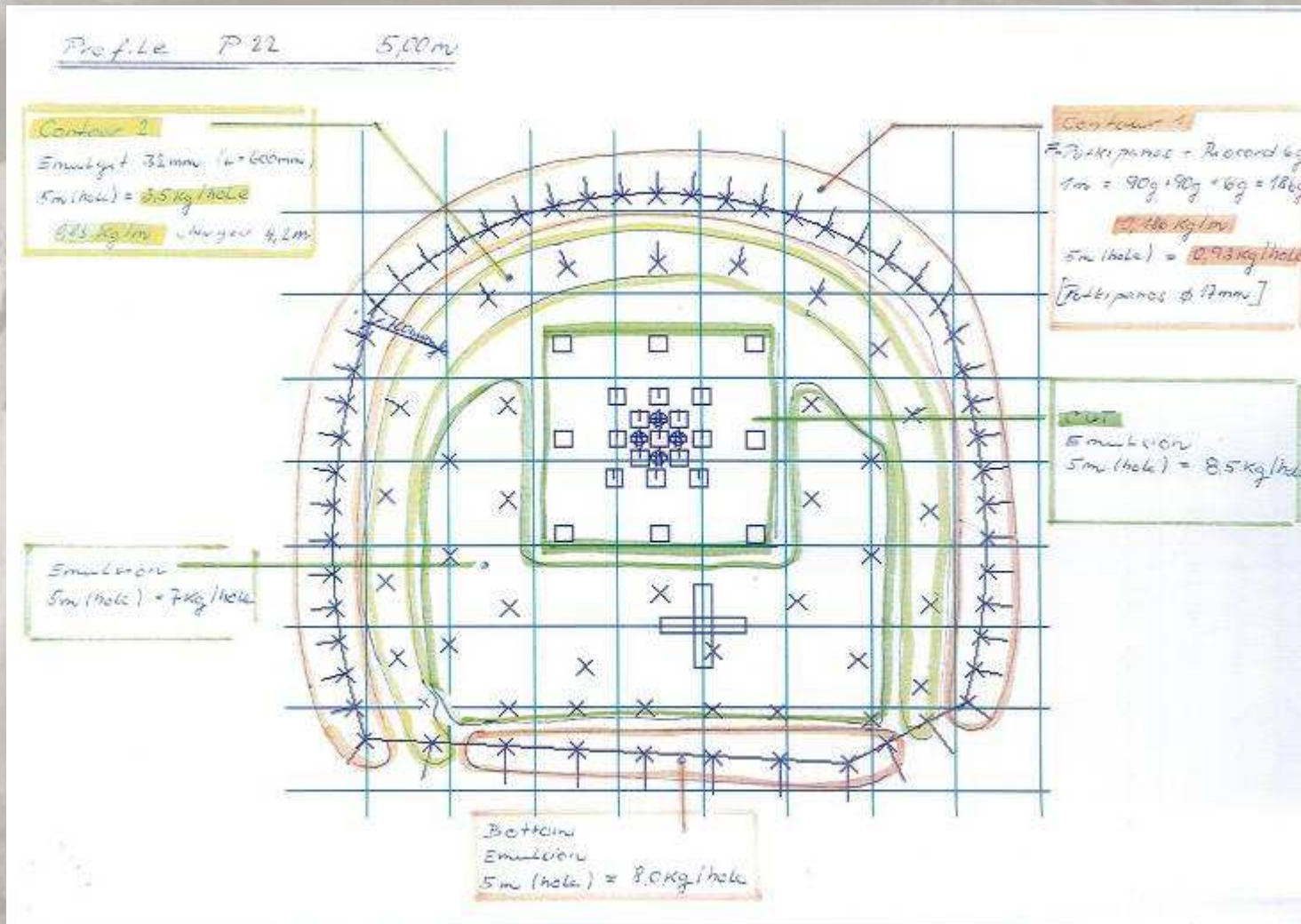
Stanovení ekvivalentní nálože

L_p vzdálenost od těžiště odstřelu m

- Odčítáním vzdálenosti těžiště odpalu z mapových podkladů
- Použitím speciálních programů pro sledování ražby



Projektování trhacích prací



Neelektrický roznět

- RIONEL LP

Rozbuška číslo	Interval zpoždění
• 1-10	100 ms
• 10-20	200 ms
• 20-60	500 ms
• 60-90	1000 ms

RIONEL LP
 Non Electric Long Period Delay Detonator
www.maxam-corp.com

RIONEL LONG PERIOD

The RIONEL LP series has been designed for use in underground mining and tunnelling, both in non flammable environments.

The delays of the RIONEL LP series are longer than those of the RIONEL MS series and are used in confined underground blasting where longer delays are required.


The RIONEL LP detonator can prime RIOBOOSTER, RIOGEL, RIOHIT, RIO SPLIT and the full range of MAXAM's detonator-sensitive explosive products.

All RIONEL LP include a J-Hook type connector to ease the connection to a line of RIOCORD detonating cord (5 gram/meter minimum)


The RIONEL LP series is highly reliable and precise, features that are extremely important in underground blasting.

Advantages

- Safe, reliable and user friendly
- Safe against extraneous electric currents
- Shock tube designed to resist high tensile strength and elongations, avoiding its damage under normal operating conditions.
- The design, colours, labels and packaging ease its visibility and identification.



- 1 Shock tube with 3 layers coiled in a "figure 8" configuration which eases deployment and avoids tangles.
- 2 #8 strength Detonator fitted with a double crimp.
- 3 "J-Hook" to ease its connection to RIOCORD (5 g/m minimum).
- 4 Water resistant label which includes Delay Period, Timing, Length and Lot Number.
- 5 The fastening band is easy to break manually in order to achieve a quicker loading operation.



01LPENG0610V1

Neelektrický roznět

- RIONEL MS

Rozbuška Interval
číslo zpoždění

- 1-10 25 ms
- 10-30 50 ms

- Kombinace řady LP+MS umožní nabít 41 vývrtů v rozdílných časech

RIONEL MS
Non Electric Millisecond Delay Detonator
www.maxam-corp.com

RIONEL
MILISECOND

The RIONEL MS series has been designed for use as a down-the-hole detonator in standard blasting scenarios.

RIONEL MS are manufactured in a series of varying delay timings and when used in combination with RIONEL SCX surface connectors, offer a multitude of initiation sequence options. RIONEL MS are highly accurate delays that reduce risk of timing overlap.

The RIONEL MS detonator can prime RIOBOOSTER, RIOGEL, RIOHIT, RIO5PLIT and the full range of MAXAM's detonator-sensitive explosive products.

3.0m, 4.8m and 6m Rionel MS include a J-Hook type connector to ease the connection to RIOCORD (5 gram/meter minimum) detonating cord.

Standard RIONEL MS detonators are coiled in a patented "figure 80" configuration which ensures tangle free deployment. Longer units are provided in spools also to ensure convenient tangle free deployment.

Advantages

- Safe, reliable and user friendly
- Safe against extraneous electric currents
- Shock tube designed to resist high tensile strength and elongations, avoiding its damage under normal operating conditions.
- The design, colours, labels and packaging ease its visibility and identification.



1. Shock tube with 3 layers coiled in a "figure 80" configuration which eases deployment and avoids tangles.

2. #6 strength Detonator fitted with a double crimp.

3. The fastening band is easy to break manually in order to achieve a quicker loading operation.

4. Water resistant label which includes Delay Period, Timing, Length and Lot Number.

"J-Hook" to ease its connection to RIOCORD (5 g/m minimum). Available only for 3.0, 4.8m and 6m length units.

MAXAM

01MSEng06 10V1

Neelektrický roznět načasování a zapojení

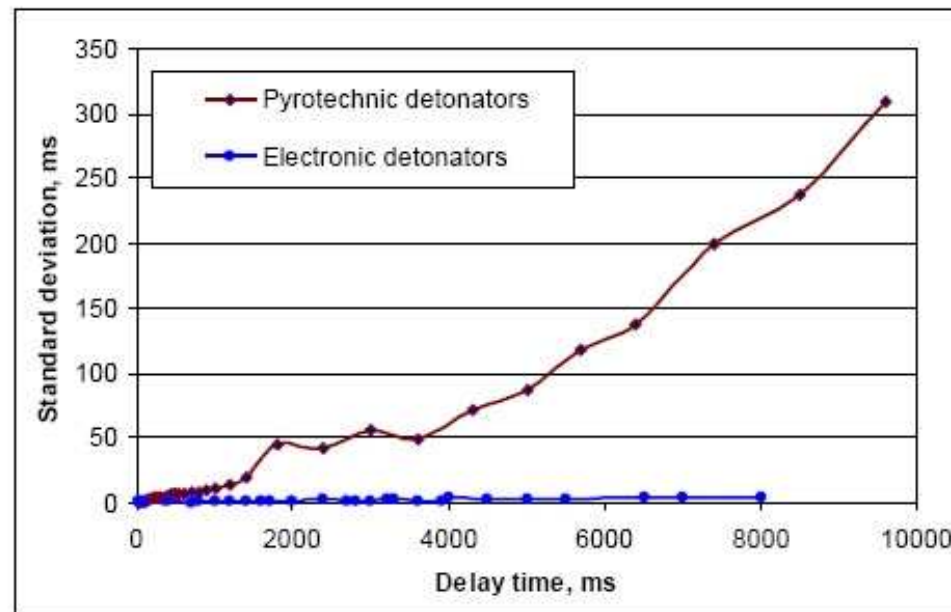


Neelektrický roznět

- Nevýhody

Časování je řízeno hořením pyrotechnických složí ve zpozdovačích v rozbuškách

Comparison of the accuracy between electronic and pyrotechnic detonators



Neelektrický roznět

- Nevýhody

Při požadavku na malou nálož v jednom časovém stupni nutné vytváření individuálně zpožděných sektorů v čelbě



Nabíjení čelby náložkovými trhavinami

- Použití v zastavěném území
- Přesná konstrukce nálože ve vývrtu
- Radiální a axiální odlehčení nálože



Strojní nabíjení

- ⇒ urychlení operace nabíjení až o polovinu
- ⇒ zvýšení bezpečnosti při manipulaci s výbušninami
- ⇒ snížení rizika úrazu na čelbě
- ⇒ odstranění rizika krádeže a zneužití trhavin

Výhody strojního nabíjení

- ⇒ není třeba stavět nákladné sklady výbušnin
- ⇒ odpadá přeprava výbušnin v režimu ADR v městské aglomeraci
- ⇒ skladování nevýbušných komponent v běžných skladovacích prostorech

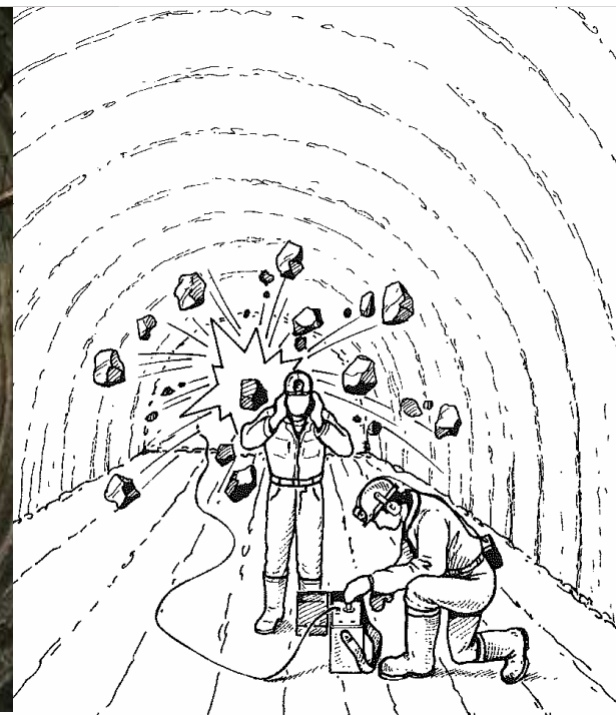
UTP 03 CASSETTE



- Nádrž na vodu - 200 litrů
- Nádrž na propylgovač (dusitan sodný) - 50 litrů
- Matrice, 1500 litrů
- Kyselina octová, nádrž na 50 litrů

Používané výbušniny

- ⇒ emulzní trhavina - náložkovaný Emulgit LWC AI, \emptyset 32, \emptyset 36, \emptyset 40/600 mm
- ⇒ emulzní trhavina- čerpaný Emulgit RPT
- ⇒ obrysová trhavina Riogur FCD
- ⇒ Riocord 80, 100 g/m



Děkuji za pozornost