



Hvilke fordeler har miljøkravene for jordlivet (og agronomien) og hvilke andre tiltak kan vi gjøre for å bedre jordhelsa ?

Norsk Landbruksrådgiving SA



Kari Bysveen
Rådgiver jord og sånn

Jord består av:

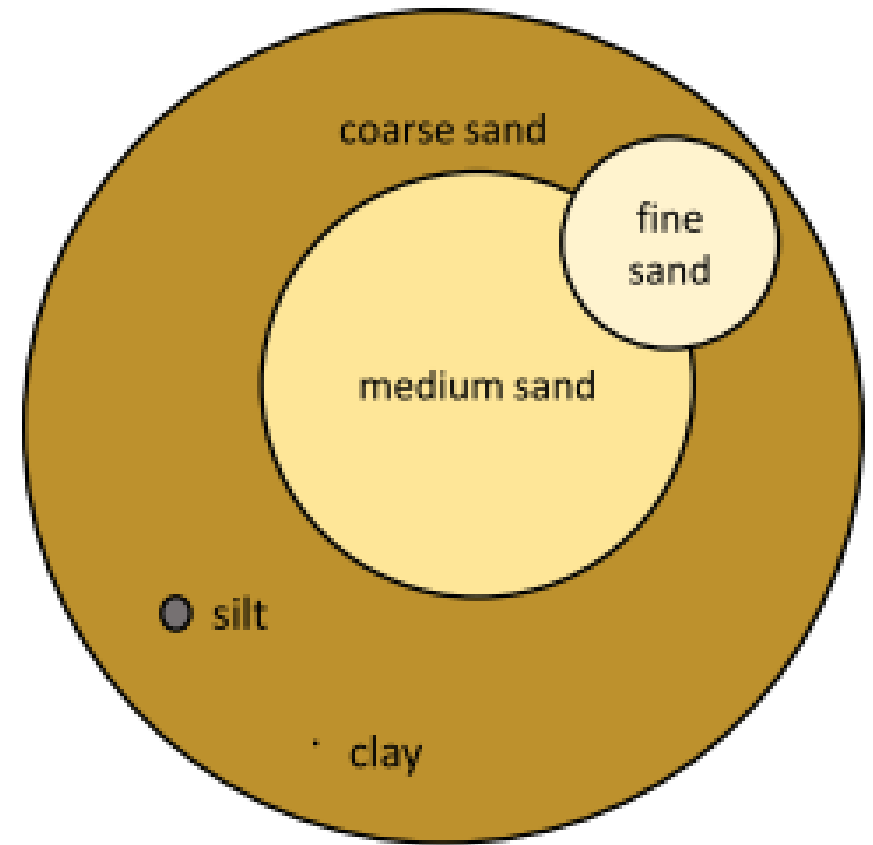
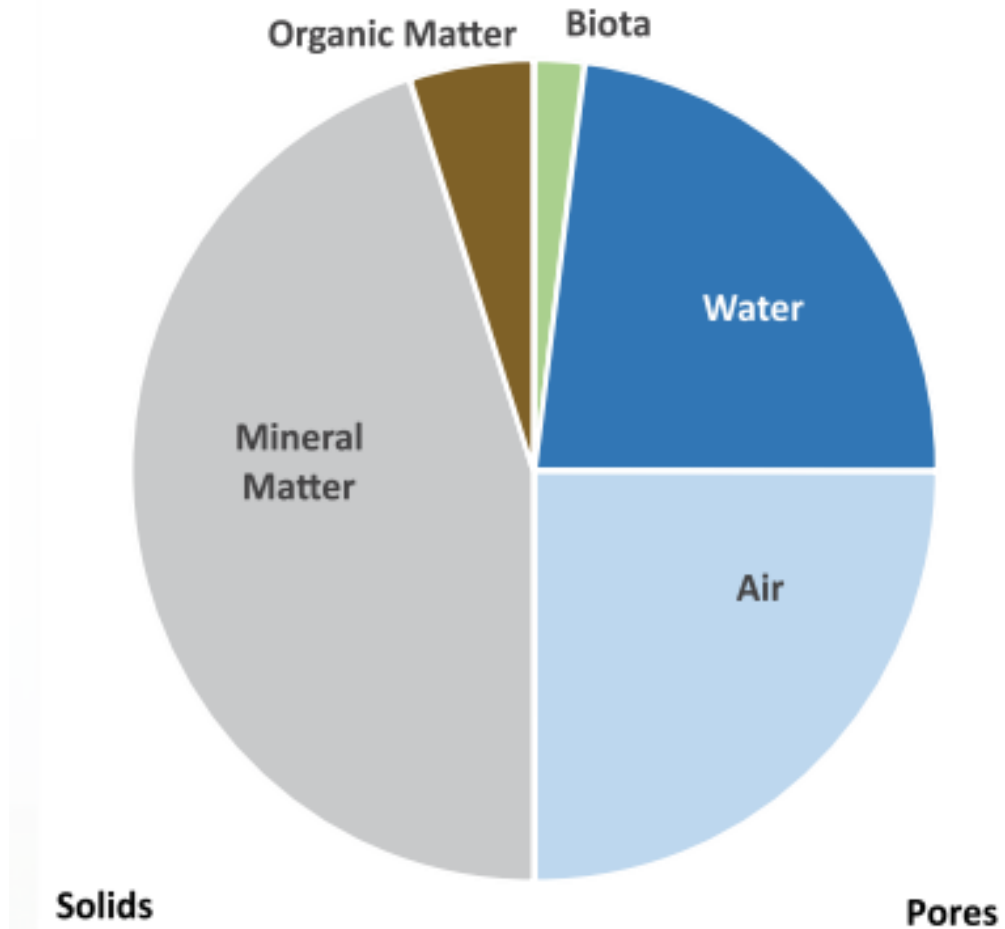
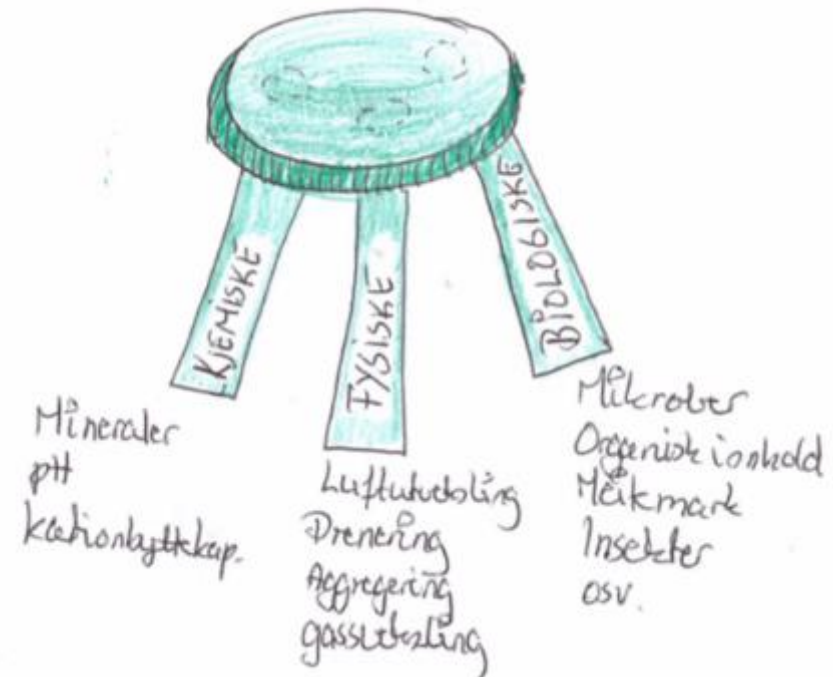


FIGURE I.03. Relative size of soil particles.

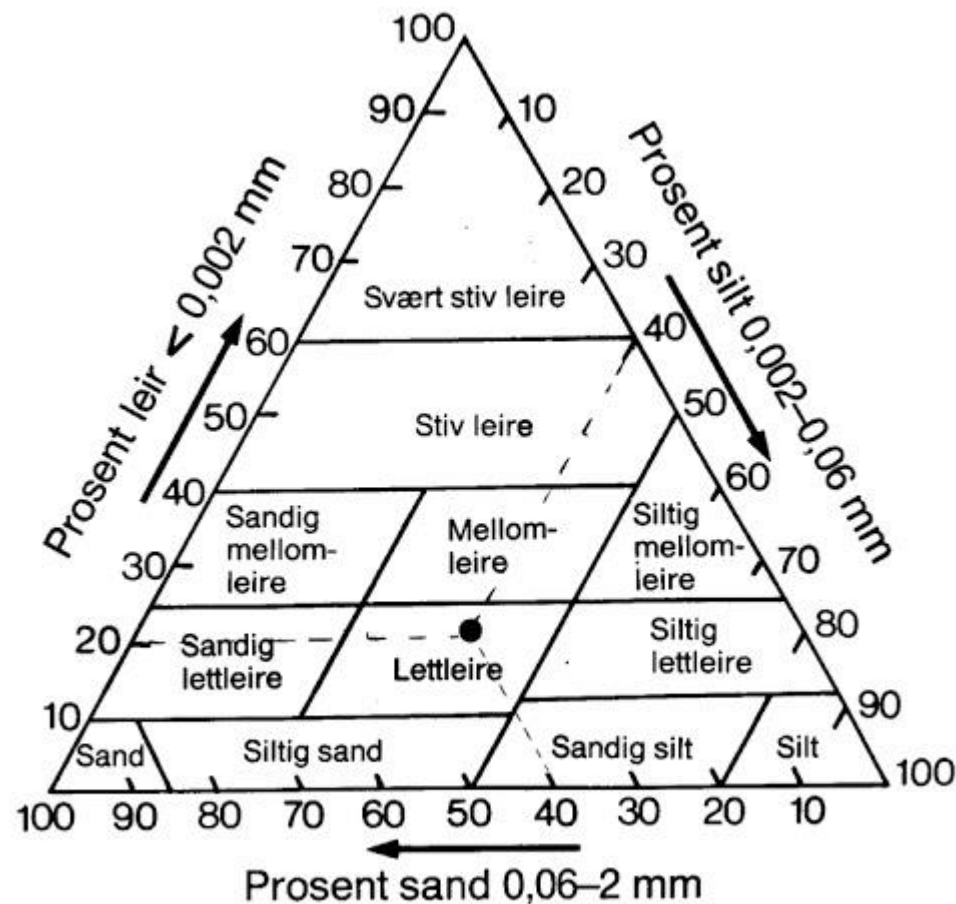
Jorda er et sammensurium av fysiske, kjemiske og biologiske faktorer

- Kan framstilles som en krakk.
- Fjernes et av beina, velter krakken
- Ikke alt lar seg påvirke



Jordart

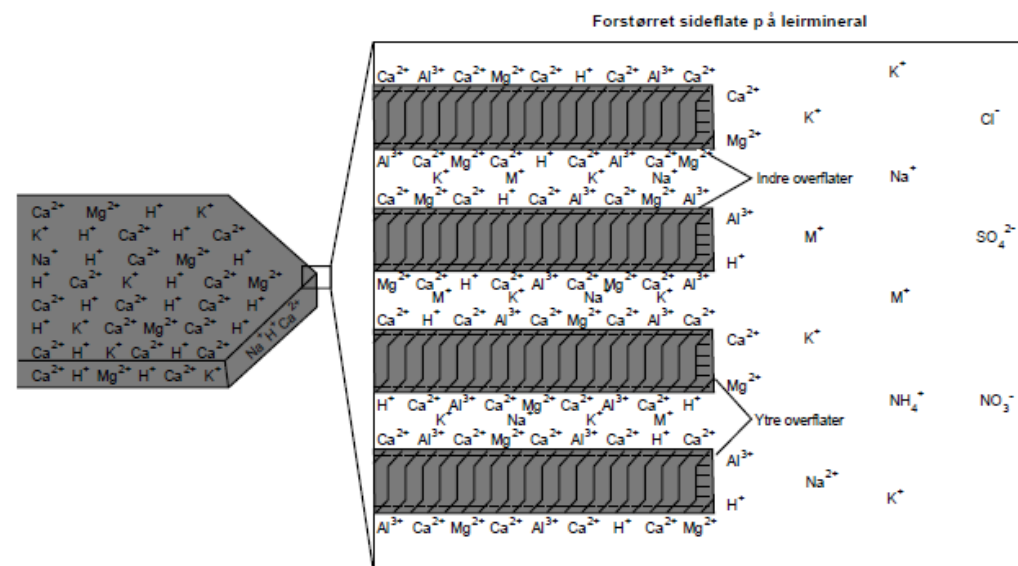
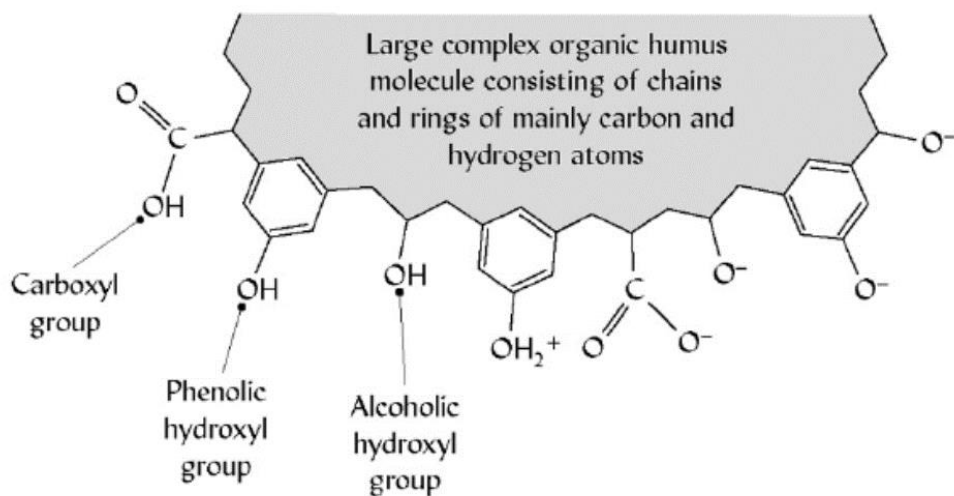
Sand	Silt	Leire
Mye luft	Lite luft	Lite luft
Lite vatn - Selvdrenert	Stort lager av nyttbart vatn	Tett - må dreneres
Varm	Kald - langsom oppvarming	Inneholder og holder på næring
Lite næring	Risiko for erosjon	Kan lagre vatn
Ikke plastisk (formbar)	Plastisk i våt tilstand	Plastisk i våt tilstand



Jordarter	8 Silt	* Ved volumvekt over 1.00 blir benevningen mg/100g. Ved volumvekt mindre enn 1.00 blir benevningen mg/100ml For mikronæringsstoffer er benevningen mg/kg	Leirinnhold	Moldinnhold	Næringsinnhold
1 Grovsand	9 Lettleire		1 < 5 %	1 Moldfattig 0-2,9 %	Latv
2 Mellomsand	10 Siltig lettleire	2 5-10 %	2 Moldholdig 3-4,4 %	Middels	B 5-7 2 7-15
3 Finsand	11 Mellomleire	3 10-25 %	3 Moldholdig 4,5-12,4 %	Moderat høyt	C1 8-10 .
4 Siltig grovsand	12 Stiv leire	4 25-40 %	4 Moldholdig 12,5-20,4 %	Høyt	C2 11-14 3 16-30
5 Siltig mellomsand	13 Mineralblandet moldjord (20,5-40,4 % humus)	5 > 40%	5 Mineralbl. mold 20,5-40,4 %	Meget høyt	D >14 4 >30
6 Siltig finsand			6 Organisk >40,4 %		
7 Sandig silt	14 Organisk jord (>40,4% humus)				

Jordartenes overflate

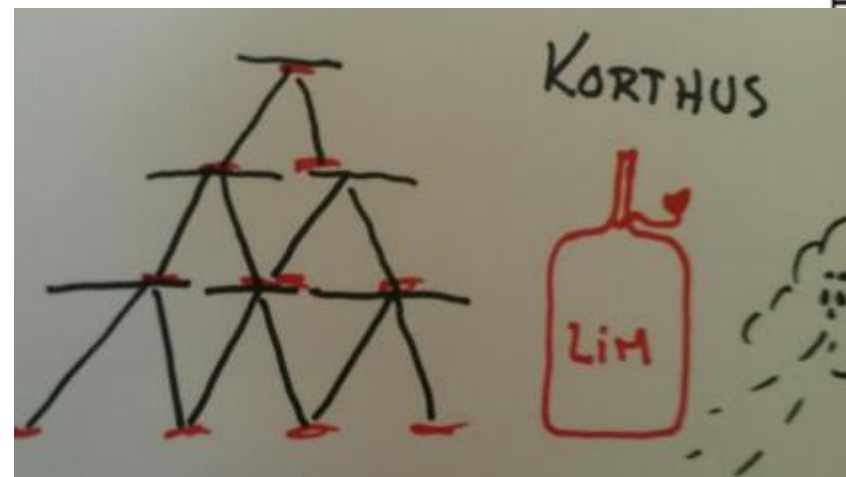
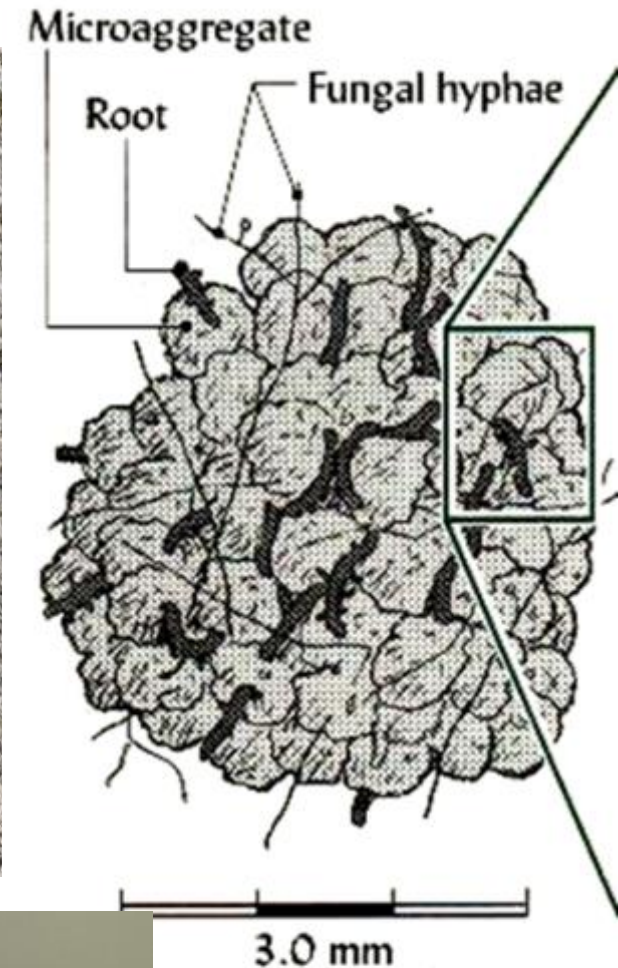
- Sand $1 \text{ cm}^3 = 10 \text{ cm}^2$ overflate
- Leire $1 \text{ cm}^3 = 100 \text{ m}^2$
- «Humus» (godt omsatt) $1 \text{ cm}^3 = 800 \text{ m}^2$ overflate
- Betydning for evnen til å holde på næring
- Dersom låg pH - har «humus» færre ladninger



Figur 6.1 Prinsippet for ionebytte på leirpartikler.

Jordaggregat

- Flere jordpartikler som holdes sammen som et korthus.
- Gir god luftveksling og infiltrasjon av vatn, og levested for div jordorganismer
- Ulik styrke på ulike jordarter
- Sier noe om jorda si evne til å tåle ytre påvirkninger - eks slagregn
- Aggregater på 2-6mm har størst betydning for jordstrukturen



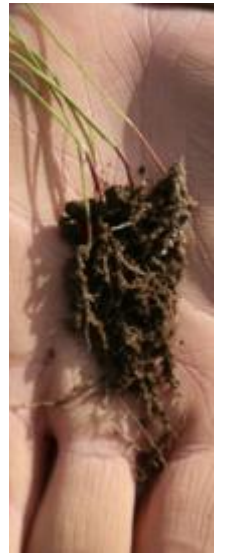
Macroaggregate

- Roots
- Hyphae

Aggregatdanning

Fysiske - kjemiske - biologiske krefter

- Fysiske:
 - tining -frysing
 - tørking- oppfukting
 - Leire og mold -
- Kjemiske:
 - polart vatn
 - Div kationer - f.eks: Al^{2+} Fe^{2+} Ca^{2+}
 - Humus (godt nedbrutt organisk materiale)
- Biologiske
 - Graving og flytting av jordlevende dyr - eks meitemark
 - Røtter og sopphyfer i et klissete nettverk på kryss og tvers
 - Organisk lim fra mikrober - spes sopp og bakterier
 - Roteksudater
 - Variasjon i vekster er positivt



Praktisk demo aggregatstabilitet



Jord i venstre glass og venstre sil;
undergrunnsjorda (40 cm)

Jord i glass i midten og sil i midten - fra
jordet med god vekst



Jord i glass til høyre og sil til høyre -
åkerkanten som alltid er grønn, og hvor
maskiner aldri er

Veldig sjeldent å sjå at åker og åkerkant
er så like!

Definisjon Jordhelse:

Jorda sin evne til å opprettholde produktivitet, biologisk mangfold og økosystemtjenester på land



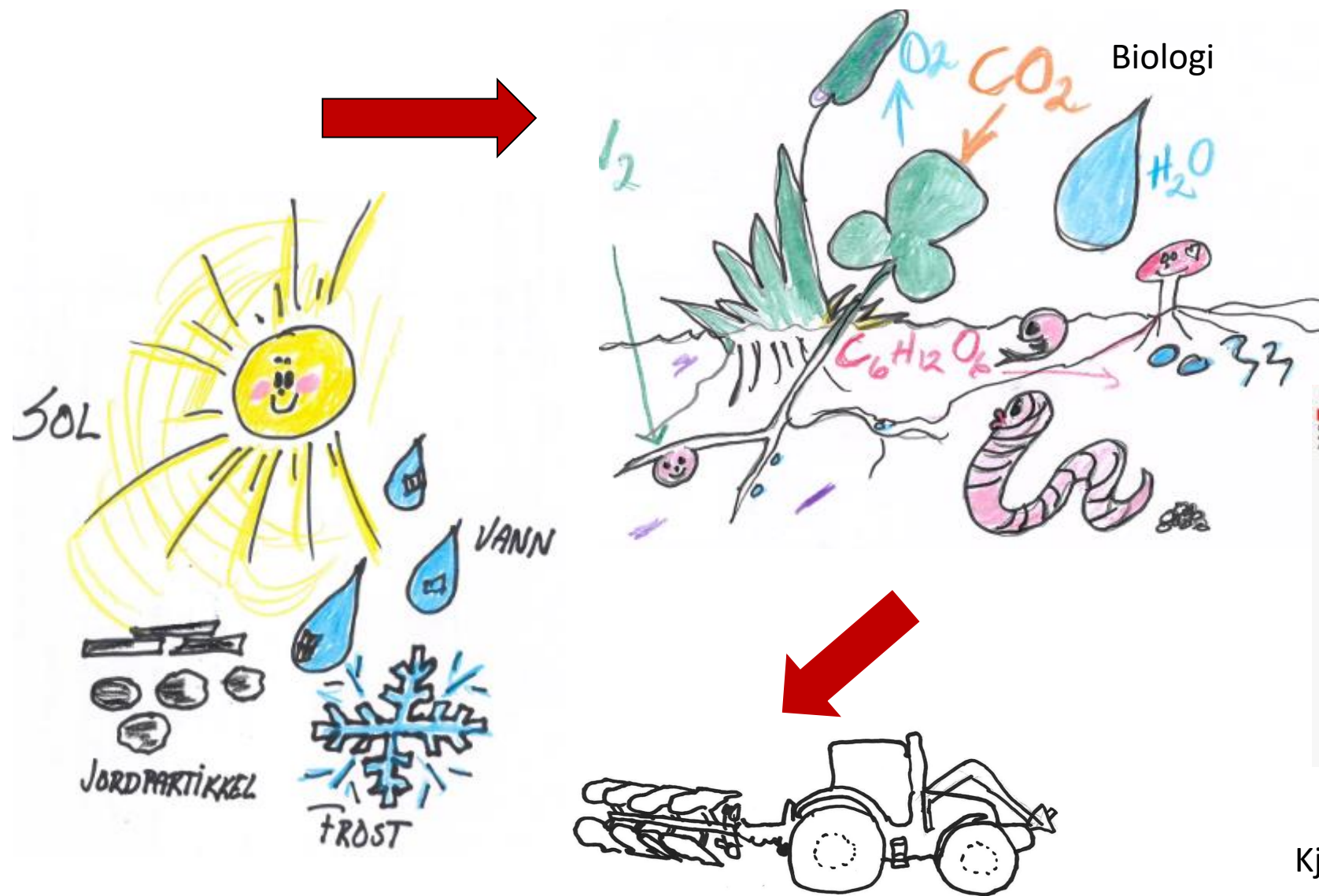
Hvordan ser god jordhelse ut



- God plantevekst - røttene møter liten motstand -
 - men ikke alltid meravling
- Lite pakkskader
- Rask infiltrasjon etter nedbør
- Rask nedbryting av planterester
- Fine gryn - lite erosjon og avrenning
 - NB! Jordart og årstid betyr mye
- God lukt
- Godt jordliv - færrest mulig sykdomsorganismer
- NB! Jord er et levende økosystem - og endrer karakter gjennom årstidene, og for eksempel ved mye nedbør



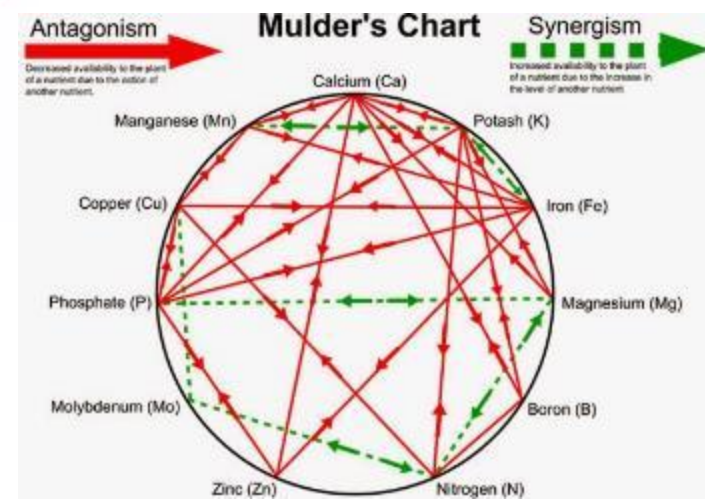
Hva påvirker jord og jordhelsa mest?



Biologi

Du påvirker jordhelsa mest positivt med plantevekst.

Kraftig jordarbeiding og gjentatte kjøringar på ulagelig jord påvirker jordhelsa mest negativt



[Dette bildet](#) av Ukjent forfatter er lisensiert under [CC BY-NC-ND](#)

Fysikk

Kjemi



Hvorfor etterstrebe god jordhelse?



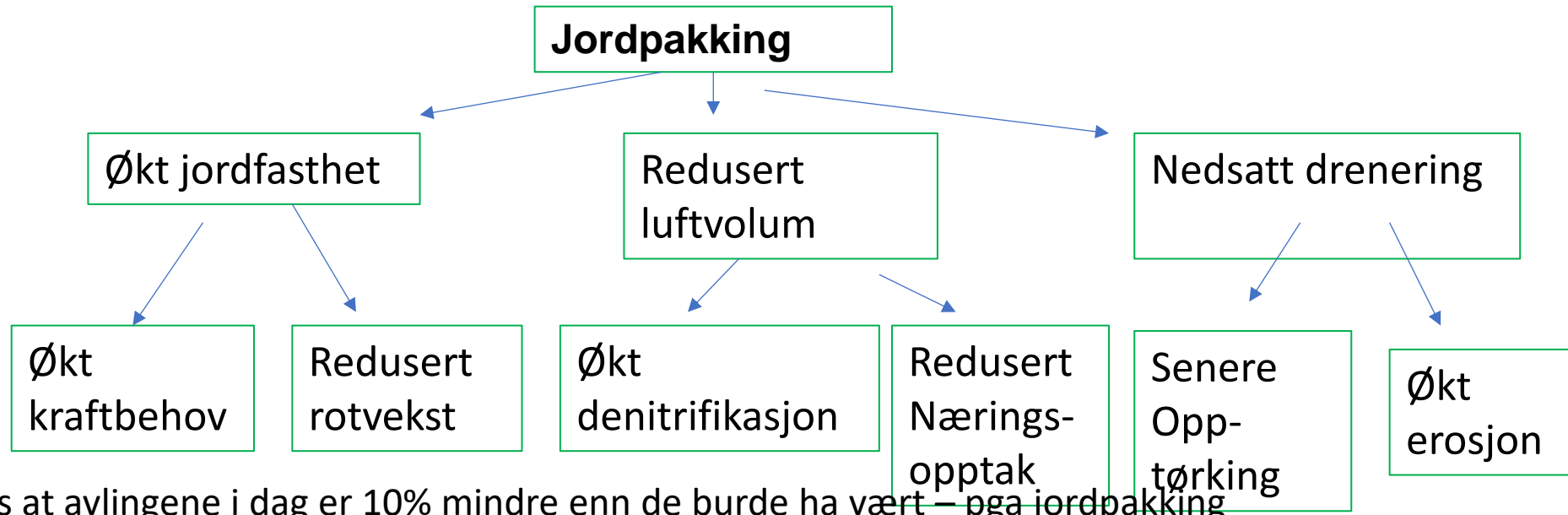
God jordhelse gir god plantevekst, men ikke automatisk gode avlinger

- Så lenge vi har gjødseltilgang og virkningsfulle plantevernmidler
- Holde jorda på jorde - så neste generasjoner også kan høste gode avlinger
- Miljø og klima:
 - Redusert avrenning, erosjon
 - Karbonlagring, minst mulig lystgasstap

Vi må snakke om jordpakking!



Jorpakking - Virkning på jorda



- Det antas at avlingene i dag er 10% mindre enn de burde ha vært – pga jordpakking
- På eng – ofte 30% mindre avling der det er kjørt med tung – skade på plantedekke og struktur
- Grunnet ok priser på gjødsel og plantevernmidler har vi sansynligvis ikke sett større effekt av jordstrukturproblemer enda. Hva nå?



Jordstruktur

- Hvordan enkeltpartiklene er ordna i forhold til hverandre:
 - Enkeltkorn
 - Aggregat
 - Massiv klomp
- Vi kan påvirke jordstrukturen + og -
- Jord med god struktur har lite såledanning, har grynstruktur og er porøs med både store og små holrom mellom partiklane
- Luft i de store og vatn i de små porene
- Planter har stor påvirking



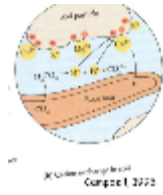


Jordpakking koster!

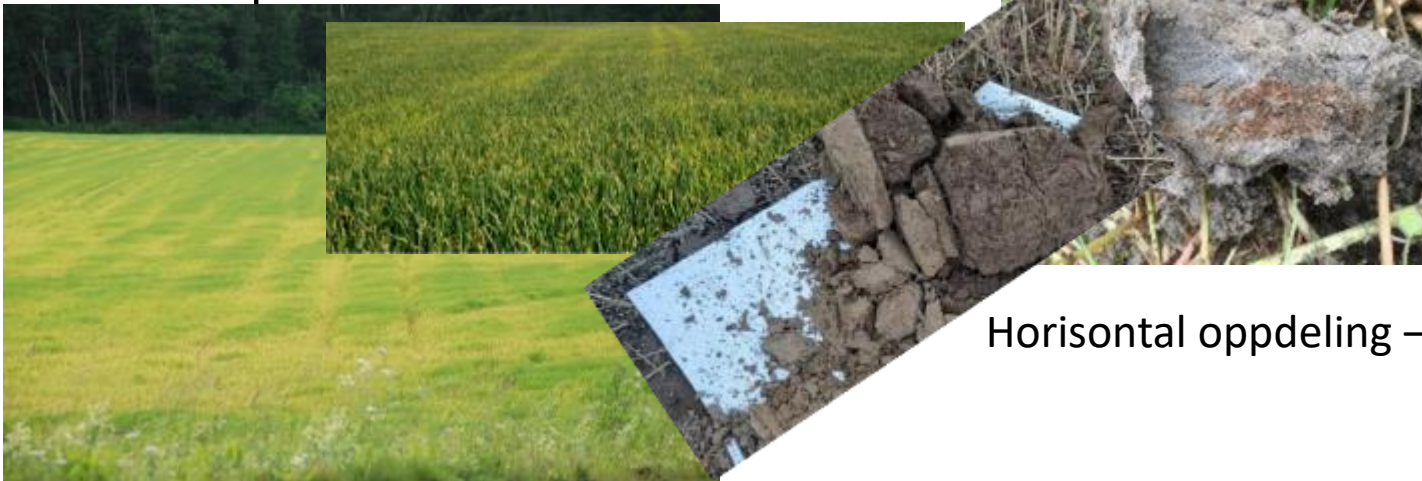
- Redusert avling
- Diesel når du pakker
- Redusert avling
- Gjødning - dårlig utnyttelse
- Diesel og stål når (om) du får løsna
- Klima (lite luft - omdanning av lettløselig N til lystgass. og miljø)

Hvordan kan du sjå pakkskader?

- Kompakt - lite luft
- Redusert vekst - lysere striper i åker hjulspor og vendeteig
- Alle jordarter
- Sen infiltrasjon
- Såler
- Gamle planterester



SÅLEDANNING



Horisontal oppdeling – på ALLE jordarter

Det enkleste er ofte det beste!

.....og billigst

Hvordan finne ut noe om jorda?

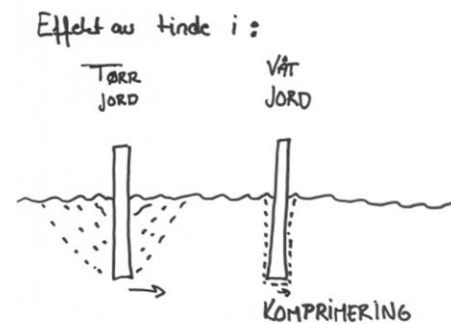
- Spade
- Øya!
- Nesa!
- Kjenne!
- NB! Ting endres raskt - i morgen er det andre øyeblikksbilder



Hvorfor oppstår dårlig jordstruktur?

Prioritert rekkefølge:

- **Kjøring på ulagelig jord**
- **Antall kjøring**
- **Traktor og maskinens totale vekt**
- Lufttrykk i dekkene (bruk dekktabeller – f.eks på terranimo.dk)
- Dekkdimensjon
- Hjulsluring
- Kjørehastighet (hoppetusseffekt, knusing og elting)
- **Lite tilbakeføring av organisk materiale, intensiv jordarbeiding, høstpløying mm har også STOR betydning på jordstrukturen!**



All jord pakkes! Evne til sjølheling?

- **Frost** - kun dersom jorda ikke er vannmetta
 - Telemåling på Kise: over 50 cm djup - kun 2 vintre de siste 10 åra
 - Som oftest 20-35 cm djup
- **Tørke** (svelling-sprekking)
- **Ulike jordarter** - ulik evne til sjølheling:
 - Morene - særlig gammel kulturjord (antar godt moldinnhold) og litt leire - ganske god
 - Mineralblanda moldjord - med ulik kornstr
 - Myrjord liten evne
 - Jord uten leire - som silt og finsand - liten evne

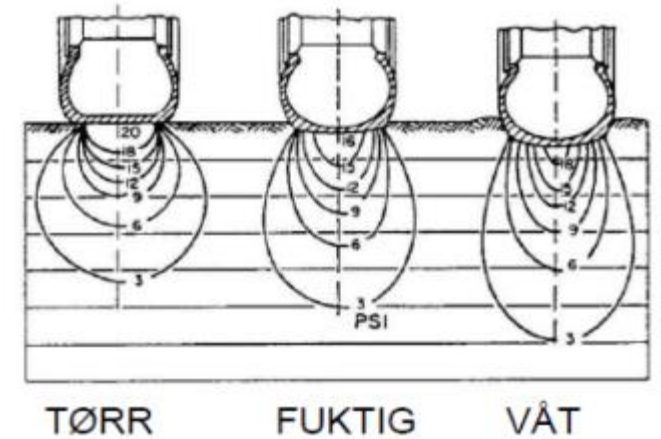
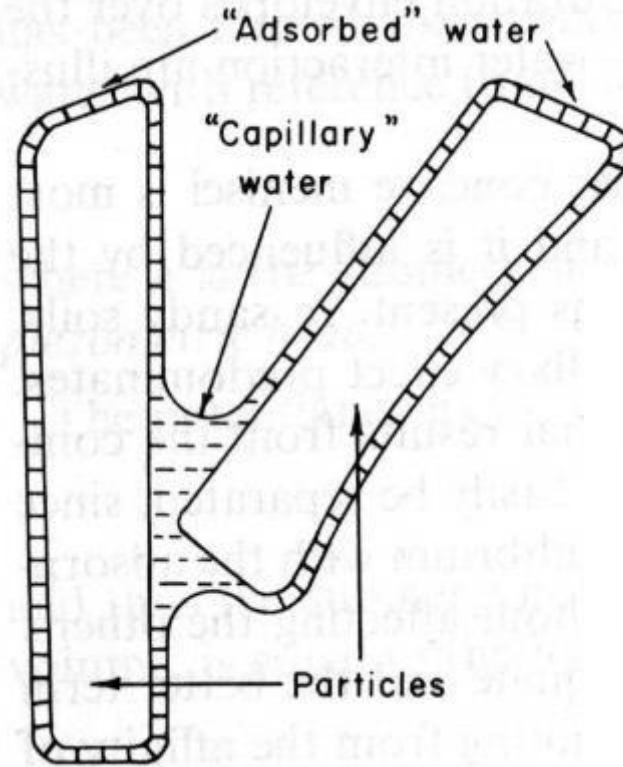
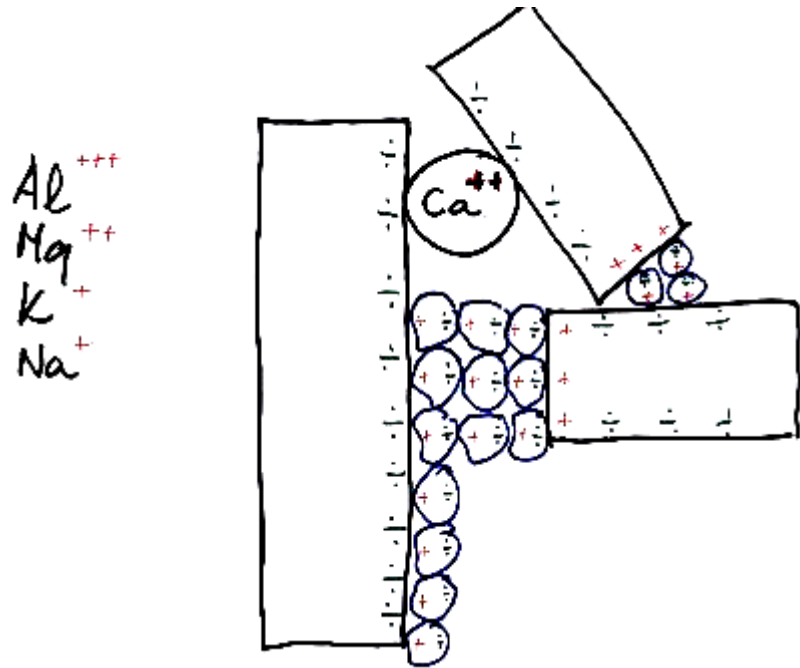


**Fungerende
grøftesystem
er en forutsetning
for god
jordstruktur!**



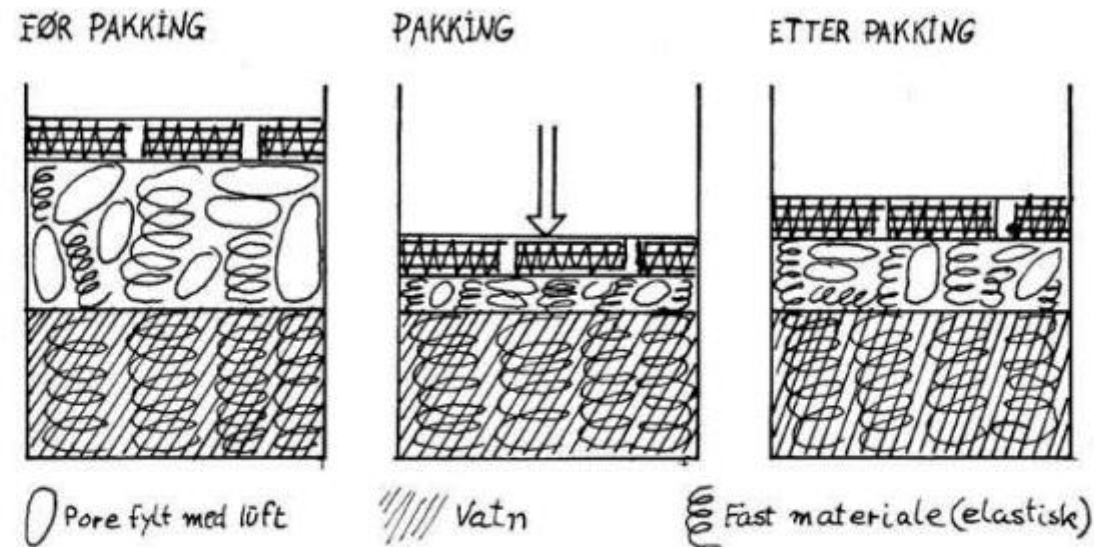
Jorda pakkes lettere når den er fuktig

- Vannmolekylene svekker bindingene mellom jordpartiklene
 - Jorda lar seg deforme



Det er de store porene som forsvinner

Fig til høyre - på jord med mye mold og leire, kan jorda «sprette» litt tilbake. Ikke sand!



Pakking klemmer sammen de store porene som er ansvarlige for vasstransport og luftskifte.

Når er jorda lagelig (leirmorene)

Nei – for vått!



Ikke enda!



Ååååå kjør!



Jorda må være lagelig

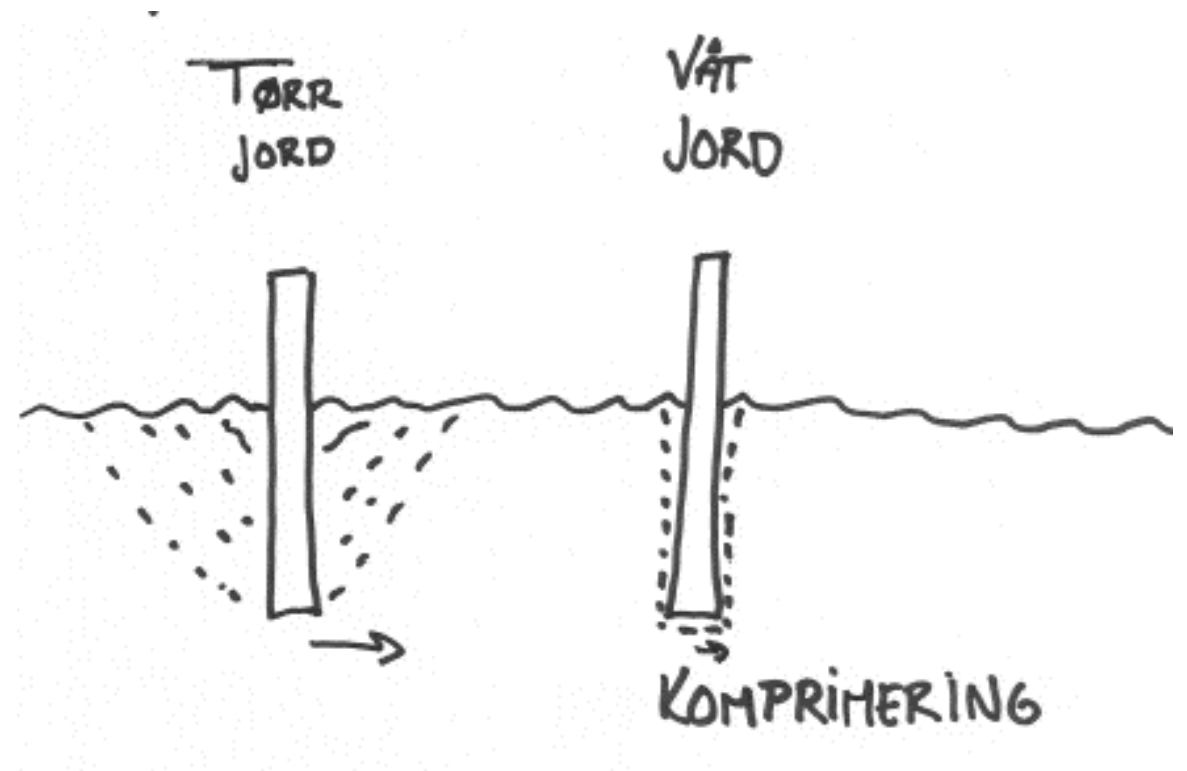
Silt ->
«Svetter»



Litt etter at vatn slutter å renne i dreneringsrøra (avhengig av tørkeforholda)

Effekt av tinde/skjær på fuktig og tørr jord

- Jorda skal smuldre!
- Bra for jorda - bedre effekt av maskina!

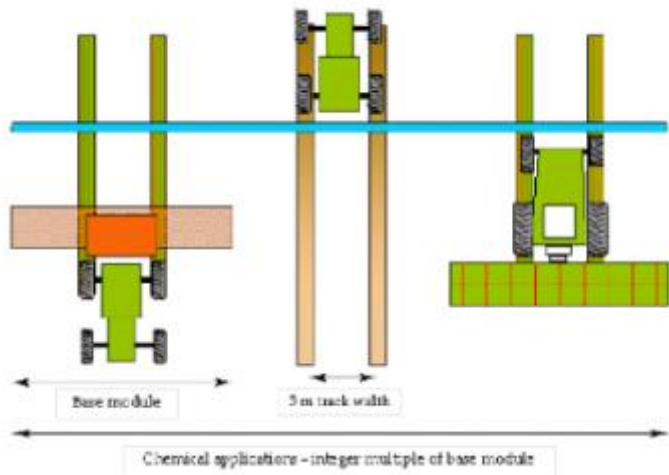


Antall overkjøringer!

- Vendeteigen
- Samma jordflekk kjøres over flere ganger i løpet av en sesong!
 - Spes eng og potet -4-8 ganger
- Skader også plantedekket!

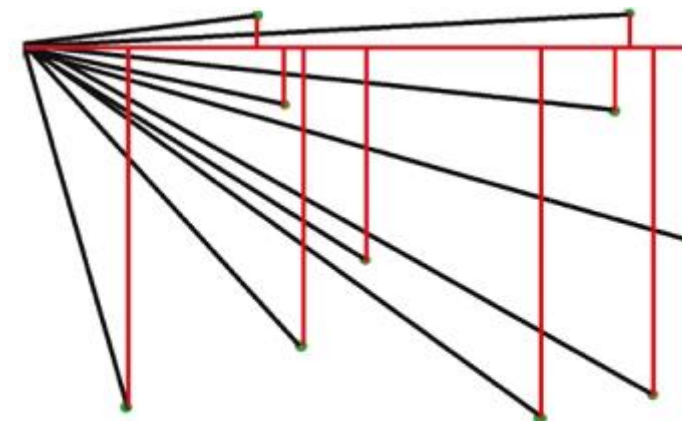
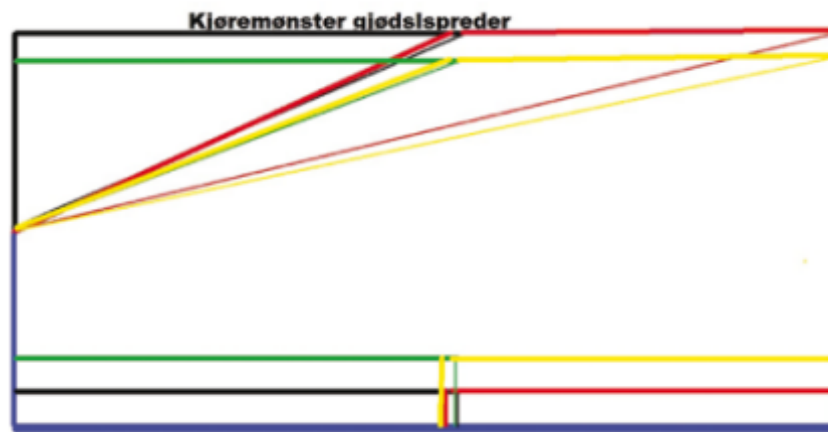
Møkkjøring etter 1.slått. Foto:
Stein Jørgensen





Gode kjøremønstre

- Kjør minst mulig på mest mulig

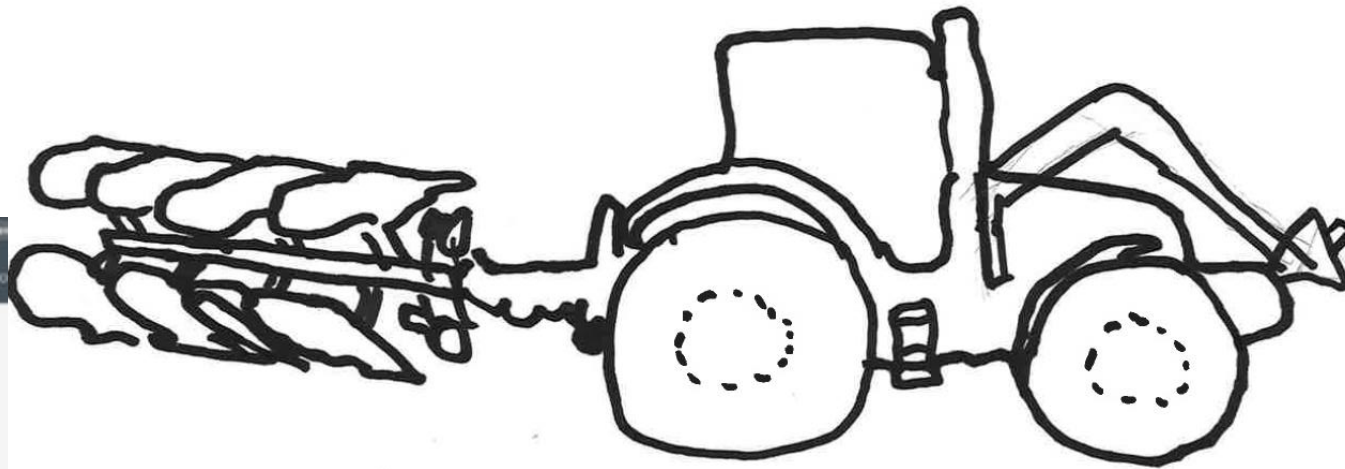


Figur 2. Figuren viser transport av rundballer. De grønne punktene viser hvor rundballene ligger. Svarte streker viser hvordan tilfeldig kjøremønster gjør at mye av enga kjøres på. Med planlagt kjøring, her vist med røde streker, viser at den totale kjøringa på jorder reduseres.



Tungt utstyr

- Max aksellast 5-6 tonn ved lagelige forhold
- Sjøl i USA sier de lærde at aksellast over 10 tonn alltid fører til strukturskader



Max belastning på veg – ikke på jorda!

Jordpakkeforsøk i Nibio - på Brandval

- Sensorer gravd ned på 20, 40 og 60 cm djup.
 - sjøl den djupeste bevegde seg da en traktor med henger, t
- <https://www.youtube.com/watch?v=6sY9WHikSq0>
- Pakkskader under 40-50 cm er ofte uopprettelige



Setter spor - skader jord



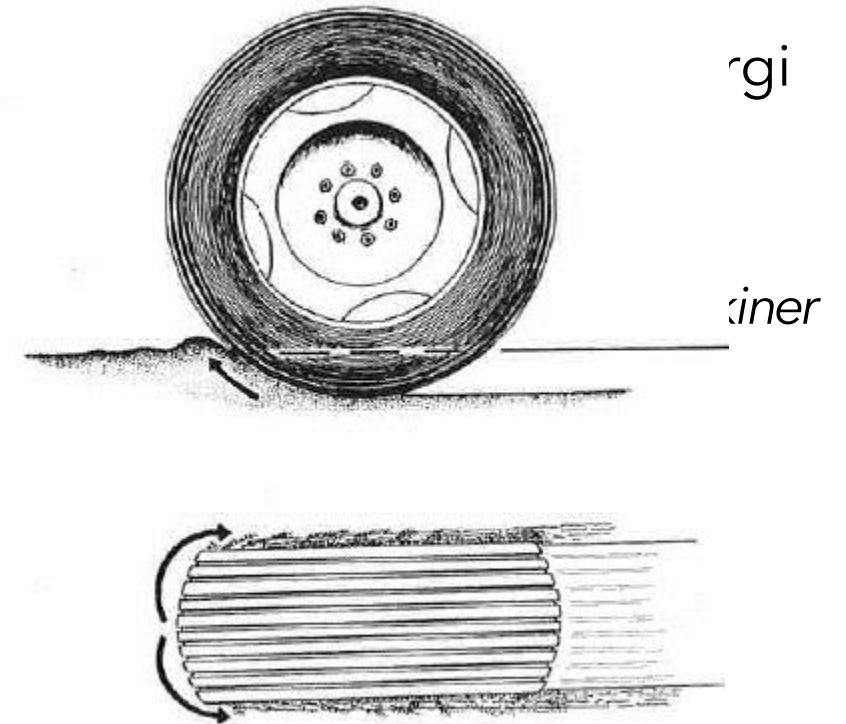
Norsk institutt for bioøkonomi (NIBIO)

Abonner 1

Till Seehusen, Nibio Apesvoll

Kjørespor = skader + dieselforbruk

- Når et hjul ruller bortover, flyttes jord framover (=diesel)



Dekk og lufttrykk



Lågt lufttrykk reduserer dieselforbruket
Xeobiib 1,6 bar foran og bak
Xeobib – 0,4 bar foran og 0,65 bar bak



1 cm djupere kjørespor, øker drivstofforbruket med 10 % - bruk så lågt lufttrykk som dekkene tåler, og kjør når jorda er lagelig (Volk, 2007)

Djupe hjulspor i ei eng – fare for jord og sporer i fôret



Mekanisk jordløsning ?

- Fungerer sjeldent!
- Må være lagelig på det djup det skal jordløsnes
- Tvilsom effekt før eller etter sesongen:
 - Er det lagelig?
 - Kan planterøtter raskt infiltrere og forskale de nye porene?
 - Mye regn etter løsning - finmateriale tetter raskt igjen nye porer
 - Pakkes lett etter ny kjøring
- I forsøk har jordløsning hatt effekt på ca 1/3 del av feltene (uavhengige forsøk, flere kulturer)
- Kortvarig



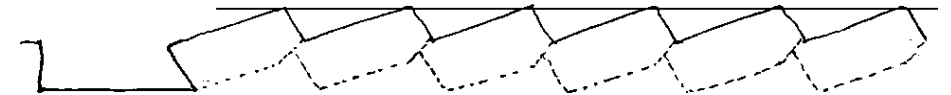
Jord, maskiner og plænter - ska passe i hopes!

- *Sa'n Kjell Mangerud*



Reduser på jordarbeidinga der du kan i vekstskiftet!

- Best for jord, miljø og klimaregnskapet!
- Sparte dieselkostander
- Ingen maskiner er strukturfremmende
- Still inn maskina rett med en gang:
 - Best effekt på ugras
 - Gir jamnt såbed
 - Mindre dieselforbruk
 - Mindre kjøring
 - Mindre slitasje
 - Mindre
 - «All in one»-maskiner - gjør alt på en gang - men ødelegger mye
- Hvorfor må vi ty til mer og mer aggressiv redskap?



Såle dannes med vertikal og horisontale krefter

- Alle maskiner lager såle
- Kakk med en kniv i jordprofilet - hvor er det hardest?
- Såle over grøftene - redusert infiltrasjon
- Veks planterøttene igjennom?

SÅLEDANNING

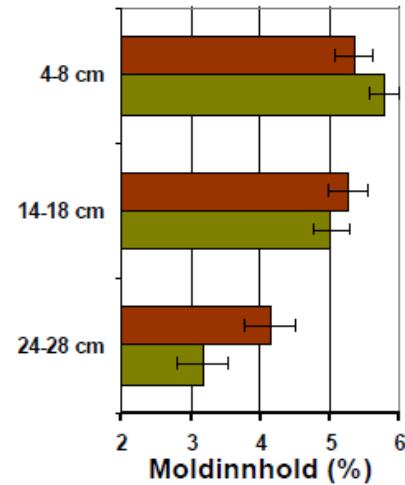


Er pålerota rett?

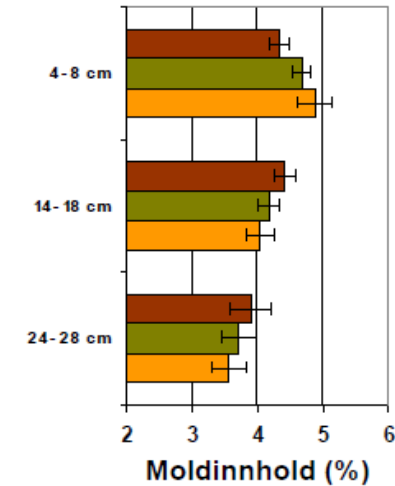


Redusert jordarbeiding

Endringer i jordas moldinnhold og jordtetthet: (langvarige forsøk på Hedemarken og i Østfold)



Morenejordsfelt (Kise) – målt etter 28 år
(middel av 17 gjentak)



Leirjordsfelt (Øsaker) – målt etter 21 år
(middel av 8 gjentak)

Plogen får ufortjent mye pepper for redusert moldinnhold

Men høstpløying år etter år ødelegger/forstyrrer

Konklusjon: Redusert jordarbeiding øker moldinnholdet i det øvre jordsjiktet, men reduserer det i dypere sjikt. For jordtetthet skjer det motsatte. I hele matjordsjiktet blir det omtrent samme moldinnhold totalt sett, men med en endret fordeling...

Erosjon og avrenning



- Ikke jordarbeid mer enn nødvendig - **ingen** jordarbeiding er strukturfremmende
- All jord eroderes - men noen jordarter eroderes raskere enn andre
- Hastighet -> ytterligere knusing
- Tilbakefør organisk materiale



Bra med mold....

- ...men intensiv jordarbeiding ødelegger aggregater
- Klomp fordi det var for rått



Hovedårsak til redusert moldinnhold er mindre eng i vekstskiftet

Systemforsøkene på
Apelsvoll – 30 år 2020

- Men også:
- Lite tilbakeføring av planterester
- intensiv jordarbeiding
- Jordarbeiding om høsten



Slutt å brenn!



Oppgavene til organisk materiale i jord

Vannhusholdning

- Øker jordas infiltrasjonsevne.
- Senker fordampingen.
- Øker jordas evne til å holde på vann, særlig i sandjord.

Jordstruktur

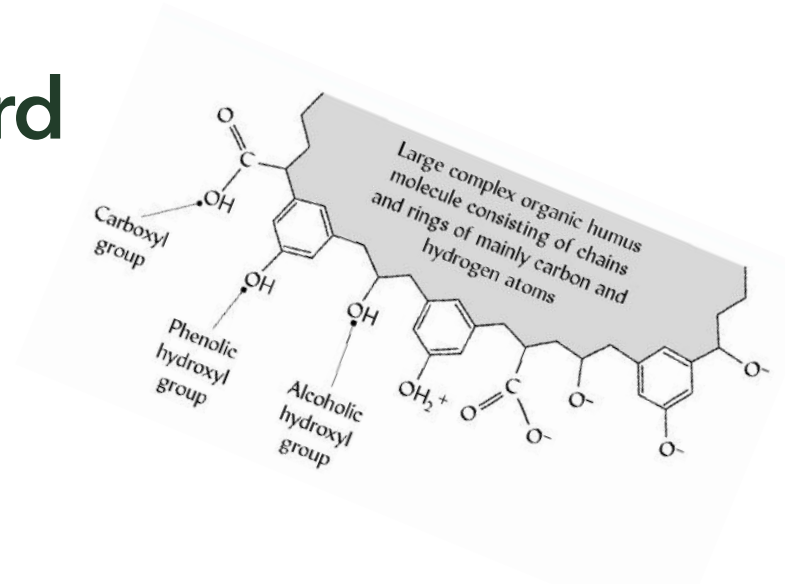
Jorda blir sterkere mot ytre påvirkninger: eks.

- Redusert fare for skorpedannelse etter store regnskyll om våren
 - (skorpa gjør ofte at spirene ikke greier å komme opp). Gjelder silt og leirrike jordarter.
- Fremmer rotutvikling.
- Øker aggregeringen, og reduserer faren for erosjon.
- Reduserer faren for jordpakking.

Andre effekter

- Sprøytemidler brytes fortere ned og kan bli bundet av organisk materiale .
- Gir jorda en mørkere farge som fører til raskere oppvarming.

Karbon og klima



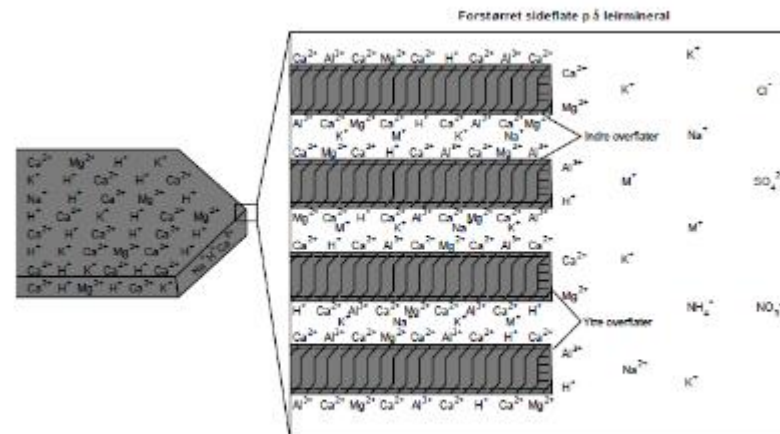
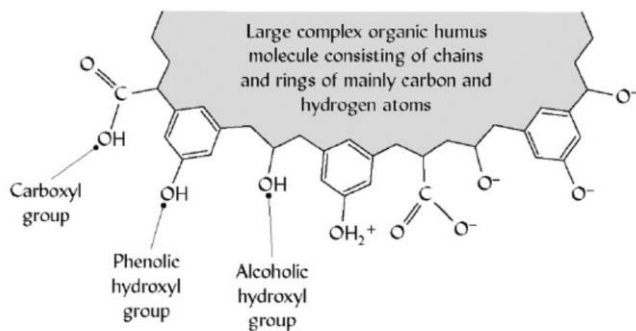
Hva består molda av?

- Planterester
- Roteksudater
- Møkk
- Meitemark, sopper, bakterier, smådyr osv



Vanskelig å bygge mold på sand og silt

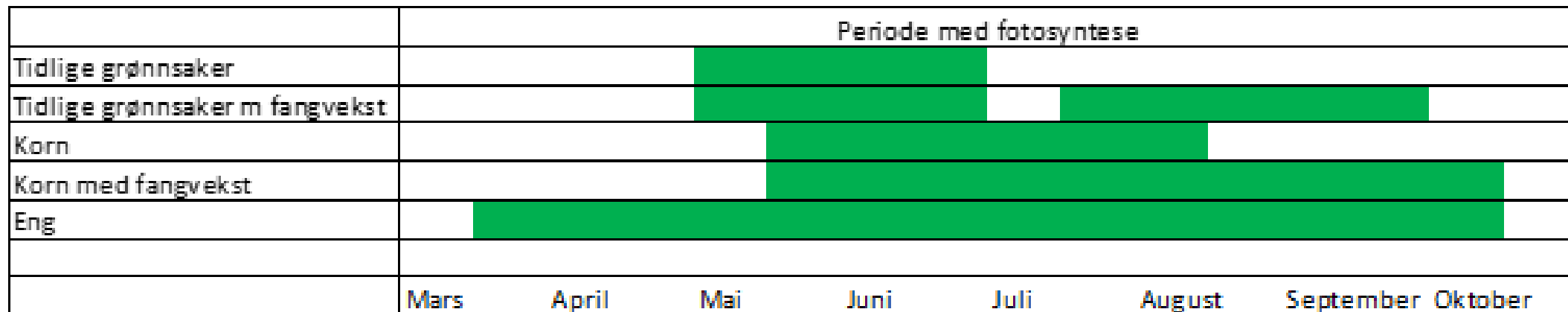
- Humus- og leirpartikkel har begge mange ladninger - humuspartikkelen blir liksom en del av leirpartikkelen - vanskeligere å komme til for luft og mikrober
- Dette skjer ikke på sand og silt
- Levende planter og godt jordliv er enda viktigere for å få best mulige aggregater



Figur 6.1 Prinsippet for ionebytte på leirpartikler.

Hold jorda plantedeckt så lenge som mulig!

- Veksttida og jordarten betyr mye
- Enga er åkern`s mor – bl.a.fordi:
 - Starter veksten tidligst – slutter senest kontra andre kulturer
- Sjøl på Jæren er det ikke plantevekst hele året!



Figur: Torgeir Tajet, Vestfold

Prøv fangvekster!

Så og høst i tide!

Ca 15-20 august rundt Mjøsa



Fangvekster

Dersom ca 4 uker veksttid etter høsting av hovedkultur

- Holde jorda på jordet!
- Redusere N og P tap til vassdrag
- Redusere nedgangen i moldinnhold
- Mat til jordlivet
- Fler røtter:
 - potensiell jordløsner
 - bedre drenering
 - + for mold og C
- Grønngjødsel effekt
- Kompensere for dårlig vekstskifte

Jordforbedring!



Radkultur er tøft for jorda.

Ofte sene sorter som umuliggjør fangvekster
Gjør de gode tiltaka åra før og etter!



Fangvekst - etter grønnsaker (og potet)

Sådd pionerblanding
ca 20.aug.2020 Vatna!

Bilder 14.okt



Tomt for fangvekstfrø:



Litt overdreven karbonfangst - men alt bedre enn intet



Halm

250 kg ts/daa

Ca 45% C

0-12% stabilt C

0-13,5 kg stabil C/daa tap ved fjerning

Kilde: Thomas Prade, SLU

Fangvekst

0-30 kg stabilt C/daa

Eng

30-100 kg stabilt C/daa

Fra Sverige – mest i Sør – lite Nord – pga veksttida.
Norske forsøk . Capture-prosjektet

Positiv bieffekt av fangvekster - biologisk jordløsning

- Minst like god effekt som mekanisk - gangene «armeres»
- Oljereddik, sikori mest aktuelle
- (eng er best - med luserne)



Fangvekster gir ofte mer meitemark og anna jordliv

- Og mer meitemark gir raskere infiltrasjon av vatn



«Røtter = vrengte tarmen» Kamran Tiblizi



Små planter: Det skal ikke store planterota til før vi ser

Røttenes magiske kraft

Røtter binder atmosfære og jord sammen, og har positiv effekt på:

- Klima – fordi mer karbon bringes ned i jorda.
- Mer mold og alle de agronomiske fordelene det gir.
- Mer jordliv og raskere omdanning av planterester, som gir bedre resirkulering av næringsstoffer (jordlivet gir også mold).
- Bedre miljø fordi jorda holder seg på jordet, og det blir mindre avrenning.
- Mer porer og bedre jordstruktur som gjør at vann infiltrerer raskere.
- Bedre effekt av nitrogen gjødsel fordi det blir mer porer i jorda som reduserer omdanning av lett løselig nitrogen til lystgass.

Røtter gir 5* så mye org. mat til jorda som overjordiske plantedeler.

Tabell 1: Rotveksthastighet hos noen kulturplanter

Kulturvekst	Rotvekst (mm) per døgn
Gulrot, erter, potet, kløver	0,7-0,8
Korn og andre grasvekster, betet, tidlig kål	0,9-1,2
Hodekål, salat, sikori	1,2-1,5
Korsblomstra fangvekster, eks. oljereddik	>1,5

Roteksudater

- Kan være: hormoner, enzymer, aminosyrer, div organiske syrer mm.
- Lett nedbrytbare - men likevel **stor** betydning for jordas moldinnhold, stabilitet, plantas næringsopptak, frigjøring av næring fra jorda (pH)
- Mat for organismer
- Binder sammen og beskytter aggregater
- Variasjon i plantearter er bra!



Alt er bedre enn ingenting



Bruk planter med mye og djupe røtter

Røtter gir 5* så mye org
matr til jorda som
overjordiske plantedeler.



Fangvekst sådd 20aug,
bildet tatt 16.okt. etter
en grønnsak



Gratis jordarbeidere!

Meitemarken og andre jordboende organismer, har stor betydning for omsetting av planterester og husdyrgjødsel.

(30-50% raskere nedbryting av planterester/møkk + raskere infiltrasjon av vatn)



Jordliv!

- Det handler om å spise og bli spist!
- Jorda er et økosystem - biotiske og abiotiske faktorer påvirker hverandre
 - KJEDEREASJONER!
 - Jordlivet har stor betydning for jordhelsa, inkl bygging av struktur og resirkulering av næringsstoffer



Jordlivet endres etter maten og været!

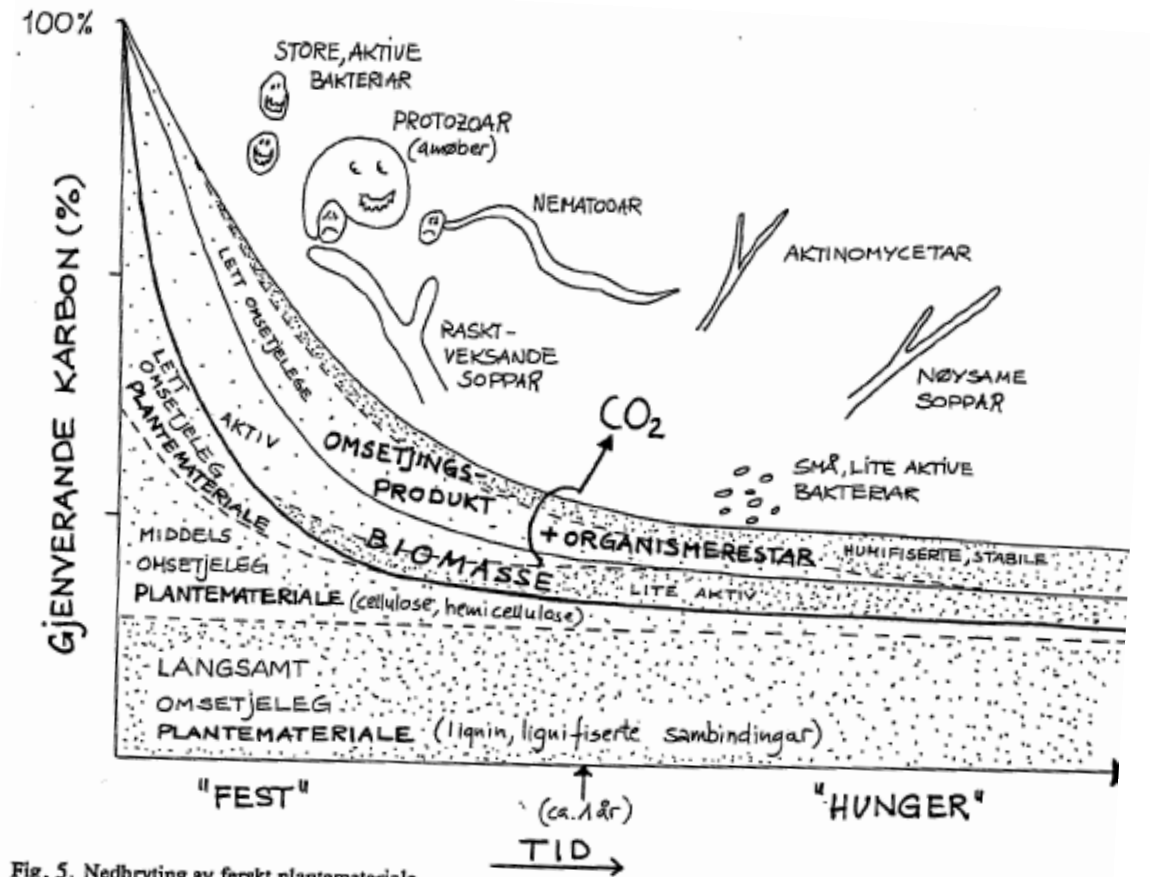
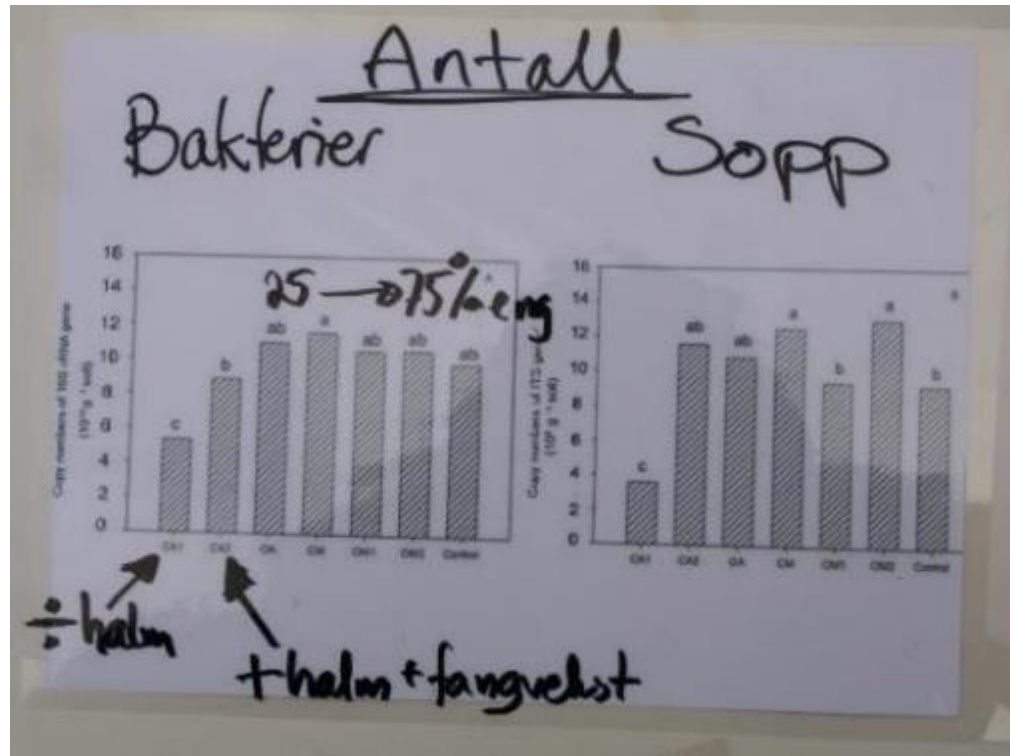


Fig. 5. Nedbryting av ferskt plantemateriale

Kilde: Tor Arvid Breland

Øyeblikksbilder

- Alle prøver og tester gir øyeblikksbilder – og kan endres raskt med været!
- Jordart, tia på året, fuktighet



Takk for
oppmerksomhet
en!

