

OPBYGNINGEN AF JORDBUNDSKLASSIFICERINGSSYSTEM MED SÆRLIG HENBLIK PÅ BONITERING

Madsen, Henrik Breuning, 1979: Opbygning af et jordbunds-klassificeringssystem med særlig henblik på bonitering. *Geografisk Tidsskrift* 78: 20-27. København, June 1, 1979.

A soil survey system has been constructed for determining soil capability. Pedological development, texture, drainage class, and Al-horizon's thickness and humus content are primary characteristics; geological origin, stone content, hardpans, pH, and Na- and thionic horizons are secondary characteristics.

Henrik Breuning Madsen, Lic.scient. Geographical Institute, University of Copenhagen, Haraldsgade 68, DK-2100, Copenhagen Ø.

Opbygning af jordbunds-klassificeringssystem med særlig henblik på bonitering

Henrik Breuning Madsen

Der har i tidens løb været udført adskillige boniteringer af landbrugsjorden i Danmark, idet de har været anvendt som ligningsgrundlag ved skatteinddrivelse. Blandt de mest fremtrædende boniteringer kan nævnes Christian d. 5's hartkornsansættelse fra 1688 og boniteringen af 1844, hvor overjordens tykkelse og tekstur samt underjordens tekstur indgik i beregningen af bonitetsværdien (V.E. Petersen, 1966). Igennem de sidste hundrede år er høst-udbyttet i Danmark fordoblet gennem bedre gødskning, bedre afgrødesorter samt en mere udviklet kulturteknik (dræning, vanding), og de ved 1844-boniteringen ansatte takstværdier er derfor blevet forældede, hvilket f.eks. Dalsgaard m.fl. (1976) delvis demonstrerer i en undersøgelse af landbrugsområder på Djursland. På grund af samfundsudviklingen har der gennem de sidste mange år været et stigende pres på den danske landbrugsjord. Der har derfor været behov for en jordbundskartering, således at en rimelig planlægning af vore landressourcer er mulig. En sådan jordklassificering blev igangsat i 1976, og den bygger på jordens geologiske udvikling i 1 meters dybde samt på ca. 30.000 teksturanalyser af pløjelaget (*Ugeskrift for Agronomer*, 1975). Da det opstillede system ikke er fuldt dækkende ved bonitetsstudier, eksisterer der stadigvæk et behov for et mere detaljeret klassificeringssystem, og det i denne artikel opstillede karteringssystem er et forsøg på dette.

I takt med den forbedrede gødskning af de danske landbrugsjorde er den plantetilgængelige vandmængde i højere og højere grad blevet den stærkest begrænsede

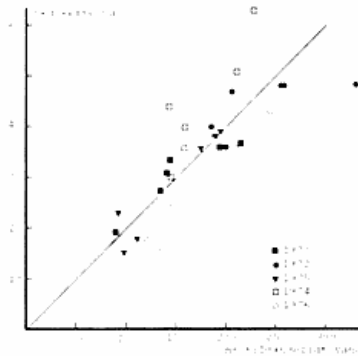


Fig. 1. Sammenligner man høstudbyttet af byg i hkg kerne pr ha. med den plantetilgængelige vandmængde i rodzonen plus nedbøren i maj og juni.

Fig. 1. Yields of barley versus the AWC in the root zone plus the precipitation in May and June for 6 experimental stations during a 5-year period.

faktor for planteproduktionen, hvorfor den i dag vil indtage en central plads ved en takstangivelse af landbrugsjorden. Dette kan blandt andet ses ud af fig. 1, der sammenholder høstudbyttet af byg på nogle forsøgsstationer med den plantetilgængelige vandmængde i vækstsæsonen, der regnes som maj plus juni.

Det bemærkes, at der er en rimelig sammenhæng mellem den plantetilgængelige vandmængde og høst-udbyttet. Den mindre gode sammenhæng mellem høst-udbyttet i 1974 og 1976 og den beregnede plantetilgængelige vandmængde skyldes atypisk nedbørsfordeling i maj + juni samt julednbøren. Ved en jordbundsbonitering i dag vil det derfor være naturligt at fokusere på den plantetilgængelige vandmængde. Man må imidlertid gøre sig klart, at med det stigende antal vandingsanlæg i det danske landbrug, vil vandet langsomt miste sin næsten altdominerende betydning for boniteten og afløses af andre faktorer. Det vil derfor være naturligt ved udvikling af et bonitetssystem at adskille arbejdsproce- sen i to dele: Først en opbygning af et jordbunds- karteringssystem, der er baseret på blivende parametre og på baggrund af hvilke, et jordbundskort kan blive ud- tegnet. Derefter, ud fra profilstudier med efterfølgende laboratorieundersøgelser af relevante parametre, at an- give de på kortet adskilte områders bonitet. Ved anvendelse af denne metode vil det være muligt at ændre bonitetsangivelsen, uden nødvendigvis at skulle lave selve jordbundskarteringen om. Denne artikel omhandler opbygningen af et sådant jordbundskarteringssystem, og det udviklede system kan betragtes som det første trin i opbygningen af et landsdækkende klassifikationssystem.

JORDBUNDSUDVIKLING OG FAKTORER, DER HAR INDFLYDELSE PÅ BONITETEN

Udviklingen af et karteringssystem, hvori informationer om et områdes dyrkningsværdi gives, kræver et nøje kendskab til undersøgelsesområdets geologiske og dermed udgangsmaterialets oprindelse. Endvidere er det af uvurderlig betydning at have kendskab til de forskellige sedimenters pedologiske udvikling, idet denne har stor betydning for jordens fysiske og kemiske tilstand. De mest almindelige pedologiske processer på danske jorder, skal derfor kort omtales:

Forsuring: Da det danske klima i store dele af året har nedbørsoverskud, vil der ske en udvaskning af jordens baser (Ca, Mg, K, Na) med følgende fald i pH. Graden af udvaskning vil især afhænge af jordens tekstur, dens oprindelige indhold af CaCO₃ samt den årlige gennemsvivning af vand til grundvandet. De lave pH-værdier, der kan have en uheldig indvirkning på planteproduktionen, modvirkes ved kalkning. Undersøgelser har dog vist (H.B. Madsen 1979), at effekten af kalkning på sure lerede moræner ikke er stor i over en halv meters dybde, således at den sure underjord stadig virker rodstandsende eller i hvert fald hæmmende.

Frigivelse af R₂O₃ mineraler: I de øverste dele af jorden vil den kemiske forvitring af primærsilikater som biotit, hornblende og augit kunne frigive en del jern- og aluminiumoxider, der derefter vil blive adsorberet til jordskelettet. En berigelse af Fe₂O₃ · x H₂O vil give horisonter under pløjelaget en mere rød- eller gulbrun farve. Denne proces synes ikke at ændre jordens fysiske og kemiske tilstand i nævneværdig grad, f.eks. har B- og C-horisonterne i disse jorde nogenlunde samme vandretention (H.B. Madsen 1979 a).

Lernedslemning: Under udvaskningen af lerjorden vil pH i en periode være omkring 5-6. I dette pH-regie vil aggregaterne være relativt ustabile, således at lermaterialer fra de øverste lag mekanisk føres ned i underjorden med det nedsvivende vand. Fra ca. 50 cm's dybde vil leret blive aflejret orienteret på aggregaternes overflader, hvor det kan danne hinder (lerskind), der i ekstreme tilfælde kan lukke så mange porer, at luftskiftet i aggregatet bliver hæmmet.

Podzolerung: I stærkt forsurede sandjorde med pH omkring 4, hvor der samtidigt er udviklet et morlag, kan der ske en transport af sesquioxider fra de øverste jordlag med efterfølgende udfældning i de dybereliggende lag. Denne udvaskning af sesquioxider foregår kompleksbundet til visse humusstoffer, der i rigt mål er udviklet under et morlag. Udfældningen tænkes at foregå, når en tilstrækkelig stor del af humusstofferne har kompleksbundet jern eller aluminium (L. Petersen 1976). Denne type jord vil fremvise afblegede korn i de øverste dele af jorden (eluviale del), medens B-horizonten øverst vil være sort på grund af et højt humusindhold (humusal). Lige

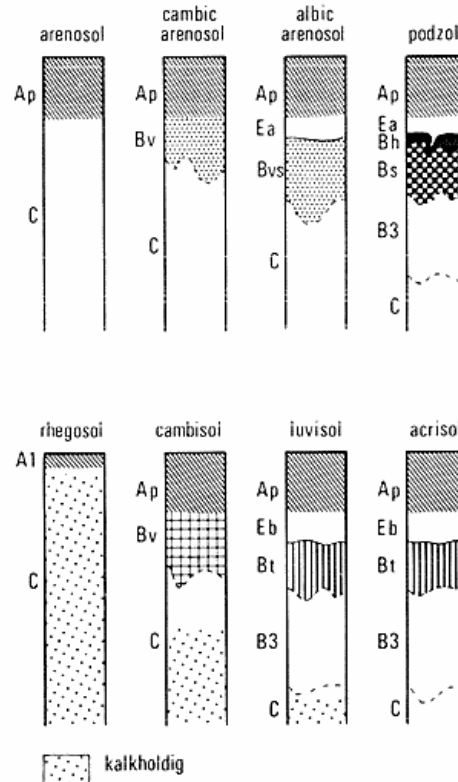


Fig. 2. Den pedologiske udvikling i en grovsandet og leret jord.
Fig. 2. The pedological developments for a Danish coarse-sandy soil, and a clayey soil.

under humusalen vil farven være mørk rødbrun på grund af jernoxidernes dominans (jernal). B-horizonten vil ofte fremstå stærkt cementeret, idet de udfældede sesquioxider sammenkitter sandkornene. Denne proces har stor indflydelse på jordens fysiske og kemiske tilstand, og man finder f.eks. ofte, at jern- og humusalerne retentionskurver er helt forskellig fra udgangsmaterialets, ligesom rodudviklingen påvirkes af de markerede horisonter.

Gley og tørvedannelse: På dårligt dræned jorde med højtstående grundvand kan der skiftevis opstå anaerobe og aerobe forhold i visse dele af jordene på grund af et svingende grundvandsspejl. Dette giver jordene en rødspættet fremtoning ofte på brunlig eller grålig bund, det såkaldte gleypræg. Såfremt grundvandet permanent ligger særdeles højt i profilet, kan det give anledning til tørvedannelse. Jordbunds-kemisk og -fysisk adskiller disse jorde sig særdeles meget fra de veldræned typer, især på grund af de ofte anaerobe forhold i jorden, der ikke alene hæmmer rodåndingen, men også danner mange plante-giftige forbindelser.

På fig. 2 ses den pedologiske udvikling, som en veldrænet grovsandet jord og en veldrænet leret jord kan tænkes at ville gennemgå i Danmark. Profilerne er benævnt efter FAO (FAO 1974); og en lignende udviklingsrække er opstillet af Amercyckx (1960) for belgiske jorde.

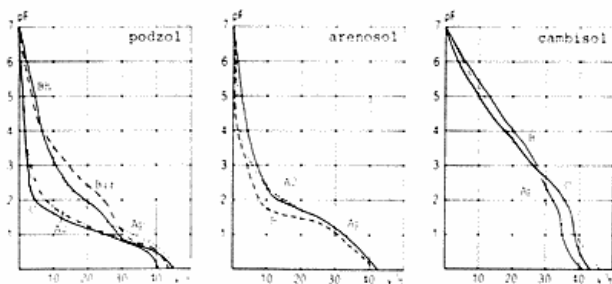


Fig. 3. Vandretentionskurver for en humic podzol udviklet på flyvesand, en albic arenosol udviklet på diluvialsand og en cambisol udviklet på moræneler.

Fig. 3. Water retention for a humic podzol developed on blown sand, albic arenosol developed on diluvial sand and a cambisol developed on clayey moraine.

Betragter man sandjordens udviklingsrække, ses først en opdyrket jord uden andre horisonter end pløjelaget oven på C-horisonnten. Derefter ses et profil, hvor frigivelsen af Fe_2O_3 , NH_2O er nået under pløjelaget, således at den underliggende horisont er farvet rødbrun, en såkaldt Bv-horisont. Det tredje profil viser en begyndende podzolerung, idet der er udviklet et blegsandslag under pløjelaget; dog opfylder B-horisonten ikke de kemiske kriterier, der kendetegner en podzol, hvorfor den må benævnes albic arenosol. Det sidste profil viser næste fase, en fuldt udviklet podzol. På hvilket trin i udviklingskæden jordene befinder sig afhænger af flere ting bl.a. tiden. Dog er det ingenlunde sikkert, at en sandjord vil udvikle sig til en podzol, da f.eks. et højt indhold af sesquioxider kan hindre podzoleringsprocessen i at foregå, L. Petersen (1976) og Duchaufour (1978).

Betragtes lerjordsprofilerne fås udviklingen fra rhegosol til cambisol ved udvikling af enten en strukturel eller en farvet B-horisont, hvor det sidste skyldes frigivelsen af jernoxider ved kemisk forvitring. Luvisolen opstår, når lernedslæmningen har nået visse grænser målt ud fra lerindholdet i Eb og B2t-horisonnten, og basemætningsgraden i B-horisonnten er over 50%; er basemætningsgraden under 50%, klassificeres jorden som acrisol. Acrisols findes især på bakkeøernes lerede dele samt i Østjylland, hvorimod luvisols formodentlig er mest udbredt på de kalkholdige østdanske moræner.

Bt-horisonnten i disse jorde kan senere nedbrydes, hvilket først erkendes som hvide sand- og siltcoatings på aggregaternes overflader, og ved stærk udvaskning kan der øverst i profilerne blive udviklet podzoller.

De jordbundskemiske og -fysiske faktorer, der især har indflydelse på jordens bonitet, vil være de faktorer, der har betydning for planternes næringsstof- og vandforsyning samt for luftskiftet i jorden. Arten og mængden af næringsstoffer i de forskellige jordbundstyper i Danmark vil på uopdyrkede lokaliteter især være afhængig af udgangsmaterialets kemiske sammensætning, dets tekstur og humusindhold samt pH. Den plantetilgængelige

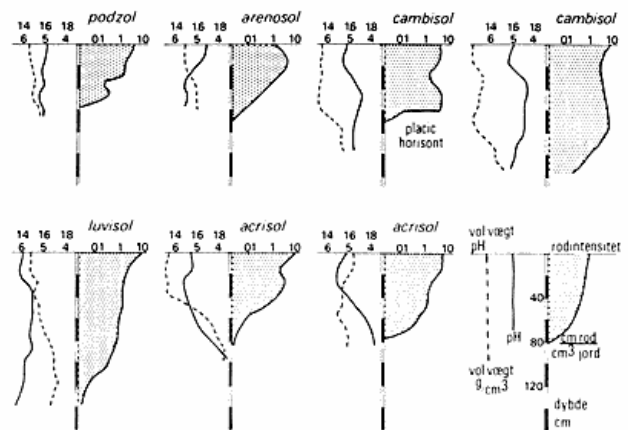


Fig. 4. Rodudvikling hos byg på forskellige jordbundstyper. Fig. 4. Root profiles of barley in different soil types.

vandmængde i jordene vil derimod være afhængig af roddybden og porestørrelsesfordelingen samt i specielle tilfælde grundvandet. Tekstur, humus, volumenvægt, struktur samt lagdelingen har indflydelse på jordens porestørrelsesfordeling, medens de samme faktorer plus pH og plantearten er bestemmende for rodprofilens form og dybde. Luftsiftet i jorden er især afhængig af porestørrelsesfordelingen og grundvandsspejlets højde, idet O_2 og CO_2 -diffusionen skal foregå gennem et kontinuert luftfyldt poresystem, da diffusionen er ca. 10.000 gange så langsom gennem vand som gennem luft.

På fig. 3 ses retentionskurver og dermed porestørrelsesfordelingen for 3 udvalgte jordbundstyper, og på fig. 4 ses rodudviklingen hos byg i 7 forskellige profiler. Det bemærkes (fig. 3), at den pedologiske udvikling i flyvesandet har medført store forskelle i retentionskurverne ned gennem profilet, og at den plantetilgængelige vandmængde i alen er betydelig større end i udgangsmaterialet. Retentionskurverne for den albiske arenosol er derimod meget lig hinanden, hvilket tildels også er tilfældet for den lerede cambisol.

Af fig. 4 ses, at rodudviklingen hos byg i podzoller og arenosoller stopper i 50-60 cm. dybde, medens den hos cambisoller, acrisoller og luvisoller er over 1 m dyb, såfremt den pedologiske udvikling ikke har resulteret i placic horisonter (tynde cementerede lag), lave pH-værdier i underjorden eller høje volumenvægte.

OPBYGNING AF KARTERINGSSYSTEMET

På baggrund af ovenstående bør et jordbundskarterings-system fokusere på jordenes pedologiske udvikling og beskrive profilvariationerne i så mange af ovenstående faktorer, der kan beskrives og kvantificeres direkte i teringssystemet bygger på blivende jordbundskarakteristika såsom tekstur og humusindhold, medens faktorer som pH i pløjelaget og dets indhold af fosfat ikke bør

medtages, idet det ændres ved kalkning og gødskning. Det er endvidere vigtigt, at selve karteringen bygger på faktorer, der kan beskrives og kvantificeres direkte i marken. Antallet af målelokaliteter kan derved forøges væsentligt, og det vil endvidere være muligt at udtegne kortet direkte i felten. Mere dybtgående analyser af jordene må foretages på lokaliteter udvalgt på baggrund af jordbundskortet.

Til hjælp ved udtegnning af jordbundskortet anvendes flyfotos, hvor f.eks. gråtonevariationerne på ikke vegetationsdækkede marker om foråret kan afsløre jorde med forskellig dræning og pedologisk udvikling, så som stærkt podzolerede jorde. IR-farvefotos af vegetationsdækkede marker har endvidere vist sig velegnede til udskillelse af jorde med forskellig bonitet. Topografiske kort anvendes også, idet jordbundstyperne er tæt knyttet til landskabs-elementerne. Det vil derfor ved karteringen være naturligt at gå vinkelret på højdekurverne, da sandsynligheden for at krydse jordbundsgrænser derved er øget betydeligt. Ved den kommende gennemgang af karteringssystemet vil visse af jordbundstyperne da også blive indtegnet på en skråning for derigennem at demonstrere landskabs-elementernes betydning for karteringen.

Det opstillede karteringssystem er hovedsagelig udviklet ud fra studier på et 21 km² stort område, der er beliggende ved Gadbjerg ca. 20 km vest for Vejle. Området er geologisk beliggende umiddelbart øst for hovedstiltandslinien og præget af både lerede og sandede moræner, diluvialt sand og grus samt store flyvesands-områder. Systemet, der i sin opbygning generelt er inspireret af det belgiske system (Tavernier & Marechal 1962) er opstillet på baggrund af profilbeskrivelser fra 600 borer, der blev foretaget med et 1 m langt cylinderbor, diameter 2 cm. På baggrund heraf blev det besluttet, at jordene skulle klassificeres ud fra følgende hoved- og bikarakteristika:

- hovedkarakteristika: a) pedologisk udvikling
 b) tekstur
 c) dræningstilstand
 d) Al-horisontens humusindhold og tykkelse
- bikarakteristika: e) geologisk oprindelse
 f) stenindhold
 g) hardpans
 h) pH i 1 meters dybde
 i) Natriumindhold og thionic horisonter

Jordbundsgrænserne udtegnes især på baggrund af de fire hovedkarakteristika, dog kan bikarakteristika i visse tilfælde træde tydeligt frem ved grænsedragningen, f.eks. mellem geest og marsk. Da karteringssystemet er udviklet på et snævert geografisk område suppleret med feltstudier i Yoldiasand (H.B. Madsen 1979 b) samt med

resultater fra marskstudier K. Rasmussen (1956) og Kingo Jacobsen (1956), kan det kun opfattes som en første tilnærmelse til et landsdækkende karteringssystem.

HOVEDKARAKTERISTIKA

Pedologi: Ved beskrivelse af jordens pedologiske udvikling skelnes der mellem veldrænede og ikke veldrænede jorde. De førstnævnte vil have dræningsklasserne a, b og c medens de sidstnævnte vil have dræningsklasserne x, y og z (se beskrivelse af dræningsklasserne). De veldrænede jorde inddeles udelukkende efter graden af podzolerung. Dette skyldes, at denne proces med rimelig sikkerhed kan bestemmes i felten på opborede prøver modsat f.eks. lernedslemningen på lerborede prøver, hvor lerskind ikke umiddelbart kan erkendes i boret, og hvor et samlet pløjelag kan skyldes indblæsning af sand fremfor lervandring. Er der ikke tegn på sandindblæsning i det undersøgte område, kan graden af lernedslemning aflæses i teksturbeskrivelsen, hvor et mere sandet pløjelag (eluviallaget) vil træde tydeligt frem.

De ikke veldrænede jorde kan inddeles i tre grupper nemlig jorde udviklet på periodisk vanddækkede aflejringer (marsk og åjorde) samt podzolerede og ikke podzolerede lavbundsborde. Den pedologiske udvikling beskrives efter nedenstående nøgle med et tal, der altid står først i borebeskrivelsen:

1. ikke podzolerede jorde: lerborede samt sandborde med et brunt pløjelag, dvs. ingen afblegede sandkorn øverst i profilet. Ingen aldannelse, maksimalt en brun B-horisont. Efter FAO vil det være acrisol, luvisol, cambisol, rhegosol samt cambic arenosol.
2. meget svagt podzolerede jorde: jorde med afblegede sandkorn øverst i profilet og gråt pløjelag, men ingen aldannelse, kun en brun B-horisont. Efter FAO albic arenosol.
3. svagt udviklede podzols: jorde med afblegede sandkorn øverst i profilet, derefter en mørk rødbrun B-horisont, der ikke er cementeret. Der er ikke udviklet en sort humusal. Efter FAO podzol.
4. stærkt udviklede podzol: jorde med afblegede sandkorn øverst i profilet, derefter følger en sort humusal og en ofte cementeret jernal. Er blegsandlaget afblæst og findes der stadig en cementeret al under Ap henregnes jorden stadig til stærkt udviklet podzol. Efter FAO podzol.

Ikke veldrænede jorde:

Tekstur: Teksturen bliver beskrevet umiddelbart efter den pedologiske udvikling med et bogstav efter følgende nøgle:

7. lerede og sandede jorde med x og y dræning som ikke er podzolerede. Efter FAO gleysols og histosols.
8. podzolerede jorde med x, y eller z dræning. Efter FAO gleyic podzol.
9. jorde udviklet på nyere flod- og havaflejringer, der under naturlige forhold jævnligt oversvømmes. Efter FAO fluvisol og histosol.

Q: finsand og silt (125u-2u), der kan indeholde op til 5% ler

R: velsorteret mellemkornet sand (MS) (125u-500u) uden sten eller grus, dog må der på overfladen findes enkelte

sten. Aflejringen har under 5% ler. Geologisk flyvesand eller diluvialsand.

T: stenet og/eller gruset MS (125u-500u) eller grovsand (GS) (500u-2000u). Aflejringen har under 5% ler. Geologisk diluvialsand eller morænesand.

U: grus. (2 mm-2 cm). Geologisk monænegrus eller diluvialgrus.

D: 5-8% ler, % sand % silt silt 2u-50u.

E: 8-13% ler, % sand % silt hovedsageligt moræner

F: 13-35% ler, % sand % silt

G: 35-100% ler, % sand % silt

K: 5-13% ler, % silt % sand

M: 13-35% ler, % silt % sand hovedsageligt vandaflejringer

N: 35-100% ler, % silt % sand

H: tørv, der kan være noget sandblandet

J: gyttje

P: fast klippe eller kalkbænk

Pløjelagets tekstur skrives med stort bogstav, og er der ingen teksturvariationer ned gennem profilet's øverste meter, bliver dette den eneste teksturangivelse, f.eks. T. Er der en teksturel ændring inden for en halv meters dybde, skrives den nye tekstur foran pløjelagets med stort bogstav, f.eks. FT. Sker ændringen først mellem en halv og en meters dybde, noteres det også forrest men med lille bogstav, f.eks. fT. Fig. 5 viser teksturbeskrivelsen for et område, hvor stenet diluvialsand overlejrer moræneler.

Teksturangivelsen yderst til venstre i fig. 5 indikerer en acrisol eller luvisol udviklet på moræneler. Det lidt mindre lerrige pløjelag i næste profil skyldes opblanding af moræneler og diluvialsand ved pløjning; dette har ikke fundet sted ved næste teksturangivelse, idet tykkelsen af diluvialsandet er større end pløjedybden, dog bemærkes det, at moræneleret stadig ligger højt, nemlig i den øverste halve meter af jorden. Den fjerde teksturangivelse viser, at moræneleret nu ligger mellem en halv og en meters dybde, og ved den femte teksturangivelse er moræneleret ude af den øverste meter af jorden.

Grunden til at markere, om en teksturel ændring er sket før eller efter en halv meters dybde, er, at normale kornarter i jorde med R og T tekstur kun vil have en rodudvikling til 50-60 cm's dybde (se rodudviklingen hos podzol og arenosol, fig. 4), hvorimod den på andre jorde så som cambisol, luvisol og acrisol kan blive betydelig dybere. Skal jordene betegnes med et navn efter teksturen, vil det ud fra et dyrkningsmæssigt synspunkt være rimeligt at anvende teksturen i 50 cm's dybde.

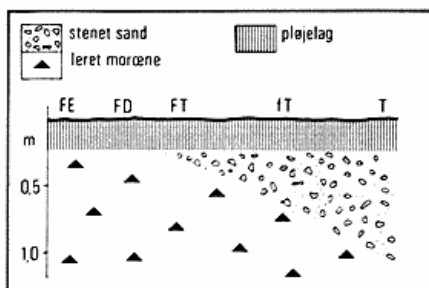


Fig. 5. Teksturbeskrivelser i et område, hvor stenet diluvialsand overlejrer moræneler. Fig. 5. Descriptions of texture in an area with clayey moraine overlain by stony diluvial sand.

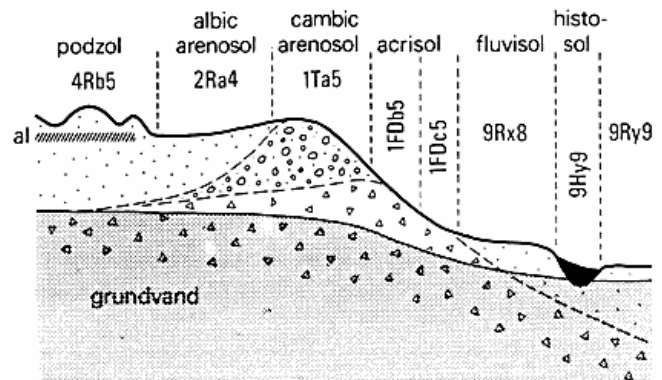


Fig. 6. Toposequens, hvor flyvesand og diluvialsand overlejrer moræneler på den højtliggende flade, medens fluvial sand overlejrer moræneleret i dalen.

Fig. 6. Catena showing a high-lying plateau with clayey moraine overlain by blown sand and diluvial sand. Downslope the moraine lie exposed, and in the valley it is covered with fluvial sediments.

Fig. 6 viser en toposekvens fra undersøgelsesområdet ved Gadbjerg, og den er beskrevet ud fra pedologisk udvikling og tekstur, således at tallet angiver den pedologiske udvikling og bogstaverne tekturen. På den højtliggende flade længst til venstre findes et flyvesandsområde, hvor sandmasserne er omlejet diluvialsand. Denne aflejring beskrives 4R, da jorden er en veludviklet podzol. Diluvialsandet, der præger resten af fladen plus den konvekse del af skråningen, er først sten- og grusfrit senere stærkt stenet. Først beskrives aflejringen 2R, idet den er svagt podzoleret, senere 1T, da den er stenet og ikke podzoleret. Moræneleret stikker frem på den nedre del af skråningen, og på grund af lernedslemning fra de øverste 30-40 cm, beskrives aflejringen 1FD. Den lavtliggende flade er domineret af fluviale aflejringer, hvorfor den beskrives med 9R. I den afsnørede meanderbue er der udviklet en mose, hvilket beskrives 9H.

Dræning: Jordens dræningstilstand beskrives ud fra grundvandsspejlets højde om sommeren, eventuelle gleypræg i profilet og akkumulation af organisk stof i A1, såfremt dette skyldes et vådt miljø. Grunden til at der medtages tre faktorer til beskrivelse af dræningstilstanden, er den udbredte afvanding af landbrugsarealerne. Beskrivelse af dræningsklassen ud fra f.eks. grundvandsspejlets højde alene vil føre til en jordbundsgrænse mellem drænede og ikke drænede marker, hvilket vil være højest uheldigt, idet grænsen mere er en driftsteknisk grænse end en jordbundsgrænse.

Dræningsklassen beskrives ved et lille bogstav, der står lige til højre for pløjelagets tekstur. Der er følgende klasser:

- Meget stærkt drænede jorde, dvs. intet gleypræg eller andre tegn på at grundvandet har været oppe i den øverste meter af jorden. Profilet har en homogen tekstur ned gennem hele profilet, og tekturen skal enten være R, T eller U. Der er ingen veludviklet al.

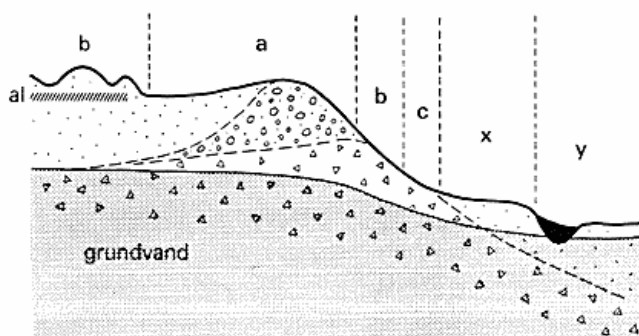


Fig. 7. Dræningsklasser på samme skråning som vist på fig. 6. a: meget veldrænet, b: veldrænet, c: moderat drænet, x: dårligt drænet, y: meget dårligt drænet.

Fig. 7. Drainage classes on the same slope as shown in fig. 6. a: excessive drainage, B: good drainage, c: moderate drainage, x: poor drainage, y: very poor drainage.

- b. veldrænede jorde, dvs. lerede jorde uden gley i den øverste meter af profilet samt R, T og U jorde med teksturvariationer ned gennem profilets øverste meter, således at det ikke kan være a dræning. Podzols med veludviklet al, der kan virke hæmmende eller forsinkende på vandgennemtrængeligheden, henregnes også til b dræning.
- c. moderat veldrænet jord, dvs. jorde med gley imellem pløjelaget og 1 meters dybde eller andre tegn på grundvandsaktivitet i denne zone, men ingen gley i pløjelaget.
- f. dårligt drænet jord: jorde med grundvand mellem 1 m og 50 cm's dybde om sommeren og efteråret, eller jorde med enten gleypræg i Ap og/eller en humusrig eller direkte tørvet Ap-horizont.
- y. meget dårlig drænet jord, dvs. jorde med konstant grundvand i den øverste halve meter af profilet i de fleste år.
- z. frit vand ... her er sket en fejl, rettes i korrekturen.

Jorde med a, b og c dræning vil være normale agerjorde, dog vil en c dræning i forbindelse med et F eller E indicere sent tjenlige jorde, idet den våde jord rummer risiko for dannelse af pløjesål. Jorde med x og y dræning er typiske lavbundsjord, der normalt skal drænes, for de kan inddrages som normal agerland.

Betragtes samme toposekvens, som under diskussionen af tekturen og den pedologiske udvikling fig. 6, fås den på fig. 7 viste dræningssekvens. De albiske og cambiske arenosoller får dræningsklassen a, podzollen på flyvesandet får b på grund af aldannelsen. Moræneleret midt på skråningen får øverst b dræning, der ned imod den lavtliggende flade går over til c dræning. På den lavt-

Tabel I: Inddeling af Al-horizonten efter tykkelse og humusindhold.

Table I: Classification of the Al-horizon according to thickness and humus content.

Al horisontens tykkelse	Al horisontens humusindhold		
	under 1% 1-6%	over 6%	
mindre end 15 cm	1	4	7
mellem 15 og 45 cm	2	5	8
over 45 cm	3	6	9

Skovjord: Al beskrives med O

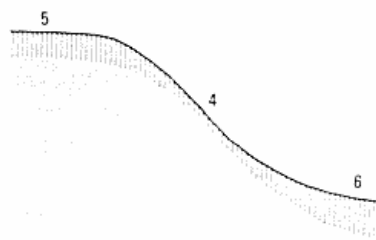


Fig. 8. Variation i Al-horisontens tykkelse ned ad en skråning.

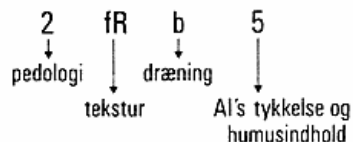
Fig. 8. The varying thickness of the Al-horizon on a slope.

liggende fluviatile flade findes både x og y dræninger, alt efter i hvilken dybde grundvandet findes.

Al-horisontens tykkelse og humusindhold: Al-horisontens tykkelse og humusindhold beskrives med et tal, der efterfølger dræningsklassen. Talværdierne ses i tabel I. Grænserne for humusindholdet er valgt således, at pløjelag med normale humusindhold (1-6%) udskilles. Jorde med høje humusindhold vil normalt være relativt dårligt drænet dvs. x og y dræning, medens jorde med lave humusindhold sandsynligvis har været udsat for erosion i pløjelaget eller udsat for pålejring af materiale, f.eks. ved fygning. Dog synes visse sandjorde generelt at have et lavt humusindhold.

Al-horisontens tykkelse er især afhængig af pløje-dybden samt profilets beliggenhed i terrænet. Det sidste ses af fig. 8, hvor Al-horisontens tykkelse er vist ned ad en skråning. Det bemærkes, at der har været en kraftig erosion på den mere hældende del af bakken, medens der er akkumulation af materiale ved foden af skråningen. I Danmark skyldes denne proces især vanderosion på de vegetationsløse marker om vinteren.

Et eksempel på en samlet borebeskrivelse bliver da 2fRb5, hvor de forskellige symboler står for:



Den endelige beskrivelse af jordenes hovedkarakteristika på toposekvensen fig. 6 ses på fig. 9.

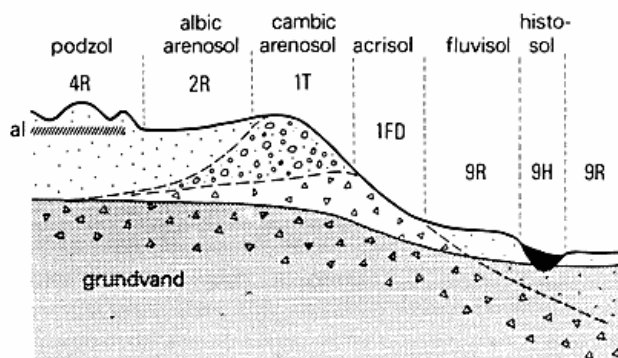


Fig. 9. En samlet beskrivelse af hovedkarakteristika for jordbundstyperne på den udvalgte skråning fig. 6.

Fig. 9. The total description of the main characteristics of the soil types in the selected catena.

Figuren viser, at sandjordene på den højtliggende flade har forskellig pedologisk udvikling, men de er alle vel-drænede og har et pløjelag af normal tykkelse. Humusindholdet ses endvidere at være særdeles lavt i et af profilerne. Morænelersjordene på skråningen har forskellig dræning, men er ellers identiske med hensyn til tekstur og pløjelag. Den lavtliggende flade er præget af dårligt drænede jorde, hvilket har medført en humusophobning i Al-horisonten, således at mæanderbuen endog er blevet direkte tørvet.

BIKARAKTERISTIKA

Geologi: Den geologiske oprindelse i 50 cm og 1 m's dybde beskrives efter nedenstående nøgle, der delvis bygger på DGU's beskrivelse af de overfladenære sedimentter og bjergarter. Grunden til at medtage lagets geologiske oprindelse er, at der er visse relationer mellem denne og jordens fysiske og kemiske tilstand. F.eks. er der ofte til marskjerne knyttet natriumproblemer, thioniske horisonter samt strukturproblemer. Den geologiske betegnelse er endvidere en styrkelse af teksturbetegnelsen, idet forholdet mellem forskellige kornstørrelser varierer på en karakteristisk måde inden for forskellige geologiske aflejringer. Der anvendes følgende nøgle:

- M = moræne aflejringer
- D = smeltevandsaflejringer
- E = æoliske afl.
- Z = ferskvandsafl. issøaflejringer
- Y = yoldiaafl.
- H = Lithorinaafl. og andre hav afl. på nær marsk.
- B = marsk
- S = prækvartære afl.

Er der forskel på sedimentets geologiske oprindelse i 50 og 100 cm's dybde, noteres den geologiske betegnelse 100 cm først.

Stenindhold: En beskrivelse af jordens stenindhold er væsentlig i forbindelse med en angivelse af jordens dyrkningsværdi, idet et stort stenindhold med mange store sten kan give problemer ved bl.a. pløjning, ligesom det kan give et fald i den plantetilgængelige vandmængde svarende til den rumfangsdel, som stenene fylder. Stenindholdet bliver beskrevet efter følgende nøgle:

- i: ingen sten eller meget få sten, der især ligger på overfladen. Ingen sten nede i profilet stopper boringen.
- h: få sten, der findes spredt eller samlet i en enkelt horisont i profilet.
- m: mange sten, der ofte generer boringen, så denne må opgives, ofte mange sten på overfladen.

Hardpans: En enkelt »hardpan«, nemlig den cementerede al er allerede beskrevet via den pedologiske udvikling, men også andre hardpans så som placic horisonter og myremalm bør beskrives, idet de har en rodstandsende og ofte også vandstandsende effekt. Et eksempel på den rodstandsende effekt ses hos en cambisol, fig. 4. Hardpans indflydelse på plantevæksten

vil især være afhængig af, i hvilken dybde horisonten er aflejret, hvorfor en angivelse af denne er nødvendig. Tilstedeværelsen af en hardpan angives derfor først med et bogstav, der angiver typen, og derefter med et tal, der multipliceret med 10 angiver dybden af laget. Der anvendes følgende bogstaver:

- p = placic horisont
- m = myremalm
- u = andre hardpans

p7 betyder således, at der findes en placic horisont mellem 70 og 80 cm's dybde, m5 betyder myremalm begyndende imellem 50 og 60 cm's dybde.

pH: pH bestemmes især på lerjordene i 1 m's dybde, idet kalkning af disse jorde ikke er effektivt virkende under pløjelaget, dvs. at stærkt forsurede moræner kan udskilles på baggrund af pH i en meters dybde. Stærkt forsuredede underjorde kan have stor betydning for planternes vandforsyning, idet den kan hæmme rodudviklingen, fig. 5. Der anvendes følgende nøgle til at beskrive pH målt i CaCl₂:

pH (CaCl ₂)	2-3: 3
	3-4: 4
	4-5: 5
	5-6: 6
	6-7: 7
	7-8: 8
	8-9: 9
	etc.

Meget lave pH-værdier indikerer f.eks. sulfidholdige jorde, der er kommet under aerobe forhold, medens pH-angivelser på over 9 indikerer tilstedeværelse af Na i profilet. pH-angivelserne 3 og 4 indikerer jorde, hvor pH virker rodhæmmende.

Natrium- og thioniske horisonter: Disse horisonter er især knyttet til lavbundslokaliteter samt til lavtliggende havnære områder som f.eks. marsk. Horisonterne beskrives med et bogstav n = natrium, t = thionic samt med et tal, der multipliceret med 10 angiver begyndelsesdybden for laget.

Jordens bikarakteristika skrives som en brøk, der står efter de fire hovedkarakteristika. Oven over brøkestregen står først stenindholdet efterfulgt af pH. Under brøkestregen angives først geologibetegnelsen efterfulgt af eventuelt hardpans, natrium- og thionic horisonter. En samlet beskrivelse af profilets bikarakteristika vil se således ud:

$$\frac{\text{stenindhold, pH}}{\text{geologi, hardpan, natrium og thionic horisonter}}$$

Det er ikke nødvendigt at alle bikarakteristika beskrives ved en boring; det gælder f.eks. for pH i 1 m's dybde på podzols, idet normale kulturplanters rodudvikling ikke når denne dybde.

En totalbeskrivelse af jordbundstyperne på fig. 9 vil blive:

podzol udviklet på flyvesand:	4Rb5	$\frac{i}{E}$
albic arenosol udviklet på diluvialsand	2Ra2	$\frac{i}{D}$
cambic arenosol udviklet på diluvialsand	1Ta5	$\frac{m}{D}$
acrisol udviklet på moræne	1FDb5	$\frac{h3}{M}$
fluvisol udviklet på åsediment	9Rx8	$\frac{i}{Z}$
histosol udviklet i mæanderbue	9Hy9	$\frac{i6}{Z}$
fluvisol udviklet på åsediment	9Ry8	$\frac{i}{Z}$

som eksempler på beskrivelse af andre jordbundstyper kan nævnes:

1. Profil fra Tylstrup Forsøgsstation med en veludviklet placic horisont (cambisol fig. 4) 2Qc5 $\frac{i5}{YP6}$
2. En leret moræne på en bakkeø overlejret af et lag flydejord 1fDc5 $\frac{h3}{M}$
3. En østsjællandsk moræne 1Fb5 $\frac{i6}{M}$
4. En marskjord med natriumholdige lag fra dybden 70 cm. 9hNx $\frac{i5}{Bn7}$

Det vil være muligt ud fra det ovenstående klassifikationssystem at få afgrænset områder, hvor jordene har tilnærmelsesvis samme fysiske og kemiske egenskaber. Det skulle derfor være muligt ud fra få profilstudier med laboratorianalyser at få karakteriseret et områdes jordbundsforhold særdeles godt, såfremt analyserne sammenholdes med et jordbundskort, der bygger på de ovennævnte karakteristika.

SUMMARY

The present paper describes the construction of a soil survey system as a tool for determining soil capability. The system is based on studies of the pedological development of Danish soils and of the soil-physical and -chemical factors which are essential for the capability of a soil. As test area, 21 sq.km. of farmland near Gadbjerg was chosen, about 20 km west of the town Vejle. The area consists of moraines, blown sand and diluvial sand. On the basis of studies of 600 profile samples from the test area and of further profile studies at the Tylstrup Research Station, combined with results from march investigations undertaken by Kjeld Rasmussen and N. Kingo Jacobsen, the survey system was elaborated. It is subdivided into primary and secondary characteristics. The first-mentioned structure the soil boundaries and the latter characterize the chemical and physical conditions of the soil. As primary characteristics were used: pedological development, texture, drainage class, thickness and humus content of the A1-horizon. So far, the following secondary characteristics are included: geological origin, stone content, hardness, pH at 1 meter-depth, and horizons containing sulphur and sodium. Figs. 6, 7 and 9 demonstrate the system on a toposequence.

LITTERATUR

- Amerycx, J.* (1960): La pedogenese en Flandre sablonneuse. *Pedologi X*, i.
- Aslyng, H.C.* (1960): Jordklassificering og høstudbytte i Danmark. *Tidsskr. for Landøkonomi*, nr. 4.
- Dalsgård, K. m.fl.* (1976): 1844 boniteringen anvendt til at belyse jordbundsforholdene i ældre tider. Intern Rapport nr. 1. Geologisk Inst. Århus.
- Duchaufour, Ph. & Souchier, B.* (1978): Roles of iron and clay in genesis of acid soils under a humid, temperate climate. *Geoderma*, 20.
- FAO-Unesco* (1974): Soil map of the world. Unesco, Paris.
- Jacobsen, N. Kingo* (1956): Jordbundsundersøgelser i Tøndermarsken. *Geografisk Tidsskrift* bd. 55.
- Madsen, H.B.* (1979a): Jordbundskartering og bonitering, belyst ved hjælp af jernens vandretention, bygs rodudvikling og simuleret planteproduktion. *Folia Geographica Danica*, TOM X no. 5.
- Madsen, H.B.* (1979): Bygs rodudvikling på danske jorde. Rapport til Den danske Jordklassificering (upubl.).
- Petersen, L.* (1976): Podzols and podzolization. Disputats. DSR.
- Petersen, V.E.* (1966): Det danske Matrikelvæsen. DSR.
- Tavernier, R. & Marechal, R.* (1962): Soil Survey and Soil Classification in Belgium. Comm. IV og V. Intern. Soc. Soil Sci.
- Ugeskrift for Agronomer* (1975): Retningslinier for en landsomfattende klassificering af landbrugsjord. *Ugeskr. for agro.* no. 41.

En totalbeskrivelse af jordbundstyperne på fig. 9 vil blive:

podzol udviklet på flyvesand:	4Rb5	$\frac{i}{E}$
albic arenosol udviklet på diluvialsand	2Ra2	$\frac{i}{D}$
cambic arenosol udviklet på diluvialsand	1Ta5	$\frac{m}{D}$
acrisol udviklet på moræne	1FDb5	$\frac{h3}{M}$
fluvisol udviklet på åsediment	9Rx8	$\frac{i}{Z}$
histosol udviklet i mæanderbue	9Hy9	$\frac{i6}{Z}$
fluvisol udviklet på åsediment	9Ry8	$\frac{i}{Z}$

som eksempler på beskrivelse af andre jordbundstyper kan nævnes:

1. Profil fra Tylstrup Forsøgsstation med en veludviklet placic horisont (cambisol fig. 4) 2Qc5 $\frac{i5}{YP6}$
2. En leret moræne på en bakkeø overlejret af et lag flydejord 1fDc5 $\frac{h3}{M}$
3. En østsjællandsk moræne 1Fb5 $\frac{i6}{M}$
4. En marskjord med natriumholdige lag fra dybden 70 cm. 9hNx $\frac{i5}{Bn7}$

Det vil være muligt ud fra det ovenstående klassifikationssystem at få afgrænset områder, hvor jordene har tilnærmelsesvis samme fysiske og kemiske egenskaber. Det skulle derfor være muligt ud fra få profilstudier med laboratorianalyser at få karakteriseret et områdes jordbundsforhold særdeles godt, såfremt analyserne sammenholdes med et jordbundskort, der bygger på de ovennævnte karakteristika.

SUMMARY

The present paper describes the construction of a soil survey system as a tool for determining soil capability. The system is based on studies of the pedological development of Danish soils and of the soil-physical and -chemical factors which are essential for the capability of a soil. As test area, 21 sq.km. of farmland near Gadbjerg was chosen, about 20 km west of the town Vejle. The area consists of moraines, blown sand and diluvial sand. On the basis of studies of 600 profile samples from the test area and of further profile studies at the Tylstrup Research Station, combined with results from march investigations undertaken by Kjeld Rasmussen and N. Kingo Jacobsen, the survey system was elaborated. It is subdivided into primary and secondary characteristics. The first-mentioned structure the soil boundaries and the latter characterize the chemical and physical conditions of the soil. As primary characteristics were used: pedological development, texture, drainage class, thickness and humus content of the A1-horizon. So far, the following secondary characteristics are included: geological origin, stone content, hardness, pH at 1 meter-depth, and horizons containing sulphur and sodium. Figs. 6, 7 and 9 demonstrate the system on a toposequence.

LITTERATUR

- Amerycx, J.* (1960): La pedogenese en Flandre sablonneuse. *Pedologi X*, i.
- Aslyng, H.C.* (1960): Jordklassificering og høstudbytte i Danmark. *Tidsskr. for Landøkonomi*, nr. 4.
- Dalsgård, K. m.fl.* (1976): 1844 boniteringen anvendt til at belyse jordbundsforholdene i ældre tider. Intern Rapport nr. 1. Geologisk Inst. Århus.
- Duchaufour, Ph. & Souchier, B.* (1978): Roles of iron and clay in genesis of acid soils under a humid, temperate climate. *Geoderma*, 20.
- FAO-Unesco* (1974): Soil map of the world. Unesco, Paris.
- Jacobsen, N. Kingo* (1956): Jordbundsundersøgelser i Tøndermarsken. *Geografisk Tidsskrift* bd. 55.
- Madsen, H.B.* (1979a): Jordbundskartering og bonitering, belyst ved hjælp af jernens vandretention, bygs rodudvikling og simuleret planteproduktion. *Folia Geographica Danica*, TOM X no. 5.
- Madsen, H.B.* (1979): Bygs rodudvikling på danske jorde. Rapport til Den danske Jordklassificering (upubl.).
- Petersen, L.* (1976): Podzols and podzolization. Disputats. DSR.
- Petersen, V.E.* (1966): Det danske Matrikelvæsen. DSR.
- Tavernier, R. & Marechal, R.* (1962): Soil Survey and Soil Classification in Belgium. Comm. IV og V. Intern. Soc. Soil Sci.
- Ugeskrift for Agronomer* (1975): Retningslinier for en landsomfattende klassificering af landbrugsjord. *Ugeskr. for agro.* no. 41.