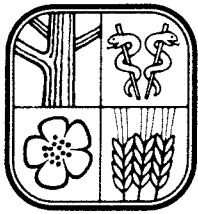




SVERIGES
LANTBRUKSUNIVERSITET

**RAPPORT ÖVER
NORDISK FORSKARKURS OM MARKLUFT**

Waldemar Johansson



**SVERIGES
LANTBRUKSUNIVERSITET**

**RAPPORT ÖVER
NORDISK FORSKARKURS OM MARKLUFT**

Waldemar Johansson

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

Inledning

Mål, innehåll och uppläggning

Genomförande och omfattning

Deltagarnas värdering

Avslutande synpunkter

Bil. 1. Deltagarförteckning

Bil. 2. Literature list

Bil. 3. Study Questions to Literature for a Post-graduate Course
on Soil Aeration

Bil. 4. Essay Topics

Bil. 5. Schema

Bil. 6. Course Evaluation

RAPPORT ÖVER NORDISK FORSKARKURS OM MARKLUFT

Inledning

Tanken på en nordisk forskarutbildningskurs om markluft diskuterades 1984 inom Nordisk samarbetsgrupp för högre skoglig utbildning (NSHS). Samtidigt fanns det intresse för en sådan kurs inom den agrikulturella sektorn. Vid Avdelningen för lantbrukets hydroteknik ställde vi oss därför positiva till att arrangera en forskarkurs om markluft, när en förfrågan om intresset härför kom i början av 1985 från professor Hilmar Holmen, medlem av NSHS. En diskussion om innehållet i och uppläggningsen av en kurs genomfördes en kort tid därefter med professor Holmen och hans medarbetare civiljägmästare Tord Magnusson samt med fil.kand. Jan Lindström och M Sc. Mary McAfee, vilka arbetar inom ett markluftprojekt vid vår avdelning. Kontakt togs senare med professorerna Antti Jaakkola, Helsingfors, Henry E. Jensen, Köpenhamn och Arnor Njøs, Ås, vilka, liksom NSHS, ställde sig bakom som medsökande till bidrag för kursen.

Bidrag erhöles från Nordisk kontaktorgan för jordbruksforskning (NKJ) och från Samarbetsnämnden för nordisk skogsforskning (SNS). Forskarutbildningsnämnden vid Sveriges lantbruksuniversitet, SLU har bidragit med medel till kostnader för resor, kost och logi för svenska deltagare bosatta utanför Uppsalaområdet.

Information om kursen och inbjudan till densamma distribuerades under februari-mars 1986 till ett 15-tal institutioner vid jordbrukets, trädgårdsbrukets och skogsbrukets universitet och högskolor i Norden. Kursen var i första hand avsedd för forskarstuderande i markvetenskapliga ämnen. För antagning krävdes baskunskaper i markfysik motsvarande vad som är obligatoriskt för blivande agronomer och hortonomer vid SLU.

Kursen hölls vid Institutionen för markvetenskap, SLU, under perioden 15-26 september 1986. Den hade samlat 22 nordiska deltagare; 2 från Danmark, 5 från Finland, 1 från Norge och 14 från Sverige. Dessutom deltog en forskarstuderande från Schweiz. Se bilaga 1! Av de nordiska deltagarna kom 14 från jordbrukssektorn, 7 från skogssektorn och 2 från trädgårdssektorn. Under de flesta föreläsningar deltog flera forskare och försökspersoner från andra avdelningar och institutioner vid SLU. Sammanlagt 8 föreläsningar utannonserades som gästföreläsningar vid Ultuna.

Mål, innehåll och uppläggning

Syftet med kursen var att ge deltagarna fördjupade kunskaper om luftförhållandena i mark och om markluftens omsättning och ekologiska betydelse samt kunskaper om metoder för mätning och beskrivning av marksystem, gastransport i mark, markandning och gassammansättning. Kursen behandlade följande sex avsnitt:

- Marken som ett fysikaliskt system; med avseende speciellt på porvolym, por-system, variation - i tid och rum - av vatten- och luftinnehåll samt gassammansättning.
- Gastransport i mark.
- Syrekonsumtion och koldioxidproduktion i mark.
- Markluft och kemiska processer.
- Markmikroorganismer och markfauna.
- Växters reaktioner på dålig markventilation.

Omkring 720 sidor utvald litteratur från läroböcker och tidskriftsartiklar utsändes i juli för inläsning före kursen (Bilaga 2). Skriftligt svar på ett 60-tal frågor (Bilaga 3) skulle inlämnas till kursledningen före kursens start. Kursdeltagarna anmodades att hålla ett kort seminarium om sin egen forskning eller att skriva och presentera en litteraturöversikt över ett tema inom ett av fyra givna områden (Bilaga 4).

Genomförande och omfattning

I kursen ingick föreläsningar, seminarier och genomgångar av litteraturöversikter, övningar i dränering av modellprofiler och i mätning av luftgenomsläpplighet, laboratorie- och fältdemonstrationer av utrustning för att mäta olika markluftparametrar samt demonstrationer av en datorbaserad metod att simulera markventilation under icke stationära förhållanden. Hela kursen genomfördes på engelska.

Längst tid ägnades avsnitten 1-4 och 6. Det första avsnittet - om marken som ett fysikaliskt system - behandlades av lärare från Institutionen för markvetenskap. Huvudlärare för övriga avsnitt var dr John A. Currie, Harpenden, England (avsnitten 2 och 3), som under många år arbetat vid Rothamsted Experimental Station, och dr Keith Smith, Edinburgh School of Agriculture Skottland (avsnitten 4 och 6). I övrigt medverkade civilingenjör Marie Collin, Inst. för kemisk apparatteknik, KTH, Stockholm, med föreläsningar om modellering av markventilation, dr Johan Schnürer, Institutionen för mikrobiologi, SLU, med en föreläsning om inverkan av dålig markventilation på markens fauna samt tre forskarstuderande vid Avdelningen för lantbrukets hydroteknik - Jan Lindström, Mary McAfee och Bengt Jonsson - med demonstra-

tion av utrustning och redovisning av resultat från studier i fält på olika typer av jordar.

Den sista dagen gav dr Currie och dr Smith allmänna synpunkter och råd om forskning. Vidare diskuterades framtida uppgifter för forskning och försöksverksamhet rörande markluft.

Av huvudlärarna hade dr Currie erfarenhet huvudsakligen från grundläggande och agrar forskning, dr Smith erfarenhet både från jordbruks- och skogssektorn. Avsikten var att engagera också en ren skogsforskare som lärare. De personer, som kunde komma ifråga och kontaktades, hade dock ingen möjlighet att medverka.

Schemat för kursen och förteckningar över innehållet i de två huvudlärarnas föreläsningar bifogas som bilaga 5.

Enligt gällande system i Sverige skall en veckas heltidsstudier belönas med en poäng. Deltagarna har erhållit 3 poäng för litteraturstudierna, om in-studeringsfrågorna besvarats, 1 poäng för förberedelse av seminarium eller för skrivning av litteraturöversikt samt 2 poäng för närvaro och medverkan under de två föreläsningsveckorna. Maximalt har således 6 poäng kunnat erhållas.

Vid sidan av kursprogrammet arrangerades en samling hos kursledaren den första kvällen, en exkursion till Skokloster och Sigtuna söndagen den 21 september samt en gemensam middag torsdagen den 25 september.

Deltagarnas värdering

Sista kursdagen ombads deltagarna att skriftligt besvara några frågor om kursen (Bilaga 6). Svar har erhållits från 19 av de 21 deltagare, som ej medverkat vid planeringen och med föreläsningar och demonstrationer. I det följande sammanfattas några omdömen från denna kursvärdering.

Allmänt intryck. Ett genomgående omdöme är att kursen var väl eller mycket väl planerad och organiserad och att innehållet och fördelningen mellan olika ämnesområden var bra. Några deltagare ansåg att kursdagarna utnyttjats för intensivt, ett par deltagare skulle velat ha mer tid för diskussion. En menade att inkvartering av alla lärare och elever på en herrgård eller liknande skulle ha kunnat ge ytterligare något, främst fler diskussioner. Deltagare från skogssektorn hade gärna sett mer stoff rörande förhållandena i skogsmark.

Alla räknade med att kursen skulle vara av värde för den egna forskningen och

de allra flesta sade att den överträffat deras förväntningar.

Att kursen var tvärfacklig och nordisk uppskattades mycket. Flera deltagare menade att detta var en god idé, som borde realiseras även för kurser inom andra ämnesfält. Flera beklagade att inte fler danskar och norrmän deltog. Jørgen Djurhuus från Danmark anförde i sin kursvärdering att det nog är problem för danskar att få en kurs av det här slaget att ingå, i varje fall direkt, i en licentiatutbildning.

Litteratur. Alla deltagare uttalade sig mycket positivt om litteraturen. Särskilt de som nyligen påbörjat eller planerade att starta ett forskningsprojekt satte stort värde på att få tillgång till en rad originalartiklar. Någon menade dock att idealet kanske vore att ha en bra lärobok, om en sådan finns, kompletterad med intressanta och nytänkande artiklar.

De flesta deltagare ansåg att antalet instuderingsfrågor var lagom och att frågorna varit till stor hjälp vid inläsning av litteraturen och för att få ut mycket av föreläsningar, övningar och demonstrationer.

Tiden för inläsning av litteraturen varierade mycket mellan deltagarna beroende på förkunskaper, tillgång på tid m.m. De som tidigare icke läst något eller endast läst en ringa del av litteraturen hade fått ägna minst 3 veckors full arbetstid för att läsa allt och besvara instuderingsfrågorna.

Ett par deltagare från skogssidan hade gärna sett mer litteratur om förhållandena i skogsmark; moränjordar och torvjordar.

Föreläsningar, övningar och demonstrationer. Ett genomgående omdöme är att föreläsningar, övningar och demonstrationer var väl förberedda och att lärarna var bra eller mycket bra. Huvudlärarna dr J.A. Currie och dr K. Smith blev mycket uppskattade. Dr Currie var en utomordentligt god lärare och pedagog. Dr Smith var kanske inte lika briljant som pedagog men hade mycket intressanta och innehållsrika föreläsningar.

Några ansåg att föreläsningarna om teorin för modellering av markventilation var svåra eller av mindre intresse.

Seminarier och litteraturöversikter. Alla utom en deltagare ansåg det värdefullt att hålla ett seminarium eller att skriva och presentera en litteraturöversikt. Några menade att de fått nya idéer och synpunkter på sin egen forskning genom seminariet, andra framhöll värdet av att skriva en uppsats på engelska.

De flesta hade behövt 3-7 arbetsdagar för att förbereda seminariet eller skriva litteraturöversikten.

Ett par deltagare menade att det kanske hade varit fördelaktigt att samla eller gruppera seminarierna. Någon tyckte att det skulle varit värdefullt med opponent till varje seminarium.

Poängsättning. Tilldelningen av poäng för olika delar av kursen ansåg de allra flesta vara väl avvägd. Några menade dock att 3 poäng för litteraturstudierna var för lite, några att seminarier och litteraturöversikter kanske skulle värderats lägre.

Frågan om skriftligt prov vid kursens slut besvarades med nej av alla deltagare. Flera påpekade att ett sådant prov inte hör hemma i en forskarutbildningskurs.

Avslutande synpunkter

En del frågor av generellt intresse vad gäller forskarutbildning har tidigare berörts. Jag skall här ta upp och kommentera ett par frågor.

Det har hittills varit sällsynt med nordiska forskarutbildningskurser gemensamma för jordbruks-, trädgårds- och skogssektorn i markvetenskapliga ämnen eller ämnesfält. Erfarenheterna från markluftskursen har gjort mig övertygad om att det skulle vara värdefullt att få fram liknande kurser i andra ämnen eller kring andra teman. Jag tror att utvecklingen av markvetenskaplig forskning i Norden skulle befrämjas om ett antal gemensamma forskarutbildningskurser successivt kunde byggas upp och sedan återkomma med jämna tidsintervall t.ex. vart fjärde eller vart femte år.

Vi valde att förlägga markluftskursen till Institutionen för markvetenskap framför att hålla den på en kursgård eller liknande. De viktigaste skälen var att utrustning för övningar och demonstrationer bara delvis kunde flyttas från institutionen och att annan befintlig utrustning och laboratorier kunde vara av intresse för många deltagare. Min uppfattning är att de flesta deltagare satte stort värde på att kursen kunde hållas vid institutionen. Det gav möjligheter till information om faciliteter och verksamhet vid institutionen och till kontakter med andra forskare, som icke deltog eller medverkade i kursen. Det kan emellertid ha bidragit till att i viss mån begränsa samtal och diskussioner mellan deltagare och lärare. Det gäller speciellt för dem som icke bodde på Sunnersta herrgård, där flertalet deltagare och de två huvudlärarna var in kvarterade.

Ett problem med gemensamma nordiska kurser är språket. I detta fall var engel-

ska enda alternativet eftersom huvudlärarna talade det. Kursdeltagarna behärskade också engelska bra eller mycket bra. Men några var hämmade vid frågor och i diskussioner, speciellt under den första veckan. I kurser med enbart nordiska lärare och deltagare ligger det närmast till hands att, liksom vid kongresser och seminarier inom NJF, kommunicera på skandinaviska. Flera gemensamma kurser skulle öka möjligheterna till övning i det avseendet.

Till sist skall sägas att det för verksamheten vid den egna avdelningen varit stimulerande och givande att arrangera och genomföra markluftskursen.

SVERIGES LANTBRUKSUNIVERSITET
Institutionen för marklära
Nordisk forskarutbildningskurs om
markluften

DELTAGARFÖRTECKNING

Bengtsson, Ingemar	Inst. för lantbruks- teknik SLU	Box 66	230 53 ALNARP SVERIGE
Djurhuus, Jørgen	Inst. för jordbear- bejdning och jord- fysik, Statens Mark- forsøg	Siltoftvej 2	DK-6280 HØJER DANMARK
Ericson, Lars	Norra jordbruksför- söksdistriktet	Box 5097	900 05 UMEÅ SVERIGE
Finér, Leena	Finnish Forest Res. inst. Metsäntutkimuslaitos Joensuun tutkimusasema	PL 68	801 01 JOENSUU FINLAND
Gajdos, Ruzena	Trädgårdsvetenskap SLU	Box 55	230 53 ALNARP SVERIGE
Gimmi, Thomas	IWHF/Bodenphysik ETH Zürich	ETH Zentrum No.F435	CH-8092 ZÜRICH SCHWEIZ
Gustafsson, Eva-Lou	Avd. för hydroteknik SLU	Box 7014	750 07 UPPSALA SVERIGE
Hansson, Lotta	Inst. för ekologi och miljövard SLU		750 07 UPPSALA SVERIGE
Haraldsen, Trond	Statens forsknings- stasjon Holt SF Holt	Boks 100	9001 TROMSØ NORGE
Ivarsson, Kjell	Avd. för växt- närläring SLU	Box 7014	750 07 UPPSALA SVERIGE
Karlsson, Ingrid	Avd. för hydroteknik SLU	Box 7014	750 07 UPPSALA SVERIGE
Lindström, Jan	Avd. för hydroteknik SLU	Box 7014	750 07 UPPSALA SVERIGE
Lippu, Jukka	Dept. of silviculture University of Hel- sinki	Maaunintie 19 c 17	01450 VANTAA FINLAND
Lundmark-Thelin, Anita	Inst. för Skoglig marklära SLU	Box 7001	750 07 UPPSALA SVERIGE
Maag, Michael	Statens Planteavl laboratorium	Lottenborgvej 24	DK-2800 LYNGBY DANMARK
Magnusson, Tord	Inst. för skoglig ståndortslära SLU		901 83 UMEÅ SVERIGE

McAfee, Mary	Avd. för hydroteknik SLU	Box 7014	750 07 UPPSALA SVERIGE
Nilsson, Mats	Inst. för skoglig ståndortslära SLU		901 83 UMEÅ SVERIGE
Nilsson, Torbjörn	Inst. för skoglig marklära SLU	Box 7001	750 07 UPPSALA SVERIGE
Ritari, Aulis	Skogsforsknings- institutet	Eteläranta 55	963 00 ROVANIEMI FINLAND
Saarinen, Juha	Agric. Res. Centre Inst. Soil Science		316 00 JOKIOINEN FINLAND
Simojoki, Asko	Inst. för agrikultur- kemi, Helsingfors universitet		00710 HELSINGFORS FINLAND
Zagal, Erik	Avd. för växt- näringlära SLU	Box 7014	750 07 UPPSALA SVERIGE

Literature List1. The Soil as a Physical System

The soil as a medium for root growth
from: Plant Root Systems (147-157). R. Scott Russell. McGraw-Hill, London. 1977

The influence of porosity on aeration
Measuring soil aeration
from: Physical Edaphology (370-375). S.A. Taylor. Freeman, San Francisco. 1972

Porosity
Vomocil, J. from: Methods of Soil Analysis. Part 1 (299-314). C.A. Black (ed).
Agronomy 9. ASA, Madison. 1965

Soil as a disperse three-phase system
Volume and mass relationships of soil constituents
from: Fundamentals of Soil Physics (8-14). D. Hillel. Academic Press, N.Y. 1980

Några begrepp och beteckningar med tillhörande definitioner och förklaringar.
from: Andersson, S. & Wiklert, P. 1970. MFU XX. Grundförbättring 23, 1-76.

Om sambandet mellan porstorleksfördelningen och h_t funktionen
from: Andersson, S. 1962. M.F.U. XIII (59-65)

Matjordens volymsförändringar framställda i ett tidsdiagram
from: Andersson, S. 1961. M.F.U. XII (205-213)

Skiss till ett allmänt mönster för matjordens struktur och strukturförändringar
under året. from: Andersson, S. & Håkansson, I. 1966. M.F.U. XVI (220-223)

Tillage effects on soil aeration

Erickson, A.E. from: Predicting Tillage Effects on Soil Physical Properties
and Processes. (91-100). ASA, SSSA monograph, Madison. 1982

The influence of cultivation methods on the aeration of soil
Dechnik, I., Lipiec, J. & Stepniewski, W. 1975. Polish J. Soil Sci. VIII, 1 83-89.

Oxygen concentrations in a clay soil after ploughing or direct drilling
Dowell, R.J., Crees, R., Burford, J.R. & Canell, R.Q. 1979. J. Soil Sci. 30, 2
239-245.

The atmosphere of the soil: its composition and the causes of variation
Russell, E.J. & Appleyard, A. 1915. J. Agric. Sci. 30, 437-462.

The soil atmosphere
from: Soil Conditions and Plant Growth (409-419). E.W. Russell. 10th Ed.
Longmans, London. 1973.

Soil air composition
from: Soil Aeration and its Role for Plants (178-181). Glinski, J & Stepniewski,
W. CRC Press, Florida. 1983.

Composition of soil atmosphere
Van Bavel, C.H. from: Methods of Soil Analysis (315-318) C. Black (ed.),
Agronomy 9, Madison. 1965

Distribution of carbon dioxide in the aqueous phase of aerobic soils.
Greenwood, D.J. 1970. J. Soil Sci. 21, 2 314-329.

Die Beziehungen zwischen der Konzentration, dem Partialdruck und der Löslichkeit von Gasen.

from: Flühler, J. 1973. Sauerstoffdiffusion im Boden. Schw.Ans. f.d. forstl. Versuchsw. Mitt. 49, 2 141-148.

Further Reading

The effect of irrigation and increased mineral fertilization on aeration status of a cultivated soil.

Stepniweski, W. 1977. Zesz. Probl. Postepow Nauk Roln. 197, 203.

Soil atmosphere studies in relation to compaction.

Kavanagh, T & Jelley, R.M. Proc. 4th Int. Turfgrass Res. Conf. 1981. 181-188.

Furrow and trickle irrigation: effects on soil oxygen and ethylene and tomato yield.

Meek, B.D., Ehlig, C.F., Stolzy, L.H. & Graham, L.E. 1983. Soil Sci. Soc. Am. J. 47, 631-635.

Redox potential, oxygen diffusion rate and soil gas composition in relation to water table levels in two soils.

Callebaut, F., Gabriels, D., Minjauw, W. & DE Boodt, M. 1982. Soil Science 134, 3 149-156.

Soil aeration response to a fluctuated water table.

Tondreau, J.E., Willardson, L.S., Meek, B.D. & Grass, L.B. 1977. 3rd Int. Drainage Symposium. ASAE Publ. 1:77. 130-134.

2. Gas Transport in soil

Soil air and aeration

from: Fundamentals of Soil Physics (265-277). D. Hillel. Academic Press, New York. 1980.

Soil aeration

Smith, K.A. 1977. Soil Sci. 123, 5, 284-291.

Gas transport in the soil environment

from: Soil Aeration and its Role for Plants (39-58). J. Glinski & W Stepniewski. CRC Press, Florida. 1983.

Gaseous diffusion in the aeration of aggregated soil

Currie, J.A. 1961. Soil Sci. 92:1 40-45.

Diffusion within soil microstructure. A structural parameter for soils

Currie, J.A. 1965. J. Soil Sci. 16:2 279-289.

Porosity, gas diffusion and pore complexity in dry soil crumbs

Currie, J.A. 1979. J. Soil Sci. 40, 441-452.

Gas diffusion through soil crumbs: the effects of wetting and swelling

Currie, J.A. 1983. J. Soil Sci. 34, 217-232.

A soil aeration theory based on diffusion

van Bavel, C.H.M. 1951. Soil Sci. 72:1, 33-46.

Gaseous diffusion and porosity in porous media

van Bavel, C.H.M. 1952. Soil Sci. 73:2, 91-104.

Diffusion in aggregated porous media

Millington, R.J. & Shearer, R.C. 1971. Soil Sci. 111:6, 372-378.

The influence of soil structure and air content on gas diffusion in soils.

Bakker, J.W. & Hidding, A.P. 1970. Neth. J. agric. Sci. 18, 37-48.

Experimentella undersökningar av gas transport genom jordartsfraktioner och naturliga jordar

from: Edling, P. 1973. Några aspekter på jordluften - dess volym och omsättningsmöjligheter. Lic. avh. i Lantbrukets Hydroteknik, S.L.U.

(Diffusion) Theory and equipment

Letey, J. & Stolzy, L.H. 1964. Hilgardia 35, 545-554.

Methods and apparatus for measuring air permeability of the soil

van Groenewoud, H. 1968. Soil Sci. 104:4, 275-279.

A field method for determining air permeability in soil

Green, R.D. & Fordham, S.J. 1975.

from: Soil Physical Conditions and Crop Growth. MAFF Tech. Bull. 29, 273-288.

Measurement of air and water permeability of soils

Brooks, R.H. & Reeve, R.C. 1959. Transactions ASAE 2, 125-128.

Oxygen flux measurements in unsaturated soils

Rankin, J.M. & Sumner, M.C. 1978. Soil Sci. Soc. Amer. J. 42, 869-873.

Effects of bulk density, aggregate size and soil water suction on oxygen diffusion, redox potentials and elongation of corn roots.

Grable, A.R. & Siemer, E.G. 1968. Soil Sci. Soc. Amer. Proc. 32:2, 180-186.

Soil aeration response to draining intensity in basin peat

Lees, J.C. 1972. Forestry 45:2, 135-143

The measurement of oxygen flux in two woodland soils

Whale, D.M. 1982. *Plant and Soil* 68, 353-359.

The simulation of gaseous diffusion in soils

Radford, P.J. & Greenwood, D.J. 1970. *J. Soil Sci.* 21:2, 304-313.

Mathematical models on diffusion of oxygen to and within plant roots, with special emphasis on effects of soil-root contact.

van Noordwijk, M. & de Willigen, P. 1984. *Plant and Soil* 77, 233-241.

Oxygen diffusion in the soil-plant system. 1. A model.

Luxmoore, R.J., Stolzy, L.H. & Letey, J. 1970. *Agron. J.* 62, 317-322.

3. Oxygen consumption and carbon dioxide production in soil

Soil respiration

from: Introduction to the Principles and Practice of Soil Science. R.E. White. Blackwell Scientific Publications, 1979.

Soil respiration

Currie, J.C. 1975. from: Soil Physical Conditions and Crop Growth. MAFF Tech. Bulletin 29, HMSO London.

Alleviating aeration stresses

Cannell, R.Q. & Jackson, M.B.

from: Modifying the Root Environment to Reduce Crop Stress. G.F. Arkin & H.M. Taylor (eds). ASAE Monog. 4, Michigan, 1981.

Oxygen uptake and respiratory quotient of field soil cores in relation to their air-filled pore space

Bridge, B.J. & Rixon, A.J. 1976. J. Soil Sci. 27:3, 279-286.

A comparison of methods to measure soil respiration

de Jong, E., Redmann, R.E. & Ripley, E.A. 1979. Soil Science 127:5, 300-306.

A moving chamber design for measuring soil respiration rates

Edwards, N.T. 1974. Oikos 25, 97-101.

Soil aeration as affected by slope position and vegetative cover

de Jong, E. 1981. Soil Science 131:1, 34-43.

Effect of soil compaction and moisture content on biological activity, nitrogen fixation and composition of soil air

Landina, M.M. & Klevenskaya, I.L. 1984. Soviet Soil Science 16:3, 46-54.

Respiration in cropped and fallow soil

Pritchard, D.T. & Brown, N.J. 1979. J. Agric. Sci. Camb. 92, 45-51.

Soil aeration and Sitka seedling growth in peat

Lees, J.C. 1972. J. Ecol. 60, 343-349.

Soil respiration in a mixed grassland ecosystem

Redmann, R.E. 1978. Canadian J. Soil Sci. 58:2, 119-124.

Soil respiratory activity and organic matter depletion in an arid Nevada soil

Lyda, S.D. & Robinson, G.D. 1969. Soil Sci. Soc. Amer. Proc. 33:1, 92-94.

Soil respiration in a winter wheat ecosystem

Buyanovsky, G.A., Wagner, G.H. & Gantzer, C.J. 1986. Soil Sci. Soc. Am. J. 50, 338-343.

Dynamics of CO₂ liberation from peat soil under various uses

Belkovskiy, V.I. & Reshetnik, A.P. 1981. Soviet Soil Sci. 13:3, 56-60.

Respiration of decomposing leaf litter in relation to temperature and moisture. Microbial decomposition of tree and shrub leaf litter.

Howard, P.J.A. & Howard, D.M. 1979. Oikos 33 457-4 0.

The oxygen requirement of crop roots and soils under near field conditions

Brown, N.J., Fountaine, E.R. & Holden, M.R. 1965. J. Agric. Sci. 64, 195-203.

Respiratory transition during seed germination

Yentur, S. & Leopold, A.C. 1976. Plant Physiol. 57, 274-279.

Diurnal variation in root respiration

Huck, M.G., Hageman, R.H. & Hanson, J.B. 1962. Plant Physiol. 37, 371-378.

4. Soil air and chemical processes

Nitrogen and sulphur economy of soils

from: The Nature and Properties of Soils. N.C. Brady. Macmillan, New York, 1974.

Anaerobic processes in soil

Tiedje, J.M., Sexstone, A.J., Parkin, T.B., Revbech, N.P. & Shelton, D.R. 1984
Plant and Soil 76, 197-211.

Some effects of anaerobic conditions in the soil

from: Plant Root Systems. R. Scott Russell. McGraw-Hill, London. 1977.

Effects of poor soil aeration on root and microbial activity

from: Introduction to the Principles and Practice of Soil Science. R.E. White.
Blackwell Scientific Publications, 1979.

Field-measured nitrous oxide concentrations, redox potentials, oxygen diffusion rates and oxygen partial pressures in relation to denitrification

Flühler, H., Ardakani, M.S., Szuszkiewicz, T.E. & Stoltzy, L.H. 1976. Soil Sci. 122:2, 107-114.

Field studies of the soil atmosphere.

1. Relationships between ethylene, oxygen, soil moisture content and temperature.
Smith, K.A. & Dowell, R.J.
2. Occurrence of nitrous oxide.
Dowdell, R.J. & Smith, K.A. 1974. J. Soil Sci. 25:2, 217-237.

A model of the extent of anaerobic zones in aggregated soils and its potential application to estimates of denitrification.

Smith, K.A. 1980. J. Soil Sci. 31, 263-277.

Further Reading

Biological and chemical processes related to soil air

from: Soil Aeration and its Role for Plants. J. Glinski & W. Stepniowski.
CRC Press, Florida, 1983.

Nitrification and nitrate dissimilation in soil II. Effect of oxygen concentration
Greenwood, D.J. 1962. Plant Soil 17, 378-.

Controls on Mn, Fe, Co, Ni, Cu & Zn concentrations in soils and water. The significant role of hydrous Mn and Fe oxides.

Jenne, E.A. 1968. Adv. Chem. Ser. 73, 337-.

The effect of flooding and aeration on the mobility of certain trace elements in soils.

Ng Siew Kee & Bloomfield, C. 1962. Plant Soil 16, 108-.

Effect of alternate aerobic and anaerobic conditions on redox potential, organic matter decomposition and nitrogen loss in a flooded soil.

Reddy, K.R. & Patrick, W.W. 1975. Soil Biol. Biochem. 7, 82-.

5. Soil air, soil microorganisms, soil fauna

The general ecology of the soil population

from: Soil Conditions and Plant Growth. 10th Ed. E.W. Russell. Longmans, London, 1973. (214-225).

Effects of rhizosphere microorganisms

from: The Plant Root and its Environment. E.W. Carson (ed). University Press of Virginia, 1974. (185-194).

Ineffectiveness of ethylene as a regulator of soil microbial activity

Smith, K.A. 1978. Soil Biol. Biochem. 10, 269-272.

Implications of ethylene production by bacteria for biological balance of soil

Smith, A.M. & Cook, R.J. 1974. Nature 252, 703-705.

Fungal growth rate and the formation of ethylene in soil

Lynch, J.M. & Harper, S.H.T. 1974. J. Gen. Microbiol. 85, 91-96.

Observations on earthworm channels and infiltration on tilled and untilled loess soil.

Ehlers, W. 1975. Soil Sci. 119:3, 242-249.

Microbial activity in relation to soil water and soil aeration

Clark, F.E. & Kemper, W.D. from: Irrigation of Arable Lands. R.M. Hagan, H.R. Haise & T.W. Edminster (eds). Agronomy 9, ASAE Monog., Wisconsin, 1967.

6. Plant reactions to poor ventilation

- Interrelations of soil properties, soil aeration and plant growth
Grable, A.R. 1966. from: *Avd. Agron.* 18, Academic Press, Michigan
- Response of plants to anaerobic soils
Lyda, S.D. 1981. from: *Modifying the Root Environment to Reduce Crop Stress.* G.F. Arkin & H.M. Taylor (eds) ASAE Monog. 4, Michigan, 1981
- Response of plants to waterlogging and anaerobic soil conditions
ARC Letcombe Laboratory Ann. Rep. 1976
- Plant response to poorly aerated soil conditions
Cannell, R.Q. & Jackson, M.B. 1981. from: *Modifying the Root Environment to Reduce Crop Stress.*
- Root responses to the soil atmosphere
Stolzy, L.H. 1974. from: *The Plant Root and its Environment.* E.W. Carson (ed). University Press of Virginia, Charlottesville, 1974.
- Response of agricultural crops to flooding, depth of watertable and soil gaseous composition
Williamson, R.E. & Kitz, G.J. 1970. *Transactions of the ASAE*, 19701
- Current research on soil environment and root growth at A.R.C. Letcombe Laboratory.
Cannell, R.Q. 1975. from: *Soil Physical Conditions and Crop Growth.* MAFF Tech. Bulletin 29, HMSO, London.
- Effect of waterlogging on the growth, grain and straw yield of wheat, barley and oats.
Watson, E.R., Lapins, P. & Barron, R.J.W. 1976. *Austral. J. Exp. Agr. Anim. Hus.* 16, 114-122.
- Interactive effects of carbon dioxide and oxygen in soil on root and top growth of barley and peas.
Gneisler, G. 1967. *Plant Physiol.* 42, 305-307.
- Variations among woody angiosperms in response to flooding
Pereira, J.S. & Kozlowski, T.T. 1977. *Physiol. Plant.* 41, 184-192.
- The tolerance of tree roots to waterlogging:
 - I. Survival of Sitka spruce and Lodgepole pine. Coutts, M.P. & Philipson, J.J.
 - II. Adaptation of Sitka spruce and Lodgepole pine to waterlogged soil.
 - III. Oxygen transport in Lodgepole pine and Sitka spruce roots of primary structure. Philipson, J.J. & Coutts, M.P. 1978. *New Phytol.* 80, 63-69, 71-77, 341-349.
- Oxygen deficiency as a cause of disease in plants
Bergman, H.F. 1959. *Bot.Rev.* 25:3, 420-430, 436-452.

Study Questions to Literature for a Post-graduate Course on Soil AerationSection 1. The Soil as a Physical System

1. What is the relative importance of pore size, pore frequency and pore stability for soil aeration?
2. What structure and porosity differences would you expect between a soil which has long been under grass and one which has been ploughed annually for many years?
3. What physical characteristics of a soil determine its air-filled porosity?
4. What significance has soil porosity for soil air transport processes?
5. Sketch the relationship you would expect to find between relative diffusion in a soil and i) its air-filled porosity, ii) its water content.
6. How can air-filled porosity be measured in a soil?
7. How is the pore system of a soil described? Which of these parameters best indicates a soil's aeration conditions?
8. How does air-filled porosity of a soil vary during the year? To what are these fluctuations due?
9. Describe the significance of pore tortuosity for physical processes in soil.
10. How does soil air composition differ from atmospheric?
11. What factors determine soil air composition?
12. What methods can be used to measure soil air composition?
13. How do solubilities of CO₂ and O₂ in the soil aqueous phase differ from each other? Has this any significance for crop growth in aerobic or anaerobic soil?

Section 2. Gas Transport in Soil

1. What are the main transport mechanisms for air between the atmosphere and the soil air phase? What is the relative importance of these mechanisms?
2. What is the main driving force in the process of i) diffusion, ii) convection?
3. Write simple equations to illustrate the relationships in Question 2.
4. What is the significance of aggregate size for degree of anaerobiosis in a soil?
5. What factors determine the air permeability of a soil? Give the range of values you would expect for this parameter in different soils.
6. What effects have the different stages of soil wetting on its diffusion coefficient?
7. What is meant by 'soil activity'? How does it affect partial pressure of soil gases?
8. What is the nature of the relationship between D/D_0 and air-filled porosity?
9. What range of experimental values of D/D_0 would you expect in the following - disturbed dry material, disturbed wet material, natural soil?
10. How can diffusion rate in soil samples be measured?

11. Describe a method to measure air permeability of soil. What range of values might one expect with this method?
12. What is the relationship between redox potential and i) oxygen concentration, ii) air-filled porosity of soil?
13. What is meant by ODR? How can it be measured in soil? How useful is it as a soil aeration indicator?
14. Note the application of computer simulation techniques to diffusion theory for a soil.

Section 3. O₂ Consumption and CO₂ Production in Soil

1. Give an equation expressing the effect of temperature on respiration rate, R. How does R vary with season and during the day?
2. What factors determine the oxygen deficit occurring at any depth in a soil?. How can this relationship be expressed mathematically?
3. What range of O₂ consumption values might one expect in an arable soil during the year?
4. What is the O₂ concentration of the soil aqueous phase in equilibrium with atmospheric air?
5. What is the nature of the relationship between O₂ uptake and air-filled porosity of a soil?
6. Describe the principles involved in one method to measure soil respiration.
7. How does composition of air in compacted soil vary from that in loose soil? In a cropped soil from that in a fallow soil?
8. What effect if any has crop species on respiration rate and O₂ requirement in soil?
9. How does respiration rate vary with stage of growth of a crop?

Section 4. Soil Air and Chemical Processes

1. Describe the effects of soil aeration conditions on nitrogen conversion processes.
2. What microbial processes affecting plant growth occur under anaerobic conditions?
3. What factors cause anaerobiosis in soils?
4. List some products of anaerobic metabolism which can act as toxins and describe their effect.
5. Are there positive effects of a period of anaerobiosis in soil?
6. Under what conditions is ethylene produced in soil? What is its significance?
7. What effect has soil aeration status on leaching of nutrients from soil?

Section 5. Soil Air, Microorganisms and Fauna

1. How is the microbial population of a soil distributed within the soil structure?
2. What kinds of organisms would you expect to find in a well-aerated arable soil?
3. How do soil physical properties affect its micro- and macroorganisms

4. How does the microbial population of the rhizosphere differ from that of the soil in general? What factors cause these differences?
5. What effect have rhizosphere microbes on availability of various nutrients to the plant root?
6. Describe current theories on the effect of ethylene on microbial activity in soil.
7. What effects can soil macrofauna have on its air permeability and its air/moisture content?
8. Describe the effects of drying on microbial processes in soil.
9. What effects can microbial activity have on soil structure? How can this factor be exploited by the agronomist?

Section 6. Plant Reactions to Poor Soil Ventilation

1. What factors are involved in the relationship between soil porosity and crop growth?
2. Describe short and long term effects of waterlogging on different aspects of plant physiology and morphology.
3. Describe possible interactions between soil aeration status and plant pathogenic organisms.
4. At what stage of growth is a crop plant most susceptible to anaerobic soil conditions?
5. What interactions are there between waterlogging, soil temperature and damage to crops?
6. What visual indications of lack of oxygen would you expect in a crop stand?
7. Discuss the relative significance of CO_2 buildup and O_2 decrease for causing reductions in crop growth. What are the optimum soil air concentrations of these gases for root growth?
8. Under what soil conditions apart from waterlogging can a crop show signs of poor ventilation?
9. Describe briefly the effects of poor soil ventilation on either i) final yield of two agricultural crops or ii) growth of two tree species.
10. Give examples of plant pathogens which are affected by high or low O_2 concentration in soil.

Essay Topics

for course members who will not hold a seminar on their own research

1. Effect of cultivation factors on soil aeration status.
Effects of ploughing, compaction, crop species, drainage, irrigation etc.
2. The interactions of soil nutrient leaching with soil aeration status
Anaerobic and aerobic chemical processes in soil, microbial activity, moisture content, permeability etc.
3. Effects of poor soil ventilation on crop plants at various stages of development.
4. Any other aspect of soil aeration in agricultural or forest soil which you wish to investigate and discuss.

Students will be expected to present a summary of their essay as a short (15-30 min) seminar for other participants on the course. A copy of the essay should be submitted to Professor W. Johansson before the end of the course.

POST-GRADUATE COURSE ON SOIL AERATION 14-26 September, 1986

VENUES: Mar 1 = Lecture Hall 1, Department of Soil Sciences
 KC 1 = Lecture Hall 1, Klinikcentrum, Vet. högskolan
 KC 3 = Seminar Room 3, Klinikcentrum
 SH = Seminar Room, Sunnersta Herrgård

Venue	Date	Time	Topic	Lecturer
Mar 1	Mon 15	9.00- 9.30	INTRODUCTION TO COURSE	W. Johansson
"	"	10.00-11.30	Determining & describing the pore system	L. Persson
"	"	12.30-14.00	Influence of external factors on the pore system	I. Håkansson
Lab.	"	14.30-16.00	Water:air relationships in pores during drainage	L. Persson
Mar 1	"	16.00-16.30	Influence of the pore system on root development (seminar)	E. Gustafsson
Mar 1	Tue 16	9.00-10.15	Diffusion of gases - general	J. Currie
"	"	10.30-11.30	Apparatus to model diffusion.	S. Andersson
Lab.	"	12.30-14.00	Gas transport in porous media	L. Persson
Mar 1	"	14.30-16.30	Diffusion in porous materials, incl. soil	J. Currie
SH	"	19.00-20.00	Discussion, essay 1 (cultivation:aeration)	
Mar 1	Wed 17	9.00-10.15	Diffusion within the structural unit	J. Currie
"	"	10.30-11.30	Lab./field demonstration of equipment to measure aeration parameters	J. Lindström M. McAfee
Mar 1	"	12.30-14.00	Other mechanisms causing gas exchange	J. Currie
"	"	14.30-16.30	Lab./field demonstrations (continuation)	J.L., M.M.
SH	"	19.00-20.00	Heat, moisture & gas exchange in forest soils (seminar)	A. Ritaris
"	"	"	ODR and redox potential in pot expts (seminar)	J. Saarinen
Mar 1	Thu 18	9.00-10.15	Soil respiration	J. Currie
"	"	10.30-11.30	Presentation of results from field trials	B. Jonsson
"	"	12.30-14.00	Presentation of results from field trials	J. Lindström
"	"	14.30-16.30	Measurements in the Silsoe respirometers	J. Currie
Mar 1	Fri 19	9.00-10.15	Measurements in Rothamstead respirometers	J. Currie
"	"	10.30-11.30	Introduction to modelling soil aeration	M. Collin
"	"	12.30-14.00	Modelling soil aeration	M. Collin
"	"	14.30-16.30	Silsoe & Rothamstead respirometers Slides	J. Currie

Venue	Date	Time	Topic	Lecturer
KC 1	Mon 22	9.00-10.15	General introduction effects of soil aeration on chemical processes	K. Smith
"		10.30-11.30	Predicting O ₂ and CO ₂ content of soil by solving the diffusion equation	J. Currie
"		12.30-14.00	Denitrification 1	K. Smith
		14.30-16.30	Denitrification 2	K. Smith
SH		19.00-20.00	Soil air in forest stands (seminar)	T. Magnusson
			Soil measurement of <u>in situ</u> denitrific.	M. Maag
Mar 1	Tue 23	9.00-11.30	Computer simulation of soil aeration under non-steady state conditions (practical)	J. Currie
"		12.30-14.00	Modelling of anaerobic processes 1	K. Smith
		14.30-16.30	Modelling of anaerobic processes 2	K. Smith
KC 3	Wed 24	9.00-10.15	Effects on plant growth of low O ₂ and high CO ₂	K. Smith
		10.30-11.30	Discussion, essay 3 (aeration:plant growth)	
		12.30-14.00	Effect of poor ventilation on soil fauna	J. Schnürer
		14.30-16.30	Acclimatization of seedlings after planting (seminar)	J. Lippu
			Discussion, essay 2 (aeration:leaching)	
Mar 1	Thu 25	9.00-10.15	Effects of ethylene on plant growth 1	K. Smith
		10.30-11.30	Effects of ethylene on plant growth 2	K. Smith
"		12.30-14.00	Effects of volatile organic acids and other organic compounds on plant growth	K. Smith
"		14.30-16.30	Soil air as a factor for growth (seminar)	A. Simojoki
			Discussion, essay 4 (aeration problems)	
Mar 1	Fri 26	9.00-11.30	Aeration problems in Agriculture & Forestry Future research and practical problems	
"			Open discussion with Drs. Currie and Smith	
Mar 1		12.30-	Course closing: final session	W. Johansson

SOIL AERATION

Schedule of lectures by J.A.Currie.

Lecture 1.

Diffusion of gases - General

Effect of molecular size (Graham's Experiment), temperature, pressure.

Kinetic theory.

Mutual diffusion in gas pairs - some implications and hence some assumptions.

Fick's Law - the transport equation.

Second order equation - derived from Fick's Law.

Diffusion in porous materials:

The expected effects of porosity, path length, pore continuity - theoretical considerations (Black Box Approach)
Some empirical derivations.

Lecture 2.

Diffusion in porous materials, including soils:

Historical. a review of some early findings and conclusions.
Measurement - attempts to isolate the effects on diffusion of individual soil variables.

1. Dry materials. The effect of porosity. The effect of particle (and hence pore) shape. Predicting the effects of pore shape.
2. Wet materials. Measuring the interaction of water and structure.
 1. Unimodal pore-size distribution.
 - ii. Bimodal pore-size distribution.
3. The effect of swelling.
4. The effect of compaction - the interaction with wetting.

Lecture 3.

Diffusion within the structural unit (Ped, crumb, etc.)

Relevance in the Field.

Measurement:

- i Direct ?
- ii Indirect. Theory, hence practice.

Results

- i Effects of management.
- ii Effects of organic matter.
- iii Effects of depth.
- iv Effects of texture.
- v Effects of pore size

Lecture 4.

Other mechanisms causing gas exchange.

Temperature

Pressure

Wind

Rain

Transpiration

Lecture 5.

Soil Respiration

1. A general introduction
2. Methods of measuring soil respiration with special reference to their limitations in terms of soil aeration.
 - a. Laboratory measurements
 - b. Field measurements

Lecture 6.

Measurements in the Silsoe (NIAE) respirometers.

1. The equipment
2. Measured oxygen requirements
3. Measured carbon dioxide evolution
4. The respiratory quotient
5. The effect of temperature and stage of growth in a crop.

Lecture 7.

Measurements in the Rothamsted respirometers.

1. The equipment
2. Oxygen requirements
3. Carbon dioxide evolution
4. The effect of crop growth and watering
5. Effect of temperature: a detailed analysis of the breakdown of organic matter in an uncropped soil
6. Half life, and the degradable fraction of the total organic matter.

Lecture 8.

Predicting the oxygen and carbon dioxide contents of the soil by solving the diffusion equation

1. within the soil profile
2. within the soil aggregate

Possible additional lecture or practical session:

Computer simulation of soil aeration under non-steady state conditions

1. In the soil, in response to diurnal temperature variations
2. In diffusion measurements where exact solutions of the diffusion equation are not available.

Slides of the Silsoe and Rothamsted respirometers.

COURSE ON SOIL AERATION, UPPSALA, SEPTEMBER 1986

DRAFT SYNOPSIS OF LECTURES BY K.A.SMITH

Lecture 1.

General introduction to effects of soil aeration on chemical processes:

- redox potential
- pH
- transformations of N: denitrification, nitrification, mineralisation, biological N fixation
- transformations of S, Mn, Fe
- production of physiologically active and phytotoxic substances

Lectures 2,3.

Denitrification:

- experimental methods (use of ^{15}N , gas chromatography, acetylene inhibition of N_2O reduction)
- field and laboratory studies
- problems of spatial variability
- environmental and agricultural significance

Lectures 4,5.

Modelling of anaerobic processes:

- anaerobic zones in aggregated soil
- anaerobic zones in non-aggregated soil
- application to estimates of denitrification
- application to estimates of production of other anaerobic metabolites

Lecture 6.

Effects on plant growth of low O_2 and high CO_2 :

- germination
- seedling growth
- root growth
- crop yield

Lectures 7,8.

Effects of ethylene on plant growth:

- review of physiological effects
- mechanism of formation
- effects on root growth
- field studies: experimental methods, results
- sensitivity of different species to ethylene
- role in inhibition of biological N fixation

Lecture 9.

Effects of volatile organic acids and other organic compounds on plant growth:

- effects on seedling germination
- effects on root growth
- significance for management practices

NORDIC POSTGRADUATE COURSE ON SOIL AERATION

COURSE EVALUATION

Name: _____

Education: _____

Please give your opinion of the various parts of the course.

General views

What is your overall opinion of the course (timetable, time devoted to the various topics, organization, etc.)

Has the course had any significance for your own research project or future work?

Has the course lived up to your expectations?

The aim was to provide an interdisciplinary and inter-Nordic course. Give your views on this.

Other comments:

Literature

How relevant do you estimate the course literature to be for your future research?

Which topic (topics) in the literature were most interesting/relevant for your work? Give the topic number(s)/name(s).

Would you have preferred a single course book (Glinski & Stepniewski, 1983. Soil Aeration and its Role for Plants) to collected research papers?

Review of the literature provided and answer study questions was intended to be 3 weeks work. In this case, were there too many or too few questions?

Has preparation of the study questions helped you to gain more from the lectures and practicals?

How much time (days) have you devoted to the literature and study questions?

Other comments:

Lectures, practicals and demonstrations

Give your comments/criticism of the lectures/practicals given by the various speakers. (Topics covered, omissions, clarity, interest):

Dr J.A. Currie (lectures, practical)

Dr K. Smith (lectures)

Mr L. Persson (lectures, practical)

Dr I. Håkansson (lecture)

Prof. S. Andersson (demonstration)

Mr B. Jonsson (lecture)

Mr J. Lindström (lecture, demonstration)

Mrs M. McAfee (demonstration)

Mrs M. Collin (lectures)

Dr J. Schnürer (lecture)

Other comments:

Seminars/Essays

(Say which you were responsible for)

Has it been worthwhile for you to present a seminar on your own research/
research a topic in the literature?

How much time did you devote to preparing your seminar/essay?

Other comments:

Course Credits

What is your opinion of the credit evaluation of the different parts of the
course: 3 credits for the literature, 2 for the lecture weeks and 1 for the
seminar/essay (1 credit represents 1 weeks work)

Would you have preferred a written examination at the end of the course?

Other comments:

Research in Scandinavia

Has the course brought you into contact with people working in the same field of research as yourself in other Nordic countries?

Would you have preferred a single discipline course i.e. agriculture, horticulture or forestry? (Give your own discipline)

How did you make contact with others working in similar areas, by seminars/demonstrations or informally?