

A word cloud of soil science terms in white text on a black background. The words vary in size and orientation. The largest words are 'humus' and 'Mold'. Other prominent words include 'Kompost', 'Mikroorganismen', 'Jordorganismen', 'Husdyrgjødsel', 'Torv', 'Humus', 'biokull', 'Glomalin', 'Jorddyr', 'Moldjord', 'Bioest', 'Jordforbedring', 'Levende jord', 'Svartjord', 'Organisk materiale', 'Pyrogen C', 'Humussyrer', 'Humin', 'Strø', 'DOC', 'Fulvosyrer', 'Planterester', and 'Jordkarbon'.

Jordorganismen
Fulvosyrer
Mikroorganismen
Planterester
Jordkarbon
Strø
DOC
humus
Jorddyr
Glomalin
Moldjord
biokull
Bioest
Kompost
Humus
Torv
Jordforbedring
Levende jord
Svartjord
Husdyrgjødsel
Humin
Organisk materiale
Pyrogen C
Humussyrer

POTENSIALET FOR KARBONBINDING I JORD

UTDRAG FRA EN FERSK NIBIO-RAPPORT

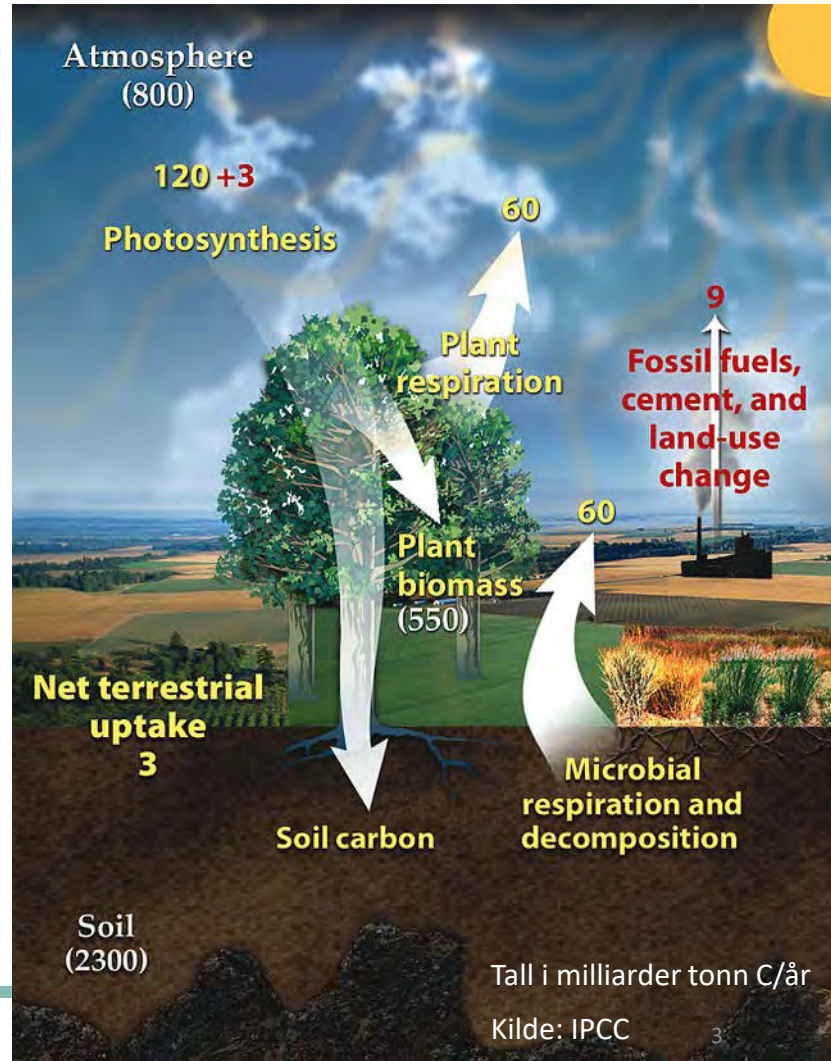
Erik Joner

NIBIO, avd. Jordkvalitet og Klima

Erik.Joner@nibio.no

OVERSIKT

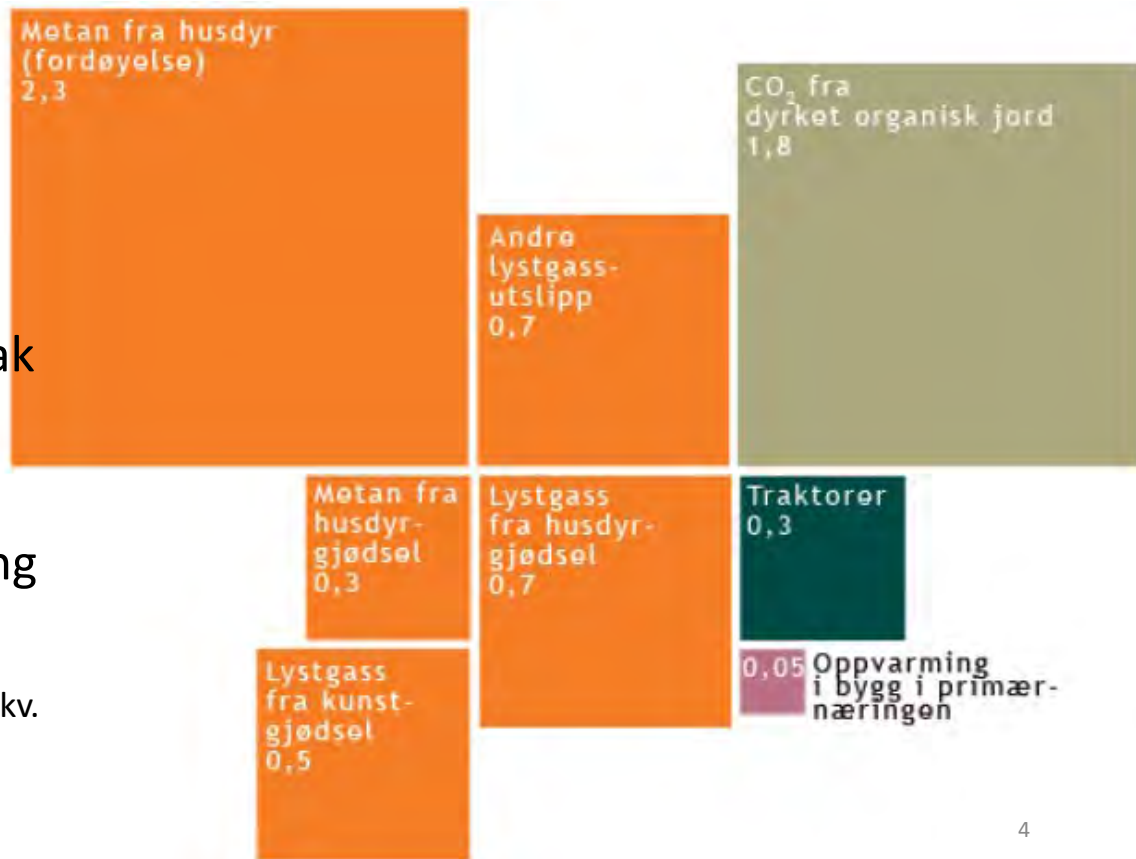
- Dagens situasjon
- Hva skjer når planterester og møkk havner i jord?
- Hvordan stabiliseres C?
- 10 mulige tiltak: NIBIO-rapport 2019
- Biokull; en ukontroversiell og tellbar løsning



BAKTEPPET: LANDBRUKETS UTSLIPP

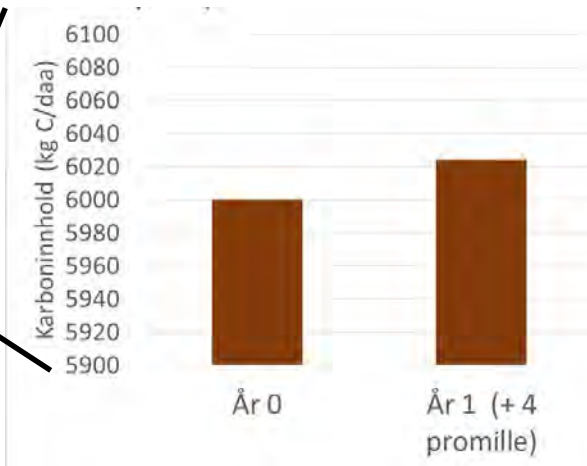
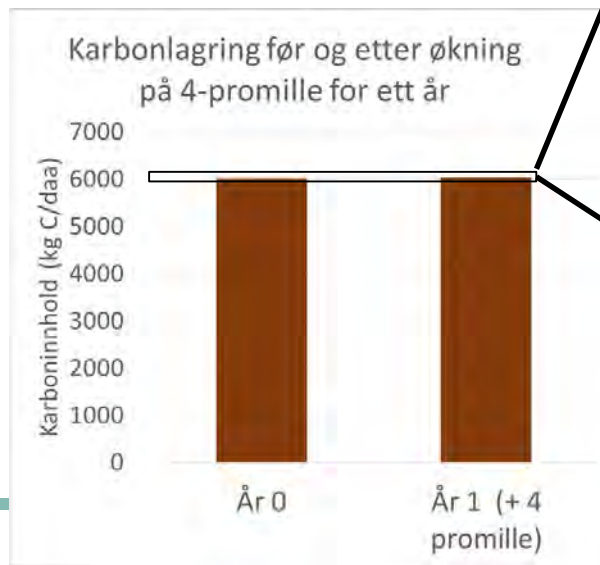
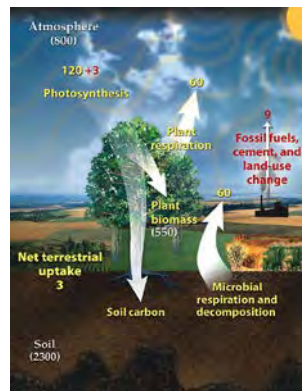
- Landbruk står for 8 % av norske utslipp
- Vi kan ikke slutte med drøvtyggere, så vi må kompensere med andre tiltak som reduserer utslipp eller binder C
- 4 ‰-initiativet: Økt C-binding

Tall i Mt CO₂-ekv.



4 ‰-INITIATIVET

Øke jordas innhold med 4 ‰ pr år
(tilsvarer globalt 9 Gt C; $9/2300=0,4$)



DAGENS SITUASJON I NORGE

- ✓ Jord dyrket som åpen åker taper C fordi tilførslene av OM er lave (møkk, planterester), og fordi gjødsling og jordarbeiding stimulerer mikrobiell nedbrytning.
- ✓ Grasmark binder mer C enn åpen åker
- ✓ Nettoeffekt er tap av C fra landbruksjord

	Dekar	% C	Volum-vekt	Lagret karbon		Årlig endring	
				Tonn C/dekar	Tonn C totalt	kg/daa	Tonn totalt
Korn	3 000 000	2,5	1,2	6	18 000 000	-30	-90 000
Andre matvekster	200 000	2,5	1,2	6	1 200 000	-40	-8 000
Høstet grovfôrareal	4 350 000	3,5	1,2	8,4	36 540 000	10	43 500
Innmarksbeite	1 550 000	3,5	1,2	8,4	13 020 000	10	15 500
Annet jordbruksareal	100 000	3,5	1,2	8,4	840 000	10	1 000
Sum mineraljord	9 200 000	3,2		7,6	69 600 000	-4,1	-38 000

- ✓ Dyrka myrjord: 6-700.000 daa taper 2 Mt C/år (men bokføres under LULUCF)

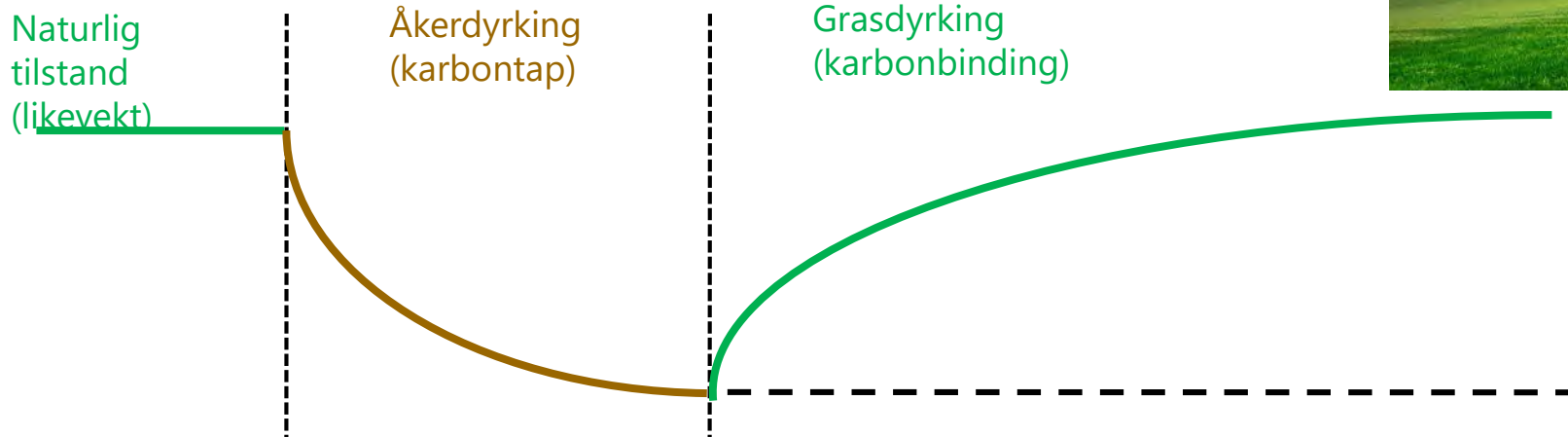
TILFØRSLER OG TAP AV C

- ✓ Fotosyntesen er eneste tilførsel av organisk C til jord (direkte eller indirekte), og økning av tilførsler er relativt enkelt
- ✓ Tap skjer ved nedbryting, og å hindre nedbryting er langt vanskeligere



DYRKINGSFORM OG LIKEVEKTER

Å erstatte åpen åker med gras gir økt innhold av C i jord



- ✓ Men; økt grasproduksjon kan kun utnyttes av drøvtyggere.
- ✓ Dette gir økt metanutslipp som overstiger effekten av karbonbinding 5 ganger

HVA SKJER NÅR PLANTERESTER/MØKK HAVNER I JORD?

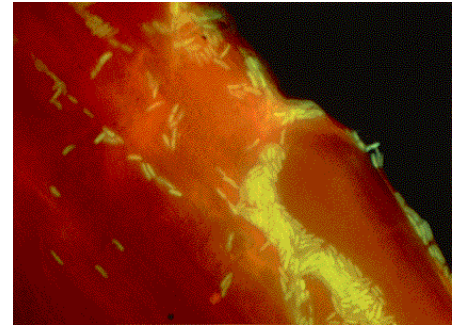
- ✓ Fragmentering
- ✓ Nedmolding; organisk materiale blandes med mineralmateriale
- ✓ Ulike typer organisk materiale brytes ned med ulik hastighet

Grovt sett tre kategorier C i jord:

- ✓ Lett nedbrytbart (1 dag – 1 år): Planterester o.l.
- ✓ Middels nedbrytbart (1 år til ca 50 år): Rester av mikroorganismer og røtter
- ✓ Stabilt (50 år til >1000 år): Pyrogen materiale (kull)

Men: Nedbryting går raskt og nytt OM må stadig tilføres

- ✓ Tilført organisk materiale er mat for jordlivet: Jo mer de får, jo mer spiser de, jo flere blir de



ØKT BINDING AV KARBON I JORD SOM KLIMATILTAK I NORSK LANDBRUK

Anbefale tiltak for økt karbonlagring i jord som klimatilakt og vurdere:

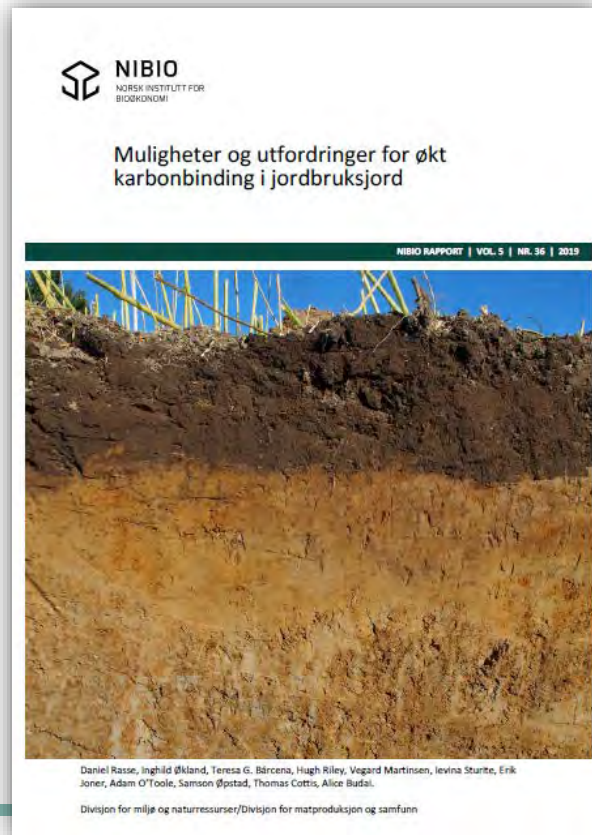
- ✓ Karbonbindingspotensial
- ✓ Sikkerhet for effekt
- ✓ Modenhet og aksept
- ✓ Egnethet for norske forhold

Ikke påvirke andre mål

- ✓ Selvforsyning og matproduksjon

Ikke omfatte mulige arealendringer

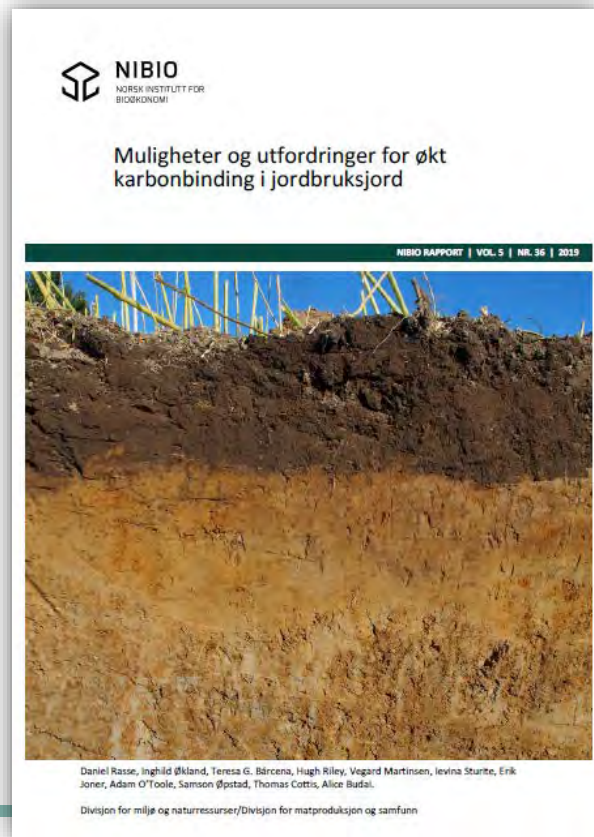
- ✓ Myr
- ✓ Skog
- ✓ Korn- kontra gras-areal



10 METODER VURDERT

1. Bruk av organiske ressurser (husdyrgjødsel, kompost, slam, osv).
2. Endret jordarbeidingspraksis. Redusert jordarbeiding o.l.
3. Drift av utmarksbeite. Endring i beitetrykk m.m.
4. Forbedret drift av eng. Fornyng av eng kontra langvarig eng, m.m.
5. Bruk av fangvekster/dekkvekster: Kan binde 0,2 Mt CO₂/år
6. Betydningen av mykorrhiza-sopp og meitemark.
7. Bruk av planter med større eller dypere rotsystem.
8. Biokull. Kan binde 0,9 Mt CO₂/år
9. Omgraving av dyrket myrjord.
10. Regenerativt landbruk.

Fritt tilgjengelig på nibio.no



Metode	Karbonbindingspotensial (hvor mye hvis implementert)	Sikkerhet for effekt (sannsynlighet)	Modenhetsgrad (teknologi tilgjengelig)	Gjennomførbarhet for bønder (aksept)
Bruk av organiske ressurser	Middels (mesteparten brukes i dag på en fornuftig måte)	Middels (avhengig av bl.a. jordegenskaper og alternativ bruk)	Høy	Middels (avhengig av tilgjengelighet og økonomi)
Endret jordarbeidingspraksis	Lavt (norske forsøk uten pløying viser ingen økning i C-lagring etter 20-40 år)	Middels (ganske sikkert at effekten er begrenset)	Høy	Høy
Forvaltning av utmarksbeite	Høyt (pga stort areal)	Lav (ikke nok data)	Lav (metoder er ikke på plass og ikke kvantifisert)	Middels
Forbedret drift av eng	Middels	Lav (effekt ikke påvist i Norge)	Høy	Høy
Dekkvekster (fangvekster)	Høyt (0,21 Mt CO ₂ per år hvis brukt på 60 % av kornarealet)	Middels-Høy (trenger bedre tall for Norge)	Høy	Høy
Mykorrhiza og meitemark	Middels (viktige aktører i karbonsyklus, C bindes av andre input)	Lav	Lav	Middels (ukjent, avhengig av fremtidige metoder)
Større rotsystemer	Høyt	Lav (nesten ingen data internasjonalt / i Norge)	Lav	Høy (lett å prøve nye arter/sorter)
Biokull	Høyt (0,90 Mt CO ₂ -ekv per år)	Middels (høy for karbonlagring, men effekt av alternativ bruk av råstoff er vanskelig å beregne)	Middels (en krevende satsing, men teknologi finnes)	Middels (høy hvis det brukes som granulert biokullgjødsel)
Omgroving av dyrket myrjord	Lavt (gjelder et begrenset areal, kan være aktuelt i flere landsdeler)	Middels-Lav (ingen pålitelige data ennå)	Høy (metode finnes)	Middels (hvis kostnad ikke blir en begrensning)
Regenerativt Landbruk	Middels (effekten allerede beregnet i fangvekster, biokull, ... men kunne være høy for helhetlig beitplanlegging)	Lav (ingen pålitelige data ennå)	Middels (praktiseres allerede av noen motiverte bønder)	Middels-Lav (krever nye driftsformer)

5. DEKKVEKSTER/FANGVEKSTER

Mål:

- Økt karbonbinding og redusert nitrogen- og fosfortap

Bruk av fangvekster i Norge

- 10 % av kornarealet i 2002, redusert til 0,8 % av kornarealet i 2015

Potensialet for å øke karbon i jord varierer

- Med gjødsling: 61 kg C/daa pr år
- Uten gjødsling: 5 kg C/daa pr år
- Estimert reduserte utslipp 2 462 t CO₂/år med dagens fangvekstareal
-> **0,2 Mt CO₂ med 60% av kornarealet**

Forskningsbehov:

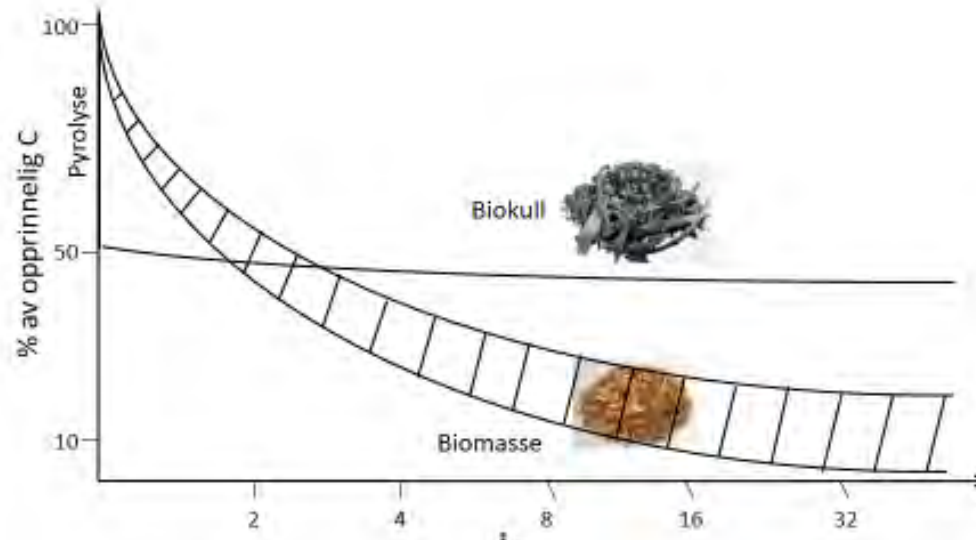
- Basert på data fra Sverige, det trengs data for norske forhold.



8. BIOKULL

Prinsippet:

- 1) Forkullet biomasse er 60 ganger mer stabilt i jord enn planterester (Budai, Rasse et al., 2016).
- 2) «Mean residence time» > 100 år på felt i Norge (Rasse et al., 2017)



HVA ER BIOKULL?

- ✓ Biokull = trekull (men kan også lages av grot, halm, slam, torv, alger, ...)
- ✓ Pyrolysert organisk materiale (>400 °C uten tilgang på oksygen)
- ✓ I stedet for å grille pølser: Effektiv karbonfangst og lagring (CCS) og et godt jordforbedringsmiddel

Fordeler:

- ✓ Sikker C-bindingseffekt, ukontroversielt, klimatilpasning
- ✓ Karbonet blandes inn (og lagres) i overflatejord
- ✓ Biprodukt: Bioenergi (50 % av karbonet)
- ✓ Biokull er svært porøst og likner på mange måter stabil humus
- ✓ I tillegg til å binde C øker biokull jordas pH, vannholdningsevne, drenering, kationbyttekapasitet



Terra Preta, biokull i Amazonas
dannet fra 450 år f.Kr – 950¹⁶ e. Kr.



TAKK FOR OPPMERKSOMHETEN!

Og takk til rapportens forfattere:

Daniel Rasse, Inghild Økland, Teresa Barcena, Hugh Riley,
Vegard Martinsen, Ievina Sturite, Erik Joner, Adam O'Toole,
Samson Øpstad, Thomas Cottis, Alice Budai