



Biokull av Organisk Avfall: Kjemisk og Geoteknisk Stabilisering med Klimabonus

Gerard Cornelissen

Sarah Hale, Andreas Botnen Smebye, Erlend Sørmo, Gudny Okkenhaug,
Thomas Hartnik, Gorm Thune, Nora Bjerkli, Ludovica Silvani, Stefan Ritter

Norwegian Geotechnical Institute (NGI), Oslo, Norway
Norwegian University of Life Sciences (NMBU), Ås, Norway
Lindum AS, Drammen, Norway

Kan biokull redde verden fra klimaundersgangen?

”Ingeniør” trekull:

- Planter tar opp karbon fra luften
- Forkulling («pyrolyse») av biomassen gir biokull og energi
- Mye karbon i biokull (80-90%)
- Stabilt i jorda: karbonlagring → Klimatiltak!



Hvordan å lage biokull: fra flame curtain kiln til high-tech pyrolyseenhet

Flame curtain teknologi, Zambia: mye renere enn mer kompliserte alternativer!



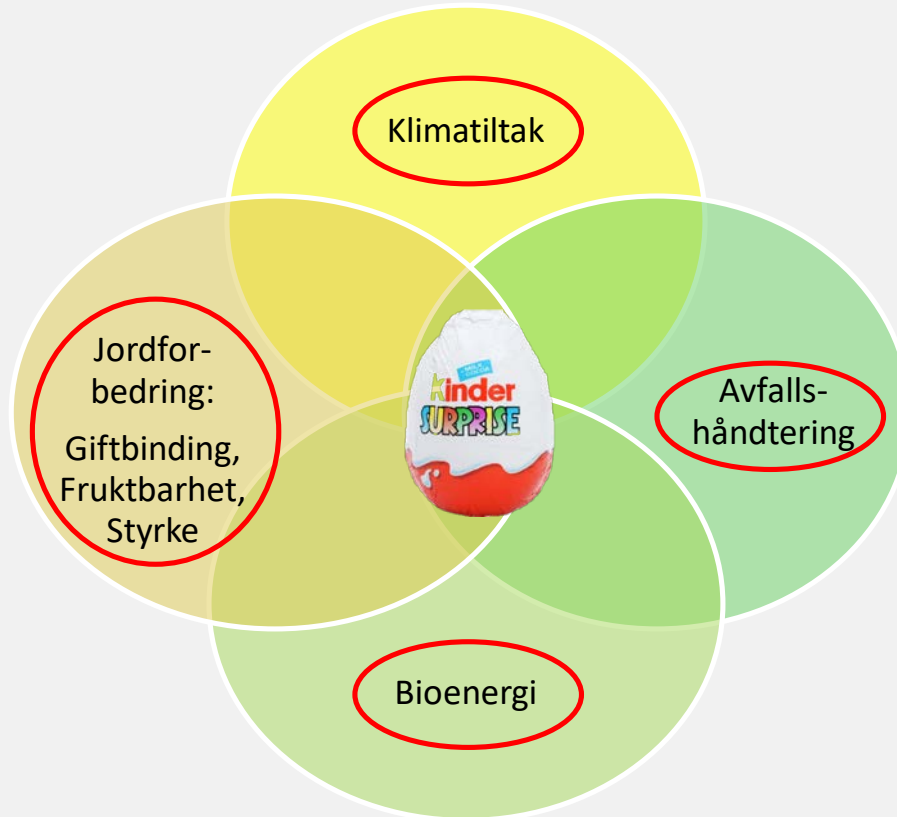
Måling av gassutslipp, Åsgårdstrand



ing av
pp, Nepal



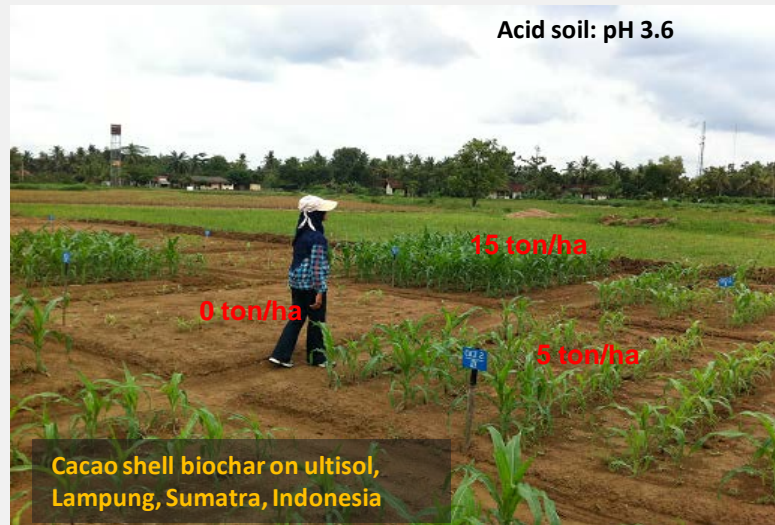
Biokull som Kinderegg i sirkulær økonomi: Flere gevinster med organisk avfall



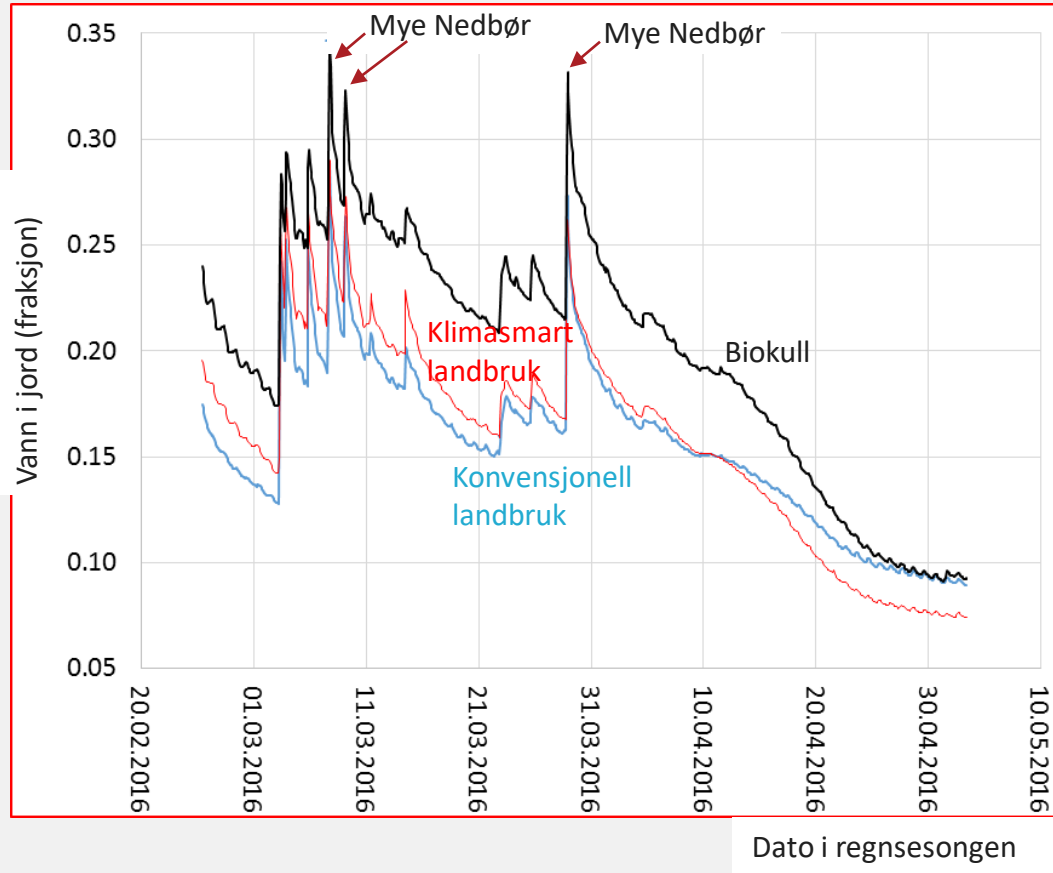
Biokull: karbon
betraktes som en
ressurs

(i motsetning til
karbonfangst)

Biochar at NGI – Agricultural soil improvement



Zambia: Jordfuktighet øker med biokull

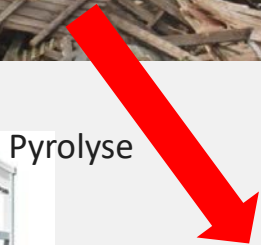


Klimatilpasning i et tørrere klima (også i Norge?)



Biokull kombinerer klimatiltak med gift-immobilisering og forbedring av jordkvalitet

Resttrevirke



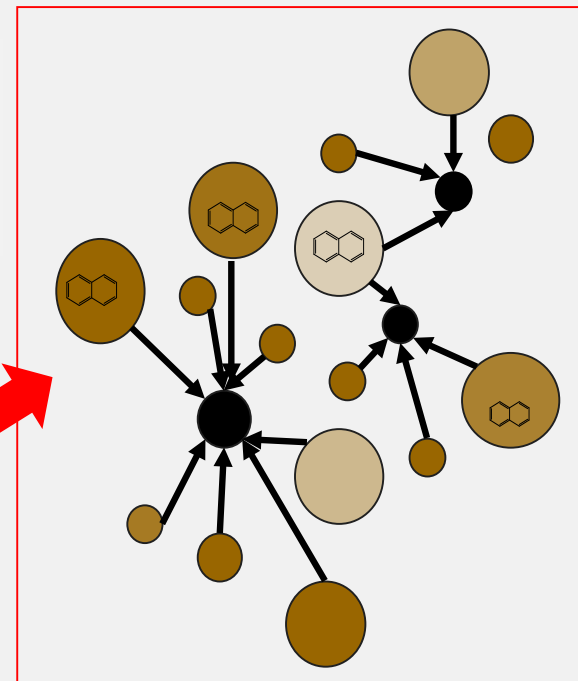
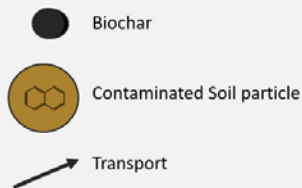
Pyrolyse



Biokull



Ingen nedbrytning:
stabil karbonlagring



Sterk binding av giftstoffer?

Organic waste in Norway

- ↗ Waste timber – 660 000 t/y
 - Heavy metals, traces of various organic contaminants
- ↗ Garden waste – 150 000 t/y
 - Pesticides, plastics
- ↗ Forestry residues – 3 700 000 t/y
 - Clean?
- ↗ Food/biological waste – 340 000 t/y
 - Plastics, pharmaceuticals, PFAS
- ↗ Sewage sludge – 200 000 t/y
 - Plastics, pharmaceuticals, PFAS



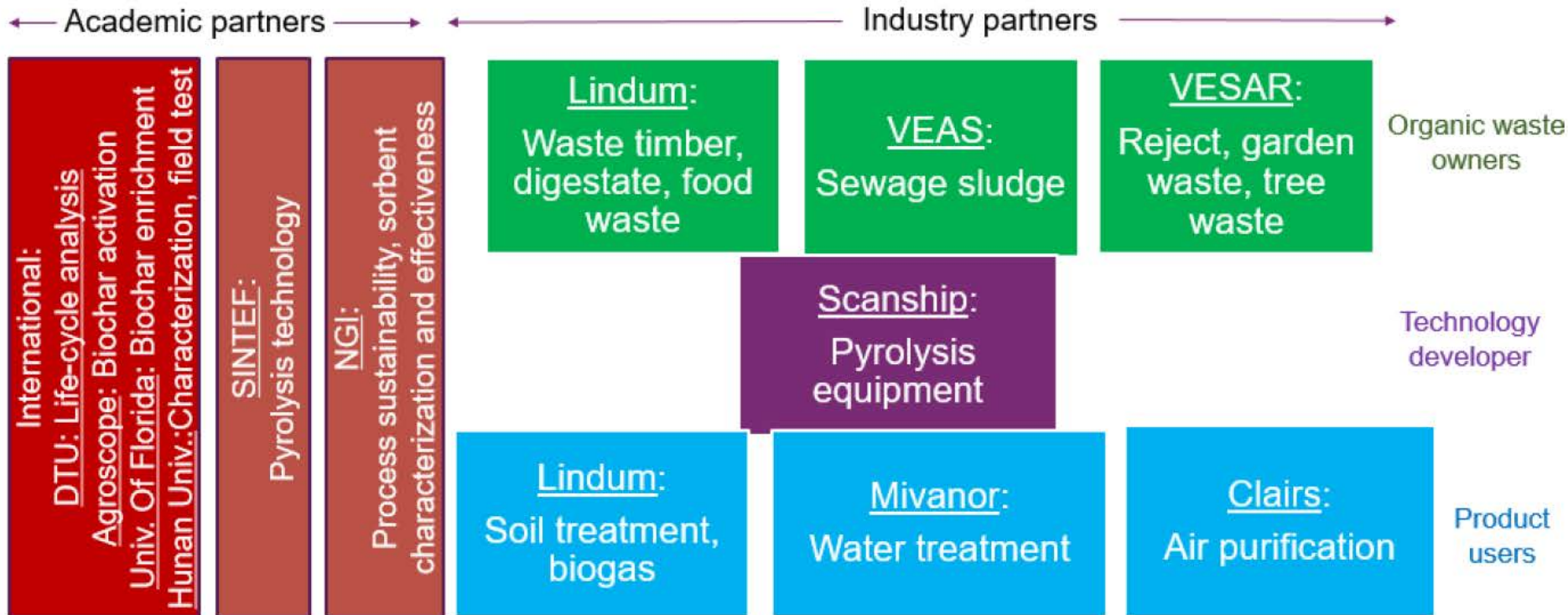
VOW: Valorization of Organic Waste into Sustainable Products for Clean-up of Contaminated Water, Soil, and Air

50 millioner til bærekraftig innovasjon i norsk næringsliv

Forskningsrådet deler nå ut 50 millioner kroner til fem næringsrettede prosjekter som skal skape bærekraftig innovasjon i norsk næringsliv.



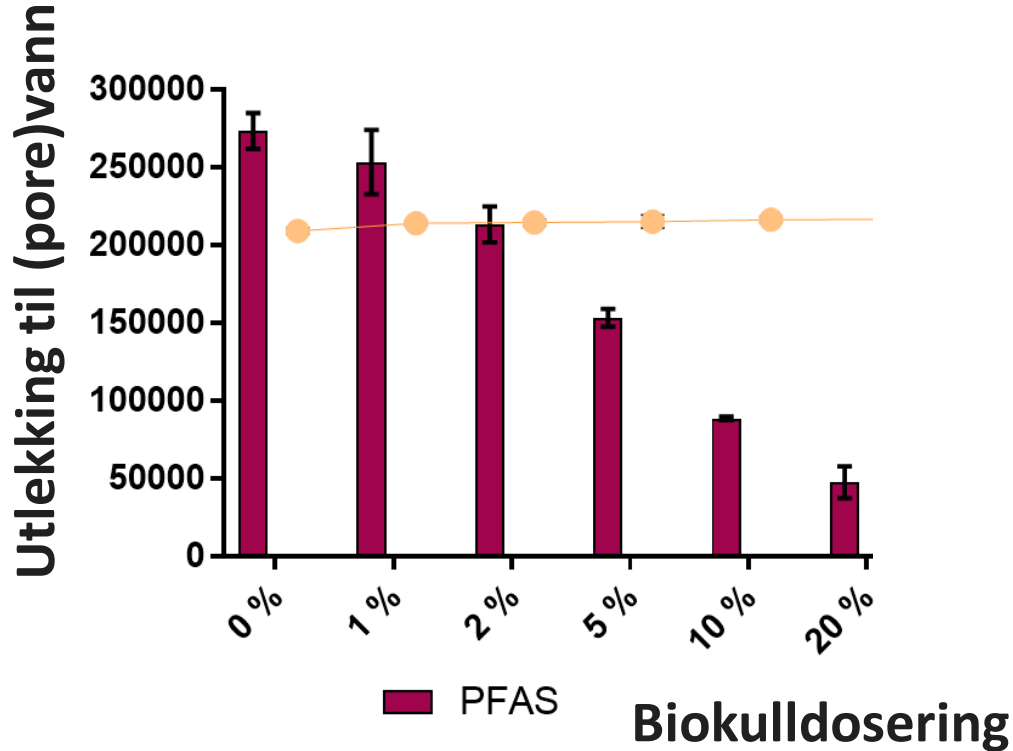
VOW: Valorising Organic Waste into Sorbents to



Det startet enkelt.....



Men biokullet funknet som bare det!



- Men kunne biokullet bli enda litt mer effektivt?
- Og kunne det også brukes på skytebanejord?

Er aktivering av biokull fra resttrevirke en god ide?



Zurich, Sveits



Nikolas Hagemann

Hvor mye aktivering trengs for å binde PFAS i jord?



Forskjellig aktiveringsgrad
(0%, 50%, 75%, 100%)



Måling av utlekking



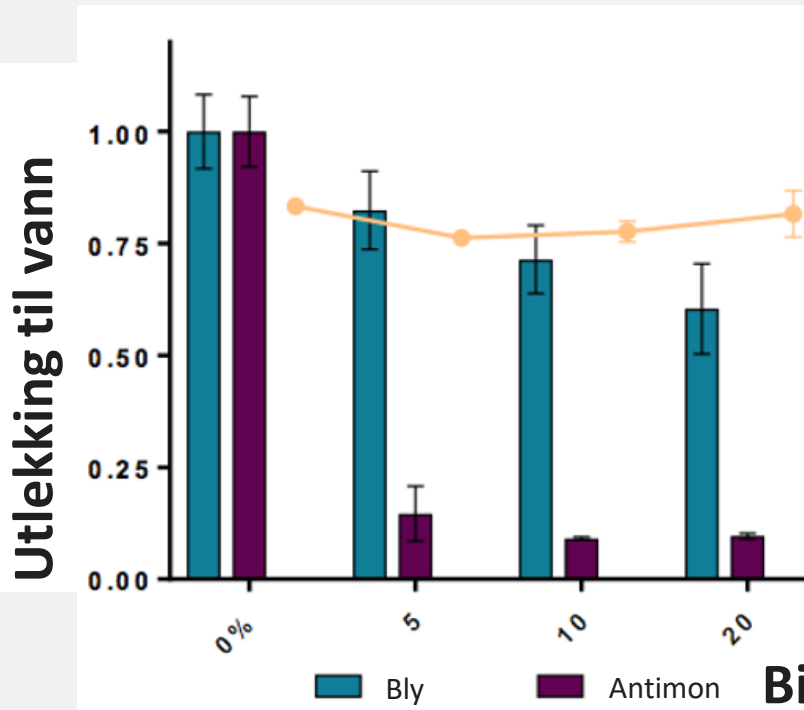
Trevirke

Biokull

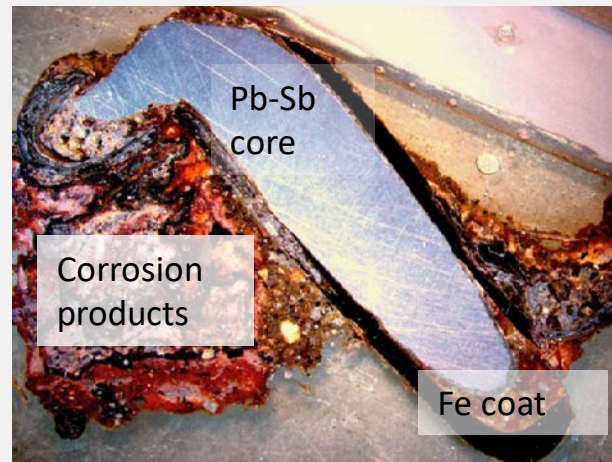
Aktivert biokull

	0.10 % biokull i jord	1 % biokull i jord
0 % aktivering	8% mindre utlekking	92.5% mindre utlekking
50 % aktivering	42% mindre utlekking	99.95% mindre utlekking
75 % aktivering	76% mindre utlekking	99.74% mindre utlekking
100 % aktivering	99% mindre utlekking	99.96% mindre utlekking

Skytebanejord: bly og antimon



- Fungerer bra for antimon
- For bly er det best å berike biokullet med jern



Ny satsing: Biokull for geoteknisk stabilisering

- MÅL: Mer bærekraftige materialer (lavere CO₂-fotavtrykk) med minst like gode strukturelle egenskaper.
- Kan erstatte:
 - Kalk/segment for jordstabilisering (f eks av torv og kvikkleire)
 - Aktivt kull som binder i asfalt
 - Tilsetning i betong

Biokull er effektiv for å stabilisere torv

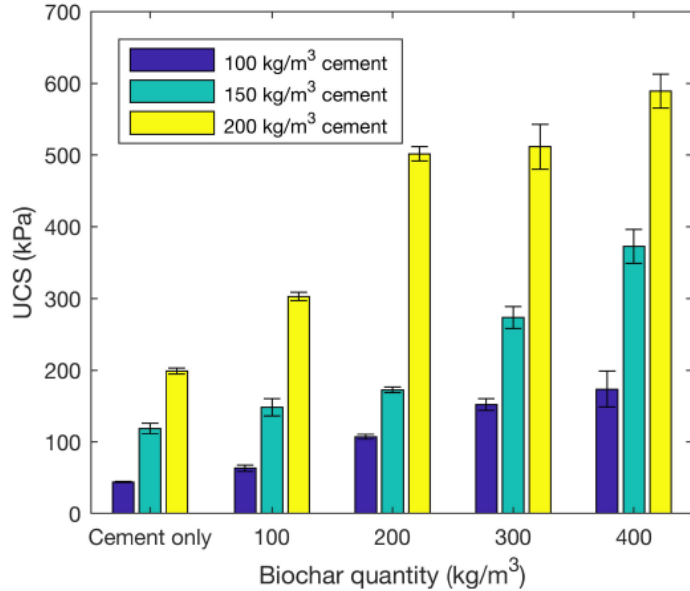


Figure 12. Effects of biochar quantity on UCS of cement stabilised peat with biochar after 28 days of curing

Effects of biochar on cement stabilised peat soil

Lau, J.
PhD Student, Department of Engineering, Cambridge University, UK

Biscontin, G.
University Lecturer, Department of Engineering, Cambridge University, UK

Berti, D.
PhD Student, Department of Oceanography, Texas A&M University, US

➤ UCS: Unconfined Compressive Strength

Biokull for geoteknisk stabilisering: betong

Novel biochar-concrete composites: Manufacturing, characterization and evaluation of the mechanical properties

Ali Akhtar, Ajit K. Sarmah *

Department of Civil and Environmental Engineering, Faculty of Engineering, The University of Auckland, Private bag 92019, Auckland 1142, New Zealand

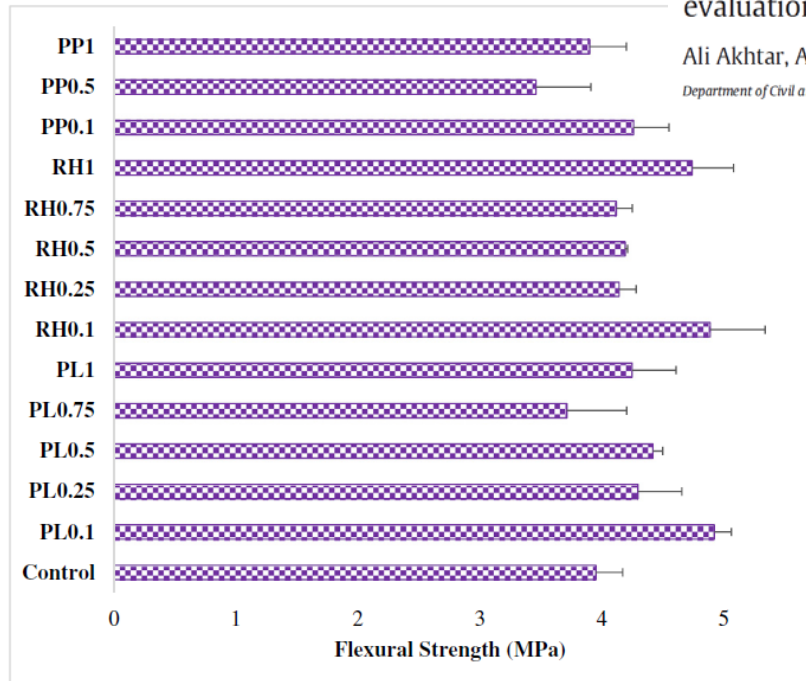


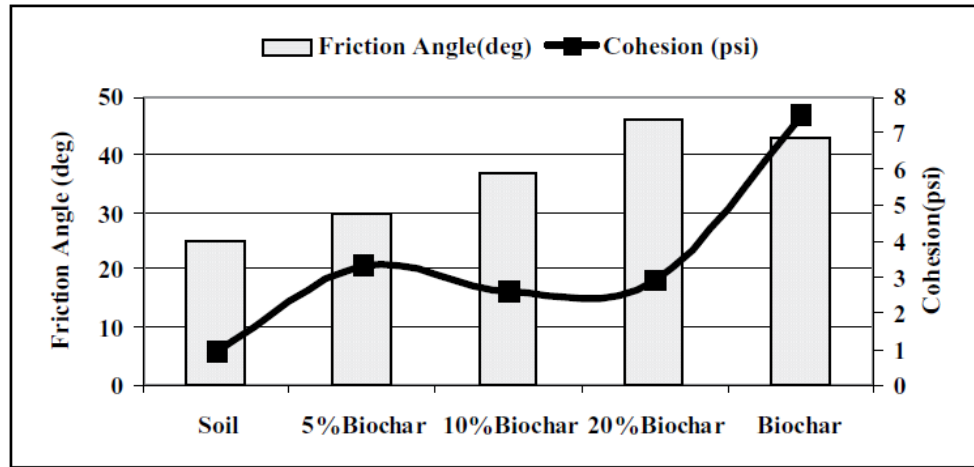
Fig. 4. Flexural strength of biochar-concrete composites at 28 days of curing.

➤ Stress i materialet rett før det gir etter

Shear strength of landfill cover soil

Reddy et al.

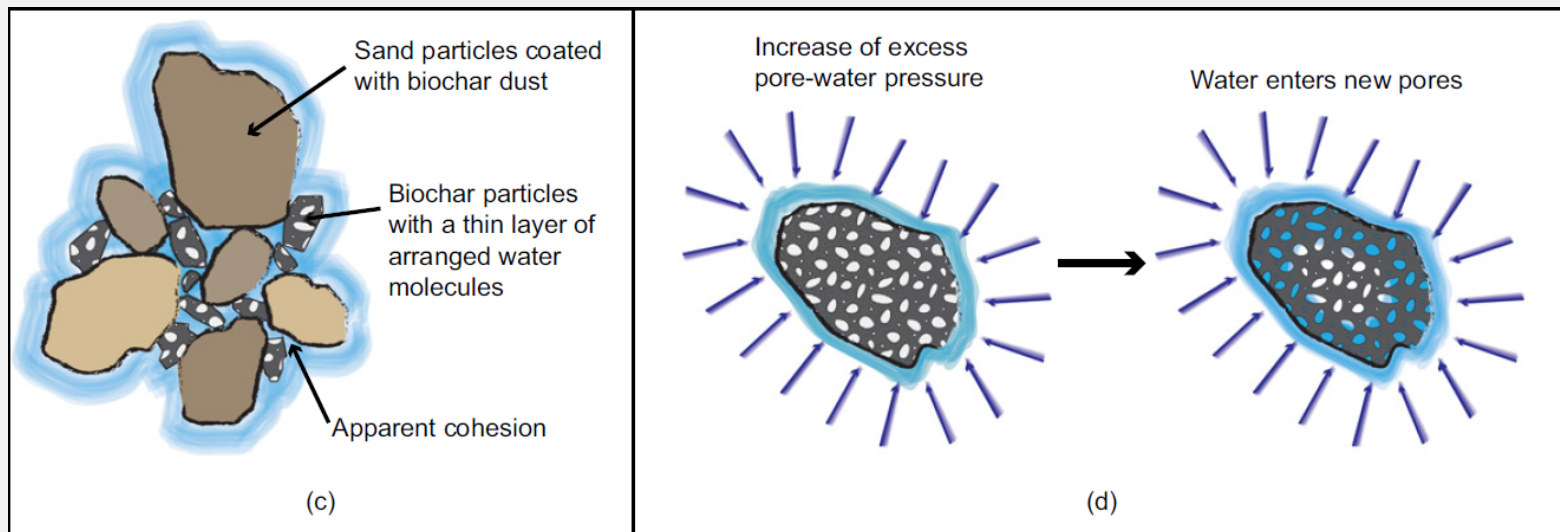
Effects of biochar amendment on geotechnical properties of landfill cover soil



Krishna R Reddy¹, Poupak Yaghoubi¹ and Yeliz Yukselen-Aksoy^{1,2}

Figure 7. Shear testing parameters of soil, biochar and soil amended with 5%, 10%, and 20% biochar (w/w).

Mekanisme: «lim» og «vannabsorbent»



- NGI internt prosjekt 2019-2020: Testing av biokull som bærekraftig alternativ til kalk/semment i **stabilisering av torv og kvikkleire**

Karbonnøytrale byggematerialer med biokull?

CO2 emissions:

- Biochar: -2400 kg CO₂-e per tonne
- Asphalt: 10 kg CO₂-e per tonne
- Concrete: 150 kg CO₂-e per tonne
- Cement: 730 kg CO₂-e per tonne

Prices

- Biochar: 2000-5000 NOK/tonne
- Asphalt: 1800 NOK/tonne
- Concrete: 500 NOK/tonne

Concrete with biochar binder

	Price	CO ₂ -e (kg/tonne)
	NOK/tonne	kg/tonne
0 %	500	150
5 %	650	22.5
6.5 %	695	-15.75
10 %	800	-105

Asphalt with biochar binder

	Price	CO ₂ -e (kg/tonne)
	NOK/tonne	kg/tonne
0 %	1800	10
0.4 %	1807	0.36
5 %	1885	-110.5
10 %	1970	-231

- Betong: CO₂-nøytral med 6.5% biokull - koster 40% mer
- Asfalt: CO₂-nøytral med 0.4% biokull - koster kun 0.4% mer



Ved å blande inn biokull laget av avgnagde maiskolber (til høyre) i jorda, oppleide forskerbønderne i Zambia opp til fire ganger bedre avlinger. Malstråden på midten av bildet har ikke fått tilført biokull i jordmonnet, mens de to radene til høyre og venstre viser resultatet med biokull som "gjødsel" i jorda.
FOTO: GJES BREEDEVLINGERARD CORNELIUSSEN/NGI

Vil redusere klimagassutslipp med avgnagde maiskolber

Aftenposten
Des 2011
(Zambia)

Takk for oppmerksomheten!

www.ngi.no/biochar

Aftenposten A-magasinet Osloby Sport Meninger Eli abonnent Meny

Det grønne kullet

Biokull lagrer CO2 og bedrer jordsmonnet på samme tid. Det gir revolusjonerende muligheter i fattige land.

Biokull 0 kg/m² Biokull 1.5 kg/m² Biokull 0.5 kg/m²

FOTO: Gerard Cornelissen
Forsvningen viser et biokull på sur jord i Indonesia gir god avlingseffekt.

Av: Jan Mukler
Vegard Marthinsen
Sarah Hule
Gerard Cornelissen

Publisert: 07. jan. 2015 22:02
Oppdatert: 09. jan. 2015 13:43

Aftenposten
Jan 2015
(Zambia+Indonesia)

Aftenposten 150 år **Klima**

All innhold Nyheter Sport Meninger Økonomi Kultur Oslopuls Forbruker Reiser Mat og vin Jobb Bolig Innreise Verden Politikk Sitta Oslo Storingsvelget Fakta Viten Kongelige Helse Leve Siste 100

- Vi får en sterk vind-vinn-situasjon: Man lagrer karbon i store deler å slippe det ut i atmosfæren, og konseptet forbedrer samtidig livsvilkårene for de fattigste bøndene på de dårligste jordene, sier teknisk sjef for prosjektet, Gerard Cornelissen. ALLE FOTO: NGI

Vil lage biokull av risskall

- Kan redusere Indonesias utslipp tilsvarende Norges samlede CO2-utslipp i fjor, hevder norske forskere.

AV: STINE BARSTAD

Opprettet: 05.06.10 kl. 14:19 Publisert: 04.06.10 kl. 19:52

Aftenposten Juni 2010 (Indonesia)

