KORNSTØRRELSESGRUPPER I MINERALJORD

Textural classes in mineral soils

FORORD

Forfatterne av denne meldingen har lagt fram et forslag til klassifisering av kornstørrelse og kornstørrelsesgrupper for mineraljord, avgrenset til jordpartikler finere enn 2 mm. Inndelingsforslaget er først og fremst tenkt brukt innen landbruket. En håper imidlertid at også fagfolk fra tilstøtende områder kan ha interesse for det, jfr. fig 13.

Det er ønskelig at de som arbeider med jordspørsmål, enten det gjelder forskning, rådgivning eller opplæring, går kritisk gjennom meldingen og kommer med erfaringer og synpunkter. Dette gjelder aller mest med hensyn til avgrensing og navnsetting for jordarter. En vil legge merke til at adjektiver som siltig og sandig er brukt istedenfor siltholdig og sandholdig. Dette virker kanskje noe «svensk» i første omgang, men skulle ikke føre til misforståelser. Ord som slutter på -holdig, er heller ikke blant de mest typiske norske orda.

Når det gjelder grenser mellom jordarter, vil det være rom for mye diskusjon. Enkelte vil være interessert i en finere gradering etter leirinnhold når det gjelder jord med mindre enn 8—10 prosent leir. Andre kan ønske flytting av grensen som gjelder silt- eller sandinnholdet.

A. Njøs. *T. E. Sveistrup.*

KORNSTØRRELSESGRUPPER I MINERALJORD

Forslag til klassifisering

Textural classes in mineral soils

Proposal for a classification system

A. Njøs[1]*) og T. E. Sveistrup*[2]*).*

Jordart kan defineres som en bestemt avsetningstype med en gitt kornstørrelsesfordeling. Av fagfolk innen geologi, geoteknikk, jordbunnslære, jordkultur og hydroteknikk blir kornstørrelsesfordelingen fastsatt ved analyse. Partikler større enn 0,06 mm blir analysert ved hjelp av sikting, og finere partikler ved sedimentasjon som følge av tyngde- eller sentrifugalkraft. Alt før denne teknikken ble tatt i bruk for å bestemme kornstørrelsesfordelingen, var kornstørrelsen brukt for å sette navn på jordartene. Innen hvert geografisk område er jorda gitt navn etter kornstørrelsen. Jordartene med mest finmateriale er kalt leirjord, og jordartene med mest grovmateriale er blitt kalt sand- og grusjord. Samme navn kan derfor være brukt om ulike jordarter. På tilsvarende måte kan en jordart med samme kornfordeling ha forskjellige navn i ulike geografiske områder, f.eks. mjele, kvabb og koppjord. I denne artikkelen er det presentert et forslag til jordartsinndeling.

Jordarten er definert etter mengden av de forskjellige kornstørrelsene og er framstilt i en jordartstrekant. Hovedvekten blir lagt på finjorda, det som er mindre enn 2 mm. Grus, som er større enn 2 mm, blir ikke vurdert i denne artikkelen. Torv, som også er en avsetningstype, vil ikke bli behandlet her. I tillegg til forfatterne har *A. Stuanes* og *O. Haugbotn* deltatt i utformingen av jordartstrekanten. De har vært med på utferder, hvor den skjønnsmessige bedømmelsen er blitt prøvd, og de har deltatt i diskusjoner.

Ulike inndelingssystemer for kornfraksjoner i jord er vist i figur 1. Atterbergs skala er bygd på en firedeling, hvor de svenske navnene er lera (mindre enn 0,002 mm), mjäla (0,002—0,02 mm) , mo (0,02—0,2 mm) og sand (0,2—2 mm). Denne inndelingen har vært den mest brukte for jordsmonn i Norden. Den ble foreslått brukt også av International Society of Soil Science med betegnelsene clay-silt-fine sand-coarse sand. For svenske inndelinger, se *Hansbo & Karlsson* (1974). Ved kvartærgeologisk kartlegging er det i Norge vanlig å bruke en geometrisk inndeling med 0,063 mm som skille mellom sand og silt, 2 mm mellom sand og grus, 64 mm mellom grus og stein, med 5 klasser hver for sand og grus, se *Haldorsen* (1975).

I stadig flere land er firedelinlingen blitt erstattet med en tredeling, hvor kornstørrelsene blir kalt leir, silt og sand. I den klassifikasjonen som blir brukt ved Soil Conservation Service, United States Department of Agriculture, er fraksjonene henholdsvis mindre enn 0,002 mm (clay), 0,002—0,05 mm (silt) og 0,05—2 mm (sand). En tilsvarende oppdeling blir også brukt av Canada, Belgia og innen FAO.

---

[1]) Institutt for jordkultur, 1432 Ås-NLH.

[2]) Statens jordundersøkelse, 1432 Ås-NLH.

Atterberg 1905 [1]	Ler	Lättler		Mo		Sand		Grus		Klappar	
		Mjuna	Vesa	Finmo	Grofmo	Dyne	Grofsand	Fingrus	Grofgrus	Småkl.	Grofkl.
International Society of Soil Science [2]	Clay	Silt		Fine sand		Coarse sand		Gravel		Stones	
Norge for jordsmonn (etter Atterberg) [3]	Leir	Fin grovleir	Grov grovleir	Fin finsand	Grov finsand	Fin grovsand	Grov grovsand	Grus		Stein	
Norge for jordsmonn [4]	Leir	Fin silt	Middels silt	Grov silt	Fin sand	Middels sand	Grov sand	Grus		Stein	
Norge for geoteknikk [5]	Leir	Finsilt	Mellomsilt	Grovsilt	Finsand	Mellomsand	Grovsand	Fingrus	Mellomgrus	Grovgrus	Stein
Sverige for jordsmonn (Jordartskomittén, 1953) [1]	Ler	Finmjäla	Grovmjäla	Finmo	Grovmo	Mellansand	Grovsand	Fingrus	Grovgrus	Sten	
Sverige for geoteknikk (forslag) [1]	Ler	Finsilt	Mellansilt	Grovsilt	Finsand	Mellansand	Grovsand	Fingrus	Mellangrus	Grovgrus	Sten
Danmark for jordsmonn [7]	Ler	Silt		Finsand		Grovsand		Grus		Sten	
Danmark for teknisk geologi [8]	Ler	Finsilt	Mellemsilt	Grovsilt	Finsand	Mellem sand	Grovsand	Grus			
Tyskland for jordsmonn [9]	Ton	Feinschluff	Mittelschluff	Grobschluff	Feinsand	Mittel sand	Grobsand	Feinkies	Mittelkies	Grobkies	Gerell
England og Wales for jordsmonn [10]	Clay	Fine silt	Medium silt	Coarse silt	Fine sand	Medium sand	Coarse sand	Wery small stones	Small stones	Medium stones	Large stones
US Department of Agriculture [11]	Clay	Silt			Very fine sand	Fine sand	Medium sand	Coarse sand	Very Coarse sand	Gravel	Cobbles
Belgia for jordsmonn [12]	Clay	Silt			Fine sand	Med. sand	Coarse sand				
Nederland for jordsmonn [13]	Lutum	Silt			Uit. fijn zand	Z. M f. f z. z	Mat. grof zand	Zeer grof zand			
Sovjet for jordsmonn [14]	Clay	Silt			Fine sand	Medium sand	Coarse sand				
Wentworth (modifisert)	Clay	Silt			Sand			Pebbles			Cobbles
Norge for Kvartærgeologi [6]	Leir	Silt			Sand			Grus			Stein
Kornstørrelse i mm	0,001 0,002 0,0063 0,05 0,063 0,1 0,2 0,25 0,5 0,63 1 3 8 10 63 64										
	0,002 0,002 0,02 0,06 0,2 0,6 2 6 20 60										

1) Hansbo — Karlsen, 1974
2) Black, 1960
3) Låg, 1975
4) Institutt for jordbunnslære
5) Rørvik, 1971
6) Haldorsen, 1975
7) Tovborg-Jensen, 1963
8) Landbruksministeriet, sekretariat for jordbunnsklassifisering, 1976
9) Arbeitsgemeinschaft Bodenkunde, 1971
10) Hodgson, 1974
11) Soil Survey Staff, 1951
12) Ameryckx, 1971
13) de Bakker & Schelling, 1966
14) Vershinin et al, 1966

Fig. 1. Ulike inndelingssystemer for kornfraksjoner i jord.

Enkelte land i Europa har oppdeling etter følgende grenser: mindre enn 0,002 mm for leir, 0,002—0,06 mm for silt og 0,06—2 mm for sand. Hvis silt- og sandfraksjonene igjen blir delt i tre, får en nøyaktig de samme grensene som i Atterbergs skala (se fig. 1). Denne inndelingen blir i dag brukt av blant andre England og Wales og Vest-Tyskland[1]), i Norden vesentlig innen geoteknikk og i Norge også delvis for jordsmonn.

Grunnen til at tre-delingen blir foretrukket ved flere institusjoner er at det letter den videre grupperinga av kornstørrelser i jordarter. Jordartene framstilles i et trekantdiagram der leirinnhold, siltinnhold og sandinnhold er avsatt prosentvis langs hver av sidene i trekanten. Hver prøve blir da representert med et punkt inne i trekanten (se fig. 2).

Som det framgår av trekanten vil prøver med høgt leirinnhold komme i

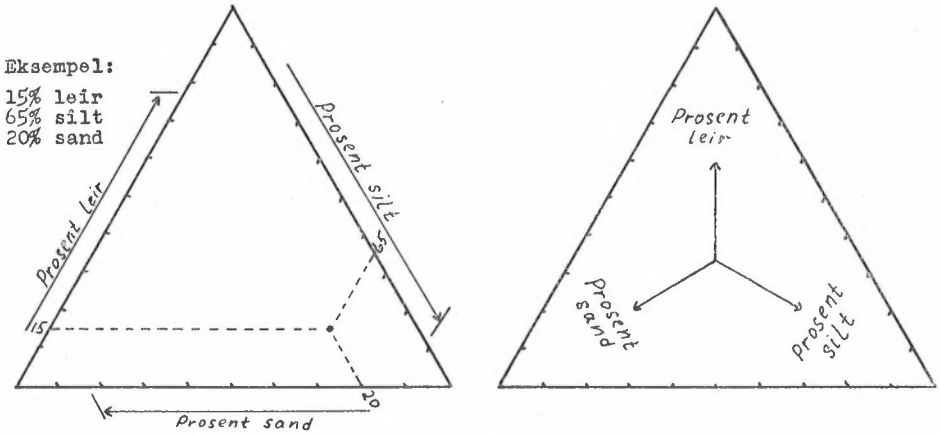


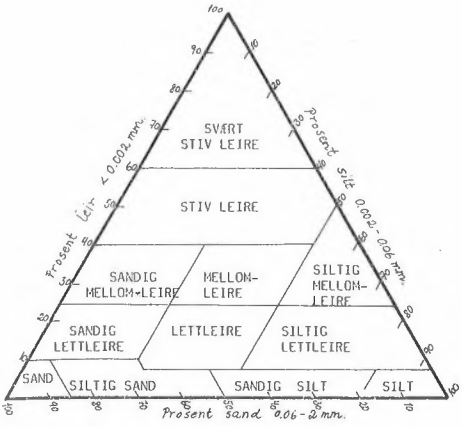
Fig. 2. Eksempel på hvordan en bestemt kornstørrelsesfordeling plasseres i teksturtrekanten.

den øvre del av trekanten, prøver med høgt siltinnhold ned mot det nedre høyre hjørnet og de med høgt sandinnhold ned mot det nedre venstre hjørnet.

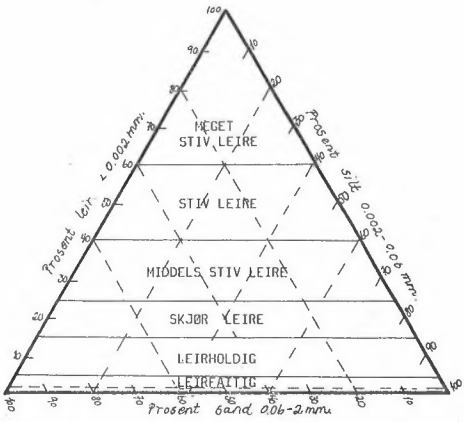
Inndeling i jordarter etter kornstørrelse.

To betingelser må oppfylles ved gruppering av kornstørrelser i jordarter. En jordart må samle de kornstørrelser som hører naturlig sammen ut fra bruksegenskaper og andre fysiske egenskaper. Det må være mulig å skille de forskjellige jordartene fra hverandre skjønnsmessig. Det er mulig å bruke den samme inndelingen av *kornstørrelsene* i mange land. Derimot bør grupperingen av kornstørrelser i *jordarter* tilpasses det aktuelle settet av jordsmonndannende faktorer og de bruksegenskapene for jorda som har størst interesse. I fig. 3 er vist jordartsinndeling i en rekke land.

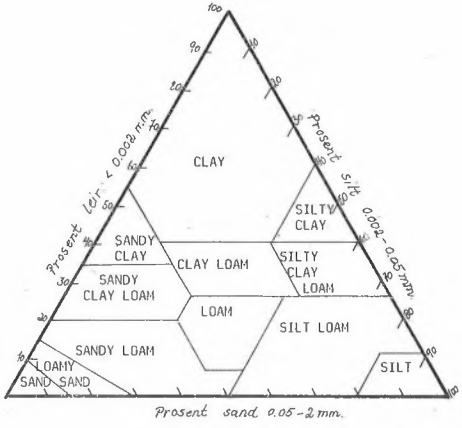
[1]) 63μm som grense mellom sand og silt.



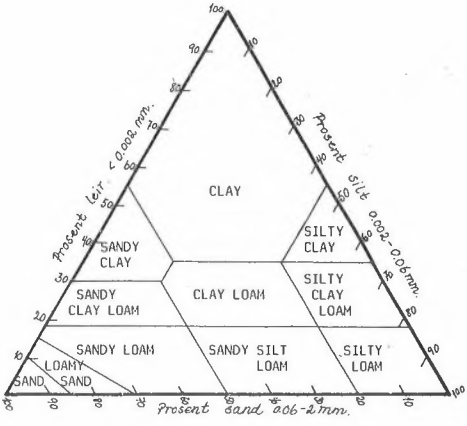
Norsk forslag



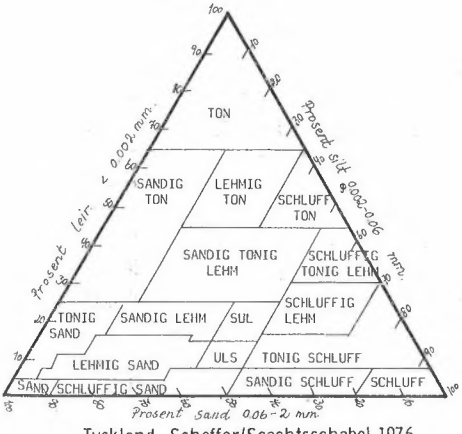
Norsk etter leirinnhold



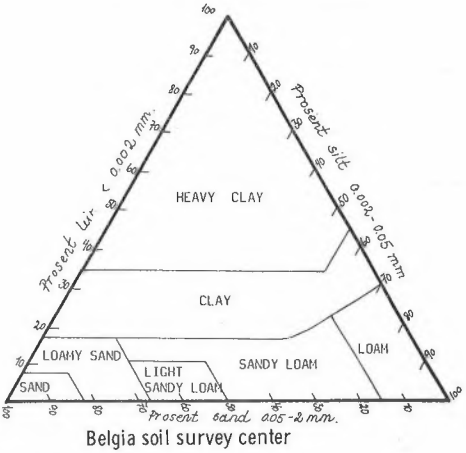
USA, USDA



Soil survey of England and Wales



Tyskland, Scheffer/Scachtsschabel 1976



Belgia soil survey center

Fig. 3. En sammenstilling av forskjellige jordartstrekanter.

Tidligere gruppering etter kornstørrelse i Norge.

I Norge er finjorda klassifisert etter den dominerende fraksjonen eller den fraksjonen som setter preg på jorda, sjøl om denne ikke behøver å være den dominerende fraksjonen (LÅG 1975). Den videre oppdelingen har først og fremst fulgt en oppdeling etter leirinnhold etter *Ekstrøm* (LÅG 1975).

Inndeling etter leirinnholdet.

Vektprosent leir mindre enn 0,002 mm:

<2	Leirfri jord.
2—5	Svakt leirholdig jord.
5—15	Leirholdig jord.
15—25	Skjør leire.
25—40	Middels stiv leire.
40—60	Stiv leire.
>60	Meget stiv leire.

Ved Institutt for jordbunnslære er det prøvd å nytte inndelingen etter leirinnhold sammen med en tredeling av finfraksjonen i leir, silt og sand for å passe det inn i kornstørrelsestrekanten. Hvis leirinnholdet har vært over 15 % er leir blitt hovednavnet, og silt og sandfraksjonen benevnt som *-holdig* 20—40 %, *-rik* 40—60 % og *meget -rik* over 60 %. Har det vært over 80 % silt eller sand og under 15 % leir har silt eller sand gitt hovednavnet, men leirinnholdet har alltid vært nevnt (se fig. 3).

Dette gir en regulær geometrisk inndeling, med mange smågrupper. De er vanskelige å skille i felt og er tildels for detaljerte i forhold til forskjellen i bruksegenskaper.

Korrelasjoner mellom kornstørrelse og andre fysiske størrelser.

Nedenfor er gjengitt noen korrelasjonskoeffisienter beregnet på forskjellig materiale som er innsamlet ved Institutt for jordkultur, dessuten etter *Ekeberg* og *Njøs* (1970), *Haugbotn, Njøs* og *Vigerust* (1973).

Tabell 2. Korrelasjonskoeffisienter for sammenhengen mellom kornstørrelsesfraksjoner og andre fysiske størrelser.

Avhengig variabel	Uavhengig variabel % sand 2—0,06 mm	% silt 0,06—0,002 mm	% leir <0,002 mm
Prosent aggregater >6 mm	—0,6***	0,4***	0,6***
Prosent vannstabile aggregater	—0,1	—0,1	0,5***
Prosent luft (0,1 bar)	0,8***	—0,7***	—0,6***
Prosent vann (nyttbart)	—0,4*** til —0,8***	0,8***	0,4 til 0,5***
Prosent vann (visnegrense)	—0,4*** til —0,7***	0,3 til 0,6**	0,8*** til 0,9***

Det fysisk nyttbare vanninnholdet i jorda er sterkt positivt korrelert med siltinnholdet og negativt med sandinnholdet. Luftinnholdet ved et sug på 0,1 bar, som omtrent svarer til øvre grense for lagringsdyktig vann i jorda, er positivt korrelert med sandinnholdet og negativt med mengden av silt og leir. Mengden av aggregater større enn 6 mm er positivt korrelert med mengden av silt og leir, og mengden av vannstabile aggregater positivt korrelert med mengden av leir. Resultatene tyder på at en tredeling av finjorda i sand, silt og leir gir verdifulle opplysninger også om andre fysiske egenskaper enn kornstørrelsesfordelingen.

Norske kornstørrelsesanalyser.

I alt er 438 utvalgte analyser for kornstørrelse bearbeidet og gruppert etter avsetningstype. Materialet kan deles i følgende hovedgrupper:

Spredte felter Østlandet (matjord)	162 stk.
Raet i Østfold og Vestfold (B-sjiktet)	61 »
Mjele på Romerike (B-sjiktet)	33 »
Morenejord	65 »
Morenejord (LÅG, 1948)	38 »
Lesjaleirene	27 »
Lommedalen (B-sjiktet)	15 »
Ås (B-sjiktet)	37 »

Analysene av disse prøvene er dels utført ved Institutt for jordbunnslære, dels ved Institutt for jordkultur. I det meste av materialet er kornstørrelsen analysert etter en metode av *R. Gandahl* (1952), modifisert av *A. Njøs* (1971).

For hver avsetningstype er analyseresultatene plottet i et trekantdiagram med inndeling som i forslaget til norsk jordartstrekant.

Lesjaleirene.

Lesjaleirene er et innsjøsediment med et lågt leirinnhold, med ett unntak 8 % eller mindre leir (fig. 4). Både for silt og sand er variasjonen fra under 5 % til over 95 %. Innen sandfraksjonen er det mest av fin sand. Her har en et eksempel på at den mest finkornete jordarten på en plass blir kalt leirjord, sjøl om leirinnholdet er lågt.

Raet i Østfold og Vestfold.

Ra-avsetningene består vesentlig av sand (fig. 5). Hovedtyngden av resultatene viser mer enn 85 % sand og under 5 % leir. En «vifte» sprer seg videre ut, men nesten alle prøvene viser mer enn 65 % sand og under 10 % leir.

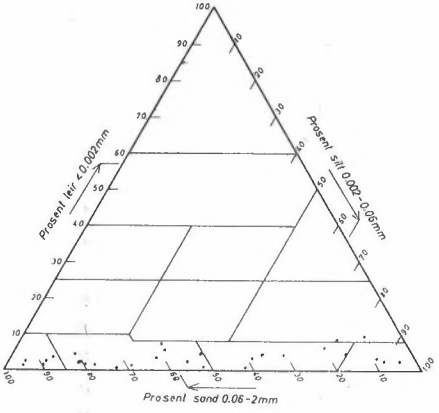


Fig. 4. Kornstørrelsesfordeling for jordprøver fra Lesjaleirene. (Haugbotn, O. 1968 og enkelte prøver fra Institutt for jordkultur).

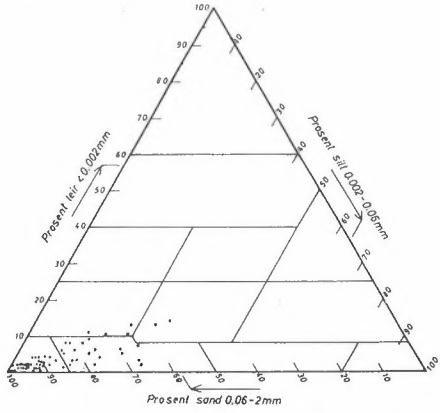


Fig. 5. Kornstørrelsesfordeling for jordprøver fra raet i Vestfold. (Sveistrup, T. 1975) *og raet i Østfold* (Omberg, Ø. 1966 og en del prøver fra Institutt for jordkultur).

Morenejord.

Hovedtyngden av morenejordprøvene i figur 6 viser mellom 65 og 85 % sand og fra 0—10 % leir. Enkelte prøver inneholder under 35 % sand og opp til ca. 25 % leir. Resultatene i figur 7, som delvis er fra andre avsetningsområder, viser gjennomgående et høgere leirinnhold kombinert med et høgere sandinnhold enn prøvene i figur 6.

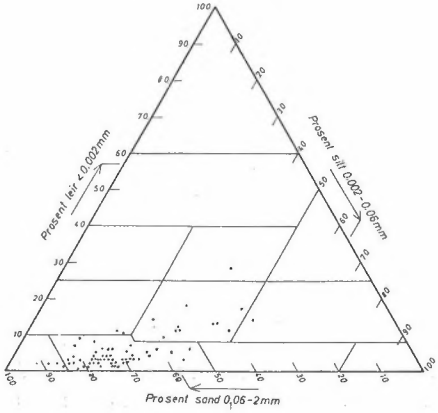


Fig. 6. Kornstørrelsesfordeling for jordprøver fra morenejord. (Låg, J. og Mork, E. 1959, Semb, G. 1950, Semb, G. 1954, Semb, G., Dishington, I. W. og Retvedt, K. 1965, Skadsheim, M. 1965).

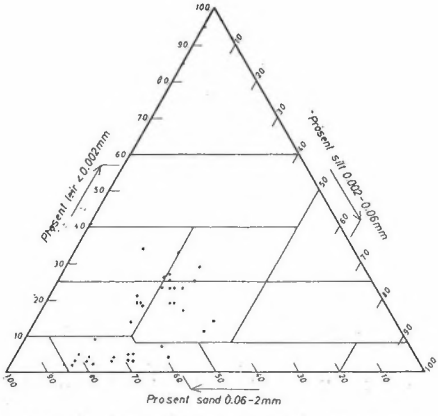


Fig. 7. Kornstørrelsesfordeling for jordprøver fra morenejord. (Låg, J. 1948).

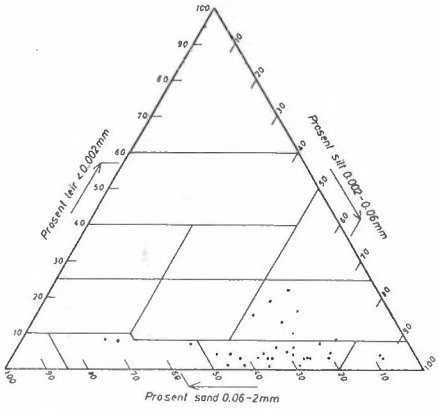


Fig. 8. Kornstørrelsesfordeling for jordprøver fra mjelejord på Romerike. (Ingeborgrud, O. 1974, Omholt, J. P. 1964).

Mjele, Romerike.

En hovedtyngde av analysene viser mindre enn 8 % leir og mindre enn 50 % sand (fig. 8). En del prøver fra mjeleområdet har høgere leirinnhold, men ligger relativt godt samlet og samtidig adskilt fra de resterende punktene. Dette tyder på at de tilhører en annen avsetningstype.

Spredte felter på Østlandet.

Hovedtyngden av disse resultatene stammer fra de marine leiområdene (fig. 9). Enkelte kommer imidlertid fra mer ra- og morenepregede områder. De aller fleste av prøvene viser et høgt siltinnhold kombinert med et midlere til høgt leirinnhold. Når leirinnholdet øker, skjer dette i samband med en nedgang i sandinnholdet, mens siltinnholdet holder seg høgt. Kombinasjonen høgt sandinnhold og middels til høgt leirinnhold finnes knapt i Norge.

Lommedalen, Ås.

Disse resultatene (fig. 10 og 11) viser i hovedsak det samme bildet som figur 9.

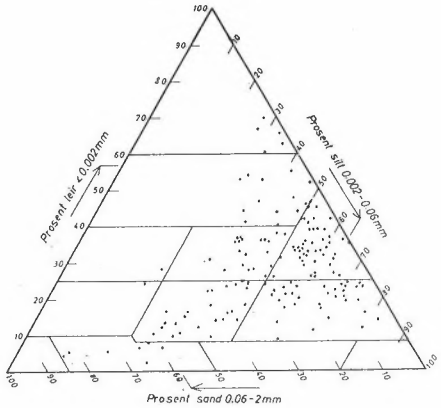


Fig. 9. Kornstørrelsesfordeling for jordprøver fra spredte felter på Østlandet.
(Prestvik, O. 1975, Sveistrup, T. 1972, samt prøver fra forsøksfelter ved Institutt for jordkultur, delvis de samme som i Njøs, A. 1965).

Feltinspeksjoner.

Under feltinspeksjonene ble utvalgte prøvesteder på forskjellige avsetningstyper oppsøkt. Kornstørrelsen ble skjønnsmessig bestemt, foreløpige grenser ble satt mellom kornstørrelsesgrupper som burde skilles, og prøver ble uttatt for kornstørrelsesanalyser.

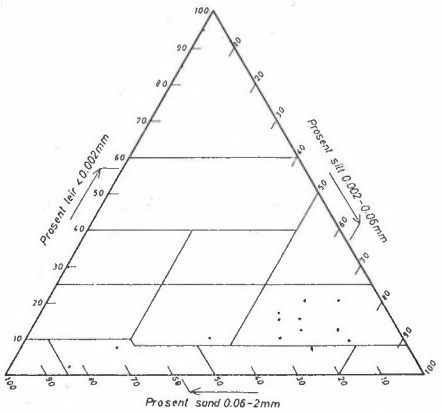


Fig. 10 Kornstørrelsesfordeling for jordprøver fra Lommedalen.
(Statens jordundersøkelse).

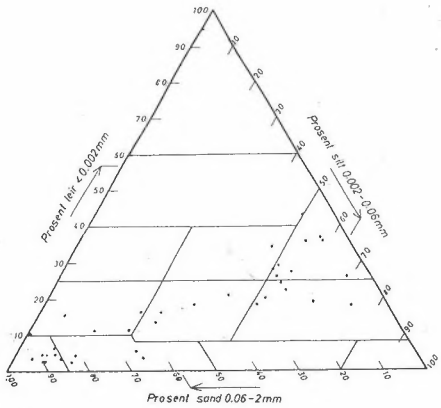


Fig. 11. Kornstørrelsesfordeling for jordprøver fra Ås. (Semb, G. 1975).

Forslaget til jordartstrekant.

Forslaget til en jordartstrekant, fig. 13, er utarbeidet på grunnlag av tidligere norske teksturanalyser, egne teksturanalyser, feltinspeksjoner og fysiske egenskaper ved jorda. Kornstørrelsesgruppene er bygd opp slik at det skal være et tydelig skille mellom ønskede jordarter i bruksegenskaper, og at de skal være mulig å bruke ved en skjønnsmessig bedømmelse av jorda.

Bruksegenskaper for fraksjonene sand, silt, leir.

Bruksegenskapene kan skjematiseres på følgende måte for de tre *hovedfraksjonene* av finjorda:

Sand har rask transport av vann og luft, lite lager av vann som er nyttbart for plantene og lite næringslager. Den varmes raskt opp, kjøles raskt ned og er lett å arbeide. Rotutviklingen er grunn. Sand har liten bæreevne når den er helt tørr og helt våt. Den er utsatt for vinderosjon.

Silt har stort lager av vann som er nyttbart for plantene og lite lager av næringsstoffer. Luftveksling og oppvarming/avkjøling er langsom. Den kapillære ledningsevnen er forholdsvis stor, hvis grunnvannet ikke står dypere enn

½—1 m. Ved oppfrysing konsentreres mye vann i telesonen. Materialet flyter lett ved opptining, og er i det hele utsatt for vannerosjon. Strukturen i dypere lag er massiv. Dette sammen med mangel på luftveksling og næring fører til svak rotutvikling i dypere lag.

Leir kan lagre mye vann, men en stor del av det er ikke nyttbart for kulturplantene. Luftvekslingen er langsom. Oppvarming/avkjøling er langsommere enn i sand, men raskere enn i silt. Leirjorda har fire fasthetstilstander: fast — sprø — plastisk — flytende. Leirjorda har stort trekkraftbehov ved jordarbeiding. Rotutviklingen kan være dyp hvis strukturen er porøs. Vanligvis følger røttene markganger og tørkesprekker.

Skjønnsmessig bedømmelse og litt om bruksegenskapene for jordartene (kornstørrelsesgruppene).

De 12 jordartene i kornstørrelsestrekanten består av forskjellige mengder av de 3 hovedfraksjonene sand, silt og leir som gir dem forskjellige egenskaper.

Sand har over 85 % sand, mindre enn 10 % leir og fra 0 til 15 % silt. Den kan deles opp i 3 undergrupper, se fig. 12.

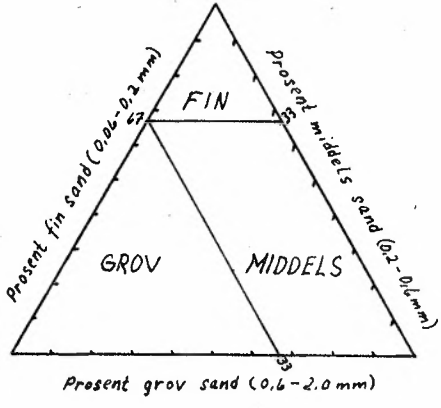


Fig. 12. Trekantdiagram som viser inndeling av sandblandinger i grov, middels og fin.

Grov sand: minst ⅓ av sandfraksjonen er grov sand. Denne jordarten er ubrukbar for oppdyrking på Østlandet og i midtre og indre strøk i Trøndelag. I de regnrike kystbygdene vest- og nordpå *kan* den dyrkes hvis humusinnholdet er høgt og nærings- og kalktilstanden blir holdt under kontroll. Forøvrig er den brukbar til byggemateriale og grøftefilter.

Middels sand: mindre enn ⅓ av sandfraksjonen er grov sand og mindre enn ⅔ av sandfraksjonen er fin sand. Den er ikke nyttbar til oppdyrking for vanlig jordbruksproduksjon på Østlandet og knapt nok i Trøndelag. Ved intens vatning nyttes den her delvis til grønnsakproduksjon. Også den kan nyttes som byggemateriale og grøftefilter.

Fin sand: minst ⅔ av sandfraksjonen er fin sand. Jordarten er brukbar for oppdyrking, men på Østlandet bør den helst vatnes. Materialet er utsatt for vinderosjon.

Skjønnsmessig bedømmelse av sand går direkte på den synlige kornstørrelsen. Ved denne bedømmelsen er det best å ha med seg standardprøver av sandfraksjonene. Sand er laus og enkeltkornet. Hvis den presses sammen i tørr tilstand vil den falle fra hverandre straks trykket er borte. I fuktig tilstand er det mulig å forme en ball, som imidlertid faller fra hverandre ved berøring.

Siltig sand inneholder fra 50 til 85 % sand. Er sandinnholdet mellom 50 og 65 %, er leirinnholdet mindre enn 8 %. Er sandinnholdet mellom 65 og 85 %, er leirinnholdet mindre enn 10 %.

Siltinnholdet varierer fra 5 til 50 %. Siltig sand deles i siltig grov sand, siltig middels sand og siltig fin sand

etter de samme retningslinjer som for sand. Skjønnsmessig bedømmelse går på elting (knaing) av en oppfuktet prøve. På grunn av det store sandinnholdet kan sandkornene lett sees og føles, og prøven kjennes «skarp» mellom fingrene. Når den presses sammen til en ball, tåler den forsiktig behandling uten å gå i stykker.

Siltig sand er dyrkbar. Spesielt på Østlandet er siltig grov sand og siltig middels sand tørkesvak. Siltig fin sand er vanligvis mer tørkesterk på grunn av større kapillær stigehøyde.

Sandig silt inneholder under 8 % leir, 20 til 50 % sand hvis leirinnholdet er 0 %, og 12—50 % sand hvis leirinnholdet er 8 %. Siltinnholdet varierer fra 42 til 80 %. En oppfuktet prøve vil ved elting gi en deig som føles mjuk og gir liten motstand. Enkelte sandkorn kan sees og kjennes mellom fingrene. Deigen kan handteres en del uten å falle fra hverandre, men kan ikke rulles til en tråd.

Jordarten er tørkesterk, tett, kald og næringsfattig.

Silt inneholder under 8 % leir, over 80 % silt og fra 0 til 20 % sand. En fuktet prøve som eltes mellom fingrene kjennes mjuk og grautaktig, og de enkelte sandkorn føles omtrent ikke. En tørr klump som knuses, kjennes mjølaktig. Silt er enda tettere enn sandig silt og er sterkt utsatt for vannerosjon, da den flyter ved stort vanninnhold.

Sandig lettleire inneholder fra 10 til 25 % leir, 0 til 25 % silt og fra 50 til 90 % sand. Ved elting kjennes jorda svakt plastisk, og «skarp» på grunn av sandinnholdet. Sandkorn kan sees. Den er forholdsvis sjelden i Norge.

Lettleire inneholder 8—25 % leir, 25—50 % silt, og sandinnholdet varierer fra 25 til 65 %. Oppfuktet er den mjuk med en noe sandig (grov) følelse. Den er svakt plastisk og kan rulles til tråder på ca. 2—3 mm. En ball presset i fuktig tilstand kan handteres relativt fritt uten at den ryker. En ball presset i tørr tilstand tåler lite handtering før den går i stykker.

Denne jordarten er ideell for de fleste jordbruksvekster. Evnen til å lagre nyttbart vann er stor, strukturutviklingen er god, jorda er ikke for plastisk, den varmes raskt opp, rotutviklingen er djup, og den er derfor forholdsvis tørkesterk. Jorda er lett å arbeide.

Siltig lettleire inneholder fra 8 til 25 % leir, 50 til 92 % silt og fra 0 til 42 % sand.

I tørr tilstand er den ofte klumpet, men klumpene kan lett brekkes i stykker. Pulverisert føles den mjuk og mjølaktig. I tørr tilstand er den lys på grunn av siltinnholdet. I våt tilstand flyter den lett. En klump som er presset mellom fingrene i tørr eller fuktig tilstand kan handteres ganske mye før den går i stykker.

Dette er en vanskelig jordart ved åkerdyrking. Strukturstabiliteten er liten, og overflaten slemmes lett til etter regn og danner en tett skorpe. Den er dessuten utsatt for vannerosjon.

Sandig mellomleire inneholder fra 25 til 40 % leir, 0 til 25 % silt og fra 35 til 75 % sand. Motstanden mot elting er større enn for lettleire. Sandfraksjonen gir en «skarp» følelse under eltingen. Det kan rulles ut tråder som er 1,5—2 mm tjukke, noe avhengig av sandinnholdet. Den er en forholdsvis bra jordart sett fra brukersynspunkt, men er enda mer sjelden enn sandig lettleire i Norge.

Mellomleire inneholder fra 25 til 40 % leir, 25 til 50 % silt og fra 10 til 50 % sand, delvis avhengig av leirinnholdet. Ved skjønnsmessig bedømmelse av oppfuktet prøve går det an å presse fram et tynt band mellom tommel- og pekefinger. Fingeravtrykk er tydelige. Svak knasing av sandkornene kan høres når prøvene gnis tett ved øret. Utrulling til 1—1,5 mm tråder er mulig. I våt tilstand er jorda klebrig. Ved elting kjennes jorda noe såpeaktig. Den gir en ganske stor motstand mot handtering.

Etter vinteren kan det være forholdsvis grynet struktur i topplaget, men denne strukturen er ustabil mot regn. I dypere lag er strukturen bedre utviklet enn hos lettleirene, og fargen er noe mørkere. Ved jordarbeiding i våt tilstand dannes det klumper. Jorda sprekker opp ved uttørring, og sprekkene kan bli opptil et par cm brede etter langvarig tørke. Mellomleirene har stort trekk-kraftbehov ved jordarbeiding.

Siltig mellomleire inneholder fra 25 til 50 % leir, 50 til 75 % silt og 0 til 25 % sand. Ved skjønnsmessig bedømmelse av oppfuktet prøve er den tydelig glatt og såpeaktig. Det er mulig å presse ut et band mellom fingrene, men bandet kan lett brytes av. Ved utrulling kan det formes tråder som er 1—1,5 mm tjukke.

Siltig mellomleire er vanskelig fra brukersynspunkt, fordi den har forholdsvis ustabil struktur, samtidig som den er nokså plastisk og tung å arbeide. Jorda er sterkt utsatt for å bli klumpet ved våt arbeiding. I dypere lag er ofte strukturen noe mer åpen enn i siltig lettleire, men mindre utviklet enn i mellomleire. Ved uttørring kan det dannes sprekker på opptil et par cm bredde .

Stiv leire innholder fra 40 til 60 % leir, 0 til 50 % silt og fra 0 til 60 % sand. De norske stive leirene inneholder vanligvis under 30 % sand. Ved skjønnsmessig bedømmelse er det lett å rulle ut tråder på 1 mm tykkelse. Jorda gir stor motstand mot elting mellom fingrene, og det tar lang tid å klemme i stykker de enkelte aggregatene. Det er lett å klemme ut et langt tøyelig band. Fuktes jorda mer, blir den svært klebrig.

Stiv leire har vanligvis en mer stabil struktur enn mellomleire og lettleire. Etter en vinter med mange vekslinger mellom frysing og opptining, kan det dannes et sterkt grynet topplag. Fargen er vanligvis mørkere enn for mellomleire og lettleire. I dypere lag er det markert strukturutvikling. Ved uttørring dannes djupe sprekker på opptil et par cm bredde. Stiv leire har stort trekk-kraftbehov ved jordarbeiding.

Svært stiv leire innholder over 60 % leir. Ved elting er det svært stor motstand mot knusing av aggregatene. Den kan rulles ut til svært tynne tråder på under 1 mm tykkelse, og tynne bøyelige band kan formes. I våt tilstand er jorda svært klebrig. De typiske leiregenskapene er enda sterkere utviklet enn hos stiv leire. Fargen er ganske mørk, strukturutviklingen i dypere lag er sterk, og froststrukturen i topplaget er utpreget grynet. Den er svært vanskelig å arbeide og smuldrer bare innafor et trangt fuktighetsområde. Trekkkraftbehovet ved jordarbeiding er stort. Ved intensiv grøfting er det mulighet for dyp rotutvikling. Det er spesielt høstkorn og tidlig sådd vårkorn, samt kløver, som utnytter vanninnholdet i de dypere delene av profilet. Vanlige grasarter har et grunnere rotsystem og er avhengig av vanntilgangen i de øverste 50—60 cm. Mengden av nyttbart vann pr. dm dybde er mindre i de stive og svært stive leirene enn i mellomleirene og lettleirene.

Merknader til grensesetting og jordartsnavn.

Jordartene sand og siltig sand omfatter et utall naturlige blandinger av grov, middels og fin sand. Forfatternes egne observasjoner tyder på at den kapillære stigehøyden er henholdsvis 5—10 cm, 20—30 cm og 45–55 cm for renfraksjonene grov, middels og fin sand. Det er derfor nødvendig å dele opp jordartene sand og siltig sand i tre undergrupper hver. Siden det er snakk om kolloidfattige jordarter, er det viktig at den grove og den fine arten skilles tydelig fra hverandre. Jordarten grov sand omfatter sandblandinger med mer enn ⅓ grov sand og jordarten fin sand svarer til blandinger med mer enn ⅔ fin sand. Jordarten middels sand omfatter resten (se fig. 12).

Den lågeste leirinnholdsgrensa er satt ved 8—10 % leir. Jordartene under denne grensa er sandrike morener, sjø- og elvesedimenter. Over grensa finner vi de mer leirrike morenene og havleirene. I tillegg til at denne grensa setter skille mellom avsetningstyper, setter den også skille mellom bruksegenskaper. Når det gjelder de mer leirrike jordartene, går grensene for leirinnhold omtrent som før (stort sett langs 25 %-, 40 %- og 60 %-linjene). Det er lagt vekt på å bryte minst mulig med eldre inndelinger. I tillegg tyder analysene i dette materialet på at de tidligere grensene er hensiktsmessige.

Grensene etter siltinnhold er først og fremst satt for å skille jordartene fra hverandre etter bruksegenskaper.

Valget av navn har delvis fulgt en målsetting om forenkling. Middels stiv leire er blitt til mellomleire, skjør leire til lettleire. De nye navnene er på linje med de svenske (Mellanlera, lättlera). En tilleggsmålsetting har vært at navnet skal karakterisere jordarten. En lettleire er lettere å arbeide enn en mellomleire, og en mellomleire er lettere å arbeide enn en stiv leire. Det bør være mulig å få i stand en kobling mellom jordartsbegrepet og det en føler når en holder jordprøven i handa.

Det kunne ha vært ønskelig med et norsk ord som svarer til det engelske loam, det tyske Lehm og det franske limon, altså et kort ord for mellomjordartene. Da det ikke var mulig å finne et slikt ord, ble løsningen å bruke sammensatte ord som lettleire og mellomleire.

Jordartstrekanten gjelder humusfri mineraljord. For inndeling etter humusinnhold vises til LÅG (1975).

Det er uten videre klart at en del grenser i trekanten må revurderes etter som en vinner mer erfaring.

Sammendrag.

Det er presentert en jordartstrekant utarbeidd av forfatterne i samarbeid med A. Stuanes og O. Haugbotn, fig. 13. Den er basert på en tredeling av finjorda i sand (2—0,06 mm), silt (0,06—0,002 mm) og leir (mindre enn 0,002 mm). En tredeling med disse grenseverdiene synes etter hvert å bli mer vanlig i Europa, og den synes forsvarlig ut fra den betydning som de tre fraksjonene har for jordas vannforsyningsevne. Sand og silt kan igjen deles i grov, middels og fin. Det gir like mange underklasser og gir nøyaktig de samme grensene som i Atterbergs skala. Jordartstrekanten er inndelt i 12 jordarter, som inneholder ulike mengder av de tre hovedfraksjonene, fra sand til svært stiv leire. De to jordartene sand og siltig sand er igjen delt opp i grov, middels og fin etter mengdeforholdet innen sandfraksjonen. Inndelingen er prøvd på 438 prøver fra matjordlaget i kulturjord og fra B-sjiktet. Prøvene stammer fra ulike avsetningstyper. Prøvene sprer seg ut i en markant vifteform fra sand mot siltige leirer.

Hovedmengden av morene- og vannbehandlet morenemateriale er fordelt på sand (Ra-avsetninger), siltig sand og lettleire. Innsjøsedimentene er fordelt på siltig sand, sandig silt og silt. De marine leirene har et høgt siltinnhold kombinert med et midlere til høgt leirinnhold. Kombinasjonen høgt leir- og sandinnhold er helt uvanlig i Norges unge jordsmonn. Denne jordartstrekanten som er basert på bruksegenskaper i tillegg til kornstørrelsesfordeling, vil lette innarbeidinga av en ensartet navnsetting på de samme jordartsgruppene i alle deler av landet.

Summary.

A soil texture chart, worked out by the two authors and assisted by Mr. *A. Stuanes* and Mr. *O. Haugbotn* is presented in fig. 13 of this report. The chart is based on three particle size fractions of mineral materials finer than 2 mm; sand (2—0,06 mm), silt (0,06—0,002 mm) and clay ($<$0,002 mm). The sand and silt fractions may be divided into three subgroups, coarse, medium, fine, respectively.

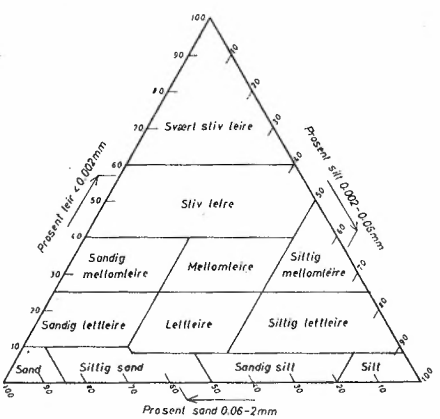


Fig. 13. Forslag til norsk jordartstrekant. Trekanten gjelder for mineraljord finere enn 2 mm.
Proposal for a Norwegian soil texture chart.

The soil texture chart has been divided into 12 soil textural classes, ranging from sand to heavy clay. The sand and silty sand classes are divided into three subclasses; coarse, medium and fine, according to the relative amounts of the three sand fractions.

The texture classification has been tried out on 438 soil samples from different parts of Southern Norway. These samples were collected from glacial and post-glacial deposits, including cultivated, as well as uncultivated soils, A-horizons as well as B-horizons.

The clayey classes are characterized by high silt percentages. The main part of the morainic soils are distributed within the textural groups of «sand», «siltig sand», and «lettleire». The glacial lake sediments are distributed within the textural groups «siltig sand», sandig silt» and «silt». The marine clays have a high silt content combined with a medium to high clay content. Combinations of high clay — high sand are not generally found in the young soils of Norway.

In addition to the grain size distribution itself the subdivision of the texture triangle has been based on the soil suitability and workability concept.

List of Norwegian soil textural classes and their approximate designations in English:

sand	= sand
siltig sand	= sandy loam/ loamy sand
sandig silt	= silt loam
silt	= silt
sandig lettleire	= sandy loam/ sandy clay loam
lettleire	= loam
siltig lettleire	= silt loam
sandig mellomleire	= sandy clay loam/ sandy clay
mellomleire	= clay loam
siltig mellomleire	= silty clay loam
stiv leire	= clay
svært stiv leire	= heavy clay

LITTERATUR

Ameryckx, J. B. 1971: Lectures in General Pedology. International Training Centre for post graduate Soil Scientists, State University Ghent, 6—8.

Arbeitsgemeinschaft Bodenkunde 1971: Kartieranleitung. Anleitung und Richtlinien zur Herstellung der Bodenkarte 1:25000. — Arbeitsgemeinschaft Bodenkunde der Geologischen Landesämter der Bundesrepublik Deutschland, 1. und 2. Aufl., Hannover 1965/71.

de Bakker, H. & Schelling, J. 1966: System van bodemclassificatie voor Nederland. De hogere niveaus. Centre for Agricultural Publications and Documentation. Wageningen, 52—57.

Black, C. A. 1960: Soil-Plant Relationships. John Wiley & Sons. N.Y., p. 2.

Ekeberg, E. & Njøs, A. 1970: Physical analyses of soil profiles from Landvik, Norway. Meld. Norges landbrukshøgskole 49, Nr. 10, 1—11.

Gandahl, R. 1952: Hydrometermetoden. Geol. För Förhandl. 74, 497—512.

Haldorsen, S. 1975: Nordisk bunnmoreneforskning. — En oversikt. Kvartærnytt nr. 1, 1975, 5—13.

Hansbo, S. & Karlsson, R. 1974: Nya regler för jordartsklassificering. Våg- och vattenbyggaren 8—9, 1974. (Särtryck, 4 s.).

Haugbotn, O. 1969: Lesjaleirene. Vurdering av jordanalyser, dyrkingsmetoder og anvendelser av arealene. Hovedoppgave NLH. 102 s. + bilag.

Heinonen, R. 1975: Jordarterna och deras brukningsegenskaper. Lantbrukshögsk. Medd. B 23, Uppsala 1975, 1—42.

Hodgson, J. M. 1974: Soil Survey of England and Wales, Technical monograph No. 5. Soil Survey Field Handbook. Harpenden 1974, 99 pp.

Ingeborgrud, O. 1974: Fysiske og kjemiske forhold på nyplanert jord, med hovedvekt på strukturforholdene. Hovedoppgave NLH 1974. 87 s. + bilag.

Landbruksministeriet, Sekretariatet for Jordbundsklassificering 1976. Den danske jordbunnsklassificering 1975. Foreløbig teknisk redegjørelse (se s. 66) NJF. Seminar Arealanvendelse og jordbundsklassificering.

Låg, J. 1948: Undersøkelse over opphavsmaterialet for Østlandets morenedekke. Meddelelser fra Det norske Skogforsøksvesen nr. 35, 1948. 223 s.

Låg, J. 1975: Jordbunnslære. Forelesninger ved Norges landbrukshøgskole, kurs JBI. Ås—NLH 1975. 252 s.

Låg, J., Mork, E. 1959: Jordsmonnet i Ulvsjøberget forsøksområde. Meddelelser fra Det norske skogforsøksvesen nr. 53, 1959, 79 s. + 2 kart.

Njøs, A. 1965: Jordart på forsøksfeltene — kornstørrelsesfordeling. Jord og Avling 3/1965, 27—28.

Njøs, A. 1971: Mekanisk analyse etter pipette- og hydrometermetoden. Lis.kurs i jordfysikk. Lab.kompendium, 8:1—8.

Omberg, Ø. 1966: Fysiske og kjemiske egenskaper i profiler ved Østfoldraet. Mulighetene for en forbedring av profilene ved dyparbeiding. Hovedvedoppgave NLH 1966, 86 s.

Omholt, J. P. 1964: Mjelejorda på Romerike, en undersøkelse av de fysiske og kjemiske forhold. Hovedoppgave NLH 1964, 34 s.

Prestvik, O. 1975: Undersøkelse av klima og jordsmonn i Nittedal. Lisensiatavhandling NLH 1975, 129 s. + bilag.

Rørvik, T. 1971: Geoteknikk. Jordartenes fysiske egenskaper. Yrkesopplæringsrådet for håndverk og industri. Universitetsforlaget. 48 s.

Scheffer, F. und *Schachtschabel, P.* 1976: Lehrbuch der Bodenkunde. Ferdinand Enke Verlag Stuttgart. 9. Auflage 394 s.

Semb, G. 1950: Jorda på Forsøksgarden Holt, Tromsøya, Troms fylke. Meldinger fra NLH, s. 207—290.

Semb, G. 1954: Jorda på Forsøksgarden Særheim, Klepp herred, Rogaland. Meldinger fra NLH, s. 35—75.

Semb, G., Dishington, I. W., Retvedt, K. 1956: Jorda på Forsøksgarden Vågønes, Bodin herred, Nordland fylke. Meldinger fra NLH, s. 273—308.

Semb, G. 1975: Jorda i Ås. Beskrivelse til jordbunnskart over Ås herred, Akershus fylke. Landbruksforlaget, Oslo. 183 s. + bilag.

Skadsheim, M. 1956: Stein og blokkinnhaldet på nokre felt med morenejord. Meldinger fra NLH, s. 309—332.

Soil Survey Staff 1951. Soil Survey Manual. U. S. Dept. Agr. Handbook 18. Government printer. Washington D.C. 503 s.

Sveistrup, T. 1972: Jorda på Hellerud. Hovedoppgave NLH 1972. 60 s. + bilag.

Sveistrup, T. 1975: Landschapsanalyse als vertrekpunt voor een bodemkartering in het gebied van Vestfold (Noorwegen) Thesis ITC Gent 1975. 53 s. + bilag.

Tavernier, R. & Marechal, R. 1962: Soil Survey and soil classification in Belgium. Trans. IV & V Int. Soc. Soil Sci. New Zealand, 298—307.

Tovborg Jensen, S. 1963: Forelesninger over jordbunnslære. Utgitt av de studerendes råd. Den kgl. Veterinær og Landbohøjskole, København. 258 s.

Vershinin, P. V., Melnikoba, M. K., Michurin, B. N., Moshkov, B. S., Poyasov, N. P. and Chudnovskii, A. F., 1966. Fundamentals of Agrophysics (cit. Kachinskii, See page 149). Israel Program of scientific translations. Jerusalem 1966, p. 149.