

Louhinta- ja kalliotekniikan päivät  
Helsinki 17.-18.1.2019

**KIVEN SINKOILUN HALLINTA  
ASUTUN ALUEEN  
LOUHINNASSA**

Jouko Salonen

Louhintatekninen asiantuntija

Koulutuspäällikkö

# MIKÄ ON KANSI?

UN-CHARGED HEIGHT

**Kannen paksuus on reiän suuntainen etäisyys etutäytteen alareunasta kallion pintaan.**



## TURVALLISUUS:

”mikään etäisyys r-aineesta tai etutäytteen alapinnasta kallion pintaan ei saa alittaa ~2/3:aa kannen paksuudesta.”

Oikea kansi + tämä ehto

=>

**EI SINKOILUA!**

# SINKKOILU/PEITTÄMINEN

Mikä on vaarallinen alue?

- Pienenee jos peitetään, paljonko?
- Mikä on vaikutus jos muutetaan kantta, reikäkokoa, r-ainetta, heittosuuntaa?

Peittämisohje:

- Montako kerrosta mattoja laitetaan?
- ...kuinka pitkälle reunojen yli?



# Sinkoilu voidaan jakaa ~neljään luokkaan:

1. Liian pieni kansi (“cratering”)
2. Liian pieni etu rintauksessa (“face bursting”)
3. Reikien korkkaaminen (“rifling”)
4. Rikot ja kynnet
  - Iso panos suhteessa etäisyyteen panoksesta kiven pintaan



LUSTAN / RUHJEEN LÄPI  
PUHALTAMINEN



Kaikkia sinkoiluriskejä  
voidaan hallita peittämällä!

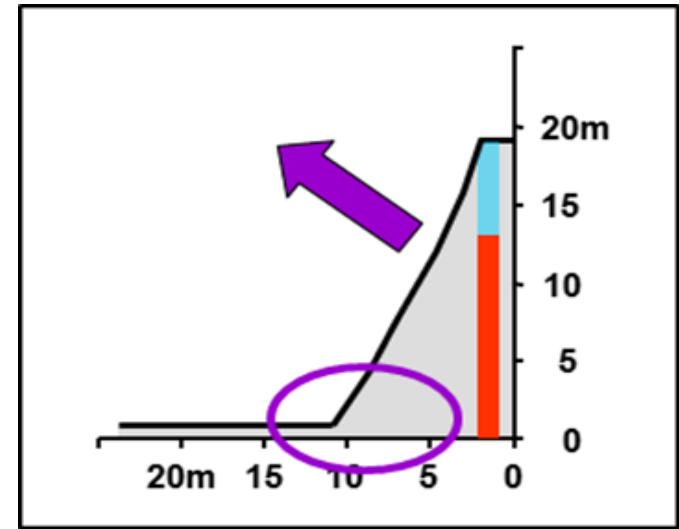


# SINKKOILU:

$$L_{max} = \left(\frac{k^2}{9.8}\right) * \left(\frac{\sqrt{Q_1}}{B}\right)^{2.6}$$

missä

- $L_{max}$  = sinkoilun maksimietäisyys [m]
- $k$  = kivilajivakio, graniitilla 27
- $Q_1$  = panostusaste [kg/m]
- $B$  = etu [m]



*Kaikkein vaarallisin tilanne: Yliuuden edun takia pohja ei irtoa joten paine kasvaa. Ylempänä rintauksessa on pienentynyt etu josta lohkat lentävät kauas.*

Alan B. Richards, Adrian J. Moore: Flyrock Control – By Change or Design (ISEE 2002)

## Sinkoilun laskennallinen maksimietäisyys:

	Panostusaste $Q_1$ [kg/m]	k	Etu B [m]				
			0.5	1	2	2.5	3
	0.125	27	<b>30</b>	<b>5</b>			
Dyn 24 mm	1	27	<b>451</b>	<b>74</b>	<b>12</b>	<b>7</b>	<b>4</b>
Kemix 55 mm	3	27	<b>1881</b>	<b>310</b>	<b>51</b>	<b>29</b>	<b>18</b>
Kemiitti 76 mm	5	27	<b>3655</b>	<b>603</b>	<b>99</b>	<b>56</b>	<b>35</b>
	10	27	<b>8999</b>	<b>1484</b>	<b>245</b>	<b>137</b>	<b>85</b>



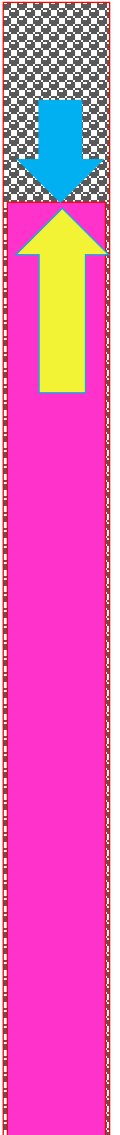
# Paine porareiässä vaikuttaa kannen paksuuteen

- Reikäpanos [kg]
  - Reikäkoko [mm], pengerkorkeus [m]
  - Käytetäänkö jaettua panosta?
  - Jätetäänkö tyhjää r-aineen ja murskeen väliin
- Räjähdysaine
  - Kaasutilavuus
  - Energiasisältö
  - Tiheys
  - Räjähdysnopeus (VOD)
  - $D_{r-aine}/D_{reikä}$
- Irtoaako/liikkuuko kivimassa (ELI ALKAAKO PAINE KASVAMISEN SIJAAN LIIKUTTAA KIVIMASSAA?)
  - Hidasteet
  - Paikallinen **ominaispanostus** [kg/m<sup>3</sup>]
    - Kallion muoto
    - Ryöstöt
    - **Porausvirheet**
- Kallion rikkonaisuus / suuntautuneisuus
  - Karkaako paine?
  - Pysyykö palonopeus (VOD)?
  - Täyttääkö vesi tyhjän tilan?
    - Vesi lisää r-kaasujen painetta



# ETUTÄYTTEEN KYKY vastustaa painetta

- Etutäytteen pituus [m]
- Reiän halkaisija [mm]
- Etutäytteen materiaali
  - Hienoaines estää kaasuja painamasta etutäytteen rakeita reiän seinämiin
  - Epätasainen muoto lisää kitkaa
  - Materiaalin korkeampi lujuus auttaa
- Vesi
  - Voiteluaine, kitka vähenee
  - Vesi estää kaasuja painamasta etutäytteen rakeita reiän seinämiin

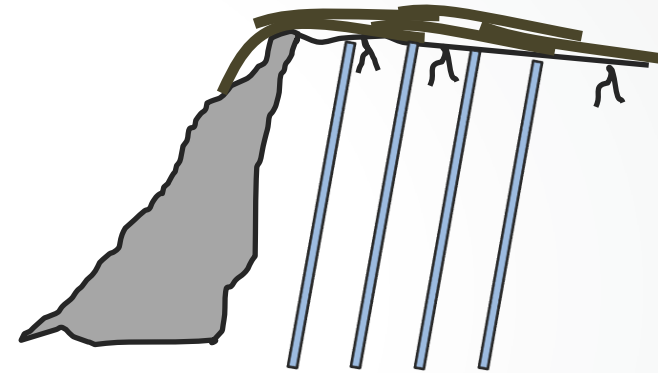


# Esimerkki peittämisohjeesta

määrävinä tekijöinä räjähdyskaasujen paine porareiässä ja porausvirheet

## Avolouhinta:

Montako kerrosta mattoja? (paino vähintään 50 kg/m <sup>2</sup> )		pengerkorkeus		
		< 5 m	5-10 m	> 10 m
Reikäkoko ≤ [mm]	34	<b>1</b>		
	51	<b>2</b>	<b>2</b>	
	76	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>4</b>



Mattojen on ulotuttava vähintään reikävälin (pl. harvareikärajäytys) verran panostettujen reikien ulkopuolelle (ja 0.5 m päällekkäin). Yli 8 m penkoissa 2\*reikävälin verran panostettujen reikien ulkopuolelle. Nämä myös kentän edessä, mutta tällöin matka mitataan rintauksen juuresta.

Louhetäkkäystä kentän edessä suositellaan, mutta mattojen on ulotuttava vähintään 1.0 m louheen päälle. (Louhe kaivetaan ensin pois rintauksen edestä ja laitetaan sitten haluttu määrä takaisin.)

**Kanaalilouhinnalle oma erillinen ohje!**



# IRTOAINEET JA SINKOILU

# Valtioneuvoston asetus räjäytys- ja louhintatyön turvallisuudesta 644/2011

## 9 § Räjähdeiden käyttäminen

Räjäytystyö on tehtävä ammattitaitoisesti, suunnitelman mukaisesti ja varovaisuutta noudattaen.

**Asutulla alueella** saa avolouhinnassa käyttää vain **patrunoitua räjähdettä tai vastaavan turvallisuuden takaavaa räjähdettä ja menetelmää.**

# Matinkylä, Espoo, 3.7.2012

- **Louhintaan liittyvässä räjäytyksessä lensi kiviä asuinhuoneistoihin, julkisiin tiloihin sekä lähiympäristöön aina 250 metrin päähän korttelin toisella puolella olevaan kauppakeskukseen saakka. Kiviä sinkoutui myös ampumasuuntaan katsoen kohtisuoraan vasemmalla sivulla olevaan kerrostaloon.**
- **Onnettomuudessa loukkaantui seitsemän henkilöä, joista kaksi vakavasti.** (Toinen loukkaantuneista miehistä sai kiven selkäänsä ja toinen sääreensä. )
- Onnettomuudessa vahingoittui 30 ajoneuvoa ja työkonetta. Kuuteen rakennukseen tuli vaurioita. **Omaisuuksivahinkoja kärsineitä asianomistajia oli yhteensä 44.**
- Työmaan louhinnoissa käytettiin **tavanomaisia patruonoituja räjähteitä, halkaisijaltaan sekä 40 ja 50 mm:ä.**



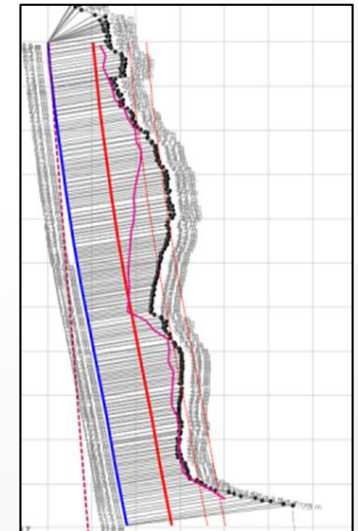
# Asutulla alueella saa avolouhinnassa käyttää vain patrunoitua räjähdettä tai vastaavan turvallisuuden takaavaa räjähdettä ja menetelmää.

## TURVALLISUUTTA LISÄÄVIÄ MENETELMIÄ/toimintatapoja:

- Heittosuunnan valinta turvallisuuden kannalta
- Ominaispanostus ja reikäkoko valittu turvallisuuden (eikä lohkokokovaatimuksen) perusteella
- Kalliolaatu huomioidaan panostuksessa kenttäkohtaisesti
- Poraus GPS-vaunulla
  - Vaunu mittaa reiän aloituspaikan, -suunnan ja pituuden
- Porauskaavion suunnittelu tietokoneella
- Rintauksen auki kaivaminen
- Rintauksen skannaus
- Reikäpoikkeamien mittaus
- Louhetäkkäys
- Avolustien havainnointi panostettaessa (ANO ja panostuskeppi)
- Lisätty kannen paksuus jos ei peitetä
- Lisätty kannen paksuus kosteuden perusteella (" +25 cm" jos vettä)
- Hienoainekseton etutäytemateriaali
- Peittämishojteen noudattaminen

- **JOS 50 % YLLÄOLEVISTA MENETELMISTÄ ON KÄYTÖSSÄ, PÄÄSTÄÄNKÖ VASTAAVAAN TAI PAREMPAAN TURVALLISUUSTASOON KUIN MATINKYLÄSSÄ 3.7.2012**

Räjäytys- ja louhintatöiden turvallisuusmääräykset selityksineen 2018:  
Sinkoutumisesta aiheutuvan vaaran estäminen muuten kuin peittämällä



# KIITOS, keskustelua olkaa hyvät...

Jouko Salonen  
Louhintatekninen asiantuntija  
Koulutuspäällikkö