



# Knust sand i betong i stedet for natursand

Espen Rudberg, Produktutviklings- og fagleder

*Bergindustriens Miljøkonferanse 2019, Oslo*

# 0/4 haugen på Bjønndal pukkverk

Hvorfor brukes ikke mer knust sand?

Hva er egentlig problemet?

Hva er utfordringene?



# Sandforekomst

## Natursand

- Fra elveleie og isbre
- Lav flisighet (< 5%)
- Lavt finstoffinnhold (< 3 %)
- Minkende tilgjengelig forekomst



## Maskinsand

- Knust fra berg eller gjenbruk
- Høy flisighet (> 20%)
- Høyt finstoffinnhold (> 10 %)
- Avfall med muligheter ved foredling



Foto:  
Rolands  
Cepuritis

# Betong

## Typisk sammensetning i volumprosent

Kjemiske tilsetningsstoffer 1%

Luft 4%

Sement 12%

Vann 18%

0/4 mm Sand 25%

> 4 mm Grus og stein 40%



0/8 mm er mest vanlig i betong:  
Forbrukes 4 mill. tonn i Norge pr år

↳ I dag er dette nesten  
utelukket natursand

↳ Kan knust sand fra  
pukkverk dekke noe av  
dette behovet?

Kilde bilde:  
Roar Myrdal, Normet

# Førrevassdammen 255 000 m<sup>3</sup>. 100 % knust tilslag

## NORSK STEIN 1993



### Aggregate

- Rock: Granodioritt / Gneiss-granite
- Gradings: 0/2, 2/5, 5/8, 8/11, 11/16, 16/22 mm
  - 0/2 was not washed or dry processed
  - Cone crushers in the final crushing step.
  - The shape of the fine fractions was not particular good

### Concrete production plant:

- Very simple, silos for 3 gradings
- Production fully certificated



*Kilde:*

*Odd Hotvedt, Norsk Stein*

# Oversikt noen forskningsprosjekter

- NTNF-Norcon - Maskinsandforedling og ny anvendelsesteknologi i betong (NORMIN-prosjektet, 1992-1995)
  - Erfaringer ved bruk av 15-60% maskinsand av total sandfraksjon
    - Støpeligheten opprettholdes ved samme vann- og sementinnhold
    - Bedret pumpbarhet
    - Uendret trykkfasthet
    - Bedret stabilitet
    - Forbedret overflatefinish
    - Tettere betong
- COIN: COncrete INnovation (SFI prosjekt, 2007-2014)
  - Børge Johannes Wigum (NTNU, Norstone), Bård Pedersen (Statens vegvesen)
  - PhD avhandling – Rolands Cepuritis (Norcem)
- MiKS – Mikroproporsjonering med knust sand (2016 – 2021)
- Andre

# Status knust sand i betong

- Norge:
  - Velde betong 100% knust
  - Ølen bruker opp til 80%. Ikke 100% fordi entreprenører ønsker ikke ru overflate når gulv støpes. Ru overflate skaper problem når gulvet skal pusses.
  - NCC leverer knust sand
- Sverige: Swerock og Betongindustri produserer med 100%. (Mye sement og vann)
- Andre land med 100% knust: Japan, Hong Kong, Australia, New Zealand, India, Sør Afrika og Israel.

# Utfordringer med maskinsand

Utfordring	Hva er problemet?	Løsning?
Kornform	<ul style="list-style-type: none"><li>• Høy flisighet begrenser flyt i betongen. Krever da mer sement.</li><li>• Ru betongoverflate</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Kubisering med VSI</li><li>• Bruke mindre knust i gulvstøp</li><li>• Mer knust i støp til vegger, fundamenter</li></ul>
Spesifikk overfalte	<ul style="list-style-type: none"><li>• Stor overflate pr volum (<math>m^2/m^3</math>) øker vannbehov</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Kubisering VSI</li><li>• Ha en målemetode ved produksjonskontroll</li></ul>
Finstoff < 0,063 mm	<ul style="list-style-type: none"><li>• For mye øker vannbehov</li><li>• Korrekt mengde stabiliserer</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Vasking eller vindsikt</li><li>• Bruke i pumpebetong</li></ul>
Lagsilikater (glimmer)	<ul style="list-style-type: none"><li>• Øker vannbehov</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Vaskes eller siktes vekk?</li><li>• Rett og slett unngå slike bergarter</li></ul>



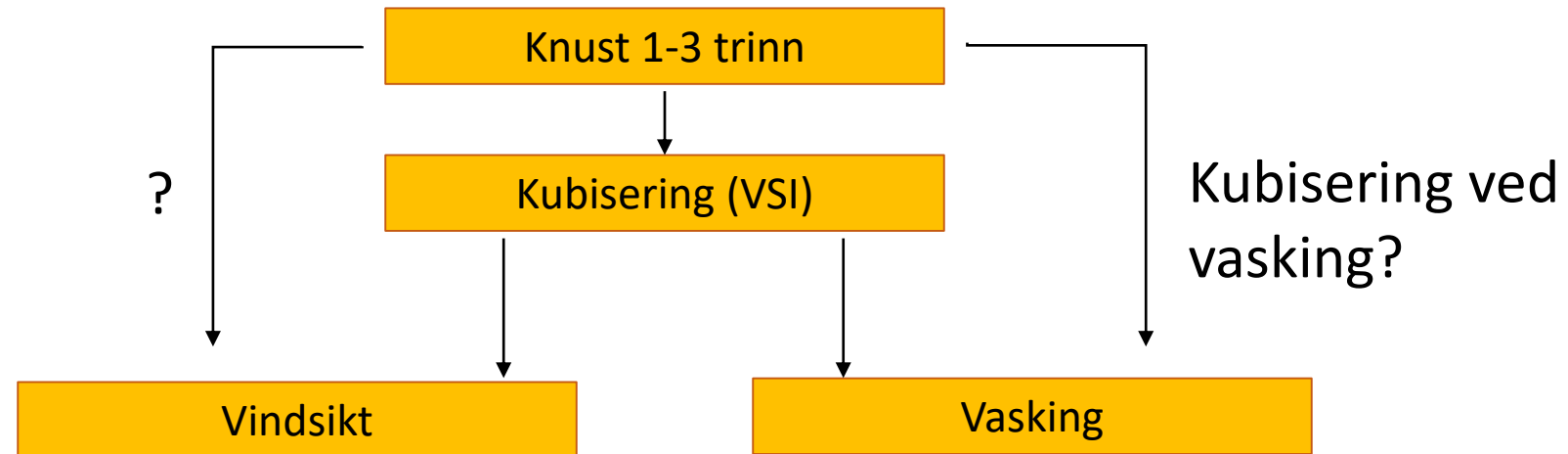


# Se til Velde?

- Har tilslagsproduksjonen integrert med betong- og asfaltproduksjon
- Har 8 siloer, og kan konstruere siktekurve med knust tilslag helt ned til fillerfraksjon.
- Vanligvis er det 2 eller 3 siloer for tilslag, det er ikke vanlig å ta inn knust sand til å kombinere med natursand.
- Vanligvis kan ikke i dag natursand og knust sand byttes 1 til 1.
- Må betongprodusenten ha flere siloer?

# Løsninger?

- Det finnes ingen «standard» betongresept med 100% knust.
- Forskjellig kvalitet på bergart gjør at hver enkelt tilfelle må utvikles. Svakere bergarter har mer finstoff.
- Unngå mellomlagring hauger. Produseres direkte i verket.
- Vanskelig å lage generelle kjøreregler, men prosessen bør ha minst mulig knusetrinn.



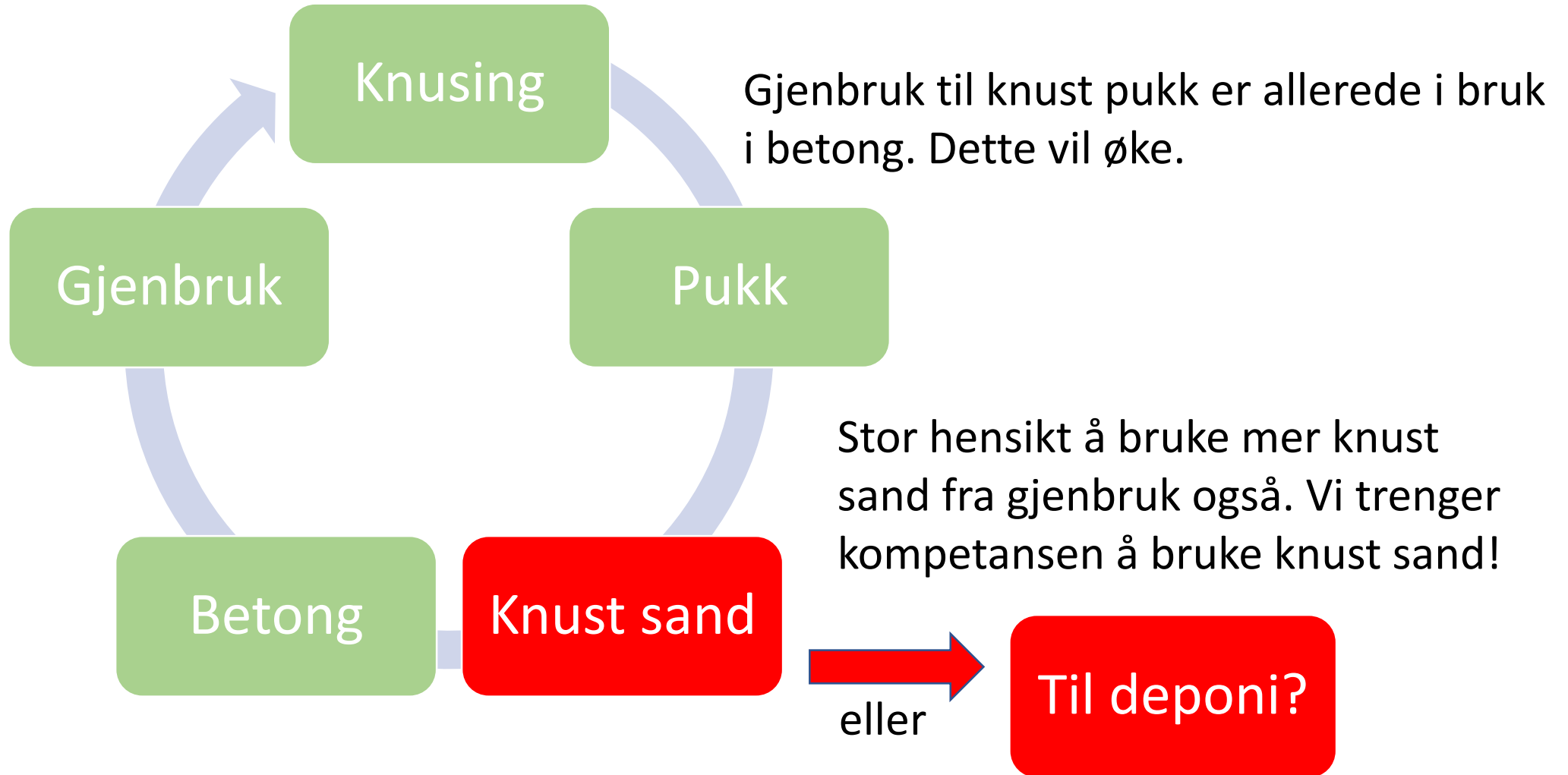
# Prosjekt hos Feiring

Foredle subbus til betongtilslag:

- 0/16 eller 0/22 subbus blir kubisert med VSI siktes til ønsket fraksjoner
  - Utfordringer med bløtt materiale som kompakterer seg i VSI og sikter
  - Prøver med trommelsikt som børster siktene rene. Det virker.
- Vasker subbus og lager 0/4
- Det kreves ressurser og innsats for å prosessere sin egen sand

Så får vi se ...

# Grønt skifte - Sirkulærøkonomi



# Oppsummering

- Store mengder 0/4 og annen subbus deponeres
- 4 mill. tonn 0/8 sand brukes i årlig i betong i Norge.
- Mulig å bruke 100% knust allerede i dag. Se til Velde!
- Løsningene finnes, men det finnes ingen generelt svar for alle typer pukkverk
- Bruke mer knust i betong som ikke krever glatt overflate. Se Førrevassdammen!
- Ressurser og innsats krever for å prosessere sin egen sand

TAKK FOR OPPMERKSOMHETEN

