



# Bærekraftig gjenvinning av betong

Utlekking av heksavalent krom i betong

Cathrine Eckbo, [cathrine.eckbo@ngi.no](mailto:cathrine.eckbo@ngi.no)

Sarah Hale, NGI

Gudny Okkenhaug, NGI

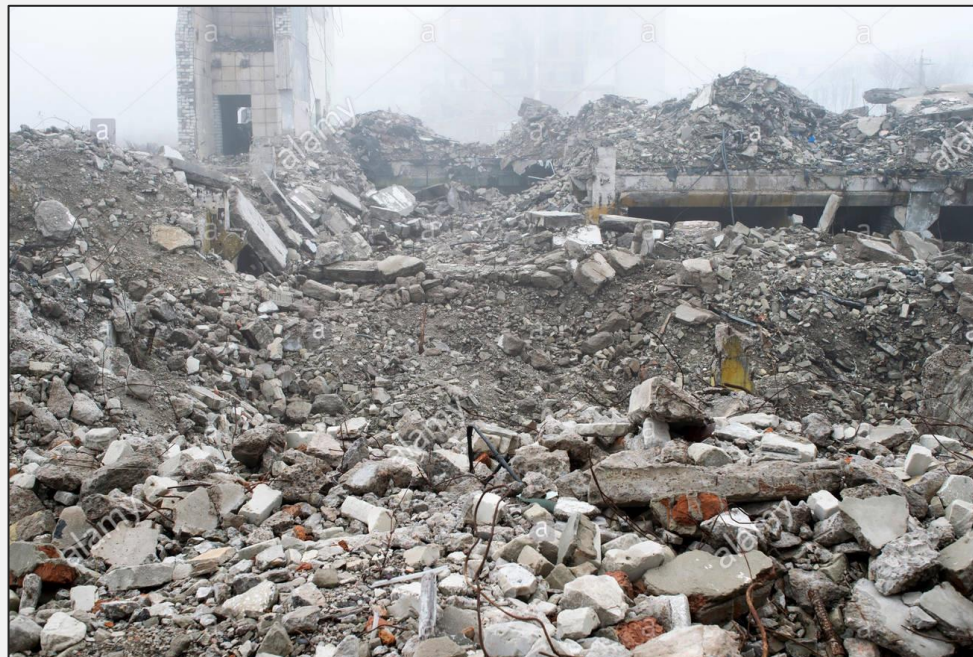
Christian John Engelsen, Sintef

Norges Geotekniske Institutt (NGI)



# Problemstilling

- ↗ Betong er verdens vanligste og mest brukte byggemateriale
- ↗ EUs avfallsdirektiv satte i 2003 et mål om minimum 70% gjenvinning av bygg- og anleggsavfall innen 2020.
- ↗ I Norge i dag går tilnærmet **70%** av betongavfallet til deponi.
- ↗ Et av problemene knyttet til gjenvinning av betong i Norge er betongens innhold av seksverdig krom (Cr(VI))
- ↗ Grenseverdien for Cr(VI) for gjenbruk uten risikovurdering og søknad til Miljødirektoratet var ved starten av prosjektet 2 mg/kg, denne er nå økt til 8 mg/kg
- ↗ Råbetongen rett fra fabrikk har ofte Cr(VI) over denne grenseverdien, noe som i praksis betyr at bortimot ingen betong kan gjenvinnes



# Hva er Cr(V) og hvorfor er det farlig?

- Krom er et metall som forekommer i større mengder i blant annet kalkstein som er **råstoffet til sement**.
- Krom finnes hovedsakelig i to former; treverdige (Cr(III)) eller seksverdige (Cr(VI))
- Cr(VI) er veldig **vannløselig** og har derfor lett for å spres. Den er giftig for vannlevende organismer
- Den kan være **kreft- og allergifremkallende** og er i tillegg arvestoffskadelig og reproduksjonsskadelig
- Løselige forbindelser kan forårsake **etseskader** og er årsaken til at mange som jobber med sement kan oppleve sementeksem
- Krom i ren form har ikke betydning for menneskekroppen
- Treverdige krom (krom(III)) blir betraktet som et viktig stoff for insulin- og sukkerbalansen for mennesker.



## Did you know?

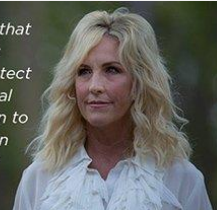
Unsafe levels of a cancer-causing chemical called chromium-6 are contaminating the tap water of more than 200 million Americans in all 50 states.

Is your water toxic?

THE FOOD REVOLUTION NETWORK



*"It's INEXCUSABLE that the government has done so little to protect us from this chemical that has been shown to cause cancer at even insanely low levels."*  
- Erin Brockovich

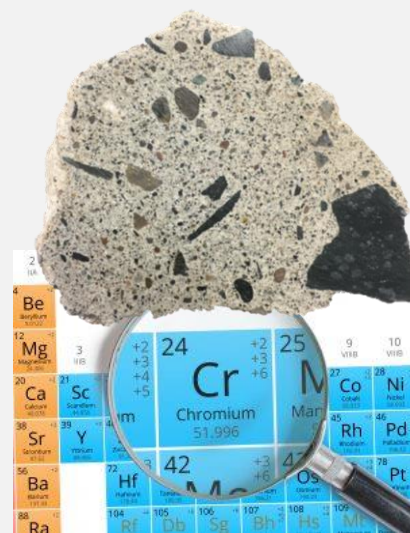


# Formål med prosjektet

*Utarbeide grunnlag for grenseverdi for Cr(VI) i betongavfall basert på risikovurdering av utlekking av Cr(VI) fra betong i realistiske gjenvinnings situasjoner*

## Med følgende delmål:

- Undersøke utlekking av Cr(VI) fra gjenvunnet betong og betongslam, avhengig av betongtype og alder
- Undersøke skjebnen/oppførsel til utlekket Cr(VI) i miljøet med fokus på reduksjon (fra Cr(VI) til Cr(III)) og sorpsjon til ulike jordsmonn
- Etablere forslag til akseptkriterier for Cr(VI) i betong for ulike sannsynlige gjenvinnings scenarier (forsterkningslag i vei, terrengregulering etc.)



Prosjektet er et samarbeid med SINTEF og er finansiert av Miljødirektoratet og flere aktører i industrien: FABEKO, NHP-nettverket, Lindum, AF Decom, Norcem, Omsorgsbygg

## Laboratorietester

- Utlekking av Cr(VI) fra betong over tid
- Påvirkning av betongens alder, kornstørrelse og pH på utlekkningen av Cr(VI) fra betong
- Effekten av organisk materiale og ulike jordtyper på reduksjon og immobilisering av Cr(VI) fra betong

## Feltforsøk

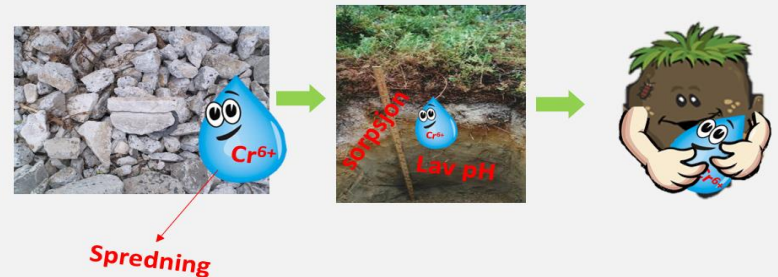
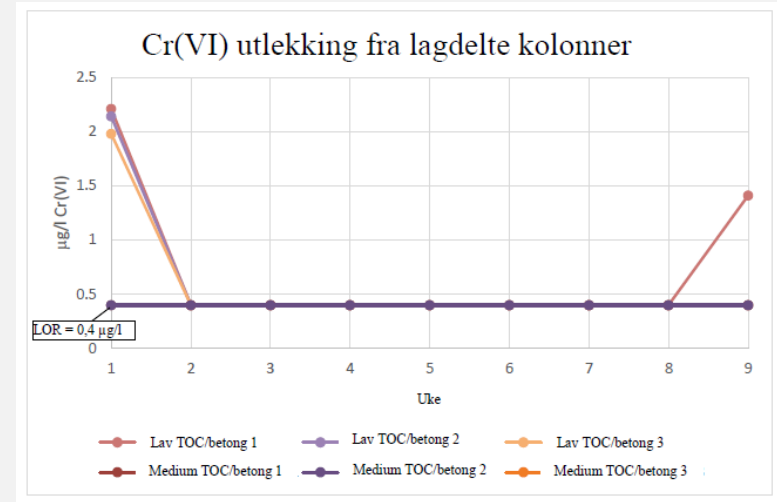
- Lagdelte felttester ved bruk av IBC containere som skal simulere fylling av betong uten tett toppdekke hos Lindum AS
  - Betongkontainere (øverste rad) utsettes for nedbør
  - Avrenningen fra betongkontaineren prøvetas før den føres gjennom containere med ulike typer jord (nederst rad)
- simulering en parkeringsplass uten toppdekke hos AF Decom
  - Cellekonstruksjoner fylt med jord og betong på toppen

## Metode: Laboratorietester og storskala felttester



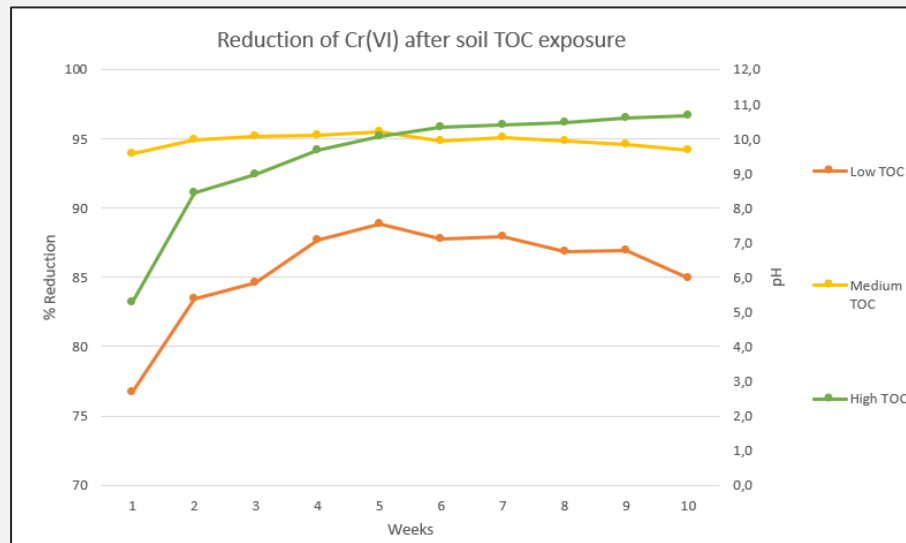
# Resultater: Laboratorieforsøk

- Mesteparten av kromutlekkningen fra betong er i form av Cr(VI), men det er totalt sett små mengder Cr(VI) som lekker ut
- Det er mer utlekking fra mindre fraksjoner. Dvs at økt knusningsgrad kan gi økt utlekking
- Ingen korrelasjon mellom Cr(VI) i betong og betongens alder, men fra helt nystøpt betong er utlekkningen mindre grunnet tilsetning av jernsulfat som reduserer Cr(VI)
- Organisk materiale i jord reduserer spredningen av Cr(VI) fra betong til tilnærmet null
- Immobilisering skjedde selv i jord med lavt organisk innhold
- Mineralsk sand uten organisk innhold hadde ingen effekt på Cr(VI)



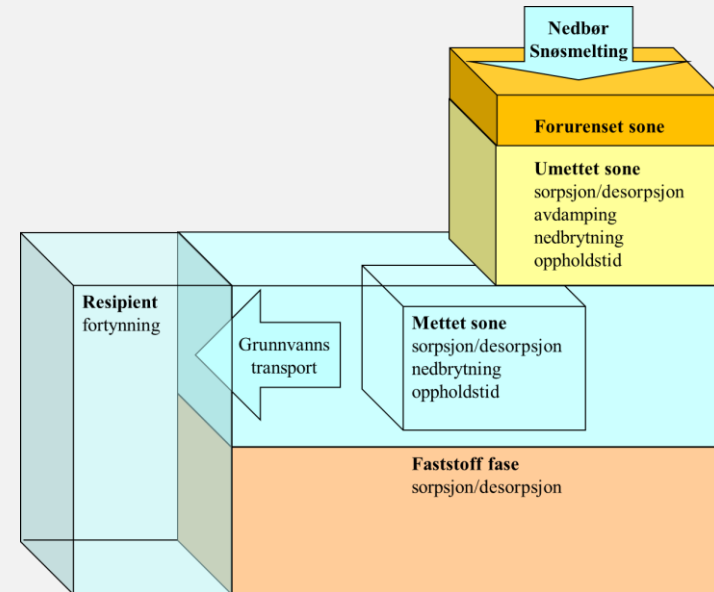
# Resultater: Storskala feltforsøk

- De storskala felttestene viste mye av det samme som laboratorietestene
- Mesteparten av kromet foreligger som Cr(VI) i utlekkingen fra betongen
- I jord med lavt innhold av organisk materiale (TOC=1%) var det en 77-89% reduksjon av Cr(VI) i betongavrenningen
- I jord med medium (TOC=3%) og høyt (TOC=6,5%) innhold av organisk materiale var det en reduksjon på over 90%
- Det er forskjell i reduksjonsevenen i ulike TOC-innhold, men selv jord med lav TOC har en effekt



# Risikovurdering – potensiell spredning og effekt på miljøet

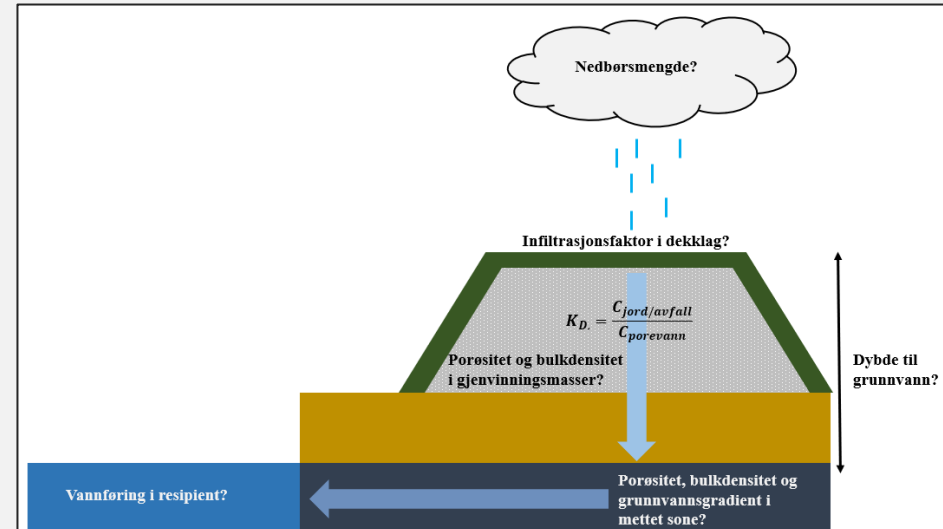
- Spredningsmodell utviklet for Miljødirektoratet ble brukt for å vurdere spredning av Cr(VI) fra betong i 4 gjenvinningsscenarier:
  - Asfaltert parkeringsplass
  - Veiunderbygning (forsterkningslag)
  - Støyvoll
  - Utfylling
- Risikovurderingen viste at den potensielle spredningen påvirkes av
  - Jordens bindingsevne ( $K_d$ )
  - Avstand til nærmeste resipient
  - Type toppdekke





# Resultater: risikovurdering – potensiell spredning og effekt på miljøet

- Ved asfaltert parkeringsplass med mer enn 500 meter til nærmeste resipient kan man akseptere et **fem ganger så høyt nivå av Cr(VI)** i betongen enn en utfylling som er rundt 50 meter fra resipient.
- I tillegg vil jordens innhold av organisk materiale og grad av kontakt med betongutlekkning og jord ha en stor påvirkning, der jord med høyt organisk innhold vil kunne tolerere **opp til 100 ganger høyere Cr(VI) konsentrasjon** enn jord med veldig lavt innhold av organisk materiale.



# Take home message

- For at Norge skal kunne være i nærheten av å nå EU sitt mål om 70% gjenvinning av bygg og anleggsavfall MÅ det gjenvinnes mer betong
- Det er flere grunner til at betong ikke gjenvinnes i ønsket grad i dag og problematikken rundt Cr(VI) har vært en klar hindring
- Ved å vise at det går an å gjenvinne betongen i ulike scenarier uten at det går på bekostning av helse og miljø kan vi være med på å konstruere et regelverk som oppmuntrer til gjenvinning
- Forskningen viser at det lekker Cr(VI) fra betongavfall alene. Det er derfor viktig å få mer informasjon om hvordan dette påvirker miljøet på lang sikt. Dette jobber vi med nå!



# Bærekraftig gjenvinning av betong er et viktig steg mot en nasjonal og internasjonal sirkulær økonomi!

