



b) NONEL UNIDET, järjestelmä


**Tehtävä 4:** Laske suunnittelemasi Firex VA-L räjäytyskentän kokonaisvastus ja piirrä kytkentä: 4p

Runkokaapelin kokonaisvastus:  $8,6 \Omega$

Runkokaapelin pituus: 130 m

Jatkojohtojen kokonaispituus: 71 m

Jatkojohtojen vastus:  $6,0 \Omega/100 \text{ m}$

Firex VA-L vastus:  $3,6 \Omega$

- a) sarjaankytkentä
- b) rinnankytkentä (3 sarjaa)

**Tehtävä 5:** Louhinta ja ympäristö:

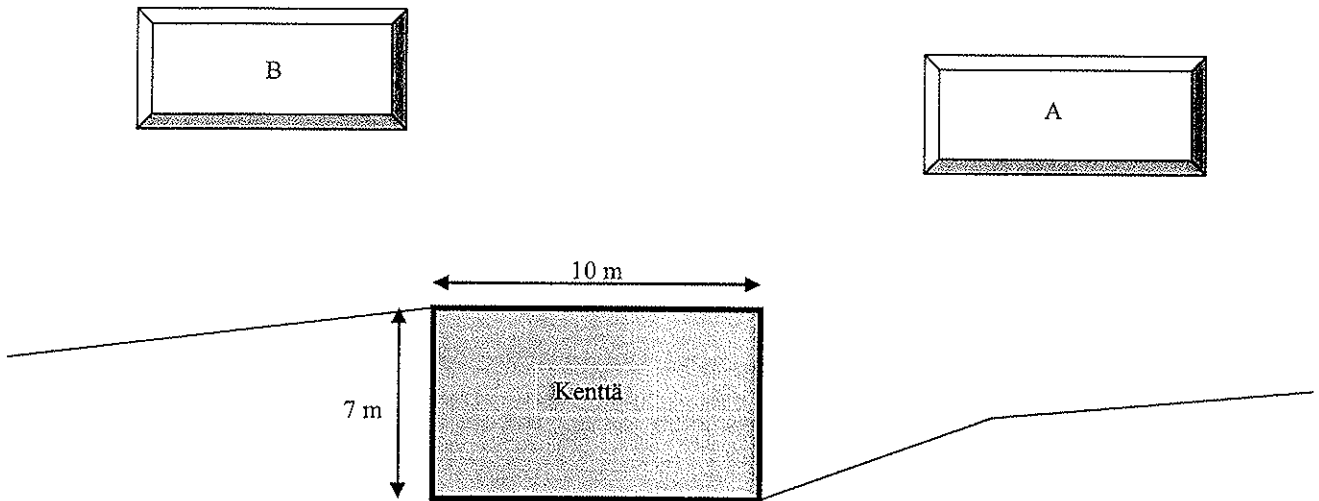
4p

- a) Miten voit pienentää kalliotärinää louhintatyömaalla?
- b) Luettele hallitsemattoman kivenheiton yleisimmät syyt ja niiden hallintatavat

**Tehtävä 6:** Louhintasuunnitelman laatiminen annettujen lähtötietojen mukaan.

10p

Yleiskuva työmaalta



PERUSTIEDOT:

Reikäkoko  $d = 45 \text{ mm}$

Pengerkorkeus = 2,0 m

Porareikien kallistus: 4:1

Rakennus A: kevytbetonitalo kalliolla  $k=150$

etäisyys 30 m

Rakennus B: betonitalo, kalliolla  $k=280$

etäisyys 22 m

Kalliolaatu: homogeeninen, rakoilematon

Ei tarkkuuslouhintavaatimuksia

Ei peittämistarvetta

Vaadittava ominaispanostus: yli  $330 \text{ g/m}^3$

Tee räjäytyssuunnitelma:

- suurin sallittu heilahdusnopeus  $V_{\max}$
- momentaaninen räjähdysainemäärä  $Q_{\text{mom}}$
- reikäpanos  $Q$  ja etutäyte  $H_0$ , piirrä kuva
- reikäasettelu (etu  $V$  ja reikäväli  $E$ )
- todellinen ominaispanostus  $\text{kg/m}^3$

**APUMATERIAALIA TENTIN SUORITTAJALLA**

*Rakennustapakerroin F<sub>k</sub>\**

Rakenneluokka (hyväkuntoinen rakenne)	Rakennustapakerroin F <sub>k</sub>
1. Raskaat rakenteet kuten sillat, laiturit jne.	2,00
2. Betoniset tai teräsrunkoiset teollisuusrakennukset, ruiskubetonoidut kalliotilat	1,50
3. Tiili- ja/tai betonirunkoiset toimisto- ja liikerakennukset Betoni-perusteiset puutalot, kivijalalle perustetut puutalot	1,20
4. Betoniset tai tiiliset asuinrakennukset (rakenteessa ei saa olla kevytbetonia, kalkki-hiekkatiiltä tai muuta tärinäarkaa materiaalia), ruiskubetonimattomat kalliotilat, kunnallistekniset johdot ja maakaapelit, sitoutumisvaiheessa oleva betoni (ikä 7-21 vrk)	1,00
5. Rakennukset, joissa on kevytbetonirakenteita, sitoutumisvaiheessa oleva betoni (ikä 3-7 vrk)	0,75
6. Erikaisen tärinäherkät rakennukset kuten museot, kirkot ja muut rakennukset, joissa on korkeita holveja tai muita rakenteita, joissa on suuria jännevälejä; rakennukset joiden julkisivut ovat kalkkihiekkatiiltä, sitoutumisvaiheessa oleva betoni (ikä alle 3 vrk)	0,65
7. Hajoamisasteessa olevat historialliset rakennukset kuten rauniot	0,50

\* Näiden arvojen käyttö edellyttää erityistä tärinätekniistä asiantuntemusta

Etäisyys tarkastelun kohteena olevaan rakenteeseen tms. (m)	Materiaali, jolle rakenne on kiinnitetty tai perustettu		
	Löyhä moreeni Hiekka Sora Savi (mm/s)	Kiinteä moreeni Liuska Pehmeä kalkkikivi (mm/s)	Granitti Gneissi Kova kalkkikivi "Kova" hiekkakivi (mm/s)
1	18	35	140
5	18	35	85
10	18	35	70
21	15	28	55
30	14	25	45
50	12	21	38
100	10	17	28
200	9	14	22
500	7	11	15
1000	6	9	12
2000	5	7	9

Samanaikaisesti räjähtävä räjähdysainemäärä (Q) ja värinäjohtavuuskerroin (k) etäisyyden (R) ja heilahdusnopeuden (v) funktiona (Nitro Consult Ab, Sweden). Kokemusperäisiä k:n maksimiarvoja, joiden mukaan Q:n arvot on laskettu.

Etäisyys R (m)	Heilahdusnopeus v (mm/s)							k-kerroin
	9	12	18	25	35	50	70	
	Samanaikaisesti räjähtävä räjähdysainemäärä Q (kg)							
5	-	-	-	0,04	0,08	0,17	0,34	400
10	-	0,04	0,08	0,16	0,32	0,65	1,3	350
15	0,05	0,09	0,2	0,4	0,8	1,6	3,1	300
20	0,11	0,21	0,46	0,89	1,75	3,6		250
25	0,25	0,45	1,0	1,95	3,8	7,8		200
30	0,59	1,1	2,4	4,6	9,0			150
35	1,1	1,9	4,3	8,2	16,2			125
40	2,1	3,6	8,2	15,8				100
45	3,0	5,4	12,1					90
50	4,5	8,0	17,9					80
75	12,5	22,1						65
100	32,4							50

**Firex VA-L Sähköräjäytysnallien järjestysnumerot ja paloajat:**

Järjestys-numero	paloaika ms		järjestys-numero	paloaika ms
1	25		11	275
2	50		12	300
3	75		13	325
4	100		14	350
5	125		15	375
6	150		16	400
7	175		17	425
8	200		18	450
9	225		19	475
10	250		20	500

**Käytettävissä olevat NONEL-Kytinkappaleet:**

Snapline SL 0  
 Snapline SL 17  
 Snapline SL 25  
 Snapline SL 42  
 Snapline SL 67  
 Snapline SL 109

**Maksimiedun laskeminen eri räjähdysaineille,  $l_b$  = pohjapanos kg/m:**

$$V = 1,47\sqrt{l_b} \quad \text{Fordyn}$$

$$V = 1,42\sqrt{l_b} \quad \text{Kemix A}$$

$$V = 1,36\sqrt{l_b} \quad \text{ANFO}$$

$$V = 1,44\sqrt{l_b} \quad \text{Kemitti 510}$$

PERUSTIETOA RÄJÄHDYSAINEISTA

Räjähdyssaine	Ø x pituus (mm)	Paino (g netto)	Panostus (kg/m <sup>3</sup> ) <sup>3)</sup>	Räkoilu- vyöhyke (mm) <sup>2)</sup>	Tiheys (kg/dm <sup>3</sup> )	Räjähdyksenopeus (m/s) (vaihtelee patruunakoon mukaan)	Voima/painoyksikkö (s)
Fordyn	24x200	130	0.65	1.4			
	29x200	200	1.00	1.8			
Dynomif	35x380	500	1.32				
Fordyn	43x560	1100	1.96	3.1			
	50x560	1600	2.86	3.7			
	55x560	1900	3.39	4.2	1.45-1.55	2500-6000	1.06 **
	60x560	2100	3.75	4.6			
	65x560	2500	4.46	5.1			
	75x500	3100	6.20	5.8			
	85x500	4200	8.40	6.9			
Redex	49x560	3100				6900-7200	
NobelPrime	15x150	25			1.45-1.55	> 6000	1.23 **
Anitti	28x400	275	0.69	1.4			
	32x400	370	0.93	1.8			
	36x400	460	1.15	2.0			
	40x400	550	1.38	2.3	1.00-1.20	2500-4500	1.08 **
	50x400	850	2.13	3.0			
	60x400	1200	3.00	3.8			
	70x400	1500	3.75	4.6			
Kemix A	32x530	530	1.00	1.8			
	36x530	670	1.26	2.2			
	40x530	830	1.57	2.5			
	50x530	1250	2.36	3.3			
	55x530	1560	2.94	3.7	1.15-1.20	4600-5600	0.96 **
	60x530	1800	3.40	4.1			
	65x530	2100	3.96	4.5			
	70x530	2500	4.72	5.0			
Anfo			4.13 (Ø 76mm)	4.6	n. 0.90	3000 - 3500	1.00
	Anfo 800		3.63	4.3	n. 0.80	3000 - 3500	1.00 **
	Anfo 600		2.72	3.6	n. 0.60	2500 - 2800	0.90 **
	Ahti-Anfo		4.13	4.6	n. 0.90	3000 - 3500	0.95 **
Plito-Anfo		4.13	4.6	n. 0.90	3000 - 3500	0.90 **	
Kemiitti	510		4.99 (Ø 76mm)	5.2	n. 1.10	4200 - 5500	0.78 **
	810		4.99 (Ø 76mm)	5.2	n. 1.10		0.78 **
KK-putkipanos	17x460	90	0.20	0.1	n. 1.00	n. 1700	0.34 **
K-putkipanos	17x460	95	0.20	0.10	n. 1.00	n. 2000	0.38 **
F-putkipanos	17x460	90	0.21	0.4	n. 1.10	n. 2400	0.58 **
Kemix A putki	17x1000	220	0.22	0.4	n. 1.00	n. 4500	0.77 **
	22x1000	420	0.42	0.8	n. 1.20	n. 5000	0.96 **
	25x1000	550	0.55	1.0	n. 1.20	n. 5000	0.96 **
	29x1000	740	0.74	1.3	n. 1.20	n. 5000	0.96 **
	32x1000	900	0.90	1.5	n. 1.20	n. 5000	0.96 **
	39x1000	1350	1.29	1.8	n. 1.20	n. 5000	0.96 **