

Planteavlsladag 2009 - Roskilde 28 Januar 2009

Humus – madjordens energistrøm og CO₂ lunge

af mag. scient. Erling Fundal

Artiklen sigter mod at påvise gyldigheden af at betragte humus som een af jordens CO₂ lunger, og at det er svært for ikke at sige umuligt, at genoprette tabet af humusindhold i dansk landbrugsjord, som er en følge af de sidste 50 års dyrkningspraksis.

Indledning

Naturens foræring til vore svejdebrugende forfædre og senere til bronzealderfolket var et muldlag med et humusindhold på formentlig mellem 10 og 20 %, og en gravestok eller en oksetrukken ard var de redskaber, de behøvede til jordbearbejdning inden såning. Skovene ryddedes i løbet af et par tusinde år, og jorden blev udpint ved dyrkning uden tilbageføring af organisk materiale. Omkring 1700-tallet var der kun nogle få procent skov tilbage til glæde for kongerne. Sandflugt ødelagde nogen steder helt bønderes mulighed for i fremtiden at dyrke jorden, den naturlige vedligeholdelse af humusindholdet i jorden forsvandt de andre steder, og dermed faldt også udbyttet, der blev også mere følsomt for udsving i nedbøren.

Humus og CO₂

Inden vi går til nutiden, skal humus, hvis indhold afgør, om der er tale om muld (i et tempereret klima) beskrives, og hvilken betydning det har som lunge for jordens for CO₂.

Bronzealderfolket definerede næppe humus, men vidste sikkert godt, hvad god muld var værd. Nutiden har flere definitioner, og i **Bilag 1** ses et udvalg, som kan sammenfattes til, at det er mørkt organisk stof i jorden med en ikke veldefineret sammensætning, men som er ustabil, og derfor må vedligeholdes ved hele tiden at tilføre nyt organisk materiale.

Professor og geolog Arne Noe-Nygaard skrev i 1957 (Ref. 14): "Jordbunden er betingende for det organiske liv på og i den, og geologien griber således ind både i zoologi og botanik: jordbunden frembyder i vore dage et så økonomisk vigtigt og så omfattende forskningsfelt, at en særlig videnskabsgren, **pedologien**, må tage sig af den". Der er på trods af dette udsagn ikke mange videnskabsmænd, der i dag kalder sig pedologer, bl.a. måske fordi jordbruget i nutiden drejer sig om at dosere den rette uorganiske næringsblanding til et næsten inert dyrkningsmedie - en råjord - der bedst kan sammenlignes med Rockwool. Men jeg har dog fået en rem af huden med min interesse for muldlagets sammensætning, uden dog at ville kalde mig for pedolog.

Den kemiske sammensætning af humus(syre) anføres som vist i nedenstående tabel (Konova):

Med gennemsnitlig og skønnet humusindhold på 15% i et Danmark dengang skovdækket areal på 40.000 km² (lidt mere end det dyrkede areal i dag) kan beregnes, hvor meget kulstof der var bundet udtrykt som olieækvivalenter, og som også modsvarer, hvor meget CO₂, der blev bundet i et 40 cm muldlag under skovene og i moser/engdrag.

Substances	% dry ash-free basis			
	C	H	O	N
Fulvic acids	44 – 49	3,5 - 5,0	44 - 49	2,0 - 4,0
Humic acids	52 – 62	3,0 - 5,5	30 - 33	3,5 - 5,0
Proteins	50 – 55	6,5 - 7,3	19 – 24	15,0 – 19,0
Lignin	62 – 69	5,0 - 6,5	26 – 33	-

Der benyttes flg. sammensætning for humus: 57% C, 4% H, 32% O (og 4,5% N) (12).

Det er en god tilnærmelse at betragte ilten som bundet i OH-grupper, og dermed beregnes 57% C med en brændværdi svarende til kul. Det nævnte humus indhold svarer (chokerende) til ca. 1,9 milliarder t olie ækvivalenter eller ca. 6,8 milliarder t CO₂. Tallene ændrer sig ikke meget ved at sætte muldlagtykkelsen til blot 30 cm. Kvælstof var heri mineraliseret (ophobet) i en mængde svarende til ca. 0,1 milliard t. Det bør ikke glemmes, at humus indeholder P af størrelsesordenen 1%, så fosforreserverne var også store.

Store dele af det akkumulerede humusindholdet blev "spist op" af bakterier m.m. (iltet) frem til 1700-tallet, fordi organisk stof ikke blev tilbageført af datidens bønder, hvor der i landet dengang stadigvæk var mange moser og enge, ca. 30% af landets areal. Ved en humusindholdets formindskelse (til 3 % eller mindre) i de tidligere skovarealer forsvandt "kun" ca. 1,3 milliarder t olieækvivalenter (som CO₂), kvælstofreserverne var her opbrugt og de dyrkede arealer blev desuden også udpint for fosfor (Forskellen i jordens klimazoner kommer til udtryk i jordtyperne ved, at der ingen humusdannelse finder sted ved en årlig gennemsnitstemperatur større end 25 ° C, (Ref. 7)).

Efter omlægning af landbrugsdriften i begyndelsen af 1800-tallet (vekseldrift/sædskifte) og tilbageførsel af staldgødning m.v., og som stort set svarer til det, vi i dag benævner økologisk dyrkning, blev muldlaget til en vis grad genskabt, og meget tyder på, at humusindholdet steg og nærmede sig 8 – 9 % (se Bilag 2).

Kvantitativ bestemmelse af humusindholdet i jord:

Da humus er en organiske syre, kan indholdet bestemmes ved basisk ekstraktion, men det er der vist ingen, der gør i dag. Det mest almindelige metode til bestemmelsen er – fejlagtigt - at foraske en tørret jordprøve, og anse vægttabet som ensbetydende med humusindholdet. Træflis eller rødder bliver derfor også efter denne metode bestemt som humus.

Forfatteren har i forbindelse med et omfattende arbejde med kompostering af slam udfundet en meget enkel metode til bestemmelse af humusindholdet i jordprøver, som her gengives med resultater på 15 meget forskellige jordprøver.

Stort set alle organiske forbindelser består som bekendt af en forgasbar del og en trækulsdel. Vi kender dem fra fremstillingen af tjære. Ved en passende temperatur uden adgang af ilt dekomponerer lignin, sukker, proteiner og forgasses til en kompleks blanding af mange forbindelser, der kan kondenseres til tjære. Den tilbageværende trækulsandel er meget stabil, som arkæologerne ved og sætter pris på. Tilstedeværelsen af lignin m.v. er forudsætningen for at bakterier, svampe og lavere organismer under aerobe forhold kan nedbryde den organiske masse på kort tid. Lignin m.v. bestemmes som vægttabet ved pyrolyse, dvs. opvarmning til en passende temperatur uden ilt adgang. Trækulsandelen bestemmes som vægttabet ved total foraskning i iltet atmosfære, som vist i tekstboksen.

<u>Laboratorieundersøgelse af organisk indhold i jord</u>	
% vand	105 °C
% pyrogas af TS	600-650 °C i inert atmosfære
% "trækul" af TS	600-650 °C i iltet atmosfære
% aske af tørstof	
Komp _i	% pyrogas/%"trækul"
Komp _i for humus 0,8-1,2 (1,0 ved beregninger)	
Komp _i for træ/plantemateriale 3,0-4,0 (3,4 ved beregninger)	
% Humus = ((3,4-Komp _i)/ 3,4 -1,0) x total % organisk	

En tørret prøve (105° C) pyrolyseres ved 600-650° C (pct. P) og foraskes ved 600-650°C (pct. A) og forholdet mellem de fundne procenter (P/A) giver mulighed for at bestemme humusindholdet, men kan tillige bruges som et komposteringsindex med henblik på egnethed til udlægning af organisk materiale direkte på jord som bidrag til humusdannelsen (det skal være < 1,4).

Hvis målingerne udføres ved de anførte temperaturer, er der ingen måleusikkerhed fra kalk (CO₂ udgivelse) og kun en lille usikkerhed fra væggtab af vand bundet i lerminerale.

I tabellen i **Bilag 2** ses en oversigt over 15 undersøgte, meget forskellige jordtyper ordnet efter aftagende totalindhold af organisk materiale og beregnede indhold af humus i en kolonne for sig.

Oven over dobbeltstregen ses forskellige jordarter, hvor der enten tilføres organisk materiale naturligt (skove og enge) eller hvor jorden dyrkes økologisk, som omfatter tilførsel af havekompost, plantedele, halm og tilsåning med efterafgrøder. Bortset fra prøven af havekompost ses stort humusindhold i skov på lerbund, noget mindre på grusbund (som også er tyndere).

Enge har stort organisk indhold men det laveste humusindhold. Økologisk dyrket havejord ses med et humusindhold på 8-10%.

Under dobbeltstregen på **Bilag 2** ses prøver fra en profil i en 6-årig brakmark på lerjord, og med inden da 6 år konventionelt dyrket med hvede. I mellemlaget er der stort set kun rodtrevler og næsten ingen humus, medens det øverste lag ikke overraskende indeholder lidt humus = 2,4%. Særligt overraskende er det derimod, at laget under 50 cm faktisk har et humusindhold højere end i græstørvens. Det vægtede gennemsnit for pløjelaget er < 1 % humus, og det vil ikke forøges ved blot braklægning, dvs. uden at skoven får lov at vandre ind, eller at der tilføres organisk materiale på anden vis (se nedenfor fig. 4).

Humus bestemmelsesmetoden ses at adskille jordtyperne på en meget overskuelig måde. Orkidé engene har et højt Komp_i, hvilket let forklares ved, at de er vandlidende, og dermed er den til humusdannelsen nødvendige iltadgang begrænset.

Humusindholdets betydning for planteavl.

Her blot en kort repetition af kendt viden, der kan læses detaljeret andet steds (fx Ref. 1).



9. Det umiskendelige fodspor fra en kanguru, her den grå kæmpekanguru. Den kraftigt forlængede, højt tilpassede hurtigløberfod har blot én lang, kraftig tå og to små sidetæer, hvorfra den ene ses i fodaftrykket. (M. Trolle)

Fig. 1. Typiske polygon udtørningsprækker i humusfattig jord. Dette foto fra Australien kunne lige så godt stamme fra dansk landbrugsjord.

På 2 af de jordprøver, der er vist i **Tabel 2**, er der udført et tørringsforsøg for hhv. brakmark – 50 cm og "Havejord økologisk 35 år Sjælland 1". 250 g af prøverne, begge taget i december, er tørret ved 90°C. Den førstnævnte var udtørret efter 6 timer og den anden efter 12 timer. Forsøget illustrerer det kendte forhold, at jo mindre humus der er i jorden, desto hurtigere tørrer den ud. En humusfattig jord viser polygon tørresprækker allerede efter 1 uge uden nedbør (fig. 1). Det er værd at huske og vide, at 1% humus optager op til ca. 2 % vand.

De tørrede prøver har desuden en meget forskellig struktur, idet prøven fra brakmark – 50 cm med 2,4 % humus har meget hårde knolde, medens prøven fra den økologisk dyrkede jord med 9,6% humus med lethed kan trykkes i stykker med fingrene. Man forstår, hvor let det var at arbejde med jorden ved svedjebrug.

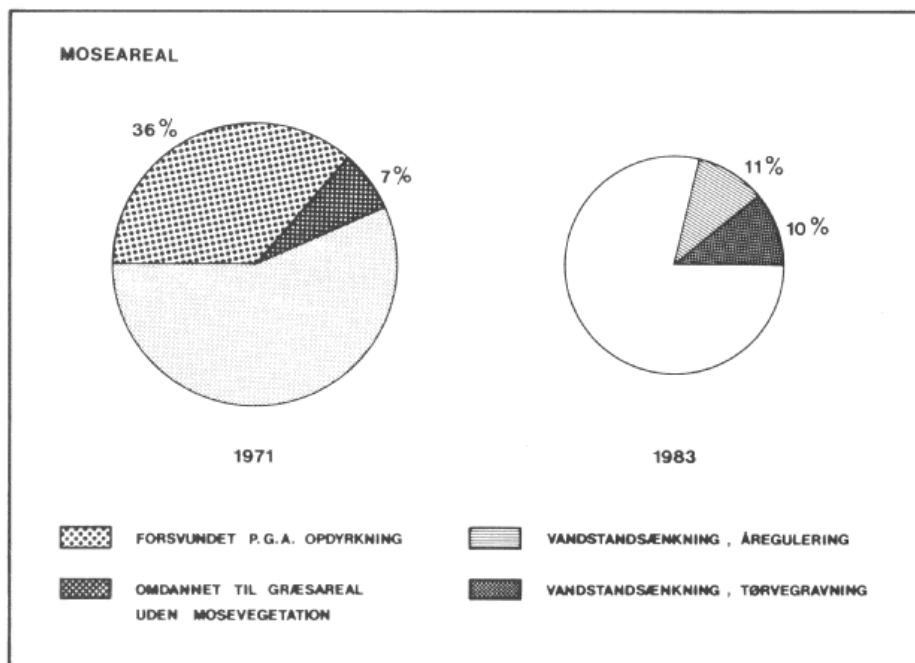
Der er med forøgelse af humusindholdet tale om også en forøgelse i indholdet af mineraliseret kvælstof skabt af organismers aktivitet og aktiviteten af fritlevende, kvælstoffikserende bakterier. Mængden af kvælstofindholdet i jorden kan kun vedligeholdes ved at livet i jorden "fodres" med organisk materiale.

En anden vigtig egenskab ved humus er dens evne til at binde kationer og dermed hindres udvaskning. De bundne kationer er tilgængelige for planternes rodhår. Der skete ingen væsentlig udvaskning til vore recipienter før ca. 1940, dvs. før der blev taget kunstgødning i anvendelse i landbruget o. a.. Brugen af kunstgødning medvirker til hurtigere nedbrydning af humusindholdet, selv hvis der tilføres organisk materiale.

Humusindholdet i dansk landbrugsjord og i Europa siden ca. 1945

Fra ca. 1945 skete der i løbet af mindre end 50 år en gradvis og voldsom omlægning af landbrugsformen, der har medført en kraftig formindskelse af humusindholdet, ikke alene i de almindeligt dyrkede marker men også ved en dræning af arealer med moser og enge, så effektivt at disse jordtyper i dag kun udgør 7,5% af landbrugsjorden, og det organiske indhold som helhed som følgerlig mindskedes betragteligt.

Driftsformerne ændredes meget som det blot ses af fx fig. 2 gældende for moser.



Forskellen i størrelsen af de to cirkler viser tilbagegangen i mosearealet fra omkring 1971 til 1983. Mosevegetationen er forsvundet på 43% af det oprindelige areal, og heraf tegner opdyrking (omlægning) sig for 36%. På mindst 21% af moserne er levevilkårene for dyr og planter forringede på grund af vandstandsænkninger (åregulering, tørvegravning).

Fig. 2 Ændring af anvendelsen af moser fra 1971 til 1983 – dvs. i løbet af kun 12 år (Ref. 8).

Begyndende ændringer, især af lavvandede eller ofte oversvømmede marginalområderne, havde dog fundet sted i beskeden målestok allerede længe før 1945, og som er beskrevet så fyldestgørende i Kjeld Hansens bog (Ref. 9, Fig. 3). Denne form for landvinding vedkommer ikke så meget emnet for mit indlæg, og jeg tager den kun med, dels for at anbefale læsning bogen, og dels for at antyde det som et eksempel på hensynsløse overgreb mod landskab, natur og vandkvalitet i landvindingens og beskæftigelsens hellige navn.

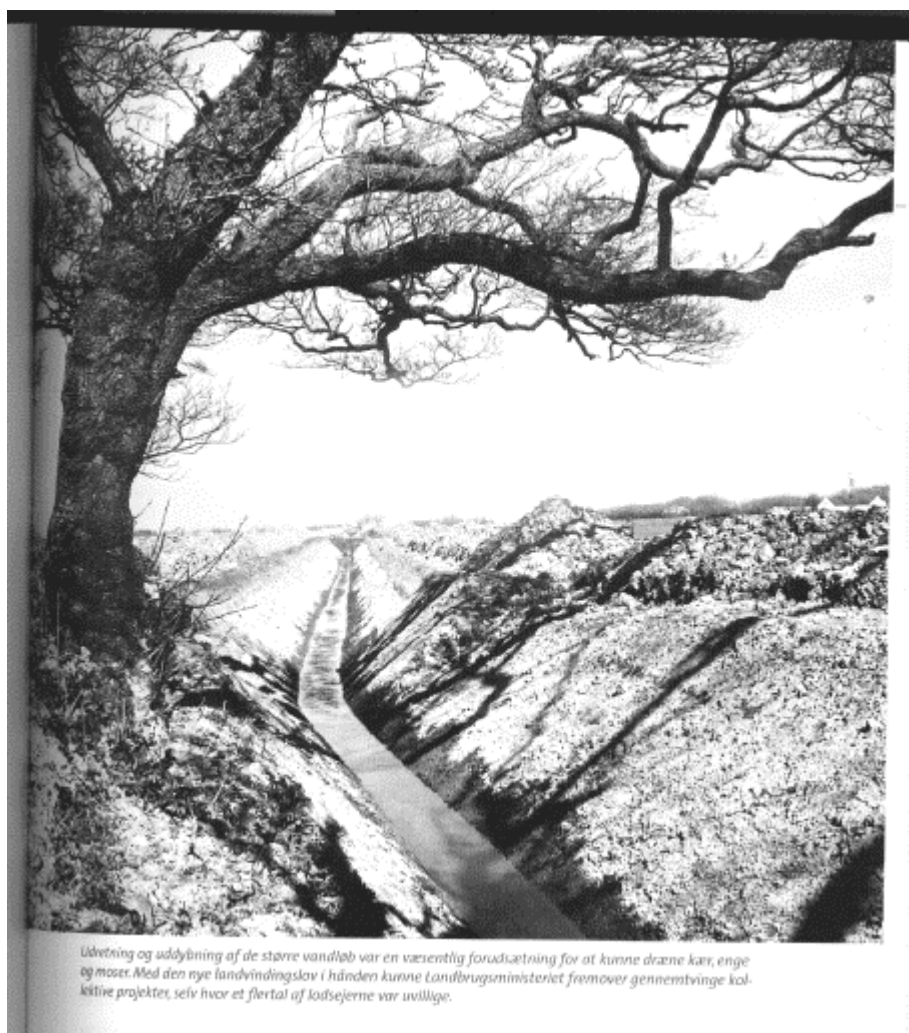


Fig. 3. Ex blandt mange landvindingsprojekter med sigte på afvanding. Fra Ref. 9.

På mere end halvdelen af Danmarks areal ændredes landbrugsdriftsformerne gradvist efter 1945. Som de fleste ved, skete det ved ophør af kreaturgræsning med sædskifte med stadig større og tungere maskiner til jordbehandling, kornafgrøder år efter år, stigende anvendelse af kunstgødning, pesticidbehandling m.m.. En overgang blev halmen brændt af på markerne, senere anvendt bl.a. til halmkraftværker, men i alle fald kun undtagelsesvis nedpløjet. Den samlede virkning af omlægningen medførte fald i indhold af humus. Spørgsmålet er hvor meget, da svaret skal benyttes til at beregne, hvor meget kulstof der er blevet omsat til CO₂ fra 1945 til i dag?

I **Bilag 2**, der tidligere er omtalt, fremgår det, at humusindholdet i jordtyper, der dyrkes økologisk dvs. med årlig tilførsel af organisk materiale, indstiller der sig en ligevægt med ca. 8% humus, eller ca. 10 % organisk. Det fremgår af samme bilag, at de undersøgte markjordsprøver kun har ca. 1% vægtet indhold af humus, men for at forenkle beregninger og overhovedet at kunne sammenligne, beregnes tabet af det totale organiske indhold og kulstofindholdet heri til 60%.

Med henvisning til fig. 4, fremgår de tal, der er brugt til (forsigtige) beregningerne, idet der skelnes mellem ler og sandjorder (se box) (Men tabet af jordegenskaberne er knyttet til indholdet af humus. Det drejer sig som nævnt om vandbindingsevnen, evnen til at tilbageholde kationer, evnen til at mineralisere luftens kvælstof, energibehovet til jordbearbejdning, indholdet af mikrosvampe, bakterier og orme osv.).

Fig. 3. Virkning på jordens C indhold af ugødet, ubevokset brak og dyrkning af stråafgrøder med og uden halmnedmuldning på lerjord med højt C indhold (O-ler) og sandjord med lavt C indhold (U-sand).

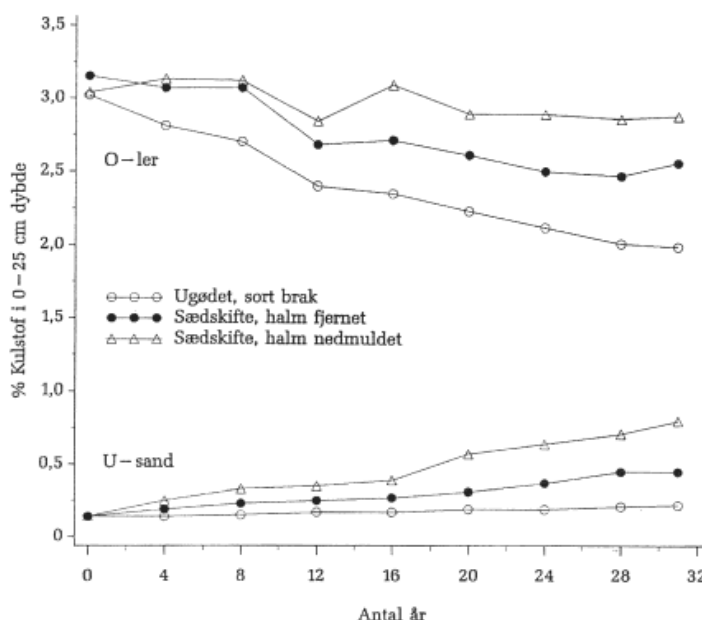


Fig. 4. Kulstof fra forsøgsmarker (Aulum) med tilført behandlet på forskellig vis i 30 år. Et forsigtigt skøn giver, at der på lerjorder kan regnes med 4% organisk og på sandjorder 1,0% (Ref. 5) Ved sammenligning Bilag 2 nederst ses god overensstemmelse.

Beregnet af tab af humus (organisk) for Danmark 1945-1995

På 32% agerland på lerjord er humus reduceret fra 10 til 5 % (organisk)
 På 22% agerland på sandjord er humus reduceret fra 5 til 1% (organisk).
 På 3,5% engjord er drænet med en formindskelse af humus fra 15 til 8 % (organisk).
 Vægtet formindskelse i humusindholdet for hele landet fra 8,3 til 3,6% 1945 til 1995 i de 57% dyrket areal af Danmarks 43.000 km².
 Befolkningstallet var ca. 5,5 mill. som gennemsnit for perioden
 Tab af humus (organisk) omregnet til olieækvivalenter: 1,4 t/år/person i 50 år
 Total energiforbrug for **hver** dansker var i 2005, som er 2,7 t olieækvivalenter

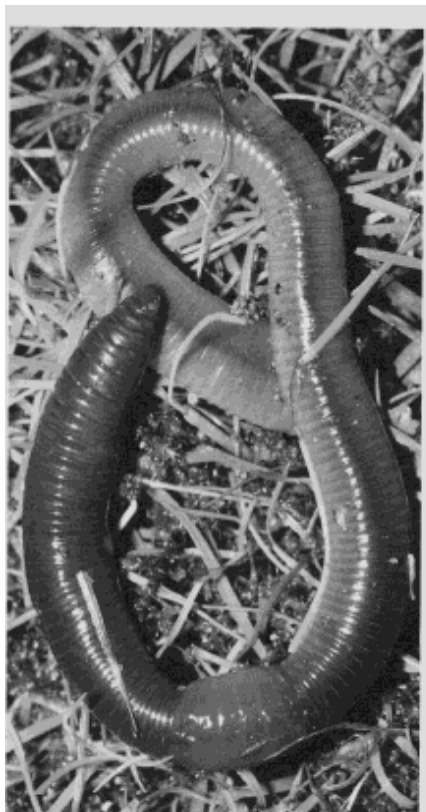
De samme forhold gør sig stort set gældende for resten af det tempererede Vesteuropa, idet dog det naturlige humusindhold aftager mod sydlige breddegrader.

Det er således uhyre store mængder kulstof, der er afgivet til atmosfæren i form af CO₂ de sidste 50 år alene fra humus tabet, som således er af samme størrelsesorden som den afbrændte mængde fossil energi i samme periode.

Det er derfor meget rigtigt at beskrive landbrugsjorden med dens indhold af humus som en CO₂-lunge, om end ikke af så stor betydning så stor som skov per arealenhed, men fordi der er tale om mere end 10 gange større arealer i de tempererede zoner med landbrug, er det her potentialet for ændringer af indholdet af CO₂ i atmosfæren kan findes.

På grund af formindskelsen i humusindholdet i Danmark er der i samme periode netop blevet behov for en vandmiljøplan, fordi udvaskningen af næringsstoffer, der ikke mere bliver bundet i humus, er forøget voldsomt, og på trods af, at der er etableret en effektiv rensning af det kommunale spildevand.

Kan disse betragtninger bruges til noget?



1. Økologiske jorde indeholder 5-10 gange flere regnorme end konventionelt dyrkede jorde. Her et eksempel af rosa orm (*Apporectodea Rosa*) (Gert Hansen / Biofoto.)

Det er teoretisk meget tankevækkende, at hvis vi kunne øge humusindholdet ved at tilføre agerjorden et eller andet overskud af organisk materiale sammen med ændringen af dyrkningsmetoderne, ville vi de næste 50 år kunne stuve størrelsesordenen 50% af vor nuværende CO₂ produktion ned i pløjelaget. Det ville få meget stor betydning for mange forhold. Behovet for kunstgødning ville falde, og især den energikrævende nitratproduktion, pga. forøgelsen af bakterieindholdet, antallet af regnorme (fig. 5) og svampe, der tilsammen i humus mineraliserer luftens kvælstof. Jorden ville blive lettere at bearbejde, dvs. mindre energiforbrug med lettere maskiner, og jorden ville ikke lide af traktose til gavn for nedsivning af nedbør til grundvandet. Kunstvandingsbehovet ville mindskes, fordi humus binder dobbelt så meget vand som sin egen vægt. Udvasningen af næringsstofferne ville mindskes til gavn for grundvand, vandløb og hav. Planterne ville få større modstandskraft mod sygdom og insektangreb, hvorved behovet for sprøjtning med pesticider mindskes igen til gavn for grundvandet.

Fig. 5. En kendt fætter (Ref. 13) hvis antal per m² afhænger meget af dyrkningsmetoderne. Hvis der tilføres organisk materiale til jorden, stiger antallet og dermed også humusindholdet. De er følsomme overfor gylle, pesticider og jordbehandling (Ref. 12). På en nutidig mark med korndyrkning hvert år er der mindre end 1/10 af antallet i en skov på lerbund per m².

Ja, det lyder rigtigt godt, men man skal ikke lade sig narre til stor optimisme. Det kan bare næppe lade sig gøre på de store landbrugsarealer, men fint i den lille hobbyhave. Vi må ganske enkelt indse, at vi har tæret på humus ressourcerne, på samme måde som de ikke fornyelige fossile energikilder. Hvis vi lod Danmark springe i skov, ville humuslaget (måske) blive gendannet på ca. 300 år, men det gør vi ikke, da vi er nødt til at dyrke jorden for at brødføde befolkningen (og for tiden også grisene). Det vi ikke spiser, brænder vi enten af, eller nogen finder måske på at bioforgasse det, som blot kan erstatte nogle bagatelagtig dråber i det store olieforbrug med et formentlig negativt bidrag til CO₂ udledningen.

I alle fald er der ikke megen udsigt til, at der kan tilbageføres tilstrækkeligt med organisk materiale til jordbruget til gavn for gendannelse af humusindholdet (eller til gavn for CO₂ kvoterne).

Så vi må blot indse, at der er et negativt energi output på den måde, vi i dag forvalter den dyrkede jord (Ref. 1), og når de fossile energikilder en dag tørrer ud, vil vi næppe kunne opretholde dagens fødevarerproduktion på grund af jordens nedsatte, naturlige frugtbarhed.

Der findes umådelig megen viden om humus betydning for planteavl, men kun lille agt, og det samme kan siges om humusindholdets betydning for CO₂ emissionen i nyere tid. Set ud fra det synspunkt har vi ikke meget at lade dem høre, der brænder deres regnskov af, når vi ikke en gang selv har kunnet bevare et nogenlunde fornuftigt humusindhold i egen jord.

Der kan naturligvis finberegnes ud fra en mere detaljeret viden om humusfordelingen før og nu, men jeg er overbevist om, at det ikke vil kunne ændre på størrelsesordenerne og dermed de overordnede konklusionerne.

Jeg kan således heller ikke pege på en bedre løsning end den, der pålægger os i enhver henseende at stræbe efter at mindske energiforbruget og udvikle alternative, bæredygtige dyrknings- og energiproduktionsformer, som vi som nation bør forpligte os til.

Referencer:

- 1) - Mette Godske Bilker. Humus, jordfrugtbarhed og økologi. RUC 2004
- 2) - Erling Fundal. Mindre humus i pløjelaget har stor betydning. Kronik, Ingeniøren nr. 23, 2007
- 3) - Bodil Søgaard. Humus skaber balance. Praktisk økologi 6, 2007.
- 4) - Hartmut Grassl. Muldsvind, den oversete miljøkatastrofe. Global økologi nr. 2, 1998.
- 5) - Bent T. Christensen. Luftens CO₂ indhold og organisk stof i jord. Naturens Verden 9, 1996.
- 6) - Jørgen E. Olesen. Foreløbig beregning af CO₂ - emission fra dansk landbrugsjord. Foulum 25.3.1991
- 7) - Arthur N. Strahler & Alan H. Strahler. Introduction to Environmental Science. John Wiley and Sons Inc., 1974.
- 8) - Lisbeth Emsholm. Mennesker former naturen. Naturens verden 4, 1986
- 9) - Kjeld Hansen. Det tabte land, 2008
- 10) - Glossary of Geology. Bates and Jackson. 3 ed., 1987.
- 11) - Hans Pauly. Geokemi. Polyteknisk Forlag, 1968
- 12) - Caspar Andersen. Regnormene og deres biologi. Naturens Verden 10, 1980
- 13) - Regnormene flygter fra sprøjtegifte. Pesticider – konsekvenser for miljøet. Sænummer af Naturens Verden, Februar 2000
- 14) - Arne Noe-Nygaard. Geologi, 1957

Bilag 1.

Humusdefinitioner i udvalg

Strahler& Strahler 7) Introduction to Environmental Science

.....humus, which is finely divided, partially decomposed matter.

... humification is essential the slow oxidation of the vegetative matter. Organic acids formed during humification, aid in decomposing the minerals of the parent soil material.

Turning now to the microflora, we find that bacteria consume humus, oxidizing the organic compounds and releasing carbon dioxide. In cold climates, bacterial growth is slow, with the result that humus accumulates on and in the soil.

Glossary of Geology (10):

Humus. The generally dark, more or less stable part of the organic matter of the soil, so well decomposed that the original sources cannot be identified. The term is sometimes used incorrectly for the total organic matter of the soil, including relatively undecomposed material. synonym: soil ulmin.

Hans Pauly. Geokemi (11):

Man deler disse organiske bestanddele, humus, i grupper. Betegnelsen humin benyttes for nydannede organiske forbindelser. Huminstofferne kan efter deres opløselighed, f.ex i Na(OH), inddeles i 1) fulvosyrer, 2) huminsyrer, 3) huminer.

De 2 første er de mest betydningsfulde. I ekstrakter af huminstoffer har man påvist en række organiske forbindelser: E.H. Hansen har i B-horisonten af en podsol fra Jylland sandsynliggjort eksistensen af isolerede aromatiske ringe muligvis bundet sammen med aliphatiske kæder.

Lademans Leksikon

Humus: mørkefarvede organiske stoffer af kompliceret sammensætning, dannet ved delvis forrådnelse af plantedele. Af overvejende sur karakter pga indholdet af huminsyrer, giver muld og mor deres mørke farve og har stor betydning for jordbundens vandbindingsevne og krummestruktur, der igen betinger planterøddernes uhindrede vækst og mulighed for at optage næringssalte; humus har i sig selv ingen næringsværdi for planterne. Er jorden basisk, og der er adgang for luftens ilt, nedbrydes humus gradvist til uorganiske forbindelser, bl.a. kvælstofholdige, der kan optages af planterne. Hvis humus ikke nedbrydes, ophobes den, så at der dannes mor, hvorved jorden bliver sur, eller delvis forkuller til tørv eller brunkul.

Asger Klougart: Jordens Frugtbarhed 1953

"Det kan have stor værdi at kende jordens indhold af organisk stof, dels for at kende dens basemætningsevne, dels for dens tungt bundne humuskvælstof, og desuden for at kende dens fysiske tilstand".

Bilag 2. Analyse af jordarter og humusindhold.
Fundal Consult

Prøvebeskrivelse	% Pyrogas (P) i tørstof	% Trækul (T) i tørstof	Komp i(P/T)	% Organisk total	% Humus beregnet	% Vand som modtaget
Havekompost modnet 1 år	16,0	11,5	1,4	27,5	23,0	53,3
Våd engjord med orkideer, Øland	14,7	5,8	2,5	20,5	7,7	40,1
Skov på lerjord Sjælland	9,0	7,0	1,3	16,0	14,1	23,6
Våd engjord med orkideer Sjælland	8,8	4,4	2,0	13,2	7,7	33,0
Havejord Økologisk >10 år Öland S	7,5	4,7	1,6	12,2	9,1	15,3
Havejord Økologisk >10 år Älmhult S	6,8	3,6	1,9	10,4	6,6	22,0
Havejord 35 år økologisk Sjælland 1	4,6	5,0	0,9	9,6	9,6	15,1
Skov på sandås Sjælland	5,0	4,2	1,2	9,2	8,5	14,7
Havejord 35 år økologisk Sjælland 2	4,8	4,0	1,2	8,8	8,1	16,0
7 år gl. brakmark på ler Sjælland 0-10 cm	4,8	2,0	2,4	6,8	2,8	19,5
7 år gl. brakmark på ler Sjælland 20 cm	4,0	1,2	3,3	5,2	0,2	15,5
7 år gl. brakmark på ler Sjælland 30 cm	4,0	1,2	3,3	5,2	0,2	16,9
7 år gl. brakmark på ler Sjælland > 50 cm	4,9	2,1	2,3	7,0	3,2	15,3