

# Teollisuuden sivuvirroista raaka-aineita betonin raaka- aineiksi

Mika Autio

Rudus Oy

# Kiertotalous betoniteollisuudessa

- Raaka-aineet kiertotaloudesta
  - Sideaineet
    - Masuunikuona
      - Teräksen valmistuksen sivuvirta
    - Lentotuhka
      - Kivihiilen poltossa syntyvä tuhka
      - Kohta loppu Suomessa
    - Silika (amorfinen piidioksidi)
      - Piiraudan valmistuksen sivuvirta
      - Vain pienet käyttömäärät mahdollisia
  - Runkoaineet
    - Kivituhka - CRF
    - Betonimurska



Kuva: Rudus Myllypuron betonitehtaan kierrätyslaite

# Masuunkuona

- Masuunkuonaa saadaan teräksen valmistuksen sivuvirtana.
- Masuunkuona on lujuusominaisuuksiltaan erinomainen raaka-aine betonin valmistuksessa.
- Parhaimmillaan kuonalla voi korvata sementtiä 1:1-suhteessa



Kuonan jauhatuslaitos Raahessa

# Masuunikuonan käyttö

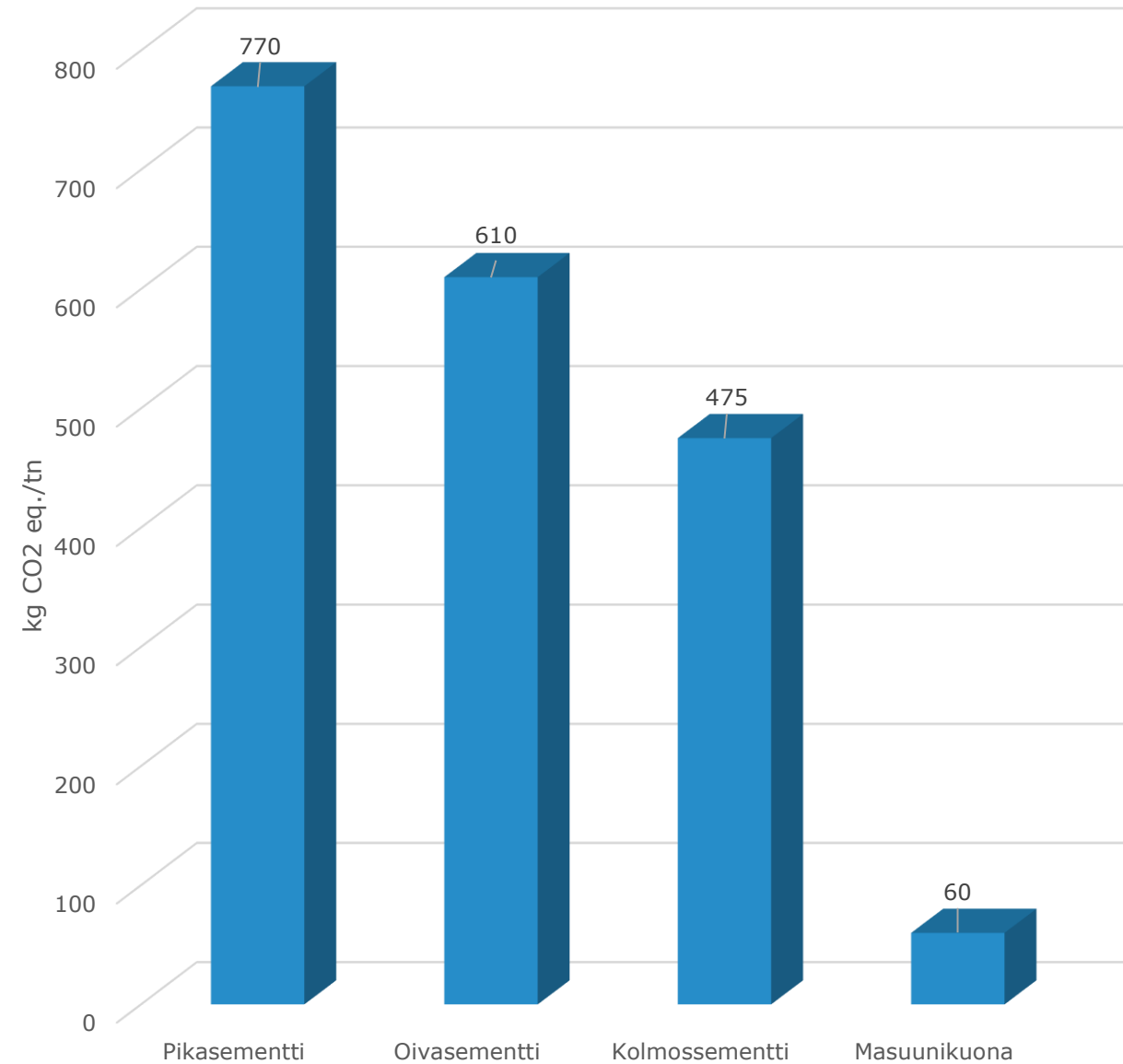
- Masuunikuonaa käytetään yleisesti:
  - Matalalämpöbetoneissa
  - Vähähiilisissä betoneissa
- Matalalämpöbetonit ovat tarpeellisia massiivisten betonirakenteiden valuissa
  - Betonin lujuudenkehitys on eksoterminen reaktio.
  - Liian korkea lämpö betonin kovettuessa aiheuttaa lujuuskatoa ja heikentää säilyvyyttä.



# Sideaineiden hiilidioksidipäästöt

- Sementtien päästöt pienenevät yleensä seostussuhteen kasvaessa
- Puhtaat sementit ovat päästöiltään raskaampia
- Masuunikuonalle voidaan kuitenkin joutua tulevaisuudessa allukoimaan osa terästeollisuuden päästöistä.

Finnsementin sideaineiden hiilidioksidipäästöt



# Vähähiiliset betonit

- Vähähiilisissä betoneissa sementtiä korvataan esimerkiksi masuunikuonalla
- Sementin päästöt ovat huomattavasti korkeammat kuin masuunikuonan
- Korvaamalla sementtiä masuunikuonalla voidaan saavuttaa jopa yli 60 % päästövähennys betonin valmistuksessa



**Rudus**  
VIHREÄ  
BETONI

# Vähähiilisten betonien käyttö

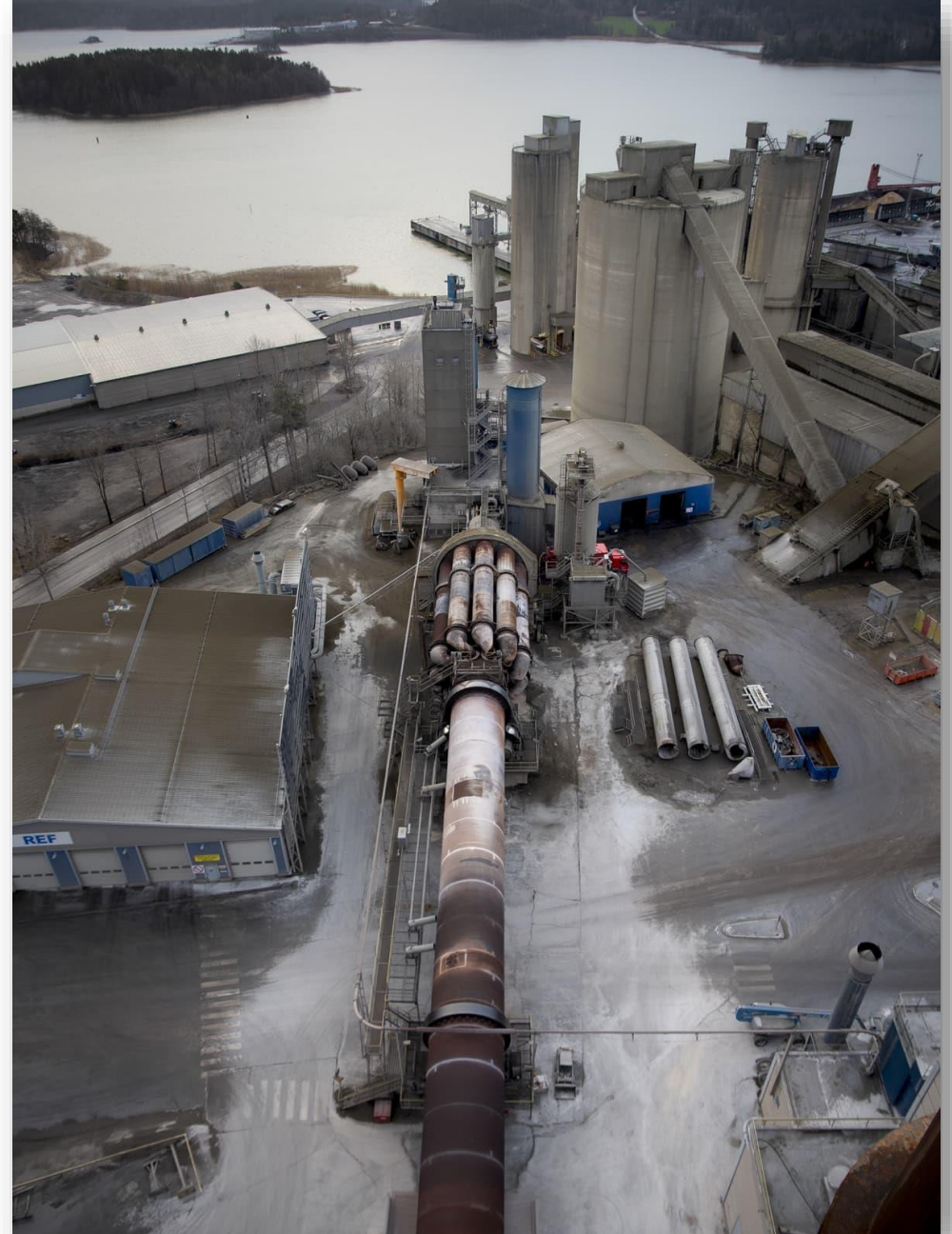
- Vähähiiliset betonit kovettuvat hitaammin kuin puhtaalla portlandsementillä tehty betoni
- Mitä vähähiilisempi betoni on, sitä hitaammin se kovettuu
  - Ongelma nykyaikaisessa nopeassa rakentamistahdissa
  - Ongelma talvibetonoinnissa
- 20 – 30 % päästövähennys voidaan kuitenkin saavuttaa helposti ilman että rakentamistahti häiriintyy



**Rudus**  
VIHREÄ  
BETONI

# Masuunikuonan riittävyys

- Masuunikuonaa syntyy maailmassa vain pieni määrä valmistettavan sementin määrään verrattuna.
- Masuunikuona tai mikään muukaan vaihtoehtoinen raaka-aine ei voi korvata sementtiä suuressa mittakaavassa.
  - Sementin käyttömäärät globaalisti liian suuret
- Masuunikuona-potentiaalista on tällä hetkellä jo käytössä suurin osa.
  - Ehkä enää 10 % lisäpotentiaalista jäljellä.
  - Maailmanlaajuisesti kysyntä on suurempi kuin tarjonta.
- **Tarve uusille raaka-aineille!**



Kuva: Finnsementin Paraisten sementtitehdas



# Masuunikuona ei riitä loputtomiin...

## SSAB aikaistaa vihreää siirtymää

28 Jan 2022  [Press Release SSAB](#)

SSAB on tehnyt suuntaa-antavan päätöksen yhtiön pohjoismaisen ohutlevytuotannon perusteellisesta uudistamisesta ja vihreän siirtymän nopeuttamisesta. Päätöksen taustalla on fossiilivapaan teräksen voimakkaasti kasvava kysyntä. Tavoitteena on korvata nykyinen ohutlevytuotantojärjestelmä ns. minimill-pohjaisella tuotannolla, joka tarjoaa laajemman tuotevalikoiman ja paremman kustannusasetan. Tavoitteena on samalla päästä suurelta osin eroon hiilidioksidipäästöistä noin vuonna 2030, eli 15 vuotta aiemmin kerrottua nopeammin.

Tavoitteena on rakentaa uusi pohjoismainen tuotantojärjestelmä nykyisen liiketoimintastrategian pohjalta. Uusi järjestelmä tuo lisäkapasiteettia premium-tuotteille, paremman kustannusasetan ja fossiilivapaan tuotantojärjestelmän. Uuden suunnitelman ajatuksena on Ruotsin Luulajan ja Raahen tehtaiden uudistaminen kustannustehokkaalla minimills-tuotannolla, johon sisältyvät valokaariunit ja valssaamot sekä Ruotsin Borlängen ja Hämeenlinnan tehtaiden kehittäminen samalla uusiin tuotantoprosesseihin sopiviksi.

© M-Brain

Masuunikuona on betonin valmistuksessa arvokas mutta rajallinen raaka-aine, jonka käyttö olisi järkevintä optimoida paikallisesti.

# Vähähiilisten betonien optimointi

- Seosaineiden toiminta heikkenee yleensä seostussuhteen kasvaessa.
- Korkeilla seostussuhteilla masuunikuonaa on käytettävä enemmän, jotta haluttu lujuustaso saavutetaan
- Korkeissa seostussuhteissa myös lisäaineiden toiminta heikkenee.
- Tehokkainta käyttöä masuunikuonalle saa, kun seostussuhde on alle 50 %.
- Ideaaliseostussuhde on 20 – 40 %



# Betonimurske runkoaineena

- Betonimurskaa voidaan käyttää betonin runkoaineena
- Tähän mennessä Suomessa on kuitenkin tehty lähinnä pienen mittakaavan koetoimintaa.
- Esimerkiksi Hollannissa laki pakottaa betonin valmistajan käyttämään kierrätysrunkoainesta.
  - Käyttömäärät niin suuria, että raaka-aineesta on pulaa
- Suomessa jätelaki rajoittaa betonimurskeen käyttöä raaka-aineena
  - End of waste helpottaa käyttöä voimaan tullessaan.



# Betonimurskeen vaikutus betoniin

- Betonimurskeella on erittäin korkea vedenimu
  - Kostean betonimurskeen käyttö helpompaa kuin rutikuivan.
- Nollapohjainen (0/16) kierrätysrunkoaines on nostanut ilmamääriä jopa huokostamattomissa betoneissa.
  - Kohonnut ilmamäärä vähentää lujuutta
  - 8/16-jakoisena ongelmaa ei ollut
- Suurimmillaan Ruduksen testeissä jopa 70 % karkeasta kiviaineksesta on korvattu betonimurskalla.



# Uumabetoni ja uumakivet

- Ruduksella murskattua betonia käytetään maisemakivissä (Uumakivet) ja valmisbetonissa (Uumabetoni)
- Uumakivet hyödyntävät tehtaan omaa hylkytavaraa.
- Uumabetonin kierrätysrunkoaines valmistetaan palautusbetonista ja purkujätteestä.



# Motivaatio uusiokiviaineeseen käyttämiseen

- Suomessa ei ole vielä erityisen kannattavaa käyttää murskattua betonia betonin raaka-aineena.
  - Ei hintaetua
  - Ei laadullista etua
  - Ei pienennä CO2-päästöissä
  - Ei laillista velvoitetta
- Luonto kiittää!
  - Luonnolliset kiviainesvarannot säästyvät pidempään.
- Kiertotalous on tulevaisuutta.

