



# VÄYLÄVIRASTO

## Väylärakenteiden materiaalit

Kiviaineksen murskausprosessi

---

EERO SORRI, YIT TEOLLISUUS OY



[yit.fi](https://www.yit.fi)

# Taustat

---

- Eero Sorri
  - Kivenmurskaamon työmaapäällikkönä Lemminkäinen Oyj 16 v.
  - Louhinnan ja murskauksen työpäällikkönä Rudus Oy 8 v.
  - Raaka-ainepäällikkönä YIT Teollisuus Oy / Päällystystoiminta 4 v.



# Kiviainesten kulutus ja käyttökohteet

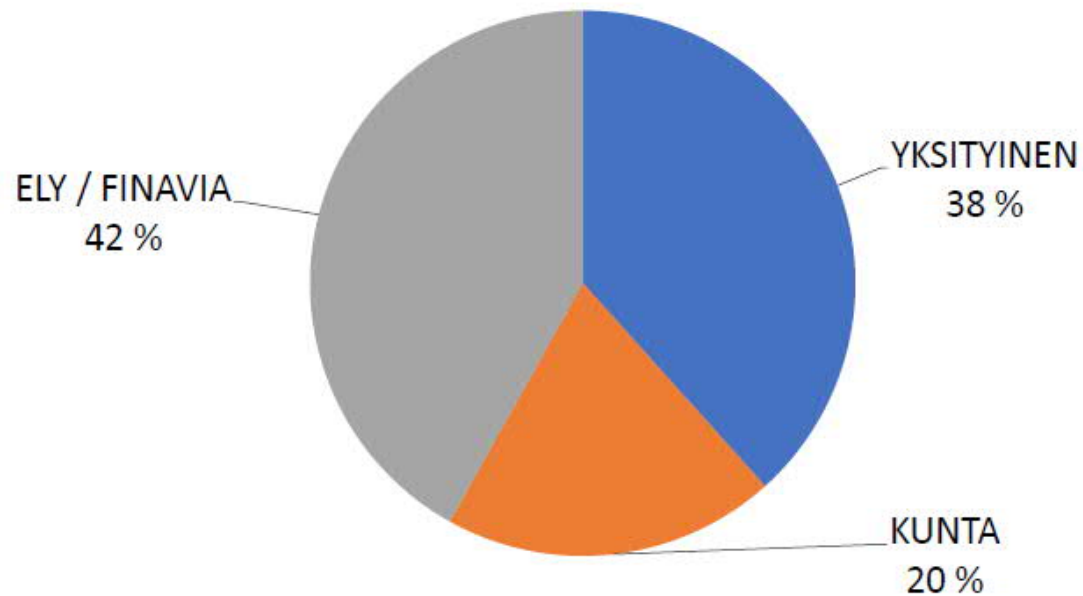
---

- Kiviainesten pääasialliset käyttökohteet ovat karkeasti jaoteltuna osuuksittain:
  - tie- ja radanrakennus 50 %
  - asfaltti (10 %)
  - betonituotteet (10 %)
  - talonrakennus (15 %)

[<http://www.gtk.fi/geologia/luonnonvarat/maa-aines/>]
- Kiviaineksia (sora, hiekkaa, kalliomurskeita ja -louheita) käytettiin 2018 noin 70 miljoonaa tonnia, vuonna 2008 110 miljoonaa tonnia

# Asfalttituotannon jakautuminen 2018

ASFALTTITUOTANNON JAKAUMA (%) 2018



- Noin 95 % asfaltista on kiviainesta

- Kiviaineksen kulutus asfaltin muodossa

ELY/FINAVIA: 2,43 milj. tonnia

KUNNAT: 1,16 milj. tonnia

YKSITYINEN: 2,2 milj. tonnia

Lähde: Infra ry

# Kiviaineksen laatuvaatimukset

---

- Tilaaja määrittää kiviaineksen vaatimukset
- Vaatimukset perustuvat eurooppalaisiin standardeihin ja kansallisiin normeihin
  - asiakas voi vaatia standardien ylittävää laatua
- Kohde siis määrittää tarvittavan kiviaineksen ja toteutettavat urakat vaikuttavat tuotantoon ottamisalueilla

# Erilaisia kiviainestuotteita

---

- **Betoniin:**
  - SrM 0/8 (KaM 0/8)
  - SrS 8/16, 16/32
- **Asfalttiin:**
  - KaM, SrM 0/4, 0/8, 0/11, 0/16, 0/22, 0/32
  - KaS, SrS 4/8, 8/11, 11/16, 11/22, 16/32
- **Tierakenteeseen:**
  - KaM, SrM 0/90, 0/63, 0/45, 0/32, 0/16
- **Radanrakennukseen:**
  - KaM 2/56 mm (EV)
  - RS 32/63 mm

# Asfalttipäällysteen kiviaineksien laatuvaatimukset

---

- Kiviaineksen lujuusluokka valitaan ajoradan keskivuorokausiliikenteen perusteella
- Kolme keskeistä kiviaineksen valintaperustetta; lujuus, muoto ja rakeisuusluokka
- Lujuusmäärittäminen nastarengaskulutuskestävyysluokkaan An (SFS EN 1097-9)
  - An 7 (yli 10 000 autoa / vrk)
  - An 10
  - An 14
  - An 19
  - An 30 (alle 500 autoa / vrk)
- Vastaavasti kiviaineksen muodon (litteyden) vaatimukset ovat riippuvaisia An luokasta ja keskivuorokausiliikenteestä
- Kiviaineslajikkeen prosenttisesta jakaumasta piirretty summakäyrä tulee olla normien ja standardin mukainen
- Päällystekiviaines ei saa olla rapautunutta, sisältää kiillettä, pehmeitä mineraaleja, sulfidimineraaleja tai kiisuja
- Kiviaineksella tulee olla bitumin tarttumisominaisuus

# Asfalttikiviainestuoanto

---

- Miten vaadittuihin laatuvaatimuksiin päästään ja mikä kaikki siihen vaikuttaa
- Tuotantoketju kalliosta kasalle....



# KIVIAINEKSEN OTTAMISEN VAIHEITA, LEMPÄÄLÄ

Kuva: Kristiina Hänninen YIT Teollisuus Oy



# Louhinta

---

- Kallioalueella kiviaines irrotetaan poraamalla ja räjäyttämällä
- Poraus suoritetaan tela-alustaisella poravaunulla

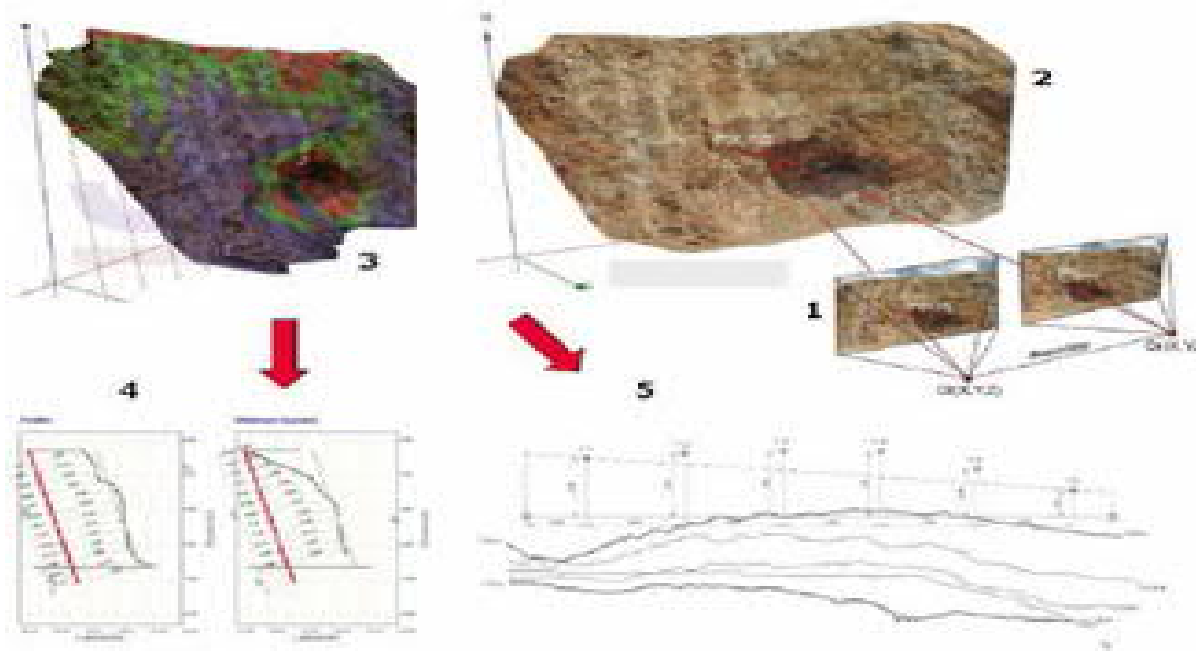
Kuva: Kreate Oy



# Asfalttituotannon kiviaines

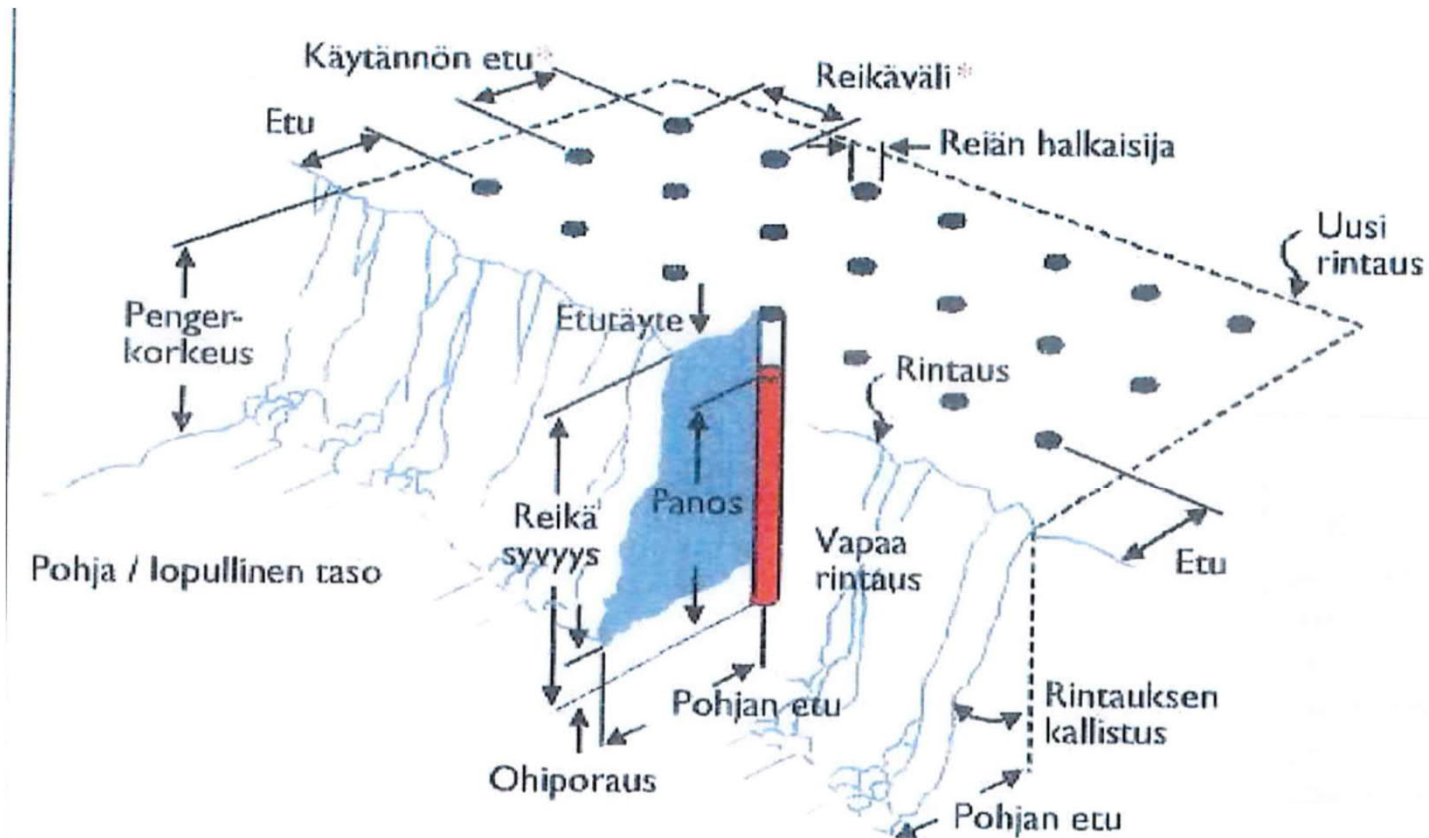
- **Louhinta ja sen suunnittelu palvelemaan loppukäyttäjää:**
  - - tutkitusti louhintatavan vaikutus An arvoon = 0-18 %
  - - tutkitusti louhintatavan vaikutus tuotejakauma % = 0-21 %

• Kuva: Rockmate Ltd Mike McLoughlin



# Louhinta: periaatekuva panostettavasta kentästä

- Kuva: A. Lislrud, Sandvik Rocktechnology



# Räjäytys

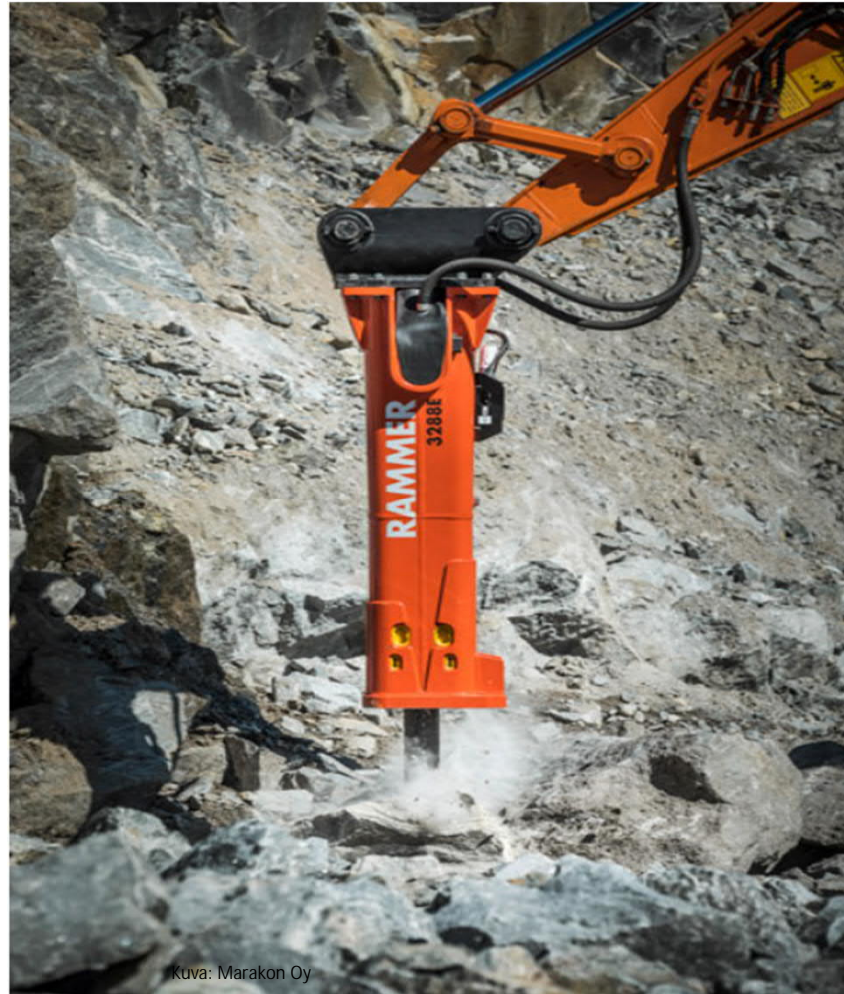
Kuva\_ Louhinta Kääntä Oy





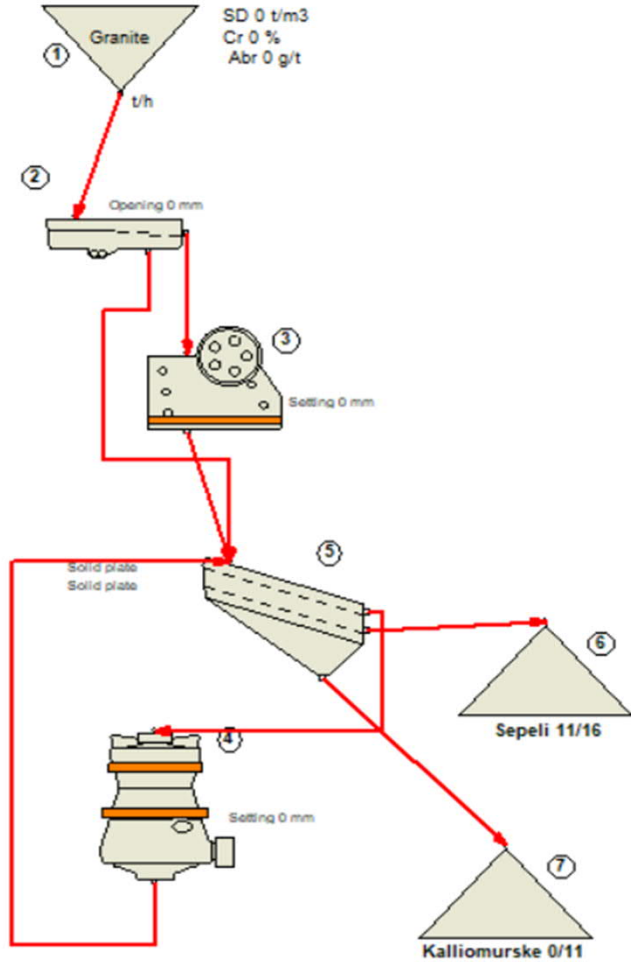
# Ylisuurten lohcareiden rikotus

---



Kuva: Marakon Oy

# Murskaustuotannon suunnittelu



BRUNO Process Simulation  
PLANT: **Kuusamo, Rautammin louhos**  
INFO:  
LICENSED USER: Eero Sorri  
DATE: 16.08.2019 15.00 ip.  
FILE: Flowsheet  
Bruno v 4.1.0.9, exe v4.0.0.88, DB v7.90, c1.00 s1.00 rn 211

NOTE! The capacities are maximum capacities in a continuous troublefree operation when feed material quality and grading curve corresponds to the theoretical curve used in this calculation. Long term capacities will fluctuate due to the variations in the feed and operating intensity of the plant.

Metso does not guarantee any of the calculation results without our separate written approval based on a detailed study of the case.



# Murskaus: leukamurskaimen toimintaperiaate

---

Kuva: Metso Minerals Oy





# Leukamurskain

---

- Kuva: Metso Minerals Oy



# Seula

---

Kuva: Harri Liimatainen, YIT Teollisuus Oy

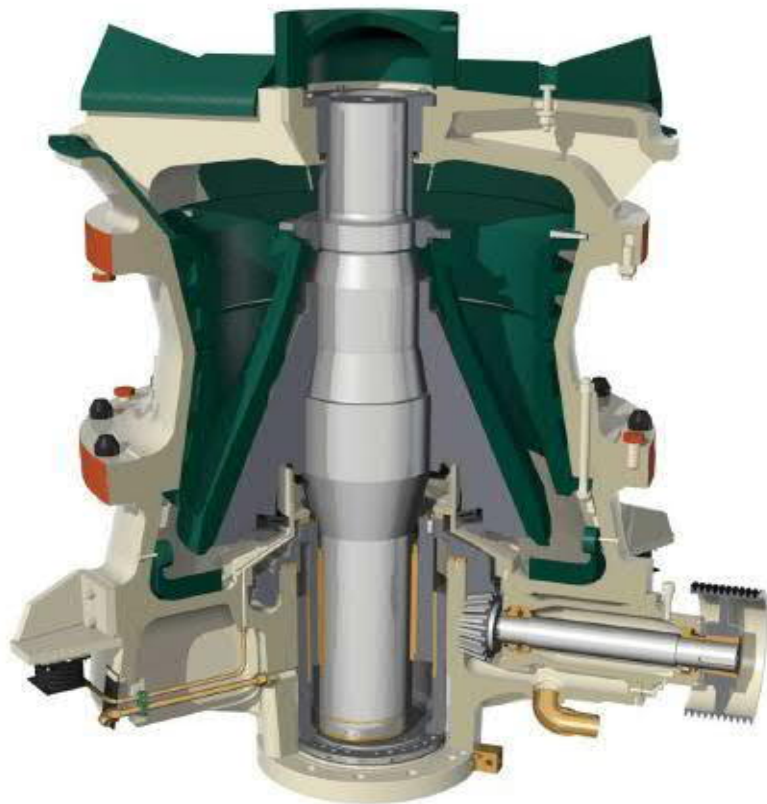


# Murskaus: kara / kartiomurskaimen toimintaperiaate

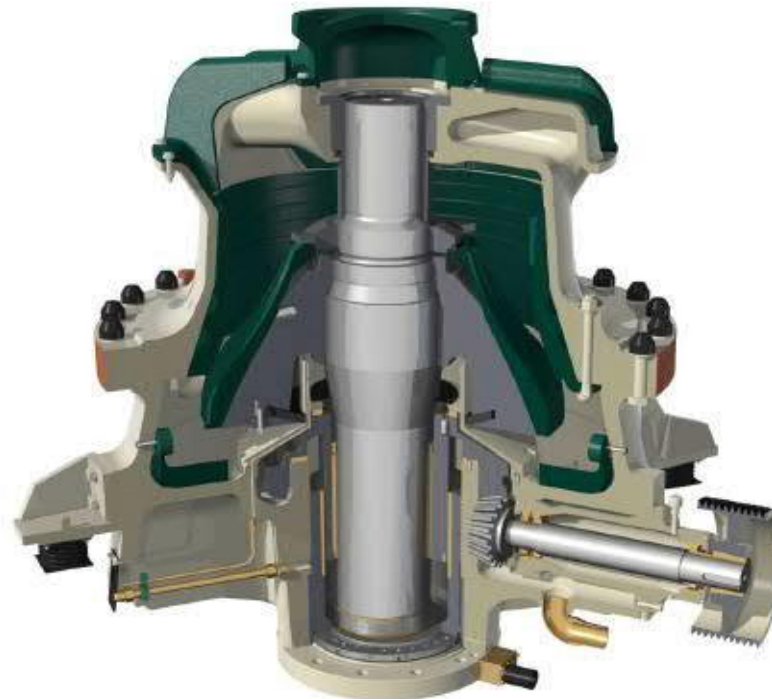
---

Kuva: Metso Minerals Oy

## Välimurskain (S)



## Hienomurskain





# Kartiomurskain

---

- Kuva: Metso Minerals Oy



# Kaksivaiheinen laitos

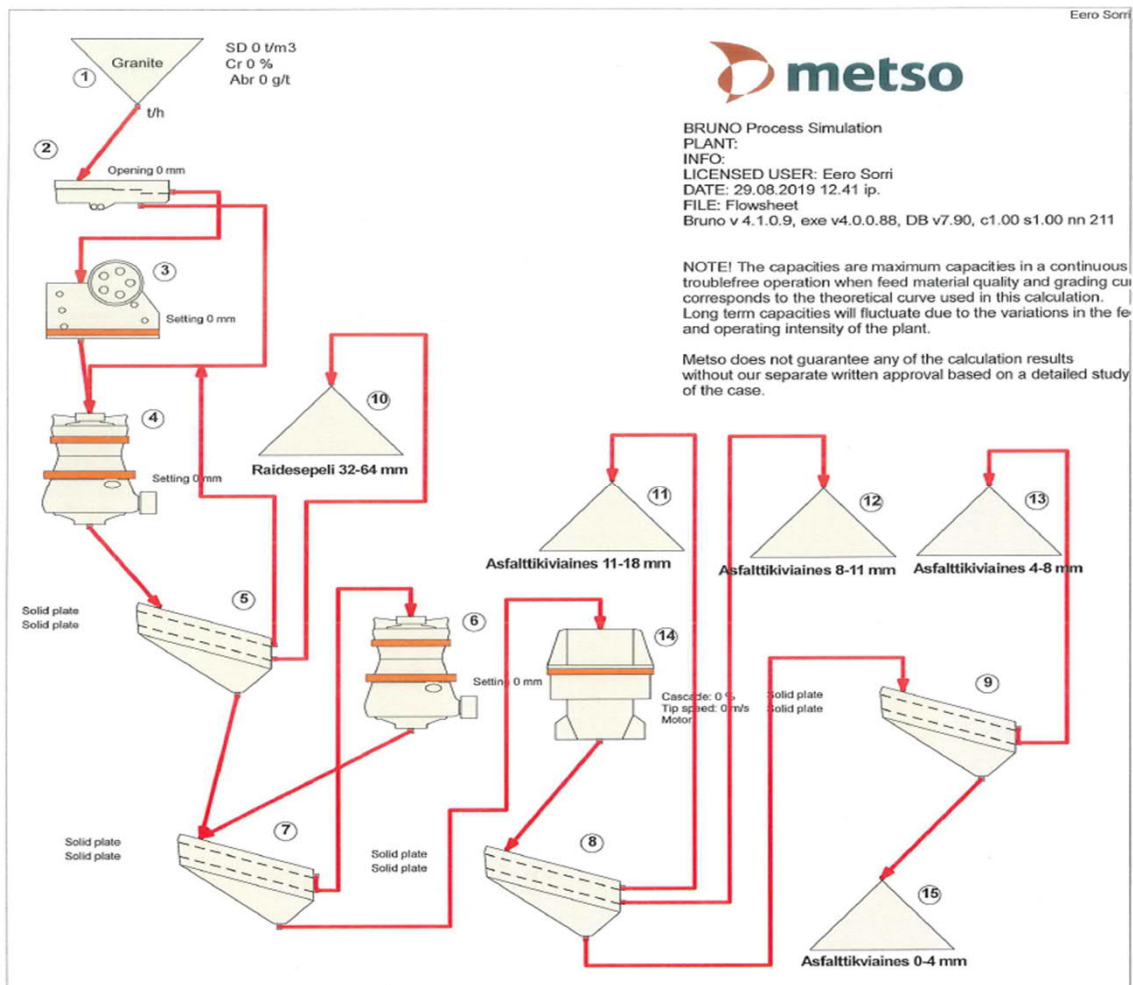
---

- Kuva Harri Liimatainen, YIT Teollisuus Oy





# Monivaiheinen laitos



# Monivaiheinen tuotantolaitos, Loviisa, Malmgård

Kuva: Eero Sorri, YIT Teollisuus Oy



# Seulonta

---

- Kuva: Kivisampo Oy





# Kiviaineksen muotoilu

---

- Kiviaineksen litteysluvun pienentämiseen **tai** rakeisuuden ”roikkuvuuden” parantamiseen käytetään keskipakomurskainta (VSI crusher).  
Laitteiden kauppanimiä mm. Barmac, Canica, Oresizer  
Suomalainen termi ”kubisointi”

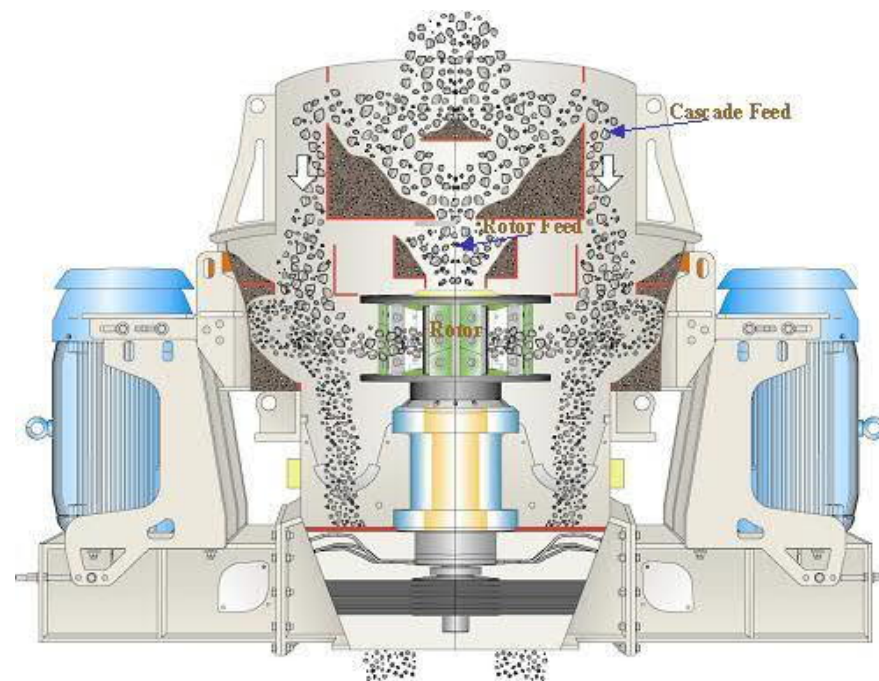
# Kiviaineksen muotoilu

---

- Mahdollisimman kestävästä päällysteestä varmistamiseksi useat tilaajat joko kieltävät tai määräävät keskipakomurskaimen käytön.
- Kiviaineksen jalostuksessa työ suunnitellaan alkaen louhinnasta, jatkuen murskauksien seulontojen ja varastoinnin kautta toimitukseen.
- Murskausvaiheina käytetään edellä kuvattuja murskaimia, keskipakomurskain mukaanlukien
- Kaikilla murskausvaiheilla haetaan nimenomaan kiviaineksen laadun parantamista. Yhden osa-alueen kieltäminen tai käyttöpakko on vähintäänkin erikoista.
- **Liian hyvän litteysluvun omaavan kiviaineksen kiellolle on kylläkin järkeenkäypä peruste.**

# Kiviaineksen muotoilu, toimintaperiaate

Kuva: Metso Minerals Oy



# Kiviaineksen muotoilu



Seutulan Kivianalaboratorio  
puh.

## KIVIAINESTUTKIMUS

SFS-EN 933-1  
pesuseulonta

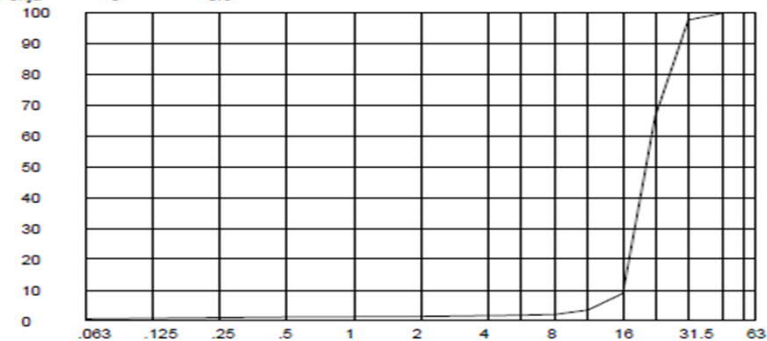
Työmaa VSI-kokeilu / Salo, Tupuri  
Lajite Syöte: KaM 16/32

Näyte no 4  
Päiväys 16.11.2016

Näytteen ottaja Mika Ajanko  
Klo: 10.00

### RAKEISUUS

# mm	seulalle jäi g	seulalle jäi %	läpäisy %	LITTEYS lajite # mm	lajitetta g	välppäseula mm	välppäseulan läp. g	litteys %
63			100	63 - 80		40		
56			100	50 - 63		31,5		
45			100	40 - 50		25		
31,5	30	2,3	98	31,5-40	30,0	20	0	0,0
22,4	415	31,4	66	25-31,5	278,6	16	19,1	6,9
16	758	57,4	9	20 - 25	376,2	12,5	37,3	9,9
11,2	72	5,5	4	16 - 20	516,9	10	20,9	4,0
8	18	1,4	2	12,5-16	55,4	8	8,7	15,7
5,6	4	0,3	2	10-12,5	28,5	6,3	0	0,0
4	2	0,2	2	8 - 10	6,2	5	0,8	9,7
2	3	0,2	1	6,3 - 8	3,1	4	0,8	25,8
1	2	0,2	1	5 - 6,3	1,4	3,15	0,1	7,1
.5	1	0,1	1	4 - 5	1,6	2,5	0,2	12,5
.25	2	0,2	1					
.125	3	0,2	0,8	litteys-% 8 - 12,5 mm				1,7
.063	3	0,2	0,8	litteys-% 12,5 - 20 mm				5,2
Pohja	8	0,6	0,6	litteysluku (SFS-EN-933-3)				6,8



Pvm 17.11.2016 Tutki Pertti Toikka

Tutkimustulos koskee vain tutkittua näytettä



Seutulan Kivianalaboratorio  
puh.

## KIVIAINESTUTKIMUS

SFS-EN 933-1  
pesuseulonta

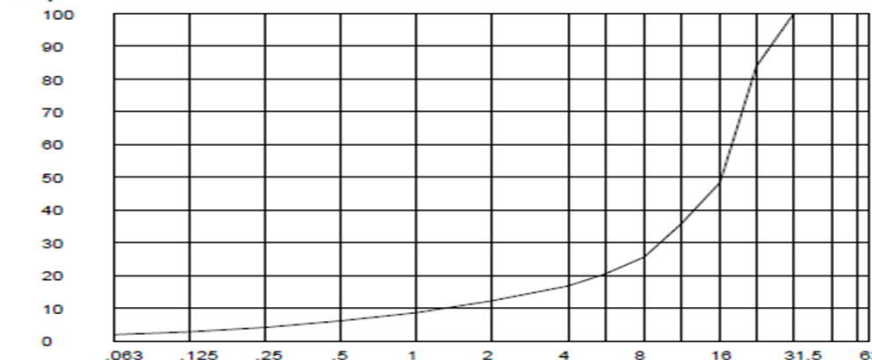
Työmaa VSI-kokeilu / Salo, Tupuri  
Lajite Tuote:Täysillä kierroksilla

Näyte no 6  
Päiväys 16.11.2016

Näytteen ottaja Pauli Kivimäki  
Klo:10.00

### RAKEISUUS

# mm	seulalle jäi g	seulalle jäi %	läpäisy %	LITTEYS lajite # mm	lajitetta g	välppäseula mm	välppäseulan läp. g	litteys %
63			100	63 - 80		40		
56			100	50 - 63		31,5		
45			100	40 - 50		25		
31,5	0	0,0	100	31,5-40	0	20	0	0,0
22,4	186	16,1	84	25-31,5	89,2	16	0	0,0
16	409	35,5	48	20 - 25	173,5	12,5	0	0,0
11,2	148	12,8	36	16 - 20	312,7	10	16,0	5,1
8	115	10,0	26	12,5-16	115,2	8	3,7	3,2
5,6	60	5,2	20	10-12,5	96,3	6,3	5,0	5,2
4	42	3,6	17	8 - 10	70,9	5	0,8	1,1
2	52	4,5	12	6,3 - 8	37,9	4	3,0	7,9
1	42	3,6	9	5 - 6,3	38,8	3,15	1,8	4,6
.5	29	2,5	6	4 - 5	21,8	2,5	1,4	6,4
.25	23	2,0	4					
.125	15	1,3	3	litteys-% 8 - 12,5 mm				3,5
.063	10	0,9	2	litteys-% 12,5 - 20 mm				4,6
Pohja	22	1,9	2	litteysluku (SFS-EN-933-3)				3,3



# Kiviaineksen muotoilu

- Pääsääntöisesti litteysluvun parantuessa kuulamylytulos (nastarengaskulutuskestävyyskoe) paranee
  - Mineralogisia eroja:
    - An 19 FI 25 käsitellään FI 6 >>> An 12
    - An 19 FI 25 käsitellään FI 3 >>> An 10
    - An 19 FI 25 käsitellään FI 6 >>> An 19
    - An 19 FI 25 käsitellään FI 3 >>> An 19
  
    - An 12 FI 20 käsitellään FI 3 >>> An 7
    - An 12 FI 20 käsitellään FI 3 >>> An 12
  
    - An 7 FI 15 käsitellään FI 6 >>>> An 5
  - Tilajille usein epäselvää, mikä on vaatimus tai tarkoitus  
"Toiset edellyttävät kubitointia toiset sen kieltää, molemmilla tavoitteena kestävä päällyste ☺"
- KaM 0/56 LA 35 >>> erotetaan 8/16 >>> käsittely FI 15 >>> yhdistäminen takaisin tuotteeseen >>> LA 26



## Huomioita, haasteet : missä ASTO 2020????

---

- LOUHINTA:
- Käytännössä ominaispanostus on sitä suurempi mitä suurempi on porausreikä.  
ennen  $\approx$  64-76 mm, nyt  $\approx$  83-102 mm
- 1990-luvun asto tutkimuksen aikaan q (ominaisp) oli 0,5 kg / m<sup>3</sup>,  
tänä päivänä 0,8-1,2 kg/m<sup>3</sup>
- RÄJÄHDYSAINEET:  
anfo >>> emulsioräjähdyaineet  
sytytys >>sähkömallit >> nonel >>> elektroniset nallit

# Huomioita

---

## MURSKAUS:

tekniikan kehitys; kammio muodot, väyläohjaus automaatio, track murskaimet

keskipakomurskaus

mutta myös:

käytännön tiedon katoaminen >> työvoimapula

## LAADUNVALVONTA:

ei tuotannon aikaista laadunohjausta

näytteenoton oikeellisuus

## VARASTOINTI ja KUORMAUS

varastointi- ja kuormaustavat; nolla pohjaiset, sepelit

# Kiitos....

---

