



Karakterisering af jordarealer omkring Forskningscenter Foulum

*Characterization of the area surrounding
Research Centre Foulum*

Per Schjønning
Afdeling for Kulturteknik
Forskningscenter Foulum
8830 Tjele



Karakterisering af jordarealer omkring Forskningscenter Foulum

*Characterization of the area surrounding Research
Centre Foulum*

Per Schjønning
Afdeling for Kulturteknik
Forskningscenter Foulum
8830 Tjele

Forord

Nærværende rapport beskriver resultaterne af en undersøgelse i efteråret 1988 af jordbundsforholdene i et ca. 150 ha stort område sydvest for Forskningscenter Foulum. Undersøgelsen blev sat i værk af Landbrugscentrets ledelse og er gennemført af Afdeling for Kulturteknik. Formålet med det udførte arbejde har været at skabe et grundlag for vurdering af de udvalgte arealers kemiske og fysiske egenskaber - herunder disses variation - med henblik på arealernes egnethed til forsøgsformål.

Resultaterne fremstilles i høj grad ved hjælp af figurer, hvoraf de fleste endvidere kræver en hel side i beretningen. Det har derfor været praktisk af samle dem sidst i beretningen, side 33-68.

Litteraturhenvisninger i teksten er reduceret til et minimum. Sidst i beretningen findes en liste med publikationer, der er blevet benyttet under arbejdet.

En række institutioner og enkeltpersoner har medvirket ved gennemførelsen af jordundersøgelsen. Det Danske Hedeselskab har med teknisk bistand fra Afdeling for Grovfoder og Kartofler og Afdeling for Kulturteknik foretaget opmåling og fladenivellement på området og endvidere indmålt og markeret prøveudtagningspunkter i felten. Prøveudtagning er foretaget af personale fra Afdeling for Kulturteknik. Jordkemiske parametre samt tekstur er analyseret på Centrallaboratoriet, Foulum, mens de jordfysiske analyser er foretaget af landbrugstekniker Bernd Carstensen ved Afdeling for Kulturtekniks jordfysiske laboratorium. H.B. Madsen og N. Jensen fra Afdeling for Arealdata og Kortlægning har foretaget profilbeskrivelser, mens J.E. Olesen fra Afdeling for Jordbrugsmeteorologi har udfærdiget kort over området på grundlag af data fra Hedeselskabets opmålinger.

Foulum, november 1992

Per Schjønning

Indholdsfortegnelse

Sammendrag	6
Summary	8
1 Baggrund	10
2 Opmåling og kortlægning af arealerne	10
3 Undersøgelserprogram	11
4 Arealernes forhistorie	11
5 Terrængenstande i området	12
6 Topografi	13
7 Mulddybde	13
8 Pløjelagets tekstur og organiske stofindhold	14
8.1 Humus	14
8.2 Ler	15
8.3 Silt	15
8.4 Grovsilt og finsand	15
8.5 Grovsand	16
9 Pløjelagets kemi	16
9.1 Reaktionstal	16
9.2 Kaliumtal	16
9.3 Fosfortal	16
10 Profilundersøgelser	17
Profil nr. 1	19
Profil nr. 2	21
Profil nr. 3	22
Profil nr. 4	22
Profil nr. 5	23
Profil nr. 6	23
Profil nr. 7	23
Profil nr. 8	24
Profil nr. 9	24
Profil nr. 10	24
Profil nr. 11	25
Profil nr. 12	25
Profil nr. 13	26
Profil nr. 14	26
Profil nr. 15	26

11	Supplerende undersøgelser	27
11.1	Profilbeskrivelser	27
11.2	Penetreringsmålinger i felten	27
11.3	Humusindhold og tekstur i pløjelaget	29
12	Hovedkonklusioner	31
Figur 1-34		32-66
13	Anvendt litteratur	67
Appendiks 1:	Penetreringsmodstand i nogle danske jorde	69
Appendiks 2:	Beregning af vandledningsevne	70
Appendiks 3:	Profilbeskrivelser	72
Signaturforklaring til figur 18-32 er indhæftet på den bagerste del af beretningens omslag.		

Sammendrag

I efteråret 1988 blev der foretaget en undersøgelse af i alt ca. 150 ha jord sydvest for Forskningscenter Foulum, hvoraf på daværende tidspunkt ca. 120 ha var privatejet og resten i Statens Husdyrbrugsforsøgs besiddelse.

Prøveudtagningen på området blev foretaget i punkter fastlagt af et systematisk 80 x 80 meter net, der blev lagt ud over arealet.

Undersøgelsesprogrammet omfatter et fladenivellement, mulddybdebestemmelse og prøveudtagning i pløjelaget til og analyse for reaktionstal, fosfortal og kaliumtal i samtlige netpunkter. Desuden blev der udtaget prøver til analyse for reaktionstal, fosfortal, kaliumtal, tekstur, volumenvægt, penetreringsmodstand og luftpermeabilitet ved pF 2,0, vandretention ved pF 1,0, 2,0, 4,2 (og i nogle tilfælde pF 3,0) og endelig reel massefylde i 15 profiler hver opdelt på 8 jordlag i dybden 0-140 cm.

Fra alle udtagningspunkter er en delprøve af løs, lufttørret jord henlagt i arkiv.

Af gamle kort over området fremgår, at en del af arealet for ca. 100 år siden henlå udyrkede som hede. Nogle mindre veje har krydset området, men skønnes ikke at have givet påvirkninger på jorden, der kan spores i dag.

Mulddybden har i de områder, hvor topografien tillader anlæggelse af forsøgsmarker, en variation, der skønnes at være normal for en morænejord. Den hyppigst fundne mulddybde i området er 30 cm.

Jordtypen kan karakteriseres som en fin lerblandet sandjord (JB4) med et lerindhold i pløjelaget på gennemsnitligt 7,6 %. Der er ikke fundet systematiske variationer i pløjelagets indhold af mineralske partikelfraktioner.

I hele området er der fundet et højt humusindhold i pløjelaget. Et gennemsnitligt indhold på 5,6 % antyder, at det organiske stofindhold fra perioden med hedevegetation stadig er under nedbrydning, idet et normalt humusindhold for en veldrænet jord i omdrift på den pågældende jordtype og under danske klimaforhold er ca. 2-4 %. Det her nævnte forhold komplicerer arealernes anvendelse til forsøg med gødskning og stofomsætning.

På de fleste marker er der fundet reaktionstal under 6,0 i pløjelaget, hvilket må betegnes som lavt. Der er stor variation i pløjelagets indhold af fosfor og kalium, som for begge næringsstoffers vedkommende findes i generelt store mængder. Variationen i kalium kan formodentlig udlignes over en kortere årrække, mens Pt-variationen i højere grad må forventes at kunne medføre variationer ved planteavlfsforsøg.

For de fleste af de 15 undersøgte profiler er der fundet et ret ensartet indhold af de forskellige partikelfraktioner gennem hele den analyserede profil, dvs. i 0-140 cm dybde. Der er altså for næsten hele området tale om en ikke-lagdelt jord. En undtagelse udgøres af et østligt delområde umiddelbart syd for Statens Husdyrbrugsforsøgs areal, hvor der er fundet et højt indhold af såvel ler, silt og grovsilt i de øverste ca. 70 cm, mens dette lag hviler på et meget grovsand-holdigt materiale. For de fleste profiler stiger lerindholdet med dybden til

10-15 % nederst i profilen. Partikelfractionen 20-200 μm ("normalt" finsand) udgør oftest omtrent 50 % af materialet i hele profilen.

Volumenvægten er fundet stigende med dybden og overstiger i 5 profiler en værdi på 1,8 g/cm^3 , som dog ikke optræder i jordlagene 0- ca. 70 cm. Penetreringsmodstanden overstiger i 13 ud af 15 profiler 2 MPa, der ofte angives som kritisk for normal, jævnt fordelt rodvækst. De høje værdier optræder oftest fra ca. 60-140 cm dybde. I enkelte profiler er fundet gennemsnitsværdier over 3 MPa. Det synes ikke at være specielle delområder, der har den cementerede, hårde underjord. Den høje jordtæthed og cementeringen i nogle lag vil sandsynligvis give en reduktion i rodvæksten og - hvad der i forsøgssammenhæng er mindst lige så vigtigt - en varierende grad af reduktion.

De fleste profiler har et volumen af mellemporer (indeholdende plantetilgængeligt vand) på ca. 25 % i de øverste ca. 30 cm og faldende til 15-20 % i de underliggende jordlag.

Der er fundet et gennemsnitligt indhold af plantetilgængeligt vand på 129 mm i 0-60 cm dybde og på 192 mm i 0-100 cm dybde. Ingen profiler har under 170 mm plantetilgængeligt vand i 0-100 cm rodzonen.

Det vurderes, at vandledningsevnen og jordens naturlige dræntilstand er tilfredsstillende. Resultaterne fra enkelte profiler peger på en lav vandledningsevne i de nederste jordlag. Enkelte delområder med denne egenskab kan ikke udpeges.

Reaktionstallet falder med dybden. I samtlige profiler er fundet værdier under 5,0. Denne betænkeligt høje protonaktivitet er oftest fundet i dybder under ca. 50 cm.

Fosfor- og kaliumtal i underjorden er ret høje, og der er stor variation i rodzonens indhold af disse næringsstoffer. Høje næringsstofkoncentrationer kan ikke henføres til bestemte delområder.

Supplerende undersøgelser har sandsynliggjort, at underjordens ekstreme hårdhed kan tilskrives kemisk betinget cementering af jordlagene.

Endvidere er fundet, at jorde, der ligger vest og nordvest for Foulum by (inkl. Foulumgård), har et lavere ("normalt") humusindhold end jordene øst og specielt syd for Foulum, og det er sandsynliggjort, at den cementerede underjord specielt findes i de sidstnævnte områder.

Summary

In 1988 an area of agricultural land comprising about 150 ha south of Research Centre Foulum was investigated for pedological, chemical and physical characteristics. The purpose of the investigation was to evaluate whether the land was useable for field trials. Sampling took place in points located in a 80 times 80 meter grid. The depth of the humus-rich A-horizon was recorded for every point in the grid. Soil texture, soil acidity (pH) and soil content of labile phosphorus and exchangeable potassium were measured for samples of the plough layer in all points of the grid. Further, in a number of 15 selected grid points, bulked soil samples as well as undisturbed soil cores were sampled to a depth of 140 cm in 20 cm increments, analysed for the chemical characteristics mentioned above and for the soil physical characteristics bulk density, particle density, penetration resistance, air permeability and water retention at four water potentials.

From old maps of the area it can be seen, that part of the investigated land was covered with the natural vegetation of a moor some 100 years ago.

The average depth of the A-horizon was found to be 33 cm while the median value was 30 cm. The soil can be characterized as a fine loamy sand (JB4; Danish system) with an average clay content of 7.6 percent.

A high content of humus in the plough layer was found all over the investigated land. An average humus percentage of 5.6 suggests, that the soil organic matter originating from the moor vegetation is still in a process of degradation. This finding has to be taken into account if field trials concerning turnover of organic matter will be carried out in the investigated land.

In most of the investigated fields a high soil acidity was found in the plough layer (pH in a 0.01 M CaCl₂ soil suspension less than 6.0). Generally, high contents of phosphorus and potassium were found but variations were significant.

For most of the investigated soil profiles, a rather homogeneous distribution of soil texture with depth was found. However, the soil content of clay generally increase from about 7 percent in the topsoil to about 10-15 percent in the deepest part of the profile. The fine sand fraction (20-200 μ m) was found to make up about half the particles in all depths.

Dry bulk density was found to increase with depth and exceeded a value of 1800 kg/m³ in 5 profiles. A penetration resistance exceeding 2 MPa was found in 13 out of 15 profiles. These high values, which normally is reported to be critical for root growth, were most often recorded in depths below 60 cm. Chemical analyses suggest, that the reason for this cementation is some silicium and aluminium accumulations in the soil. In most profiles the upper soil layers exhibited about 25 percent by volume of plant available water, while lower layers (below about 30 cm) only retained about 15-20 percent of water with this tension. As on average of all profiles, the soil was found to hold 129 mm of plant available water in the 0-60 cm horizon, while the amount in the 0-100 cm layer accumulates to 192 mm.

The saturated hydraulic conductivity was estimated from air permeability measurements to be satisfactory for most of the profiles and depths.

Soil acidity increased with depth to critical levels (pH in 0.01 M CaCl_2 soil suspension less than 5.0) in depths below about 50 cm. Rather high contents of phosphorus and potassium were also found in the B-horizon.

1 Baggrund

I et internt programoplæg for Statens Planteavlsforsøgs nybyggeri ved Forskningscenter Foulum blev det påpeget, at der var behov for ca. 100 ha forsøgsegnet jord.

I forsommeren 1988 blev der udpeget en række ejendomme, som kunne være relevante som forsøgsmarker. Ejendommene blev udpeget primært efter deres geografiske beliggenhed i forhold til Forskningscentret og Foulumgård. I juli måned besøgtedes arealerne af en gruppe fra Statens Planteavlsforsøg. Efter besøgtigelsen konkluderedes, at der på de pågældende arealer syntes at være muligheder for etablering af flader, som var velegnede til planteavlsforsøg. Det blev endvidere aftalt, at Afdeling for Kulturteknik skulle iværksætte en undersøgelse af arealerne.

To arealer syd og vest for Forskningscentret, som er ejet af Statens Husdyrbrugsforsøg, blev inddraget i undersøgelsesprogrammet.

Det udvalgte område er indtegnet på oversigtskortet i figur 1.

2 Opmåling og kortlægning af arealerne

For at opnå en systematisk kortlægning af arealet blev dette opmålt af Hedeselskabet forud for jordundersøgelserne. Et 80 x 80 meter net blev lagt over arealet, idet samtlige netpunkter markeredes med pæle i marken. Tilsvarende blev nettets skæringer med arealafgrænsningen markeret med pæle (placeret i markskel o.l.), hvilket vil muliggøre retablering af nettet på et senere tidspunkt.

På figur 2 er det opmålte areal vist med netpunkter indtegnet. På kortet findes Forskningscentret umiddelbart til venstre for nordpilen, mens arealets sydlige afgrænsning udgøres af hovedvej A16.

Under opmålingen anvendte Hedeselskabet et koordinatsystem med faldende abscisse mod højre på kortet (nederste abscisse-akse på figuren). Koordinatsystemet blev endvidere fastlagt ved arbitrært at tildele skæringspunktet mellem Foulum Hedevej og Randers-Viborg vejen (nordvestlige vejrabat i dette kryds) værdien 1000,1000 og ved at lade forløbet af Foulum Hedevej bestemme ordinat-aksens retning.

Ved Afdeling for Kulturtekniks arbejde på arealet er anvendt en "retvendt" abscisseakse, som fremkom ved arbitrært at omregne abscissen efter formlen

$$X_{\text{normal}} = 3040 - X_{\text{landmåling}}$$

Denne akse er vist øverst på figur 2.

Netpunkterne er under arbejdet og videre i datafiler adresseret ved et 6-cifret tal, der fremkommer ved sammensætning af abscisse og ordinat divideret med 10. F.eks. har det absolut nordligste netpunkt på arealet (se figur 2) nummer 180260.

3 Undersøgellesprogram

I forbindelse med Hedeselskabets opmåling blev foretaget et fladenivellement af hele arealet.

I alle netpunkter, som ikke faldt sammen med veje, skel eller andre ikke-dyrkede flader (ialt 243), blev der bestemt mulddybde ved boring med hollandsk bor i selve netpunktet.

I en cirkelflade omkring punktet med radius ca. 3 meter blev dernæst udtaget en blandet prøve fra pløjelaget, 0-20 cm dybde, ved 16 stik tilfældigt fordelt i cirklen. Der anvendtes cylinderbor med ca. 4 cm diameter. Samtlige udtagne blandede prøver (å ca. 5 liter løst lejret jord) blev tørret i ventileret ovn ved ca. 35° C og dernæst sigtet gennem 2 mm sigte. En delprøve blev udtaget og analyseret for organisk kulstof (omregnet til humus ved multiplikation med 1,72), pH i 0,01 M CaCl₂ (omregnet til reaktionstal, Rt), ombytteligt kalium (angivet som Kt, mg K pr. 100 g jord), NaHCO₃-opløseligt fosfor (angivet som Pt, mg P pr. 100 g jord) samt tekstur (partikelstørrelsesfordeling).

Jævnt fordelt over hele det opmålte areal blev endvidere udvalgt i alt 15 netpunkter, som skønnedes at være repræsentative for respektive delområder. Efter gravning af "mandhul" med gravemaskine blev der udtaget jordprøver fra jordlagene 0-20, 20-30, 30-40, 40-60, 60-80, 80-100, 100-120 og 120-140 cm.

Prøver i løs lejring blev forbehandlet som beskrevet for prøverne fra alle netpunkter og analyseret for de allerede nævnte parametre samt yderligere reel massefylde (massefylde af jordpartikler) og vandretention ved pF 4,2 (visnegrænsen).

Fra hvert af de 8 jordlag blev udtaget 5 prøver i naturlig lejring ved nedhamring af 100 cm³-metalringe. På prøverne bestemtes aktuelt vandindhold (vandindhold ved prøveudtagning), vandretention ved pF 1,0 og pF 2,0 samt luftpermeabilitet og penetreringsmodstand (2 mm stålspejd) ved pF 2,0. I 4 profiler blev yderligere bestemt vandretention ved pF 3,0.

De resterende prøver af løs jord fra såvel pløjelags-netpunkterne som profilerne er arkiveret i plastspande.

I figur 3 er vist placeringen af de 15 profiler, som er nummereret 1-15 med henblik på en hensigtsmæssig adressering i resultatafsnittet. De 4 profiler, hvor der er bestemt vandretention ved pF 3,0, er markeret med cirkel om profilnummeret. Firkanter markerer punkter med profilbeskrivelse, se afsnit 11.1.

4 Arealernes forhistorie

Målebordsblade fra 1878 viser, hvorledes arealbenyttelse og vejføring så ud på daværende tidspunkt. På figur 4 er indtegnet gamle veje, som nu er slettede, samt de dele af området, som i 1878 henlå udyrket som hede. Især i den sydlige del af området findes en del arealer, som først er blevet opdyrket inden for de sidste ca. 100 år. Hedearealernes spredte

beliggenhed og de "blinde" markveje på disse arealer kan tolkes således, at opdyrkningen af heden har været i fuld gang netop omkring 1880, hvor de anvendte målebordsblade er blevet udfærdiget. Samtlige slettede vejføringer er på de gamle kort angivet som ret ubetydelige veje, hvor der sandsynligvis ikke har været kørsel med høj akselbelastning, som er bestemmende for pakning i dybere jordlag. Derfor kan man næppe forvente erkendelige spor efter disse veje i dag. Dog bør man måske være opmærksom på det gamle sydligste forløb af Foulum Hedevej, som indtil Forskningscenter Foulum's tilkomst har været en gennemgående vej fra Foulum til Randers-Viborg-vejen og dermed formodentlig mere trafikeret end de øvrige småveje på kortet. Endvidere skal man naturligvis være opmærksom på det nordligste forløb af Foulum Hedevej, som først er slettet i sidste halvdel af 1980'erne.

På figur 4 er også indtegnet nu slettede vejføringer, som åbenbart er blevet etableret i perioden fra 1878 til 1969, idet disse veje figurerer på målebordsblade fra sidstnævnte årstal. Bemærk også de nu slettede bygninger, som i 1969 lå på det østligste af Statens Husdyrbrugsforsøgs arealer.

5 Terrængenstande i området

På figur 5 er alle opmålte terrængenstande indtegnet på kortet. Bemærk især forløbet af naturgasledningen, som er nedlagt fornylig. På grund af det udførte gravearbejde i denne forbindelse udelukkes i det mindste selve graverenden som kommende forsøgsareal. Striben mellem naturgasledningen og Randers-Viborg-vejen har på vestsiden af Foulum Hedevej en bredde på ca. 75 til ca. 85 meter. Dette udelukker ikke anvendelse af den omtalte stribe til visse forsøg.

Primært på grund af, at ELSAM's transformatorstation er beliggende i området, krydser en del el-ledninger arealerne. De fleste markforsøg vil kunne gennemføres på arealer, der er overspændt el-ledninger (undtaget f.eks. forsøg med mikronæringsstoffer). Problemet består derfor først og fremmest i masternes placering. Nordvest for ELSAM-anlægget har en ledningsføring krævet en mast midt på hvert af 2 undersøgte delarealer. Det vil dog på begge arealer være muligt at anlægge kommende forsøgsmarker med hensyntagen til de to master. Det samme gælder for den sydlige mark med den meget store mast nær naturgasledningen.

Hydrantbrøndene øverst i området er ført op til jordoverfladen, hvorfor der skal tages hensyn til disse ved anlæg af eventuelle forsøgsmarker. For nogle forsøgsgødgavens vedkommende vil det være uheldigt, at forsøgspareller krydser en vandledning selv om den opgravede rende må formodes at være en del mindre end for den omtalte naturgasledning.

I øvrigt kan det være relevant her at bemærke, at det store område vest for Foulum Hedevej kun gennemskæres af 2 øst-vest løbende markskel samt af et gammelt, enkeltrækket nåletræshegn. Hvad angår markskellene (som samtidig er naboskel) er disse kun svagt markeret og vil formodentlig uden problemer kunne sløjfes ved anlæggelse af forsøgsmarker.

Det samme gælder det gamle læhegn, idet man dog her de første år må forvente en noget atypisk A-horisont de første år fremover.

Endelig skal bemærkes, at ejendommen beliggende umiddelbart ud for transformatorstationen er blevet nedrevet i 1991, hvorved såvel det tidligere bebyggede areal som tilkørselsvejen nu er inddraget i de omliggende marker. Endvidere er i 1991/92 en del af arealet lige syd for den på kortet angivne afgrænsning til Forskningscenter Foulum blevet inddraget ved nybyggeriet til Forskningscentret.

6 Topografi

Det udførte fladenivellement (figur 6) viser, at den højeste niveauforskel i det undersøgte område er 22 meter. Det højeste punkt (ca. 66 m DNN) er beliggende nær Bavnehøj i det nordøstligste hjørne af området, mens bunden af slugten midt i den vestlige side af området har en kote på ca. 44 m DNN. To slugter skærer sig ind i arealet - dels ovennævnte, som strækker sig et godt stykke ind i marken øst for Hobro Landevej, og dels en nordvest-sydøst gående dal gennem Statens Husdyrbrugsforsøgs vestligste delområde. Begge slugterne er så markerede, at anlæggelse af normale forsøgsmarker over disse er udelukket. Ud over disse dale er der ingen steder i området, der nødvendigvis må udelukkes på grund af for drastiske eller vekslende hældning. Imidlertid kan det under anlæggelse af forsøg være nødvendigt at tage hensyn til andre forhold som f.eks. vekslende mulddybde eller dårlige drænforhold i lokale, moderate sænkninger. Disse forhold er ikke fuldt kortlagt i denne undersøgelse.

7 Mulddybde

Figur 7 viser mulddybden i alle netpunkter på arealet. Ved feltarbejdet er parameteren fejlagtigt ikke blevet bestemt i et enkelt punkt (markeret med + på kortet).

Som gennemsnit af 242 punkter er der fundet en mulddybde på 33 cm. Det kan også beregnes, at 75 % af alle netpunkter har mulddybde mindre end 36 cm, og at halvdelen har mindre end 30 cm mulddybde. Sammenholdes figur 7 med figur 6, fremgår, at de største mulddybder er målt ved de store slugter, som alligevel ikke vil kunne anvendes til forsøgsformål. Sammenfattende må konkluderes, at variationen på mulddybden på de undersøgte arealer er væsentlig mindre end på S-markerne på Foulumgård (Heidmann 1989a), og næppe større end på de fleste morænejorde (sammenlign f.eks. til systemforskningsarealet på Ødum forsøgsstation, Heidmann 1989b).

8 Pløjelagets tekstur og organiske stofindhold

Øverste række i tabel 1 viser den gennemsnitlige tekstur for alle 243 netpunkter fordelt over hele området. Med et lerindhold på 7,6 % og et indhold af finsand (20-200 μm) på (21,4 + 29,2) % = 50,6 % kan jordtypen klassificeres som en fin lerblandet sandjord (JB4). Det høje indhold af finsand fremgår også af figur 8, hvor partikler mellem 20 μm og 2000 μm (2 mm) er opdelt på størrelsesklasser. Ordinaten har enheden "% partikler pr. 1/10 pD-værdi", hvor pD er defineret som 10-talslogaritmen til partikeldiameter i μm . Figuren er fremstillet ved numerisk differentiering af en digitaliseret sumkurve for partikler. Af figuren kan aflæses, at den partikelstørrelse, der er mest fremherskende i pløjelaget, er ca. 60 μm (pD = 1,8). Partikler med diameter ca. 50-100 μm udgør alene ca. 18 %. Tilsvarende afbildninger foretaget for andre jordtyper har afdækket en næsten tilsvarende partikelstørrelsesfordeling for bakkeø-jorden ved Borris forsøgsstation, mens de østdanske moræner typisk har et mere "snævert" toppunkt omkring ca. 120 μm (Schjønning, 1992). Det er det forholdsvis høje indhold af "fine" finsandspartikler, der medfører et højt indhold af plantetilgængeligt vand i Foulum-jorden, som det senere vil fremgå.

Tabel 1 Tekstur, reaktionstal samt kalium- og fosfortal i pløjelaget. Datamateriale: 243 netpunkter. Fraktilerne angiver procentdel observationer mindre end de respektive talværdier i tabellen (eksempel: 50 % af alle netpunkter har 7,7 % ler eller derunder).

	humus	ler <2 μm	silt 2-20 μm	grovsilt 20-63 μm	finsand 63-200 μm	grovsand 200-2000 μm	Rt ubenævnt	Kt mg/100 g	Pt
Gennemsnit	5,6	7,6	9,5	21,1	29,2	27,0	6,1	13,8	5,2
Standardafvigelse	0,9	1,2	1,9	3,6	3,0	5,2	0,3	7,9	1,3
Variationskoefficient, %	16,2	15,6	19,8	17,2	10,4	19,4	5,2	57,1	24,5
Fraktiler: 90%	6,5	8,8	12,1	25,7	33,2	33,7	6,5	19,7	6,8
75%	6,1	8,3	10,6	23,8	31,1	30,3	6,3	15,9	6,1
50%	5,6	7,7	9,2	21,4	29,3	26,8	6,1	12,2	5,2
25%	5,0	6,9	8,2	18,9	27,3	24,1	5,9	9,7	4,3
10%	4,5	6,2	7,3	16,1	25,3	20,2	5,7	8,2	3,6

8.1 Humus

Et gennemsnitligt humusindhold på 5,6 % og 90 % af de undersøgte punkter med over 4,5 % (se tabel 1) er usædvanligt højt for en veldrænet jord i landbrugsmæssig omdrift. Som det også fremgår af figur 9, findes kun ganske enkelte punkter med mindre end 3,5 % humus. Et normalt humusindhold for danske landbrugsjorde er ca. 2-3,5 %. De høje tal for det

undersøgte areal må tilskrives endnu ikke omsatte organiske forbindelser fra perioden med hedevegetation på området. Med hedens opdyrkning startedes en meget langsom proces med omsætning af det høje indhold af organisk stof i det øverste jordlag. Tallene viser, at denne proces endnu ikke er afsluttet. Et nyt ligevægtsniveau for organisk stof i pløjelaget svarende til andre jorde i omdrift vil indtræde, men sandsynligvis først efter endnu en meget lang årrække. Dette forhold komplicerer anvendelsen af arealet til forsøg, hvor der studeres omsætning af organisk stof.

Af figur 9 fremgår, at der ikke er særlig stor variation over arealet (se også tabel 1: 80 % af punkterne har mellem 4,5 og 6,5 % humus). Specielt lave eller høje værdier kan ikke relateres til bestemte delområder.

8.2 Ler, < 2 μm

Heller ikke mht. pløjelagets indhold af lerpartikler er der delområder, som adskiller sig med systematisk afvigende talværdier, figur 10. Det gennemsnitlige indhold på 7,6 % (tabel 1) synes rimeligt at kunne repræsentere alle delområder, der kunne tænkes som kommende forsøgsmarker. Et enkelte punkt med 16 % ler i det sydøstligste delområde kan muligvis skyldes helt lokalt atypiske forhold. I punktet markeret med + øst for den nordlige afgrænsning af Foulum Hedevej er der ikke analyseret for tekstur på grund af et humusindhold på over 10 %.

8.3 Silt, 2-20 μm

Variationen over arealet er lidt større for silt-indholdet end for ler, figur 11 og tabel 1. Mellem tætliggende punkter inden for samme mark varierer silt-procenten således op til 8 %-enheder. Variationen synes at være mindst i den østligste del af området, figur 11. Den påpegede variation i denne parameter må formodes at kunne spores i såvel mængden af plantetilgængeligt vand, strukturdannelse i jorden samt i mineraliseringskapacitet, idet silt, ligesom ler, fungerer som "lagerrum" for organisk stof i jord (Christensen, 1987).

8.4 Grovsilt, 20-63 μm og finsand, 63-200 μm

Grovsilt-fraktionen har stor betydning for mængden af plantetilgængeligt vand. Som for de øvrige parametre omtalt i dette afsnit ligger gennemsnittet tæt på medianværdien (50 %-fraktilen), se tabel 1, hvilket antyder en normalfordelt variation. Der er også for grovsilt betragtelige variationer omkring gennemsnittet på 21,1 %. Der synes ikke at være forskelle fra mark til mark, se figur 12, og den omtalte variation findes i overensstemmelse hermed som forskelle på op til ca. 12 %-enheder mellem tætliggende punkter på samme mark.

Finsandfraktionen (63-200 μm) udgør gennemsnitligt 29,2 %. Der er i absolutte tal omtrent samme variation som for grovsilt, udtrykt ved en standardafvigelse på ca. 3 %-enheder, tabel 1. Heller ikke for finsand skiller enkelte marker sig ud fra de øvrige, figur 13.

8.5 Grovsand, 200-2000 μm

Grovsand-fraktionen udgør gennemsnitligt 27,0 % og har den største variation ($s = 5,2$, tabel 1) blandt de analyserede partikelfraktioner. Heller ikke her synes der at være nogen systematik i variationen, figur 14.

9 Pløjelagets kemi

Reaktions-, kalium- og fosfortal påvirkes af kalkning, gødskning og driftsform iøvrigt. En oversigt over øjebliksværdier tjener dog et formål ved f.eks. at kunne afsløre eventuelle ekstreme værdier i en under- eller overgødsket mark.

9.1 Reaktionstal

Det gennemsnitlige reaktionstal i pløjelaget er fundet til 6,1 (tabel 1). Dette ligger i den nedre ende af niveauet på 6,0-6,5, der betragtes som normalt for en sandjord. Der er en ret beskeden variation, idet variationskoefficienten kun er på 5,2 %. Af tabel 1 fremgår dog, at 25 % af arealet (netpunkterne) har R_t under 5,9, hvilket må betegnes som lavt. Af figur 15 fremgår, at det nordvestligste af Statens Husdyrbrugsforsøgs 2 delarealer samt de sydvestligste og sydøstligste delområder stort set ikke har R_t -værdier under 6, mens der på samtlige øvrige delarealer jævnt fordelt findes områder med betænkeligt lave reaktionstal (< 6).

9.2 Kaliumtal

Tabel 1 og figur 16 viser, at der er meget stor variation i pløjelagets indhold af ombytteligt kalium. Gennemsnitligt er fundet et kaliumtal på 13,8. Hertil kan føjes, at 25 % af arealet har værdier over 15,9 og kun 10 % under 8,2, tabel 1. I statistikken over jordbundsanalyser for 1988 (Oversigt over Landsforsøgene, 1988) er der af 27.682 Kt-analyser i Nordjylland fundet 13 % med Kt over 16 og 32 % med Kt under 8. Da man desuden ofte anfører kaliumtal på 8-11 som "normale", må det undersøgte areal siges at have et meget højt kaliumindhold. De største variationer og de højeste værdier findes på de privatejede arealer, se figur 16. Kun ganske få punkter har kaliumtal under "normalgrænsen" på 8.

Den påviste variation virker markant, men forholdene vil formodentlig kunne udlignes gennem få års drift med moderat og kontrolleret gødskning, idet kalium relativt let udvaskes fra en jord med kun gennemsnitligt ca. 7 % ionbytende lerkolloider.

9.3 Fosfortal

Fosfortallet er et udtryk for den labile P-pulje i jorden. Værdier på 2-4 angives ofte som normalt. Tabel 1 og figur 17 viser derfor, at den undersøgte jord har et meget højt

indhold af plantetilgængeligt fosfor. Gennemsnitligt for området er fosfortallet på 5,2, mens 75 % af arealet har Pt over 4,3. Intet punkt har en Pt-værdi under 2. Den her påviste variation vil måske i højere grad end for kalium kunne forårsage generende markvariationer i kommende forsøgsmarker.

De høje værdier og de store variationer i såvel fosfor- som kaliumtal skyldes formodentlig en ujævn fordeling af store mængder husdyrgødning.

10 Profilundersøgelser

Figur 18-32 viser resultaterne fra detaljerede undersøgelser i 15 profiler fordelt over arealet som vist i figur 3. Profilerne er nummereret fortløbende fra 1-15. Dette nummer samt netpunktets koordinatnummer er angivet på de enkelte figurer 18-32. På den bagerste del af beretningens omslag er indhæftet en signaturforklaring (kan foldes ud).

I forbindelse med omtalen af de 2 første profiler vil enkelte parametres betydning blive ret grundigt omtalt, mens der ved de derefter følgende profiler kun gives bemærkninger om specielle eller afvigende forhold.

Indledningsvis vil i det følgende blive givet en generel omtale af enkeltfigurerne. (betragt f.eks. figur 18 med signaturforklaringsbladet foldet ud).

Øverst til venstre på profil-figurerne er teksten vist for de forskellige dybder, idet området mellem de enkelte partikelfraktiongrænser er skraveret i henhold til signaturforklaringen. For dybden 0 og 140 cm er anvendt teksturdata fra 10 henholdsvis 130 cm dybde. Enheden på figuren er vægtprocent og summerer i sagens natur op til 100 %.

I øverste række, midterste kolonne, er gennemsnitstal for den tørre volumenvægt vist for de respektive dybder. Endvidere er for hver dybde angivet spredningen i form af en streg, der markerer ± 1 standardafvigelse fra gennemsnittet. Volumenvægten er beregnet på jord uden sten > 2 mm og har enheden g/cm^3 .

Videre følger penetreringsmodstand, ligeledes med gennemsnit ± 1 standardafvigelse. Enheden er her MPa. I appendiks 1 er for en række jordtyper vist penetreringsmodstand, målt med samme metodik og ved vandpotentialet pF 2,0.

I profil-figurerne 18-32 er i midterste række, 1. kolonne, afbildet de forskellige porestørrelsesklasser (se signaturforklaring) på samme måde som for teksten. Porevolumen er beregnet fra vandretentionsdata og volumenvægt kombineret med reel massefylde. Beregningerne er foretaget på jord uden sten > 2 mm. Enheden er volumenprocent (procent af "hel" jord). Bemærk, at højeste værdi på figuren er 60 %, svarende til, at de resterende 40 % fast stof ikke er vist.

Vandledningsevnen (midterste række, 2. kolonne) er en ikke-målt parameter, der er beregnet fra luftpermeabilitet ved pF 2,0. Beregningsprocedure og forudsætninger herfor er beskrevet i appendiks 2. Enheden på figuren er mm/time.

I nederste række, 1. kolonne, er jordens vandindhold omregnet til mm vand og summeret gennem dybden. Tallene ud for 60 og 100 cm dybde angiver den plantetilgængelige vandmængde summeret til den pågældende dybde.

I tabel 2 er plantetilgængeligt vand, beregnet som vand tilbageholdt mellem potentialerne pF 2,0 og pF 4,2, vist for størsteparten af Statens Planteavlsvforsøgs forsøgslokaliteter. Resultaterne fra den aktuelle undersøgelse er medtaget og fremhævet i tabellen.

Tabel 2 Plantetilgængeligt vand, mm, beregnet som forskellen mellem vandindhold ved pF 2,0 og vandindhold ved pF 4,2 og summeret for jordlagene 0-60 cm og 0-100 cm. Opstillet efter stigende indhold i 0-100 cm laget. (Beregnet efter Hansen 1976, Andersen 1986, Jacobsen 1989 og Heidmann 1989ab)

Lokalitet	Antal profiler	Plantetilgængeligt vand, mm	
		0-60 cm	0-100 cm
Lundgård	1	48	(74)
Jyndeved	3	64	(84)
Flakkebjerg	1	92	138
Borris	4	101	148
Roskilde	3	103	159
Rønhave	3	105	164
Askov	4	105	167
Ødum	2	111	168
Silstrup	1	105	169
Tystofte	2	111	172
Årslev	2	110	177
Hornum	1	112	178
Foulum (S-mark)	4	116	178
Foulum (nyt areal)	15	129	192
Tylstrup	2	120	210

Summeret vandmængde fra 0-60 cm og fra 0-100 cm er beregnet og vist i tabellen. Det fremgår, at det ny-undersøgte areal (bortset fra den finsandede jord ved Tylstrup) rummer en større mængde af plantetilgængeligt vand i 0-100 cm dybde end nogen af Statens Planteavlssørgs hidtidige forsøgsarealer. Dette hænger sammen med det høje indhold af "fint" finsand. Flere undersøgelser har vist, at mængden af plantetilgængeligt vand primært er påvirket af jordens indhold af silt og finsand.

De to sidste delfigurer i figurerne 18-32 viser reaktionstal henholdsvis fosfor- og kaliumtal. De to tal (P100 og K100) fosfor/kaliumdiagrammet angiver jordens samlede pulje af NaHCO_3 -ekstraherbart fosfor henholdsvis NH_4^+ -ombytteligt kalium i jordlaget 0-100 cm. Tallene er angivet i kg pr. ha.

Profil nr. 1, koordinat-nr. 140204 (figur 18)

Profil nr. 1 og 2 repræsenterer den nordlige del af området vest for Hobro Landevej. Der er her tale om flader af rimelig størrelse, som endvidere ikke er særlig uregelmæssigt kuperet, se figur 6.

Af teksturdiagrammet fremgår, at mulddybden her er ca. 30 cm. Lerindholdet udgør ca. 7-8 % i pløjelaget og er svagt stigende med dybden. Indholdet af silt er nogenlunde konstant i hele profilen, mens ca. 20 % grovsilt i de øverste 30 cm næsten halveres i underliggende lag. Sammenlagt udgør den "traditionelle" finsandfraktion (20-200 μm) dog i hele profilen ret konstant ca. 50 % af jordens partikler. Klassificeringen som JB nr. 4 efter pløjelagsteksturen er derfor rimeligt dækkende for profilen.

Volumenvægten er jævnt stigende med dybden. Flere undersøgelser har vist, at en volumenvægt på 1,8 g/cm^3 og derover vil virke hæmmende på en jævnt fordelt rodvækst, men omvendt også, at rodvækst kan forekomme gennem jordlag med en sådan gennemsnitlig tæthed, idet rødderne kan vokse langs regnormegange, gamle rodkanaler og svage zoner i jordmatricen (Madsen, 1979, 1983).

Undersøgelser har vist, at en penetreringsmodstand over ca. 2 MPa er hæmmende for rodvækst (Dexter, 1986). Som nævnt for volumenvægten gælder også her, at rødderne kan afsøge lokale områder med bedre muligheder for vækst. Bemærk den store spredning omkring den gennemsnitlige penetreringsmodstand. Forudsættes en normalfordeling, svarer 1 standardafvigelse til kun ca. 65 % af den totale forventelige variationsbredde. Resultaterne i penetreringsdiagrammet er derfor udtryk for, at nogle prøver har haft meget høj penetreringsmodstand. Spredningen kan netop tilskrives eksistensen af svage planer i jordmatricen, som i nogle prøver har "åbnet sig" under penetreringen.

Sammenfattende ud fra volumenvægt og penetreringsmodstand må forventes, at der i den aktuelle mark forefindes et ikke-jævnt fordelt rodnet i dybder under ca. 60 cm.

Diagrammet med porestørrelsesfordeling afspejler den stigende tæthed i dybden, idet porerumfanget reduceres fra ca. 50 % i pløjelaget til under 35 % i de nedre jordlag.

Rumfanget af fine porer ($< 0,2 \mu\text{m}$) udgør ca. 10 % i de øvre, humusholdige jordlag og svinger mellem ca. 5 og 8 % dybere i profilen. Mellemporerne ($0,2\text{--}30 \mu\text{m}$) udgør op til 28 % i 0-30 cm dybde, men reduceres derunder til en volumenandel på ca. 13 % i 50 cm dybde og stigende igen til ca. 19 % i de nederste dybder. Dette fald i volumen af mellemporer hænger givetvis sammen med det faldende indhold af grovsilt under 30 cm dybde, jævnfør den tidligere omtalte betydning af denne partikelfraktion for plantetilgængeligt vand. På trods af det faldende totale porevolumen stiger volumen af grovporer ($> 30 \mu\text{m}$) med dybden til et lokalt maksimum i ca. 35-50 cm dybde. Under ca. 90 cm dybde har profilen mindre end 10 % grovporer.

Vandledningsevnen er som tidligere omtalt en estimeret egenskab ud fra luftpermeabiliteten (se appendiks 2). Under danske klimaforhold vil vandledningsevnen næppe være kritisk for afledning af overskudsnedbør ved værdier større end ca. 10 mm/time. Vandledningsevnen afhænger af volumen af grovporer samt disses kontinuitet. I profil nr. 1 findes en lokalt lav værdi ($\sim 18 \text{ mm/time}$) lige under pløjelaget. I dybden ca. 30-80 cm findes en meget stor vandledningsevne, som kan tilskrives et stort volumen af kontinuerede grovporer, se diagrammet med porestørrelsesfordeling. Dybt i profilen giver det lave grovporevolumen anledning til en ret lav vandledningsevne på ca. 12 mm/time, hvilket dog er mindre kritisk i denne dybde, end hvis samme værdi havde forekommet i de øverste jordlag. Alt i alt må vandledningsevnen i profil nr. 1 karakteriseres som tilfredsstillende.

Diagrammet med summeret vand over dybden viser, at den plantetilgængelige vandmængde (vandret skravering) øges stærkt med dybden til 30 cm dybde. Den aftagende stigningstakt i summeret vandmængde med dybden under 30 cm skyldes det ringere indhold af porer mellem $0,2$ og $30 \mu\text{m}$ i disse jordlag. I 60 og 100 cm dybde kan mængden af plantetilgængeligt vand summeret fra jordoverfladen aflæses til 132 mm henholdsvis 188 mm, hvilket ligger tæt på gennemsnittet for de 15 profiler, se tabel 2.

Reaktionstallet i profil nr. 1 falder stærkt med dybden fra ca. 6 i pløjelaget til ca. 4,5 i 70 cm dybde og underliggende lag. Undersøgelser har vist, at dette billede er typisk for lerholdige profiler i Vestdanmark (Madsen, 1988). De sidste ca. 100 års dyrkning med jævnlig kalkning har endnu ikke medført ombytning af sure kationer med Ca^{++} (og Mg^{++}) i de nederste dybder af rodzonen. Et reaktionstal på 4,5 (eller $\text{pH}_{\text{CaCl}} = 4,0$) angives ofte i den internationale litteratur som øvre grænse for en stærkt rodvæksthæmmende effekt af protonaktivitet (og afledede kemiske reaktioner), mens Rt -intervallet 4,5-5,1 regnes for svagt hæmmende for rodvækst. Ved H. B. Madsens undersøgelser i Østjylland (1979) blev der da også påvist reduceret rodvækst ved disse lave reaktionstal. Til gengæld kunne der ikke spores en negativ effekt på rodvækst ved reaktionstal på ca. 4 i en undersøgelse i Himmerland (Madsen, 1983). Sidstnævnte jorde er i øvrigt geologisk tæt beslægtede med de aktuelt undersøgte arealer og beliggende ikke særlig langt fra disse.

På grundlag af ovennævnte må konkluderes, at det i profil 1 fundne reaktionstal på ca. 4,5 i dybder under ca. 70 cm ligger på grænsen til det rodvæksthæmmende, men at en negativ effekt muligvis kun vil vise sig på afgrøder, der er specielt følsomme for et lavt pH.

Fosfortallet falder jævnt fra ca. 6 i pløjelaget til ca. 2 i 50 cm dybde og har en værdi på ca. 1 i underliggende dybder. Rodzonen, 0-100 cm, indeholder sammenlagt 350 kg Pt-fosfor pr. ha, se talangivelsen nederst i fosfordiagrammet på figur 18.

De høje kaliumtal i pløjelaget (se figur 16), som kun kan tilskrives den anvendte gødskningspraksis, afspejler sig i ganske store kaliummængder i underjorden. I marken, som profil 1 repræsenterer, har lerkolloiderne kunnet tilbageholde en nedvasket kaliummængde på ikke mindre end ca. 1200 kg pr. ha i dybden 20-100 cm (1 Kt-enhed = 1 mg K pr. 100 g jord). Med pløjelagets indhold på ca. 400 kg indeholder jorden i den forventelige rodzone, 0-100 cm, i alt 1.678 kg ombytteligt (plantetilgængeligt) kalium pr. ha.

Profil nr. 2, koordinat-nr. 140236 (figur 19)

Ler- og siltindholdet gennem dybden i denne profil er stort set som i profil 1. Med hensyn til grovsiltindholdet er der også her et højere indhold i de øverste ca. 30 cm end dybere i profilen. Samtidig er både grovsiltindholdet og mængden af finsand (63-200 μm) større end i profil 1. Mængden af partikler i den "traditionelle" finsand-klasse udgør således næsten hele 60 % i pløjelaget faldende til ca. 48 % i 70 cm dybde og igen stigende med dybden til ca. 58 % i 130 cm dybde.

Volumenvægten stiger her stærkere med dybden end i profil nr. 1 og når værdier over 1,8 g/cm³ i 80 cm dybde.

I 70 cm dybde og derunder antager den gennemsnitlige penetreringsmodstand med tillæg af een standardafvigelse værdier over 3 MPa som udtryk for lokalt meget hårde jordlag.

Profil nr. 2 er en af de 4, ved hvilke der er bestemt vandretention ved pF 3,0 og dermed estimeret porevolumen større og mindre end 3 μm . I pløjelaget findes ca. 28 % mellemporer (0,2-30 μm). Denne pulje af porer, indeholdende vand tilgængeligt for planter, er ned til ca. 40 cm dybde nogenlunde ligeligt fordelt på grove og fine mellemporer (let- og sværttilgængeligt vand), mens der i underliggende dybder sker et fald i den relative andel af grove mellemporer. Grovporevolumenet aftager med dybden og antager under ca. 65 cm dybde værdier mindre end 10 %.

Sidstnævnte forhold afspejles i den beregnede vandledningsevne, som er tilfredsstillende indtil ca. 1 meters dybde. Allernederst i profilen er estimeret en meget lav værdi (~ 5 mm/time).

Primært forårsaget af et ringere volumen af mellemporer i ca. 30 cm dybde i denne profil sammenlignet med profil 1 er det summerede plantetilgængelige vandindhold lidt mindre øverst i profilen. Jordlaget 0-60 cm indeholder 121 mm vand, mens der i 0-100 cm findes 182 mm.

Også i denne profil er reaktionstallet mindre end 5,0 i dybder under ca. 40 cm.

Fosfortallene er omtrent som i profil 1 og summerer til 316 kg pr. ha i 0-100 cm.

Kaliumtallene i de øverste jordlag er her lidt mere "normale" end i profil 1, men også her indeholder underjorden ret store mængder kalium - i 0-100 cm således i alt 1.238 kg kalium pr. ha.

Profil nr. 3, koordinat-nr. 116108 (figur 20)

Som tidligere nævnt vil denne og de følgende profiler blive mindre nuanceret gennemgået end de to første. Omtalen vil først og fremmest fokusere på afvigende eller specielle forhold sammenlignet med profil 1 og 2.

Grovsilt- plus finsandfraktionen udgør som i profil 1 ca. 50 %, mens indholdet af grovsand i de øverste ca. 70 cm er større end de hidtidige profiler.

Volumenvægte på 1,8 g/cm³ fra 70 cm dybde og gennemsnitlig penetreringsmodstand over 2 MPa fra ca. 55 cm dybde antyder vanskelige rodvækstbetingelser. Bemærk det meget hårde jordlag specielt i 60-80 cm laget (her blev målt penetreringsmodstand i enkeltprøver på over 6 MPa).

Porestørrelsesfordelingen er lidt præget af det relativt høje indhold af grovsand og tilsvarende lave indhold af ler og silt i ca. 30-50 cm dybde.

Vandledningsevnen er høj indtil 70 cm dybde, hvorunder moderat lave værdier kan tilskrives et grovporevolumen på under 10 %.

Den plantetilgængelige vandmængde summerer op til 175 mm i 0-100 cm dybde, hvilket er lidt lavere end hele området gennemsnit på 192 mm.

Reaktionstallet går også her under 5 ved dybder under ca. 55 cm. Bemærk de store kaliummængder i undergrunden ($K_t = 10$ i 70 cm dybde).

Profil nr. 4, koordinat-nr. 132148 (figur 21)

Her er grovsandindholdet stigende med dybden, og i kombination med en mere moderat volumenvægt i undergrunden resulterer dette i et stort grovporevolumen i hele profilen. Dette medfører videre en udmærket vandledningsevne i hele profilen.

Penetreringsmodstanden er mindre end i de hidtidige profiler, men stadig høj i dybder under ca. 50 cm, når der sammenlignes til andre jordtyper (appendiks 1) og til den internationale litteratur angående rodvækst, hvor 2 MPa, som tidligere nævnt, ofte angives som kritisk.

Reaktionstallet opfører sig gennem profilen som i de øvrige punkter, mens fosfor- og kaliumtallene virker lidt mere "normale" i såvel pløjelag som undergrund.

Profil nr. 5, koordinat-nr. 268132 (figur 22)

Profil nr. 5 ligger ca. 1,5 km østligere end de hidtil diskuterede.

Der ses også her 6-7 % ler i pløjelaget, svagt stigende gennem dybden til lidt over 10 % nederst i profilen. Der er her ikke et udpræget højere indhold af grovsilt i de øverste ca. 30 cm i forhold til de underliggende dybder.

Der er fundet volumenvægte tæt på 1,8 g/cm³ og høje penetreringsmodstande under 70 cm dybde.

Grovporevolumen og vandledningsevne er tilfredsstillende i hele rodzonen.

Den mangelfuldt opkalkede undergrund findes også i dette østlige punkt i området.

Profil nr. 6, koordinat-nr. 252164 (figur 23)

Der er her tale om en mere lagdelt jord, som - ialtfald tekturelt - adskiller sig tydeligt fra de hidtil diskuterede. Lerindholdet stiger fra ca. 7 % ved jordoverfladen til ca. 20 % i 70 cm dybde for derefter igen at falde til ca. 7 % nederst i profilen. Også silt- og grovsiltindholdet er atypisk stort og stigende fra pløjelaget til lokale maksima i ca. 40-70 cm dybde, hvorunder silt + grovsilt-indholdet reduceres kraftigt til sammenlagt kun ca. 7 % nederst i profilen. Det høje lerindhold midt i profilen medfører et relativt højt indhold af finporer, mens det høje indhold af silt, grovsilt og finsand giver et samtidigt højt volumen af mellemporer. Den moderate volumenvægt sikrer, at grovporeindholdet på trods af høje værdier for de øvrige fraktioner ikke bliver kritisk lille midt i profilen. Den naturlige dræntilstand er perfekt, hvilket i undergrunden kan tilskrives det høje indhold af grovsand. En anden afledet effekt af porestørrelsesfordelingen er en meget stor plantetilgængelig vandmængde, specielt i de øverste ca. 80 cm jordlag. Bemærk således, at hele 143 mm vand (jordlaget 0-60 cm) kan stilles til rådighed for afgrøder med et overfladisk rodsystem (kartofler, græs til afgræsning o.a.).

Penetreringsmodstanden er moderat, og sammenholdt med den målte volumenvægt i profilen er der næppe problemer med rodvæksthæmning i denne mark.

Profil nr. 7, koordinat-nr. 220156 (figur 24)

Det netop anførte omkring rodvækstbetingelser gør sig også gældende i denne profil (små penetreringsmodstande og moderate volumenvægte).

Ler- og siltindholdet er i denne profil begrænset til sammenlagt 7-10 % i det meste af profilen, mens grovsandet optager fra ca. 30 % af jorden i pløjelaget til mellem 45-60 % nederst i profilen. Indholdet af grovsilt + finsand udgør dog i næsten alle jordlag over 40 %.

Det store indhold af grovporer og den deraf følgende gode vandledningsevne kan tilskrives den store grovsandfraktion.

Profilen rummer områdets mindste mængde af plantetilgængeligt vand - 173 mm i 0-100 cm dybde - hvilket dog stadig er en høj værdi sammenlignet med andre jordtyper, se tabel 2.

Den manglende forekomst af reaktionstal under 5 i dybder til ca. 120 cm må tilskrives en mere fremskreden opkalkning af den lille bufferkapacitet, der ligger i et lerindhold på kun ca. 4-5 %. Det samme lave lerindhold forklarer givetvis den forholdsvis lille ombyttelige kaliummængde i underjorden.

Profil nr. 8, koordinat-nr. 172100 (figur 25)

Vi er her midt i området, øst-vest betragtet, og i den sydlige del.

Teksturdiagrammet minder meget om de første 4 profiler fra den vestlige del af området. Lerindholdet stiger fra ca. 6 % i pløjelaget til ca. 13 % i 50 cm dybde og derunder.

Volumenvægten tangerer 1,8 g/cm³ nederst i profilen, og kun i én dybde (90 cm) i rodzonen 0-100 cm er der registreret penetreringsmodstand over gennemsnitligt 2 MPa.

I 0-30 cm dybde er der ca. 25 % mellemporer fordelt omtrent ligeligt på grove og fine mellemporer. Som i profil 2 bemærkes det, at denne relative fordeling af mellemporer ændrer sig med dybden. Nederst i profilen må således over 75 % af den plantetilgængelige vandmængde betegnes som sværttilgængeligt, idet optagelse af denne vandmængde kræver så lave bladvandpotentialer, at potentialer mindre end -1 bar (pF 3) kan overføres til jordvandet.

Vandledningsevnen er tilfredsstillende - dog med ret lave værdier nederst i profilen.

Det relativt høje lerindhold i underjorden taget i betragtning, er opkalkningen i denne mark forholdsvis bedre end i de øvrige diskutererede profiler.

Profil nr. 9, koordinat-nr. 196132 (figur 26)

Denne profil ligner meget den forrige. Indholdet af grovsand er en smule større på bekostning af grovsilt og finsand. Dette slår igennem i et lidt større grovporevolumen og en deraf følgende bedre vandledningsevne.

Volumenvægten holder sig under 1,8 g/cm³ i hele profilen, og også her er det kun i 90 cm dybde (inden for 0-100 cm rodzonen), der er målt en gennemsnitlig penetreringsmodstand over 2 MPa.

Opkalkningen er mangelfuld med reaktionstal mindre end 5 under 60 cm dybde.

Profil nr. 10, koordinat-nr. 188164 (figur 27)

Indholdet af ler og silt er her sammenlagt kun 10-15 % - mindst i de øverste jordlag. Til gengæld er der i de øverste ca. 50 cm et lidt større indhold af grovsilt end observeret i de fleste profiler.

Hverken volumenvægt eller penetreringsmodstand antager ekstreme værdier i jordlag over dybden 100 cm.

Et rimeligt stort grovporevolumen sikrer en god vandledningsevne i de fleste jordlag. En undtagelse er pløjelaget og i dybden 30 cm. Pløjelaget er således målt til at være praktisk taget impermeabelt for luft og dermed også for vand. Dette kan forklares i en dårlig struktur i pløjelagets jord på prøveudtagningstidspunktet, idet færdsel over dette areal fra høst til prøveudtagning, hvor marken stadig lå som stubmark, har elimineret kontinuiteten i grovporene, som absolut er til stede, se porestørrelsesfordelingen. Problemet er således ikke aktuelt på længere sigt. En estimeret vandledningsevne på ca. 10 mm/time i 30 cm dybde forekommer lille i relation til det målte grovporevolumen i den aktuelle dybde og kan være udtryk for forringet porekontinuitet forårsaget af pakning med hjul i furebunden under pløjning - altså en pløjesål. Oftest vil en decideret pløjesål dog - ud over forringet porekontinuitet - kunne spores også i en forhøjet volumenvægt, hvilket ikke er tilfældet her.

Denne profil har forholdsvis lave indhold af fosfor og kalium - såvel i pløjelaget som i underjorden.

Profil nr. 11, koordinat-nr. 188188 (figur 28)

Teksturelt ligner denne profil mest profil nr. 1 og 2 med omkring hele 45 % partikler (inkl. humus) mindre end 63 μm i de øverste 30-40 cm. Med over 20 % grovsilt helt ned til ca. 40 cm dybde findes her et stort volumen mellemporer. Mængden af plantetilgængeligt vand summerer da også op til hele 147 mm i 0-60 cm dybde og 201 mm i 0-100 cm dybde.

Volumenvægten er lav i 20-40 cm dybde, men stiger derefter ret stærkt og overstiger 1,8 g/cm³ i 110 cm dybde. Bemærk de høje værdier for penetreringsmodstand (gennemsnit såvel som spredning) i jordlagene under 60 cm dybde, som må formodes at foranledige en atypisk rodprofil.

Profil nr. 12, koordinat-nr. 220188 (figur 29)

Dette punkt er beliggende i en moderat sænkning i arealet. Mulddybden ligger nær de 60 cm og er udtryk for mange års pålejring af muldjord fra omgivelserne ved naturlig og menneskeskabt (jordbearbejdning) udjævning af områdets oprindelige småkuperede form. Som omtalt tidligere er variationen i muldlaget mindre på de her undersøgte arealer end på f.eks. Foulumgårds S-marker (systemforskningen). Men lokale områder med en profil som her vist findes dog, og resultaterne i figur 28 giver et indtryk af den variation, sådanne flader vil introducere i et eventuelt forsøgsareal.

I mange af de hidtil viste profiler er der fundet et højt indhold af grovsilt i de øverste 30-40 cm med et lavere indhold derunder. Det samme "knæk" på teksturdiagrammet ses her i ca. 70-80 cm dybde som udtryk for det pålejrede muldlag. Det her nævnte forhold (et højt indhold af grovsilt til ca. 70 cm dybde) medfører et stort volumen af mellemporer til stor dybde og dermed et stort indhold af plantetilgængeligt vand, således 0-60 cm: 163 mm og 0-100 cm: 253 mm.

Volumenvægten er meget lille helt ned til 60 cm dybde. Bemærk den høje penetreringsmodstand i 90 cm dybde.

Det dybe muldlag vil i sagens natur også påvirke planternes næringsstofforsyning markant. Der er således fundet Pt-værdier på 5 til 40 cm dybde og Kt-værdier over 10 til 60 cm dybde.

Profil nr. 13, koordinat-nr. 252188 (figur 30)

Teksturelt ligner dette punkt flertallet af de undersøgte profiler. I de øverste jordlag optager grovsilt dog en forholdsvis stor procentandel på finsandets bekostning. Dette giver, som observeret hos andre profiler, et stort volumen mellemrør, og profilen summerer da også op til 199 mm plantetilgængeligt vand i 0-100 cm dybde.

Volumenvægten holder sig under $1,8 \text{ g/cm}^3$. Med henblik på vurdering af rodvækstbetingelser bør dog bemærkes den høje penetreringsmodstand og variation i denne i 70 cm dybde.

Heller ikke i denne del af området er opkalkningen af de nedre jordlag tilfredsstillende.

Profil nr. 14, koordinat-nr. 252212 (figur 31)

Dette punkt er beliggende forholdsvis højt i terrænet, relativt tæt på Bavnehøj og er i dag inddraget i området med specialanlæg opført i den seneste byggefase ved Forskningscentret.

Teksturelt findes næsten samme billede som i den foregående profil. Volumenvægten har et lokalt maksimum i 50 cm dybde, men holder sig under $1,8 \text{ g/cm}^3$ i jordlag over 120 cm dybde. Bemærk en gennemsnitlig høj penetreringsmodstand i 50 cm dybde.

En vigtig konklusion fra disse resultater er, at jordtypen øjensynlig ikke forandres med terrænets stigning på den undersøgte mark.

Profil nr. 15, koordinat-nr. 188236 (figur 32)

Den sidste profil repræsenterer den forholdsvis plane, smalle flade nordøst for slugten gennem Statens Husdyrbrugsforsøgs vestlige areal.

Teksturelt adskiller punktet sig ikke meget fra, hvad der efterhånden kan kaldes gennemsnitsprofilen.

Volumenvægten tangerer $1,8 \text{ g/cm}^3$ i dybder under 70 cm, og i samme dybder er også registreret meget høje værdier for penetreringsmodstand.

Vandledningsevnen er betænkeligt lav såvel nederst som navnlig øverst i profilen. Grovporevolumenet i de to øverste dybder er omkring 10 %, og de meget lave værdier for luftpermeabilitet, der ligger til grund for de beregnede vandledningstal, må derfor skyldes en meget ringe porekontinuitet, som kan være forårsaget af færdsel eller jordbearbejdning under våde forhold.

11 Supplerende undersøgelser

Under arbejdet med prøveudtagning i de 15 profiler blev der konstateret jordlag med større eller mindre grad af sammenkitning af jordpartiklerne. Fænomenet var ikke lokaliseret til afgrænsede horisonter som f.eks. i en podzoleret jord. Denne cementering skønnes umiddelbart at måtte virke rodvæksthæmmende. Målingerne med minipenetrometer ved kontrolleret vandpotential i laboratoriet har bekræftet, at der, i forhold til andre jordtyper, er tale om usædvanligt hårde lag i underjorden i det aktuelt undersøgte område (se profilogrammerne i figur 18-32 samt appendiks 1).

På grundlag af ovenstående blev det besluttet at foretage supplerende undersøgelser.

11.1 Profilbeskrivelser

I profil nr. 10 og 13 (se figur 3) blev der foretaget en profilbeskrivelse af H. B. Madsen og N. Jensen fra Afdeling for Arealdata og Kortlægning. I forbindelse med profilbeskrivelsen blev udtaget prøver i udvalgte dybder til analyse for aluminium og silicium ved Geografisk Institut, Københavns Universitet.

Profilbeskrivelsens resultater er angivet i appendiks 3. En vigtig observation ved beskrivelsen af jordene er forekomsten af rødder i dybder under de hårde cementerede jordlag. Disse er dermed påvist at kunne gennemtrænges af rødder. En spændende problemstilling er, hvordan de cementerede lag påvirker rodudviklingen i selve disse horisonter. Dette er ikke kortlagt i nærværende undersøgelser.

De nævnte kemiske analyser påviste maksima i indhold af aluminium og silicium i jordlag med udpræget grad af cementering, men det vekslende indhold af ler, silt og sand i de undersøgte jordlag hindrer en klar påvisning af, at det er disse stoffer, der forårsager cementeringen. Den manglende farvereaktion i de sammenkittede lag udelukker dog jernforbindelser som årsag til fænomenet, hvorfor det er mest sandsynligt, at der er tale om aluminium- og siliciumbindinger (H.B. Madsen, personlig meddelelse).

11.2 Penetreringsmålinger i felten

Med et transportabelt udstyr blev der registreret penetreringsmodstand i felten til en dybde på ca. 65 cm under jordoverfladen. Målingerne blev foretaget sidst på året 1988 i en periode uden hyppig regn. Det kan derfor anses for givet, at jorden dels har været fuldt opfugtet efter sommerens udtørring og dels har været afdrænet til omkring markkapacitet.

Langs i alt 12 linier udlagt forskellige steder på arealerne omkring Forskningscentret (se figur 33) blev der målt penetreringsmodstand i punkter med en indbyrdes afstand af ca. 20 meter. 4 af linierne dækker delområder af det intensivt undersøgte areal.

Den gennemsnitlige penetreringsmodstand til 64 cm dybde er for hvert af de undersøgte delområder vist i figur 34, hvor også variationsbredden er angivet med ± 1 standardafvigelse for alle måledybder. "M" angiver gennemsnitlig mulddybde for de respektive delområder, mens stregerne omkring "M" angiver ± 1 standardafvigelse i denne parameter. Til sammenligning med de 12 linier fra Foulum-jorden er sidst i figuren vist penetreringsmodstand målt ved markkapacitet i 4 andre jordtyper, hvoraf diagrammet fra Krenkerup Gods (Lolland) repræsenterer en fin lerblandet sandjord, som mistænkes for jordpakning efter mange års roedyrkning.

Resultaterne fra de 4 linier beliggende i det intensivt undersøgte område bekræfter erfaringerne fra prøveudtagningsarbejdet og laboratoriemålingerne, idet der umiddelbart under muldlaget registreres en stærkt stigende penetreringsmodstand. I dybder under ca. 40 cm er for alle 4 linier målt værdier over 3 MPa stigende med dybden til over 4 MPa i 60 cm dybde for 3 af linierne.

Den gennemsnitligt store mulddybde i flere af de 12 delområder (figur 34) komplicerer sammenligningen mellem disse, idet det hårde/cementerede jordlag er beliggende i B-horisonten og derfor ikke altid er blevet "nået" af det 65 cm lange penetreringsspyd. Sammenlignes de 4 linier fra det intensivt undersøgte område (linie 1-4) med linie 5 fra Foulumgårds S-marker, ses dog en tydelig forskel, idet penetreringsmodstanden under mulddybden for linie 5 ikke stiger i samme grad som i linie 1-4. Dette er i overensstemmelse med erfaringerne fra arbejdet med startkarakterisering af S-markerne, i hvilken forbindelse der heller ikke blev konstateret cementerede lag ved den pedologiske beskrivelse af 3 profiler (Heidmann, 1989a).

Linie 6 og 7 er beliggende nord for Foulumgård. Arealet omkring linie 6 er ret kuperet og skråner generelt mod nord, mens linie 7 repræsenterer en relativ plan flade. Den gennemsnitligt store mulddybde gør det vanskeligt at bedømme B-horisontens beskaffenhed. Under arbejdet med penetreringsmålingerne i disse 2 linier blev der dog i ingen enkeltpunkter målt ekstremt høje modstande. Dette afspejles også i en moderat spredning om gennemsnitsresultatet i dybden ca. 30-60 cm for linie 6, hvor i hvert fald en del penetreringsstik er nået ned i B-horisonten.

Linie 8 repræsenterer en forholdsvis plan flade lige nord for Formyre. Mulddybden er også her større og mere varierende end i linie 1-4 fra det intensivt undersøgte område. Der er ikke tegn på en stærk stigning i penetreringsmodstanden under muldlaget.

I linie 9 og 10 er mulddybden så stor, at B-horisontens styrke ikke lader sig bedømme fra gennemsnitskurverne i figur 34. Der blev dog her fundet enkelte punkter med penetreringsmodstand over 4 MPa.

Linie 11 og den østligste del af linie 12 repræsenterer arealer, som allerede er i Statens besiddelse (Statens Husdyrbrugsforsøg). Der ses her en markant stigning i penetreringsmodstanden under mulddybden. Især i den sydøstligste del af linie 11 blev der

konstateret en meget svært gennemtrængelig underjord med konus-indeks over 4,5 MPa.

Ud fra de her foretagne undersøgelser synes der at tegne sig et billede, der viser moderat forskydningsstyrke i underjorden for arealerne nord for Kruttdalen og nordvest for Hobro Landevej. Nord og nordøst for Formyre er der tegn på tiltagende grad af cementering i underjorden. Og endelig synes området sydvest for den sydligste del af Foulum Dal og syd om Forskningscentret over det intensivt undersøgte område rundt til Kruttdalen at have cementering i udpræget grad.

11.3 Humusindhold og tekstur i pløjelaget

I forbindelse med penetreringsmålingerne blev der udtaget prøver fra pløjelaget til analyse for tekstur og organisk stofindhold, se tabel 3. Bemærkelsesværdigt fordeler arealerne sig efter humusindhold på samme måde som ovenfor skitseret for underjordens penetreringsmodstand.

Tabel 3 Teksturel sammensætning i pløjelaget for nogle delområder af jorden omkring Foulum

Område (se figur 33)	Humus	Ler <2µm	Silt 2-20µm	Finsand 20-200µm	Grovsand 200-2000µm
Linie 1-4 ♦	5,6	7,6	9,5	50,3	27,0
Linie 5 ♥	2,8	7,5	9,5	45,7	34,5
Linie 6	3,1	6,7	14,7	34,4	41,1
Linie 7	2,7	6,7	9,5	37,9	43,2
Linie 8	3,1	6,6	10,4	39,8	40,1
Linie 9	4,0	6,7	11,6	47,0	30,7
Linie 10	4,0	7,1	11,2	47,3	30,4
Linie 11	5,2	8,0	9,6	52,0	25,2
Linie 12	4,4	6,1	10,6	43,6	35,3
Linie 13 ♠	3,7	6,9	10,9	35,3	43,2
Linie 14 ♠	5,3	7,0	11,7	35,5	40,5

♦ gns. for hele det nye areal

♥ gns. for hele systemforskningsarealet

♠ gns. af 3 punkter analyseret ved jordundersøgelse i 1973 (Hansen et al. 1973)

♠ gns. af 2 punkter analyseret ved jordundersøgelse i 1973 (Hansen et al. 1973)

Startende nord for Krudtdalen i linie 5 (Foulumgård) med 2,8 % humus er der et tydeligt billede af ligeledes "normale" humusindhold i linie 6-8 nordvest og nord for Foulum by, moderat høje værdier i området nordøst og øst for Formyre (linie 9, 10 og 13 med hhv. 4,0, 4,0 og 3,7 % humus), endnu højere værdier øst og sydøst for Foulum (linie 12, 14 og 11 med hhv. 4,4, 5,3 og 5,2 %) og endelig de højeste værdier i det intensivt undersøgte område syd for Forskningscentret (gennemsnitligt 5,6 % humus), hvor også den mest cementerede underjord er fundet.

Materialet synes måske spinkelt til generelle konklusioner. Alligevel skal her voves en hypotese, der går på en sammenhæng mellem det tidsrum, i hvilket jorden har været under dyrkning, på den ene side, og pløjelagets humusindhold (næppe kontroversielt) samt cementeringen af B-horisonten på den anden side. Ud over den påpegede tilsyneladende korrelation motiveres ovenstående med dels den manglende forklaringsgrad i teksten (se tabel 3) og dels det sandsynlige forhold, at det er områderne nærmest på Foulum by (f.eks. linie 7), der har været under plov i det længste tidsrum.

12 Hovedkonklusioner

Det undersøgte område på ca. 150 ha kan karakteriseres som en fin lerblandet sandjord, JB4. Pløjelaget har et lerindhold på ca. 7 % og et indhold af finsand på ca. 50 %.

Der er tale om en ikke-lagdelt jord med omtrent ens fordeling af partikelfraktioner ned gennem profilen, idet dog lerindholdet som hovedregel stiger med dybden til ca. 10-15 % i 1 meters dybde. Et delområde i den østlige side af det undersøgte areal har afvigende teksturel sammensætning med et højt indhold af partikler mindre end $63 \mu\text{m}$ i de øverste 70 cm og derunder et grovsandet lag.

Variationen i mulddybden over arealet er moderat. Den hyppigst fundne mulddybde er 30 cm.

Pløjelagets humusindhold er højt over hele arealet og gennemsnitligt på 5,6 %. Dette må formodentlig tilskrives en endnu ikke indtrådt ligevægtssituation efter begyndende omsætning af det organiske stofindhold ved ompløjning af den oprindelige hedevegetation for ca. 100 år siden. Denne manglende ligevægtssituation komplicerer gennemførelsen af nogle forsøgsgaver, f.eks. studier af stofomsætning i jord.

Reaktionstallet i pløjelaget er flere steder i underkanten af det anbefalelsesværdige (gennemsnitligt $R_t = 6,1$), hvilket dog nemt kan udlignes ved kalktilførsel.

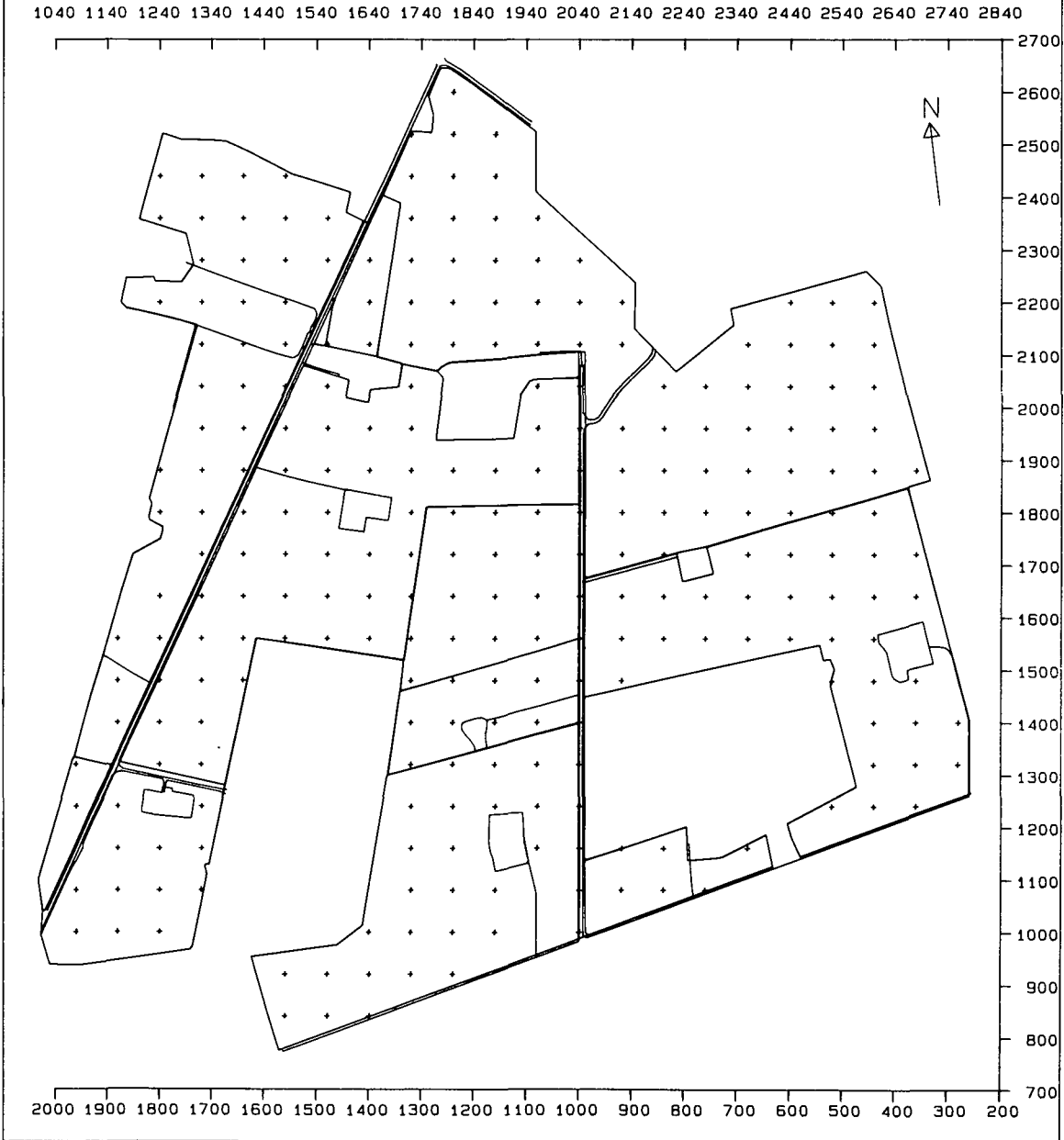
Reaktionstallet falder med dybden og kommer i flere delområder ned på ca. 4,5 i 50-60 cm dybde og derunder. Dette forhold vil muligvis kunne hæmme væksten af følsomme plantearter. Opkalkning af underjorden er en tidskrævende proces (årtier → århundreder).

Jordens fosfor- og kaliumindhold er meget højt sammenlignet med gennemsnittet for tilsvarende jordtyper. Også variationen er betragtelig, hvilket for fosfors vedkommende kan formodes at blive en langvarig kilde til variation i eventuelle forsøgsmarker.

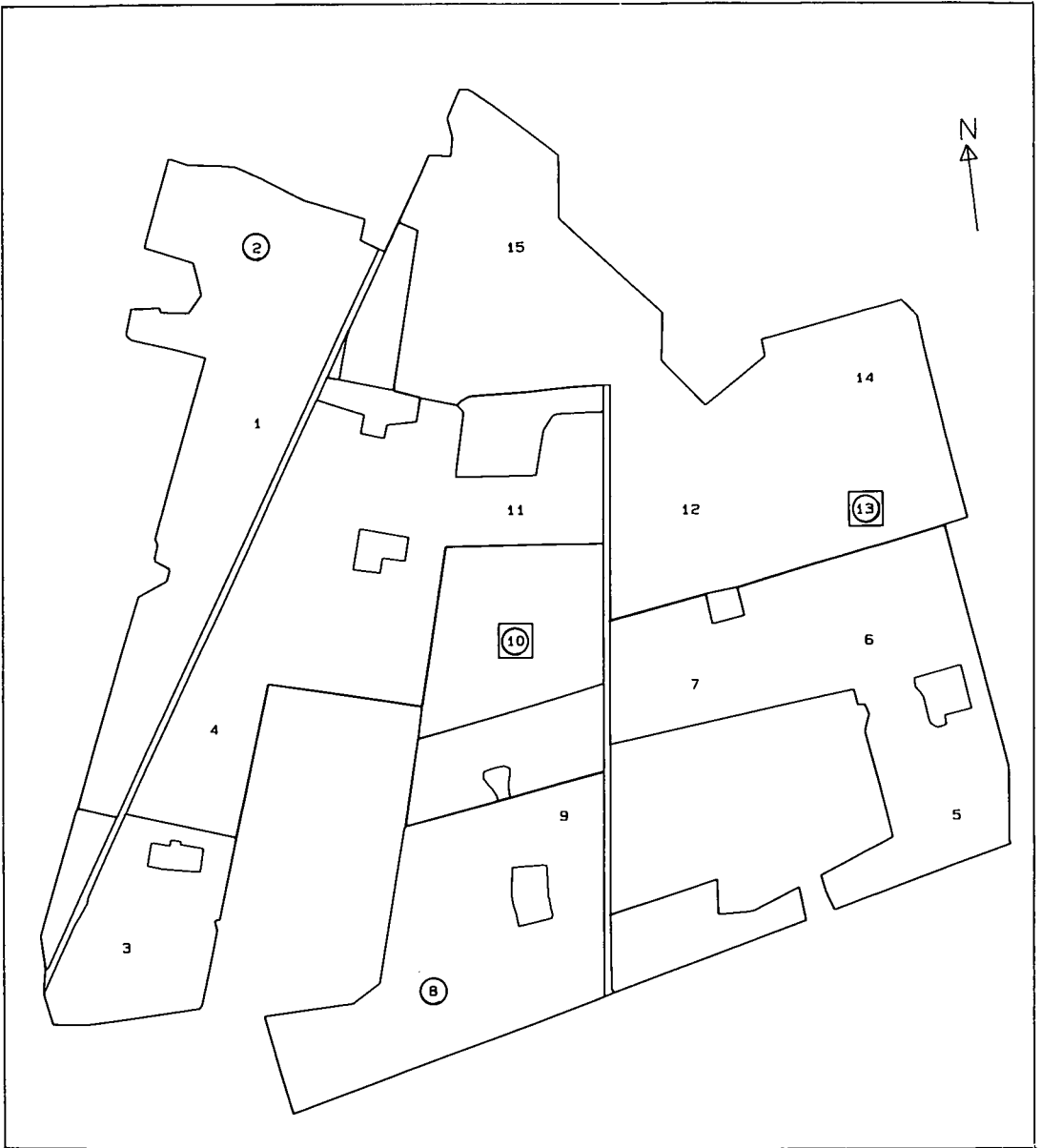
Den undersøgte jord har et meget højt indhold af plantetilgængeligt vand, således gennemsnitligt 192 mm i 0-100 cm dybde. Variationen i denne parameter er moderat og, set i relation til niveauet, næppe af særlig betydning som variationsårsag ved planteavlfsforsøg.

En høj volumenvægt samt navnlig forekomsten af cementerede lag i underjorden kan muligvis påvirke rodintensiteten i disse lag og dermed afgrødens evne til at udnytte den plantetilgængelige vandmængde. Dette kan ikke afgøres på grundlag af de foreliggende undersøgelser, som til gengæld har påvist, at rødder kan krydse disse horisonter og udvikle et rodnet i de underliggende lag.

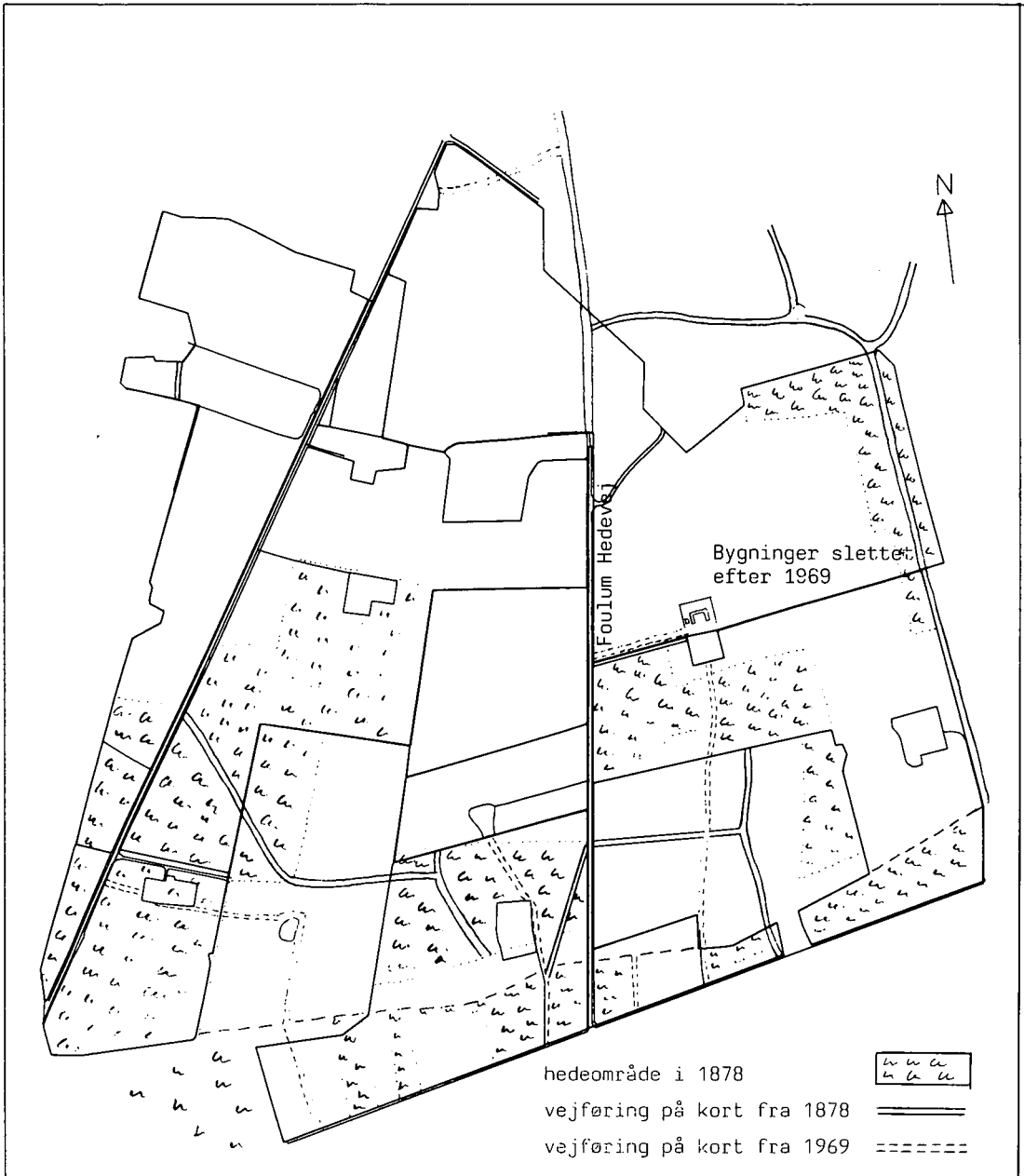
Jorden skønnes generelt at have en rimelig naturlig dræntilstand, idet der dog lokalt er påvist en meget tæt underjord.



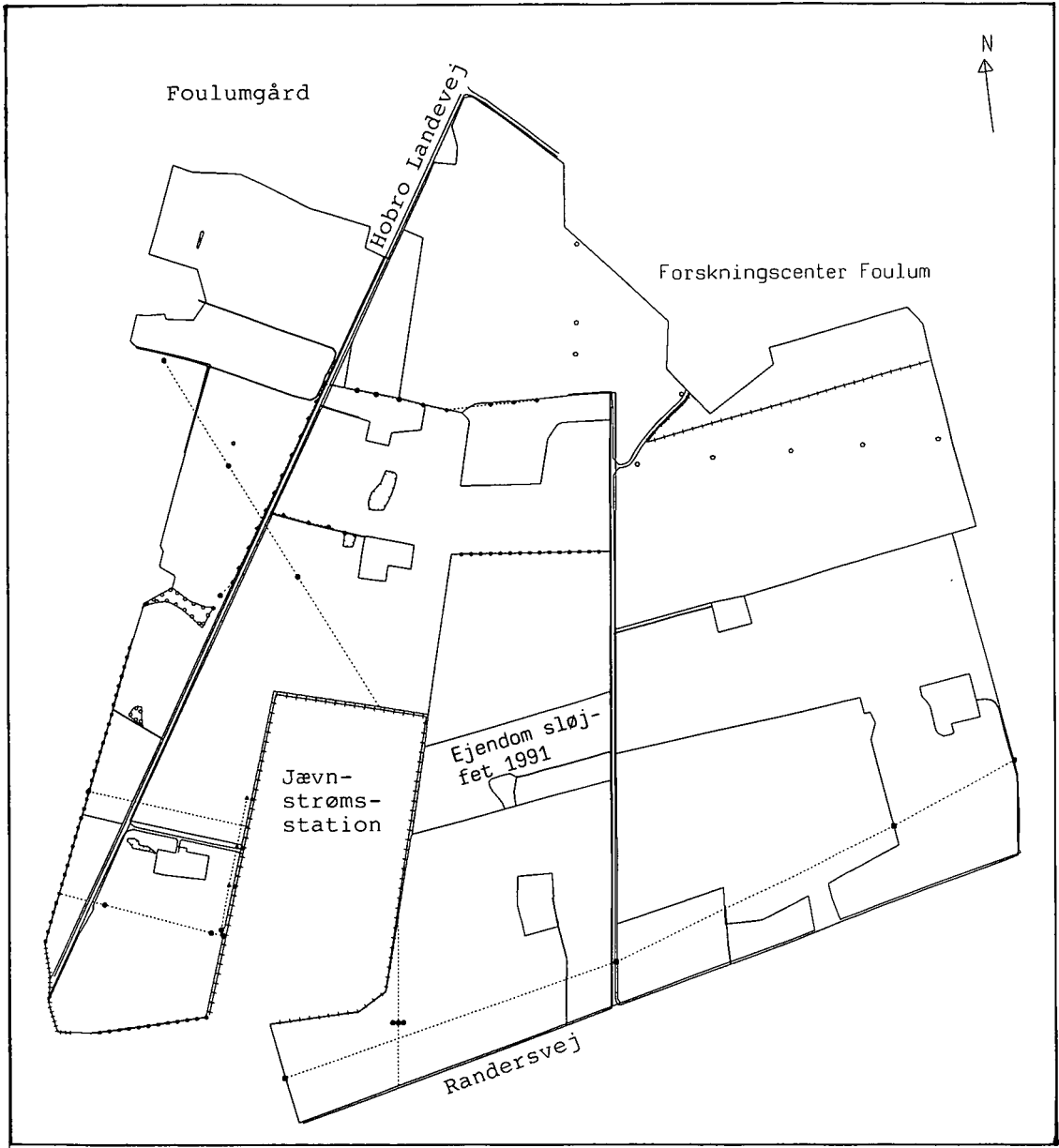
Figur 2. Koordinatsystem og netpunkter



Figur 3. Lokalisering af punkter udvalgt til profilstudier. Tallene angiver profilens nummer som anvendt i afsnit 10. En cirkel markerer en profil, hvor der er bestemt vandretention ved pF 3,0, mens en firkant markerer profil med pedologisk beskrivelse (se afsnit 11.1).



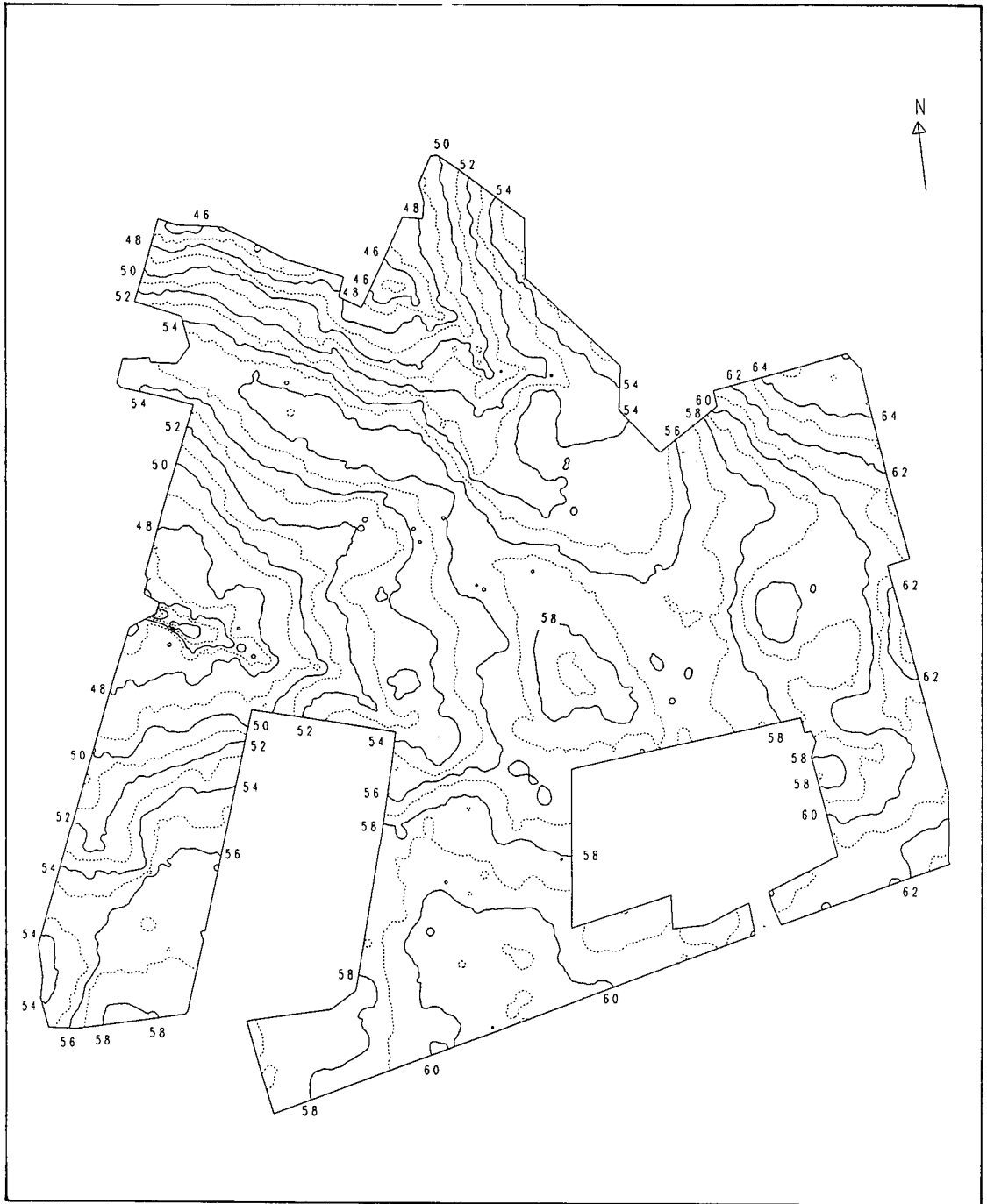
Figur 4. Gamle veje og hedearealer



Signaturforklaring

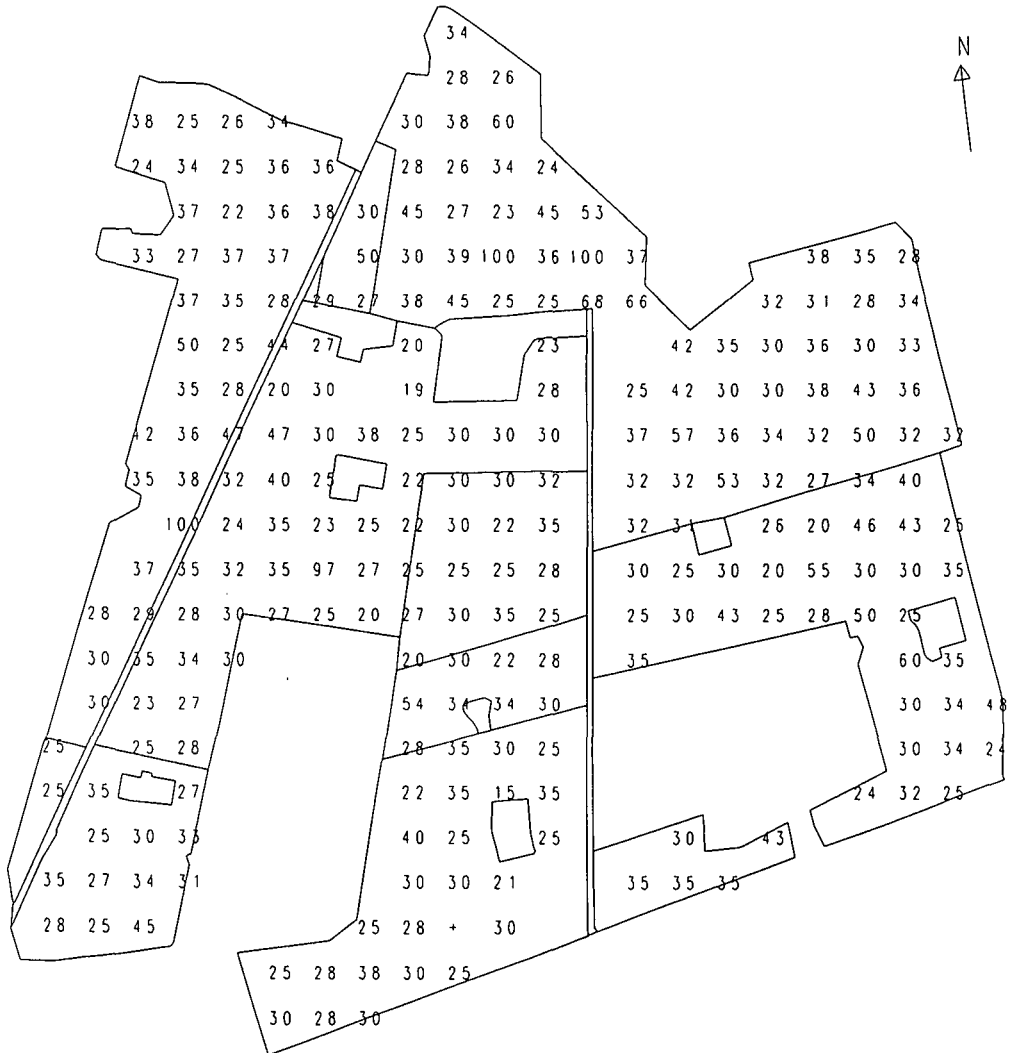
— Områdegrense	— Trådhegn	••••• Træmaster
== Asfaltvej	++++ Dige	••••• Andre master
— Markvej	— Hæk	• • Vondboring
— Mose mv.	••••• Naturgosledning	• • Dæksel
~~~~ Skov	••••• Stålmaster	

**Figur 5.** Oversigt over det opmålte areal med terrængenstande indtegnet



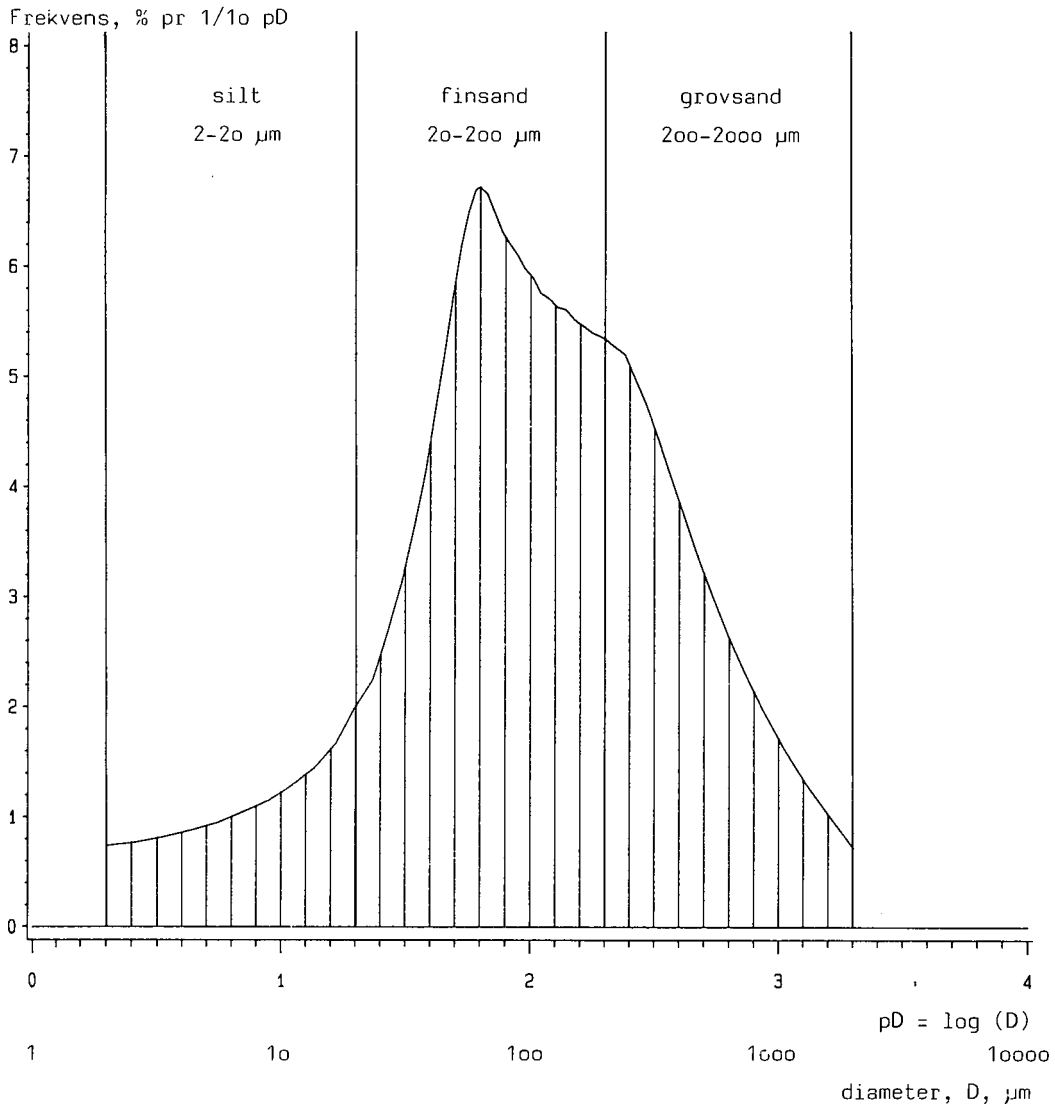
Figur 6. Fladenivellement

## Mulddybde

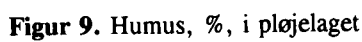


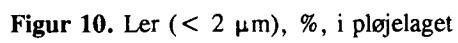
Figur 7. Mulddybde, cm

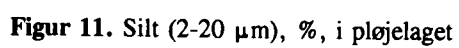




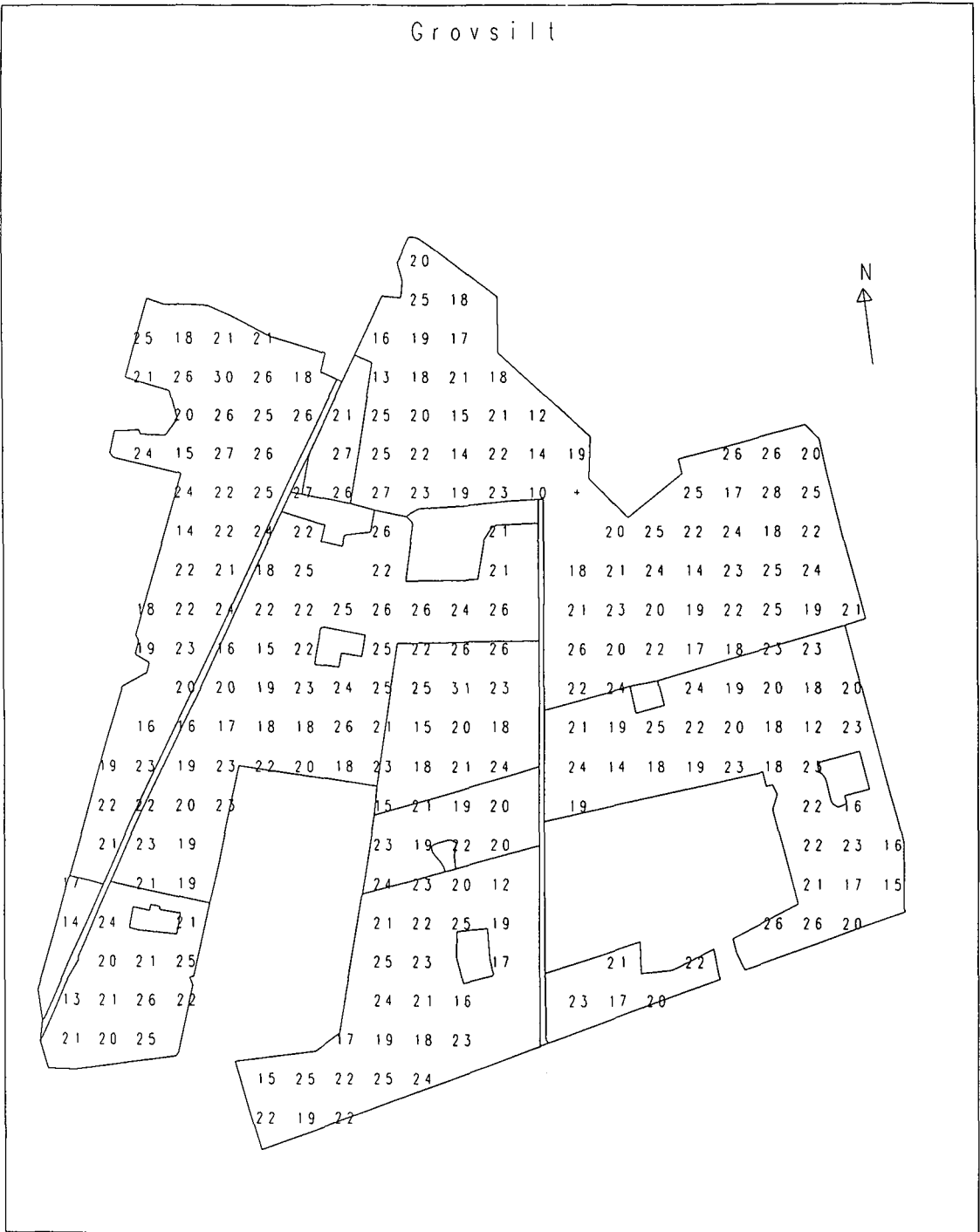
**Figur 8.** Fordelingskurve for primærpartikler (tekstur)





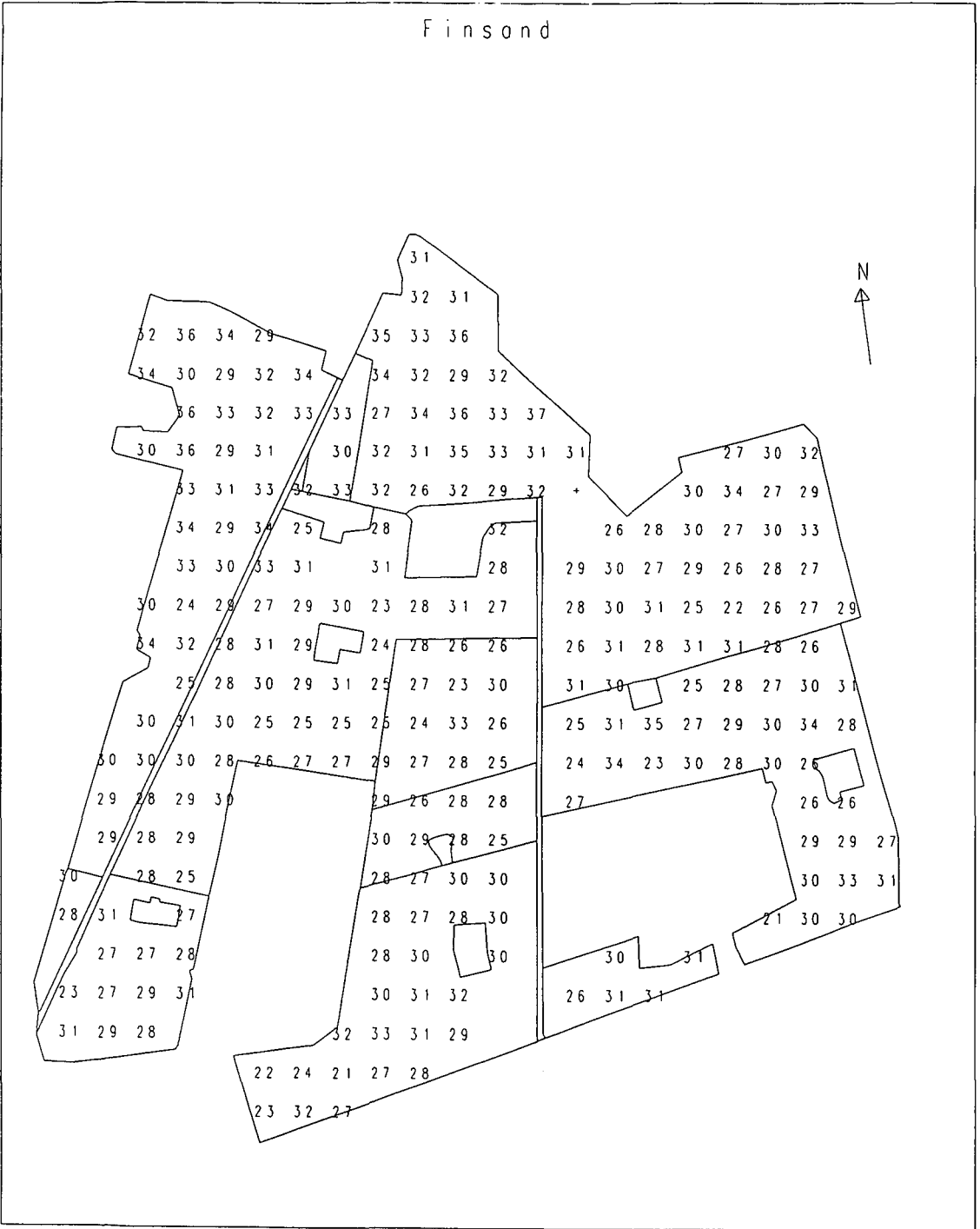


## Grovsilt



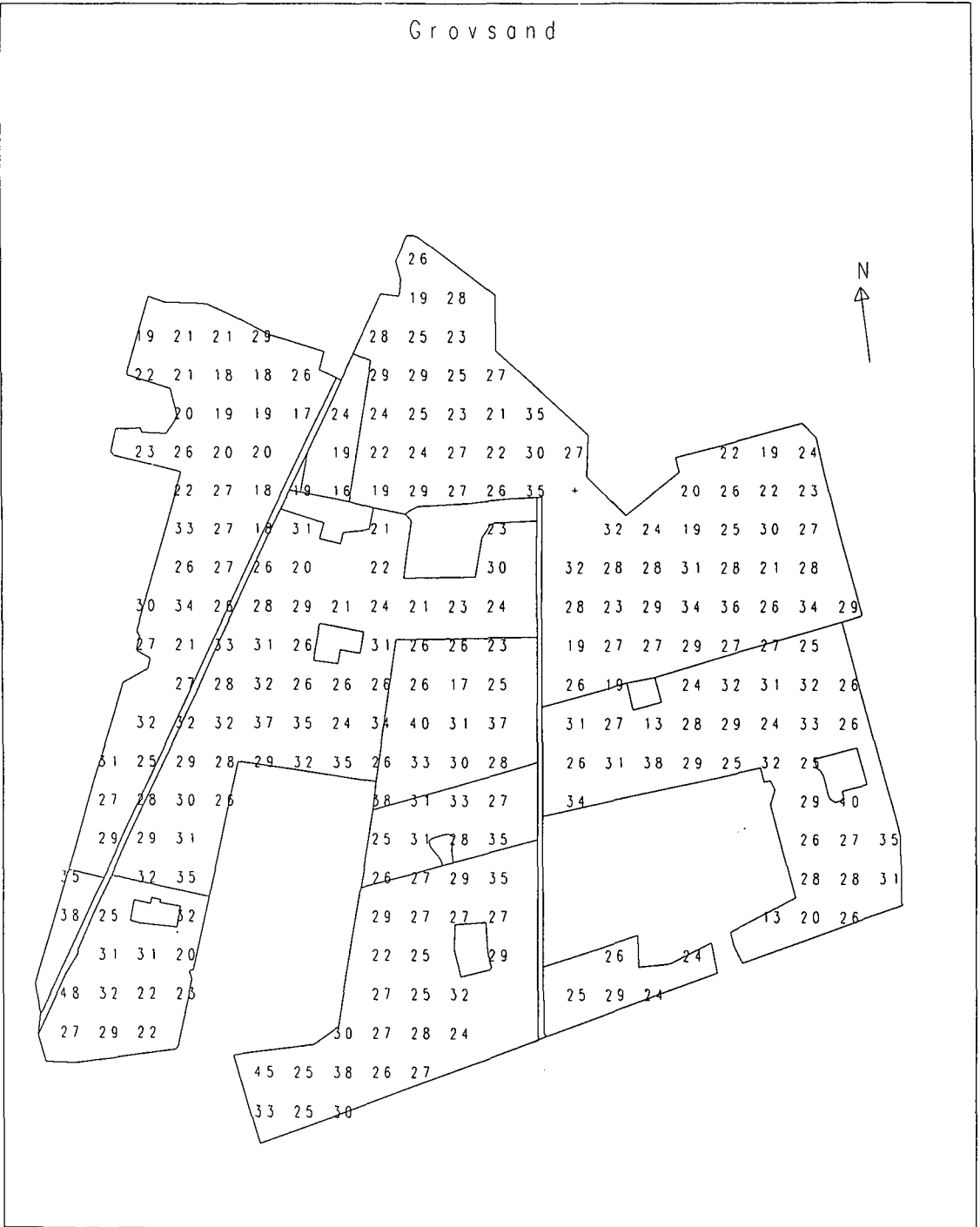
Figur 12. Grovsilt (20-63 μm), %, i pløjelaget

## Finsand

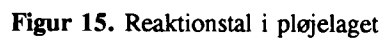


Figur 13. Finsand (63-200 µm), %, i pløjelaget

## Grovsand

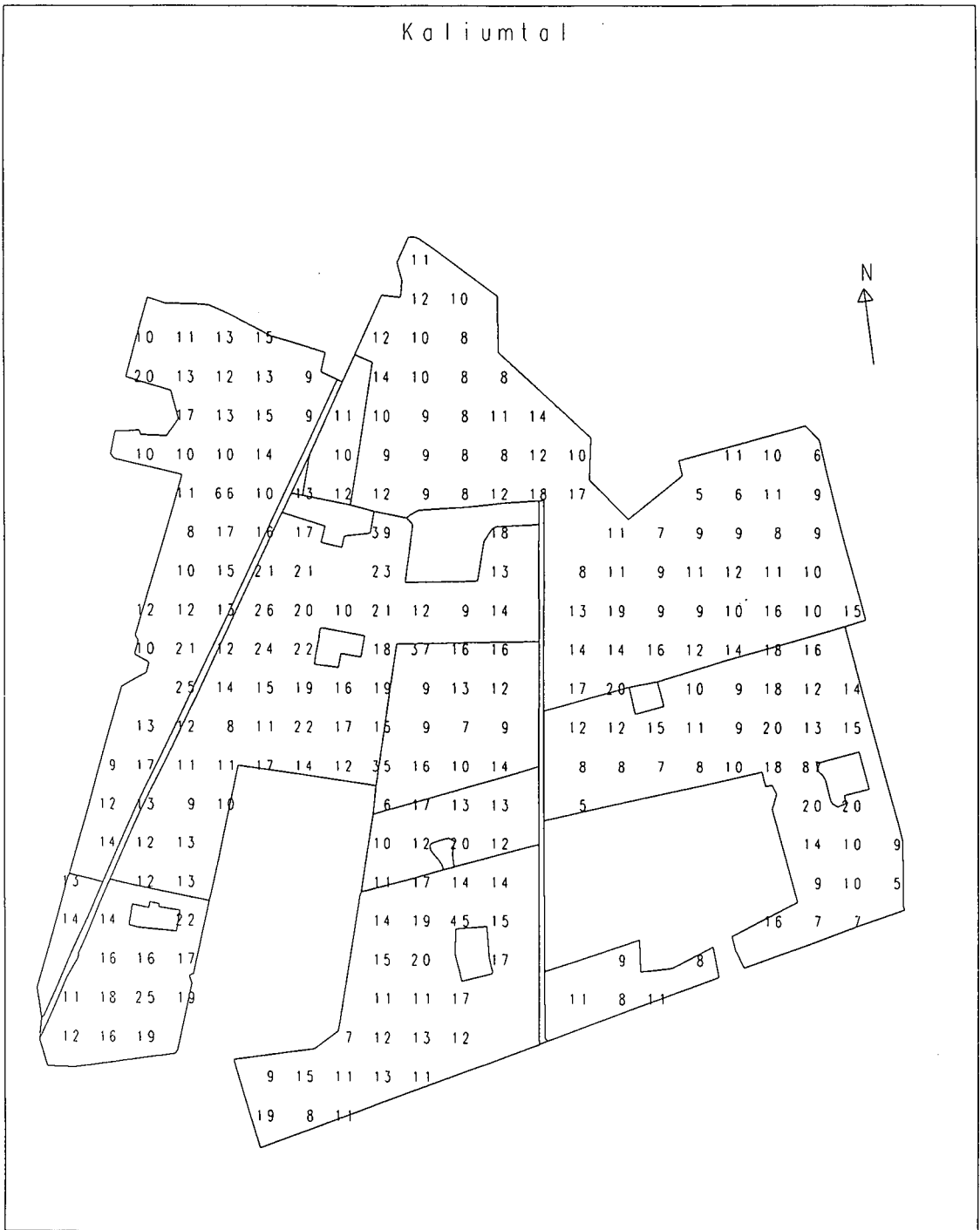


**Figur 14.** Grovsand (200-2000 µm), %, i pløjelaget



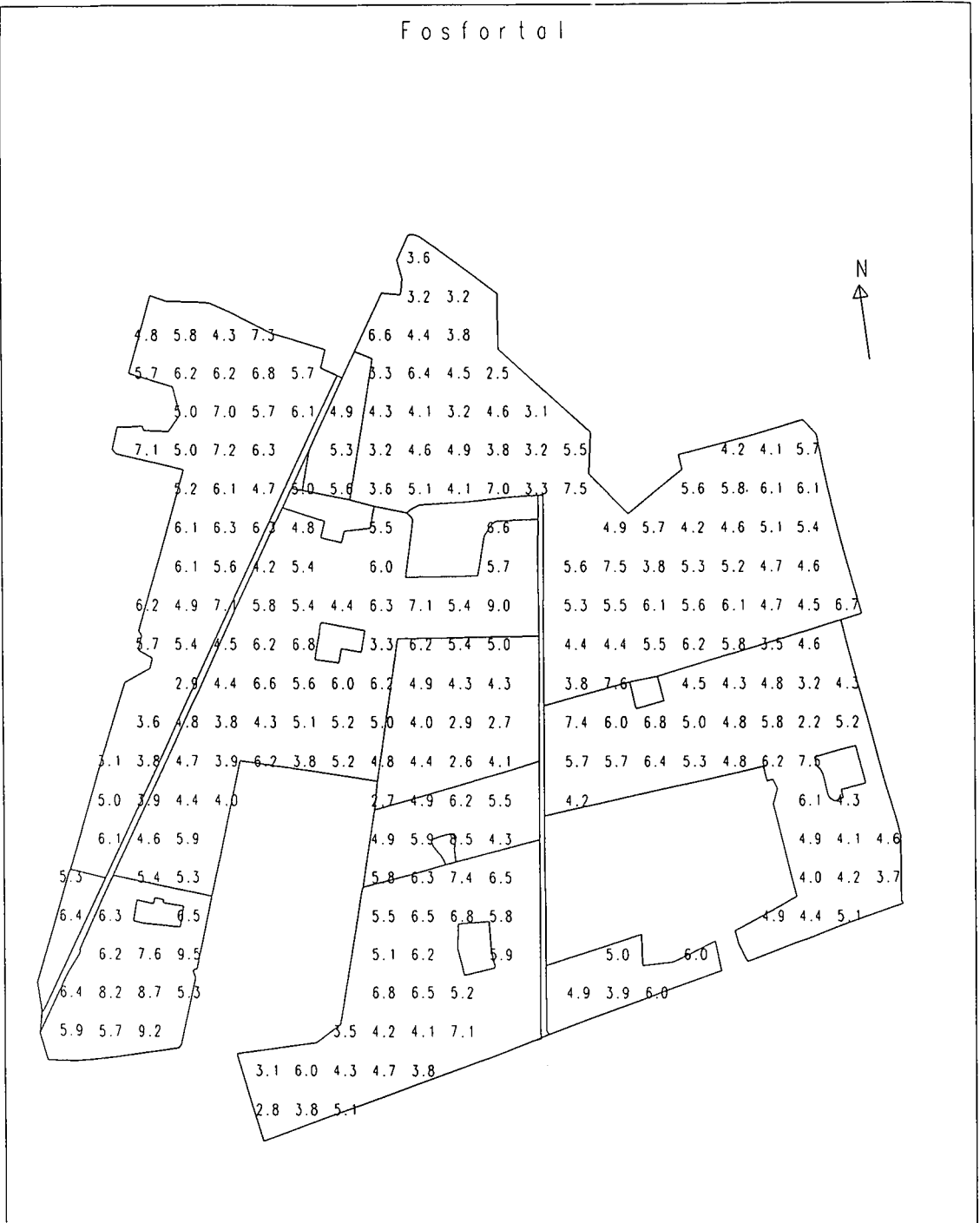


## Kaliumtal

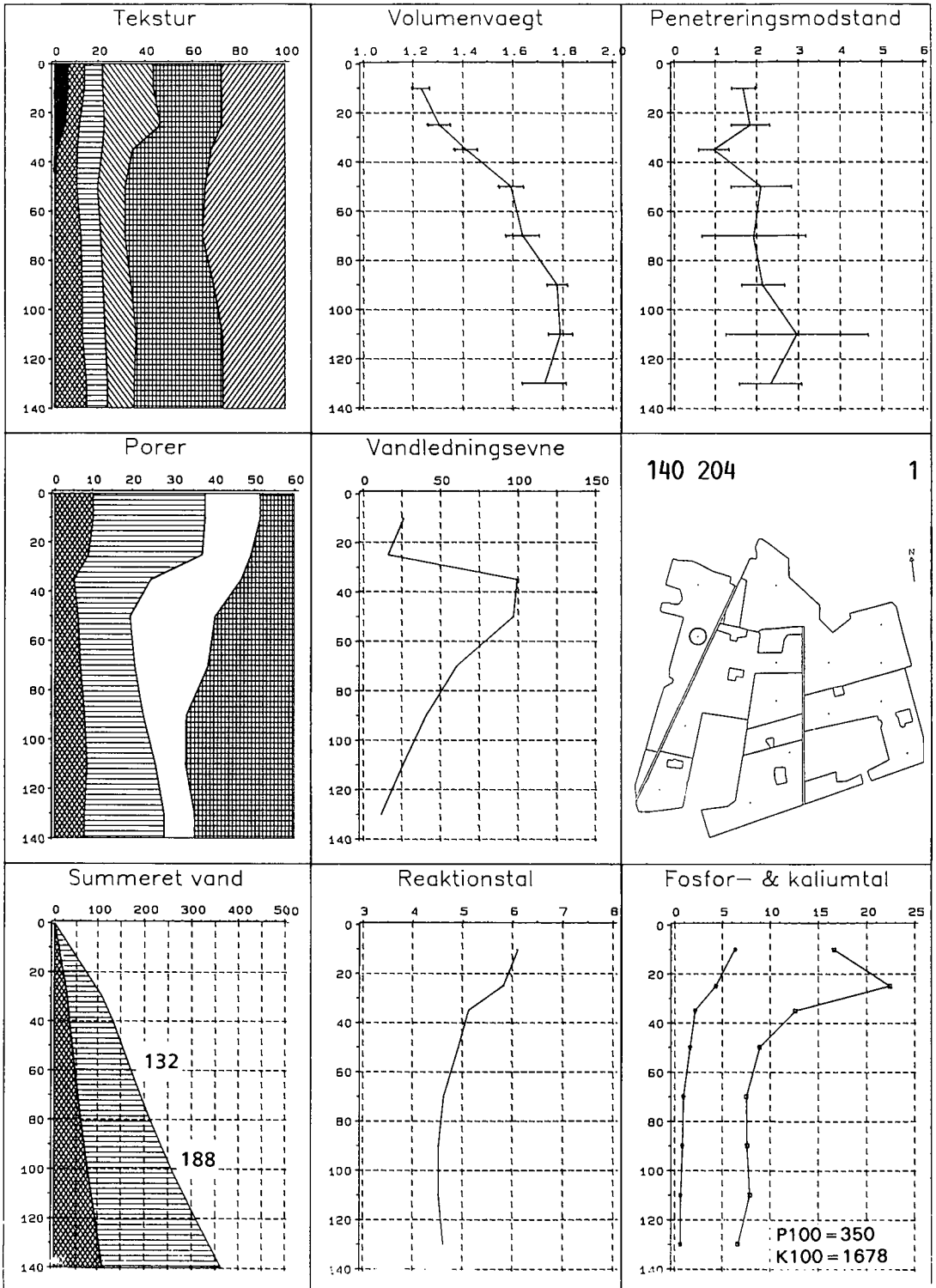


Figur 16. Kaliumtal (mg K pr. 100 g jord) i pløjelaget

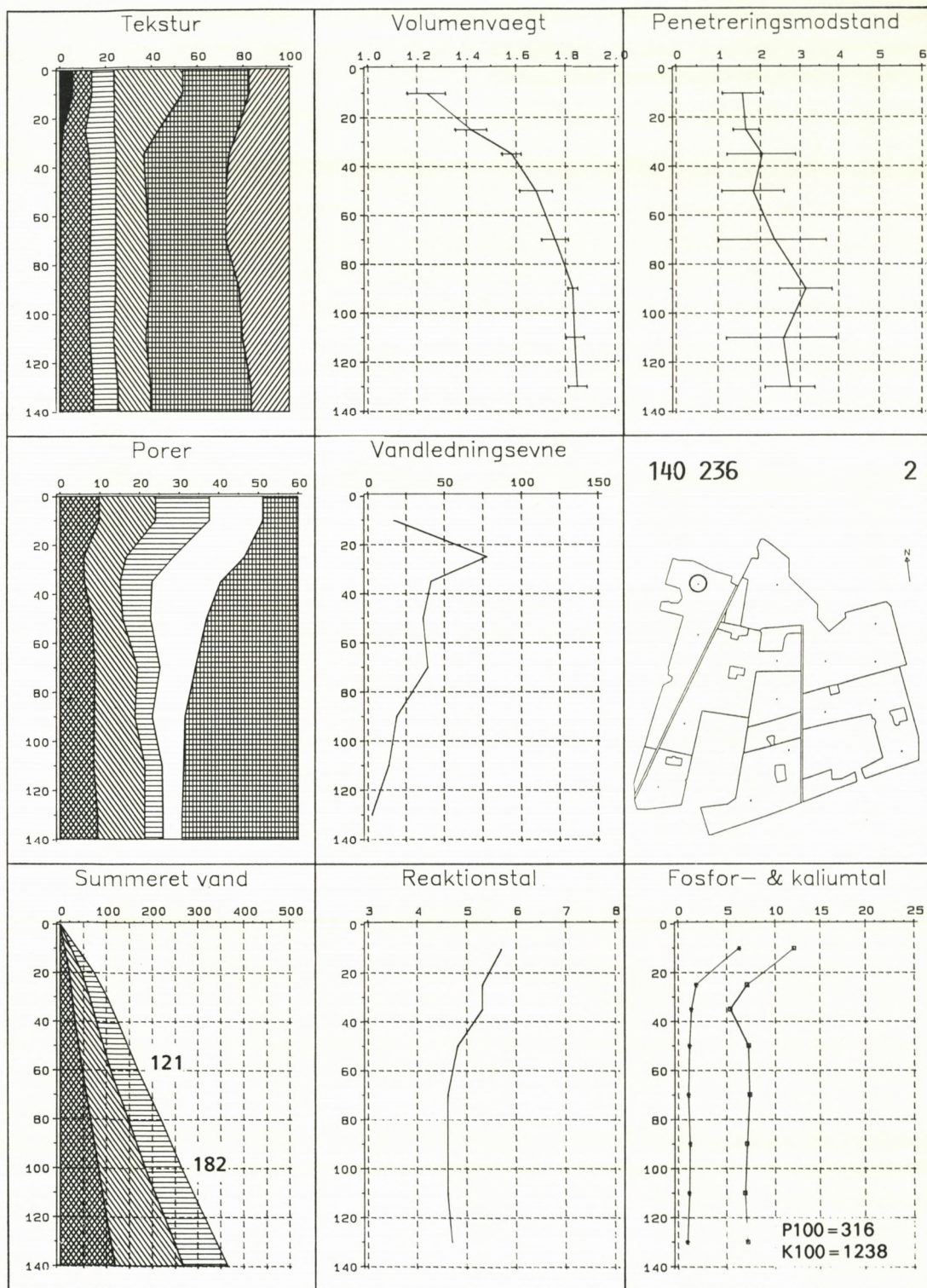
## Fosfortal



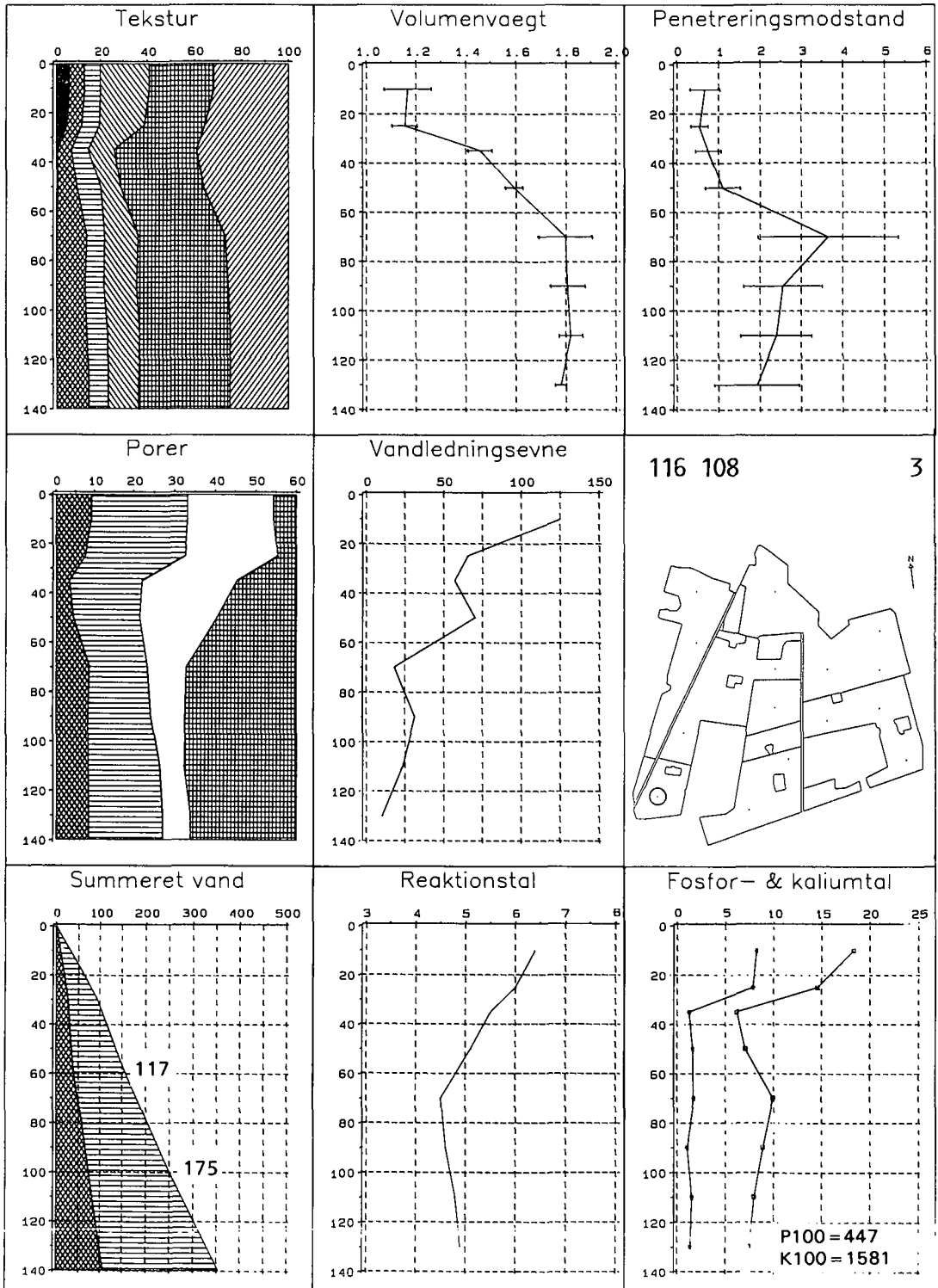
**Figur 17.** Fosfortal (mg P pr. 100 g jord) i pløjelaget



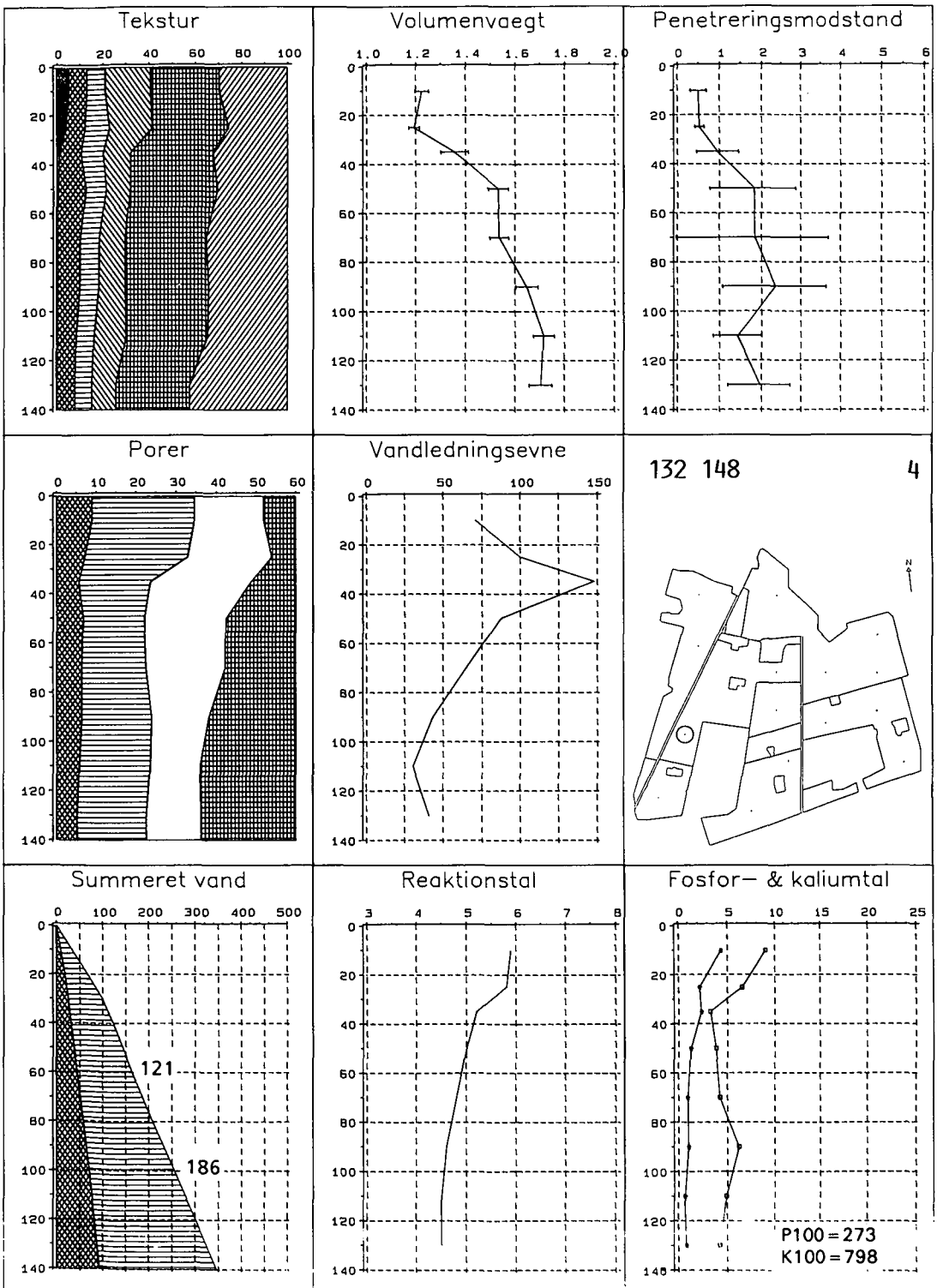
**Figur 18.** Jordfysiske og -kemiske parametre målt i profil nr. 1. Profilens beliggenhed er angivet med en cirkel på kortet. Signaturer forklares på udfoldeligt blad indhæftet på den bagerste del af beretningens omslag.



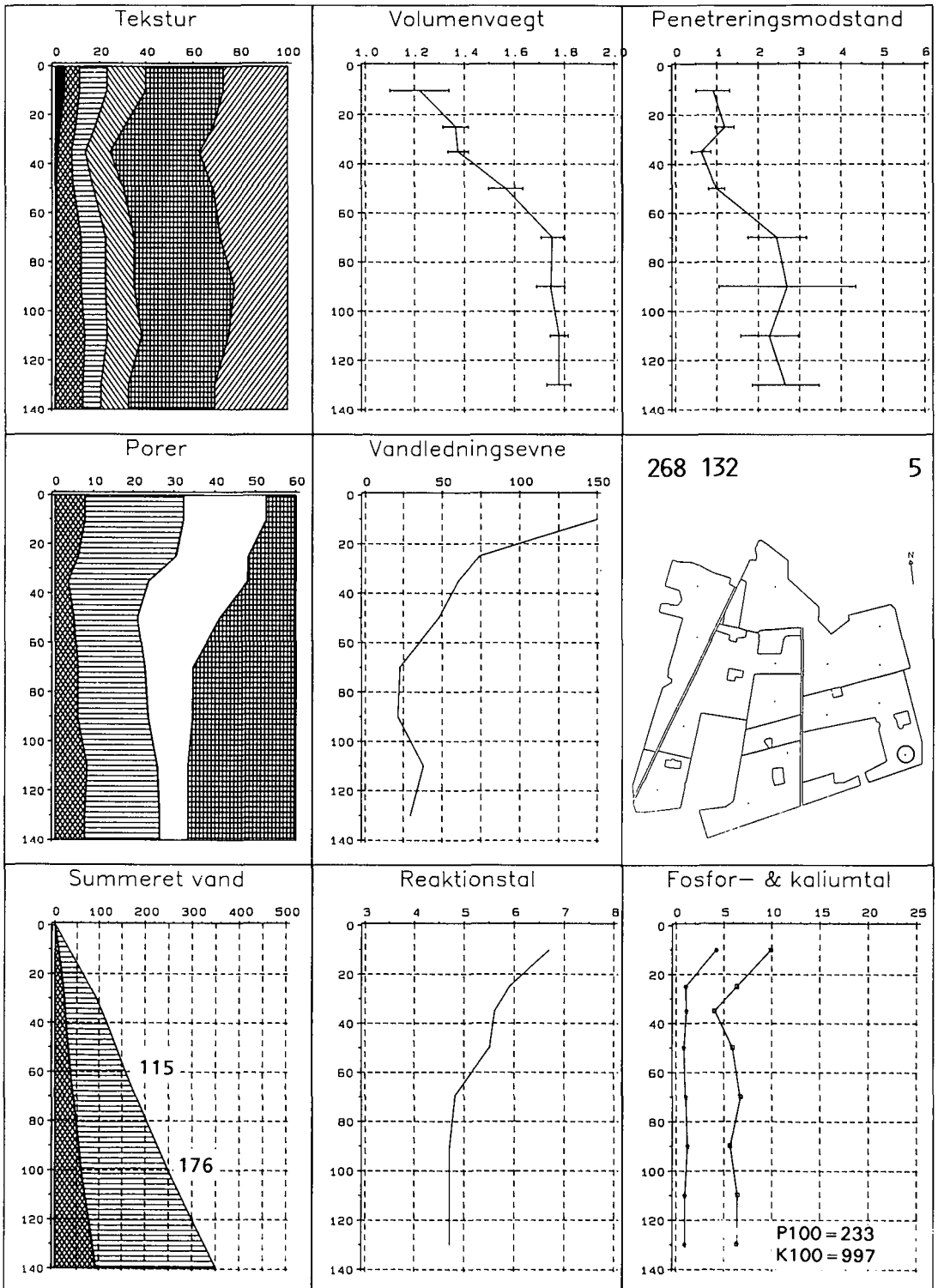
**Figur 19.** Jordfysiske og -kemiske parametre målt i profil nr. 2. Profilens beliggenhed er angivet med en cirkel på kortet. Signaturer forklares på udfoldeligt blad indhæftet på den bagerste del af beretningens omslag.



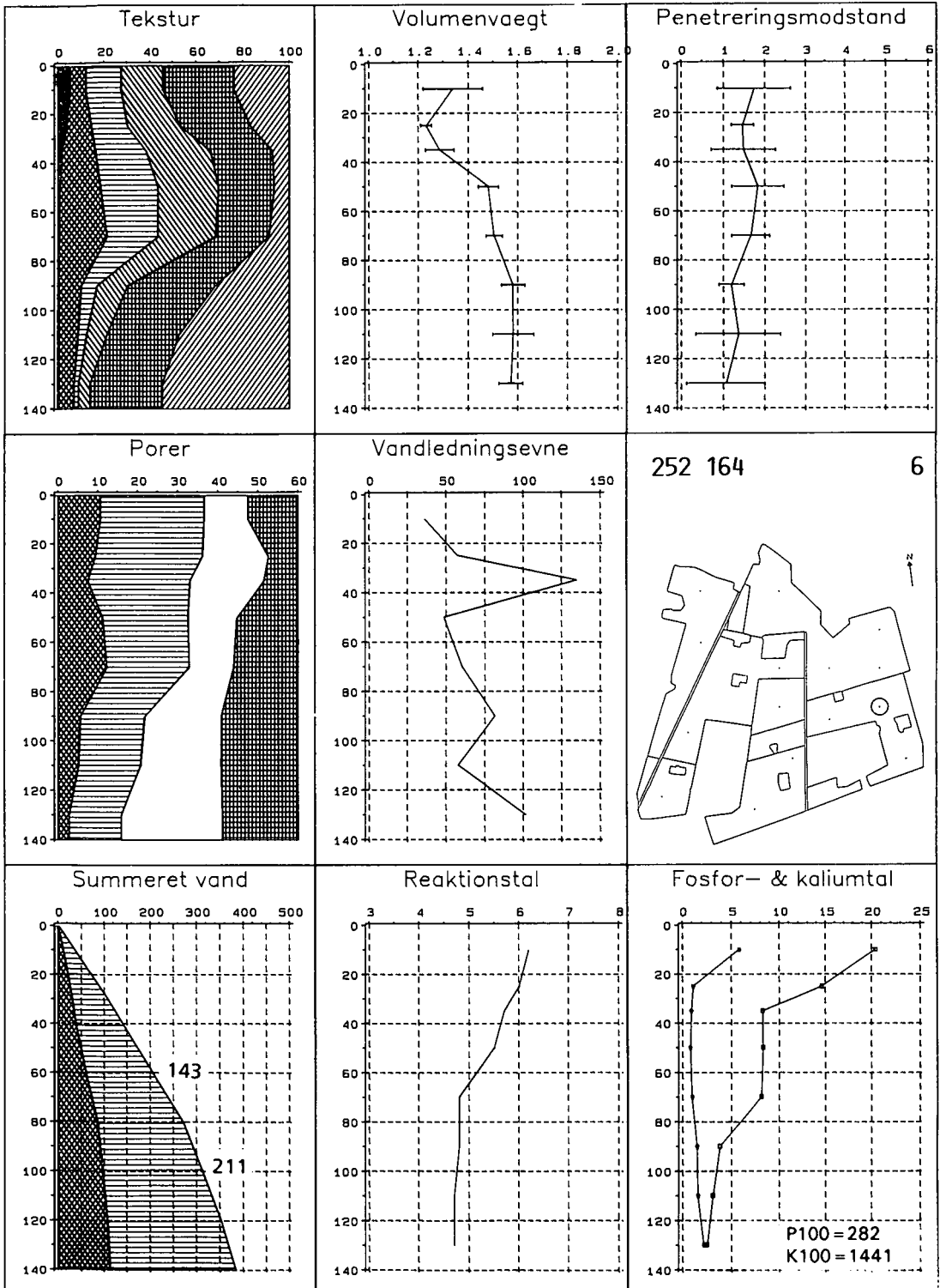
**Figur 20.** Jordfysiske og -kemiske parametre målt i profil nr. 3. Profilens beliggenhed er angivet med en cirkel på kortet. Signaturer forklares på udfoldeligt blad indhæftet på den bagerste del af beretningens omslag.



**Figur 21.** Jordfysiske og -kemiske parametre målt i profil nr. 4. Profilens beliggenhed er angivet med en cirkel på kortet. Signaturer forklares på udfoldeligt blad indhæftet på den bagerste del af beretningens omslag.

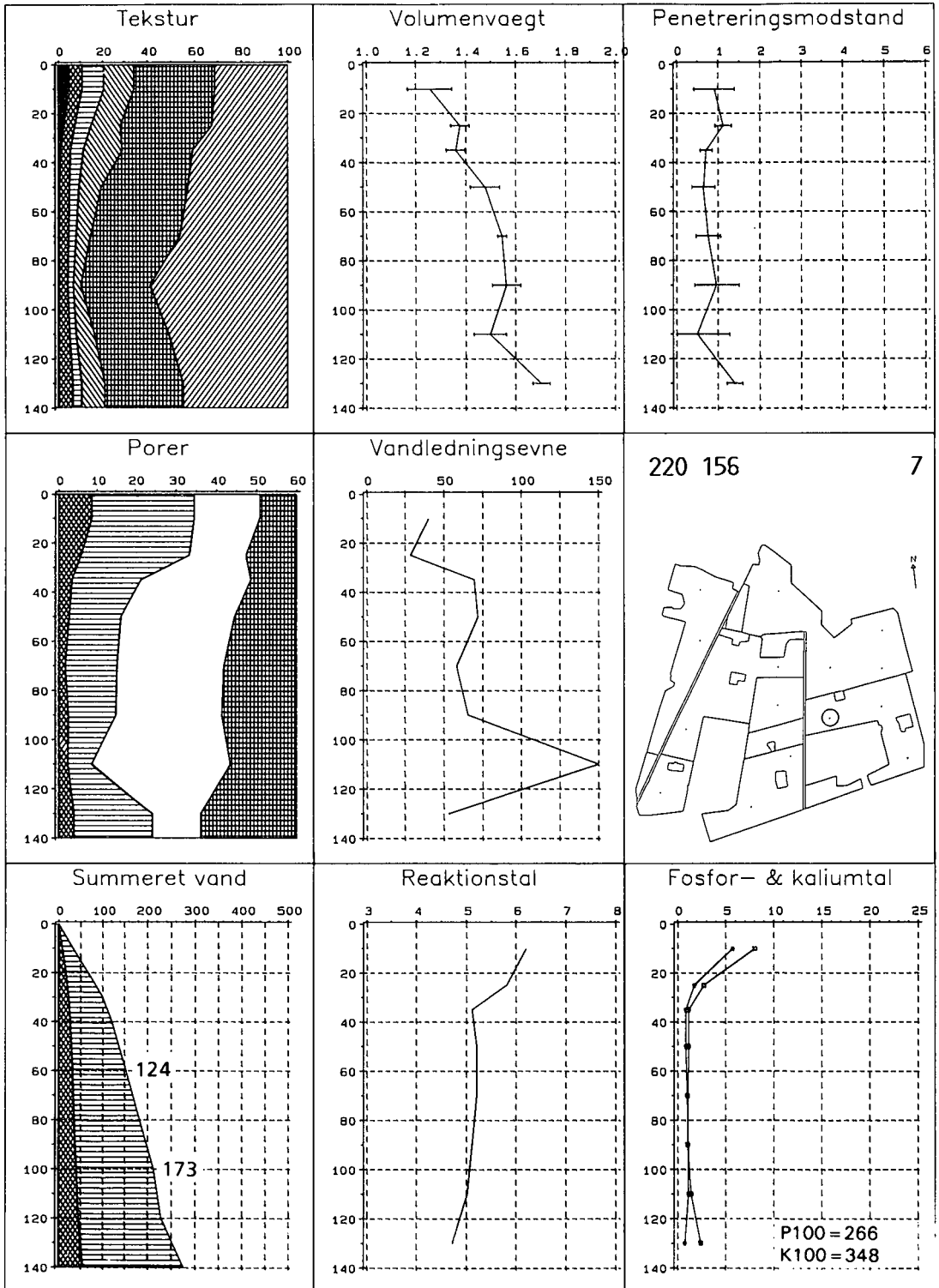


Figur 22. Jordfysiske og -kemiske parametre målt i profil nr. 5. Profilens beliggenhed er angivet med en cirkel på kortet. Signaturer forklares på udfoldeligt blad indhæftet på den bagerste del af beretningens omslag.

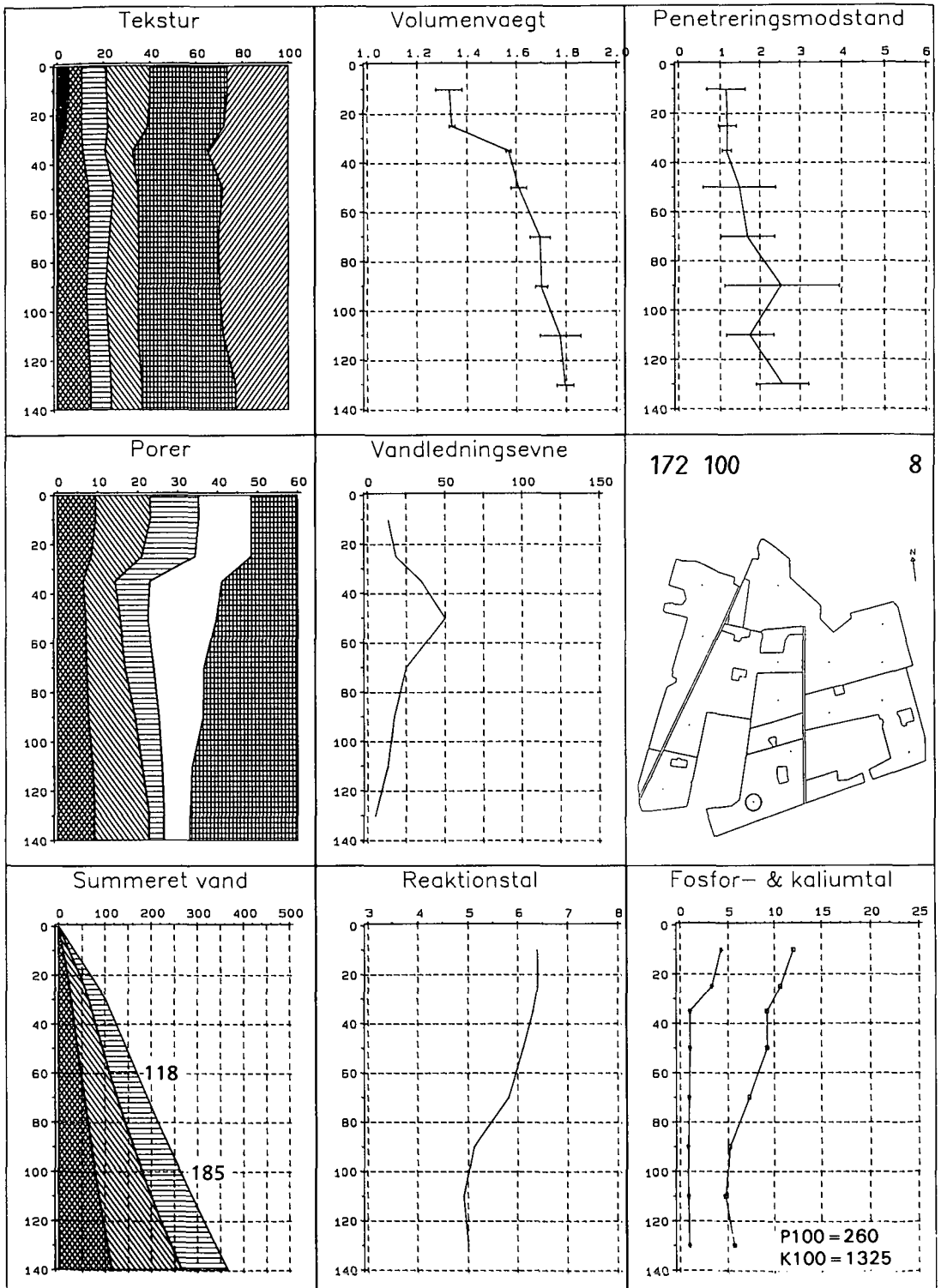


**Figur 23.** Jordfysiske og -kemiske parametre målt i profil nr. 6. Profilens beliggenhed er angivet med en cirkel på kortet. Signaturer forklares på udfoldeligt blad indhæftet på den bagerste del af beretningens omslag.

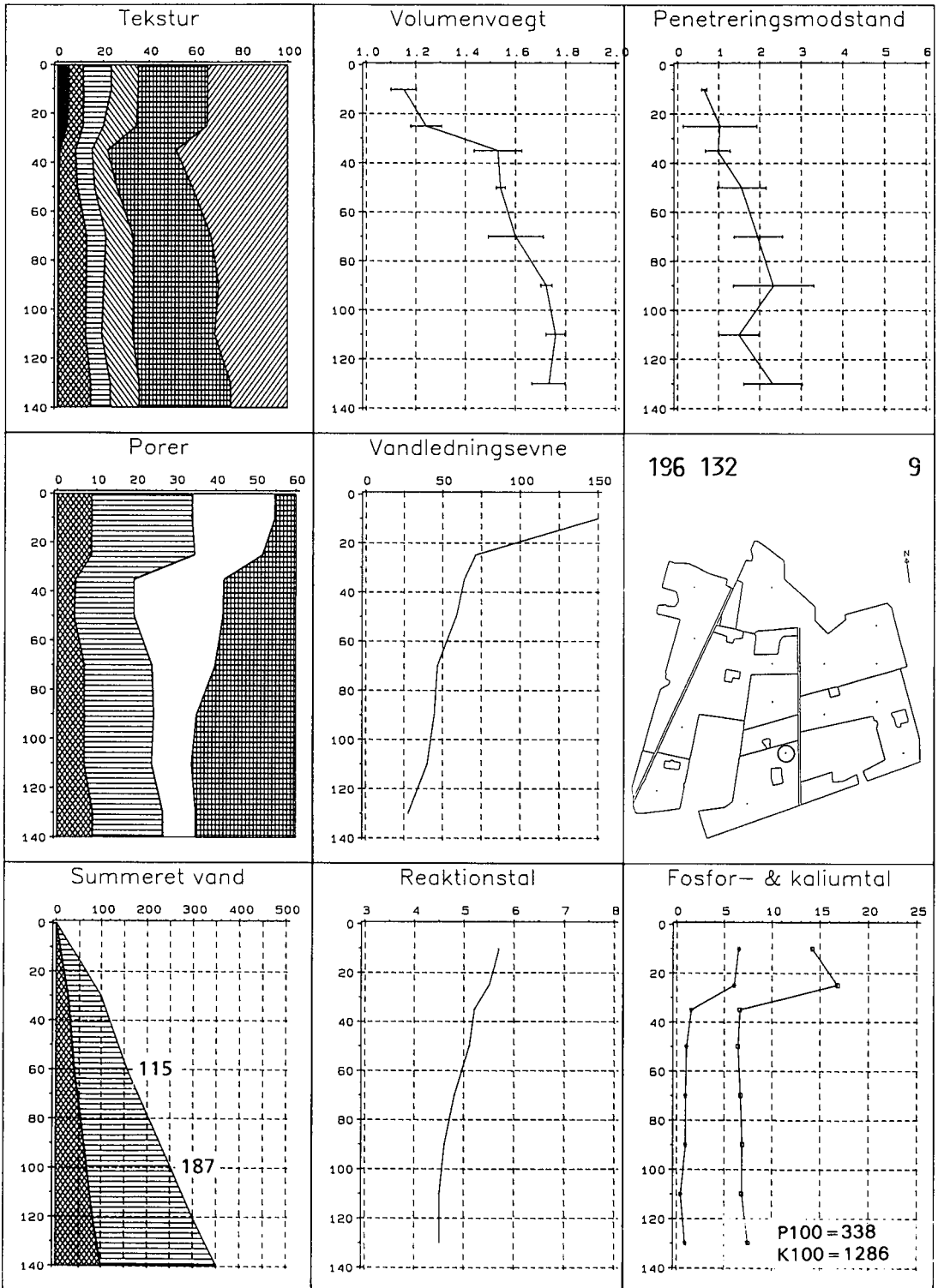




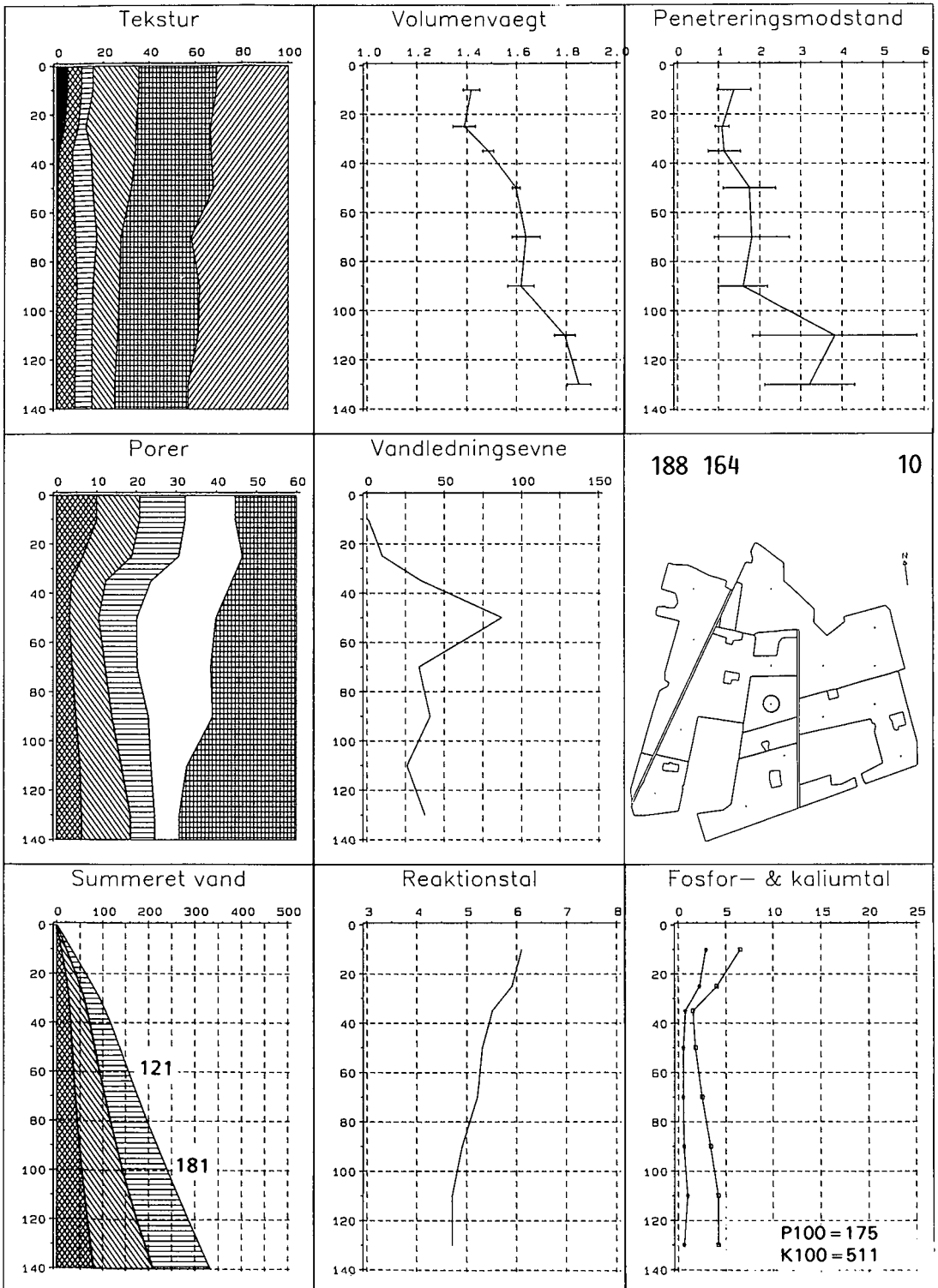
**Figur 24.** Jordfysiske og -kemiske parametre målt i profil nr. 7. Profilens beliggenhed er angivet med en cirkel på kortet. Signaturer forklares på udfoldeligt blad indhæftet på den bagerste del af beretningens omslag.



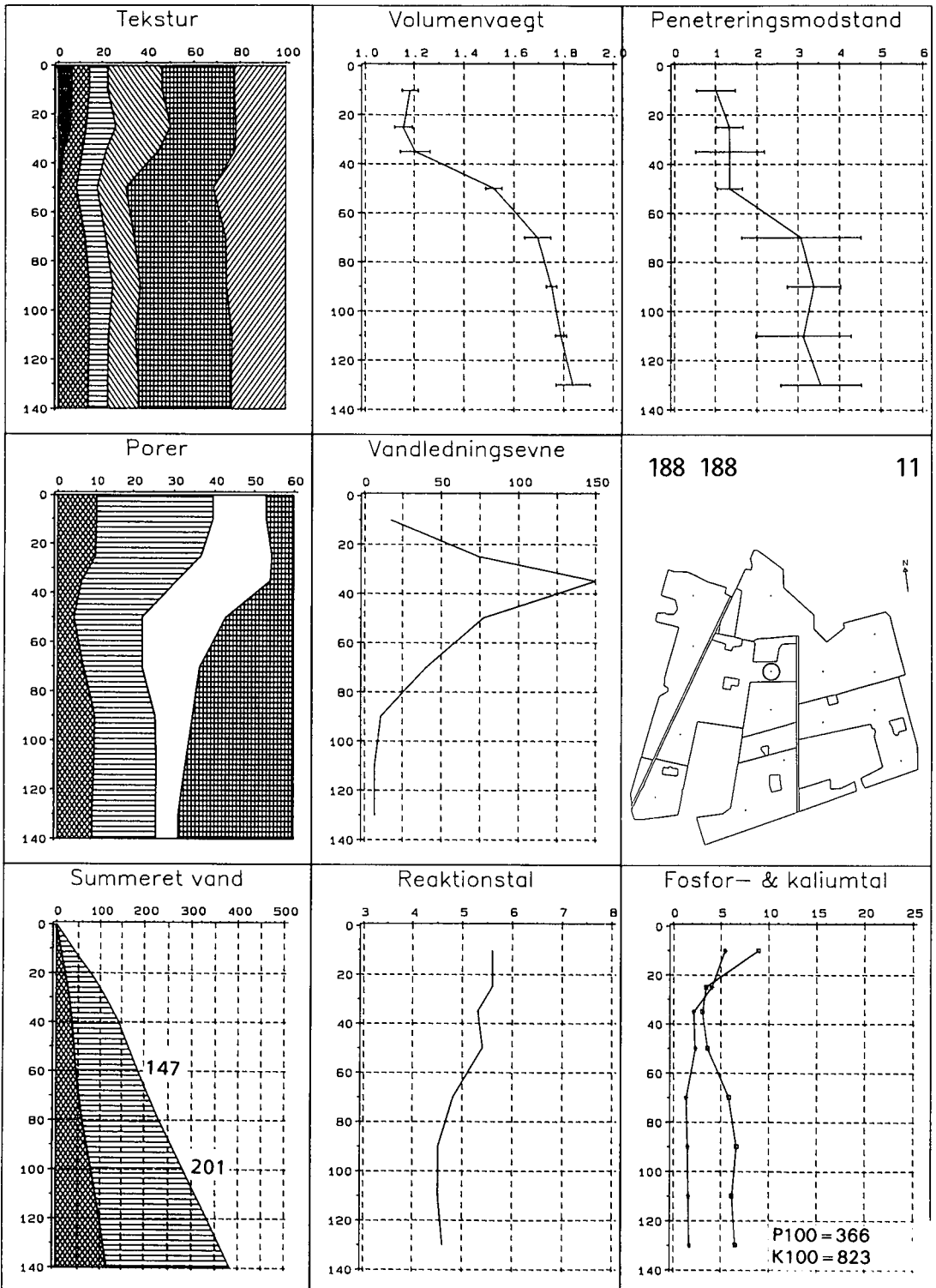
**Figur 25.** Jordfysiske og -kemiske parametre målt i profil nr. 8. Profilens beliggenhed er angivet med en cirkel på kortet. Signaturer forklares på udfoldeligt blad indhæftet på den bagerste del af beretningens omslag.



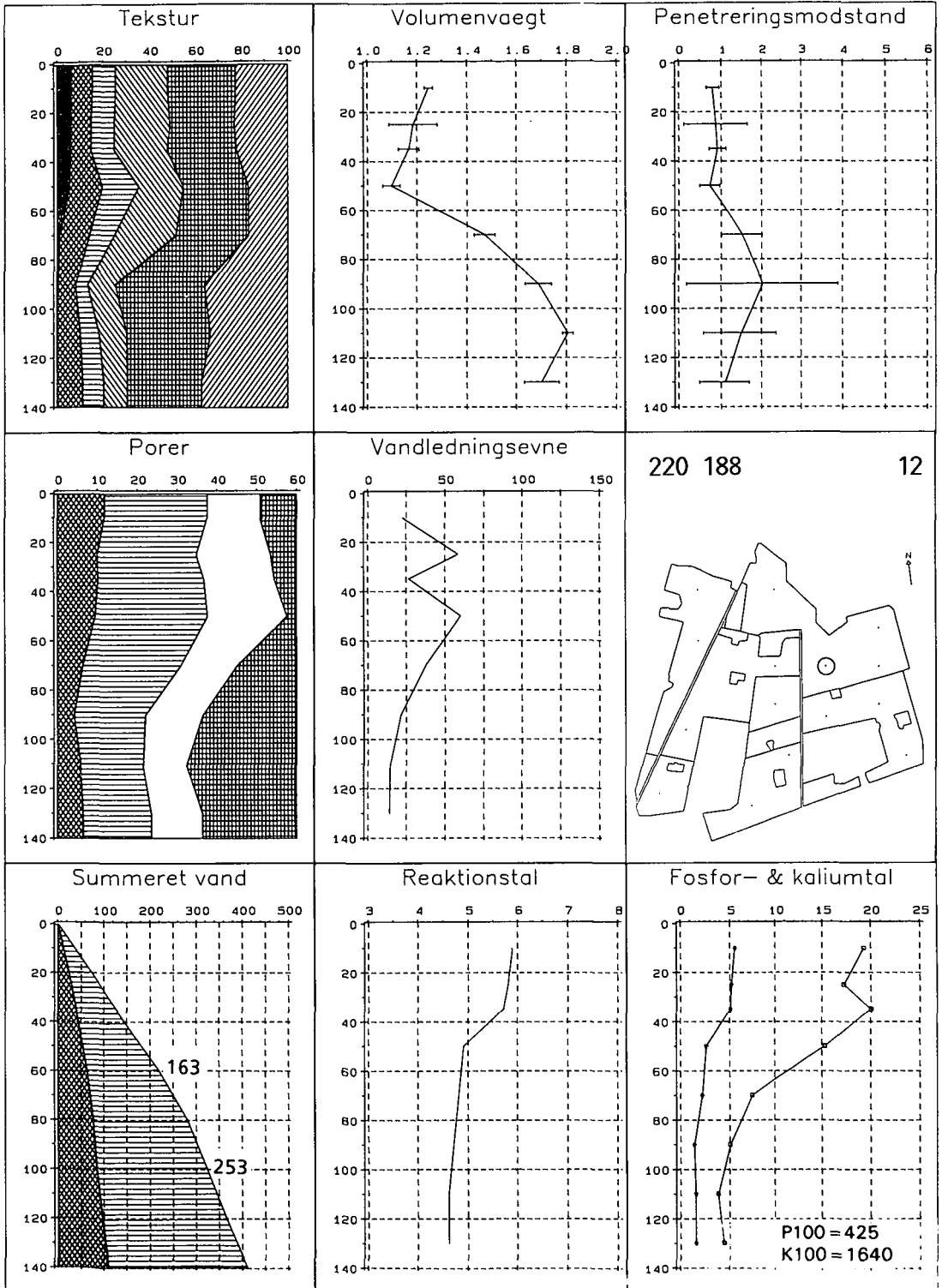
**Figur 26.** Jordfysiske og -kemiske parametre målt i profil nr. 9. Profilens beliggenhed er angivet med en cirkel på kortet. Signaturer forklares på udfoldeligt blad indhæftet på den bagerste del af beretningens omslag.



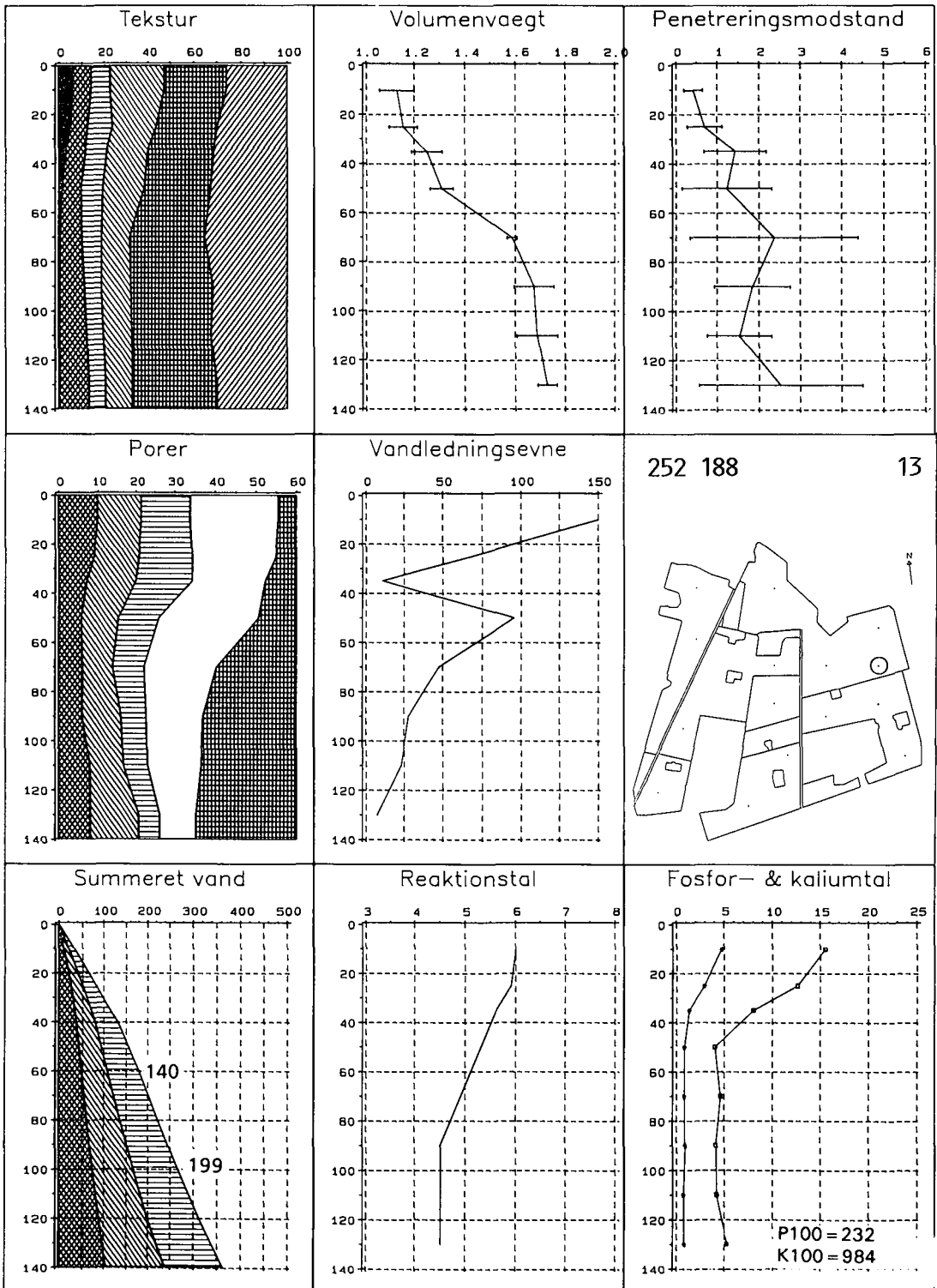
**Figur 27.** Jordfysiske og -kemiske parametre målt i profil nr. 10. Profilens beliggenhed er angivet med en cirkel på kortet. Signaturer forklares på udfoldeligt blad indhæftet på den bagerste del af beretningens omslag.



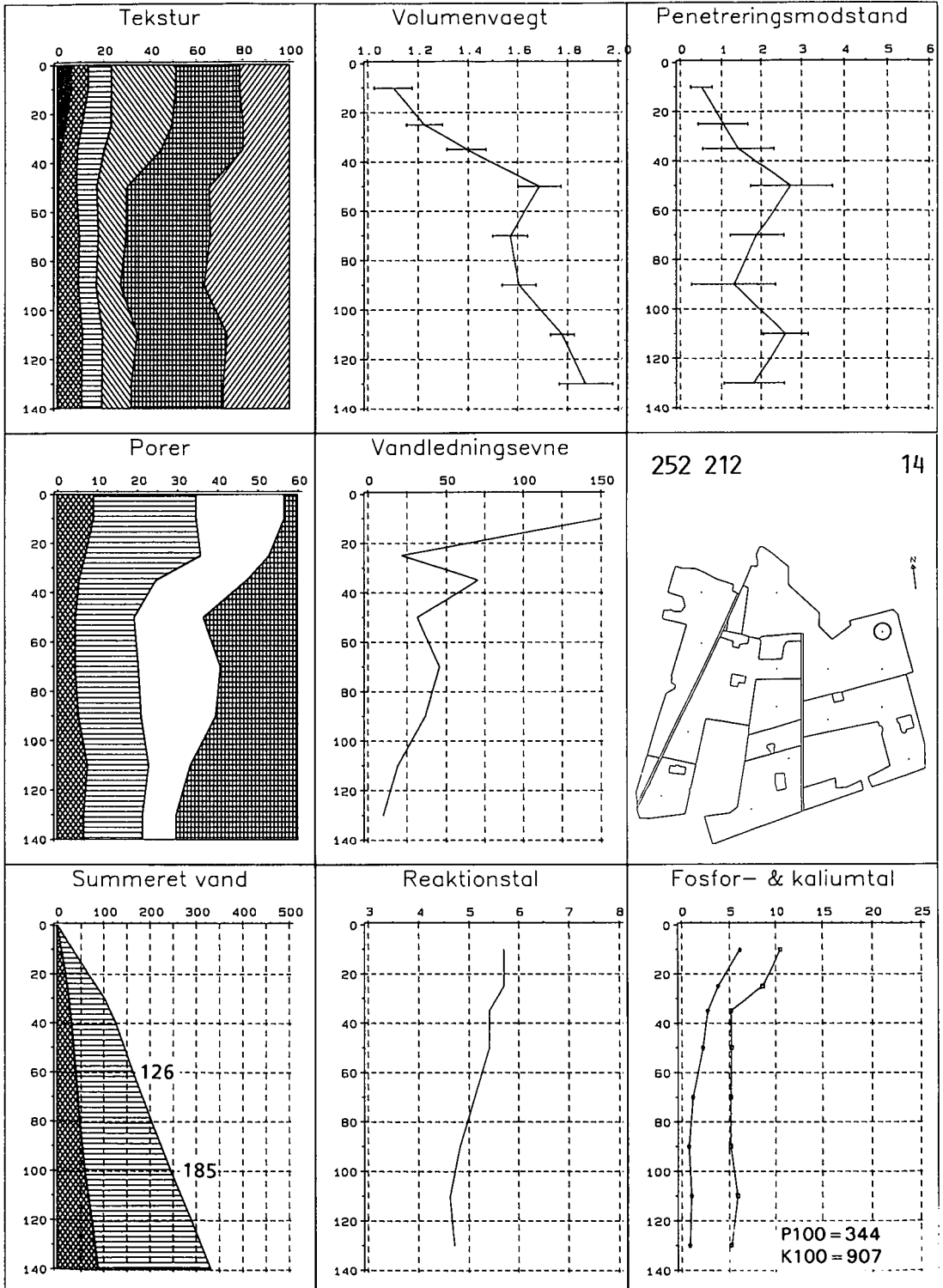
**Figur 28.** Jordfysiske og -kemiske parametre målt i profil nr. 11. Profilens beliggenhed er angivet med en cirkel på kortet. Signaturer forklares på udfoldeligt blad indhæftet på den bagerste del af beretningens omslag.



**Figur 29.** Jordfysiske og -kemiske parametre målt i profil nr. 12. Profilens beliggenhed er angivet med en cirkel på kortet. Signaturer forklares på udfoldeligt blad indhæftet på den bagerste del af beretningens omslag.

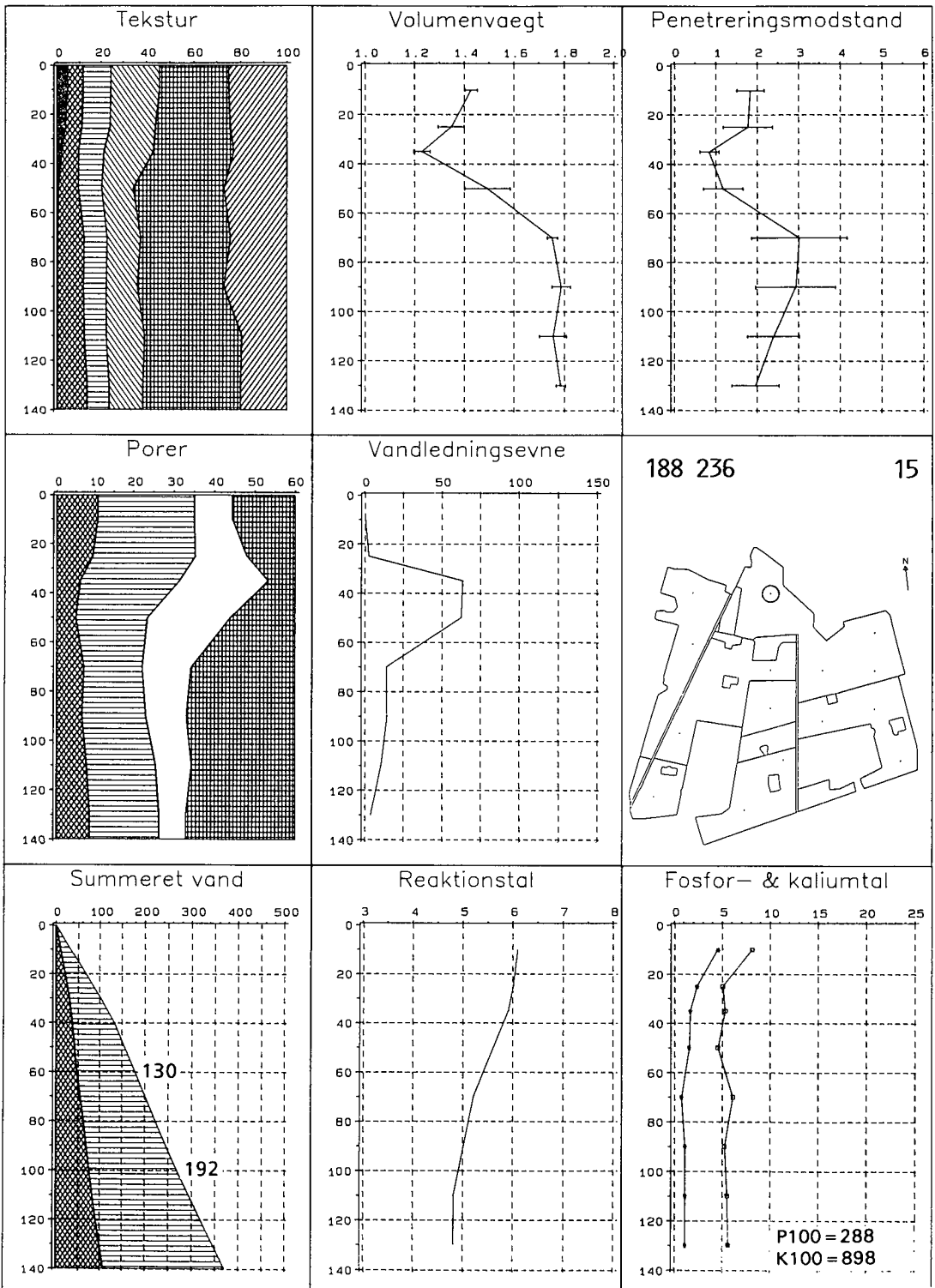


**Figur 30.** Jordfysiske og -kemiske parametre målt i profil nr. 13. Profilens beliggenhed er angivet med en cirkel på kortet. Signaturer forklares på udfoldeligt blad indhæftet på den bagerste del af beretningens omslag.



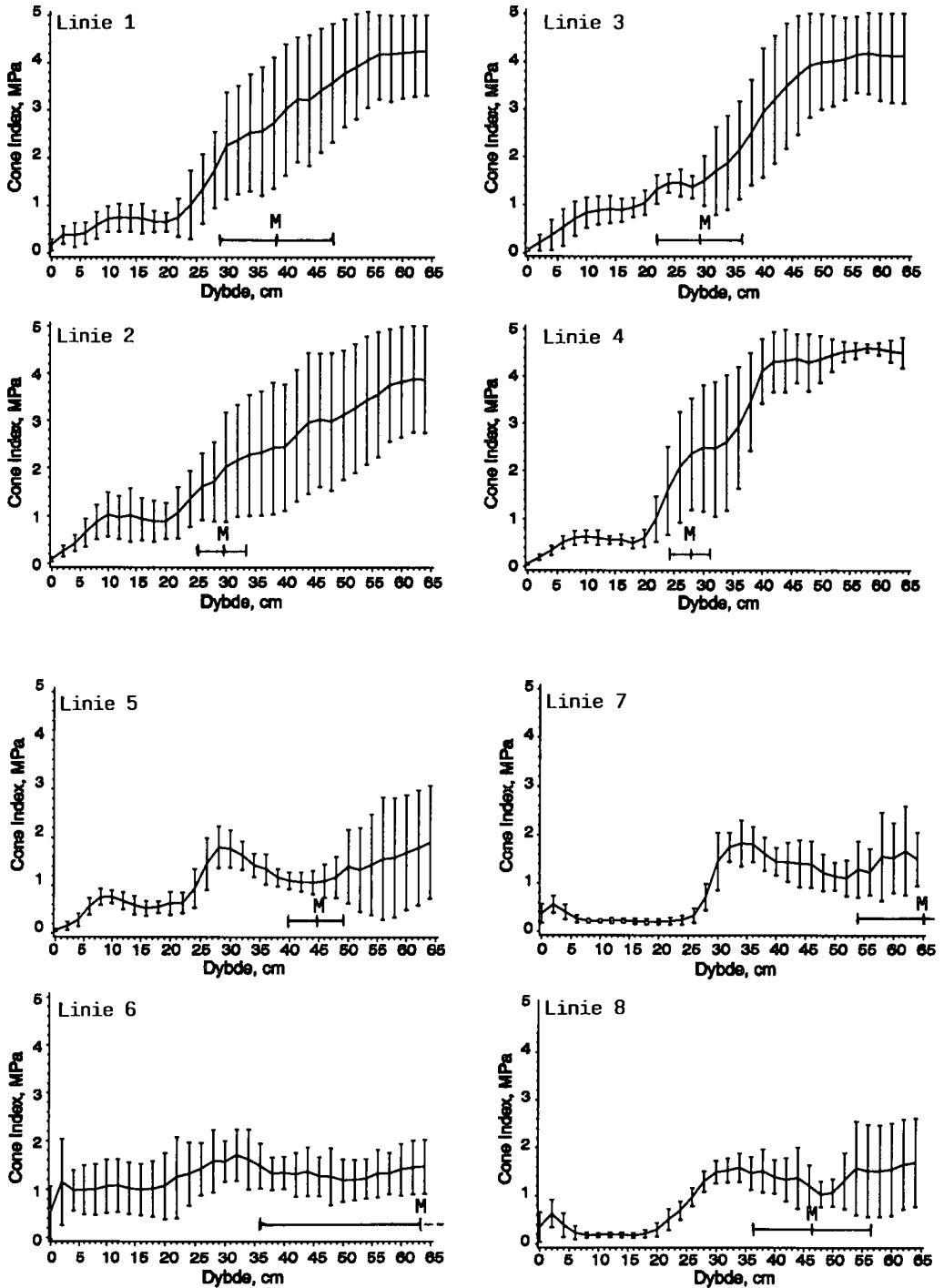
**Figur 31.** Jordfysiske og -kemiske parametre målt i profil nr. 14. Profilens beliggenhed er angivet med en cirkel på kortet. Signaturer forklares på udfoldeligt blad indhæftet på den bagerste del af beretningens omslag.



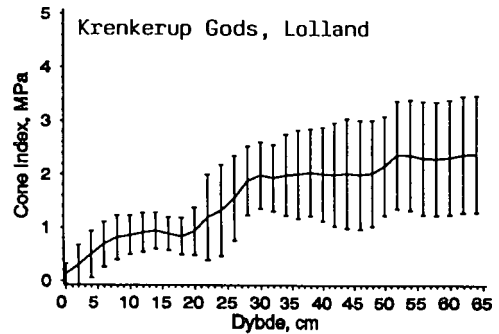
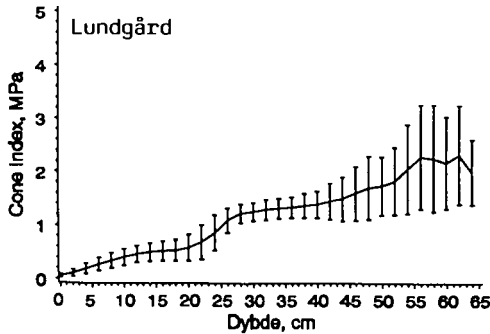
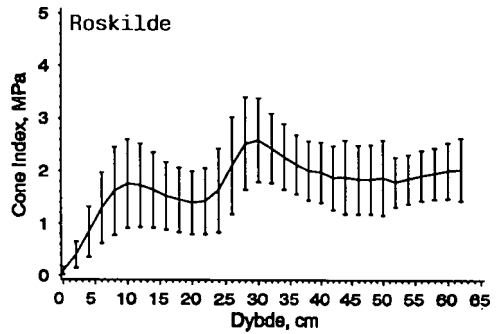
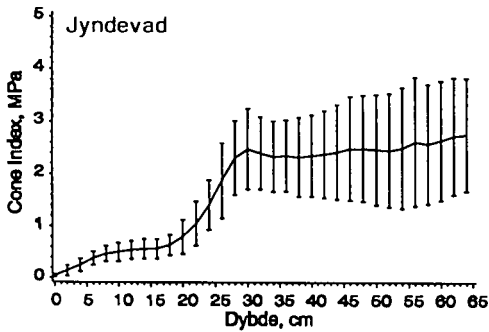
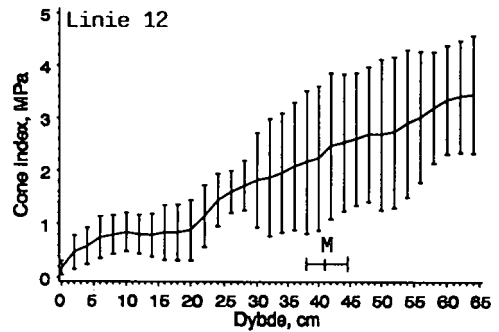
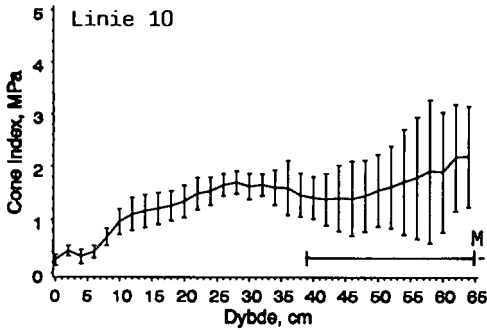
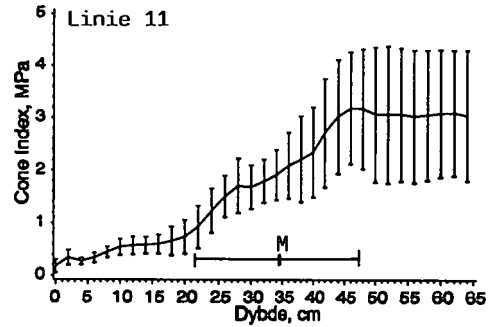
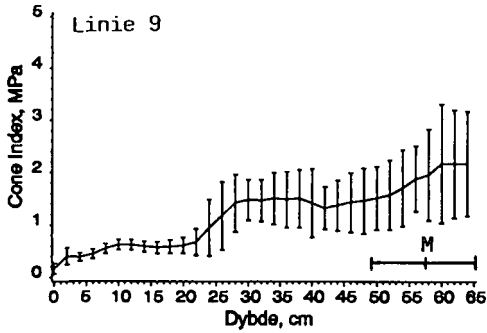


**Figur 32.** Jordfysiske og -kemiske parametre målt i profil nr. 15. Profilens beliggenhed er angivet med en cirkel på kortet. Signaturer forklares på udfoldeligt blad indhæftet på den bagerste del af beretningens omslag.





Figur 34 Penetreringsmodstand i felten, målt i en række områder omkring Foulum (se figur 33) samt i 4 referencejorde. Streger angiver  $\pm 1$  standardafvigelse. "M" angiver gennemsnitlig mulddybde, ligeledes omkranset af  $\pm 1$  standardafvigelse.



Figur 34 (fortsat)

### 13 Anvendt litteratur

I listen herunder er nævnt en række publikationer, som på den ene eller anden måde er blevet anvendt i forbindelse med undersøgelsesarbejdet og resultatopgørelsen.

Andersen, A. 1986. Rodvækst i forskellige jordtyper. Tidsskr. Planteavl 90, 60. Beretning nr. S1827, 89 pp.

Andersen, M. N. 1985. Planternes tørkeresistens, rodudvikling og vandforråd på sandjord. Tidsskr. Planteavl 89, 155-156. Beretning nr. S 1775, 95 pp.

Christensen, B. T. 1987. Use of particle size fractions in soil organic matter studies. INTECOL Bulletin 15, 113-123.

Dexter, A. R. 1986. Model experiments on the behaviour of roots at the interface between a tilled seed-bed and a compacted subsoil. I. Effects of seed-bed aggregate size and sub-soil strength on wheat roots. Plant and Soil 95, 123-133.

Hansen, L. 1976. Jordtyper ved Statens Forsøgsstationer. Tidsskr. Planteavl 80, 742-758.

Hansen, L., Henriksen, Aa., Knudsen, H., Stentoft, N. C. og Mølle, K. G. 1972. Rapport over jordbundsundersøgelser gennemført i maj-juni 1972 i forbindelse med planer om flytning af Statens Husdyrbrugsforsøg. Upubliceret.

Hansen, L., Henriksen, Aa., Knudsen, H., Stentoft, N. C. & Mølle, K. G. 1973. Rapport over en jordbundsundersøgelse gennemført i marts 1973 på et areal ved Formyre, Tjele Kommune. Upubliceret.

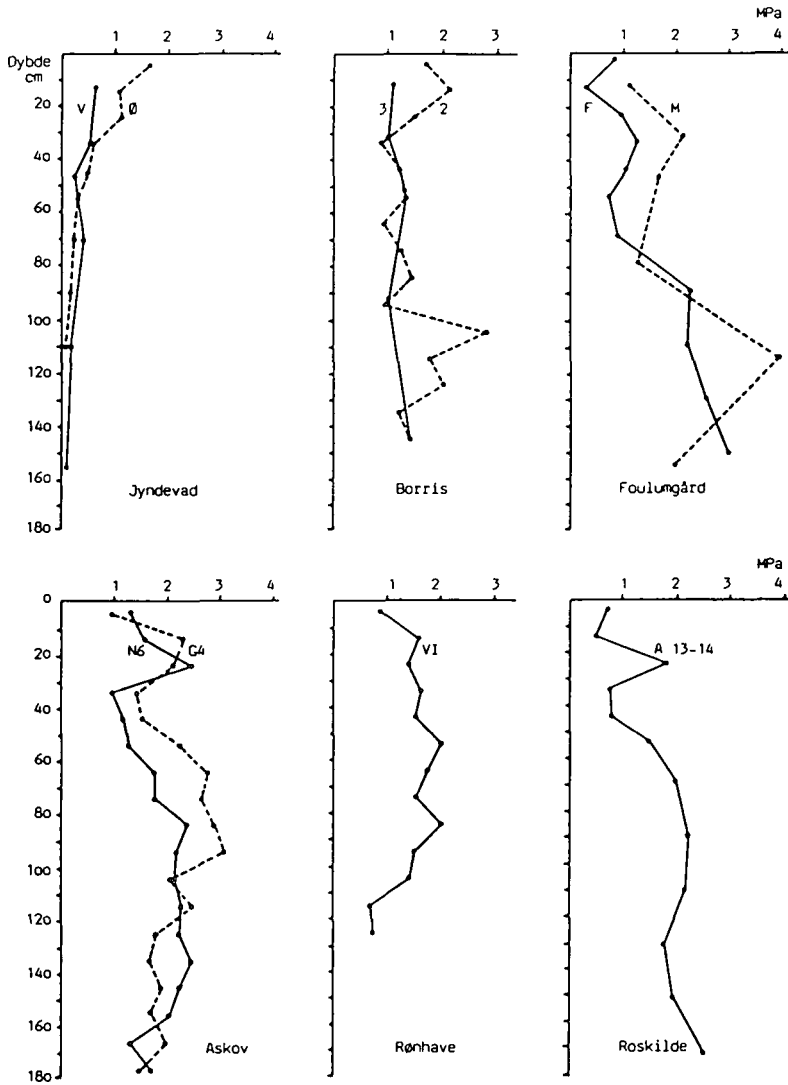
Heidmann, T. 1989a. Startkarakterisering af arealer til systemforskning. II. Resultater fra arealet ved Foulum. Tidsskr. Planteavl 93, 224. Beretning nr. S2007, 186 pp.

Heidmann, T. 1989b. Startkarakterisering af arealer til systemforskning. Resultater fra arealet ved Ødum. Tidsskrift Planteavl 93, 297. Beretning nr. S2021, 173 pp.

Jacobsen, O. H. 1989. Umættet hydraulisk ledningsevne i nogle danske jorde. Metode og jordtypekarakterisering. Tidsskrift Planteavl 93, 348. Beretning S2030, 60 pp.

Madsen, H. B. 1979. Jordbundskartering og bonitering. Fol. Geogr. Danica, X, 5.

- Madsen, H. B. 1983. Himmerlands jordbundsforhold. Et regionalt studie omhandlende jordbundsudvikling, -klassifikation, afgrøders rodudvikling og jordens plantetilgængelige vandmængde. C. A. Reitzels forlag, 329 pp.
- Madsen, H. B. 1988. Geografiske forskelle i landbrugsjordens reaktionstal. Agrol. Tidsskr. Marken 12/88, 4-7.
- Oversigt over Landsforsøgene 1988.
- Schjønning, P. 1980. Faktorer af betydning for opgørelse af vandingsbehov og -tidspunkt. Hovedopgave, Hydroteknisk Laboratorium, KVL, 113 pp. Upubliceret.
- Schjønning, P. 1985. Udstyr til afdræning af jordprøver for jordfysiske analyser. Tidsskr. Planteavl 89, 30. Beretning nr. S 1762, 25 pp.
- Schjønning, P. 1986. Jordens permeabilitet for luft og vand i relation til jordtype samt nedmuldning og afbrænding af halm. Tidsskr. Planteavl 90, 227-240.
- Schjønning, P. 1992. Size distribution of dispersed and aggregated particles and of soil pores in 12 Danish soils. Acta Agric. Scand., Sect. B, Soil and Plant Science 42, 26-33.
- Simmelsgaard, S. E. 1985. Vandbalance og kvælstofudvaskning på 4 jordtyper. I. Jordfysisk og -kemisk beskrivelse af forsøgsarealer. Tidsskr. Planteavl 89, 101-116.

Appendiks 1

Penetreringsmodstand målt ved pF 2,0 i laboratoriet (2 mm stålspyd). På nogle lokaliteter er der målt i 2 forsøgsmarker (Andersen 1986).

## Appendiks 2

I forbindelse med et tidligere arbejde vedrørende jords permeabilitet for luft og vand (Schjønning, 1986) blev det fundet, at den mættede hydrauliske ledningsevne kunne beregnes med rimelig sikkerhed for målte værdier af luftpermeabilitet i jord afdrænet til vandpotentialet -100 hPa ( $\sim$  pF 2,0). Dette hænger sammen med, at porerne, der leder luftstrømmen ved luftpermeabilitetsmålingen ved -100 hPa, er de samme grovporer større end 30  $\mu\text{m}$ , som også i alt overvejende grad er bestemmende for ledningsevnen for vand, når jorden er vandmættet.

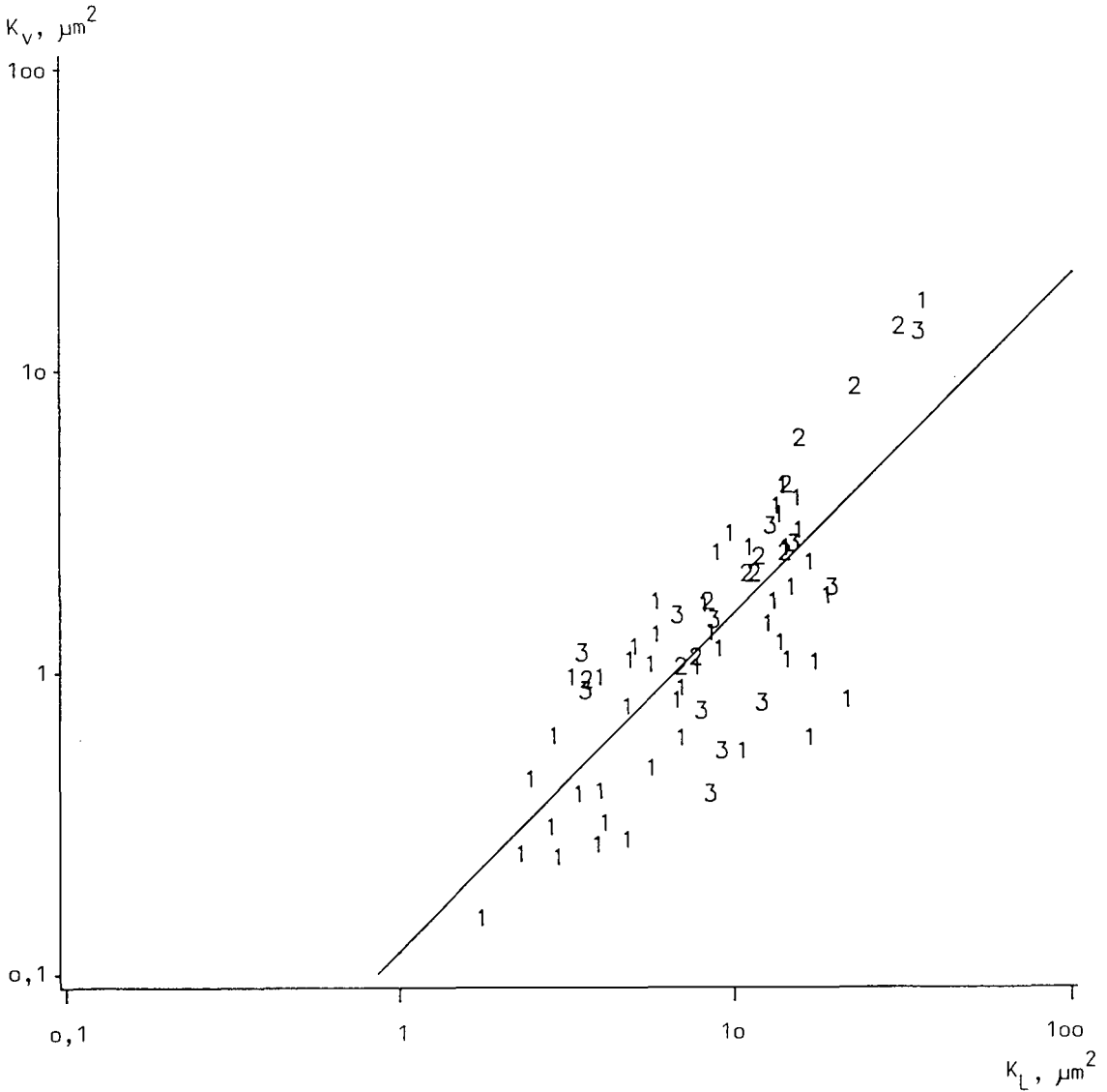
Ovennævnte forhold er i den aktuelle undersøgelse anvendt til at få et estimat for vandledningsevnen uden væsentlig udvidelse af måleprogrammet, idet luftpermeabiliteten blev målt på alle prøver, når de var afdrænet til pF 2,0 for vandretentionsbestemmelse.

Omregningsformlen blev fundet ved beregninger på samhörørende værdier for luftpermeabilitet og mættet hydraulisk ledningsevne hidrørende fra startkarakteriseringen af S-markerne på Foulumgård (Heidmann, 1989a). De to parametre, luftpermeabiliteten,  $K_L$ , og mættet hydraulisk ledningsevne,  $K_v$ , er afbildet i et dobbeltlogaritmisk plot i figuren på næste side. Ved lineær regression med modellen  $\ln K_v = a + b \ln K_L$  og transformation til  $K_v = \exp(a + b \ln K_L) = \exp(a) \cdot \exp(b \ln K_L) = c \cdot \exp(b \ln K_L) = c \cdot K_L^b$  er fundet sammenhængen

$$K_v = 0,12 \cdot K_L^{1,12}$$

De i figur 18-32 afbildede værdier for vandledningsevne er beregnet med ovenstående formel, idet der i figurerne er anvendt geometrisk gennemsnit pga. den lognormale fordeling.





Permeabilitet i grovporesystemet,  $K_L$  (luftmålinger ved pF 2), i relation til permeabilitet i hele poresystemet,  $K_v$  (vandmålinger). Data fra startkarakteriseringen af Foulumgårds marker til systemforskning. 1 = 0-20 cm, 2 = 30-40 cm og 3 = 60-70 cm jordlag. Regressionslinien i denne dobbeltlogaritmiske afbildning svarer til modellen  $K_v = 0,12 \cdot K_L^{1,12}$ , som er anvendt til estimering af vandledningsevne i denne undersøgelse.

### Appendiks 3

==== PROFILNR: 885 ====

JORDBUNDSTYPE: JBnr 0

udviklet på moræneaflejringer

DATO	: 06.02.1989
UDTAGER	: Henrik B. Madsen & Niels Jensen
UTM KOORDINAT	: 0.00, 0.00
KORTBLAD	: GI 1215 I SV
TERRÆNKOTE	: 58 m DNN
TERRÆNFORM	:
HÆLDNING	: 0-1 grader
VEGETATION	: ikke beskrevet
GRUNDVANDSDYB.	: ikke bestemt
PROFILDYBDE	: 160 cm
DRÆNINGSKLASSE	: Moderat veldrænet jord

#### BEMÆRKNINGER:

Profil ved Foulum. Vest for vej.

Fine rodgange i C1.

Poreindholdet ikke beskrevet.

#### HORISONTFØLGE:

Ap (0-26 cm):

sort (10YR 2/1 f) lerholdigt siltet sand; humusholdig; struktur ikke beskrevet; konsistens ikke beskrevet; meget få, små sten af alle former, der er forvitrede og som lithologisk består af en blanding uden kalksten; rodindhold ikke beskrevet; horisontgrænsen er klar og bølget.

B2v (26-50 cm):

gullig brun (10YR 5/6 f) lerholdigt siltet sand; humusholdig; struktur ikke beskrevet; konsistens ikke beskrevet; meget få, små sten af alle former, der er forvitrede og som lithologisk består af en blanding uden kalksten; rodindhold ikke beskrevet; horisontgrænsen er klar og bølget.

**B3mv (50-80 cm):**

gullig brun (10YR 5/6 f) lerholdigt siltet sand; gleypletter på brunlig eller gullig bund; humusfattig; struktur ikke beskrevet; konsistens ikke beskrevet; få, små til mellemstore sten af alle former, der er stærkt forvitrede og som lithologisk består af en blanding uden kalksten; mere end 10 cm tyk, svagt diskontinuert, svagt cementeret lag; rodindhold ikke beskrevet; horisontgrænsen er gradvis.

**C1 (80-105 cm):**

lys gullig brun (10YR 6/4 f) lerholdigt siltet sand; gleypletter på brunlig eller gullig bund; humusfattig; struktur ikke beskrevet; konsistens ikke beskrevet; få, små til mellemstore sten af alle former, der er stærkt forvitrede og som lithologisk består af en blanding uden kalksten; rodindhold ikke beskrevet; horisontgrænsen er gradvis.

**C2 (105- cm)**

gullig brun (10YR 5/6 f) lerholdigt siltet sand; grålige gleyslirer på brun bund; humusfattig; struktur ikke beskrevet; konsistens ikke beskrevet; få, små til mellemstore sten af alle former, der er stærkt forvitrede og som lithologisk består af en blanding uden kalksten; rodindhold ikke beskrevet; horisontgrænsen ikke beskrevet.

==== PROFILNR: 884 =====

JORDBUNDSTYPE: JBnr 0

udviklet på moræneaflejringer

DATO : 06.02.1989  
 UDTAGER : Niels Jensen & Henrik B. Madsen  
 UTM KOORDINAT : 0.00, 0.00  
 KORTBLAD : GI 1215 I SV  
 TERRÆNKOTE : 61 m DNN  
 TERRÆNFORM :  
 HÆLDNING : 0-1 grader  
 VEGETATION : ikke beskrevet  
 GRUNDVANDSDYB. : ikke bestemt  
 PROFILDYBDE : 150 cm  
 DRÆNINGSKLASSE : Dårlig drænet jord

#### BEMÆRKNINGER:

Profil ved Foulum. Øst for vej.

Fine rodgange i C-horisonten.

Poreindholdet ikke beskrevet.

#### HORISONTFØLGE:

Ap (0-25 cm):

sort (10YR 2/1 f) leret sandet silt; humusholdig; moderat meget fin granulær struktur; meget sprød konsistens; indeholder jordbrugskalk overvejende som noder; meget få, små til mellemstore sten af alle former, der er forvitrede i varierende grad og som lithologisk består af en blanding uden kalksten; rodindhold ikke beskrevet; horisontgrænsen er klar og bølget.

B2v_{gm} (25-57 cm):

gullig brun (10YR 5/6 f) lerholdigt siltet sand; en del pletter af farven rødlig gul (7,5YR 6/8 f), pletterne er store, brogede med en klar grænse og tydelig kontrast; desuden findes pletter med farven mørk brun (10YR 3/3 f); gleypletter på brunlig eller gullig bund; humusholdig; moderat medium angulær struktur; fast konsistens; meget få, små til mellemstore sten af alle former, der er forvitrede i varierende grad og som lithologisk består af en blanding uden kalksten; meget få, små bløde, afrundede

noduler, der består af manganoxider og -hydroxider; mere end 10 cm tyk, kontinuert, svagt cementeret lag; rodindhold ikke beskrevet; horisontgrænsen er gradvis og bølget.

B3vm (57-95 cm):

brun (10YR 5/3 f) lerholdigt siltet sand; en del pletter af farven blegbrun (10YR 6/3 f), pletterne er store, lodret stribede med en klar grænse og svag kontrast; grålige gleyslirer på brun bund; humusfattig; moderat medium angulær struktur; fast konsistens; meget få, små til mellemstore sten af alle former, der er forvitrede i varierende grad og som lithologisk består af en blanding uden kalksten; meget få, små, bløde, afrundede noduler, der består af manganoxider og -hydroxider; mere end 10 cm tyk, kontinuert, svagt cementeret lag; kontinuert fragipan; rodindhold ikke beskrevet; horisontgrænsen er diffus.

C (95- cm):

gullig brun (10YR 5/4 f) leret siltet sand; humusfattig; svag subangulær struktur; sprød konsistens; meget få, små til mellemstore sten af alle former, der er forvitrede i varierende grad og som lithologisk består af en blanding uden kalksten; meget få, små, bløde, afrundede noduler, der består af manganoxider og -hydroxider; rodindhold ikke beskrevet; horisontgrænsen ikke beskrevet.





# SIGNATURFORKLARING, FIGUR 18 - 32

<b><u>TEKSTUR</u></b>   Enheden er vægtprocent    humus    ler, &lt; 2 µm    silt, 2-20 µm    grovsilt, 20-63 µm    finsand, 63-200 µm    grovsand, 200-2000 µm	<b><u>VOLUMENVÆGT</u></b>   Enheden er g/cm³   Streger angiver ± 1 standardafvigelse	<b><u>PENETRERINGSMODSTAND</u></b>   Enheden er MPa   Streger angiver ± 1 standardafvigelse
<b><u>PORER</u></b>   Enheden er volumenprocent    finporer &lt; 0,2 µm    mellemporer 0,2-30 µm    grovporer &gt; 30 µm    fast stof   I profil nr. 2, 8, 10 og 13 er mellemporer opdelt i:    fine mellemporer 0,2-3 µm    grove mellemporer 3-30 µm	<b><u>VANDLEDNINGSEVNE</u></b>   Enheden er mm/time   Der er tale om beregnete værdier fra luftpermeabilitet, se appendiks 2.	<b><u>PROFILERNS KOORDINAT      NUMMER</u></b>   Kort over området   En cirkel angiver den aktuelle profil
<b><u>SUMMERET VAND</u></b>   Enheden er mm vand    utilgængeligt vand    plantetilgængeligt vand   I profil nr. 2, 8, 10 og 13 er plantetilgængeligt vand opdelt i:    svært tilgængeligt vand    let tilgængeligt vand	<b><u>REAKTIONSTAL</u></b>  $R_t = pH_{CaCl_2} + 0,5$	<b><u>FOSFOR- OG KALIUMTAL</u></b>   1 Pt-enhed = 1 mg P pr. 100 g   1 Kt-enhed = 1 mg K pr. 100 g   * Pt   □ Kt   P100 og K100 angiver profilens indhold i kg pr. ha til 100 cm dybde af Pt-fosfor hhv. Kt-kalium.





## Afdelinger under Statens Planteavlsforsøg

### Direktionen

Direktionssekretariatet, Skovbrynet 18, 2800 Lyngby .....	45 93 09 99
Afdeling for Biometri og Informatik, Forskningscenter Foulum, Postbox 23, 8830 Tjele .....	89 99 19 00

### Landbrugscentret

Centerledelse, Fagligt Sekretariat, Forskningscenter Foulum, Postbox 23, 8830 Tjele.....	89 99 19 00
Afdeling for Grovfoder og Kartofler, Forskningscenter Foulum, Postbox 21, 8830 Tjele .....	89 99 19 00
Afdeling for Industriplanter og Frøavl, Ledreborg Allé 100, 4000 Roskilde .....	42 36 18 11
Afdeling for Sortsaftprøvnin, Teglværksvej 10, Tystofte, 4230 Skælskør .....	53 59 61 41
Afdeling for Kulturteknik, Forskningscenter Foulum, Postbox 23, 8830 Tjele.....	89 99 19 00
Afdeling for Jordbiologi og -kemi, Forskningscenter Foulum, Postbox 23, 8830 Tjele .....	89 99 19 00
Afdeling for Planteernæring og -fysiologi, Forskningscenter Foulum, Postbox 23, 8830 Tjele .....	89 99 19 00
Afdeling for Jordbrugsmeteorologi, Forskningscenter Foulum, Postbox 23, 8830 Tjele .....	89 99 19 00
Afdeling for Arealdata og Kortlægning, Enghavevej 2, 7100 Vejle .....	75 83 23 44
Askov Forsøgsstation, Vejervej 55, Askov, 6600 Vejen .....	75 36 02 77
Borris Forsøgsstation, Vestergade 46, 6900 Skjern .....	97 36 62 33
Jyndevad Forsøgsstation, Flensborgvej 22, 6360 Tinglev .....	74 64 83 16
Rønhave Forsøgsstation, Hestehave 20, 6400 Sønderborg.....	74 42 38 97
Silstrup Forsøgsstation, Oddesundvej 65, 7700 Thisted.....	97 92 15 88
Tylstrup Forsøgsstation, Forsøgsvej 30, 9382 Tylstrup.....	98 26 13 99
Ødum Forsøgsstation, Amdrupvej 22, 8370 Hadsten.....	86 98 92 44
Laboratoriet for Biavl, Lyngby, Skovbrynet 18, 2800 Lyngby .....	45 93 09 99
Laboratoriet for Biavl, Roskilde, Ledreborg Allé 100, 4000 Roskilde.....	42 36 18 11

### Havebrugscentret

Centerledelse, Fagligt Sekretariat, Kirstinebjergvej 10, 5792 Årslev .....	65 99 17 66
Afdeling for Grønsager, Kirstinebjergvej 6, 5792 Årslev .....	65 99 17 66
Afdeling for Blomsterdyrkning, Kirstinebjergvej 10, 5792 Årslev.....	65 99 17 66
Afdeling for Frugt og Bær, Kirstinebjergvej 12, 5792 Årslev .....	65 99 17 66
Afdeling for Planteskoleplanter, Kirstinebjergvej 10, 5792 Årslev .....	65 99 17 66
Laboratoriet for Forædling og Formering, Kirstinebjergvej 10, 5792 Årslev .....	65 99 17 66
Laboratoriet for Gartneriteknik, Kirstinebjergvej 10, 5792 Årslev .....	65 99 17 66
Laboratoriet for Levnedsmiddelforskning, Kirstinebjergvej 12, 5792 Årslev .....	65 99 17 66

### Planteværnscentret

Centerledelse, Fagligt Sekretariat, Lottenborgvej 2, 2800 Lyngby .....	45 87 25 10
Afdeling for Plantepatologi, Lottenborgvej 2, 2800 Lyngby .....	45 87 25 10
Afdeling for Jordbrugszoologi, Lottenborgvej 2, 2800 Lyngby .....	45 87 25 10
Afdeling for Ukrudtsbekæmpelse, Flakkebjerg, 4200 Slagelse.....	53 58 63 00
Afdeling for Pesticidanalyser og Økotoksikologi, Flakkebjerg, 4200 Slagelse.....	53 58 63 00
Bioteknologigruppen, Lottenborgvej 2, 2800 Lyngby .....	45 87 25 10

### Centrallaboratoriet

Centrallaboratoriet, Forskningscenter Foulum, Postbox 22, 8830 Tjele .....	89 99 19 00
----------------------------------------------------------------------------	-------------