

RELATIE GRONDGEBRUIK,
GRONDBEWERKING, BODEMSTRUCTUUR
Verslag studiereis voorjaar 1982
Schotland, Engeland
Ing. L.M. Lumkes.

ORIENTATIE OMTRENT ONDERZOEK EN PRAKTIJK BIJ GRONDGEBRUIK VOOR AKKERBOUWMATIGE
TEELTEN IN SCHOTLAND (EN EEN DEEL VAN ENGELAND), 30 maart - 6 april 1982.

Verslag van een bezoek aan het Scottish Institute of Agricultural Engineering,
aan enkele andere onderzoekinstellingen en van oriëntaties in de praktijk.

Ing. L.M. Lumkes,
Proefstation voor de Akkerbouw en de Groenteteelt in de Vollegrond (PAGV),
Edelhertweg 1, Postbus 430, 8200 AK LELYSTAD, Nederland. Tel. 03200-22714.

April 1982

ISBN 178453



INHOUDSOPGAVE

1. Dankwoord.
2. Doel van de reis.
3. Reiswijze en route. Bezochte instellingen.
4. Enige relevante aspecten van de Schotse landbouw.
5. Organisatorische aspecten van het landbouwkundige onderzoek.
6. Bezoek aan het Scottish Institute of Agricultural Engineering, bij Edinburgh.
7. Bezoek aan het Scottish Crop Research Institute, bij Dundee.
8. Bezoek aan het Norfolk Agricultural Station in Norfolk, Engeland.
9. Indrukken uit de praktijk.
10. Samenvatting en conclusies.
11. Literatuurlijst.

1. DANKWOORD.

Het PAGV doet praktijkonderzoek omtrent "Soil Degradation", dit in het kader van een onderzoeksovereenkomst tussen de Europese Economische Gemeenschap en het Instituut voor Cultuurtechniek en Waterhuishouding (ICW) te Wageningen. Het ICW leidt in dit verband, als partner van Nederlandse zijde, een in 1981 gestarte projectgroep over onderzoek naar fysische bodemdegradatie. Daaraan nemen deel, naast het ICW, het Instituut voor Bodemvruchtbaarheid, de Vakgroep Grondbewerking van de Landbouwhogeschool, en het PAGV. Het onderzoek wordt door de Europese Economische Gemeenschap (EG) gesubsidieerd. De studiereis kon worden gemaakt uit een ander E.G.-fonds, namelijk dankzij de financiële steun van het Directoraat Generaal voor de Landbouw, DG VI/F/4 Coördinatie van Landbouwkundig Onderzoek van de E.G.

Voor beide vormen van steun door de E.G. wordt hierbij dank betuigd.

2. DOEL VAN DE REIS.

Het doel van de reis was een beter inzicht te krijgen in het onderzoek en in de praktijk bij het grondgebruik voor akkerbouwmatige teelten, waarbij de nadruk lag op overleg omtrent het onderzoek omtrent berijding en bodemverdichting op het Scottish Institute of Agricultural Engineering (SIAE), op mogelijkheden tot samenwerking bij onderzoek omtrent bodemverdichting en andere vormen van mogelijke bodemdegradatie en op het gebied van grondbewerking en grondgebruik.

Kenmerkend zijn in Schotland het korte groeiseizoen en de vaak snelle verzadiging van de grond met vocht tot een niveau (pF 2.0) waarbij veldwerk destructief werkt op de bodemstructuur. Met name door het SIAE is veel gepubliceerd over bodemverdichting door berijding. Nadere kennisname van de opzet en uitvoering van dit onderzoek, de meetmethoden en van de resultaten, maar vooral ook van de verdere plannen, werd gewenst geacht.

3. REISWIJZE EN - ROUTE + BEZOCHTE INSTELLINGEN.

Vooraf om een beter inzicht te krijgen omtrent het grondgebruik in de praktijk in de bezochte gebieden, werd de reis gemaakt per auto. Het was het eerste bezoek aan noord-oost Engeland en aan Schotland. Het gunstige voorjaarsweer bracht mee dat grondbewerking, zaaibedbereiding en zaaien, zoals in de praktijk en op proefvelden uitgevoerd, kon worden meegemaakt.

Gereisd werd van Rotterdam naar Hull (Engeland) vice-versa per veerboot. De route liep vervolgens van Edinburgh en omgeving naar Dundee en omgeving, beide in Schotland, naar het beneden Hull in Engeland gelegen gebied Norfolk.

Aan instituten werden bezocht:

- het Scottish Institute of Agricultural Engineering te Penicuik bij Edinburgh.
- het Scottish Crop Research Institute te Invergowrie bij Dundee.
- het Norfolk Agricultural Experimental Station te Morley bij Norwich.

4. ENIGE RELEVANTE ASPECTEN VAN DE SCHOTSE LANDBOUW.

Schotland is als deel van Groot Brittanië, aangesloten bij de Europese Gemeenschap. Binnen het Verenigd Koninkrijk heeft Schotland een zekere zelfstandigheid. Daarbij staat het in binnenlands bestuurlijke zin tot op bepaalde hoogte los van Engeland. Zo heeft Schotland via een regeringscommissaris voor Schotland een eigen bestuur (zie ook hoofdstuk 5) en een eigen munt.

Schotland ligt in het uiterste noorden van Groot-Brittanië. Gewoonlijk zijn de zomers er koel en de winters zacht (de afgelopen winter kwam echter langdurig een luchttemperatuur voor van -20° Celsius en zat op veel plaatsen de vorst een 50 cm diep in de grond). Als regel komt er 's winters geen langdurige bedekking van de grond door sneeuw voor, althans niet in de akkerbouwgebieden. Er valt in Schotland veel regen, vooral aan de westkant (1200 - 1500 mm, aan de oostkant 500 - 600 mm, nabij Edinburgh 860 mm). Ook waait het er vaak krachtig, vooral in het westen en in het noorden.

Schotland is een in grote delen ruig, heuvelachtig land. Landbouw volgens Nederlandse maatstaven is er slechts beperkt mogelijk.

Door de noordelijker ligging dan Nederland, heeft Schotland in de zomer langer daglicht. Het groeiseizoen is er in het algemeen echter niet langer dan zeven maanden. Daarbij wordt het groeiseizoen korter naarmate het land hoger is gelegen. Een vuistregel is dat het groeiseizoen met twaalf dagen wordt bekort voor elke honderd meter die het land boven de zeespiegel ligt. Het totale areaal "landbouwgrond" in Schotland is ongeveer 3 miljoen hectare. De Schotse landbouw varieert van melkveehouderij in het zuidwesten tot het produceren van rundvlees in het noordoosten en van akkerbouw in enkele gebieden aan de oostkant.

Zeker 75 procent van de landbouwgrond in Schotland ligt hoger dan 300 meter boven de zeespiegel en is als gevolg van klimaat en gesteldheid van het terrein (heuvels, bergen, onvoldoende bewortelbaar profiel) slechts in beperkte mate bruikbaar voor de agrarische productie. In die gebieden domineren de schapen (in Schotland 7 - 8 miljoen), naast rundvee voor de slacht ("hillfarming").

Vanaf plm. 150 meter - 300 meter hoog teelt men gerst, haver en gras. Daarbij is het gras dan vooral voor silage. Haver is een vrij onbelangrijk gewas. De grootste omvang aan graan heeft het areaal zomergerst.

Op het laagland tot 120 - 150 meter boven de zeespiegel, teelt men diverse gewassen, voor akkerbouw ondermeer aardappelen en wintertarwe.

Tuinbouw is er langs de rivier de Clyde bij Glasgow aan de westkust, maar in belangrijker omvang aan de oostkant van midden Schotland.

De grondsoort in Schotland varieert van rivierklei langs de rivieren tot zand en zeeklei. Op vele plaatsen is in de heuvels slechts een dun gronddek op de rotsen aanwezig. Veel landbouwgrond is rijk aan stenen. Met name aardappelen worden dan ook veelal geteeld na voorafgaande separatie van stenen op banen tussen de aardappelruggen. Ook bij enkele andere (tuinbouw)gewassen vindt deze aangepaste teelttechniek plaats.

Bij de aardappelteelt heeft men ook in Schotland, vooral op de zwaardere gronden, problemen met grondkluiten. Zowel voor het uitlezen van grondkluiten als voor het verwijderen van nog meegerooide stenen heeft men op de aardappelrooimachine arbeidskrachten nodig.

Het vrij korte groeiseizoen in Schotland, de vele neerslag, en de vaak snelle verzadiging van de grond met vocht tot een niveau (pF 2.0) waarbij veldwerk destructief werkt op de bodemstructuur, beperken voorts de mogelijkheden voor de Schotse boer. Zo is in veel gevallen in de nazomer rond eind september de grond al onberijdbaar, terwijl sommige gewassen pas in september oogstrijp zijn.

De grondwaterstand varieert sterk in Schotland. Veelal echter is de ondergrond eerder te nat dan te droog (krimpen en zwelken kent men er amper). De plantenwortels kunnen als regel altijd over voldoende vocht beschikken. De vrij natte ondergrond geeft een permanent risico van verdichting door berijding die dan moeilijk weer is op te heffen.

Van de akkerbouwgewassen domineert in Schotland de zomergerst met een 430.000 hectare. In hoofdzaak betreft dit het brouwgerstras Golden Promise. Van de zomergerst wordt rond 40 procent verkocht aan mouterijen. Van wintergerst zijn er nog onvoldoende geschikte brouwgerstvariëteiten. De opbrengst van zomergerst ligt in gunstige gevallen op 6500 kg/ha, van wintergerst is dit 7500 kg/ha. De toenemende belangstelling voor wintergerst is echter vooral de oogstspreading. Wintergerst wordt begin augustus geoogst en zomergerst pas begin september. Eind september is het op veel plaatsen al te nat. Wintergerst wordt ook in toenemende mate gebruikt ter vervanging van gras.

Zowel aardappelen als wintertarwe kunnen in Schotland slechts worden geteeld tot een hoogte van 120 - 150 m boven zeespiegel. De wintertarwe

wordt dan vaak geteeld in een rotatie met aardappelen en gras (één of meer jaren gras voor silage). Wintertarwe is in Schotland in verband met de klimatologische omstandigheden niet erg in trek. De oogst is veelal pas begin oktober. Ook bij eventueel nog geschikte weersomstandigheden en bodemstructuur is er dan geen ander gewas meer te zaaien.

Naast de 430.000 hectare zomergerst worden er in Schotland in totaal een kleine 100.000 hectare andere granen geteeld. Het volgende overzicht geeft enkele cijfers over areaal en gemiddelde opbrengst.

Tabel. Areaal en gemiddelde opbrengst granen Schotland, 1979.

Graan	Areaal in ha	Gem. opbrengst kg/ha
zomergerst	430.000	4.400
wintergerst	4.000	6.200
wintertarwe	23.000	5.800
(zomer)haver	37.000	3.800

Aan voedergewassen heeft Schotland een belangrijk areaal, namelijk tenminste ruim 55.000 hectare.

Suikerbieten worden in Schotland niet meer geteeld.

Een belangrijk akkerbouwgewas, in Schotland als tuinbouwgewas beschouwd, is de aardappel. Men teelt er een 33.000 hectare, waarvan rond 21.000 hectare pootaardappelen. Voor de pootgoedteelt is vooral het klimaat aan de oostkust in midden Schotland geschikt. Het is er vrij koud, wat minder kans geeft op ziekten en minder behoefte aan bestrijding, terwijl men een kort groeiseizoen heeft met lange dagen.

Voorals geconcentreerd rond Dundee/Edinburgh aan de oostkust van Schotland, is er een 10.000 hectare groenteteelt, waarnaast er een beperkt areaal is in zacht fruit en in bloembollenteelt met name narcissen (zie ook hoofdstuk 7).

De teelttechniek van akkerbouwgewassen is in vergelijking met die in Nederland weinig revolutionair. Dat geldt voor de grondbewerking en de zaai- en pootbereiding.

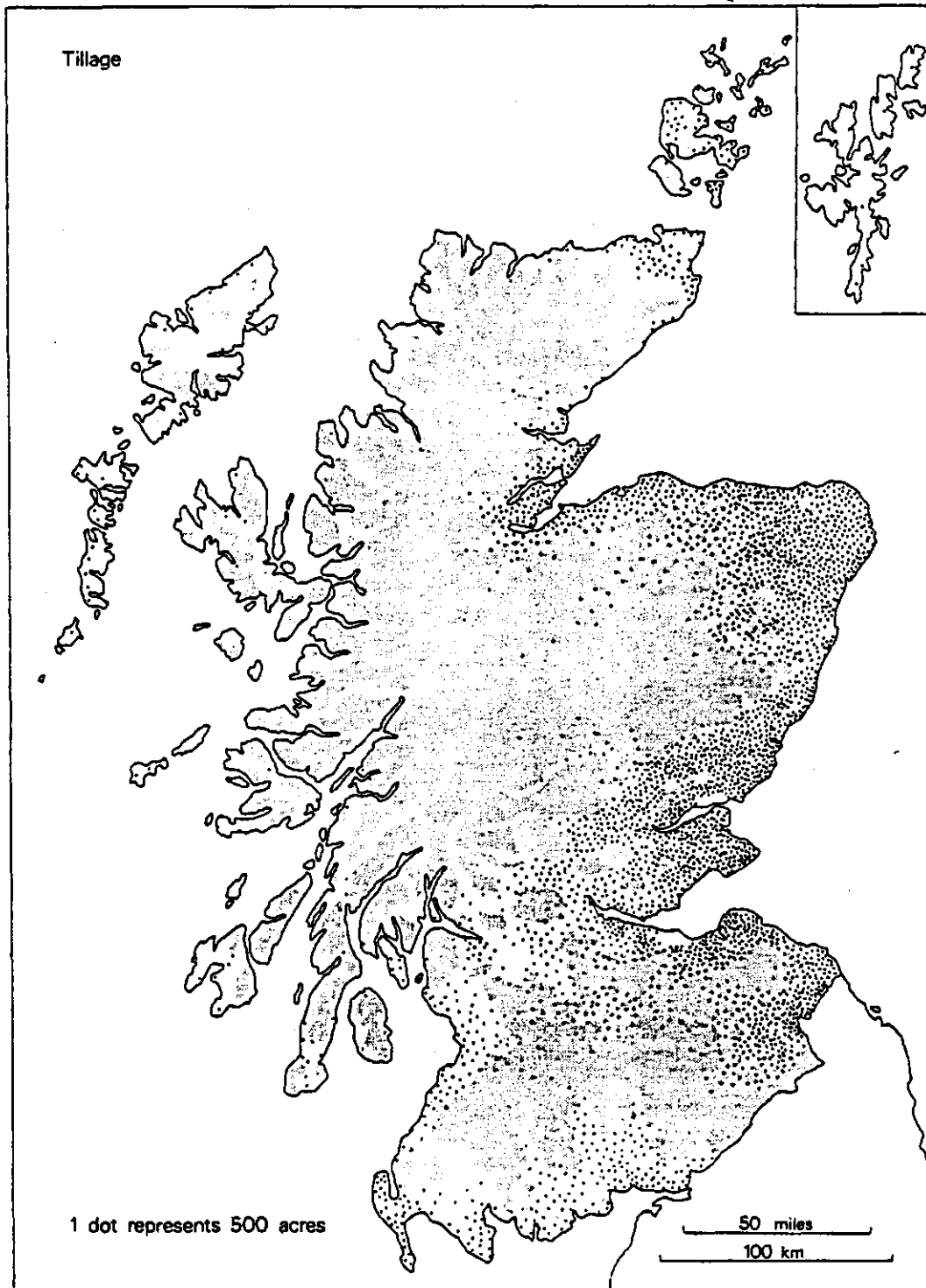
Bij teelt van wintergraan wordt ook in Schotland de vastegrondszaai of minimale grondbewerking gepropagandeerd. Ook voor herinzaai van grasland stimuleert men vastegrondszaai. In de praktijk komt men er echter weinig van tegen.

In Schotland zijn er thans rond 32.000 boeren, waarvan een 13.000 geen volledige dagtaak in de landbouw hebben. Van de overige landbouwbedrijven zijn er een 12.000 die met drie of meer mensen per bedrijf werken, terwijl op een 7.000 bedrijven dit aantal lager ligt.

Drie procent van de 2,2 miljoen Schotten werkt in de landbouw en ook drie procent in de aanverwante handel en industrie.

De gemiddelde bedrijfs grootte van de landbouwbedrijven ligt boven de 100 hectare, vooral de extensieve veehouderijbedrijven zijn echter veel groter.

SCOTLAND



5. ORGANISATORISCHE ASPECTEN VAN HET LANDBOUWKUNDIGE ONDERZOEK.

Zoals reeds in hoofdstuk 4 werd opgemerkt, heeft Schotland binnen het Verenigd Koninkrijk een zekere zelfstandigheid.

In Engeland wordt het landbouwkundige onderzoek voor 55 procent gefinanciërd door het Engelse Ministerie van Landbouw, Visserij en Voedselvoorziening en voor 45 procent door het Engelse Ministerie van Onderwijs en Wetenschappen. Zoals bekend is, wordt het Engelse landbouwkundige onderzoek al een aantal jaren sterk in budget beperkt. Dit heeft onder andere tot gevolg dat reizen, met name naar het buitenland (maar ook naar Schotland), vrijwel niet meer mogelijk zijn.

In Schotland vindt het landsbestuur plaats door een zogeheten Staatssecretaris voor Schotland. Dit Ministerie van de overheid van het Verenigd Koninkrijk verdeelt de overheidsgelden in Schotland en stelt de prioriteiten zelf vast. Onder de Staatssecretaris voor Schotland werkt onder andere een Departement voor Landbouw en Visserij. De Schotse overheidsinstellingen voor landbouwkundig onderzoek worden geheel via dit departement gefinanciërd.

Het Schotse landbouwkundige onderzoek krijgt een hoge prioriteit toegekend en derhalve ruime financiële middelen. Dit valt ook op aan de grote budgetten voor nieuwbouw of uitbreiding van instituten en aan de ruime reisfaciliteiten. Daarbij doet zich dan de merkwaardige situatie voor dat de Schotse onderzoeker amper beperkingen kent om zijn engelse collega te bezoeken.

In Engeland opereert binnen het Ministerie van Landbouw, Visserij en Voedselvoorziening de Landbouw Ontwikkeling - en Voorlichtingsdienst (Agricultural Development and Advisory Service - ADAS). In Schotland is er geen dergelijke ADAS, maar vindt de voorlichting aan de boeren plaats via de Colleges (universiteitsniveau). In Schotland zijn er drie van dergelijke colleges, verspreid over het land. Naast de onderwijsafdelingen hebben deze colleges afdelingen voor voorlichting en doen ze ook enig praktijkonderzoek. De onderzoekinstellingen en de colleges hebben onderling verbindingsmensen en intensief contact. Ook wordt bij het onderzoek samengewerkt. De Schotse staatsinstellingen voor landbouwkundig onderzoek kennen een bestuur, waarin naast wetenschappers ook practici zijn vertegenwoordigd. Hiernaast werkt men samen in de Joint Consultative Organization, een soort Nationale Raad voor Landbouwkundig Onderzoek. Onder de J.C.O. opereren

coördinatiecommissies, werkgroepen en dergelijke, maar via de Nationale Raad voor Landbouwkundig Onderzoek zoals ook in Nederland het geval is. Overigens wordt thans in Engeland en in Schotland aan deze opzet een aantal wijzigingen aangebracht.

Ook in Engeland en Schotland wordt gewerkt met "Meerjarenvisies", binnen het apparaat voor het landbouwkundig onderzoek.

Door de zogeheten "Visiting Groups", een wetenschappelijke commissie die onafhankelijk opereert, wordt elk instituut binnen een aantal jaren bezocht en daarbij beoordeeld op niveau, richting en omvang van het werk, dit ook in relatie tot andere instellingen.

6.1 BEZOEK AAN HET SCOTTISH INSTITUTE OF AGRICULTURAL ENGINEERING (SIAE),
Bush Estate, Penicuik(bij Edinburgh), Midlothian EH26 OPH. tel.031-4452147.
Directeur Dr. D.P. Blight.

Het Scottish Institute of Agricultural Engineering (SIAE) werkt sinds 1975 als zelfstandig instituut naast het National Institute of Agricultural Engineering (NIAE) te Silsoe, Bedford, in Engeland. Beide instellingen staan onder auspiciën van de British Society for Research in Agricultural Engineering (kantoor-adres NIAE, Wrest Park, Silsoe, Bedfordshire MK45 4HS, tel. 0525-60000).

Het bestuur van genoemde Society bestaat uit vertegenwoordigers van de overheid, van het wetenschappelijke onderzoek, van fabrikanten uit de landbouwindustrie en van boeren. Voor zowel het NIAE als het SIAE is er onder dit bestuur een sub-bestuur, van eenzelfde aard en samenstelling.

Tussen het NIAE en het SIAE is een taakverdeling. Deze tenderen naar het doen van algemeen onderzoek op het NIAE en specifiek op Schotland gericht onderzoek op het SIAE. De feitelijke situatie is dat het algemene trekkeronderzoek en aanverwante terreinen + het onderzoek omtrent de mechanisatie in de suikerbietenteelt op het NIAE plaatsvindt. Grondbewerkingsonderzoek vindt op beide instellingen plaats, evenals samenwerkingsonderzoek omtrent bijvoorbeeld het drogen van graan. Het SIAE doet, naast het genoemde grondbewerkingsonderzoek, alle onderzoek voor Groot Brittannië omtrent de mechanisatie van de aardappelenteelt en als specifiek onderzoek bijvoorbeeld het onderzoek omtrent het gedrag van werktuigen op hellingen. Bij het onderzoek op het SIAE werd de laatste jaren ook veel aandacht gegeven aan de relatie berijding en bodemverdichting, dit tevens bij varianten in trekkertype en -uitrusting.

Zowel het NIAE als het SIAE hebben diverse vindingen gepatenteerd. Deels zijn aan deze firma's verkocht.

Het NIAE telt ongeveer 350 medewerkers, op het SIAE is dit ongeveer 100 man, waarvan op het SIAE een 45 academici.

Het SIAE kent drie afdelingen, namelijk:

- a. een Agricultural Department, dat de taak heeft de mechanisatieproblemen te bestuderen die de praktijk heeft bij de teelt van gewassen.
- b. een Engineering Department, dat vooral werkt aan het samen met de landbouw-werktuigenindustrie vervolmaken of ontwikkelen van landbouwwerktuigen.
- c. een Instrumentation Department, dat ingenieus bezig is meetmethoden te ontwikkelen en verdere hulpmiddelen voor gebruik in werktuigen en dergelijke.

Het SIAE is één van de instituten gevestigd op het landgoed Bush Estate, gelegen tussen Penicuik en Edinburgh, en dat een oppervlakte van een 3000 hectare beslaat. Een deel van het landgoed wordt gebruikt voor akkerbouw, op deze grond ligt het grootste deel van de veldproeven van het SIAE. Het SIAE heeft naast een tweetal kantoorgebouwen enkele laboratoria en werkplaatsen. Aan instrumentarium heeft men o.a. een grondbak (15,5 x 1,83 x 0,6 m), een meetwagen op 2.80 m spoorbreedte voor o.a. bodemfysisch onderzoek en een moderne elektronische uitrusting.

6.2 Werkplan 1981/1982, SIAE.

Het werkplan voor 1981/1982 van het SIAE is samengevat in onderstaand overzicht.

Agricultural Department: Dr B.D. Soane

Cultivations and Liaison Section

Section Leader - Mr J.A. Pascal

Introduction of seeds into the soil

An A-blade coultter system has been developed for the sowing of cereals into untilled land. The design permits placement of seed well away from the coultter entry silt. A third prototype drill is under construction with coultter development aimed at providing adequate depth control in all conditions and freedom from blockages even where surface trash is present in quantity.

Factors effecting disc coultter penetration

A study is being undertaken in a soil tank to provide controlled conditions to examine in detail the effects of disc diameter and loading force on depth of working.

Use of energy in tillage operations for cereal crops

A survey is being undertaken to measure the power input by farmers to obtain cereal seedbeds for spring and autumn sown crops.

Development and exploitation of rotary mouldboards

The design of the rotary ridger is to be simplified and modified to allow its adaptation, by fitting different types of rotor, to alternative cultivation implements. This work will probably proceed in association with a commercial interest. Field trials are undertaken to assess the effect of the latest design of tined rotary mouldboard on the clod content of potato drills.

Improvement of depth control in shallow ploughing

Trials are undertaken to assess the performance of shallow ploughs with six or more furrows, with particular reference to adequate depth control. Subsequently methods of improving depth control over rough surfaces at shallow depths will be developed and assessed.

Review of literature on performance of four wheel drive vehicle systems

This work is being carried out to up-date previous reviews and to incorporate results, where applicable, of previous trials undertaken at SIAE.

Sod seeder for hill land

A second prototype machine is under development to sow clover and forage brassica crops into rough hill swards. Concurrently, trials are also undertaken to assess the mechanisation of various methods of hill sward improvement in addition to sod seeding.

Surveys and co-operative work

The Section is engaged in a number of items under this heading in association with the Advisory Services, other Research Institutes, manufacturers and farmers on plough performance, potato tuber damage, potato harvesting and mechanical handling of the crop, combine grain losses on slopes and through-crop spraying of cereals for couch control.

Advisory notes

Summaries of SIAE and NIAE work, together with reports of small items under the previous headings, are issued to the Mechanisation Advisers of the Scottish Colleges of Agriculture and ADAS. Short notes on the work of the Institute are also prepared for BSRAE and ARC house journals.

Comparative susceptibility of potato cultivars to damage

From time to time as new varieties of seed potatoes become available on the commercial market, replicated plots of each variety will be harvested by a standard technique and the damage incurred by each variety will be assessed.

Soil Structure in Relation to Machinery

Section Leader - Mr D.J. Campbell

Methods of measuring soil properties

The gamma-ray transmission technique for bulk density measurement has been further developed and the resolution of the equipment now allows measurements close to the soil surface. The new equipment is under consideration for commercial manufacture. A soil test trailer is used for testing soil conditions before and after the passage of wheels. An electronic recording penetrometer of SIAE design is now in commercial production and regular field use. The drop-cone method of measuring soil strength, now established as a means of measuring liquid and plastic limits, is being further studied in the field. Improvements to the routine testing of clods in seedbeds have been developed.

Soil responses to reduced tillage and direct drilling

Short- and long-term experiments in co-operation with the East of Scotland College of Agriculture are under way on contrasting soil types to establish the suitability of Scottish soils for reduced tillage (including broadcasting) and direct drilling of winter and spring cereals. A survey is being undertaken of the commercial practice of reduced cultivation and direct drilling of cereals in Scotland.

Compaction under wheels

Tests are being made in the field and in the soil tank on the levels of compaction resulting from the passage of different kinds of wheels. Attention has been given to cage wheels (mounted conventionally or alone), low profile tyres mounted as duals, tractor front wheels and low ground pressure tracks. A mathematical model is under development for the prediction of compaction under different types of wheels. This will be extended for a range of soil conditions.

Controlled traffic

Machinery required for controlled traffic experimentation with cereals, potatoes and grass is being assembled. The system prepared for cereals has been given preliminary field trials using normal and zero tillage and is now being used in a field experiment designed to examine the effect of six levels of traffic including zero traffic.

Mechanisation of the Potato Crop

Section Leader - Mr D.C. McRae

Potato Planting

A new high speed potato planter capable of handling chitted seed is being developed in collaboration with an agricultural machinery firm.

Harvester design and performance

Successful results with a two-row double disc share and a vibrating share have led to the development of two new prototype harvesters incorporating these shares and using new methods of primary web agitation.

The special problems of early potato harvesting are being studied particularly with respect to haulm removal before lifting. A haulm pulling instrument and haulm puller are being used in the studies.

Potato handling

There is need to improve the handling of potatoes after lifting to minimise damage, while at the same time improving throughput. A double telescopic conveyer attachment for bulk potato conveyors has been tested and patented and is now being developed for commercial use in collaboration with a manufacturer of farm elevators.

An automatic height control kit for potato harvester delivery conveyors and box fillers is being further developed in collaboration with a manufacturer.

Tuber damage

The identification and elimination of sources of mechanical damage to tubers represents a major problem in harvesting and handling the crop. A "pseudo-potato" incorporating accelerometers or a pressure transducer is being used in a variety of situations to detect particularly damaging parts of machinery. Interest in the device from ADAS and farmers has led to proposals for quantity production and a manufacturer is being sought.

A new test for varietal damage tolerance is being evaluated using a tuber crushing machine.

Comparative susceptibility of potato cultivars to damage

(This work is undertaken by the Cultivations and Liaison Section.)

Potato grading

Work will concentrate on new techniques for the automatic grading of tubers on the basis of size and weight and the more effective elimination of damaged tubers. Further development is in progress on the semi-automatic separator for quality inspection.

Engineering Department: Dr D.P. Haughey

Behaviour of Implements and Machines on Sloping Ground

Section Leader - Mr H.B. Spencer

Study of factors affecting safety of tractors and field machines for use on sloping ground

Particular attention is given to identifying situations likely to result in tractor overturning accidents. Application of findings to practice is assisted by collaboration with the Health and Safety Executive.

Measurement of forces on wheels moving across a slope which affect

stability, steering and control

The braking forces obtainable on grass slopes are being measured to identify tyres and wheels likely to give the greatest safety on sloping land.

Study of handling behaviour of tractors and field machines on sloping ground

Handling criteria have been established in terms of the response of a tractor to steering actions of the driver. There is particular interest in driver/tractor behaviour associated with accident situations.

Measurement of behaviour of different tractor/implement combinations

The objective is to find the characteristics of the best tractor/implement combinations for use on sloping land. Practical difficulties arising on farms are recorded.

Crop Drying and Storage

Section Leader - Mr P.H. Bailey

Herbage drying

A study of factors involving the removal of moisture from partly made hay in collaboration with the East of Scotland College of Agriculture.

Grain drying

Tests with a multi-bin laboratory drier to obtain data on grain behaviour during drying. Data are used to confirm the validity of computer simulations. The effect of maturity on low temperature drying behaviour is also being examined.

On-floor drying

An examination of air distribution patterns from different duct arrangements made to establish the requirements for satisfactory drying is being completed.

Drying studies

Theoretical studies of the drying process made to improve predictive methods. These will include a study of optimum cost harvesting with a system including a near-ambient drier.

Use of solar energy in crop drying

The feasibility of supplementing the energy needed to dry a crop in store by solar energy is being assessed by experiments in a building with integral solar air heaters. This will be extended by computation to weather conditions other than those prevailing during the experiments.

Machinery Controls

Section Leader - Mr J. Palmer

Automatic survey

The aim of work is to obtain, by automatic recording and data processing procedures, information on the use of field machines so that machines and operating procedures can be improved.

Automatic combine control

The object of this work is to regulate the forward speed of a grain combine so that grain loss in the straw leavings is kept to a constant value set by the user.

Drier control

A feasibility study of grain drier control system is being made.

Raspberry Harvesting

Unit Leader - Mr A.M. Ramsay

Harvester development

A study is being made of factors affecting removal of fruit by shaking. At present attention is concentrated on collecting methods and the forces required to remove ripe fruit.

Instrumentation Department: Dr R. Parks

Physical Analysis

Section Leader - Mr R.L. Porteous

Spectral properties

The measurement of the optical reflectance of crop materials at different wavelengths allows the characteristic signatures of different disease and defect conditions to be defined. This information offers a means of grading for quality which is fully automatic. Research meantime is concentrated on potatoes. Work is in progress on a prototype system for detecting a number of different defects and diseases in this crop, and on the development of the principle for incorporation into a working grader.

Optical scanning systems

Automatic grading of crops by optical methods requires the development of fast scanning techniques capable of operating under adverse conditions. This work aims at solving some of the problems peculiar to handling agricultural produce with specific reference to potato tubers.

Acoustics and vibration

It has been shown that high frequency sound waves can be used to detect internal damage, such as bruising, frosting or hollow heart, in potato tubers. The techniques involved are being developed for incorporation into an automatic quality grader for potatoes in the first instance, although, of course, the principles involved can be applied to a wide range of products.

Multivariate analysis

Analytical methods are being applied to experimental data from different disciplines in order to define parameters characterising produce, damage, disease, etc. In particular, data is being gathered and analysed relating the propensity of potato tubers to suffer mechanical damage to various physical properties of the tubers. The aim is to remedy the lack of understanding of the mechanisms of tuber damage and consequently to provide guidelines for machine designers and for breeders.

6.3 Besproken onderzoek-objecten op het S.I.A.E.

De nadruk lag op het bezoeken van het Agricultural Department. Aan het hoofd van deze afdeling staat dr. B.D. Soane, die tevens plaatsvervangend directeur is.

Het Agricultural Department is opgedeeld in een drietal secties, hier genoemd volgens belangrijkheid voor het bezoek.

- a. Soils Section, onder leiding van dr. D.J. Campbell.
- b. Cultivations and Liaison Section, onder leiding van dr. J.A. Pascal.
- c. Potato Section, onder leiding van dr. D.C. McRay.

Met de leiding en de medewerkers van bovengenoemde afdelingen kon uitgebreid van gedachten worden gewisseld over relevante onderwerpen. Daarbij kon tegelijkertijd kennis worden verkregen van de aard van het onderzoek en de aanpak daarvan.

6.3.1. Soils Section.

Binnen de Soils Section ligt de nadruk op de relatie tussen grondgebruik, inclusief berijding, en de structuur van de grond. Dr. Soane was tot voor enkele jaren hoofd van deze sectie, is lid van de International Working Group on Soil Compaction at High Axle Load, van de E.G. Working Party en Soil Degradation, en is voorts o.a. redactielid van het blad Soil & Tillage Research. In dit blad hebben dr. Soane c.s. drie overzichtsartikelen gepubliceerd over Compaction by Agricultural Vehicles: A Review.

6.3.1.2. Onderwerp Verdichting door berijding. Soane, et al (1981, 1982) geven in een drietal overzichtsartikelen aan dat bij moderne teeltsystemen in vooral de akkerbouw de berijdingsintensiteit toeneemt, maar ook de aslasten. Daarmee is het risico van verdichting van de grond, zelfs onder de bouwvoor toegenomen. De gewassen kunnen hierop negatief reageren, dit afhankelijk van de weersomstandigheden.

Mogelijkheden om verdichting te beperken worden genoemd. In de hieronder opgenomen figuur 1 scheiden Soane et al, (1982) daarbij beddenteelt, beperkte berijding en willekeurige berijding.

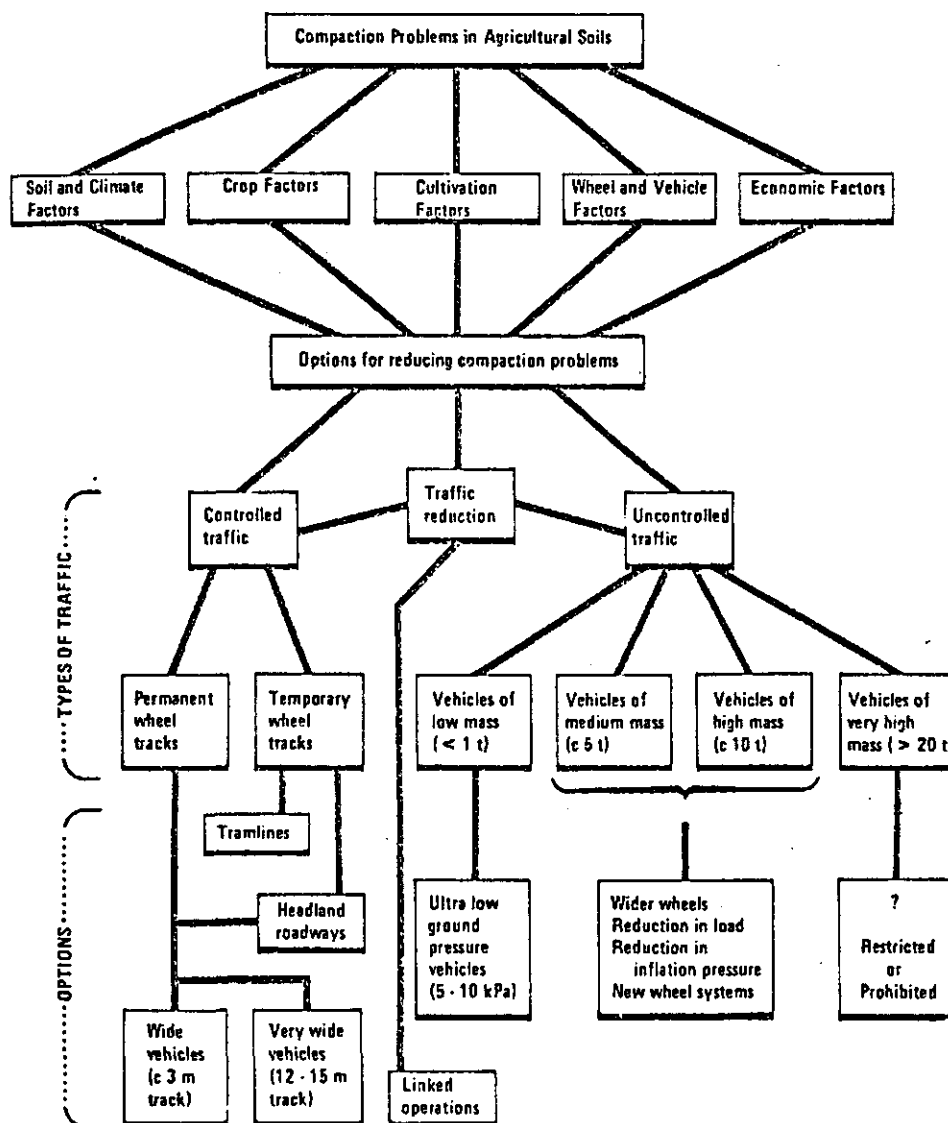


Fig. 1. . A simplified diagrammatic representation of some of the options available for reducing compaction in relation to the factors affecting the cultivation system as a whole

De genoemde overzichten (Soane et al, 1981, 1982) geven de huidige stand van zaken weer, voornamelijk gebaseerd op meer of minder fundamenteel onderzoek. Deels betreft dit eigen onderzoek van het S.I.A.E., voor een belangrijk deel is het een (waardevol!) literatuuroverzicht.

De schotse onderzoekers zijn zeer beducht voor het effect van (te) zware berijding. Dit is niet in de laatste plaats het geval omdat in Schotland de grond onder de bouwvoor vaak te nat is om deze na eventuele verdichting weer los te maken.

In onderzoek heeft men ook vastgesteld dat de grond bij het ploegen los wordt gemaakt, na het inzaaien van graan reeds weer veel dichter is geworden en bij de graanoogst, met name in het spoor van de maaidorser - terug is op een evenwichtspunt gelijk aan die bij vastegrondsteelt (Soane, et al, 1977).

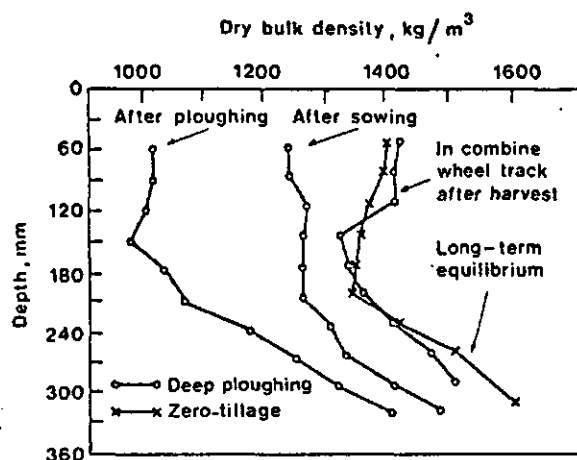
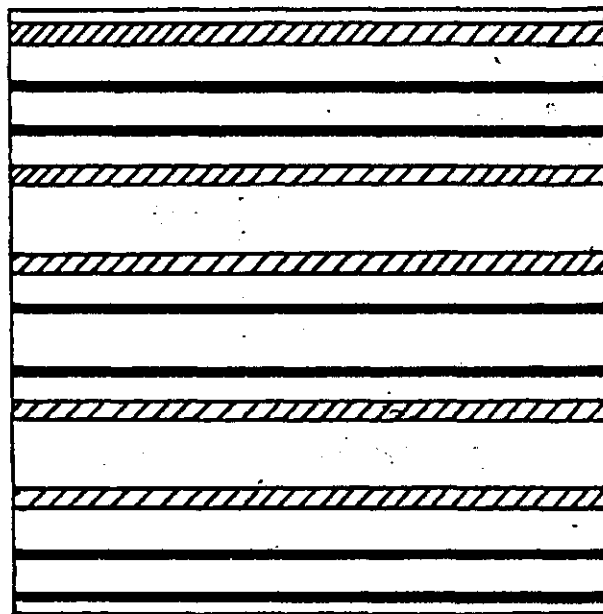


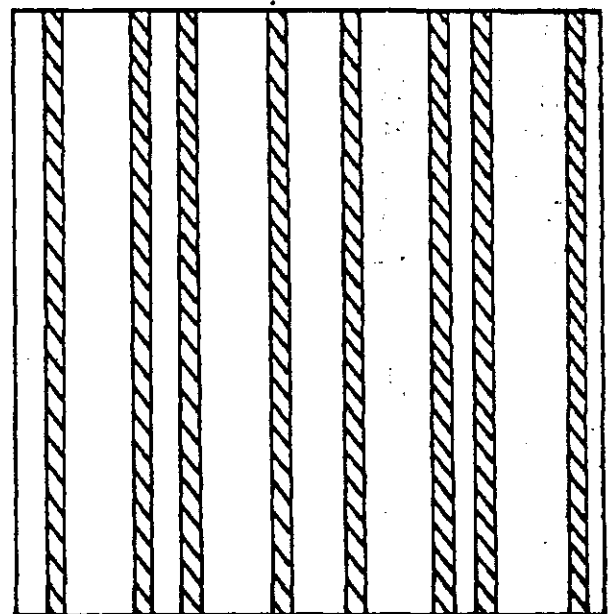
Fig. 2. Soil bulk density for three occasions after deep ploughing for barley in comparison with the long-term equilibrium values for bulk density following zero-tillage on sandy loam soil (after Soane et al., 1977).

Men heeft bij het onderzoek op het SIAE de intensiteit van berijding bestudeerd. Naar bleek wordt de graanteelt vanaf kunstmest-strooien tot en met het zaaien 86 procent van de grond bereiden (zie figuur 3). De trekkerkeuze, de wielbelasting en de wieluitrusting beïnvloeden de schade aan de grond.

Zoals ook uit PAGV-onderzoek reeds bekend is, bleken trekkervoorbanden per cm² contactvlak vaak zwaarder op de grond te drukken dan de achterbanden (Dickson, 1980) en met name bij verdichting een grote rol te kunnen spelen wanneer de achterwielen onbelast zijn (Dickson & Birkerton, 1982). Vooral smalle voorbanden sporen relatief diep in. De verdichting is daarmee echter niet altijd evenredig (Hensholt & Dickson, 1982).

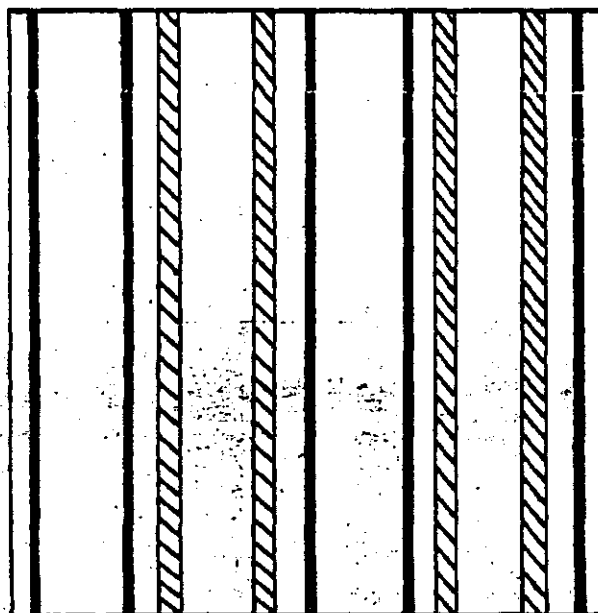


17%



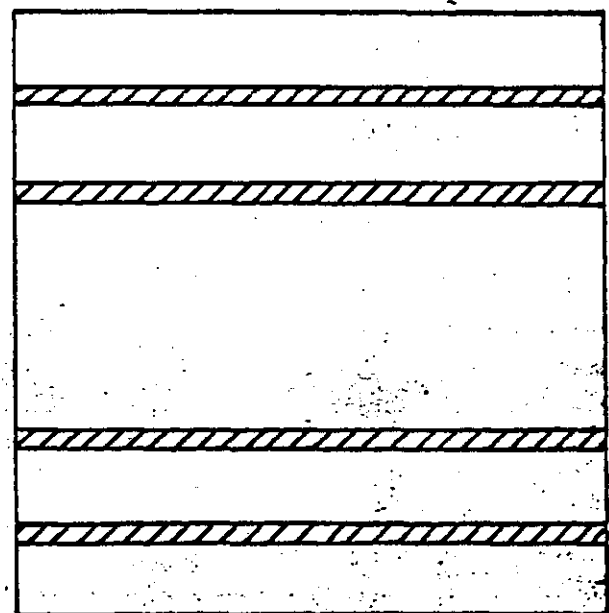
25%

(c) SOWING



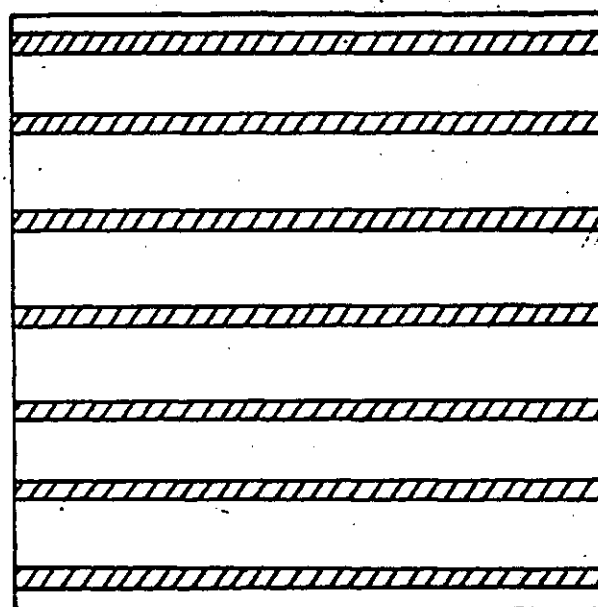
10%

(d) HARROWING (POST-DRILLING)



12%

(e) ROLLING



22%

Figure 3:

Area (%) covered by wheels during traditional spring barley seedbed preparation in S.E. Scotland in 1967 (not published).

Onderzoek met diverse varianten bij het toetsen van wielen met banden in een grondbak leerde dat binnen de gebruikelijke rijsnelheden in het veldwerk o.a. de rijsnelheid voor verdichting geen erg belangrijke factor is (Dickson & Bickerton, 1982).

Vergelijking van enkellucht- en dubbelluchtbanden op losse grond (geploegd land, zaaibed) en bij hoge aslasten (tot 10 ton), gaf aan dat dubbellucht bij eenzelfde last de diepte van de verdichting vermindert, maar uiteraard een grotere breedte verdicht (Blackwell & Dickson, 1978). Helaas werd het onderzoek uitgevoerd met dubbelluchtwielen van kleinere doorsnede dan van de enkelluchtwielen het geval was (18-22.5 inch t.o.v. 12.4/11-36 inch. banden).

Bij dubbellucht gaat het voordeel van het grotere drukvlak voor een gering deel verloren door het gewicht van deze extra wielen en banden. Men vindt kooiwielen een aantrekkelijker alternatief, omdat deze lichter zouden zijn, en men heeft geëxperimenteerd met typen kooiwielen met verschillende profielen. Grotere schuin op de rijrichting staande openingen zijn gunstiger dan de handelstypen (Dickson et al, 1980).

Van een drietal zwaarteklassen trekkers is de invloed op de verdichting van de grond vergeleken.

- a. 61 kW 2-wiel aangedreven tekker, gewicht 3700 kg, dubbellucht achterbanden 13.6 R 38 inch, bandenspanning binnenste band 140, buitenste band 100 kPa.
- b. 72 kW 4-wiel aangedreven trekker, gewicht 5410 kg dubbellucht achterbanden 18.4-38 inch, bandenspanning binnenste band 140, buitenste band 100 kPa.
- c. 181 kW 4-wiel aangedreven trekker, gewicht 8810 kg, met achter en voor dubbelluchtbanden van gelijke grootte namelijk 18.4 - 34 inch, bandenspanning binnenste band 120, buitenste band 110 kPa.

Het betreft hier een oriënterend onderzoek met drie principeel verschillende trekkers, namelijk:

1. trekker a: b andere aandrijving (2 resp. 4 wiel)
trekker b: c niet/wel voorwielen gelijk aan achterwielen en niet/wel dubbellucht voor.

Gevonden werd dat de zware trekker genoemd onder c de diepst gaande verdichting (tot onder de grondbewerkingsdiepte) en de middelzware trekker de geringste verdichting van de grond gaf (Campbell et al, 1980). Voor zaaibedberijding is de zware trekker ongeschikt en de lichte trekker in de gegeven uitrusting minder gewenst.

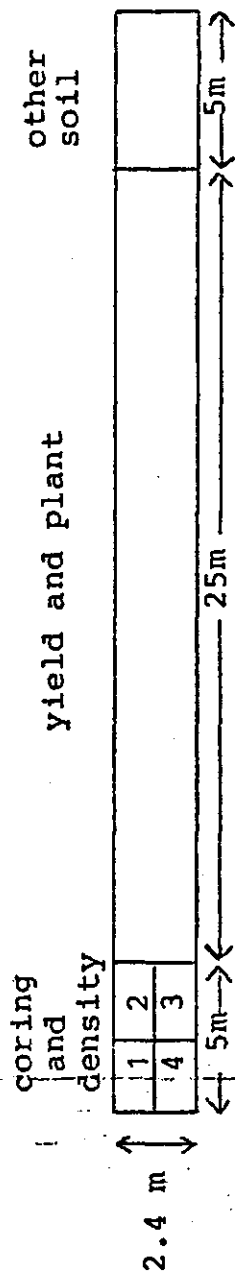
In het onderzoek omtrent de relatie verdichting door berijding, betreft men ook enkele meerjarige proeven met berijdingsintensiviteiten, waaronder een in 1980 begonnen proef, in 1981 in wintergerst gelegen, (zie figuur 4) en met vergelijking van

- a) geen berijding
- b) 1 x alles berijden met lage druk band 40 kPa voor, 100 kPa achter aan trekker
- c) 1 x berijden met trekker met normale banden, namelijk 180 kPa voor en 80 kPa achter (achterbanden 13.6 R x 38 incl) en daarna zonder opnieuw losmakende zaaibedbereiding, zaaien van de wintergerst
- d) 2 x berijden, als c
- e) 4 x " " "
- f) 6 x " " "

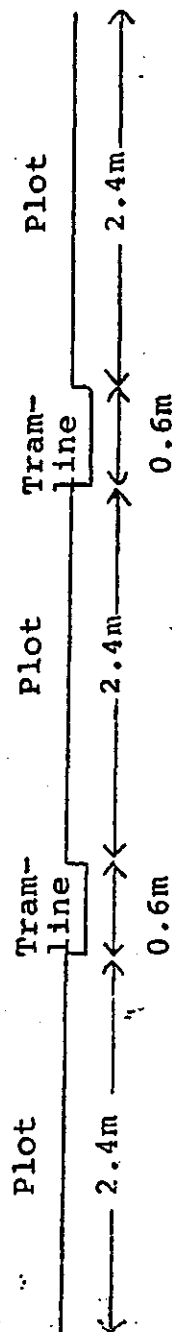


Total area = 1.17 ha
(2.9 ac)

Area of plots
plus discards = 0.7 ha
(1.73 ac)



Plot measurement areas. 1 to 4 are sampling cells, the numbers correspond to seasons, 1 is 1980/81, 4 is 1984/5



Tramline and plot arrangement

Daarbij zijn naast de bovengenoemde varianten ook nog in het onderzoek betrokken

1) vastegrondszaai granen, geen berijding van de netto stroken bij de oogst.

2) ploegen als grondbewerking, wel berijding bij de oogst.

Aldus combineert men onderzoek omtrent berijdingsintensiteiten met dat omtrent teelt van gewassen op niet kort daarvoor bereiden grond. De resultaten worden gepubliceerd door Campbell, et al, 1982. Enkele ervaringen, gebaseerd op één jaar onderzoek zijn:

- één keer volvelds berijden als boven komt ongeveer overeen met de berijding volgens traditionele bewerkingen tot en met het zaaien van een graan, namelijk een 90% van de grond met sporen bedekt. Voorts wordt deze berijding deels over een vrij natte (onder)grond uitgevoerd, wat kan leiden tot verdichting. Ook in het experiment bleek dit zo.
- de berijdingsobjecten gaven alle een lagere opbrengst dan de in deze proef onbereiden grond. Zelfs object b, berijding met lagedrukbanden gaf een negatieve reactie. Naarmate de berijdingsintensiteit toenam daalde de opbrengst.

Verdere gegevens van dit uitgebreide onderzoek worden vermeld in hoofdstuk 6.3.2. Voor een juiste interpretatie daarvan zij hier reeds opgemerkt dat de berijdingsobjecten herfst 1980 zijn uitgevoerd zonder dat daarna nog een enkele centimeters diep losmakende zaaibedbereiding plaats vond. Daarmee staat dit onderzoek erg ver van de praktijk verwijderd.

Men is op het SIAE oriënterend bezig met het opzetten van fundamenteel onderzoek omtrent zware berijding. Een proefveld terzake heeft men nog niet. Extreem zware berijding, zoals wij die in Nederland - met name op de zuidelijke zandgronden kennen - komt in Schotland niet voor.

Voor het meten van de contactdruk onder banden poogt men op het SIAE thans drukcellen in banden in te bouwen. (In Zweden heeft men dat reeds gerealiseerd.)

Het Schotse advies voor beperking van schade door berijding is het beperken van de druk op de grond door minder gewicht en een maximaal contact oppervlak met de grond.

6.3.1.2. Scheiding teelt- en berijdingszônes.

In de praktijk van de akkerbouw is er in Schotland nog weinig interesse voor het scheiden van teelt- en berijdingszônes dus voor vormen van "Controlled Traffic". Het SIAE ziet echter wel behoefte aan onderzoek op dit terrein, mede naar aanleiding van mogelijkheden voor permanente bedden-teelt, zoals in studie in Nederland. Het SIAE beschikte reeds over een speciale breedspoor trekker, namelijk een 41 kW trekker op 2.80 m spoorbreedte en met achterbanden van 13.6/12.36 inch. Deze werd vroeger o.a. ingezet bij de aardappelteelt, nu voor de beddenteelt van granen.

In een -reeds in het vorige hoofdstuk beschreven- proefopzet met intensiteiten van berijding over het zaaibed (inclusief geen berijding) en wel/geen vastegrondsaaï, is in enkele objecten beddenteelt bestudeerd.

De proef ligt op licht hellend terrein, de bewerkingen vinden plaats met de helling mee. Wateroverlast in de rijbanen komt mede door afvoer langs de helling niet voor.

De grondbewerking op de permanente bedden vindt plaats met een cultivator, voor de zaaibedbereiding gevolgd door een schudeg. Het zaaien gebeurt met een standaard graanzaaimachine, de graanoogst met een aangepaste maaidorser.

Bij het nauwkeurig besturen van de beddenteelttrekker heeft men geleerd om via het bespelen van de remmen de kleine stuurcorrecties uit te voeren. Dat geeft minder afwijkingen dan de uitslag via het draaien aan het stuurwiel. Ook bij automatisering van de besturing kan het interessant zijn om de remmen in te schakelen.

Het onderzoek met beddenteelt is bedoeld om het voordeel aan te tonen in bodemfysische zin en zo mogelijk ook in technisch- en economisch resultaat. Voor het onderzoek zou men daarbij liever met aanzienlijk bredere bedden werken. Het zou de verdichting verder beperken.

Wanneer beddenteelt van akkerbouwgewassen in Groot Brittanië commercieel interessant blijkt ligt het op het terrein van het Engelse N.I.A.E. om de mechanisatie verder te ontwikkelen.

Campell et al, 1981, noemen als resultaat van de beddenteelt velden in de beschreven proef met zaaibedberijdingsintensiteiten een opbrengstverhoging in 1981 van circa 50 procent tussen beddenteelt en 1 keer berijden over het zaaibed. Ze achten dit resultaat veelbelovend voor verder onderzoek, ook in relatie tot de mogelijkheden van vastegrondszaai.

6.3.1.3. Grondbewerking en teelttechniek

Ploegen op bouwvoordiepte van circa 20 cm heeft de voorkeur van de praktijk. Men hecht grote waarde aan het keren van de grond en het op peil houden van de zuurgraad ook in de bovengrond.

Voor aardappelen ploegt men ruim 20 cm, bij granen na aardappelen volstaat men nogal eens met 10-15 cm stoppelploegen.

Ploegen wordt algemeen toegepast. De diepcultivator wordt als een alternatief voor de hoofdgrondbewerking gezien. Deze wordt vooral gebruikt om te sparen op tijd en op energie.

De Rotary Digger, een kruising van spitmachine en frees, met woelpoten, wordt meer gezien als een werktuig voor zware grond en minder geschikt geacht voor de lichte Schotse gronden.

In Schotland is er beperkte interesse in zogenaamde vastegrondszaai of minimale grondbewerking bij de graanteelt. Deze is geringer dan de mate van toepassing in Engeland. Het onderzoek over classificatie van gronden in Schotland op geschiktheid voor vastegrondszaai en minimale grondbewerking is ook nog slechts beperkt uitgevoerd. Plannen zijn er nu wel, waarbij men wil indelen op o.a. textuur van de grond, de drainage, de bewerkbaarheid voor of na 15 september en de variabiliteit in hoogteligging (heuvelachtig landschap).

Van het areaal wintergraan ligt circa 5 procent in vastegrondszaai. De ervaring is dat men een 0-10 procent lagere opbrengst heeft dan bij normale teelt.

Ook is er een 10 procent meer stikstof nodig. Het gewas is bij vastegrondszaai minder geschikt als brouwerst omdat de stikstofopname eerst relatief geringer is, maar later in het groeiseizoen sterker.

Een remmende factor is ook de moeilijke onkruidbestrijding bij vastegrondszaai in het regenachtige Schotland.

Ten aanzien van de verdichting van de grond bij vastegrondszaai heeft men in proeven vanaf 1968 vastgesteld dat de verdichting in de eerste drie jaar plaats vindt en daarna constant blijft met kans op een 10 procent lagere opbrengst (Pidgeon & Soane, 1977).

Voor zomergewassen is er in Schotland nauwelijks commerciële interesse in vastegrondszaai.

6.3.2.1. Cultivations and Liaison Section

De nadruk ligt bij deze afdeling op het ontwikkelen c.q. verbeteren van werktuigen. Daarbij wordt met name voor de grondbewerkingswerktuigen samengewerkt met dr. D. Patterson van het N.I.A.E. in Engeland.

Zo heeft men thans in studie het in heuvelachtig en stenenrijk land gebruiken van een 8-schaar stoppelploeg. Van de 4.30 m lange en 2.50 m breed werkende ploeg heeft men de ploegboom in tweeën gedeeld om via druk deze bij alle scharen goed in de grond te houden.

Voor het aanaarden van aardappelen heeft men verschillende typen aanaarders, namelijk met en zonder freeselementen, vergeleken (Sharp & McIntyre, 1982). Het rijenfreesen acht men gewenst om het aandeel grondkluiten (en stenen) in de aardappelrug te beperken. Het S.I.A.E. heeft een rijenfrees ontwikkeld die het best zou voldoen aan de specifieke eisen.

Men bestudeert voorts in deze sectie de energieaanspraken bij de hoofdgrondbewerking, als ook bij de zaai- en pootbedbereiding en dit met uiteenlopende werktuigen, rijnsnelheden en toerentallen. Men beschikt voor de metingen over een trekker met o.a. een thermokoppel in de uitlaat en een dynamometer op de aftakas.

Een belangrijk onderwerp is voorts het ontwikkelen van een zaaieenheid met een beter kouter voor vastegrondszaai. Het bestaat uit een gekartelde schijf voor het doorsnijden van de mulcher een wijdvleugelig A-bladkouter waaruit via één aanvoerpijp uit twee monden 15 cm vaneen wordt gezaaid. Daarbij komt het zaad niet in, maar juist naast de met de schijf gemaakte sleuf terecht. Dit vergroot de kiemingskansen. Via een breed gesloten drukwiel of een breed open spriraalvormig drukwiel wordt het zaad goed aangedrukt.

Dit systeem van vastegrondszaai is ook interessant voor het door een grasmat heen zaaien van gras of voedergewassen. Voor zaai in bijvoorbeeld een graszode is ook een strokenfrees ontwikkeld, gecombineerd met een zaaimachine. Bewerkt worden 7,5 cm brede stroken via naar elkaar toestaande bladen op twee schijven. Deze laatste machine was als prototype recentelijk betrokken in een vergelijkende studie (Howie, 1981).

Voor de landbouw in heuvelachtig landschap heeft men niet alleen een doorzaai techniek op de grasmat ontwikkeld maar onder meer ook uitgebreid onderzoek over het gevaar van het rijden op hellingen gedaan. In een aantal publicaties worden de resultaten beschreven (Gilfillan, 1979, Hunter, 1981). Naar blijkt begint het kantelen van trekkers vaak met wegglijden en verliezen van de controle op het voertuig.

6.4. Mechanisatie in de aardappelteelt.

Op het S.I.A.E. is de mechanisatie van de aardappelteelt een belangrijk onderwerp, waaraan men succesvol werkt (Mc. Ray et al, 1980). Daarbij verricht het S.I.A.E. dit onderzoek voor geheel Groot Brittanië.

De teelt van aardappelen vindt voor een belangrijk deel plaats op gronden die rijk zijn aan stenen en/of aan kluiten. Technieken voor het verwijderen, separeren of vernietigen zijn bekend. Vooral de "stone wind rowing" wordt in de praktijk toegepast. Het houdt in dat kort voorafgaand aan het poten de stenen worden verzameld en nagenoeg ter plaatse - maar nu in banen - weer worden neergelegd. Daar tussenin worden dan veelal twee rijen aardappels geteeld (Lumkes, 1980).

Over de mogelijkheden om het aandeel kluiten in de grond te beperken is veel onderzoek verricht. In Engeland, maar vooral ook in Schotland, vormen kluiten een grote handicap in de aardappelteelt. Reeds bij de hoofdgrondbewerking, maar ook bij verdere teeltmaatregelen kan men kluiten beperken (Campell, 1980). Ook de door het S.I.A.E. ontwikkelde rijenfrees en bedden teelt helpen het aandeel kluiten te beperken (Campell, 1980).

Het S.I.A.E. heeft een nieuw type 2-rijige aardappelpootmachine ontwikkeld. Daarmee kan 10 km/uur worden gereden en beschadiging van kiemen desondanks worden voorkomen.

Voor de aardappeloogst heeft het S.I.A.E. o.a. aangedreven rooischaren en -schijven ontwikkeld (Mc. Rae et al, 1980), een dubbele zeefketting, elektronische meet- en regelapparatuur in de aardappelrooier, een valhoogtecontrole, meetapparatuur voor knolbeschadiging en kartonnen dozen voor opslag van aardappelen (Mc. Rae, et al, 1982).

Met de mechanisatie van de aardappeloogst loopt die van een aantal groentegewassen parallel. Daarnaast ontwikkelt men speciale apparatuur zoals een vibrerende maaibrooschaar, vanaf de rijkant aangedreven en geschikt voor oogst op bedden.

7.1 BEZOEK AAN HET SCOTTISH CROP RESEARCH INSTITUTE (SCRI)

Invergowrie bij Dundee DD 25 5DA. tel. 08267-731.

Directeur dr. C.E. Taylor.

Het betreft hier een instituut dat in oktober 1980 is ontstaan uit samenvoeging van het vroegere Scottish Horticulture Research Institute (SHRI), dat op de vestigingsplaats in Invergowrie voorheen bestond, en het Scottish Plant Breeding Station. Dit laatstgenoemde proefstation was voorheen op Bush Estate in Penicuik bij Edinburgh gevestigd.

Het Scottish Horticulture Research Institute was voorheen, met 120 medewerkers, belast met teeltonderzoek bij aardappelen (hier als groente beschouwd) en andere vollegrondsgroenten, fruit en bolboemen. Het Scottish Plant Breeding Station deed kweek- en teeltwerk aan grassen, voeder- en akkerbouwgewassen, en had 80 medewerkers. In de samenvoeging is nu opgericht een instituut met 200 medewerkers, en gericht op plantenteeltkundig onderzoek inclusief veredeling en gewasbescherming voor akkerbouw, groenten, fruit en voedergewassen. Dit nieuwe Scottish Crop Research Institute (SCRI) wordt het hoofdstation voor plantenteeltkundig onderzoek in Noord-Engeland en in Schotland en tevens het centrum voor omvangrijk aardappelteeltonderzoek in Engeland en Schotland.

Men is nog bezig met de finale uitwerking van de reorganisatie. Met name ook bij het onderzoek omtrent de relatie werktuig - bodemstructuur - gewasopkomst is dat ook het geval. Evenals het Scottish Institute of Agricultural Engineering, betreft het hier een via de Schotse regering gefinancierd instituut. Ook qua bestuursvorm en o.a. in de relatie naar de voorlichting werkt het instituut vanuit eenzelfde optiek. Het S.C.R.I. heeft in Invergowrie bij Dundee een totale oppervlakte aan proefterreinen van ruim 200 hectare, waarvan enkele hectares met kassen, klimaatruimtes, laboratoria e.d. zijn bedekt, terwijl daarin i.v.m. de samenvoeging nog uitbreidingen plaatsvinden. De grond ligt op meer of minder hellend terrein nabij en tot aan de noordelijke oevers van de rivier de Tay westelijk van Dundee. De grondsoort is in een smalle strook langs de rivier zware rivierklei, maar overigens overwegend lichte zandgrond met 6-12% org. materiaal waarop gemakkelijk korstvorming ontstaat en die gevoelig is voor verslemping. Gedeeltelijk is de grond nog lichter zand, deze is eveneens instabiel. Bij veel regen zakt dit type grond in elkaar.

De grond van het instituut is representatief voor het gebied. Gegeven de ligging dicht bij zee en de grondsoort is in het gebied groenten- en fruitteelt tot bloei gekomen. In rotatie -ook met akkerbouw- en voedergewassen- heeft men in het gebied een 10.000 hectare groenten waarvan een 4000 ha erwten, een 1000 ha bonen, spruiten, worteltjes, rode bieten, kool, uien en witlof. Conservenfabrieken voor deze produkten liggen in het gebied. Het Schotse aardappelareaal ligt voor een belangrijk deel in dit gebied. Het areaal is nu 33.000 ha, waarvan 21.000 ha pootgoed. Voor pootgoedteelt heeft men gunstige klimatologische omstandigheden en is men een duidelijke concurrent van Nederland.

Hiernaast heeft men ook gewassen als aarbeien (1000 ha) en frambozen (3000 ha) op meerdere bedrijven voor enkele jaren in de rotatie. De grotendeels gemechaniseerde teelt is in hoofdzaak gericht op industriële verwerking. Schotland brengt voorts late vruchten en late narcissen op de Europese markt. Voor de late narcissen (250 ha) doet men succesvol veredelingsonderzoek naar virusvrije variëteiten.

Het belangrijkste akkerbouwgewas is in Schotland de (brouw)gerst, met een totaal areaal van 400.000 ha. Hieraan en aan andere granen (areaal 40.000 ha) en voedergewassen (areaal 50-100.000 ha) vindt eveneens veel onderzoek plaats.

7.2 Besproken onderzoek-objecten op het SCRI.

7.2.1. Grondbewerking - zaaibedbereiding - gewasopkomst.

Veel onderzoek werd ten tijde van het Scottish Horticulture Research Institute (SHRI) verricht aan het verbeteren van de veldopkomst van groentegewassen en aan het bestuderen van beperkende factoren. Men heeft gevonden dat bij het inzaaien vaak een te grote verdichting aan het maaiveld werd verkregen. Ook (zware) regenval kort na het zaaien geeft dit risico, namelijk in de vorm van korstvorming. Dit kon leiden tot moeilijkheden voor het kiemende gewas (Hegarty & Royle, 1976, 1978 a, b Weaver, 1981).

Mechanische weerstand, die kiemende planten in dit verband ondervinden, kan worden gemeten met een penetrometer. Echter, normalerwijze wordt deze meting van boven naar benedenwaarts uitgevoerd. Daarbij wordt de korst of anderszins verdichte laag met de conus van de penetrometer van bovenaf binnengedrongen. De kiemende plant komt echter juist vanuit de tegengestelde richting naar boven toe groeien. Meetapparatuur die dit laatste imiteert is ontwikkeld (Hegarty & Royle, 1977).

Het kernprobleem waarvoor men zich vanuit het boven beschreven onderzoek gesteld ziet is dat men wil zaaien op een vaste (re) ondergrond, maar een losse grond boven het zaad wenst met een stabiele structuur. Men zoekt daarbij naar methoden ter voorkoming van verdichting van de grond tussen maaiveld en zaad. Voor de praktijk zijn er echter nog amper oplossingen. Eén van de gedachten is dat de drukrol van de zaaimachine zou moeten aandrukken op zaaidiepte en niet aan het maaiveld. Experimenteel onderzoek demonstreert het gunstig effect (Weaver, 1980).

7.2.2. Cultuurgewassen als onkruid.

Eén van de belangrijkste onkruiden, afkomstig van cultuurgewassen, is de aardappelopslag. Bedoeld wordt daarbij de aardappelopslag uit zaad. Lawson (1981 a, b) heeft gevonden dat in de 3-4 jarige rotatie voor consumptieaardappelen en zelfs in de 6-7 jarige rotatie voor pootaardappelen aardappelopslag uit zaad een probleem is. De zaadproductie kan 12 zaadbollen per plant zijn (vers gewicht 2,5 ton/ha) of 250 miljoen zaden per hectare. Naakt aardappelzaad heeft een veel lagere kiemkracht dan die in de bessen. De schil van de bes is vrij kwetsbaar, namelijk zoals die van een tomaat. Aardappelzaad kan langjarig in de grond overwinteren. Een grondbewerking die de zaden (weer) dichtter naar het maaiveld brengt stimuleert de kieming. In Schotland vindt als warmte-effect de kieming plaats tussen begin mei en juni, en daarna tot september telkens als de grond opnieuw bewerkt wordt.

Bij kieming in mei produceert de aardappelopslagplant reeds in juli knollen. In sommige jaren wordt in Schotland 10 procent van het pootgoedveldgewas afgekeurd wegens daarin aanwezige aardappelopslag (deels kan dit opslag uit knollen zijn). Met de huidige herbiciden en met grondontsmettingsmiddelen wordt weinig effect tegen aardappelopslag gescoord.

Het onderzoek ter bestrijding van aardappelopslag wordt door de Potato Marketing Board en door het Schotse Departement van Landbouw van groot belang geacht voor de bescherming van de Schotse pootgoedteelt.

8.1 BEZOEK AAN HET NORFOLK AGRICULTURAL STATION (NAS) te Morley bij Wymondham in Norfolk NR 18 9 DB, tel 0953-605511, gelegen in midden Engeland tegen de oostkust.
Directeur Dr. S.P. McClean.

Het betreft hier één van de regionale engelse onderzoek-centra. In intensieve samenwerking binnen het engelse landbouwkundige onderzoek en met de voorlichtingsdienst wordt een -voornamelijk gebiedsgericht- onderzoek programma uitgevoerd. Daarbij stonden in het kader van de studiereis twee programmapunten centraal, namelijk:

- a. meerjarig onderzoek omtrent het voorkomen of opheffen van verdichting van de grond.
- b. stroken grond bewerking bij bietenteelt, ter beperking c.q. vermindering van bodemdegradatie.

Het NAS in Morley is 175 ha groot. Van de gewassen is wintertarwe met 31% het belangrijkste graangewas, zomergerst en wintergerst volgen met resp. 14 en 13%. Suikerbieten nemen 26% van het bedrijf in.

14% van de bedrijfsoppervlakte ligt in permanent grasland.

De grondsoort van het NAS varieert van zand (sandy loam) tot zavel (sandy clay loam) op klei-ondergrond.

Naast het hoofdbedrijf van 175 ha in Morley behoort tot het NAS een bedrijf van 67 ha op lichte zandgrond in het nabij gelegen Sprowston. Hier bestaat het 1:3 akkerbouw-bouwplan uit 47% wintertarwe, 29% wintergerst en 24% suikerbieten.

Vanwege de rijkdom aan stenen en een in het voorjaar lang nat blijvende klei-ondergrond komen in het bouwplan op beide bedrijven aardappelen niet voor. Veel nadruk in het onderzoek ligt op verbetering van de mogelijkheden voor de suikerbietenteelt.

Het NAS heeft -inclusief enkele gedetacheerden- een staf van elf wetenschappelijke medewerkers. Daarvan is dr Mc.Nuttall speciaal belast met onderzoek omtrent grondbewerkings- en teelttechnieken.

Met de directeur, dr S.P. McClean, werd reeds rond 1975 samengewerkt toen deze destijds nog directeur was van de Gleadthorpe Experimental Husbandry Farm, gelegen op lichte zandgrond, in Mansfield, Nottinghamshire. Door Dr. McClean is destijds in Engeland geïntroduceerd het door ons ontwikkelde systeem van teelt van bieten in rogge als bodembedekker op stuifgevoelige grond (Lumkes & te Velde, 1973).

Het NAS ligt in een gebied in midden Engeland tegen de Noordzeekust, dat veel overeenkomsten heeft met zeeklei en overgangsgebieden naar zandgrond in Nederland. In het gebied wonen o.a. veel van oorsprong Nederlandse tuinders (kassen en bloembollen, waaronder narcissen).

De akkerbouw is in het gebied iets vroeger met de voorjaarswerkzaamheden begonnen dan -ondanks gunstige omstandigheden- in Nederland het geval was. Zo waren alle aardappelen en bieten in het gebied al gepoot en stonden de eerste aardappelen reeds boven de grond (begin april).

8.2 Besproken onderzoek-objecten op het NAS.

8.2.1. Meerjarig onderzoek omtrent het voorkomen/opheffen van verdichting van akkerbouwgrond.

Het betreft hier onderzoek dat via coördinatie door de Agricultural Development and Advisory Service (coördinator dr. Br. Davies van het ADAS te Cambridge) van het Engelse Ministerie van Landbouw, Visserij en Voedselvoorziening, op meerdere plaatsen in Engeland wordt uitgevoerd en aansluit op eerder onderzoek (Davies, 1982). Dit onderzoek is mede een gevolg van suggesties door de International Working Group on Soil Compaction at High Axle Load (opgericht in Zweden in 1980 en waarvan het PAGV één der oprichters en vertegenwoordiger namens Nederland is). Kennisname van de aanpak en opzet van dit engelse onderzoek was de belangrijkste reden voor een bezoek aan het NAS.

Op fijnzandige grond van het NAS in Morley is het organische stofgehalte slechts 1.6 - 1.8 procent. Deze van nature arme grond is sterk gevoelig voor verdichting ten gevolge van berijding en bewerking, zelfs bij bodemvochtgehaltes van 13 procent.

Eerder onderzoek op het NAS leerde dat met aangepaste teelttechnieken (zie ook hoofdstuk 8.2.2) korte termijn oplossingen, met name bij de teelt van suikerbieten mogelijk zijn.

In meerjarig onderzoek is het effect bestudeerd van gewasrotaties, inclusief grasland, op de stabiliteit van de bodemstructuur en de productiecapaciteit van deze grond. Van grasland was slechts een kort durend effect waarneembaar.

Het opgezette onderzoek bedoelt grondbewerkingen cq. grondverbeteringstechnieken te bestuderen op het effect in het losser maken en -houden van de grond. Tegelijkertijd wordt het effect van diep in de grond toedienen van fosfaat gezien. Op het in 1981 aangelegde proefveld was de grond verdicht vanaf de ploegdiepte van 25 cm tot aan een kalkrijke kleibaan op 40-45 cm diepte.

Deze verdichte zandlaag kan de wortelontwikkeling en de gewasproductie beperken. De proef op het NAS kent drie grondverbeteringsobjecten, toegepast najaar 1980, namelijk:

- a. de Wije College double digger, een soort freesdiepploegmachine (Warboys, et al, 1976, 1979).
- b. de winged sub soiler van het Nat. College of Agr. Engineering (Spoor & Goldwin, 1978).
- c. de Howard Paraplow. Dit is een soort diepcultivator waarvan de tanden schuin achter elkaar in een frame staan als bij een ploeg (zie het beschrijvende artikel van Köller (1981). Met het werktuig wordt in Nederland door het IMAG in samenwerking met o.a. het PAGV onderzoek verricht.

De werkdiepte ging tot door de dichte zandlaag op 40 à 45 cm.

Bij de objecten a en b werd wel/geen fosfaat via een pijp op werkdiepte toegediend.

De testgewassen zijn respectievelijk in 1981 wintergerst, in 1982 suikerbieten en in 1983 opnieuw een graangewas.

Na de profiel losmakende ingreep najaar 1980 wordt volstaan met ondiep ploegen en een zo mogelijk aangepaste teelttechniek om de grond los te houden.

Duidelijke conclusies konden uit het onderzoek nog niet worden getrokken. Enkele kanttekeningen dienen bij dit type onderzoek te worden gemaakt.

- a. het onderzoek vindt plaats met nog nauwelijks in de praktijk bekende werktuigen. Het is op die manier een strengeling van het toetsen van nieuwe technieken zonder standaard systeem ter vergelijking en het toetsen van het effect van losmaken.
- b. het onderzoek beperkt zich te veel tot een éénmalige ingreep en de nawerking daarvan. Daarbij is de verdere berijding en behandeling onvoldoende gemodelleerd.
- c. het onderzoek lijkt onvoldoende afgestemd op de suggesties vanuit de International Working Group on Soil Compaction at High Axle Load.

8.2.2. Langjarig onderzoek omtrent beperkte- en aangepaste grondbewerking voor suikerbieten.

De praktijk van de bietenteelt in het gebied is dat de lichtere gronden in het voorjaar worden geploegd en aansluitend verder bewerkt. Zavel- en kleigronden worden in de herfst geploegd. De tendens in het gebied is om met de suikerbietenteelt naar de lichtere grond te gaan en om op zwaardere grond in de plaats van suikerbieten koolzaad te gaan telen. Onderzoek over strokengrondbewerking op kleigrond vindt plaats om na te gaan of nieuwe bewerkingstechnieken een betere opkomst en gewasgroei geven, dankzij minder verdichting van de grond.

Al reeds vanaf 1975 experimenteert men op het NAS met beperkte -en aangepaste grondbewerking bij de teelt van suikerbieten. Het doel is het verminderen van de kans op bodemdegradatie, met name op verdichting in de bouwvoor en op een te grof zaaibed op grond met weinig structuur.

Enerzijds is het onderzoek gericht geweest op het juiste tijdstip van de hoofdgrondbewerking (niet te laat) in het najaar en op die voor de zaaibedberijding (niet te vroeg in het voorjaar) en liefst met een ondiep werkend getrokken werktuig, zoals een eg met diepteregelende verkruimelrol en bij beperking van werkgangen (McClean & Clare 1981, Nuttall, 1981).

Anderzijds bestudeert men de mogelijkheden van strokenbewerking voor bieten in een graanstoppel. Deze werkwijze sluit aan op de in Engeland veel toegepaste minimale grondbewerking bij de graanteelt. Men vergelijkt voor bieten a) ploegen, b) cultivateren 18 cm diep, en c) strokenbewerking (Nuttall, 1981, Long, 1982).

Het onderzoek wordt uitgevoerd in een rotatie van graan, graan, suikerbieten, graan volgens het volgende schema:

Jaar	Gewas	Werktuig/ - methode		
		Ploeg	Cultivator	Beperkte grondbewerking
1	graan	p(loeg)	c(ult.)	vastegrondszaai
2	graan	p	c	vastegrondszaai
3	suikerbieten	p c st	p c st	st(rokenbewerking)
4	graan	p	p	vastegrondszaai

De strokenbewerking berust op het principe van rijenfreen, zoals ook door het PAGV ontwikkelt en getoetst, en werkt 18 cm breed en 4-5 cm diep. Voor elke freeseenheid werkt echter nu een 2 cm brede tand de grond tot 20 cm diep los.

In dezelfde werkgang worden met een precisiezaaimachine de bieten gezaaid. De resultaten toonden een hogere stikstofbehoefte (t.b.v. de stoppelverte-ring?) bij strokenbewerking. In bietenopbrengst bleek strokenbewerking vooral op wat meer kleihoudende grond nog niet duidelijk gunstiger (Nuttall, 1981).

Als kanttekening bij dit onderzoek valt op te merken dat de bodemfysische aspecten, die aanleiding waren voor het onderzoek, in de studie tot dus-verre niet voldoende aandacht kregen.

Op zand- en kleigrond is voor bieten het systeem van strokenbewerking in de herfst beproefd. De grond in de strook zou dan in het voorjaar droger zijn dan bij het geploegd laten liggen. Bij last van interne verslemping lijkt dit systeem niet zo interessant. Daarnaast is getoetst de vastegrondszaai van bieten met behulp van een paar schijven in een frame waarmee vooraf-gaand aan het zaaien een zaaisleuf werd gemaakt.

Hiernaast is een systeem ontwikkeld van individuele sporenlossers en verkruimelrollen per zaairij en daarachter een zaaimachine. Het systeem (e) is in enkele proeven voor bieten vergeleken met:

- a) een strokenfrees met tand voor de frees.
- b) als a, zonder tand.
- c) stroken schijvenbewerking
- d) stroken sporenlosser met sterwiel en tandeneg.
- e) stroken sporenlosser en met verkruimelrol (zie boven).

Men oogst in de proeven de bieten met een drierijige rooier, wat ondanks de stroken (grond) bewerking geen problemen geeft.

Zowel op met een "paraplow" diep losgemaakte grond als op niet aldus bewerkte grond is het nog niet voldoende uitgekristalliseerd welk systeem de voorkeur heeft (Nuttall, 1981). De nog niet gepubliceerde resultaten over 1981 bevestigen dat. Jammer voor een goed inzicht is bovendien dat als standaard niet een echt praktijksysteem van ploegen + zaai-bed maken in deze proeven is opgenomen.

Men overweegt op het NAS om het PAGV systeem van permanente beddenteelt nu naast deze proeven te gaan bestuderen. Naar aanleiding van een eerder schriftelijk verzoek om meer informatie, zulks aansluitend op een eerder bezoek van engelse zijde, zijn uitvoeringstechnische aspecten tijdens het bezoek doorgesproken.

Voor de bietenteelt op de lichtere gronden heeft men de behoefte aan technieken van bestrijding van de kans op winderosie. Naast reeds eerder uit Nederland overgenomen technieken (Lumkes & te Velde, 1973), heeft men interesse voor het door ons ontwikkelde systeem van gelijktijdige zaai van bieten en zomergerst. Daarbij dient dit laatste gewas als bodembedekker tegen winderosie totdat de bieten voldoende ontwikkeld zijn (Lumkes, 1981). Het systeem sluit goed aan op de grof, kluitgerige grondligging die men bij de zaaibedbereiding reeds nastreeft volgens de "Glassford Technique" (Mumford, 1979). Daarbij wordt de lichte grond na het ploegen in december of januari, voorafgaand aan het toedienen van kunstmest, in februari aangerold met een cambridge rol. Aldus wordt een 2.5 - 5 cm dikke korst verkregen die later bij de zaaibedbereiding met een triltandcultivator resulteert in een grofliggend zaaibed. Aldus wordt slempgevaar bestreden. Ook in Nederland is bij de bietenteelt in gerst op stuifgevoelige grond een grove grondligging uitgangspunt.

9. Indrukken uit de praktijk

Reeds in diverse voorgaande hoofdstukken zijn indrukken uit de landbouwpraktijk vermeld. Samenvattend kan hier worden opgemerkt dat:

- a). bij de akkerbouw de graanteelt - met name zomergraan - in de bezochte gebieden domineert.
- b). de hoofdgrondbewerking zo mogelijk via ploegen in de herfst wordt uitgevoerd, maar - vooral op lichtere gronden - ook in het voorjaar nog veel grond geploegd moet worden.
- c). de zaaibedbereiding gebeurt - mede vanwege zorg om bodemverdichting - algemeen met getrokken werktuigen en vooral met combinaties waarin eggen de hoofdzaak zijn. De trekker staat hierbij tenminste op dubbel-lucht.
- d). na het zaaien wordt gerold met een grote gladde rol (70 - 100 cm Ø). De grondbewerking en de zaaibedbereiding is vrij traditioneel.
De zorg om de bewerkbaarheid van de grond en het vermijden van verdichting tenminste onder de bouwvoor staan ook bij de boeren centraal.

10. Samenvatting en conclusies

Eind maart/begin april werd in het kader van E.G. onderzoek omtrent Soil Degradation een studiereis gemaakt in Schotland (en Engeland).

Bezocht werden drie instellingen, namelijk het Scottish Institute of Agricultural Engineering bij Edinburgh (SIAE), het Scottish Crop Research Institute (een nieuw instituut) bij Dundee (SCRI) en het Norfolk Agricultural Station in Engeland (NAS).

Met name het SIAE verricht onderzoek omtrent de relatie berijding en bodemverdichting. Daarbij is in Scotland het probleem de veelal vrij natte ondergrond, die moeilijk weer is los te maken. Men vindt beperking van aslasten, werken onder gunstige omstandigheden en beddenteelt oplossingen en werkt daaraan. De praktijk ziet daar nog niets in beddenteelt.

Het SCRI heeft in een eerdere fase, namelijk als Horticulture Research Institute, veel onderzoek gedaan over zaaibedproblemen bij groenten, namelijk korstvorming en ineenzakken. Men wil liever het zaad op zaaidiepte aandrukken dan op het maaiveld.

Het NAS experimenteert met strokenbewerking en vormen van erosiebestrijding bij bieten. Daarbij wordt samengewerkt met het PAGV.

Het bezoek is uiterst nuttig geweest vanwege het leggen van (nadere) contacten en het maken van werkafspraken. Vooral echter bleek waardevol het kennis nemen van de situatie in de landbouw (klimaat, terreingesteldheid) waarin het onderzoek plaats vindt. Dit te meer omdat nu een beter interpretatie kan worden verkregen van publikatie van onderzoekresultaten.

Onder andere in internationale verbanden, maar ook bilateraal, zal verder worden samengewerkt.

Literatuurlijst

1. Relatie grondgebruik (inclusief berijding) - bodemstructuur

- Blackwell, P.S. en J.W. Dickson. Soil compaction under conventional and dual wide section tyres carrying the same loads over loose soil.
Dep. Note SIAE No. SIN 254, Nov. 1978, 12 p. (Not publ.)
- Campell, D.J., J.W. Dickson en R. Hunter. Compaction by 181,72 and 61 KW tractors in a silt loam seedbed. Dep. Note SIAE No SIN 312, Dec. 1980, 8p, (Not publ.)
- Campell, D.J., J.W. Dickson en B.C. Ball.
Controlled traffic on a sandy loam under winter barley in Scotland.
Papers 9th Conference of the International Soil Tillage Research Organization, ISTRO, Yugoslavia, juni, 1982.
- Dickson, J.W. The relative compactive effects of a tractor front and rear wheel on a sandy loam. Dep. Note SIAE No SIN 289, Juli 1980, 15 p. (Not publ.)
- Dickson, J.W. en D.C. Bickerton. The relative importance of some wheel factors in soil compaction by tractors. Dep. Note SIAE No SIN 338, March 1982. (Not publ.)
- Dickson, J.W., J.K. Henshall, P.I. Blackwell en D.J. Painter. Compaction and soil damage under wheels. Biennial Report, 1978 - 1980 SIAE, p. 27-29
- Henshall, J.K. en J.W. Dickson. The effect of the front wheel on compaction by a tractor and an assessment of the measuring techniques. Dep. Note SIAE No SIN 345, March 1982 (Not publ.)
- Soane, B.D., J.D. Pidgeon, P.S. Blackwell en J.W. Dickson. Compaction under wheels. Soil Water 1977, 5 2-6.
- Soane, B.D., P.S. Blackwell, J.W. Dickson en D.J. Pointer, 1981. Compaction by agricultural vehicles, a review
 - I. Soil and wheel characteristics
Soil & Tillage Research Vol. I. No. 3, August 1981, p. 207-237.
 - II. Compaction under tyres and other running year.
Soil & Tillage Research Vol. I. No. 4, Dec. 1981, p. 373-400.

III Soane, B.D., J.W. Dickson en D.J. Campbell.

Incidence and control of compaction in crop production.

Soil & Tillage Research Vol. II. No. 1, March 1982. p.3 - 36.

2. Teelttechniek

- Howie, I. Sod seeders on trial. Power Farming, Nov. 1981. p.8, 9, 11.
- Sharp, M.P. en D. Mc.Intyre. A comparison of four ridging implements on the ridge profile, clod and potato yield in 0.91 m ridges, 1981.
Dep. Note SIAE No SIN 340, April 1982. (Not publ.)
- Pidgeon, J.D. en B.D. Soane. Effects of tillage and direct drilling on soil properties during the growing season in a long term barley monoculture system. J. Agric. Sci. 1977, 88(2), p. 431-442.

3. Grondverbetering

- Davies, D.B. Subsoil management. Agric. Engineer Spring 1982, p. 20-23.
- Köller, K. Lockern ohne zu wenden. Der "Paraplow" macht 's möglich.
DLG Mitteilungen 24, 1981, p. 1305 en 1307.
- Spoor, G. en R. J. Goldwin. An experimental investigation into the deep loosening of the soil by rigid tines. J. Agric. Eng. Res. 23 (1981), p. 243 - 258.
- Warboys, I.B., J.M. Wilkes, P.T. Gooderham en S.M. Wilkins.
The development of a double digging machine. The 7th Conference International Soil Tillage Research Organization, Sweden, 1976.
- Warboys, I.B. P.T. Gooderham en J.M. Wilkes.
The incorporation of fertilizers into the subsoil by the Wye double digger. The 8th Conference of the International Soil Tillage Research Organization, W.Germany, 1979.

4. Teelttechniek suikerbieten en erosiebestrijding

- Long, E. Strokenbewerking voor suikerbieten.
De Voor, jan.-feb. 1982, nr. 62, jg. 13, p. 13.
- Lumkes, L.M. en H.A. te Velde. Bieten en aardappelen in doodgespoten rogge. P.A.-publikatie nr. 11, 1973.
- Lumkes, L.M. Bieten in gerst. Een nieuwe methode voor het tegengaan van stuifgevaar. De Boerderij/Akkerbouw 65, 1981, 25 febr., p. 38 en 39
- Mc. Clean, P. en R. Clare. Seedbed preparation for sugar beet on medium and heavy soils.
British Sugar Beet Review, Vol. 49 No 2, summer 1981, p. 48 - 50
- Mumford, P. The Glassford Technique.
British Sugar Beet Review, Vol. 46. No 6, Winter 1978/79, p. 45
- Nuttall, M. Beet into stubble in one pass.
Bigg Farm Management, March 1981, p. 25, 27 en 28.

5. Erosie en opkomst groentegewassen

- Hegarty, T.W. en Sheila M. Royle. Impedence of calabrese seedling emergence from light soils after rainfall. Hort. Res. 1976. Vol 16, p. 107-114
- Hegarty, T.W. en Sheila M. Royle. Portable load-transducer penetrometer for soil strength studies. Laboratory Practise, Jan. 1977.
- Hegarty, T.W. en Sheila M. Royle. Soil impedence as a factor reducing crop seed emergence, and its relation to soil conditions at sowing and to applied water. Journal of Applied Ecology 1978, 15, p. 897-904
- Hegarty, T.W. en Sheila M. Royle. Combined effects of moisture content prior to compaction, compactive effort and rainfall quantity on soil crust strength. Journal of Soil Science 1978, 29, p. 167-173.

- Weaver, K.N. Effects of soil structure on germination and emergence of vegetable seeds and Compaction at seed depth. In Annual Report 1980, Scottish Horticulture Research Institute, 1981, p. 41, 42.
- Weaver, K.N. Field emergence of calabrese and onion seedlings in response to compaction treatments on the soil surface or at seed depth. Journal of Horticultural Science 1980, 55 (4), p. 325 - 332.

6. Aardappelen als onkruid

- Lawson, H.M. Potato seedlings as weeds. A new slant on the groundkeeper problems. Proceedings Crop Protection Conf.in Northern Britain Dundee 1981, SCRI, p. 137-142.
- Lawson, H.M. Volunteer crops. Annual Report 1980. Scottish Crop Research Institute, (1981), p. 43, 44.

7. Rijden op hellingen

- Gilfillan, G. Polar Diagram Representation of Factor Stability and Control on Slope. Technical Report, No 1. SIAE, 1979.
- Hunter, A.G.M. A discussion of Tractor Overturning Accidents on Slopes due to Stability or Control Loss. Technical Report, NO 3, SIAE, 1981.

8. Mechanisatie in de aardappelteelt

- Campell, D.J. The Clod Problem in Potato Production. Technical Report No 2, SIAE, 1980.

- Lumkes, L.M. Verslag bezoek aan Engeland, 19 en 20 maart 1980. (o.a. systemen behandeling stenen in de grond bij de aardappelteelt). Intern Verslag PAGV, 1980.
- Mc. Rae, D.C. (et al). Mechanisation of the Potato Crop. Biennial Report, 1978-1980, SIAE 1980, p. 46-53.
- Mc. Rae, D.C. The development of a rigid carton for retailing potatoes. Dep Note SIAE No SIN 339, 1982.