

STATENS PLANTEVERN  
AVDELING PLANTESJUKDOMMER  
FELLSKAPET 1911

# Norsk landbruksforskning

*Norwegian Agricultural Research*

Vol. 5 1991 Nr. 4



Statens fagtjeneste for landbruket, Ås, Norge  
*Norwegian Agricultural Advisory Service, Ås, Norway*

R

## NORSK LANDBRUKSFORSKING / NORWEGIAN AGRICULTURAL RESEARCH

Norsk landbruksforskning er en fortsettelse av Meldinger fra Norges landbrukshøgskole og Forskning og forsøk i landbruket og dekker et publiseringsbehov for norske forskningsresultater innenfor fagområdene: Akvakultur/*Aquaculture*, Husdyrbruk/*Animal Science*, Jordfag/*Soil Science*, Landbruksteknikk/*Agricultural Engineering and Technology*, Naturgrunnlag og miljø/*Natural Resources and Environment*, Næringsmiddelteknologi og hygiene/*Food Technology*, Plantedyrking jord- og hagebruk/*Crop Science*, Skogbruk/*Forestry*, Økonomi og samfunnsplanlegging/*Economics and Society Planning*,

Tidsskriftet har abstrakt, figur- og tabelltekster, overskrift samt nøkkelord på engelsk.

*Articles published in the journal will always contain titles, abstracts, key words and figures and tables legends in English.*

### Ansvarlig redaktør/*Managing Editor*, Jan A. Breian

#### Redaksjonsråd/*Editorial Board*

Birger Halvorsen, Norsk institutt for skogforskning  
Sigmund Huse, Norges landbrukshøgskole, Institutt for biologi og naturforvaltning  
Ådne Håland, Særheim forskingsstasjon  
Åshild Krogdahl, Institutt for akvakulturforskning  
Karl Alf Løken, Norges landbrukshøgskole, Institutt for tekniske fag  
Torolv Matre, Norges landbrukshøgskole, Institutt for husdyrfag  
Einar Myhr, Norges landbrukshøgskole, Institutt for tekniske fag  
Nils K. Nesheim, Norges landbrukshøgskole, Institutt for økonomi og samfunnsfag  
Kjell Bjarte Ringøy, Norsk institutt for landbruksøkonomisk forskning  
Ragnar Salte, Institutt for akvakulturforskning  
Martin Sandvik, Norsk institutt for skogforskning  
Hans Sevatdal, Norges landbrukshøgskole, Institutt for planfag og rettslære  
Bal Ram Singh, Norges landbrukshøgskole, Institutt for jordfag

Arne Oddvar Skjelvåg, Norges landbrukshøgskole, Institutt for plantekultur  
Anders Skrede, Norges landbrukshøgskole, Institutt for husdyrfag  
Grete Skrede, Norsk Institutt for næringsmiddelforskning  
Kjell Steinholt, Norges landbrukshøgskole, Institutt for meieri- og næringsmiddelfag  
Arne H. Strand, Norges landbrukshøgskole, Institutt for meieri- og næringsmiddelfag  
Hans Staaland, Norges landbrukshøgskole, Institutt for biologi og naturforvaltning  
Asbjørn Svensrud, Norges landbrukshøgskole, Institutt for skogfag  
Geir Tutturen, Norges landbrukshøgskole, Institutt for tekniske fag  
Odd Vangen, Norges landbrukshøgskole, Institutt for husdyrfag  
Sigbjørn Vestheim, Norges landbrukshøgskole, Institutt for hagebruk  
Kåre Årsvoll, Statens plantevern

#### UTGIVER/*PUBLISHER*

Statens fagtjeneste for landbruket/*Norwegian Agricultural Advisory Service*, Moerveien 12, 1430 Ås, Norway. Norsk landbruksforskning/*Norwegian Agricultural Research* (ISSN 0801-5333) blir utgitt med fire hefter pr. år som utgjør et volum. Hvert hefte skal være på ca. 100 sider. Abonnementsprisen er NOK 400,- pr. år. Eventuelle supplementer vil bli sendt gratis til abonnenter, men kan bestilles separat hos utgiveren.

#### KORRESPONDANSE/*CORRESPONDENCE*

All korrespondanse av redaksjonell eller forretningsmessig karakter skal sendes til Statens fagtjeneste for landbruket/*Norwegian Agricultural Advisory Service*.

# Driftskontrollen i grovfôrdyrkinga, en database for avlings-, jord- og klimadata

## *Grassland survey in Norway, a database for yield, soil information and climate*

TROND KNAPP HARALDSEN & TERJE WAAG

Statens forskingsstasjoner i landbruk, Holt forskingsstasjon, Tromsø, Norge

*The Norwegian State Agricultural Research Stations, Holt Research Station, Tromsø, Norway*

Haraldsen, T.K. & T. Waag. Grassland survey in Norway, a database for yield, soil information and climate. Norsk landbruksforskning 5:279-304. ISSN 0801-5333.

A database for yield and botanical composition of meadow in typical grassland districts in Norway has been developed. The database includes information about the soil, land use practice, snow and ice cover during the winter, and winter damage to the plants, as well as information about coordinates for the harvested plots. The survey started in 1985, and data from the period 1985 to 1990 are available in the database. Statistical analyses were carried out for the period 1985-89. The highest yields were obtained in south-west and western Norway, and the lowest in northern Norway. Yields of the first cut were not significantly different between districts of Norway. Highest total yields were found in districts where two or three cuts were common practice. The yields were positively correlated to the amount of applied nitrogen in the growing season and negatively correlated to the rate of winter damage. These two parameters accounted for 30% of the variation in yields.

Key words: Botanical composition, database, fertilizers, grassland, ley, meadow, soils, yields.

*Trond Knapp Haraldsen, Holt Research Station, P. O.Box 100, N-9001 Tromsø, Norway*

### Bakgrunn

Prosjektet "Database for jord-, avlings- og klimadata", 1989-1990, hadde som formål å utvikle og bygge opp en database for jord-, avlings- og klimadata. Målsettingen var videre å fremskaffe et dataverktøy for bedre å utnytte det datamaterialet som samles inn i pågående og fremtidige forskningsprosjekter innen SFLs arbeidsområder. En slik systematisering vil gjøre det mulig å undersøke bl.a. eventuelle

sammenhenger mellom jordsmonnet og klimafaktorenes innvirkning på veksten hos plantene. Det var en forutsetning at databaseprosjektet skulle knyttes opp mot datamaterialet fra prosjektet "Driftskontroll i grovfôrdyrkinga". Driftskontrollen omfatter landsomfattende registreringer på engarealer i tidsperioden 1985-1991. Denne rapporten er basert på materialet fra registreringene i perioden 1985-1989.

Utgangspunktet for driftskontrollen i grovfôrdyrkinga var en metodisk undersøkelse for avlingskontroll på eng. Metodestudiene startet i 1980, og ble ledet av Statens forskingsstasjon Særheim ved Markus Pestalozzi. Jæren, Salten og Flekkefjordregionen forsøksringer utførte det praktiske arbeidet med metodeundersøkelsene. Formålet med disse var å finne fram til en metode for avlingsbetømmelse på eng i praksis, som var så enkel at en kunne gjennomføre registreringer på enkelt-skifter i stor målestokk. Denne metodeutprøvingen fortsatte i 1981 og 1982, ble modifisert i 1983, og ble avsluttet i 1984. Hovedresultatet var at avlingsbetømmelse på småruter på 10-20 m<sup>2</sup> var å foretrekke, og høsting på fem slike småruter ga størst nøyaktighet i avlingsbestemmelsen (Pestalozzi 1985). Denne konklusjonen ble lagt til grunn da "Driftskontroll i grovfôrdyrkinga" ble startet i 1985. En anså da metoden så bra at den kunne brukes i et større omfang.

Landbrukets Forsøksringer (LFR), Statens forskingsstasjoner i landbruk (SFL), og Norske melkeprodusenters landsforbund (NML), gikk sammen om å gjennomføre prosjektet. Det ble tatt sikte på å utføre avlingskontrollen på engarealer i hele landet. Bakgrunnen for at en ønsket å gjennomføre en slik registrering var (SFL 1988):

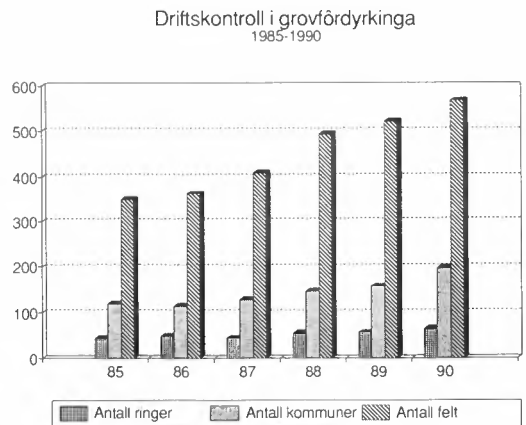
Utviklingen av store og tunge maskiner gjør det stadig vanskeligere å nytte vanlige maskiner i ordinære markforsøk. Som følge av dette blir det etter hvert dårligere samsvar mellom resultat av markforsøk og utslagene en konstaterer i praksis. Ved registrering av avlinger ved vanlig drift på et stort antall arealer der produksjonsforholdene er godt kartlagt, vil en kunne skille virkningen av ulike faktorer ved hjelp av statistiske metoder.

Styringsutvalget for grovfôrforskning opprettet en arbeidsgruppe i tilknytning til driftskontrol-

len. Gruppen bestod av en representant for Landbrukets forsøksringer sentralt, en fra forsøksringlederne, en fra NML/Husdyrkontrollen, og en fra Statens forskingsstasjoner i landbruk.

Forsøksringene tok seg av det praktiske arbeidet med avlingsbestemmelsen på gårdene, tørrstoffbestemmelser, og samlet opplysninger om jordart, gjødsling, plantebestand og drift av engene som ble kontrollert. NML foretok kvalitetsanalyser av avlinga på laboratoriet på Hellerud, mens SFL tok seg av fysiske- og kjemiske jordanalyser og beregningsarbeid. SFL skulle ta seg av den forskningsmessige utnyttelse av de innsamlede data.

Fig. 1. viser utviklingen i antall felt som er registrert i årene 1985-1990, fordelt på antall forsøksringer og kommuner.



Figur 1. Oversikt over registrerte felt i "Driftskontroll i grovfôrdyrkinga" i årene 1985-1990, fordelt på forsøksringer og kommuner

Fig. 1 Investigated plots in a grassland survey in Norway 1985-90, sorted by Agricultural Experimental Groups and communes

### Målsetting for driftskontrollen

Målsettingen for "Driftskontroll i grovfôrdyrkinga" var, sitert etter SFL's arbeidsprogram (SFL 1988):

En prøver å finne sammenhenger mellom produksjonsfaktorer og avlingsmengde og avlingskvalitet ved dyrking av grovfôr i praksis. Nøyaktig oppgave over jordart, klima, gjødsling, høsteintensitet, plantebestand og stell av enga må derfor gis for arealer der avlingsmengde og -kvalitet blir registrert.

Driftskontrollen skal hjelpe bonden å forbedre dyrkingsteknikken og lette fôrplanleggingen.

Driftskontrollen vil også gi en oversikt over produksjonspotensialet i ulike landsdeler og årsvariasjoner.

### Systemering, strukturering og EDB-ansvarlig

Med systemering og strukturering forstås det å lage en oversikt over alle datakilder, hvordan ulike beregninger skal utføres, relasjoner mellom ulike typer data og en beskrivelse av sluttproduktet; den ferdige databasen. Det mangler god dokumentasjon om systemering og strukturering fra starten av prosjektet "Driftskontroll i grovfôrdyrkinga". En målsetting som angir behovene som skulle dekkes, beskrivelse av filstrukturen i databasen, samt oversikt over dataflyten mellom brukere, ringer, stasjoner og laboratorier mangler også.

De første årene var alle data samlet på stormaskinen ved FDB-sentralen, og hensikten var at den statistiske behandling skulle skje der. Dette var tungvint og førte til at materialet ikke ble utnyttet fra starten av. Mangler og feil i materialet ble derfor heller ikke oppdaget og rettet.

Det har vært fast dataansvarlig for strukturering og systemering av data fra driftskontrollen siden 1989. Den dataansvarlige har vært knyttet til Holt forskingsstasjon. Til arbeidet med databasen har det vært brukt en personlig datamaskin (PD) med Intel 80386 prosessor og 115 MB lagerplass.

### Utnytting av materialet

SFL skulle ta seg av den forskningsmessige utnyttelse av de innsamlede data. Det er et definisjonsspørsmål hva som er forskningsmessig utnyttelse, og derfor hvilken del av ansvaret for utnytting som ligger under SFL. Nedenfor ser vi på de ulike delene av målsettingen og hvordan den har blitt ivaretatt.

- "hjelpe bonden å forbedre dyrkingsteknikken og lette fôrplanleggingen"

Utskrift fra analyseresultater har vært sendt fra laboratoriene til ringene og brukerne som deltok i driftskontrollen. LFR/FDB-sentralen har årlig utarbeidet en enkel statistikk som har vært sendt ut til ringene. Ut fra disse opplysningene kunne ringlederne trekke sine slutninger og gi råd til bøndene. Gir et skifte for dårlig avling får brukeren gjerne råd om å fornye feltet. Det er stor forskjell på hvordan ringlederne har utnyttet de kunnskapene de kan ha fått gjennom driftskontrollen. Resultater fra enkeltarealer blir vanligvis gitt hvert år i forsøksringenes årsmeldinger eller i medlemsblad, men ofte er det bare referert i årsmeldinga at ringen har vært med i kontrollen. I Flekkefjordregionen forsøksring er resultatene fra flere år publisert samlet (Hamar 1987, 1990).

- "finne sammenhenger mellom produksjonsfaktorer og avlingsmengde ved dyrking av grovfôr i praksis"

- "gi en oversikt over produksjonspotensialet i ulike landsdeler og årsvariasjoner"

Markus Pestalozzi har gjort en stor innsats gjennom mange besøk ved FDB-sentralen, og har publisert resultater fra statistiske analyser på datamaterialet (Pestalozzi 1987, Pestalozzi 1989a og Pestalozzi 1989b). Ved FDB-sentralen var de årlige og de faste data ikke koblet, så sammenhenger mellom disse ble ikke analysert.

Etter at Holt overtok databaseansvaret i 1989 har det vært mulig å gjøre datauttrekk fra databasen for ulike oppgaver. Vi nevner her utdrag av materialet fra Nordfjord/Sunnmøre til bruk i hovedoppgave for student ved NLH (Bjôrdal 1990), og uttrekk av databasen fra Troms og Aust-Agder som Ragnar T. Samuelson benyttet under utenlandsopphold 1989-90 (Samuelson 1990a og Samuelson 1990b).

I denne rapporten blir relativt omfattende opplysninger fra databasen presentert. Vi vil gjøre oppmerksom på at dette ikke er en fullstendig presentasjon av alt som kan trekkes ut av databasen. Derimot er det en drøfting av kvaliteten av informasjonen i databasen, supplert med eksempler på bruk.

## RESSURSBRUK

Store ressurser har vært satt inn på registrering, innsamling og punching av datamaterialet. Det er ringlederne som har hatt størst arbeid med prosjektet. Ringene valgte selv ut brukere og skifter. Brukerne og ringene fikk vederlagsfritt utført fôranalyser (ved NML) og jordanalyser (ved SFL), mot at SFL kunne nytte data fra prosjektet.

I det følgende er det gjort forsøk på å regne ut medgått arbeidsmengde for 1985 - 1990. Ut fra opplysninger fra Flekkefjordregionen Forsøksring, kan en regne at sommerregistrering av et skifte tok ca. 8 timer for ringlederen inklusive forberedelse, kjøring, høsting, utfylling av skjemaer. Administrasjon, innmelding, pakking og videresending av prøvemateriale, rapport til brukeren, notering av vinterklima er beregnet til ca. 2 timer.

Punching av datamaterialet er vurdert til ca. 1 månedsverk på hver av stasjonene.

|  |                                    |
|--|------------------------------------|
| registrering (høsting 8 timer + administrasjon<br>2 timer) * 2703 felt | = 27030 timer                      |
| punching, 165 timer (= 1 måneds-verk)<br>* 6 stasjoner * 6 år          | = <u>5940 timer</u><br>32978 timer |

Vi regner 1800 timer på et årsverk. Altså har det gått med 18.3 årsverk til innsamling og punching av datamaterialet i "Driftskontroll i grovfôrdyrkinga". I tillegg kommer forskerinn-satsen på de enkelte SFL-stasjonene, analysearbeid ved NML og SFL og administrasjon ved Landbruket forsøksringer (LFR) sentralt. SFL har i sitt arbeidsprogram ansatt sin arbeidsinn-sats til 12 forskerukeverk pr. år (SFL 1988).

## BESKRIVELSE AV DATASTRUKTUR

### Fra stormaskin til PD

Fra 1985 til 1989 lå databasen for driftskontrollen på stormaskin ved FDB-sentralen på Ås. Siden driftskontrollen ble startet har det skjedd en rivende utvikling når det gjelder datamaskiner og programvare på disse. Programsystemer som en tidligere måtte ha stormaskin for å kjøre, kan nå med fordel kjøres på en rask PD.

FDB-sentralen var behjelpelig med å legge ut dataene på SAS-filer for PC på 3 1/2" 1,44 Mb DOS-disketter. I juli 1989 ble mottatt tre disketter med 7 datafiler på totalt 3,44 Mb (tab. 1). Ved bruk av komprimeringsprogrammet LHARC<sup>1</sup> kan denne datamengden lagres på 420 Kb! Hele datamengden kan dermed overføres pr telefon i løpet av knapt 30 minut-

<sup>1</sup>LHARC er allment tilgjengelig programvare for pakking (komprimering) og utpakking av datafiler. Nyttig ved lagring av sikkerhetskopier for utnyttning av lagringsmediene. Meget nyttig ved overføring av data pr. telefon.

Tabell 1. Oversikt over SAS-filer fra driftskontrollen

Table 1. SAS datasets from a grassland survey in Norway

| Fil<br>File  | Størrelse<br>Size | Innhold<br>Content  |
|--------------|-------------------|---|
| DK.INF       | 7996              | Tekstfil med info om variablene i noen filer<br>Textfile with information about variables |
| GROVF85.SSD  | 548176            | Årlige data, 1985<br>Yearly data, 1985  |
| GROVF86.SSD  | 561750            | Årlige data, 1986<br>Yearly data, 1986  |
| DK87F.SSD    | 938281            | Årlige data, 1987 (nytt format)<br>Yearly data, 1987 (new format)                         |
| DK88F.SSD    | 938281            | Årlige data, 1988<br>Yearly data, 1988  |
| ID-SFL89.SSD | 105638            | Oversikt over arealene<br>Information about investigated plots                            |
| OP878SFL.SSD | 541610            | Faste data om arealene<br>Stable information about the sites                              |
| 3440994      |                   |   |

ter med utstyr som alle SFL-stasjoner disponerer.

I tillegg ble en diskett med jordfysiske og jordkjemiske data sendt til databasen fra Markus Pestalozzi. Denne var lagret på MSTAT-format for DEC Rainbow og kunne greit overføres til IBM-format ved hjelp av MediaMaster.

#### **dBASE - SAS**

Databasen lå opprinnelig i SAS. En generell vurdering gjorde at vi fant at dBASE IV ville være et velegnet lagringsformat spesielt pga. mulighetene for å opprette relasjoner mellom filer. Dette ville bl.a. føre til en enklere kobling mellom årlige og faste data, samt data fra jord. Etter en slik kobling kunne en enkelt

legge data tilbake til SAS for mer avanserte statistiske analyser.

Det finnes en rekke fordeler og ulemper både ved SAS og dBASE (tab. 2).

Konvertering til dBASE gikk problemfritt. Vi oppdaget at alle tekst-variable hadde feil i norske tegn etter overføring fra FDB-sentralen. Et program for konvertering av tegnene ble laget og kjørt i dBASE.

#### **Kobling av data, identifisering av arealer og datastruktur**

For å kunne spore sammenhenger i datamaterialet var det nødvendig å koble faste data sammen med årlige data. Dette lot seg gjøre ved hjelp av dBASE's gode muligheter for setting av relasjoner mellom datafiler.

Tabell 2. Fordeler og ulemper ved bruk av dBASE og SAS

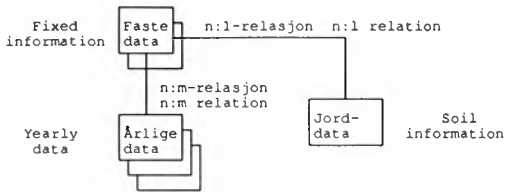
Table 2. Advantages and disadvantages of using of dBASE and SAS

| dBASE  | SAS   |
|--|---|
| Databasesystem med enkle statistiske funksjoner  | Statistikkprogram med relativt komplisert brukergrensesnitt, gode statistiske funksjoner og enkle databasefunksjoner                  |
| Database system with simple statistical functions  | Statistical program package with relatively complicated user interface, advanced statistical functions, and simple database functions |
| God evne til å kombinere ulike filer ved å sette relasjoner  | Manglende evne til relasjoner   |
| Utilities for relations between files  | No utilities for relations between files  |
| Manglende verdier finnes ikke i systemet. Takles ved å sette inn en dummy-verdi på 9999999999999999, noe som skjer automatisk ved konvertering fra SAS. Verdien settes tilbake til missing ved konvertering til SAS  | Manglende verdier behandles godt  |
| The dBASE system does not operate with missing values. The problem can be solved by using the dummy value 9999999999999999, which happens automatically when the data are converted from SAS. The value is set back to missing when the data are converted back to SAS | No problems with missing values   |
| Det kan lages egne, selvstendige program for innlesing av data og utskrift av til dels avanserte rapporter   | Innlesing må foregå i annet program-system, eller den enkelte bruker må ha SAS-pakken   |
| Independent programs for typing data and reports from the database are easily made   | Typing av data can be done in ASCII-files, or the user must have the SAS package  |
|  | Kan lese og skrive til dBASE-format   |
|  | Import and export data to dBASE-format are easily carried out by the DBF procedure  |

Variablene faller naturlig i tre grupper: årlige data, faste data og jorddata. Disse er lagret på hver sine filer. Til identifikasjon av arealene har en til å begynne med brukt kommune-nummer, gardsnummer, bruksnummer

og arealnummer som nøkkel. I 1987 gikk en over til å bruke kommune-nummer, produsent-registernummer (s.k. IS-nummer) og arealnummer. Fig. 2 viser hvordan vi grafisk kan illustrere forholdet mellom filene.

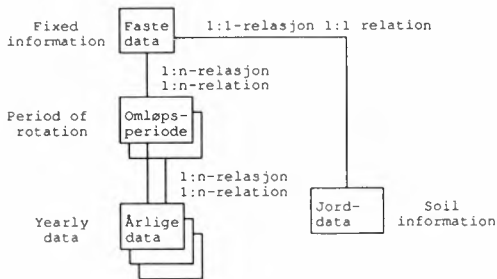




Figur 2. Skjematisk oversikt over forholdet mellom filene i eksisterende database

Fig. 2. *Simplified structure of relations between files in the existing database*

Som vist i fig. 2 er faste data og data for omløpsperiode blitt lagret på samme fil. En får da en n:m-relasjon<sup>2</sup> mellom årlige data og "faste" data. Dette gir en kompleks kobling mellom filene, noe som har medført problemer. Samtidig får vi en god del dobbeltlagring av informasjon. Det hadde vært bedre hvis en hadde skilt mellom absolutt faste data, omløps-data og årlige data slik det er vist i fig. 3.



Figur 3. Ønskelig forhold mellom filer i database for jord-, avlings- og klimadata

Fig. 3. *Preferable relations between files in a database for yield, soil information and climate*

Skiftet av identifikasjonsnøkkel førte til vanskeligheter med å følge samme areal fra 1985/1986 videre i 1987 og senere.

Faste data for 1985 og 1986 var ikke tastet inn. Disse årene ble det heller ikke

registrert IS-nummer da gårdsnummer og bruksnummer ble brukt til identifisering av arealene. Der arealene fra 1985 og/eller 1986 var ført videre i 1987, kunne en koble sammen data ved hjelp av et omstendelig arbeid med manuell overføring av IS-nummer.

De årlige datafilene fra 1985 og 1986 hadde forskjellig struktur fra filene i 1987 og 1988. Enkelte variable var slettet, andre kommet til og atter andre har skiftet navn og/eller innhold. Vi har tilpasset formatet slik at disse fikk samme format for alle år. Dette fører til at samme prosedyre kan brukes for uttrekk av data fra alle år, samt at en kan følge utviklingen for samme felt for flere år.

Liste over variablene finnes i Waag & Haraldsen (1991).

### Dataflyt

De første to årene sendte ringene inn skjemaer til LFR, som skrev disse inn på FDB-sentra- len. Senere ble det utviklet innlesnings-prosedyrer i statistikkprogrammet MSTAT på DEC Rainbow slik at stasjonene kunne overta arbeidet med å lese inn dataene. Dette skulle gi større sikkerhet mot feil da stasjonene kunne kontakte ringlederne i sitt distrikt hvis det var tvil om detaljer på dataskjemaene. Fra og med 1989 har stasjonene sendt diskettene til SFL Holt, som konverterer datafilene og legger dataene inn i databasen.

Fig. 4 gir en grafisk presentasjon av dataflyten i "Driftskontroll i grovfôrdyrkinga". I tab. 3 har vi beskrevet de samarbeidende partene og de oppgaver de har hatt i prosjektet, relatert til dataflyten.

<sup>2</sup>Mulige relasjoner mellom filer: 1:1-relasjon, n:1-relasjon, n:m-relasjon

Tabell 3. Dataflyt i "Driftskontroll i grovfôrdyrkinga"

Table 3. Flow of data in a grassland survey in Norway

| Nr.<br>No. | Fra<br>From | Til<br>To   | Tekst<br>Text  |
|------------|-------------|-------------|--|
| 1          | LFR         | Ringleder   | Innmeldings-skjema for innmelding av nye/sletting av gamle felt  |
| 2          | Ringleder   | Bruker      | Forespørsel om deltakelse i prosjektet   |
| 3a         | Ringleder   | LFR         | Utfylte innmeldings-skjema   |
| 3b         | Ringleder   | SFL-stasjon | Kopi innmeldings-skjema  |
| 4          | LFR         | Database    | Utfylte innmeldings-skjema for utskrift av etiketter og ajourføring av adresselister (årets kontrollarealer) |
| 5a         | Database    | LFR         | Adresse-etiketter til opplysnings/høsteskjema og prøver og adresseliste                                      |
| 5b         | Database    | SFL-stasjon | Adresseliste (årets kontrollarealer i distriktet)  |
| 6          | LFR         | Ringleder   | Merkede opplysnings/høsteskjema og merkelapper for prøver  |
| 7          | Ringleder   | Bruker      | Datainnsamling og innsamling av prøvemateriale   |
| 8a         | Ringleder   | SFL-stasjon | Utfylte opplysnings- og høsteskjema for punching   |
| 8b         | Ringleder   | NML-lab     | Planteprøver til kvalitativ analyse  |
| 8c         | Ringleder   | SFL-lab     | Jordprøver til kjemisk og fysisk analyse   |
| 9          | SFL-stasjon | Ringleder   | Utskrift av årets resultater (avlingsmengde). Spørsmål om manglende/tvilsomme opplysninger                   |
| 10a        | SFL-stasjon | Database    | Diskett med punched data fra stasjonens område   |
| 10b        | NML-lab     | Bruker      | Analyse-bevis, kvalitativ analyse, avling. Med en gang resultatet foreligger                                 |
| 10c        | NML-lab     | Ringleder   | Analyse-bevis, kvalitativ analyse, avling. I puljer ca. hver måned   |
| 10d        | NML-lab     | Database    | Analyse-bevis, kvalitativ analyse, avling. Samlet for sesongen, alle arealer                                 |
| 10e        | SFL-lab     | Database    | Analysebevis, kjemisk og fysisk analyse av jordprøver  |
| 10f        | SFL-lab     | Ringleder   | Analysebevis, kjemisk og fysisk analyse av jordprøver  |
| 11         | Database    | Forskere    | Utdrag av datamateriale til bruk i forskninga, publisering   |

LFR=The Agricultural Experimental Groups Secretary

SFL-stasjon=Research Station, The Norwegian Agricultural Research Stations

SFL-lab=Chemical analytical laboratory, The Norwegian Agricultural Research Stations

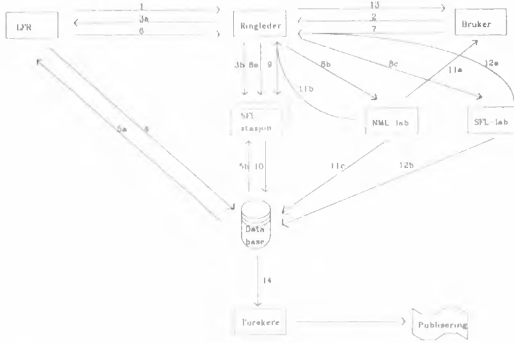
Ringleder=Leader of an Agricultural Experimental Group

NML-lab=NIRS-laboratory, Norwegian Milk Producers Association

Bruker=Farmer

Forskere=Scientists

## DATAFLYT, DRIFTSKONTROLLEN I GROVFÔRDYR KINGA



Figur 4. Dataflyt, Driftskontroll i grovfôrdyrkinga

Fig. 4. Flow of data in a grassland survey in Norway

## BRUK AV DATABASEN

## Vurdering av egnethet for statistiske analyser

## Oversikt over geografisk spredning av registreringsfelt

Driftskontrollen i grovfôrdyrkinga er som tidligere nevnt et landsomfattende prosjekt. Likevel er fordelingen av kontrollareal mellom fylker og landsdeler noe ujevn (tab. 4). En detaljert oversikt over registrerte areal i forskjellige kommuner er gitt i Waag & Haraldsen (1991).

Tabell 4. Oversikt over antall kontrollareal i fylker, regioner og år

Table 4. Investigated plots in a grassland survey in Norway, sorted by counties, regions and years

| Fylke<br>County   | Region | Antall kontrollareal i årene<br>Number of investigated plots |      |      |      |      | Sum<br>1985-89 |
|-------------------|--------|--|------|------|------|------|----------------|
|                   |        | 1985   | 1986 | 1987 | 1988 | 1989 |                |
| 1. Østfold        | 1      | 4  | 0    | 8    | 10   | 14   | 36             |
| 2. Akershus       | 1      | 0  | 0    | 0    | 0    | 7    | 7              |
| 3. Oslo           | 1      | 0  | 0    | 0    | 0    | 0    | 0              |
| 4. Hedmark        | 1      | 11   | 10   | 36   | 42   | 67   | 166            |
| 5. Oppland        | 1      | 18   | 19   | 44   | 35   | 35   | 151            |
| 6. Buskerud       | 1      | 9  | 10   | 11   | 13   | 8    | 51             |
| 7. Vestfold       | 1      | 0  | 0    | 8    | 7    | 11   | 26             |
| 8. Telemark       | 1      | 0  | 0    | 0    | 0    | 0    | 0              |
| 9. Aust-Agder     | 1      | 10   | 7    | 29   | 34   | 36   | 116            |
| Sum               | 1      | 52   | 46   | 137  | 141  | 177  | 553            |
| 10. Vest-Agder    | 2      | 36   | 35   | 35   | 35   | 39   | 180            |
| 11. Rogaland      | 2      | 48   | 56   | 72   | 57   | 74   | 307            |
| Sum               | 2      | 84   | 91   | 107  | 92   | 113  | 487            |
| 12. Hordaland     | 3      | 15   | 17   | 13   | 6    | 10   | 61             |
| 14. Sogn og Fj.   | 3      | 15   | 24   | 25   | 26   | 36   | 126            |
| 15. M. og Romsdal | 3      | 30   | 30   | 32   | 42   | 53   | 187            |
| Sum               | 3      | 60   | 71   | 70   | 74   | 99   | 374            |
| 16. S. Trøndelag  | 4      | 29   | 17   | 19   | 15   | 31   | 111            |
| 17. N. Trøndelag  | 4      | 17   | 10   | 7    | 1    | 9    | 44             |
| Sum               | 4      | 46   | 27   | 26   | 16   | 40   | 155            |
| 18. Nordland      | 5      | 66   | 71   | 37   | 73   | 59   | 306            |
| 19. Troms         | 5      | 31   | 31   | 22   | 67   | 77   | 228            |
| 20. Finnmark      | 5      | 0  | 12   | 15   | 12   | 31   | 70             |
| Sum               | 5      | 97   | 114  | 74   | 152  | 167  | 604            |

Som vist i tab. 4, er det for perioden 1985-1989 registrert til sammen 2173 kontrollarealer. Fordi en del kontrollarealer er registrert i flere år er det 1019 forskjellige arealer. 76 av disse er registrert i alle år, 64 i fire år, 168 i tre år, 340 i to år og 353 i ett år. 18 arealer er registrert uten at feltarbeid er utført.

På Østlandet (region 1) var kontrollarealene hovedsakelig å finne i fylkene Hedmark, Oppland og Aust-Agder. Kontrollarealene i disse fylkene utgjorde nærmere 80 % av kontrollerte areal i region 1. En videre gruppering av arealene i region 1 viste at det er eng i dalstrøkene som dominerte. Godt representerte områder var Gudbrandsdalen (Oppland), Østerdalen (Hedmark), Hallingdal og Hemsedal (Buskerud) og indre Agder (Aust-Agder). I Aust-Agder var kontrollarealene i Setesdal bare registrert i 1988 og 1989.

På Sør-Vestlandet (region 2) var det god geografisk spredning av de undersøkte engarealene, og mange er registrert hele perioden. I Vest-Agder var det registrert arealer i samtlige kommuner, mens det i Rogaland var kontrollarealer i 19 av 26 kommuner. Arealene i Rogaland dekket de viktige jordbruksområdene på ytre og indre strøk av Jæren, Dalane og Ryfylke.

På Vestlandet (region 3) var det kontrollareal i omtrent halvparten av kommunene. I Hordaland var det forholdsvis få registreringer. I dette fylket var det ingen areal som ble registrert i hele tidsperioden 1985-1989. I Sogn og Fjordane var det kontrollareal langs Sognefjorden, i Sunnfjord og i Nordfjord. Områdene langs Sognefjorden var bare registrert i årene 1988 og 1989, mens områdene i Nordfjord ikke var registrert i disse to årene. I Møre og Romsdal var det rimelig geografisk spredning av engarealer på Nord- og Sunnmøre, og i Romsdal.

I Trøndelagsfylkene (region 4) var det forholdsvis få kontrollareal, spesielt i Nord-

Trøndelag. I flere kommuner i ytre strøk i Sør-Trøndelag (langs Trondheimsfjorden) var arealene bare kontrollhøstet i 1985 og 1986, mens det i andre områder av fylket ble høstet nye arealer i 1989. Kommuner i Sør-Trøndelag med mange observasjoner er Rissa, Oppdal, Meldal og Røros. I Nord-Trøndelag var det mest registreringer i perioden 1985-1987, hovedsakelig i nordre del av fylket. Materialet fra Trøndelagsfylkene er følgelig uensartet når det gjelder fordeling mellom områder og år.

Region 5, Nord-Norge, har den største geografiske spennvidden. I Nordland er Helgeland og Salten rimelig godt representert, mens Ofoten, Lofoten og Vesterålen bare er representert med noen få areal. I Troms er meste parten av kontrollarealene knyttet til kommunene Balsfjord, Tromsø, Kvæfjord, Harstad og Nordreisa. I Finnmark var det ingen aktivitet i driftskontrollen i 1985. For perioden 1986-1989 er mange kontrollareal registrert i Alta, Tana og Sør-Varanger.

Ut fra denne oversikten har prosjektet "Driftskontrollen i grovfôrdyrkinga" geografisk sett dekket de viktige områdene for grasdyrking i Norge. For å gi et bilde av mangfoldet i engdyrka i Norge kunne derfor informasjonene være representative. Materialet er, som oversikten viser, noe uensartet når det gjelder registreringer innen flere regioner. Som grunnlagsmateriale for avlingsstatistikk synes materialet som helhet lite egnet. Dette har blant annet sammenheng med at det er få felter med løpende registreringer i hele perioden 1985-1989, og at det ikke har vært felles kriterier for valg av felt. Dessuten er det en viss geografisk tyngdeforskyvning i registreringene innen de ulike regionene i løpet av prosjektperioden. Årsakene til dette kan ligge i at forsøksringer som deltok i registreringsarbeidet i begynnelsen av prosjektperioden valgte andre arbeidsoppgaver senere år, og at forsøksringer som ikke deltok fra start etterhvert fikk interes-

se for problemstillingene i driftskontrollprosjektet. De ulike forsøkingenes deltakelse avspeiler trolig i stor grad interessen for arbeidet hos ringlederne.

#### *Kvaliteten av registreringsarbeidet*

Alt feltarbeidet i driftskontrollen er utført av ringleder og andre personer ansatt i forsøksringer. Registreringene ble gjennomført etter fastsatte retningslinjer, gitt i et veiledningshefte. Veiledningsheftet ble revidert og ajourført etter hvert som opplegget for driftskontrollen ble endret. I tillegg ble det sendt ut ulike skrив om endringer i opplegget som ikke ble innarbeidet i veiledningsheftet. For beskrivelse av jorda, nyttet en heftet "Retningslinjer for undersøkelse av jord på forsøksfelt" (Sveistrup 1987).

Det er i veiledningsheftet ganske inngående gjort rede for betydningen av å ha fullstendige observasjoner for alle arealer. Likevel er det betydelig antall manglende observasjoner på flere viktige variable. Noen av disse manglende observasjonene skyldes at verdien skal være 0, men er registrert som manglende. I andre tilfeller er det logisk sett riktig med manglende observasjoner. Korrekt bruk av manglende opplysning er når tallverdi er irrelevant f.eks. husdyrgjødseltype når det ikke er spredd husdyrgjødsel, eller når det ikke er mulig å skaffe opplysninger om en parameter. Når det er mulig å angi en tallverdi f.eks. på husdyrgjødselmengde, vil 0 være entydig når det ikke er spredd husdyrgjødsel.

Når det gjelder manglende avlingstall har vi gjort følgende forutsetninger: Ved beiting etter siste registrerte slått ble beitet avling anslått til 50 kg ts/daa. Ved høsting til ferskfôring, "0-beiting", og avlingsmengden ikke er registrert, er avlingen anslått til 80 kg ts/daa. Når det ikke var registrert høsting av 2. eller 3. slått (manglende observasjoner), har vi gått ut fra at det ikke var høstbar avling. Når

det er registrert 2. slått og vår-beiting eller manglende førsteslått av annen grunn, har vi ikke lagt inn avlingsestimater for førsteslått, men satt avling til 0. Avlingen på slike arealer er beregnet ut fra registrert avling i 2. og eventuell 3. slått. Manglende førsteslått forekommer på 4 % av arealene i 1988, men på mindre enn 2 % av arealene i øvrige år.

Koder som er sammensatt av to sifre har vist seg å volde problemer. Beskrivelse av overvintringsskader er gjort ved at første siffer i koden gjelder skadeomfang, mens andre siffer gjelder skadeårsak. Så lenge begge tall er registrert kan en datateknisk splitte første og siste siffer. Derimot oppstår et tolkningsproblem når bare ett siffer er registrert. Ut fra tallstørrelsen på det registrerte siffer, og logisk tenkning, har vi antatt at dette angir skadeomfang. Beregningene er så utført på grunnlag av dette.

Ved botanisk analyse av feltene er det nyttet en skala fra 0 til 5 for å beskrive andel av bestandet for hver art. I retningslinjene er det uttalt at andel av kløver, timotei og engsvingel, og andre grasarter som utgjorde mer enn 10 % av bestandet, skulle registreres med egen kode. Videre skulle andelen av grasarter med liten andel av bestandet bedømmes samlet som "andre gras", og artsnavnene skulle oppgis. Tofrøbladet ugras skulle også bedømmes samlet. Denne praksisen må sies å være meget uheldig for bruk av data i statistiske analyser. På denne måten uttrykkes bare de dominerende artene i enga og det er datateknisk umulig å presentere artsmangfoldet. Dersom retningslinjene er fulgt, vil kode 3-5 være brukt når en art er registrert. Når arten utgjorde mindre enn 10 % ble den lagt inn i gruppen "andre gras". Det viste seg imidlertid at retningslinjene ikke alltid var fulgt. Blant annet ble det funnet flere tilfeller der forekomst av forskjellige grasarter var uttrykt i prosent og ikke i klasse. Dette er nå rettet ved manuell gjennomgang.

I praksis er det bare artene timotei, engsvingel, engrapp, hundegras og rødkløver som det er mange nok observasjoner på til å bruke i statistiske analyser. Andre arter som utgjør mer en 10 % av bestandet er det svært få registreringer av. Det er mulig at det kan være nok registreringer av arter som bladfaks (region 1) og strandrør (region 2 og 3) til at det går an å gjennomføre statistiske analyser innenfor regioner. Gruppen "andre gras" og "tofrøbladet ugras" anses å være heterogene grupper, som bare kan nyttes til å si noe om ugrasinnslag i enga. I databasen er det minst 95 % manglende observasjoner når det gjelder opplysninger om arter som rødsvingel, markrapp, westerwoldsk raigras, italiensk raigras, engrevehale, kveke, knerevehale, alsikekløver, luserne, andre belgvekster, bygg, havre, fôr-raps, erter og vikker.

En bedre måte å beskrive botanisk sammensetning på ville vært å bruke klassene 0 til 6 for alle grasarter og helst også for viktige tofrøbladete ugras. Klasse 0 skulle da nyttes når arten ikke fantes i enga. Best ville det utvilsomt vært å registrere andel i bestandet i % for hver art. Dette ville vært svært ressurskrevende, men kunne gitt resultater som kunne nyttes i studier av engøkologi.

I tillegg til årlige opplysninger om engdrifta, er det registrert en del tidsuavhengige parametre som stedfesting (kartkoordinater), høyde over havet, hellingsgrad og -retning, jordart og naturlig dreneringsgrad. Det er registrert tidsuavhengige opplysninger på 880 arealer, men det er forholdsvis mye manglende data. Som eksempler kan nevnes at hellingsgrad er registrert på 75 % av de 880 arealene, høyde over havet på 82 %, naturlig dreneringsgrad på 80 % og kartkoordinater finnes på snaut 70 %. En viktig parameter for utregning av engalder er gjenleggsår, og dette er registrert på 88 % av arealene. Når det gjelder opplysninger om driftsforhold året før første

registreringsår, er det opplysninger på mindre enn 40 % av feltene.

Når det var registrert på samme areal i tre år, skulle det foretas undersøkelse av jorda og tas ut jordprøver. Som tidligere nevnt, var det forholdsvis få arealer som i 1989 hadde vært registrert i så mange år. Etter vekstsesongen 1989 var det registrert informasjon om jorda med kjemiske jordanalyser på 163 arealer, men det fantes bare kornstørrelsesanalyse på drøyt 70 % av disse. Statistiske undersøkelser som er gjennomført til nå, tyder på at materialet med jordopplysninger og analyseresultat er for lite til å trekke vitenskapelig holdbare konklusjoner. Når registreringene for 1990 og 1991 er lagt inn i databasen, vil det være vesentlig flere arealer som blir registrert med jordopplysninger og analyseresultat.

Et generelt problem ved all dataregistrering er mulighetene for feilinnlesning. I "Driftskontrollen i grovfôrdyrkinga" har det ikke vært spesielle rutiner for å avdekke mulige tastefeil og andre feilregistreringer. En del feil har imidlertid blitt avdekket og rettet på SFL-stasjonene som har behandlet skjemaene fra forsøksringene. Likevel har vi funnet et betydelig antall feilregistreringer i databasen, som etter beste evne er rettet. Feilene har omfattet blant annet feil antall desimaler (f.eks. 10 ganger for sterk gjødsling), kombinerte koder lagt inn feil (overvintring, husdyrgjødsel), og verdier utenfor oppgitt kodeskala.

### Noen statistiske undersøkelser

#### *Bestemmelse av tørrstoffinnhold*

Tørrstoffinnholdet i grasprøvene ble bestemt både av forsøksringene (eller nærmeste SFL-stasjon) og ved NML-laboratoriet på Hellerud. Som grunnlag for beregning av tørrstoffavling ble tørrstoffanalysen fra forsøksringene nyttet for tidsperioden 1985-1989. For 1989 ble resultatet av tørrstoffanalysene fra forsøksringene og NML-laboratoriet nyttet i en statistisk

Tabell 5. Sammenheng mellom tørrstoffbestemmelse i forsøksringer og NML-laboratorium

Table 5. Correlation between different determination methods for dry matter content. Determinations are carried out by the Agricultural Experimental Groups and at the NIRS-laboratory (NML-lab)

| Avvik mellom bestemmelsene<br>Deviations between determinations | Antall prøver i regresjonsanalyse<br>Number of samples used in the regression analysis | Antall prøver med avvik<br>Number of samples with deviation | R <sup>2</sup> |
|---|--|---|----------------|
| Ubegrenset  | 782  |   | 0,25           |
| ≥ ±50 %   | 772  | 10  | 0,73           |
| ≥ ±30 %   | 743  | 39  | 0,84           |
| ≥ ±20 %   | 690  | 92  | 0,90           |
| ≥ ±10 %   | 524  | 258   | 0,96           |

undersøkelse for å se på samsvaret mellom metodene. Hensikten var først og fremst å undersøke om NML-analysen kunne brukes i stedet for resultatet fra forsøksringene. I denne undersøkelsen ble vanlig lineær regresjon benyttet, samt en test av avviket mellom metodene. Totalt 782 prøver ligger til grunn for analysen (tab. 5).

I 9 av 10 prøver med avvik større eller lik ±50 % var tørrstoffinnholdet bestemt ved NML-laboratoriet høyest. Dette kan tyde på at det kan ha skjedd en betydelig tørking under sending til Hellerud. En forsøksring hadde systematisk minst 20 % høyere tørrstoffinnhold ved egen bestemmelse enn NML-laboratoriet på 20 av 22 prøver. 11 av disse hadde større avvik enn 30 %. En annen forsøksring hadde tilsvarende forhold på 4 av 6 prøver. Det motsatte forholdet fantes også, nemlig en forsøksring der samtlige 4 prøver hadde mer enn 50 % høyere tørrstoff ved NML-bestemmelsen. Det var registrert prøver med avvik på mer enn 20 % i 23 av 55 forsøksringer.

De forsøksringene som pekte seg ut med sprikende tørrstoffverdier er kontaktet. De rapporterte avvikene viste seg å kunne spores tilbake til følgende forhold: prøvene til Helle-

rud var sendt tørket, forsøksringens tørkeskap ga ikke mulighet for skikkelig tørking med avtrekk, feil og unøyaktig vekt hos forsøksringene, prøvene var ikke tørket lenge nok, eller prøvene hadde ligget en dag i plastpose før råvekt ble veid.

Det er verdt å merke seg at om lag 1/3 av prøvene hadde avvik på mer enn ±10 % mellom de to metodene for tørrstoffbestemmelse. Korrekt tørrstoffbestemmelse er av stor betydning for beregning av tørrstoffavling pr. dekar. Systematiske forskjeller mellom ringer når det gjelder tørrstoffbestemmelse vil følgelig gi et bilde av avlingsforskjeller som ikke er reelle.

#### *Gjødslingsnivå i ulike regioner til forskjellige engtyper*

Driftskontrollen dekker et geografisk område med stor spennvidde i klima, som virker inn på veksttidens lengde og antall mulige høstinger. Således er tre slåtter vanlig i Rogaland, mens en slått er normalt i Nord-Troms og Finnmark. I denne undersøkelsen har vi sett på total tilført gjødselmengde av nitrogen, fosfor og kalium (handelsgjødsel og husdyrgjødsel) i vekstsesongen. Gjødselvirkingen av husdyr-

Tabell 6. Gjødselevelnivå i timoteieng i ulike regioner

Table 6. Applied fertilizer in timothy leys (*Phleum pratense*) in different regions

| Region<br>Region | Gjennomsnittlig tilført mengde gjødsel kg/daa ± Standard avvik<br>Mean amount of applied fertilizer kg/0.1 ha ± Standard deviation |                      |                     | Antall<br>felt<br>Number<br>of plots |
|------------------|--|----------------------|---------------------|--------------------------------------|
|                  | Nitrogen<br>Nitrogen   | Fosfor<br>Phosphorus | Kalium<br>Potassium |                                      |
| 1                | 14,9 ± 5,4   | 3,0 ± 1,4            | 10,1 ± 3,8          | 125                                  |
| 2                | 22,5 ± 6,8   | 5,1 ± 3,3            | 19,0 ± 6,0          | 45                                   |
| 3                | 21,7 ± 7,5   | 4,8 ± 4,9            | 18,5 ± 15,1         | 64                                   |
| 4                | 19,1 ± 6,2   | 4,1 ± 1,0            | 14,7 ± 4,0          | 49                                   |
| 5                | 14,2 ± 4,4   | 3,4 ± 1,7            | 13,2 ± 5,9          | 305                                  |

Tabell 7. Gjødselevelnivå i eng med stort innslag av engsvingel i ulike regioner

Table 7. Applied fertilizer in leys dominated by meadow fescue (*Festuca pratensis*) in different regions

| Region<br>Region | Gjennomsnittlig tilført mengde gjødsel kg/daa ± Standard avvik<br>Mean amount of applied fertilizer kg/0.1 ha ± Standard deviation |                      |                     | Antall<br>felt<br>Number<br>of plots |
|------------------|--|----------------------|---------------------|--------------------------------------|
|                  | Nitrogen<br>Nitrogen   | Fosfor<br>Phosphorus | Kalium<br>Potassium |                                      |
| 1                | 18,3 ± 5,7   | 3,5 ± 3,0            | 12,9 ± 5,5          | 84                                   |
| 2                | 25,9 ± 7,9   | 5,3 ± 4,5            | 20,8 ± 14,3         | 148                                  |
| 3                | 20,8 ± 5,8   | 4,3 ± 3,0            | 16,0 ± 8,3          | 106                                  |
| 4                | 20,3 ± 6,2   | 4,3 ± 1,4            | 14,7 ± 5,3          | 35                                   |
| 5                | 14,2 ± 3,8   | 2,9 ± 1,4            | 12,8 ± 5,4          | 30                                   |

Tabell 8. Gjødselevelnivå i blandingseng (engrapp/timotei) i ulike regioner

Table 8. Applied fertilizer in mixed leys of smooth meadow grass/timothy (*Poa pratensis*/*Phleum pratense*) in different regions

| Region<br>Region | Gjennomsnittlig tilført mengde gjødsel kg/daa ± Standard avvik<br>Mean amount of applied fertilizer kg/0.1 ha ± Standard deviation |                      |                     | Antall<br>felt<br>Number<br>of plots |
|------------------|--|----------------------|---------------------|--------------------------------------|
|                  | Nitrogen<br>Nitrogen   | Fosfor<br>Phosphorus | Kalium<br>Potassium |                                      |
| 1                | 16,7 ± 5,9   | 2,9 ± 0,8            | 12,5 ± 4,0          | 12                                   |
| 2                | 27,3 ± 8,3   | 5,6 ± 2,7            | 22,2 ± 14,0         | 22                                   |
| 3                | 19,3 ± 7,7   | 3,9 ± 2,3            | 16,2 ± 10,4         | 36                                   |
| 4                | 10,0 ± 5,3   | 2,0 ± 0,0            | 10,0 ± 2,0          | 3                                    |
| 5                | 12,1 ± 3,8   | 3,2 ± 1,5            | 11,6 ± 3,8          | 50                                   |



gjødsel er beregnet etter "Omrekningstabell for husdyrgjødsel, spreidd på eng" GEFO/SFFL. Undersøkelsen av gjødslingsnivået er gjort i tre engtyper; timotei-eng ( $\geq 50$  % timotei, tab. 6), blandingseng timotei-engrapp ( $\geq 25$  % engrapp og  $< 50$  % timotei, tab. 8), og eng med betydelig innslag av engsvingel ( $\geq 25$  % engsvingel og  $< 50$  % timotei, tab. 7).

Forskjellene i gjødslingsstyrke mellom de ulike regionene er klare og entydige uavhengig av engas botaniske sammensetning. Det er likevel en tendens til mindre forskjeller mellom regionene når det gjelder gjødslingsnivået i timoteieng, sammenlignet med de andre engtypene som er undersøkt. Blandingseng (engrapp-/timotei) ser ut til å ha vært gjødslet noe svakere enn de øvrige engtypene i Nord-Norge. Som ventet viser undersøkelsen at gjødselnivået i Nord-Norge (region 5), som også har kortest veksttid, er lavest. Sterkest gjødsling er registrert på Sør-Vestlandet (region 2). Forskjellen i gjødsling mellom Sør-Vestlandet og Nord-Norge er i denne undersøkelsen vel 10 kg N, 2 kg P og 6-7 kg K. Middeltallet for gjødselstyrke i de ulike regionene ligger nær tilrådde mengder. Spredningen i N-gjødselnivå tyder

likevel på at det er engskifter som tilføres langt mer gjødsel enn plantene kan utnytte.

Fra 1989 inngikk også data fra "30-bruks prosjektet", en undersøkelse på gårder med økologisk jordbruk, i registreringene. For 1989 er det undersøkt gjødselstyrke på gårder med økologisk drift sammenlignet med konvensjonelt drevne bruk. Sammenligningen gjelder for samtlige arealer der gjødselopplysninger finnes. I denne sammenligningen har det ikke vært mulig å beregne eventuell forgrødeeffekt eller ettervirkning av tidligere gjødsling.

På økologisk drevne bruk var det først og fremst nitrogengjødslingen som skilte seg ut i forhold til konvensjonelt drevne bruk. Som vist i tab. 9, var tilført mengde nitrogen på bruk i "30-bruks prosjektet" under det halve av mengdene som ble nyttet på konvensjonelt drevne bruk. Det var ikke klare forskjeller i fosforgjødsling, og forskjellene i kaliumforsyning var forholdsvis små. Den viktigste årsaken til forskjellene i gjødslingsnivå mellom bruk som drives konvensjonelt og etter økologiske prinsipper, er trolig at gjødslinga på økologiske drevne bruk er basert på husdyrgjødsel, mens konvensjonelt drevne bruk i hovedsak nytter

Tabell 9. Gjødselnivå på gårder med "økologisk" drift og konvensjonelt drevne bruk

Table 9. Applied fertilizer at farms with "organic farming" and conventional farming

| Region<br>Region | Gjennomsnittlig tilført mengde gjødsling kg/daa $\pm$ Standard avvik<br>Mean applied fertilizer kg/0.1 ha $\pm$ Standard deviation |                |                      |               |                     |                | Antall<br>felt<br>Number<br>of plots |                |
|------------------|--|----------------|----------------------|---------------|---------------------|----------------|--------------------------------------|----------------|
|                  | Nitrogen   |                | Fosfor<br>Phosphorus |               | Kalium<br>Potassium |                | Økol.<br>Org.                        | Konv.<br>Conv. |
|                  | Økol.  | Konv.          | Økol.                | Konv.         | Økol.               | Konv.          |                                      |                |
|                  | Org.   | Conv.          | Org.                 | Conv.         | Org.                | Conv.          | Org.                                 | Conv.          |
| 1                | 5,9 $\pm$ 6,6  | 18,1 $\pm$ 5,6 | 2,6 $\pm$ 2,5        | 3,6 $\pm$ 5,1 | 11,6 $\pm$ 11,9     | 12,7 $\pm$ 6,2 | 15                                   | 109            |
| 2                | 10,2 $\pm$ 9,9   | 23,3 $\pm$ 6,5 | 5,6 $\pm$ 3,3        | 4,3 $\pm$ 2,9 | 13,6 $\pm$ 5,4      | 20,8 $\pm$ 9,6 | 5                                    | 89             |
| 3                | 4,8 $\pm$ 1,9  | 17,8 $\pm$ 7,1 | 4,2 $\pm$ 2,0        | 3,5 $\pm$ 1,7 | 14,6 $\pm$ 8,0      | 16,2 $\pm$ 7,6 | 10                                   | 78             |
| 4                | 8,6 $\pm$ 7,0  | 16,3 $\pm$ 8,4 | 2,4 $\pm$ 1,1        | 3,0 $\pm$ 1,2 | 9,1 $\pm$ 4,2       | 14,5 $\pm$ 6,6 | 11                                   | 15             |
| 5                | 5,3 $\pm$ 3,8  | 12,3 $\pm$ 3,7 | 3,5 $\pm$ 2,1        | 3,5 $\pm$ 2,2 | 9,3 $\pm$ 5,7       | 13,0 $\pm$ 6,8 | 4                                    | 152            |

handelsgjødning, eventuelt supplert med husdyrgjødning.

#### *Avlingsnivå i ulike regioner*

I tidligere publikasjoner fra driftskontrollen er det vist flere oversikter over avlingsnivå i ulike områder i Norge (Pestalozzi 1987, Pestalozzi 1989a og Pestalozzi 1989b). I disse oversiktene er det vist avlingsnivå uavhengig av botanisk sammensetning av enga.

I denne rapporten presenteres oversikt over avlingsnivå i tre engtyper; timotei-eng ( $\geq 50$  % timotei), blandingseng timotei-engrapp ( $\geq 25$  % engrapp og  $< 50$  % timotei), og eng med betydelig innslag av engsvingel ( $\geq 25$  % engsvingel og  $< 50$  % timotei). Timotei-eng og blandingseng (engrapp/timotei) hadde geografisk tyngdepunkt i Nord-Norge, og eng med engsvingel var godt representert på Sør-Vestlandet og Vestlandet.

I timotei-eng var det liten forskjell i 1.slått-avlingene mellom de ulike regionene (tab. 10). Høyest avlingsnivå i timotei-eng ble funnet på Vestlandet (region 3). Forskjellen i avlingsnivå mellom Østlandet (region 1) og Nord-Norge (region 5), var forholdsvis liten.

Det er mulig at tørkestress utover sommeren begrenser avlingsmengden i 2.slått på Østlandet. Den store forskjellen i avlingsnivå mellom timotei-eng på Vestlandet og i Trøndelag (region 3 og 4) i forhold til Nord-Norge (region 5), har sammenheng med lengre veksttid og flere slåtter sørover i landet.

Heller ikke i eng med mye engsvingel var det store forskjeller mellom regionene når det gjaldt avlingsnivået i førsteslått (tab. 11). Derimot var det betydelige forskjeller i totalavling. I Nord-Norge (region 2) ga eng med mye engsvingel ca 70 % av avlinga på Sør-Vestlandet (region 2).

Det var forholdsvis få felt med blandingseng (engrapp/timotei). Også for denne engtypen var det liten variasjon i førsteslåttsavling mellom landsdeler (tab. 12). Avlingsnivået for denne typen blandingseng ser ut til å ha vært noe lavere enn for timotei-eng og eng med mye engsvingel. Dette er spesielt tydelig for feltene i Nord-Norge.

Timoteieng utgjør så stor del av materialet at variasjonen i avling på regionbasis fra år til år kan undersøkes. I denne sammenligningen mellom år er det et stort antall nye felt

Tabell 10. Avlingsmengde i timoteieng i ulike regioner. Middell for perioden 1985-1989

Table 10. Yields of timothy leys (*Phleum pratense*) in different regions. Means of the period 1985-89

| Region | Tørrstoffavling kg/daa<br>± Standard avvik<br>Yield, DM kg/0.1 ha<br>± Standard deviation |                 | Fôrenhetsavling fe/daa<br>± Standard avvik<br>Yield, feed units/0.1 ha<br>± Standard deviation |                | Antall felt<br><br>Number of plots |
|--------|---|-----------------|--|----------------|------------------------------------|
|        | 1. slått<br>1. cut  | Totalt<br>Total | 1. slått<br>1. cut   | Total<br>Total |                                    |
| 1      | 522 ± 124   | 683 ± 240       | 380 ± 91   | 499 ± 180      | 132                                |
| 2      | 486 ± 124   | 734 ± 218       | 360 ± 98   | 540 ± 163      | 45                                 |
| 3      | 551 ± 136   | 897 ± 221       | 396 ± 88   | 650 ± 147      | 65                                 |
| 4      | 523 ± 143   | 826 ± 296       | 390 ± 107  | 617 ± 224      | 51                                 |
| 5      | 542 ± 148   | 643 ± 200       | 383 ± 102  | 460 ± 147      | 308                                |

Tabell 11. Avlingsmengde i eng med stort innslag av engsvingel i ulike regioner. Middel for perioden 1985-1989

Table 11. Yields of leys dominated by meadow fescue (*Festuca pratensis*) in different regions. Averages for the period 1985-1989

| Region<br>Region | Tørrstoffavling kg/daa<br>± Standard avvik<br>Yield, DM kg/0.1 ha<br>± Standard deviation |                 | Fôrehetsavling fe/daa<br>± Standard avvik<br>Yield, feed units/0.1 ha<br>± Standard deviation |                | Antall<br>felt<br><br>Number<br>of plots |
|------------------|---|-----------------|---|----------------|--|
|                  | 1. slått<br>1. cut  | Totalt<br>Total | 1. slått<br>1. cut  | Total<br>Total |  |
| 1                | 499 ± 138   | 778 ± 285       | 365 ± 103   | 564 ± 215      | 86                                       |
| 2                | 548 ± 128   | 901 ± 224       | 420 ± 102   | 677 ± 175      | 148                                      |
| 3                | 549 ± 136   | 867 ± 196       | 401 ± 94  | 626 ± 155      | 107                                      |
| 4                | 512 ± 100   | 841 ± 196       | 391 ± 79  | 640 ± 150      | 36                                       |
| 5                | 552 ± 140   | 635 ± 205       | 408 ± 104   | 473 ± 160      | 30                                       |

Tabell 12. Avlingsmengde i blandingseng (engrapp/timotei) i ulike regioner. Middel for perioden 1985-1989

Table 12. Yields of mixed leys of smooth meadow grass/timothy (*Poa pratensis*/*Phleum pratense*) in different regions. Averages for the period 1985-89

| Region<br>Region | Tørrstoffavling kg/daa<br>± Standard avvik<br>Yield, DM kg/0.1 ha<br>± Standard deviation |                 | Fôrehetsavling fe/daa<br>± Standard avvik<br>Yield, feed units/0.1 ha<br>± Standard deviation |                | Antall<br>felt<br><br>Number<br>of plots |
|------------------|---|-----------------|---|----------------|--|
|                  | 1. slått<br>1. cut  | Totalt<br>Total | 1. slått<br>1. cut  | Total<br>Total |  |
| 1                | 451 ± 115   | 724 ± 335       | 326 ± 88  | 508 ± 232      | 12                                       |
| 2                | 508 ± 145   | 787 ± 250       | 389 ± 107   | 599 ± 195      | 22                                       |
| 3                | 502 ± 154   | 778 ± 202       | 349 ± 94  | 549 ± 131      | 36                                       |
| 4                | 554 ± 67  | 587 ± 91        | 367 ± 80  | 391 ± 89       | 3  |
| 5                | 462 ± 114   | 529 ± 187       | 326 ± 82  | 376 ± 134      | 50                                       |

hver år, samtidig som en del gamle felt ikke er registrert (tab. 13).

Tab. 13 viser at det var betydelige årsvariasjoner i avlingsmengde innen de enkelte regioner. Det kommer f.eks. klart til uttrykk at vekstforholdene mellom regioner var svært forskjellige i sesongene 1985 og 1986. I Nord-Norge var det store overvintringsskader vinte-

ren 1984/85, noe som klart viste seg i lav avling i 1985. Overvintringa påfølgende vintre var betydelig bedre, og dette førte til høyere avlingsnivå. På Østlandet kan en merke seg vekstsesongen 1986, der 2.slåtten var spesielt liten. Timoteienga på Vestlandet (region 3) ser i denne undersøkelsen ut til å ha særlig god vekst. Faktisk har avlingsnivået i timoteieng på

Tabell 13. Avlingsnivå i timoteieng i ulike år, gruppert regionvis

Table 13. Yield of timothy leys (*Phleum pratense*) in the years 1985-89, sorted by region

| Region | År<br>Region Year | Tørrstoffavling kg/daa<br>± Standard avvik<br>Yield, DM kg/0.1 ha<br>± Standard deviation |                 | Förenhetsavling fe/daa<br>± Standard avvik<br>Yield, feed units/0.1 ha<br>± Standard deviation |                | Antall<br>felt<br><br>Number<br>of plots |
|--------|-------------------|---|-----------------|--|----------------|--|
|        |                   | 1. slått<br>1. cut  | Totalt<br>Total | 1. slått<br>1. cut   | Total<br>Total |  |
| 1      | 1985              | 548 ± 123   | 727 ± 293       | 408 ± 102  | 537 ± 232      | 16                                       |
|        | 1986              | 508 ± 102   | 559 ± 182       | 370 ± 71   | 406 ± 132      | 12                                       |
|        | 1987              | 582 ± 121   | 712 ± 223       | 421 ± 78   | 515 ± 154      | 36                                       |
|        | 1988              | 481 ± 119   | 691 ± 270       | 335 ± 80   | 487 ± 201      | 36                                       |
|        | 1989              | 494 ± 119   | 667 ± 208       | 374 ± 96   | 509 ± 165      | 32                                       |
| 2      | 1985              | 533 ± 140   | 907 ± 198       | 393 ± 98   | 655 ± 136      | 9  |
|        | 1986              | 486 ± 133   | 706 ± 204       | 367 ± 109  | 531 ± 162      | 14                                       |
|        | 1987              | 501 ± 124   | 641 ± 239       | 367 ± 101  | 470 ± 177      | 8  |
|        | 1988              | 437 ± 101   | 709 ± 189       | 317 ± 87   | 512 ± 154      | 11                                       |
|        | 1989              | 490 ± 122   | 689 ± 237       | 370 ± 73   | 518 ± 158      | 3  |
| 3      | 1985              | 616 ± 168   | 984 ± 226       | 433 ± 104  | 702 ± 153      | 16                                       |
|        | 1986              | 510 ± 127   | 850 ± 210       | 370 ± 91   | 630 ± 152      | 12                                       |
|        | 1987              | 592 ± 133   | 1003 ± 233      | 411 ± 79   | 705 ± 152      | 13                                       |
|        | 1988              | 507 ± 71  | 850 ± 157       | 370 ± 58   | 617 ± 101      | 14                                       |
|        | 1989              | 503 ± 129   | 744 ± 199       | 382 ± 89   | 565 ± 146      | 10                                       |
| 4      | 1985              | 570 ± 158   | 937 ± 282       | 433 ± 104  | 702 ± 153      | 18                                       |
|        | 1986              | 461 ± 143   | 790 ± 308       | 353 ± 102  | 598 ± 224      | 14                                       |
|        | 1987              | 482 ± 113   | 730 ± 308       | 329 ± 83   | 509 ± 224      | 9  |
|        | 1988              | 597 ± 152   | 1049 ± 172      | 409 ± 80   | 739 ± 85       | 3  |
|        | 1989              | 546 ± 88  | 635 ± 204       | 401 ± 63   | 474 ± 170      | 7  |
| 5      | 1985              | 441 ± 126   | 546 ± 184       | 320 ± 91   | 400 ± 139      | 72                                       |
|        | 1986              | 587 ± 125   | 683 ± 213       | 413 ± 89   | 489 ± 161      | 36                                       |
|        | 1987              | 582 ± 156   | 675 ± 199       | 397 ± 100  | 473 ± 143      | 34                                       |
|        | 1988              | 558 ± 140   | 674 ± 193       | 376 ± 93   | 464 ± 138      | 88                                       |
|        | 1989              | 584 ± 141   | 665 ± 191       | 429 ± 100  | 493 ± 145      | 77                                       |

Vestlandet (region 3) i alle år vært høyere enn på Sør-Vestlandet (region 2). De store avlingsvariasjonene mellom år som er registrert i Trøndelag (region 4) kan være sterkt influert av få arealer og uensartet materiale bak midtallet.

For å se på avlingsforskjellene på samme utvalg av felt i en tidsperiode, er valgt felt med sammenhengende registrering i årene 1987-1989. I tab. 14 er satt opp avlingsresultat for slike felt sortert på region og år.

I tab. 14 kommer det tydelig fram at det

ikke er noen klar sammenheng mellom økende engalder og avtagende avlingsnivå, og det er til dels betydelig årsvariasjon. En sammenligning av tørrstoffavlinger og førehetsavlinger viser at sammenhengen ikke er entydig. For region 2 (Sør-Vestlandet) er det i middel omtrent lik tørrstoffavling i 1987 og 1989, men førehetsavlinga er i gjennomsnitt om lag 50 fe/daa høyere i 1989. Eksempler på samme fenomen finnes også i andre regioner. Slike forhold kan trolig relateres til værforholdene i vekstsesongen. Værforholdene i vekstsesongen er imidler-

tid ikke registrert på feltene. Det er også mulighet for at værforholdene kan ha påvirket tørrstoffbestemmelsen (regnvått gras).

*Sammenheng mellom avlingsnivå, naturgitte forhold og gjødsling.*

I "Driftskontrollen" er det registrert en rekke parametre som kan innvirke på avlingsresultatet. Det er gode og detaljerte opplysninger om blant annet kontrollarealenes geografiske beliggenhet (region, fylke, kommune), gjødseltilførsel (handelsgjødsel og husdyrgjødsel), og

Tabell 14. Avlingsnivå i eng i årene 1987-89, gruppert regionvis. Felt med sammenhengende registreringer i tre år

Table 14. Yields in meadows in the years 1987-89, sorted by region, for plots investigated in all three years

| Region | År<br>Region Year | Tørrstoffavling kg/daa<br>± Standard avvik<br>Yield, DM kg/0.1 ha<br>± Standard deviation |                 | Førehetsavling fe/daa<br>± Standard avvik<br>Yield, feed units/0.1 ha<br>± Standard deviation |                | Antall<br>felt<br>Number<br>of plots |
|--------|-------------------|---|-----------------|---|----------------|--------------------------------------|
|        |                   | 1. slått<br>1. cut  | Totalt<br>Total | 1. slått<br>1. cut  | Total<br>Total |                                      |
| 1      | 1987              | 545 ± 127   | 795 ± 273       | 393 ± 88  | 565 ± 177      | 71                                   |
|        | 1988              | 490 ± 122   | 748 ± 248       | 331 ± 82  | 504 ± 172      | 67                                   |
|        | 1989              | 515 ± 193   | 768 ± 328       | 389 ± 143   | 579 ± 250      | 69                                   |
| 2      | 1987              | 506 ± 137   | 791 ± 283       | 365 ± 104   | 557 ± 207      | 58                                   |
|        | 1988              | 453 ± 106   | 737 ± 203       | 318 ± 97  | 511 ± 161      | 58                                   |
|        | 1989              | 485 ± 138   | 796 ± 232       | 380 ± 112   | 611 ± 175      | 58                                   |
| 3      | 1987              | 628 ± 102   | 1011 ± 182      | 427 ± 63  | 704 ± 119      | 32                                   |
|        | 1988              | 517 ± 81  | 914 ± 115       | 367 ± 62  | 640 ± 91       | 32                                   |
|        | 1989              | 586 ± 117   | 892 ± 199       | 433 ± 78  | 657 ± 145      | 32                                   |
| 4      | 1987              | 510 ± 121   | 843 ± 178       | 378 ± 90  | 615 ± 103      | 7                                    |
|        | 1988              | 499 ± 65  | 861 ± 249       | 347 ± 42  | 596 ± 195      | 7                                    |
|        | 1989              | 574 ± 103   | 814 ± 299       | 446 ± 94  | 634 ± 258      | 7                                    |
| 5      | 1987              | 587 ± 182   | 605 ± 196       | 405 ± 119   | 417 ± 123      | 29                                   |
|        | 1988              | 513 ± 117   | 579 ± 168       | 353 ± 71  | 402 ± 106      | 29                                   |
|        | 1989              | 564 ± 176   | 626 ± 235       | 423 ± 126   | 467 ± 155      | 27                                   |

Tabell 15. Oversikt over X-variabler brukt i multiple regresjonsanalyser

Table 15. X-variables used in the multiple regression analyses

| Variabelkode<br>Code for variable | Registrert parameter<br>Parameter registered   |
|-----------------------------------|--|
| SKADEOMF                          | Skadeomfang (0 = ingen skader, 5 = totalskade)<br>Winter damage (0 = no damage, 5 = total damage)  |
| GJNS                              | Totalt tilført gjødselnitrogen i vekstsesongen, handelsgjødsel + beregnet N-virkning av husdyrgjødsel<br>Total applied nitrogen in the growing season, fertilizer and the calculated effect of manure                                |
| GJNSROT                           | Kvadratrot av GJNS<br>Square root of GJNS  |
| GJPS                              | Totalt tilført gjødselfosfor i vekstsesongen, handelsgjødsel + beregnet P-virkning av husdyrgjødsel<br>Total applied phosphorus in the growing season, fertilizer and the calculated effect of manure                                |
| GJKS                              | Totalt tilført gjødselkalium i vekstsesongen, handelsgjødsel + beregnet K-virkning av husdyrgjødsel<br>Total applied potassium in the growing season, fertilizer and the calculated effect of manure                                 |
| OMR                               | Region 1-5, 1 = Østlandet, 2 = Sør-Vestlandet, 3 = Vestlandet, 4 = Trøndelag og 5 = Nord-Norge<br>Region 1-5, 1 = eastern Norway, 2 = south western Norway, 3 = western Norway, 4 = The "Trøndelag" counties and 5 = northern Norway |
| FYLKE                             | Fylkesnummer 1-20<br>County number 1-20  |
| KOMMUNE                           | Kommunennummer<br>Commune number   |
| HOH                               | Høyde over havet (m)<br>Height above sea level (m)   |
| HELLEGR                           | Hellingsgrad, %<br>Slope, %  |
| DREN                              | Naturlig dreneringsgrad, 1 = overflødig sterkt drenert, 6 = svært dårlig drenert<br>Natural drainage classes; 1 = rapidly drained, 6 = very poorly drained   |
| ENGALDER                          | Engalder, observasjonsår - gjenleggsår<br>Age of the ley   |

slåttetidspunkt. Opplysninger om overvintringsforhold finnes for snaut 70 % av arealene. Som tidligere nevnt, er det en del manglende opplysninger for tidsuavhengige parametre. Når en f.eks. forsøker å lage en regresjonsanalyse med både tidsuavhengige og årlige data, vil manglende data sterkt påvirke utvalg av felt som blir med i analysen. Dersom det er systematiske forskjeller mellom ringledere når det gjelder utfylling av skjemaer (manglende opplysninger), kan det føre til at dataanalysen ikke er representativ for datamaterialet som helhet.

For å undersøke sammenhengen mellom avlingsmengde (tørrstoffavling og fôrenhetsavling) og ulike variabler for gjødsling, driftsforhold og faste arealopplysninger, er det brukt multipl regressjon. Det er brukt trinnvis (stepwise) seleksjon av signifikante variabler med signifikansnivå på 5 %. Tab. 15 gir oversikt over X-variabler som er brukt i regresjonsanalysene.

Regresjonsanalyser er utført for de tre engtypene som ellers er omtalt i denne rappor-

ten; timotei-eng, eng med mye engsvingel, og blandingseng (engrapp/timotei). Siden det er betydelig antall manglende verdier for flere av variablene, er det utført regresjonsanalyser med forskjellig utvalg av de X-variablene som er nevnt ovenfor. En konsekvens av dette er at det er ulikt antall observasjoner bak de ulike regresjonsligningene. I tab. 16 er Y-variablene som er nyttet i regresjonsanalysene oppsatt.

Når førsteslåttsavlinga ble lagt til grunn, var den mest signifikante variabelen i regresjonsligningene SKADEOMF. Skadeomfanget kunne forklare 10-12 % av avlingsvariasjonen i førsteslåtten, og overvintringsskadene forårsaket som ventet mindre avling. Dette var uavhengig av engtype. Total gjødsling i sesongen innvirket i liten grad på avlingsresultatet av første slått.

For timotei-eng med observasjoner fra hele landet fant en følgende regresjonsligning for total fôrenhetsavling ( $n = 287$ ):

Tilsvarende ble følgende regresjonsligning for total tørrstoffavling ( $n = 287$ ):

Tabell 16. Oversikt over Y-variabler brukt i multiple regresjonsanalyser

Table 16. Y-variables used in the multiple regression analyses

| Variabelkode<br>Code for variable | Registrert parameter<br>Parameter registered                         |
|-----------------------------------|--|
| TSDA1                             | Tørrstoffavling 1. slått, kg/daa<br>Yield, 1. cut, DM kg/0.1 ha      |
| TSDAS                             | Tørrstoffavling totalt, kg/daa<br>Total yield, DM kg/0.1 ha          |
| FEDA1                             | Fôrenhetsavling 1. slått, fe/daa<br>Yield, 1. cut, feed units/0.1 ha |
| FEDAS                             | Fôrenhetsavling totalt, fe/daa<br>Total yield, feed units/0.1 ha     |

$$(1) \text{ FEDAS} = 361 + 97 \text{ GJNSROT} - 29 \text{ SKADEOMF} - 14 \text{ ENGALDER} + 9,4 \text{ HELLEGR} - 9,2 \text{ GJPS} - 0,2 \text{ HOH} - 8,4 \text{ FYLKE} \quad (R^2 = 0,41)$$

Partiell  $R^2$       0,21              0,09              0,02              0,02              0,02              0,01              0,04

$$(2) \text{ TSDAS} = 494 + 129 \text{ GJNSROT} - 42 \text{ SKADEOMF} + 14 \text{ HELLEGR} - 17 \text{ ENGALDER} - 0,3 \text{ HOH} - 10 \text{ FYLKE} - 13 \text{ GJPS} \quad (R^2 = 0,41)$$

Partiell  $R^2$       0,20              0,09              0,03              0,02              0,02              0,03              0,02

Regresjonsligningene (1 og 2) viser at det er de samme faktorene som påvirker tørrstoffavlinga og fôrenhetsavlinga. Med 7 variabler kunne en forklare vel 40 % av avlingsvariasjonen. Av enkeltfaktorer er det nitrogengjødslinga som sterkest bidrar til å forklare avlingsvariasjonene. Best tilpasning ble oppnådd med kvadratrotten av totalt tilført gjødselel nitrogen. Det viser at en ikke oppnår tilsvarende avlingsøkning ved å øke nitrogentilførselen når gjødsla i utgangspunktet er sterk i forhold til ved svak gjødsla. Som ventet var det negativ virkning av overvintringsskader på avlingsresultatet. At økende hellingsgrad virker positivt på avlingsresultatet har trolig sammenheng med at det er mest overvintringsskader på flate områder. At timotei-eng gir mindre avling med økende alder bekreftes også i denne undersøkelsen. Det kommer også fram at timoteiavlningene er mindre i Nord-Norge enn i Sør-Norge (negativt utslag for FYLKE) og at avlingene blir mindre i høyereliggende strøk (negativt utslag for HOH). Den negative virkningen av fosforgjødsling som fremkommer i regresjonsanalysen kan ikke forklares. Det kan muligens

ha sammenheng med bruk av store mengder husdyrgjødsel.

Når variablene med tidsuavhengige data ikke ble tatt med i regresjonsanalysene fant en følgende regresjonsligninger ( $n = 413$ ):

Med flere observasjoner til grunn for regresjonsanalysene ble det høyere forklaringsgrad for nitrogengjødsling. Den negative virkningen på avlingsresultatet av overvintringsskader er betydelig. At det ikke kommer fram særlig stor forskjell i avling ut fra den regioninndelingen og fylkesinndelingen som er brukt, skyldes i stor grad at region 1 (Østlandet) har forholdsvis moderate grasavlinger sammenlignet med Vestlandet og Sør-Vestlandet. En annen inndeling i regioner, som nord-sør akse, og kyst-innlands gradient ville trolig vært en bedre løsning, som samsvarer bedre med forskjeller i klimatiske forhold.

Timotei-eng er dominerende på arealene i Nord-Norge. Det er derfor av interesse å utføre separate regresjonsanalyser for timotei-eng for region 5 (Nord-Norge). Disse regresjonsligningene (5 og 6) er basert på samme variabler som ligningene (1 og 2) ( $n = 166$ ):

$$(3) \text{ FEDAS} = 151 + 118 \text{ GJNSROT} - 37 \text{ SKADEOMF} - 7,5 \text{ GJPS} - 3,3 \text{ FYLKE} \quad (R^2 = 0,35)$$

Partiell  $R^2$       0,26              0,07              0,01              0,01

$$(4) \text{ TSDAS} = 151 + 159 \text{ GJNSROT} - 54 \text{ SKADEOMF} - 10 \text{ GJPS} \quad (R^2 = 0,33)$$

Partiell  $R^2$       0,24              0,08              0,01

$$(5) \text{ FEDAS} = 159 + 91 \text{ GJNSROT} - 228 \text{ SKADEOMF} - 0,5 \text{ HOH} + 8,1 \text{ HELLEGR} \quad (R^2 = 0,34)$$

Partiell  $R^2$       0,23              0,05              0,03              0,03

$$(6) \text{ TSDAS} = 260 + 119 \text{ GJNSROT} - 41 \text{ SKADEOMF} + 12 \text{ HELLEGR} - 0,7 \text{ HOH} \quad (R^2 = 0,34)$$

Partiell  $R^2$       0,21              0,06              0,03              0,04



$$(7) \text{ FEDAS} = 272 + 115 \text{ GJNS} - 30 \text{ SKADEOMF} \quad (R^2 = 0,31)$$

|                |      |      |
|----------------|------|------|
| Partiell $R^2$ | 0,25 | 0,06 |
|----------------|------|------|

$$(8) \text{ TSDAS} = 398 + 20 \text{ GJNS} - 30 \text{ SKADEOMF} \quad (R^2 = 0,30)$$

|                |      |      |
|----------------|------|------|
| Partiell $R^2$ | 0,22 | 0,08 |
|----------------|------|------|

En sammenligning av regresjonsligningene (5 og 6 med 1 og 2) viser at gjødsling med nitrogen og vinterskader innvirker omtrent likt på avlingsresultatet i hele landet.

Når variablene om tidsuavhengige data ikke ble tatt med i regresjonsanalysene fant en følgende regresjonsligninger (Nord-Norge,  $n = 224$ ):

Ved sammenligning av regresjonsligningene (5 og 6 med 7 og 8) er den mest klare forskjellen virkningen av nitrogengjødsling. Det er trolig så stor spredning i gjødselesrespons at det er vanskelig å avgjøre om denne er lineær. I forhold til andre landsdeler er også gjødselnivået i Nord-Norge betydelig lavere.

Regresjonsligningene beregnet på landbasis for de andre engtypene (blandingseng engrapp/timotei og eng med mye engsvingel), hadde samme karakter som for timotei-eng. Av registrerte variabler var det totalt tilført nitrogenmengde som i sterkest grad påvirket avlingsresultatet. Både i eng med mye engsvingel og særlig i blandingseng (engrapp/timotei), betydde overvintringsskadene mindre for det totale avlingsresultatet enn i timotei-eng, målt som partiell  $R^2$  for variabelen SKADEOMF. Som tidligere nevnt var det ubetydelige forskjeller mellom engtypene når det gjaldt virkning av overvintringsskader på førsteslåttsavlinga.

## DISKUSJON

I løpet av prosjektperioden for "Driftskontroll i grovfôrdyrkinga" 1985-1990, er det samlet

inn en betydelig datamengde om norsk engdyrking. Gjennom prosjektet "Database for jord-, avlings- og klimadata" har det blitt mulig å samle informasjonene fra prosjektet i en database ved Holt. Materialet er først nå blitt fullt tilgjengelig for forskningsmessig utnyttelse. De statistiske beregningene som er presentert i denne rapporten er basert på uttrekk fra databasen. Beregningene som er gjort til nå er ikke en fullstendig gjennomgang av materialet, men gir en oversikt over noen av bruksområdene for slike data. Det er viktig og nødvendig med videre forskningsinnsats når det gjelder behandling og statistiske analyser av materialet i databasen.

Erfaringene har vist at et så stort prosjekt bør ha en fast EDB-ansvarlig helt fra starten. Denne personen bør stå i nært samarbeid med ansvarlige forskere og kan tillegges følgende oppgaver:

- delta i systemeringen av prosjektet
- delta ved strukturering og oppbygging av databasen
- delta ved utarbeiding av registrerings-skjemaer i samarbeid med statistikere
- utvikle innlesningsprogrammer og rutiner for evt. datafangst
- legge inn data og produsere utskrifter
- trekke ut data og legge dem til rette for statistiske analyser

Et påfallende og gjennomgående trekk er at gjennomsnittlig avlingsnivå på skiftene i driftskontrollen er høyt. Avlingsnivået i

timotei-eng i Nord-Norge er i denne undersøkelsen på samme nivå som det ble funnet av Nesheim (1985) i Nordland og Sveistrup & Østgård (1986) i Troms og Finnmark. Det høye avlingsnivået kan ha sammenheng med utvalg av vertsbruk. Den store andelen av timoteieng i materialet fra Nord-Norge indikerer at engene i driftskontrollen er vesentlig yngre enn gjennomsnittet. Engundersøkelsene til Nesheim (1986a), Sveistrup & Østgård (1986), samt driftskontrollen er gjennomført på gårder der brukeren er medlem av forsøksring. Selv om det ikke kan dokumenteres i denne undersøkelsen, er det sannsynlig at brukere som er med i forsøksringer har bedre engdrift og større kunnskaper enn gardbrukere utenom forsøksringer.

Ikke uventet viser undersøkelsen at N-gjødsling og overvintringsskader påvirker avlingsresultatet. Andre faktorer som ble funnet å ha betydning var blant annet hellingsgraden og høyde over havet. I regresjonsanalysene er det til nå ikke nyttet klimaparametre. Dessuten er fylke og kommunenummer lite egnet til bruk i regresjonsanalyser. For bedre å beskrive regionale forskjeller ville det være bedre å lage en variabel som nord-sør gradient, basert på breddegradsintervall, og en variabel for kyst-innlandsgradient. Nord-sør gradienten ville kunne være en indirekte variabel for temperatur, mens kyst-innlandsgradienten ville beskrive en kombinasjon av temperatur og nedbørsforhold. For å beskrive og forklare avlingsforskjellene fra år til år, vil det være nødvendig å ha tilgang til representative værdata for de enkelte registreringssteder. Tidspunkt for vekststart i de ulike områdene ville også være viktig å få bestemt.

Behandlingen av materialet fra drifts-

kontrollen har avdekket en del metodiske svakheter ved undersøkelsen. Det som er fremkommet til nå er omtalt i denne rapporten. Et vesentlig problem for den forskningsmessige utnyttelsen har vært at deltakelse og gjennomføring av registreringer har vært prisgitt ringledernes og gardbrukernes interesser og ikke ensartede, pålagte retningslinjer. Det er forholdsvis mange felt som bare har vært registrert i ett eller to år. Som det ble vist i oversikten over geografisk spredning av registreringsfelt, er fordelingen av kontrollarealer noe ujevnt fordelt i landet, også innenfor regioner. Et gjennomgående trekk i materialet fra driftskontrollen er at enga som er representert i driftskontrollen stort sett er yngre eng. Dette er påpekt bl.a. av Bjørdal (1990) og Haraldsen (1991).

Driftskontrollen i grovfôrdyrkinga har avdekket at ulike feilkilder i tørrstoffbestemmelsen kan påvirke registrert avlingsnivå. På bakgrunn av denne undersøkelsen kan vi gi følgende utsagn om tørrstoffbestemmelsen bør skje i ringene eller på sentralt laboratorium:

Avgjørende for riktig tørrstoffbestemmelse er at det ikke skjer uttørring før det blir registrert vekt av friskt gras (råvekt), samt at prøvene blir tørket lenge nok i tørkeskap og under tilfredsstillende avtrekk. Ved sending til laboratorium er det viktig at prøvene blir pakket slik at de bevarer fuktigheten. Forsøksringer som ikke har godt nok tørkeutstyr og har lite tilfredsstillende rutiner for tørking, bør bruke tørrstoff-resultat fra sentralt laboratorium.

Metodikken med avlingsbestemmelse av fem prøveruter pr. skifte kan gi et rimelig riktig bilde av avlingsnivået. Med slik metodikk er det imidlertid vanskelig å gjøre en representativ

jordundersøkelse. Jordvariasjonen både når det gjelder kjemiske og spesielt fysiske egenskaper kan være betydelig innen et skifte, der det vanligvis er flere ulike jordtyper. Jordprøvene som er tatt til nå dekker et lite antall av prøvefeltene. De regresjonsanalysene som ble gjennomført viste at pH, innvirket på avlingsmengde og -kvalitet. På grunn av det lille prøvematerialet var regresjonsmodellene ustabile.

Ved registrering av botanisk sammensetning ble det nyttet klassevis inndeling, men på grunn av klasseinndelingen kom grasarter med mindre andel av bestandet enn 10 % i gruppen "andre gras". En bedre måte å beskrive botanisk sammensetning på ville vært å bruke klassene 0 til 6 for alle grasarter, og helst også for viktige tofrøbladete ugras. Klasse 0 skulle da nyttes når arten ikke fantes i enga. Best ville det utvilsomt vært å registrere andel i bestandet i % for hver art. Dette ville vært svært ressurskrevende, men kunne gitt resultater som kunne nyttes i studier av engøkologi.

Opplysningene om beiting har vært vanskelige å utnytte i dataanalyse. Slik karakteren beiting er registrert, er det ikke mulig å lage et rimelig korrekt estimat for reelt beitepress og beitet avling. Det er derfor nyttet svært grove anslag for beitet avling i denne rapporten.

Erfaringene fra "Driftskontrollen i grovfôrdyrkinga" og de tidligere NLVF-prosjektene "Engundersøkelser i Nordland" (Nesheim 1986a, Nesheim 1986b og Nesheim 1986c) og "Engundersøkelser i Troms og Finnmark" (Sveistrup & Østgård 1985), kan gi grunnlag for planlegging av en ny undersøkelse. Metodiske fordeler ved "Engundersøkelsene" har vært at de botaniske data var innsamlet på samme prøvested som jordundersøkelsene, og at de variabler der målinger var mulig, var oppgitt med måleresultat og ikke gruppert i klasser. Svakheten i disse undersøkelsene var

at avlingsregistreringene bare ble gjort ett år på hver prøverute. I "Driftskontrollen i grovfôrdyrkinga" har det vært en del skifter som har vært registrert i flere år på rad og undersøkelsene dekker den klimatiske spennvidden i Norge. Metodisk har driftskontrollen andre svakheter i registreringsopplegget enn "Engundersøkelsene".

Ideelt sett ville det være ønskelig med en ny landsomfattende undersøkelse med fastliggende, flerårige felt. En slik undersøkelse burde rettes mot å klarlegge virkninger av jordsmonnforhold og klima på avlingsmengde og -kvalitet. Dette ville bli en omfattende undersøkelse som stiller store krav til registreringsarbeidet for å gi godt resultat.

## KONKLUSJON

Etter at ha laget en database med data fra prosjektet "Driftskontrollen i grovfôrdyrkinga" og gjennomført en del statistiske beregninger, kan følgende konklusjoner trekkes:

1. Databasen med data fra "Driftskontrollen i grovfôrdyrkinga" er operativ for forskningsmessig utnyttelse. Materialet fra databasen bør utnyttes videre i forskning. Videre undersøkelser må blant annet klarlegge hvordan en kan knytte klimadata til opplysningene i databasen.
2. Undersøkelsen har gitt et datamateriale for en tidsperiode med stor spennvidde i værforhold fra år til år. Det er lite trolig at videre innsamling av materiale etter nåværende opplegg vil avdekke nye sammenhenger.
3. Problemstillingen for en eventuell ny undersøkelse må være bedre strukturert enn for "Driftskontroll i grovfôrdyrkinga".

ga", og utvalg av felt må skje etter felles retningslinjer. Undersøkelsen må da også være forpliktende for de deltagende parter over en avtalt prosjektperiode.

## ETTERORD

NLVF har bidratt med midler til prosjektet "Database for jord-, avlings- og klimadata", bevilget over grovfôrprogrammet. Forfatterne retter en takk til forskningssjef Ivar Schjelderup og stasjonsstyrer Ragnar T. Samuelsen for gjennomgang av manuskriptet og verdifulle innspill i arbeidet med databasen. Forsker Markus Pestalozzi har med sin oversikt over "Driftskontrollen i grovfôrdyrkinga", vært til stor nytte for oss i arbeidet.

## LITTERATUR

- Bjerdal, J.A. 1990. Engdyrking på Vestlandet. Avling i høve til alder, planteetnad og vær, og lønsemåda ved fornying. Hovedoppgave ved Institutt for plantekultur, NLH. 96 s.
- Hamar, T. 1987. Driftskontrollen i grovfôrdyrkinga 1983-87. Flekkefjordregionen forsøksring, Melding nr. 4-87.
- Hamar, T. 1990. Driftskontrollen i grovfôrdyrkinga 1983-90. Flekkefjordregionen forsøksring, Melding nr. 4-90. 32 s.
- Haraldsen, T.K. 1991. Driftskontrollen i grovfôrdyrkinga. Status og fremtid. Foredrag samrådsmøte i Troms 21.3.91. 5 s.
- Nesheim, L. 1986a. A grassland survey in Nordland, North Norway. 1. Climate, soils and grassland management. Meldinger fra Norges landbrukshøgskole 65 (18). 59 s.
- Nesheim, L. 1986b. A grassland survey in Nordland, North Norway. 2. Botanical composition and influencing factors. Meldinger fra Norges landbrukshøgskole 65 (19). 60 s.
- Nesheim, L. 1986c. A grassland survey in Nordland, North Norway. 3. Feed quality parameters and yield. Meldinger fra Norges landbrukshøgskole 65 (20). 49 s.
- Pestalozzi, M. 1985. Metodikk for avlingskontroll på eng. NLVF-sluttrapport 597. 6 s.
- Pestalozzi, M. 1987. Driftskontroll i grovfôrdyrkinga. Buskap og avdrått 39 (4): 102-106
- Pestalozzi, M. 1989a. Driftskontroll i grovfôrdyrkinga. Resultater fra kontrollen i 1987 og 1988 og sammendrag for åra 1985-1988. Særheim forskingsstasjon. 10 s.
- Pestalozzi, M. 1989b. Engavlinger i ulike deler av landet. Norsk landbruksforskning Supplement 5: 69-73
- Samuelsen, R.T. 1990a. Faglig rapport etter studieopphold ved Universitetet i Reading, England, 1989-1990. Holt forskingsstasjon, trykk 11/90. 7 s + vedlegg.
- Samuelsen, R.T. 1990b. Modelling overwintering of grassland in Norway. In "Future Research in Production and Utilisation of Grass and Forage Crops" pp 79-82. Workshop Proceedings 4-5 September 1990, Bryne.
- SFL 1988. Statens forskingsstasjoner i landbruk, arbeidsprogram 1987-90. Utarbeidet 1988. 359 s.
- Sveistrup, T.E. 1987. Retningslinjer for undersøkelser av jord på forsøksfelt. Stensiltrykk nr. 2. 13 s.
- Sveistrup, T.E. & O. Østgård 1985. Engundersøkelser i Troms og Finnmark. NLVF-sluttrapport 598. 10 s.
- Waag, T. & T.K. Haraldsen 1991. Driftskontrollen i grovfôrdyrkinga, en database for jord-, avlings- og klimadata. Holt forskingsstasjon, trykk 2/91. 48 s.

# Arbeidsbelastning ved manuell handtering av sekker med forskjellig vekt

## *Workload in manual handling of sacks with various weight*

ANNE BJØRG HAGERUP & JAN REILING

Norges landbrukshøgskole, Institutt for tekniske fag, Ås, Norway

*The Agricultural University of Norway, Department of Agricultural Engineering, Ås, Norway*

Hagerup, A.B. & J. Reiling 1991. Workload in manual handling of sacks with various weight. *Norsk landbruksforskning* 5:305-331. ISSN 0801-5333.

A comparative study was carried out with sacks weighing 25, 30, 35, 40 and 50 kg. The filling of the hopper of a combined drill with 600 kg of fertilizer was simulated. The workload was recorded using six different parameters: heart-rate, intra-abdominal pressure, EMG, load on the feet, Borg's scale and working posture. Also task time was recorded. By this method it was possible to judge the workload from a subjective as well as a physiological and biomechanical point of view. It was found that there is a relatively small increase in time used when the weight of the sacks is reduced from 50 to 25 kg. Lifting smaller sacks resulted in a decrease in the strain on the cardiovascular system. The subjects in the study clearly preferred sacks with the lowest weight and results of electromyographic measurements showed that the load was too high for all sacks. Reducing the weight of the sacks from 50 to 40 kg will improve the work situation, but to prevent back ailments, 25 kg sacks should be the maximum.

Key words: Fertilizer, manual handling, sacks, workload.

*Anne Bjørg Hagerup, The Agricultural Research Council of Norway (NLVF), Work Environment Program, P.O. Box 65, 1432 Ås & Jan Reiling, The Agricultural University of Norway, Department of Agricultural Engineering, P.O. Box 65, 1432 Ås.*

Landbruksteknisk institutt gjennomførte i 1987 en spørreskjemaundersøkelse som hadde til formål å kartlegge handteringslinjer og organisering av sekkehandteringen i våronna (Hagerup & Reiling 1989). Det ble også klargjort i hvilken grad korndyrkere er plaget med ryggproblemer. Av respondentene oppga 77% å ha eller å ha hatt ryggproblemer, og 41% av disse svarte at de hadde fått ryggproblemer i forbindelse med sekkeløft. I gruppen mellom 30 og 50 år hadde nesten 20% hatt ryggproblemer i

så alvorlig grad at de hadde måttet skifte arbeidsoppgaver på grunn av dette. Av de spurte mente 48% at 50 kg sekken er for tung, men enda flere, 60%, ønsket en sekkestørrelse på 40 kg eller mindre.

Kvinner er i økende grad yrkesaktive i landbruksnæringen. Det er derfor viktig å se krav til løftearbeid også i forhold til kvinner. Unge kvinner (246), med erfaring fra gårdsarbeid og som gikk på landbruksskoler i 1987, ble spurt hvilken sekkestørrelse de anså som

ønskelig. Blant de spurte kvinnene var det 84 % som mente at 50 kg er for tungt og 48 % mente at sekkene burde veie 30 kg eller mindre.

Hvilken belastning en arbeidssituasjon vil medføre, er bl.a. bestemt av vekten på enhetene (kolliene, pakkene) som de ulike produkter er pakket i. Reduksjon av vekten vil bety flere løft. I arbeidslivet blir reduksjon av kollivekt ofte satt opp mot kravet til arbeidseffektivitet. Det er store variasjoner på vekt av sekker i Norge, men anbefalinger om hvilke enheter det er hensiktsmessig å anvende ut fra en vurdering av både belastning og arbeidseffektivitet, finnes ikke.

Det foreligger mange rapporter fra ulike forskningsprosjekter der hensikten har vært å klarlegge menneskets fysiologiske reaksjoner ved løft (NIOSH og Gamberale et al. 1981). De nevnte rapportene omhandler både laboratorie og feltundersøkelser. I disse prosjektene er det brukt metoder som belyser biokjemiske variabler, hjerterefrekvens eller oksygen-opptak, muskel- og leddbelastning og opplevd belastning. Grenseverdier for hva som er akseptabelt av de forskjellige målte belastninger blir diskutert, men vurderingene blir sjelden sett i forhold til praktisk arbeid.

I prosjektet som denne rapporten omhandler, har en sett på hvilken effekt reduksjon av sekkevekten fra 50 kg til 40, 35, 30 eller 25 kg får for den fysiologiske og opplevde belastningen på den som løfter. En har også vurdert hva reduksjon av sekkestørrelsen betyr i forhold til tidsforbruk.

## FORMÅL MED FORSØKET

Dette forsøket er en del av prosjektet "Arbeidsbelastning og sikkerhet ved kunstgjødsehandtering" der det overordnede målet var å klarlegge arbeidsbelastning og ulykkesrisiko ved ulike former og metoder for handtering av kunst-

gjødse. En ønsket bl.a. å komme fram til tiltak som kan redusere muskel- og skjelettbelastning, særlig ved sekkehandtering.

Målet med forsøket var å finne fram til hvordan belastningen på den som løfter sekke-  
ne varierer med sekkestørrelsen. I tillegg til å måle belastninger med ulike parametere og analysere disse, var det viktig å få til en dialog med produsenter av sekker og kunstgjødse slik at resultatene fra prosjektet kunne bli brukt som grunnlag for en hensiktsmessig forandring av sekkestørrelsen for kunstgjødse.

## BELASTNINGSPARAMETERE

I Cappelens leksikon er belastning forklart som: "Samtlige ytre krefter som påvirker en bærende konstruksjon". Når menneskekroppen er den bærende konstruksjonen og en skal måle belastninger på mennesket, er det nødvendig å differensiere belastningene i fysiske, psykiske og sosiale "krefter som påvirker". I denne studien, som handler om menneskekroppens reaksjon på tunge løft, er det de fysiske kreftene personen påvirkes av som er viktige, og det er gjort bruk av ulike parametere til å måle disse. En skiller mellom objektive og subjektive målemetoder. Objektive metoder blir i denne sammenhengen de tekniske metodene som direkte måler kroppens reaksjoner på ytre fysiske belastninger slik som registrering av utøvd muskelkraft (elektromyografi (EMG)), buktrykkmålinger (intra-abdominal pressure (IAP)) og registrering av hjerterefrekvens (heart rate (HR)). En subjektiv metode er f. eks. måling av folks opplevelse av belastning ved bruk av Borgs skala (rate of perceived exertion (RPE)).

### Elektromyografi (EMG)

EMG er en metode til å måle kraftutvikling i muskulatur under arbeid. Når en muskel trek-

ker seg sammen (kontraherer), utgår det elektriske signaler fra muskelen. Signalene kan registreres med elektroder som føres inn i muskelen (nåleelektroder), eller med elektroder som plasseres på huden over muskelen (hud-elektroder/overflateelektroder).

Når en muskel hviler, utgår det ingen elektriske signaler fra den. Når muskelkontraksjonen øker i styrke, øker de elektriske signalene fra muskelen, både amplitude og frekvens. Sammenhengen mellom muskelkraft og EMG-signal er lineær ved lave belastninger opptil 30% av maksimal muskelkraft (MVC) og eksponensiell ved belastninger som fører til muskelkraft over 30% MVC, (Jonsson, Ericson & Hagberg 1981).

EMG-signalene angir ikke direkte størrelsen på en kraftutvikling. Signalene er avhengige av muskelens lengde ved kraftutøvingen (Komi 1973), de er forskjellige fra person til person og forandrer seg ved uttretting (Ericson & Hagberg 1978). Signalene vil derfor være forskjellige, målt på en og samme person på ulike tider på dagen, ved samme ytre belastning. EMG-signalene fra en gitt muskel er også avhengige av elektrodens plassering i det en måler spenningen i feltet under elektrodene. Måleresultatene vil avhenge av antall og typer motoriske enheter som finnes i feltet de registrerer fra. Motstanden mellom hud og elektrode er også en variabel og vil påvirke registreringene.

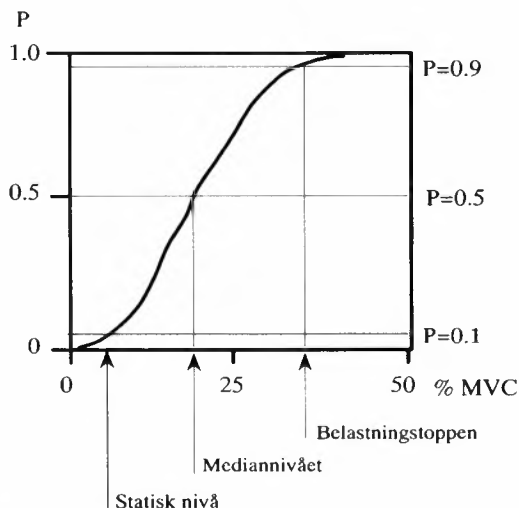
Når en skal bruke EMG som belastningsparameter, må en vite hvilke muskler som er mest belastet under det arbeidet som skal utføres. Ved tunge løft blir ryggen f.eks. utsatt for stor ytre belastning. Dette fører bl.a. til sterk aktivering av ryggstrekkene når overkroppen er i oppreist stilling eller bøyd framover til 30°. Kontrahering av ryggstrekkene medfører også sterkt til kompresjon av mellomhvirvelskivene i ryggraden, og jo større denne kompresjonen er, jo større er belastnin-

gen på ryggen. Slik kan EMG-aktivitet fra ryggstrekkene bli brukt som uttrykk for belastning på ryggen ved arbeid. Men ved arbeid i sterkt framoverbøyd stilling, over 30°, vil EMG-aktiviteten være mindre fordi kraftutviklingen da kommer fra passivt strekk av muskel- og båndapparat (Leskinen et al. 1986).

For å få klarlagt sammenhengen mellom utøvet kraft og EMG-signalet i den aktuelle situasjonen, må en gjennomføre en kalibreringsprosedyre før registreringene starter. I kalibreringsprosedyren måler en den maksimale kraften som kan utøves av muskelen og det tilsvarende maksimale EMG-signalet. I neste omgang gjøres et muskelarbeid hvor kraften økes jevnt fra null til en bestemt verdi av den målte, maksimale muskelkraften. EMG-signalene blir registrert samtidig. Ut fra disse dataene kan en beregne en matematisk sammenheng mellom EMG-signalet i  $\mu V$  og utøvet kraft i prosent av maksimal kraft (Jonsson et al. 1981).

En vanlig måte å analysere EMG-aktiviteten på, er å konstruere en kumulativ fordelingskurve av signalet uttrykt i prosent av maksimal kraft. Ut av denne kurven kan en lese hvor stor del av den totale registreringstiden kraften er under et bestemt nivå, f.eks. under 30% MVC. Forholdet mellom den nevnte deltiden og totaltiden blir også kalt sannsynligheten (P) for at kraften er under et visst nivå.

Den verdien av % MVC som sammenfaller med  $P = 0,1$  (10% av tiden) blir av Jonsson et al (1981) betegnet som det statiske belastningsnivået.  $P = 0,5$  (50% av tiden) tilsvarende mediannivået og  $P = 0,9$  (90% av tiden) er uttrykk for belastningstoppen. Disse nivåene er angitt i figur 1.



Figur 1. EMG amplitude fordelingsfunksjon

Figure 1. EMG amplitude probability distribution function

### Buktrykk (IAP)

Når ytre krefter virker på kroppen, oppstår en "indre" kraft som støtter ryggstøtten og som samtidig virker reduserende på den kompresjonskraften som kontraksjon av ryggstrekkene inducerer (Eie & Wehn 1962). I forsøk med ulike, ytre statiske belastninger er det vist korrelasjon mellom buktrykk og intradiskalt trykk (Örtengren et al. 1981).

I foroverbøyd stilling øker buktrykket når den ytre kraften som personen påvirkes av, øker (Andersson et al. 1977). Samme undersøkelse viser også at buktrykket øker ved økende grad av framoverbøyning av overkroppen når belastningen er den samme. Ved gjentak av standardiserte situasjoner varierer buktrykket lite hos en og samme person; 1-4% (Davis 1981). Stålhammar et al (1987) fant høyere buktrykk ved "leggløft" (løft med bøyde knær) enn ved "ryggløft" (løft med strake knær) ved samme belastning. Andersson et al. (1977) fant også at buktrykket varierer ved rotasjon av kroppen. Med andre ord vil buktrykket bli påvirket av arbeidsteknikken.

Davis & Stubbs (1977) har på grunnlag av epidemiologiske data og buktrykkmålinger ved ulike ytre belastninger, beskrevet at arbeidstakere som hyppig ble utsatt for belastning som ga buktrykk på 100 mmHg (13 kPa) eller mer, hadde høyere rapportering av ryggskader enn grupper som ble utsatt for lavere belastning. Utfra dette mener de nevnte forskerne at 90 mmHg buktrykk bør anvendes som øvre grense på ytre belastning. Det er utarbeidet en guide til bruk i analyse av belastning ved praktisk arbeid (Force Limits in Manual Work, 1980). Den inkluderer aktiviteter som skyve, dra og løfte med en eller begge hender når man står, sitter eller kneler med hendene plassert i 27 forskjellige standard posisjoner. Guiden bygger på hva ryggen kan tåle og tar ikke hensyn til belastning på andre deler av kroppen.

Det finnes ulike metoder for å måle og analysere buktrykk. Ved løftearbeid kan en måle det maksimale buktrykket som framkommer i starten av løftet der akselerasjonen er størst. En kan også beregne gjennomsnittlig trykk gjennom hele løftet eller gjennomsnittlig buktrykk for flere løft.

### Arbeidsstilling/biomekanisk belastning

Det er utviklet mange metoder som beskriver eller måler arbeidsstillinger og belastning på hele kroppens muskel-skjelettsystem ved praktisk arbeid. De fleste metodene er basert på frekvensanalyser.

ARBAN (ARBetsANalys) (Holzmann 1982) er en metode som er utviklet for å kunne vurdere belastningen på hele kroppen i arbeid som medfører store forandringer av stillinger og kraftutøvelse. Systemet omfatter en femtrinns analyse av en arbeidsprosess: 1) en tidsstudie for å velge ut representative sekvenser av arbeidet som skal analyseres, 2) video-filming av de valgte sekvenser i frontal- og/eller sagittalplanet, 3) "frysing" av filmen i



bestemte intervaller for å analysere og kode belastningen, 4) bruk av dataprogram for å beregne belastningen på hele kroppen og/eller for spesielle deler av kroppen, 5) presentasjon av resultatene som belastnings/tidskurver med største belastning som toppunkt på kurven.

OWAS (Owaco Working Posture Analysis System) er utviklet til analyse av arbeidsplasser i industrien (Heinsalmi 1986). Metoden har både en observasjons- og analysedel og en del som setter kriterier for forandringer. Fire forskjellige posisjoner av ryggen, tre for armene og sju for beina kan kombineres med tre vekt- eller anstrengelseskategorier: 1) < 10 kg, 2) 10-20 kg, 3) > 20 kg. Dette gir totalt 252 forskjellige kombinasjoner. En kan også registrere om stillingen er av statisk eller dynamisk karakter. Personer med forskjellig profesjonell bakgrunn, var med i utviklingen av de kriteriene man har valgt som grunn for å skulle forandre arbeidssituasjonen. Personene vurderte individuelt hvor stor belastning hver stilling forårsaket. Fra disse resultatene er alle stillingene klassifisert i fire kategorier som grunnlag for å gjøre forandringer.

VIRA er et analysesystem som fokuserer på stillinger og bevegelser av hode, skuldre og overarmer (Persson & Kilbom 1983). Systemet retter seg spesielt mot å kvantifisere den statiske belastningen en person blir utsatt for ved langvarig arbeid med armene, gjerne sittende, som følge av armenes og hodets stilling. To videokameraer blir brukt til filming i frontal- og sagittalplanet slik at abduksjon, fleksjon, ekstensjon og elevasjon av skuldrene blir filmet. Bevegelsesplanet for overarmen er delt i fem vinkelsektorer både for abduksjon og fleksjon: 1) 0° d.v.s. armen henger ned, 2) 1-30°, 3) 31-60°, 4) 61-90°, 5) > 90°. Det er også en sektor for ekstensjon av skulder. I tillegg blir nakkefleksjon vurdert om den er i sektor 0-20° eller over 20°. I analysen fremkommer frekvens av forandringer mellom de ulike sektorer

og varighet av hver stilling i sekunder eller i prosent av den totale arbeidssyklusen som er analysert.

En annen metode er å gjøre biomekaniske beregninger for å bestemme hvilke krefter som virker på muskel-skjelettsystemet ved ulike kroppsstillinger og med eventuelle ytre belastninger. Men for at denne målte belastningen skal ha noen verdi, må den sees i sammenheng med hvor mye vevet kan tåle. Chaffin & Andersson (1984) har utarbeidet data som statisk belastning kan relateres til. For ryggbelastning er f. eks. den absolutte grenseverdien for kompresjonskraften på mellomhvirvelskiven mellom nederste lendehvirvel og første korsvirvel (L5/S1) satt til 6400 N (maximum permissible limit MPL). Grensen for belastning for å unngå skader, er beregnet å være 3400 N (action limit AL). Det er også utviklet et dataprogram som bygger på disse grenseverdiene (2D Static Strength Prediction Program).

Videofilming av mennesket i arbeid gir mange muligheter til beregning av belastninger, spesielt dersom en kan filme simultant i to plan.

### Hjertefrekvens og energiomsetning

Energiomsetningen under arbeid kan beregnes når man kjenner individets maksimale arbeidskapasitet. Den maksimale arbeidskapasiteten er avhengig av genetiske forhold, alder og treningstilstand. Innenfor visse grenser er det en lineær sammenheng mellom energiomsetning (O<sub>2</sub>-forbruk) og hjertefrekvens. Hjertefrekvensen øker alltid lineært med belastningen ved løfte- og bærearbeid (vekt x frekvens x distanse). Ved løfting og bæring av lette vekter vil løftefrekvensen ha mindre betydning fordi vekten blir liten i forhold til personens vekt (Zerbib et al. 1983). O<sub>2</sub>-forbruk og hjertefrekvens er høyere ved løfting av en gitt vekt (dynamisk arbeid) enn når den samme vekten

holdes i ro (statisk arbeid) (Asfour, et al. 1986).

Kontinuerlig registrering av hjertefrekvens blir brukt til å bestemme hvor stor belastning på individet det gitte arbeid medfører. I analysen kan en se på toppbelastningen i arbeidsøkta, eller en kan beregne gjennomsnittsnivået av energiomsetningen i en gitt tid. Energiomsetningen blir angitt i prosent av den maksimale energiomsetningen som blir målt for vedkommende person.

Langvarig fysisk arbeid blir karakterisert fra "lett" til "ekstremt hardt" på bakgrunn av registrert nivå på hjertefrekvens og energiforbruk (Åstrand & Rodahl 1987).

### Subjektiv vurdering

Bruk av Borgs skala er en subjektiv metode til

å måle belastning på mennesket. Opplevd belastning er et komplekst fenomen hvor både muskel-skjelettsystemet og det kardiovaskulære systemet spiller en viktig rolle. I Borgs skala blir verbalt formulerte belastningsuttrykk knyttet til matematiske belastningskarakterer. Disse matematiske belastningskarakterer (RPE) har en matematisk sammenheng med den fysiologiske belastningen. Borg (1970) fant positiv korrelasjon mellom belastningskarakter og hjertefrekvens med en korrelasjonskoeffisient på ca. 0,80.

Borgs skala for belastning går fra 6-20. Tallverdien for den subjektivt opplevde belastningen vil relatere seg til registrert hjertefrekvens (HR) slik at opplevd belastning RPE = HR/10. Tabell 1 viser skalaen som blir vist til forsøkspersoner.

Tabell 1. Borgs skala med verbalt formulerte belastningsuttrykk knyttet til matematiske belastningskarakterer

Table 1. Borg's scale. Strenuousness of load expressed verbally and mathematically

|    |                          |                  |
|----|--------------------------|------------------|
| 6  |                          |                  |
| 7  | Meget, meget lett        | Very, very light |
| 8  |                          |                  |
| 9  | Meget lett               | Very light       |
| 10 |                          |                  |
| 11 | Ganske lett              | Fairly light     |
| 12 |                          |                  |
| 13 | Noe anstrengende         | Somewhat hard    |
| 14 |                          |                  |
| 15 | Anstrengende             | Hard             |
| 16 |                          |                  |
| 17 | Meget anstrengende       | Very hard        |
| 18 |                          |                  |
| 19 | Meget, meget anstrengede | Very, very hard  |

## MATERIALE OG METODE

### Forsøkspersonene

Tolv mannlige studenter fra Norges landbruks-høgskole deltok i forsøkene. Alle hadde meldt

seg frivillig etter annonsering på oppslagtavler. Personene hadde ulik erfaring i handtering av sekker. Alder og noen antropometriske data er gjengitt i tabell 2.

Tabell 2. Alder og noen antropometriske data for forsøkspersonene

Table 2. Age and some anthropometric data of the experiment subjects

| Personkode  | Alder<br>år | Vekt<br>kg   | Høyde<br>cm  | Hoftekanhøyde<br>cm |
|-------------|-------------|--------------|--------------|---------------------|
| Person code | Age<br>year | Weight<br>kg | Height<br>cm | Height of hip<br>cm |
| p1          | 26          | 73           | 180          | 112                 |
| p2          | 28          | 73           | 179          | 111                 |
| p3          | 25          | 81           | 182          | 112                 |
| p4          | 24          | 68           | 174          | 110                 |
| p5          | 25          | 80           | 175          | 112                 |
| p6          | 26          | 72           | 185          | 114                 |
| p7          | 24          | 76           | 191          | 120                 |
| p8          | 25          | 71           | 179          | 112                 |
| p9          | 24          | 67           | 182          | 115                 |
| p10         | 23          | 76           | 183          | 114                 |
| p11         | 24          | 75           | 184          | 113                 |
| p12         | 24          | 74           | 185          | 115                 |

### Sekkestørrelsene

Kunstgjødsl ble i 1988-1989 levert i 50 kg sekker. Å handtere slike sekker blir av mange opplevd som for tungt (Hagerup & Reiling 1989). Laveste sekkevekt som kan tenkes å bli akseptert i praksis, er 25 kg. En har derfor satt 50 kg og 25 kg som ytre grenser i forsøket og valgt noen mulige sekkestørrelser mellom disse. Fem sekkestørrelser er vurdert.

Sekkene ble tilvirket industrielt og hadde samme fyllingsgrad og innholdet hadde samme tetthet. Sekkene ble brukt 2-3 ganger før de ble skiftet ut. Tabell 3 viser en oversikt over sekkestørrelsene etter at sekken er fylt.

Tabell 3. Sekkestørrelser

Table 3. Dimensions of sacks

| Vekt<br>kg   | Lengde<br>cm | Bredde<br>cm | Tykkelse<br>cm |
|--------------|--------------|--------------|----------------|
| Weight<br>kg | Length<br>cm | Width<br>cm  | Height<br>cm   |
| 25           | 49           | 36           | 14             |
| 30           | 55           | 36           | 14             |
| 35           | 57           | 40           | 14             |
| 40           | 63           | 40           | 14             |
| 50           | 67           | 45           | 14             |

### Forsøksmodellen

#### Beskrivelse av arbeidet i praksis

I praksis er håndtering av kunstgjødslsekker organisert på mange forskjellige måter. Figur 2 og 3 illustrerer to typiske situasjoner. Figur 2 viser situasjonen der bonden løfter 50 kg sekker fra en pall på bakken og opp i maskinen. I figur 3 står bonden på bakken og løfter sekken fra en tilhenger over i maskinen.



Figur 2. 50 kg sekker løftes fra pall på bakken og opp i kombisåmaskinen

Figure 2. Sacks weighing 50 kg are lifted onto the drilling machine



Figur 3. Sekkene løftes fra tilhenger og over til kombis-maskinen

Figure 3. Sacks are lifted from the trailer onto the drilling machine

#### Utforming av forsøksmodell

En arbeidssituasjon, som kan sammenlignes med de arbeidssituasjonene som forekommer i praksis, ble simulert. Figur 4 viser modellen som er brukt i forsøkene. Selve kombisåmaskinen er erstattet med et bord med samme dimensjoner som såmaskinen. Bordet er regulerbart i høyden.

Personen sto på en plattform som var 40 cm høy, og pallen med sekker kunne reguleres i høyde med en gaffeltruck. Forsøkspersonen løftet sekkene fra pall og over til bordet. I stedet for å tømme sekken som i praksis, ble sekkene fjernet etter hvert av andre medhjelpere. Det ble løftet 600 kg av hver sekkestørrelse



Figur 4. Forsøksmodellen. Forsøkspersonen løfter sekkene fra pall over til bordet

Figure 4. The experimental mock-up. The subject lifts the sacks from the pallet onto the table

(595 kg ved bruk av 35 kg sekker). Dette tilsvarer mengden som blir fylt i de mest vanlige kombisåmaskinene.

#### Forsøkssituasjoner

Forsøket ble gjennomført med tre forskjellige forsøkssituasjoner. I alle forsøkssituasjonene ble høyden av bordet regulert til 40 cm under forsøkspersons hoftekamhøyde når han sto på plattformen. I det første forsøket (forsøkssituasjon I) var laveste nivå som sekkene ble tatt fra, 75 cm over plattformen, og forsøkspersonen sto gjennom hele forsøket på plattformen. I det andre forsøket (forsøkssituasjon II) ble pallen senket slik at det laveste nivå sekkene ble tatt fra, var 25 cm over plattformen, og forsøkspersonen kunne bevege seg rundt pallen på samme nivå som plattformen. Disse to arbeidssituasjonene representerer en god og en dårlig arbeidssituasjon fra praksis. Forsøkssituasjon I og forsøkssituasjon II ble gjennomført på forskjellige dager. I det tredje forsøket (forsøkssituasjon III) ble fire sekker løftet fra et nivå som var 90 cm over plattformen. Dette ble gjennomført på samme dag som forsøkssituasjon II. (Forsøkssituasjon III er delvis gjentakelse av forsøkssituasjon I og ble gjort for å kunne sammenligne EMG-signalene i en gunstig og i en dårlig arbeidssituasjon).

#### Arbeidssyklus

Forsøkspersonen løftet 3 eller 4 sekker over til bordet, la disse ved siden av hverandre og simulerte at sekkene ble skåret opp og tømt. Deretter fikk han 10 sekunder hvile før neste serie med 3 eller 4 sekker ble løftet over til bordet. Dette ble gjentatt inntil 600 kg (595 kg av en sekkestørrelse) var løftet. Tabell 4 viser hvor mange sekker i hver serie det ble løftet over til bordet ved de forskjellige sekkestørrelsene.

Tabell 4. Antall sekker som ble løftet over til bordet i hver serie

Table 4. Number of sacks lifted in each series

| Sekkestørrelse,<br>kg     | Løfteserie<br>Lifting series |   |   |   |   |   |
|---------------------------|------------------------------|---|---|---|---|---|
| Weight of<br>sacks,<br>kg | 1                            | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| 25                        | 4                            | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 |
| 30                        | 4                            | 4 | 4 | 4 | 4 |   |
| 35                        | 3                            | 4 | 4 | 4 | 2 |   |
| 40                        | 3                            | 3 | 3 | 3 | 3 |   |
| 50                        | 3                            | 3 | 3 | 3 |   |   |

Etter at forsøkspersonen hadde løftet 600 kg, fikk han 20 minutter pause før neste sekkestørrelse ble løftet. Personene løftet de ulike sekkestørrelsene i vilkårlig rekkefølge. Rekkefølgen ble bestemt ved bruk av latinsk kvadrat.

#### Måleinstrumentene og registrering av parametere

Instrumentet *PHYSIOMETER* med et dataprogram som hører til, ble brukt. Instrumentet er en "interface" som kan behandle 4 EMG-signaler og 6 analoge signaler samtidig.

#### Elektromyografisk aktivitet

Den elektromyografiske aktiviteten ble registrert i venstre og høyre skulders kappemuskel (m. trapezius og i venstre og høyre ryggstrekker (m. erector spinae). Elektrodeplassering over m. trapezius ble definert som midtpunktet på en linje trukket mellom proc. spin. C7 og acromion. Elektrodeplassering over m. erector spinae var 30 mm lateralt for proc. spin. L4.

For å kunne registrere den maksimale kraften som forsøkspersonen kunne utvikle med skulderens kappemuskel og ryggstrekkeren, ble det utviklet et kalibreringsstativ (figur 5 og 6).



Figur 5. Kalibreringsstativ for måling av maksimal kraft i skulderens kappemuskel

Figure 5. Rack for measuring maximum force in the shoulder muscle

Figur 5 viser to stag med polstrede bøyler lagt på skulderen til forsøkspersonen. Det ene staget er festet til en strekkcelle, slik at kraften forsøkspersonen utøver mot bøylen, kan regist-



Figur 6. Kalibreringsstativ for måling av maksimal kraft i ryggstrekkeren

Figure 6. Rack for measuring maximum force in the back muscle

res. Forsøkspersonen presser mot begge bøylor samtidig for å få en jevn belastning på ryggen.

Figur 6 viser et stag med en plate som blir plassert mot ryggen av forsøkspersonen som står med hoften mot en plate. Bak føttene blir det montert en liten terskel som gjør at føttene ikke kan skli bakover når forsøkspersonen presser ryggen bakover mot platen. Også her blir kraften målt ved at staget er festet til en strekkcelle.

Den maksimale kraften og EMG-signalet blir registrert samtidig i datamaskinen. Sammenhengen mellom disse parametrene blir uttrykt med følgende matematiske funksjoner:

|                       |                             |
|-----------------------|-----------------------------|
| lineær funksjon       | $EMG = a * \%MVC + b$       |
| eksponential funksjon | $EMG = b * e^{(a * \%MVC)}$ |
| potensfunksjon        | $EMG = b * (\%MVC)^a$       |

(EMG er EMG-signalet i mikrovolt og % MVC er prosent av maksimalkraft; a og b blir

bestemt slik at funksjonen er optimal i forhold til målingene i kalibreringen).

EMG-signalene ble direkte registrert av datamaskinen og omregnet til prosentandel av den maksimale kontraksjonskraften ifølge den funksjonen en var kommet fram til i kalibreringsprosedyren. (Om kalibrering se kap. Elektromyografi (EMG)).

Resultatene blir presentert i grafiske framstillinger som inneholder den kumulative amplitudfordelingen av kontraksjonskraften.

#### *Buktrykk*

Buktrykket ble målt med en sensor plassert i rectum. Signalene fra sensoren ble sendt analogt til PHYSIOMETER-instrumentet og registrert av datamaskinen samtidig med EMG-signalene (se kap. Buktrykk (IAP)).

#### *Krefter på føttene*

Ved løft av gjenstander blir både gjenstanden og kroppsdelene akselerert. Denne akselerasjonen gjør at belastningen på kroppen er større enn selve vekten av gjenstanden og kroppsdelene skulle tilsi. Størrelsen på akselerasjonen er avhengig av vekten som skal løftes og av arbeidsteknikken.

For å måle hvor stor del av den totale belastningen som blir forårsaket av denne akselerasjonen ved bruk av forskjellige sekkevekter, ble kreftene fra føttene mot plattformen registrert. Overkroppen (ovenfor L5/S1) pluss vekten som løftes bidrar mest til virkningen av akselerasjonen. For en person som veier 75 kg og som løfter 50 kg, utgjør denne delen ca. 73% av totalvekten (Webb, 1978). Virkningen av akselerasjonen av beina er forholdsvis liten. Ved å måle kreftene på føttene får man et bilde av de totale kreftene som virker på nederste del av ryggen.

Kreftene på føttene ble målt ved at plattformen som forsøkspersonene sto på, var hengt opp i strekkceller. Det ble brukt 4 strekkceller for å måle den vertikale kraften, 2 strekkceller for å måle den horisontale kraften fram og tilbake og 1 strekkcelle for å måle den horisontale kraften sideveis på plattformen. Signalene

fra strekkcellene for hver retning ble forsterket og summert med hjelp av en BOFORS forsterker. Derfra ble signalene sendt via PHYSIO-METER-instrumentet til datamaskinen.

### Hjertefrekvens

Forsøkspersonenes maksimale evne til energiomsetning ble klarlagt før forsøket startet, slik at den lineære sammenhengen mellom hjertefrekvens og surstoffopptak for hver person var kjent. Den gjennomsnittlige hjertefrekvensen under løfteperioden ble brukt til å beregne hvor stor del av den maksimale energiomsetningen forsøkspersonen brukte under forsøkene.

Hjertefrekvensen ble registrert med en SPORT TESTER PE 3000, produsert av Polar Electro KY i Finland (se kap. Hjertefrekvens og energiomsetning).

### Borgs skala

Borgs skala ble brukt til å registrere den subjektive opplevelsen av kroppsbelastningen. Skalaen ble forevist forsøkspersonen umiddelbart etter at han hadde løftet alle sekkene av en størrelse (se kap. Subjektiv vurdering).

### Arbeidsstilling og biomekanisk belastning

Forsøkspersonene ble filmet både fra siden og ovenifra. Signalene fra videokameraene ble sendt til en vidoemikser, slik at bildene fra begge videokameraene ble registrert på samme videobånd. Arbeidsstillinger og de biomekaniske belastninger ble kvantifisert ved bruk av dataprogrammet "2D STATIC STRENGTH PREDICTION PROGRAM" (se kap. Arbeidsstilling/biomekanisk belastning).

### Tidsforbruk

Forsøkspersonen arbeidet i et fritt valgt tempo, og tidsforbruk ved håndtering av de forskjellige sekkestørrelser, ble målt etter forsøket ved bruk av stoppeklokka på videoopptaket.

### Synkronisering av registreringene

Stoppeklokka på det ene videokameraet ble brukt til å synkronisere registreringene av alle data. Instrumentet som ble brukt for å registre-

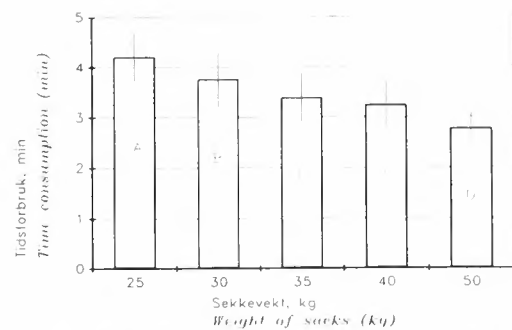
re hjertefrekvensen, ble startet i forhold til et kjent tidspunkt på stoppeklokka og registreringen på datamaskinen ble også startet i forhold til kjente tidspunkter på videoen.

## RESULTATENE

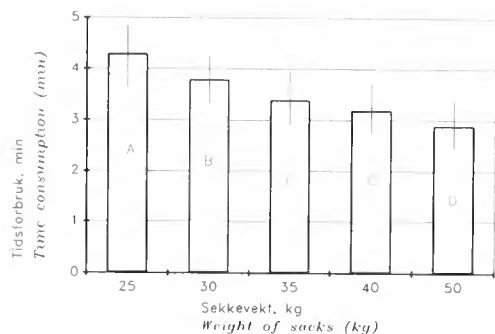
En har brukt Newan-Keul multiple test for å beregne om det er statistisk sikre forskjeller mellom sekkestørrelsene når det gjelder de forskjellige parametere som er registrert. I figurene er resultatene fra denne testen angitt med bokstaver. Det er ikke signifikant forskjell mellom sekkestørrelser som har fått samme bokstav. Signifikans-nivået er 0,05.

### Tidsforbruk

Tidsforbruk for løft av 600 kg kunstgjødsel ved bruk av forskjellig sekkestørrelse, vises i figur 7 og 8 for henholdsvis forsøkssituasjon I og II. Den statistiske analysen viser at det ikke er signifikant forskjell mellom forsøkssituasjon I (sekkene løftes fra høyt nivå) og forsøkssituasjon II (sekkene løftes fra lavt nivå). Resultatene er nærmest like.

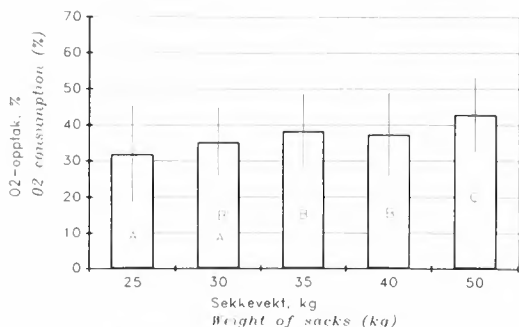


Figur 7. Tidsforbruk for løft av 600 kg kunstgjødsel ved bruk av forskjellige sekkestørrelser. Forsøkssituasjon I  
Figure 7. Time used for lifting 600 kg of fertilizer by using different weight of sacks. Experimental situation I



Figur 8. Tidsforbruk for løft av 600 kg kunstgjødsel ved bruk av forskjellige sekkestørrelser. Forsøkssituasjon II  
 Figure 8. Time used lifting 600 kg of fertilizer by using different weight of sacks. Experimental situation II

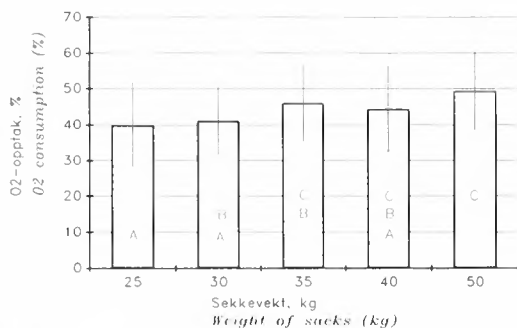
Resultatene viser at tidsforbruket er lavest ved bruk av 50 kg sekker. Ved bruk av 40 kg sekker eller mindre blir tidsforbruket større. Det er ikke påvist statistisk sikker forskjell mellom sekker som veier 35 og 40 kg, mens det er påvist signifikant forskjell mellom 35 og 30 kg og mellom 30 og 25 kg sekker. Dette tyder på at 5 kg vektfor forskjell har mindre innvirkning på tidsforbruket når sekken veier mer enn 35 kg enn når sekken veier mindre enn 35 kg.



Figur 9. Forsøkssituasjon I. Energiomsetning uttrykt i prosent av maksimalt surstoffopptak, når sekkene løftes fra høy posisjon  
 Figure 9. Experimental situation I. Oxygen uptake as a percentage of maximal oxygen uptake when lifting the sacks from a high position

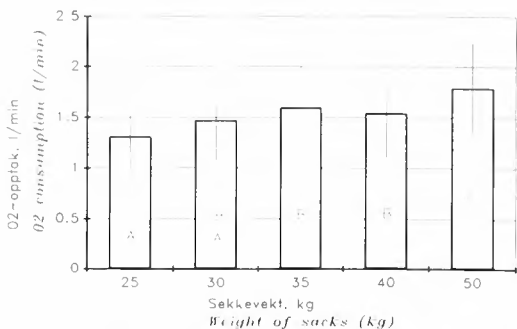
### Energiomsetning ved bruk av forskjellige sekkestørrelser

Figur 9 og 10 viser at surstoffopptaket ved handling av forskjellige sekkestørrelser uttrykt i prosent av det maksimale surstoffopptaket varierer fra 31 til 42% i forsøkssituasjon I (figur 9) og fra 40 til 49% i forsøkssituasjon II (figur 10).



Figur 10. Forsøkssituasjon II. Energiomsetning uttrykt i prosent av maksimalt surstoffopptak, når sekkene løftes fra lav posisjon  
 Figure 10. Experimental situation II. Oxygen uptake as a percentage of maximal oxygen uptake when lifting the sacks from a low position.

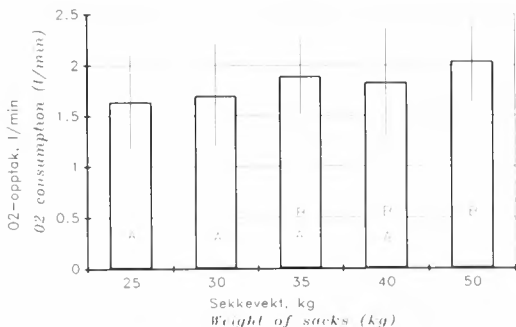
Figur 11 og 12 viser energiomsetningen uttrykt ved gjennomsnittlig surstoffopptak i liter pr. min ved løft av de forskjellige sekkestørrelsene i henholdsvis forsøkssituasjon I og II. Surstoff-



Figur 11. Gjennomsnittlig surstoffopptak i liter pr. min. Forsøkssituasjon I  
 Figure 11. Mean oxygen uptake in litres per minute. Experimental situation I



opptaket varierer fra 1.31 til 1.79 l/min i forsøkssituasjon I og fra 1,64 til 2,04 i forsøkssituasjon II.



Figur 12. Gjennomsnittlig surstoffopptak i liter pr. min. Forsøkssituasjon II

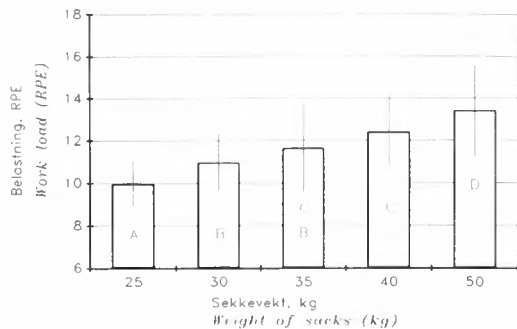
Figure 12. Mean oxygen uptake in litres per minute. Experimental situation II

Resultatene viser at når sekkene er plassert lavt (forsøkssituasjon II), må sekkene veie 30 kg eller mindre før det er signifikant forskjell fra 50 kg. Når sekkene er plassert høyt (forsøkssituasjon I) er det statistisk sikker forskjell i tidsforbruk mellom 50 kg og sekker som veier 40 kg eller mindre.

Det er en klar tendens til at surstoffopptaket avtar med minkende sekkevekt. Den statistiske analysen viser også en klar signifikant forskjell mellom forsøkssituasjon I og II når det gjelder surstoffopptak ( $p=0,001$ ). Surstoffopptaket er størst når sekkene er plassert lavt.

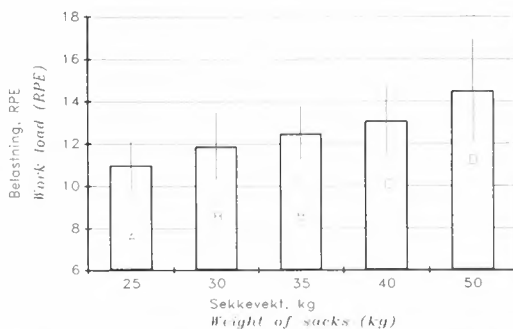
### Opplevd belastning vurdert etter Borgs skala

Den subjektive opplevelsen av belastningen ble registrert ved Borgs skala. Figur 13 og 14 viser resultatene for henholdsvis forsøkssituasjon I og II. Statistisk analyse viser at det er en lineær sammenheng mellom sekkevekt og belastning registrert ved den subjektive vurderingen av arbeidet. Korrelasjonskoeffisienten  $R^2 = 0,818$  og  $0,857$  for henholdsvis forsøkssituasjon I og II.



Figur 13. Forsøkssituasjon I. Subjektiv vurdering av arbeidet, når sekkene løftes fra høy posisjon

Figure 13. Experimental situation I. Ratings of perceived exertion when lifting the sacks from a high position



Figur 14. Forsøkssituasjon II. Subjektiv vurdering av arbeidet, når sekkene løftes fra lav posisjon

Figure 14. Experimental situation II. Ratings of perceived exertion when lifting the sacks from a low position.

Resultatene fra Newman-Keuls test viser at arbeidet med 50 kg sekker ble vurdert tyngre enn arbeidet med alle de andre sekkene ved begge forsøkssituasjonene. Arbeidet med 25 kg sekker ble vurdert som lettere enn arbeidet med alle andre sekker og det er ikke påvist forskjell i vurdering av arbeidet mellom sekker som veier 30 og 35 kg. Heller ikke mellom 35 og 40 kg sekker er det påvist forskjell i vurderingen av arbeidet.

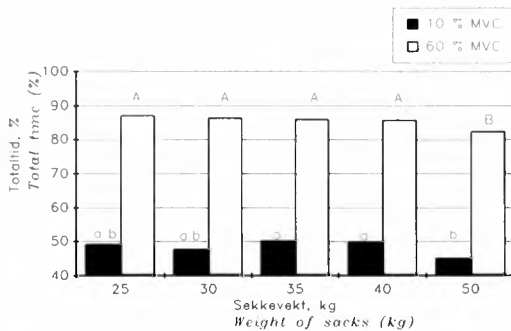
Den statistiske analysen viser også en klar signifikant forskjell mellom forsøkssituasjon I og II ( $p=0,001$ ). Løft av sekkene fra et lavt nivå ble vurdert å være tyngre enn løft fra et høyt nivå.

EMG aktivitet i skulder- og ryggmuskulatur  
Elektromyografisk aktivitet ble målt ved forsøks-situasjon II og III. I forsøks-situasjon II ble 600 kg gjødsel løftet fra en lav posisjon, og i forsøks-situasjon III ble 4 sekker løftet fra et nivå som var 90 cm over det nivået som forsøks-personen sto på (se kap. Forsøks-situasjon-joner). Resultatene fra forsøks-situasjon II og III kan ikke uten videre sammenlignes, fordi det ble løftet forskjellig mengde kunstgjødsel.

#### Forsøks-situasjon II. Sekkene i lav posisjon

For hver person, hver muskel og hver sekkestørrelse ble det beregnet en kumulativ frekvensfordeling for % MVC. I denne kan en avlese hvor stor prosentdel av den totale tiden kraften har vært mindre enn et bestemt nivå av % MVC, eller en kan avlese % MVC-nivået som kraften er under en viss prosentdel av tiden (se kap. Elektromyografi (EMG)).

Figurene 15, 16, 17 og 18 viser hvor stor prosentdel av totaltiden kraften er mindre enn 60 og 10% MVC for henholdsvis høyre og venstre ryggstrekker og høyre og venstre kappemuskel i skulder. Figurene må forstås slik at jo høyere stolpene er, jo lengre tid er kraften under henholdsvis 60 og 10% MVC og desto lavere er belastningen på muskelen. Resultatene fra Newman-Keul test, som er



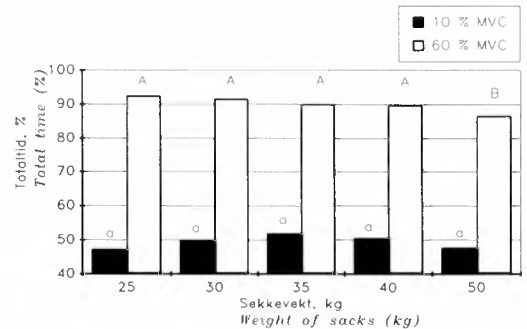
Figur 15. Høyre ryggstrekker. Forsøks-situasjon II. Prosentdel av totaltiden som kraften er mindre enn 60 og 10% MVC

Figure 15. *M. erector spinae dxt.* Experimental situation II. Time as a percentage of total time during which the contraction is less than 60 and 10% MVC

angitt med store bokstaver i figurene, gjelder 60% MVC-nivået. Resultatene angitt med små bokstaver gjelder 10% MVC-nivået. Signifikans-nivået er 0,5.

Figur 15 viser at det er signifikant forskjell mellom 50 kg sekken og de andre sekkestørrelsene når det gjelder prosentdel av totaltiden der kraften som er utøvet av høyre ryggstrekker er mindre enn 60% MVC. Det er ikke påvist statistisk sikre forskjeller mellom sekkevektene 25, 30, 35 og 40 kg. Det betyr at ved bruk av 50 kg sekker er det utøvet kraft over 60% av den maksimale kraften i lengre tid (målt i prosent av tiden) enn ved bruk av de andre sekkestørrelsene.

Når det gjelder 10% MVC-nivået viser resultatene at det er signifikant forskjell mellom 35 og 50 kg sekker og mellom 40 og 50 kg sekker. Det er imidlertid ikke påvist signifikante forskjeller mellom 25, 30, 35 og 40 kg sekker og heller ikke mellom 25, 30 og 50 kg sekker.

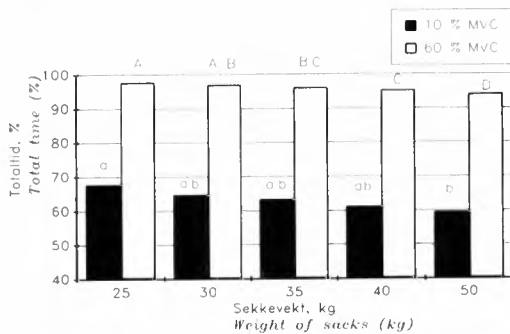


Figur 16. Venstre ryggstrekker. Forsøks-situasjon II. Prosentdel av totaltiden som kraften er mindre enn 60 og 10% MVC

Figure 16. *M. erector spinae sin.* Experimental situation II. Time as a percentage of total time during which the contraction is less than 60 and 10% MVC

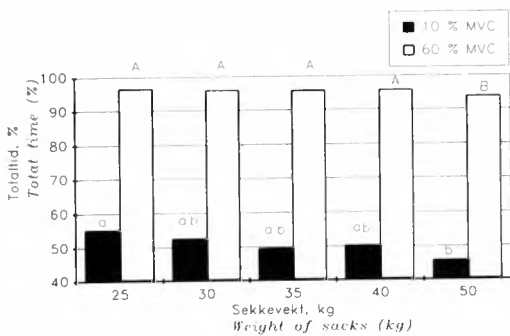
Resultatene for venstre ryggstrekker (figur 16) viser at det ikke er statistisk sikre forskjeller mellom 25, 30, 35 og 40 kg sekker når det gjelder prosentdel av totaltiden som utøvet kraft er mindre enn 60% MVC. Det er imidlertid forskjell mellom 50 kg sekker og de

andre sekkestørrelsene. På 10% MVC-nivået er det ikke påvist forskjeller mellom sekkestørrelsene.



Figur 17. Høyre skulder. Forsøkssituasjon II. Prosentdel av totaltiden som kraften er mindre enn 60 og 10% MVC  
Figure 17. *M. trapezius spinae dxt.* Experimental situation II. Time as a percentage of total time during which the contraction is less than 60 and 10% MVC

Figur 17 viser resultatene for høyre skulder. Det er signifikante forskjeller mellom 50 kg sekker og de andre sekkene når det gjelder prosentdel av totaltiden der kraften er mindre enn 60% MVC. Det er ikke påvist statistisk sikre forskjeller mellom sekkevektene 25 og 30, mellom 30 og 35 og mellom 35 og 40 kg.



Figur 18. Venstre skulder. Forsøkssituasjon II. Prosentdel av totaltiden som kraften er mindre enn 60 og 10% MVC  
Figure 18. *M. trapezius sin.* Experimental situation II. Time as a percentage of total time during which the contraction is less than 60 and 10% MVC

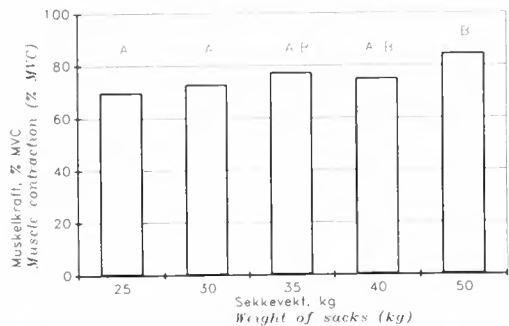
Resultatene for venstre skulder (figur 18) viser at det er signifikante forskjeller mellom 50 kg

sekker og de andre sekkestørrelsene angående totaltiden der kraften er mindre enn 60% MVC. Det er ikke påvist signifikante forskjeller mellom 25, 30, 35 og 40 kg sekker. Det betyr at ved bruk av 50-kg sekker er kraften lengre tid over 60% av den maksimale kraften enn ved bruk av de andre sekkestørrelsene.

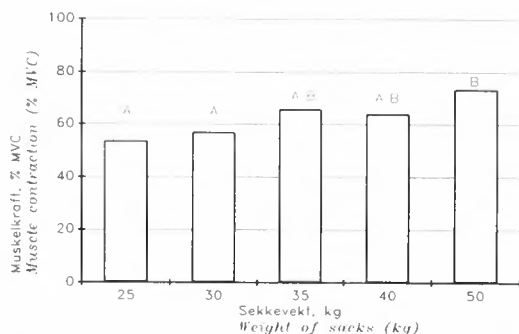
Når det gjelder prosentdel av totaltiden som kraften er mindre enn 10% MVC viser figur 18 at det bare er signifikant forskjell mellom 25 kg sekker og 50 kg sekker. Det er ikke påvist signifikante forskjeller mellom 25, 30, 35 og 40 kg sekker og heller ikke mellom 30, 35, 40 og 50 kg sekker. Ved bruk av 25 kg sekker er m.a.o. tiden der kraften er mindre enn 10% av den maksimale kraften større enn ved bruk av 50 kg sekker.

Figur 17 og 18 viser en tendens til at når sekkene avtar i vekt, øker tiden (målt i prosent av totaltiden) der kraftutviklingen i skuldrenes kappemuskel er mindre enn 10% av den maksimale kraften.

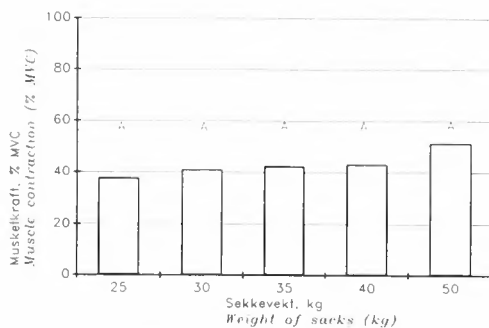
En annen måte å gjengi resultatene fra EMG-registreringene er å vise hvilket nivå belastningstoppene er på. Dette blir angitt med P90-nivået (se kap. Elektromyografi (EMG)). P90-nivået for henholdsvis høyre og venstre ryggstrekker og skulder er gjengitt i figur 19, 20, 21 og 22. Figurene må forstås slik at jo lavere stolpene er, desto lavere er belastningsnivået (målt i % MVC) som kraften er under i 90% av tiden.



Figur 19. Høyre ryggstrekker. Forsøkssituasjon II. Kraftnivået som kraften er under i 90% av tiden  
Figure 19. *M. erector spinae dxt.* Experimental situation II. The contraction level below which the muscle contraction occurs during 90% of the total time



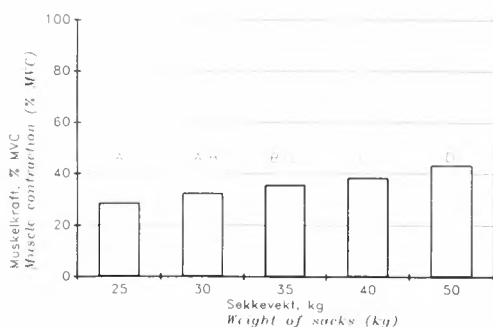
Figur 20. Venstre ryggstrekker. Forsøkssituasjon II. Kraftnivået som kraften er under i 90% av tiden  
 Figure 20. *M. erector spinae sin.* Experimental situation II. The contraction level below which the muscle contraction occurs during 90% of the total time



Figur 22. Venstre skulder. Forsøkssituasjon II. Kraftnivået som kraften er under i 90% av tiden  
 Figure 22. *M. trapezius sin.* Experimental situation II. The contraction level below which the muscle contraction occurs during 90% of the total time

Det går fram av figur 19 og 20 at det er en svak tendens til at P90-nivået for ryggstrekkene stiger med økende sekkevekt. Det er imidlertid ikke påvist signifikante forskjeller mellom 25, 30, 35 og 40 kg sekker. Heller ikke mellom 35, 40 og 50 kg sekker er det påvist signifikante forskjeller. Mellom sekkevekten 50 kg og sekkevekten 35 kg er det statistisk sikre forskjeller.

Figur 21 viser at P90-nivået for høyre skulder stiger med økende sekkevekt. Det er påvist signifikante forskjeller mellom 50 kg sekker og de andre sekkestørrelsene. Det er ikke påvist statistisk sikre forskjeller mellom 25 og 30 kg, ikke mellom 30 og 35 kg og heller ikke mellom 35 og 40 kg. Når det gjelder venstre skulder (figur 22), er det ikke påvist signifikante forskjeller mellom sekkestørrelsene.



Figur 21. Høyre skulder. Forsøkssituasjon II. Kraftnivået som kraften er under i 90% av tiden  
 Figure 21. *M. trapezius dxt.* Experimental situation II. The contraction level below which the muscle contraction occurs during 90% of the total time

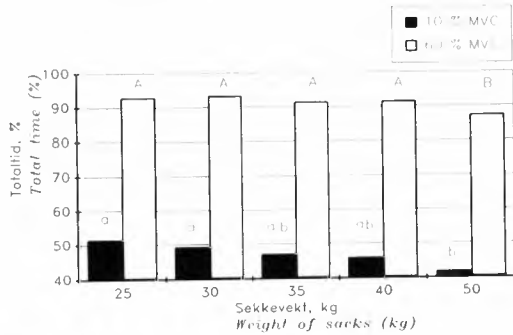
#### Forsøkssituasjon III Sekkene i høy posisjon

Figur 23, 24, 25 og 26 viser resultatene fra EMG-registreringen fra forsøkssituasjon III, der 4 sekker ble løftet fra et nivå som var 90 cm over det nivået forsøkspersonen sto på (se Forsøkssituasjoner).

Når det gjelder prosentdel av totaltiden der kraften som er utøvet er mindre enn 60% MVC, viser figurene 23 og 24 at for ryggmuskulene er det signifikante forskjeller mellom 50 kg sekker og de andre sekkestørrelsene. Det er ikke påvist statistisk sikre forskjeller mellom 25, 30, 35 og 40 kg sekker. Det betyr at den tiden (målt i prosent av totaltiden) som utøvet kraft er større enn 60% av maksimalkraften, er lengre ved bruk av 50 kg sekker enn ved bruk av de andre sekkestørrelsene.

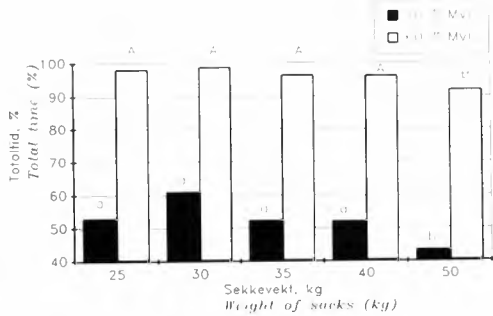
Når det gjelder 10% MVC-nivået, viser resultatene i figur 23 for høyre ryggstrekker at

det ikke er påvist signifikante forskjeller mellom 25, 30, 35 og 40 kg sekker. Det er heller ikke påvist statistisk sikre forskjeller mellom 35, 40 og 50 kg sekker. For venstre ryggstrekker er det ikke er påvist forskjeller mellom noen sekkestørrelser på 10% MVC-nivået.



Figur 23. Høyre ryggstrekker. Forsøkssituasjon III. Prosentdel av totaltiden som kraften er mindre enn 60 og 10% MVC

Figure 23. *M. erector spinae dxt.* Experimental situation III. Time as a percentage of total time during which the contraction is less than 60 and 10% MVC

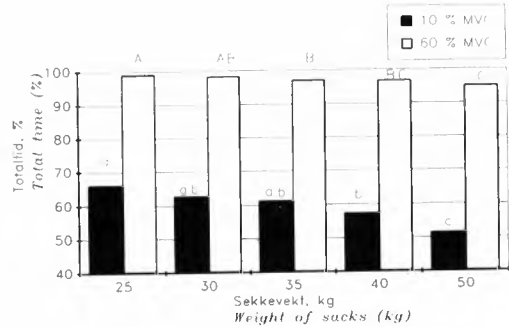


Figur 24. Venstre ryggstrekker. Forsøkssituasjon III. Prosentdel av totaltiden som kraften er mindre enn 60 og 10% MVC

Figure 24. *M. erector spinae sin.* Experimental situation III. Time as a percentage of total time during which the contraction is less than 60 and 10% MVC

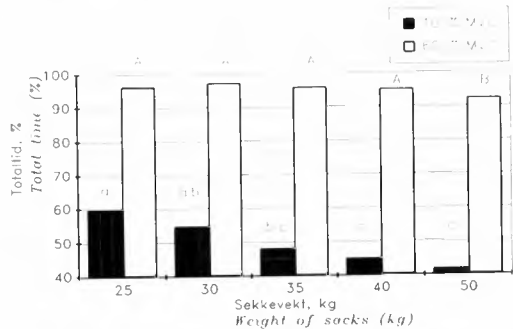
Resultatene for høyre skulder viser at det er registrert små forskjeller mellom sekkestørrelsene når det gjelder 60% MVC-nivået. Det er ikke påvist signifikante forskjeller mellom 25 og 30 kg, ikke mellom 30, 35 og 40 kg og

ikke mellom 40 og 50 kg sekker. Sekkevekten må være mindre enn 40 kg før det blir påvist signifikant forskjell fra 50 kg. For 10% MVC-nivået er det påvist forskjell mellom 50 kg sekker og de andre sekkestørrelsene. Resultatene viser en tendens til at tiden (målt i % av totaltiden) der kraften er mindre enn 10% av den maksimale som kan utøves, blir mindre ved bruk av større sekker.



Figur 25. Høyre skulder. Forsøkssituasjon III. Prosentdel av totaltiden som kraften er mindre enn 60 og 10% MVC  
Figure 25. *M. trapezius dxt.* Experimental situation III. Time as a percentage of total time during which the contraction is less than 60 and 10% MVC

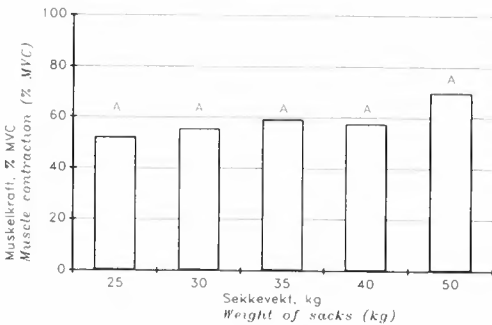
Figur 26 viser at det er påvist signifikante forskjeller mellom 50 kg sekker og de andre sekkestørrelsene når det gjelder 60% MVC-nivået for venstre skulder. Det er ikke påvist statistisk sikre forskjeller mellom 25, 30, 35 og 40 kg sekker.



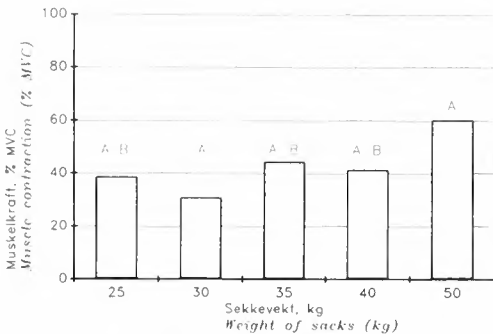
Figur 26. Venstre skulder. Forsøkssituasjon III. Prosentdel av totaltiden som kraften er mindre enn 60 og 10% MVC  
Figure 26. *M. trapezius sin.* Experimental situation III. Time as a percentage of total time during which the contraction is less than 60 and 10% MVC

Når det gjelder 10% MVC-nivået i venstre skulder, viser figur 26 at det er en tendens til at tiden som kraften er under 10% av den maksimale, er mindre ved bruk av større sekker.

Figur 27 og 28 viser kraft-nivået, som utøvet muskelkraft er under i 90% av tiden for høyre og venstre ryggstrekker. For høyre ryggstrekker har en ikke kunnet påvise signifikante forskjeller mellom sekkestørrelsene. For venstre ryggstrekker har en bare kunnet påvise statistisk sikker forskjell mellom 25 og 50 kg sekker.

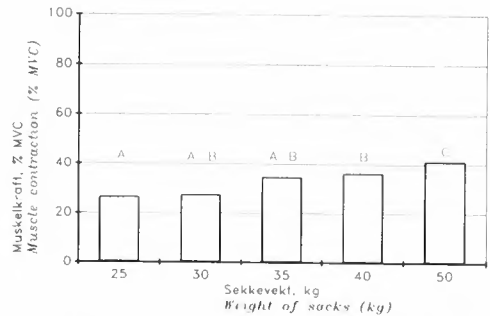


Figur 27. Høyre ryggstrekker. Forsøkssituasjon III. Kraftnivået som kraften er under i 90% av tiden  
 Figure 27 *M. erector spinae dxt.* Experimental situation III. The contraction level below which the muscle contraction occurs during 90% of the total time

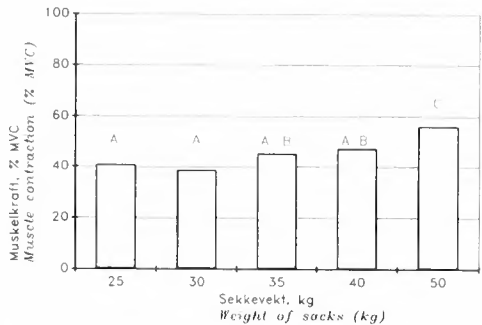


Figur 28. Venstre ryggstrekker. Forsøkssituasjon III. Kraftnivået som kraften er under i 90% av tiden  
 Figure 28. *M. erector spinae sin.* Experimental situation III. The contraction level below which the muscle contraction occurs during 90% of the total time

Figur 29 og 30 viser kraftnivået som muskelkraften er under i 90% av tiden for høyre og venstre skulder. Når det gjelder høyre skulder, er det påvist signifikante forskjeller mellom 50 kg sekker og de andre sekkestørrelsene. Det er ikke påvist statistisk sikre forskjeller mellom 25, 30 og 35 kg sekker og ikke mellom 30, 35 og 40 kg sekker. Når det gjelder venstre skulder, er det ikke påvist signifikante forskjeller mellom 25, 30, 35 og 40 kg sekker og ikke mellom sekkevektene 35, 40 og 50 kg.



Figur 29. Høyre skulder. Forsøkssituasjon III. Kraftnivået som kraften er under i 90% av tiden  
 Figure 29. *M. trapezius dxt.* Experimental situation III. The contraction level below which the muscle contraction occurs during 90% of the total time



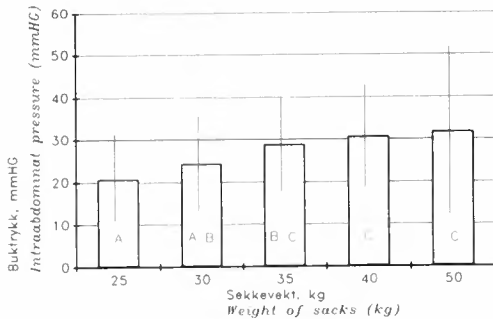
Figur 30. Venstre skulder. Forsøkssituasjon III. Kraftnivået som kraften er under i 90% av tiden  
 Figure 30. *M. trapezius sin.* Experimental situation III. The contraction level below which the muscle contraction occurs during 90% of the total time

### Buktrykk ved løft av forskjellige sekkestørrelser

Det maksimale buktrykket som forsøkspersonene kunne utvikle, ble målt når personene utførte et maksimalt løft i lett foroverbøyd stilling. Det maksimale buktrykket i denne situasjonen varierte for de forskjellige personer fra 232,2 mmHg til 66,7 mmHg. Gjennomsnittet var 111,7 mmHg.

I analysen av buktrykk har en brukt dataene fra løft av 4 sekker av hver sekkestørrelse for hver person. Følgende sekker ble brukt: de to første sekkene i forsøks situasjon II (nivå som sekkene ble tatt fra var ca. 55 cm over plattformen) og de to første sekkene som ble løftet i forsøks situasjon III (nivå som sekkene ble tatt fra var 90 cm over plattformen). På denne måten fikk en analysert to løft i oppreist stilling og to løft i lett foroverbøyd stilling for hver person og sekkestørrelse.

Det maksimale buktrykket ved hvert løft ble registrert. Figur 31 viser gjennomsnittlig maksimalt buktrykk for hver sekkestørrelse. Figuren viser at buktrykket stiger svakt ved bruk av større sekker. For sekkevekt mindre enn 35 kg kan en påvise statistisk sikkert lavere buktrykk enn for 50 kg sekkevekt



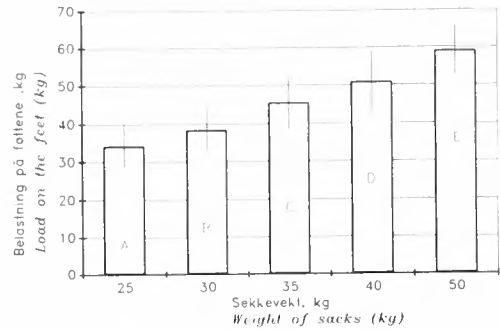
Figur 31. Buktrykk ved bruk av forskjellige sekkestørrelser  
Figure 31. Intra-abdominal pressure when lifting sacks of different weight

### Belastning på føttene ved løft av forskjellige sekkestørrelser

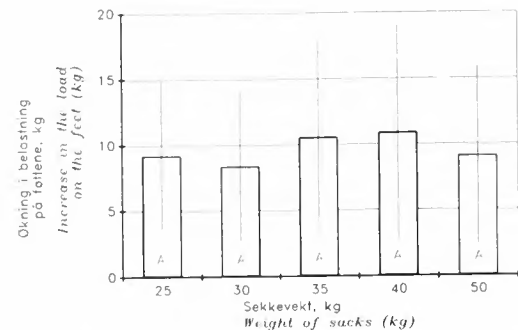
I analysen av belastning på føttene har en valgt ut løft av 4 sekker for hver sekkestørrelse og

hver person. Løft av følgende sekker ble analysert: de to første sekkene i forsøks situasjonen II (nivå som sekkene ble tatt fra var 55 cm over plattformen) og de to første i forsøks situasjonen III (nivå som sekkene ble tatt fra var 90 cm over plattformen). Den maksimale belastningen på føttene ble registrert i tidsperioden fra forsøkspersonen tok i sekken til sekken ble lagt på bordet. En viktig forutsetning var at forsøkspersonen løftet sekkene uten å støtte seg til noe. På denne måten fikk en analysert to løft i oppreist stilling og to løft i lett foroverbøyd stilling for hver person og sekkestørrelse.

Figur 32 viser den maksimale belastningen på føttene (minus forsøkspersonens kroppsvekt)



Figur 32. Maksimal belastning på føttene ved løft av forskjellige sekkestørrelser  
Figure 32. Maximum load on the feet when lifting sacks of different weight



Figur 33. Differansen mellom den maksimale belastningen på føttene og sekkevekt som løstes  
Figure 33. Difference between the maximum load on the feet and the weight of the sacks.

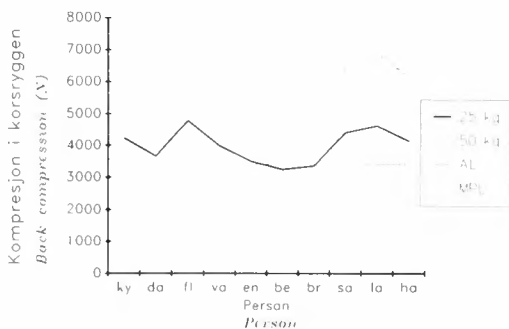
ved løft av de forskjellige sekkestørrelsene. Newman-Keul viser at det er signifikante forskjeller mellom alle sekkestørrelser.

Figur 33 viser gjennomsnittlig økning i belastningen på føttene som følge av akselerasjonen. Det er ikke påvist signifikante forskjeller mellom sekkene. Den maksimale belastningen på føttene som blir forårsaket av sekkevekten pluss akselerasjonen av sekken i løftet, er ca. 10 kg større enn sekkevekten som blir løftet. Dette gjelder alle sekkestørrelsene.

### Arbeidsstilling og biomekanisk belastning

Gjennom en subjektiv vurdering av arbeidet kunne en klart se karakteristiske arbeidsstillinger for de forskjellige personer uavhengig av sekkevekten. For hver person valgte en en karakteristisk arbeidsstilling som fremkom ved løft av sekker som var plassert 40 cm over platformen. Trykket i mellomhvirvelskiven i denne stillingen ble beregnet for alle sekker for hver person. Resultatene av denne beregningen for 25 og 50 kg sekker vises i figur 34. De andre sekkene får verdier som ligger imellom disse to ytterpunktene.

På figuren er to vannrette linjer trukket som viser AL (action limit) og MPL (maximum permissible limit) (se Arbeidsstilling/biomekanisk belastning).



Figur 34. Trykket i mellomhvirvelskiven ved løft av 25 kg og 50 kg sekker i karakteristiske stillinger for hver person  
Figure 34. Back pressure when lifting sacks weighing 25 and 50 kg in characteristic position for each subject

Figur 34 viser at trykket i mellomhvirvelskiven varierer sterkt fra person til person. Når det gjelder 25 kg sekker viser figuren at trykket overstiger i nesten alle tilfeller AL-grensen. Ved løft av 50 kg sekker blir MPL-grensen i mange tilfeller overskredet.

### DISKUSJON

Arbeidstiden som trengs for å fylle kombisåmaskinen ti ganger blir ca. 15 min lengre ved reduksjon av sekkevekten fra 50 kg til 25 kg, stipulert ut fra laboratorieforsøket. Det er ikke forskjell mellom de to forsøkssituasjonene. Tidsforbruket er det samme ved plassering av sekkene i høy og lav posisjon. Det innebærer mange momenter av usikkerhet å overføre resultatene av laboratorieundersøkelsene til praksis. Men selv om økningen i tidsforbruk i praksis skulle bli det dobbelte av det som er brukt i laboratoriet, er denne økningen ubetydelig i forhold til det totale arbeidet som skal utføres i forbindelse med fylling av kombisåmaskinen, utsåing og gjødsling.

Ved en spørreskjemaundersøkelse ble det bl.a. klarlagt at blant bønder som handterte mye kunstgjødsel, var det færre som ønsket lettere sekker enn 50 kg enn blant bønder som handterte mindre mengder gjødsel. Dette ble bl.a. tolket som uttrykk for at de mente det ville ta lengre tid å handtere samme gjødselmengde i sekker som veier mindre (Hagerup & Reiling 1989).

En arbeidsstudie av praksis på ni gårdsbruk har vist at tilretteleggingen av arbeidet kanskje er mer viktig for tidsforbruket ved fylling av kombisåmaskinen enn sekkestørrelsen. Tiden som ble brukt til å hale og dra i hver sekk ved fylling av kombisåmaskin varierte i denne studien fra 3,0-17,9 s/sekk. Denne variasjonen var en konsekvens av ulik tilrettelegging av arbeidet (Hagerup & Reiling 1989). Tidsanalysen i det sammenlignende forsøket viser at forskjellen i tidsforbruk mellom 25 og 50 kg sekker er forholdsvis liten når arbeidet er tilrettelagt på samme måte. Dette betyr at



øking i tidsforbruk ikke er et holdbart argument mot mindre kunstgjødselsekker.

Når sekkene er plassert lavt blir surstofforbruket høyere enn når sekkene er plassert på høyt nivå. Det betyr at arbeidsbelastningen målt ved surstofforbruk ved løft av gjødselsekker er mindre når personene kan løfte i oppreist stilling og forflytte sekkene horisontalt. Løftarbeidet med alle sekkestørrelsene viser en variasjon i surstofforbruk fra 1,3 l/min ved løft av 25 kg sekker fra pall i høy posisjon til 2,0 l/min for løft av 50 kg sekker fra pall i lav posisjon. I en arbeidsstudie av fylling av kombisåmaskinen med 50 kg sekker i praksis på ni gårder har Hagerup & Reiling (1989) funnet tilsvarende nivå på surstofforbruk. Åstrand & Rodahl (1986) karakteriserer arbeid med surstofforbruk på nivåer som registrert i dette forsøket som meget tungt til ekstremt tungt. En karakteristikk av arbeidstynge basert på surstofforbruk er gitt under forutsetning av at arbeidet utføres gjennom hele dagen. I praksis blir 4-6 minutter løfteperiode etterfulgt av ca. 40 minutter traktorkjøring som gir lavere forbruk av surstoff. Dette betyr at belastningen på hjerte- og karsystemet vil være ganske høyt i den perioden løftarbeidet pågår, mens det under traktorkjøringen vil være langt lavere belastning. En slik variasjon i belastning på hjerte- og karsystemet i løpet av en arbeidsdag vil være akseptabel. Dette betyr at belastningen på hjerte- og karsystemet ikke kan tillegges avgjørende betydning for valg av sekkestørrelse. I tillegg til at tilretteleggingen av arbeidet påvirker belastningen på hjerte- og karsystemet i løfteperioden, vil også arbeidstempoet påvirke denne formen for belastning.

Resultatene av denne undersøkelsen viste en klar sammenheng mellom subjektiv bedømming av belastningen i arbeidet som blir utført og sekkevekten. Dette gjaldt både for høy og lav plassering av sekkene. Forskjellen i vurdering av 25 og 30 kg sekker var like stor som forskjellen mellom f.eks 35 og 40 kg sekker. Ut fra dette kan en trekke konklusjonen at innenfor det sekkevektområdet som er brukt i dette forsøket, vil en reduksjon av sekkevekten

på 5 kg oppleves som en reduksjon av belastningen i løftarbeidet. Den subjektive vurderingen av belastningen ved dette løftarbeidet viser at tilrettelegging av arbeidet er svært viktig. Arbeidet med alle sekkestørrelsene ble vurdert å være tyngre når sekken ble løftet fra et lavt nivå enn fra et høyt nivå.

De elektromyografiske målingene viste at belastningstoppen (P90-nivået) på høyre ryggstrekker lå mellom 70% MVC for 25 kg sekker og 85% MVC for 50 kg sekker når sekken ble løftet fra lavt nivå. På venstre ryggstrekker var toppbelastningene noe lavere. Data fra høyre og venstre side kan ikke uten videre sammenlignes i denne studien på grunn av mangler i enkelte registreringer. Men ettersom arbeidet representerer løft med dreining og vridning av kroppen 180° for å flytte sekkene, er det likevel rimelig å anta at utviklet kraft i ryggstrekkene ikke er symmetrisk. I følge Jonsson et al (1981) bør belastningstopper ikke overstige 50-70% MVC. Utøvet muskelkraft i ryggstrekkene overskred denne grensen ved løft av alle sekkestørrelsene. Belastningstoppene viser imidlertid en fallende tendens når sekkene blir mindre.

Ved høy plassering av sekkepallen reduseres toppbelastningen for høyre ryggstrekker til 52% MVC for 25 kg sekker og til 70% MVC for 50 kg sekker. Også her viser venstre ryggstrekker lavere nivåer, og det er samme fallende tendens på toppbelastningene når sekkene avtar i størrelse som vist ved lav plassering. Vi mener ut fra dette å kunne slå fast at fylling av kombisåmaskinen når arbeidet er organisert med sekkene på pall bak kombisåmaskinen, og personene står på plattform mellom maskin og pall, krever asymmetriske løft av sekkene. Videre kan vi slå fast at toppbelastningene blir lavere når sekkevekten reduseres, men den ligger over 50% MVC for alle sekkevektene som er med i undersøkelsen. Toppbelastningene er lavere når sekkene tas fra høy pall enn fra lavt plassert pall.

For å vurdere fordelingen av de tunge takene og det vi kan kalle "pausenivå", har vi valgt å se på hvor mange prosent av totaltiden

som kraften ligger under henholdsvis 60% MVC og 10% MVC ved løfting og flytting av sekkene. Ved et arbeid som gjentas regelmessig i løpet av en arbeidsdag, er 60% MVC valgt som grense for akseptabel belastning (jmf. Jonsson et al. 1981). Bare i svært kort tid som f.eks. ved uforutsette harde tak eller plutselige ubalanserte stillinger, bør utøvd muskelkraft overstige dette nivået. Denne grensen overskrides for alle sekkestørrelsene. For 25 kg sekker som viser laveste verdier, overstiger utøvet muskelkraft 60% MVC i 12% og 8% av tiden for henholdsvis lav og høy plassering av sekkepallen. Nærmere 50% av tiden ligger kraften under 10% MVC. Her er det liten forskjell mellom sekkestørrelsene.

Nå er ikke totaltiden for selve arbeidet det samme ved alle sekkestørrelsene, men denne analysen av 10% og 60% MVC nivåene gir en god beskrivelse av intensiteten og belastningen i arbeidet. Når utviklet kraft i ryggmuskulaturen ligger over 60% MVC i 12% og 8% av tiden for den sekkevekten som gir minst belastning, er dette uttrykk for at løft av alle sekkestørrelsene representerer meget tungt arbeid, og vi vil konkludere med at belastningen på ryggen er for høy ved alle sekkestørrelsene. Flere undersøkelser viser at tunge løft øker risikoen for ryggproblemer (Penttinen 1987, Kelsey et al. 1984, Chaffin & Park 1973, Wickström 1978).

EMG-registreringene fra skuldermusklene viser at toppbelastningen for høyre skulder varierer mellom 27% MVC for 25 kg sekker og 41% MVC for 50 kg sekker når disse er plassert høyt. Ved lav plassering er toppbelastningen 29% MVC for 25 kg sekker og 44% MVC for 50 kg sekker. Toppbelastningen på venstre skulder er høyere målt i % MVC enn på høyre skulder. Ettersom maksimal kraft sannsynligvis er høyere i høyre skulder enn i venstre skulder, og sekkene pga. sin størrelse og form vil gi lik vektfordeling på de to armene, vil venstre skulder få høyere toppbelastning målt i % MVC. For tre av registreringene av toppbelastningen er det forskjell mellom 50 kg sekker og de andre sekkene. Det er ellers liten

forskjell mellom sekkene og heller ikke forskjell mellom plasseringen av sekkene. Tiden som utøvet kraft er på henholdsvis 60% MVC og 10% MVC viser at belastningen på skuldrene er relativt mindre ved dette arbeidet sammenlignet med belastningen på ryggen. Det er bare høyre skulder som utsettes for toppbelastning over 50-70% MVC som Jonsson (1981) anvender som grense.

Ved begge forsøkene ble alle sekkestørrelsene løftet fra høyder under skuldernivå. Sigholm et al. (1984) har vist at graden av overarmselevasjon er den viktigste parameter for påvirkning av skulderbelastning, og at overbelastning oppstår raskt når løft innebærer vektbæring over skulderhøyde, selv med små vekter. Dersom vekten kan bæres med armene tett inntil kroppen, og hendene er i hoftehøyde, blir belastningen på skuldrene ikke faretruende høy selv med store vekter. Vi vil derfor konkludere med at belastningen på skuldrene, slik den fremkommer i dette forsøket, ikke er så stor at det er nødvendig å ha lettere sekker.

Om vi ser samlet på de statistiske analysene av dataene, ser vi at løft av 50 kg sekker gir høyere EMG-verdier enn de andre sekkestørrelsene. Det er ellers små statistiske forskjeller mellom de andre sekkestørrelsene.

I våre forsøk ble sekkene løftet fra pallen som sto tett inntil plattformen og med plattformen i optimal høyde i forhold til såmaskinen. Fra praksis har vi sett at mange tilrettelegger arbeider på en måte som ergonomisk vurdert er dårligere enn dette. Arbeidsstudier fra praksis har vist at både avstanden mellom kombisåmaskin og sekkepall og pallehøyden har innvirkning på tidsforbruket ved sekkehandtering. I studien av praksis framkom en variasjon for "rene løft" av 50 kg sekker fra 0,8-4,0 s/sekk. I samme studie varierte tidsforbruket i arbeid med bøyd rygg mellom 3,4 og 27,9 s/sekk (Hagerup & Reiling 1989). Resultatene fra den sammenlignende studien viser at belastningen blir mindre når sekkene er plassert høyt, (d.v.s. når man kan løfte i oppreist stilling) enn med lav plassering av sekken som gir mange løft i bøyd arbeidsstilling. Tilretteleg-

ging av arbeidet vil m.a.o. være en viktig faktor for belastningen på den som løfter sekkene.

De refererte belastningene er gjennomsnitt for flere personer. Det innebærer at for mange vil utøvet muskelkraft være mye større enn den gjennomsnittet viser. Forsøkspersonene var friske mannlige studenter som var i god fysisk form. I praksis må en regne med at mange bønder er mindre sterke enn forsøkspersonene hvilket betyr at løft av kunstgjødselsekker vil gi en enda høyere belastning på muskelskjelettsystemet enn vårt forsøk viser. I årene framover kan en forvente flere kvinner i landbruket. For kvinner vil dette løftearbeidet være nærmest umulig så lenge sekkene veier 50 kg.

I vårt forsøk fikk forsøkspersonene hvile 20 minutter mellom hver fylling. De høye toppbelastningene som er vist i denne undersøkelsen, representerer målinger på uthvilte studenter. I praksis kjører bonden traktor i ca. 40 minutter mellom hver gang han fyller kombisåmaskinen. Ved traktorkjøring blir føreren utsatt for helkroppsvibrasjoner som fører til uttretting av muskulaturen, spesielt i ryggen (Dupuis 1984). Når muskulatur trettes vil den maksimale voluntære kontaktsjonskraften avta. Det betyr at et gitt arbeid vil kreve økt muskelkraft uttrykt i % MVC (Jonsson et al. 1981). Dette indikerer at periodene med sekkeløft vil bli relativt mer belastende jo lenger utpå dagen en kommer, og slik medvirke til en generell uttretting. Ved generell uttretting vil reaksjonstiden i sentralnervesystemet nedsettes. Det betyr at personen vil få lavere beredskap til å reagere muskulært på plutselige stillingsforandringer. Slike stillingsforandringer kan gi høy biomekanisk belastning dersom de skjer i forbindelse med vektbæring. Det er derfor av stor betydning at vekten på kunstgjødselsekker blir redusert for å unngå belastningsskader.

Buktrykket reduserer belastningen på ryggen til den som løfter (se kap. Buktrykk (IAP)). Nivåene på buktrykk som er registrert i vår undersøkelse, ligger lavt sammenlignet med nivåene i andre undersøkelser der buk-

trykk er registrert ved ulike aktiviteter. Nordin et al. (1984) har vist at moderat latter gir buktrykk på opptil 70 mmHg, og løft av 18 kg ga ca. 90 mmHg. Fairbank et al. (1980) fant buktrykk på 30-40 mmHg ved leggløft på 10 kg. Våre registreringer viser 21 mmHg (st. avvik 50%) ved løft av 25 kg sekker og 32 mmHg (st. avvik 64%) ved løft av 50 kg sekker. Det er stor spredning i målingene noe også andre undersøkelser har vist. Stubbs (1981) registrerte buktrykk ved løft av forskjellige vekter i ulike høyder og fant et standardavvik i målingene på opptil 120%. Dette skulle tilsi at buktrykksmålinger ikke gir et objektivt mål på den ytre belastningen. Vi kan imidlertid lese ut av våre data at buktrykket øker når sekkevekten øker. Vi finner bare små forskjeller mellom sekkene, og alle registreringene ligger langt under grensen på 90 mmHg.

Vi kan ikke gi svar på hvorfor våre registreringer ligger så lavt. Den rectale sensoren som er brukt i forsøkene, ble kalibrert i vann og er funnet å være nøyaktig. Nordin et al. (1984) fant at rectal sensor responderte motsatt ved dyp foroverbøyning sammenlignet med sensorer plassert oralt og i tractus gastrointestinalis. Dette kan imidlertid ikke forklare våre lave målinger ettersom vi har positiv respons på alle løftene som er analysert.

Resultatene fra målingene viser at ekstra belastning på føttene som følge av sekkevekten og akselerasjonen av denne, er nesten lik ved alle sekkestørrelsene (ca. 10 kg). Det betyr at mindre sekker ble løftet noe hurtigere i vårt forsøk, hvor tempoet var selvvalgt. Den gjennomsnittlige maksimale belastningen på føttene (sekkevekt pluss akselerasjonskraft) viser at 25 kg sekkevekt gir minst belastning på den som løfter.

Arbeidsoperasjonene med de ulike sekkene ble forsøkt analysert med ARBAN (se kap. Arbeidsstilling/biomekanisk belastning). Det viste seg imidlertid at denne analysemetoden ikke ga noen forskjeller fordi arbeidsoperasjonene var så nær som identiske, bare sekkestørrelsen ble forandret. Vekten av sekken viste seg å være den viktigste faktor ved belastnings-

analysen, og denne faktoren ble ikke fanget opp av ARBAN. Ved gjennomgang av videofilmene kom det fram at personene hadde svært forskjellig arbeidsteknikk, men hver enkelt person brukte samme arbeidsteknikk ved handtering av de forskjellige sekkene. Som analyse av arbeidsstillinger har vi derfor valgt å beregne belastningen ved løft fra en bestemt sekkeplassering, forkant av nest nederste flo ved lav plassering av pallen (forsøkssituasjon II for 25 kg og 50 kg). Disse beregningene viste at bare tre personer løftet i en slik arbeidsstilling at belastningen lå under grensen for akseptert belastning på ryggen,  $AL = 3400$  N (Chaffin & Andersson 1984). Dette tolker vi til at løfting av alle sekkestørrelsene som ble brukt gir svært stor belastning på ryggen. God arbeidsstilling og arbeidsteknikk er viktig ved denne type arbeid.

Det er en tendens i markedet til at sekkevekten blir redusert fra 50 til 40 kg. Med unntak av belastningen på hjerte- og karsystemet, viser resultatene at det var signifikant forskjell mellom 50 kg og 40 kg sekker. Reduksjon av sekkevekten fra 50 til 40 kg vil gi en merkbart reduksjon av belastningen på den som løfter. Våre forsøk viser imidlertid at en må redusere sekkene til minst 25 kg for å få en belastning som er forsvarlig for de fleste. Dette stemmer overens med andre forskningsresultater som ligger til grunn for NIOSHs retningslinjer for løft. Her anbefales 18 kg som vektgrense for gjentatte løft (NIOSH 1983).

## KONKLUSJON

Tidsforbruket til sekkehandtering vil øke noe ved reduksjon av sekkestørrelse. Denne økningen er imidlertid så liten at den er ubetydelig i forhold til det totale arbeidet som skal utføres i forbindelse med fylling av kombisåmaskinen og spredning av gjødsla. Tilretteleggingen av arbeidet er mer viktig for tidsforbruket enn sekkestørrelsen.

Belastningen på hjerte- og karsystemet er ganske høy i den perioden løftarbeidet pågår

ved bruk av alle sekkestørrelsene. Løfteperioden blir etterfulgt av traktorkjøring med lavere surstofforbruk. En slik variasjon i belastning på hjerte- og karsystemet i løpet av en arbeidsdag er gunstig, og totalbelastningen vil være akseptabel. Dette betyr at belastningen på hjerte- og karsystemet ikke kan tillegges avgjørende betydning for valg av sekkestørrelse.

Det er påvist en klar sammenheng mellom den subjektive bedømmingen av tyngde av arbeidet og sekkevekten, og mellom tyngde av arbeidet og nivået som sekkene ble løftet fra.

Toppbelastningene i ryggstrekkene blir lavere når sekkevekten reduseres, men ligger over 50% MVC for alle sekkestørrelsene som er med i undersøkelsen. Toppbelastninger er lavere når sekkene løftes fra et høyt nivå enn fra et lavt nivå. En betydelig del av tiden er belastningen større enn 60% MVC. Dette gjelder for alle sekkestørrelsene. Dette betyr at belastningen på ryggen er for høy ved handtering av alle sekkestørrelsene. Belastningen på skuldrene er relativt lavere ved dette arbeidet enn belastningen på ryggen. Belastningen på skuldrene er ikke så stor at det er nødvendig med mindre sekker dersom arbeidet i praksis tilrettelegges slik som i denne studien.

Resultatene viser at belastningen blir mindre når sekkene løftes fra et høyt nivå, d.v.s. når man kan løfte i oppreist stilling sammenlignet med løft fra et lavt nivå. Tilretteleggingen av arbeidet vil m.a.o. være en viktig faktor for belastningen på den som løfter.

På grunn av stor spredning i måleresultatene gir buktrykkmålingene ikke et objektivt mål på den ytre belastningen.

Mindre sekker løftes noe hurtigere enn tunge sekker når arbeidstempo er selvvalgt. Ekstra vekt på grunn av akselerasjonen er ca. 10 kg og lik for alle sekkestørrelser.

Trykket i mellomhvirvelskiven varierer sterkt fra person til person på grunn av stor forskjell i arbeidsteknikk. Trykket i mellomhvirvelskiven er svært høyt for alle sekkestørrelsene. Dette understreker igjen betydningen av god arbeidsstilling og arbeidsteknikk ved denne type arbeid.

Reduksjon av sekkevekten fra 50 til 40 kg vil gi en merkbar reduksjon av belastningen på den som løfter. Dette forsøket viser imidlertid at en må redusere sekkene til minst 25 kg for å få en belastning som er forsvarlig for de fleste personer.

## SAMMENDRAG

I et sammenlignende forsøk har en målt belastningen på personer som løftet kunstgjødsel-sekker som veide 25, 30, 35, 40 og 50 kg. En realistisk arbeidssituasjon ble konstruert der en kunne simulere fylling av en kombisåmaskin. Følgende belastningsparametere ble registrert: surstoffopptak, utøvet kraft i skulder- og ryggmuskler, subjektiv opplevelse, belastning på føttene, arbeidsstilling og buktrykk. I tillegg ble tidsforbruk registrert. Tolv personer deltok i forsøket. De løftet 600 kg av hver sekkestørrelse med 20 minutters pause mellom hver løfteperiode.

Tiden for å fylle en kombisåmaskin tok ca. 1,5 min. mer ved reduksjon av sekkevekten fra 50 kg til 25 kg. Det innebærer mange momenter av usikkerhet å overføre laboratorieresultatene til praksis. Men selv om øking i tidsforbruk i praksis skulle bli det dobbelte av det som er brukt i laboratoriet, vil denne økningen i tidsforbruk ved fylling bety svært lite i forhold til tiden som går med til det totale arbeidet ved såing. Arbeidsstudier av praksis har også vist at organisering og tilrettelegging av arbeidet kan synes å være viktigere for det totale tidsforbruket enn sekkestørrelsen.

Gjennomsnittlig surstoffopptak lå i området 1,64-2,05 l/min. og må ifølge litteraturen betegnes som meget til ekstremt tungt arbeid. Belastningen på hjerte- og karsystemet er m.a.o. ganske høyt i den perioden løftearbeidet pågår. Karakteristikken av denne belastningen er gitt under forutsetning at arbeidets intensitet vedvarer gjennom hele arbeidsdagen. I praksis blir løfteperioden etterfulgt av traktorkjøring som gir lav belastning på hjerte- karsystemet slik at den totale belastningen blir akseptabel.

Det kom fram en klar lineær sammenheng mellom den subjektive vurdering av arbeidet som ble utført og sekkevekten. En kan trekke den konklusjonen at en reduksjon av sekkevekten på 5 kg vil oppleves som en reduksjon i belastning innenfor den variasjon av sekkevekter som er brukt i dette forsøket.

Resultatene fra målingene av belastning på føttene viste at akselerasjonen medfører en økning i belastning på ca. 10 kg uavhengig av sekkestørrelse. Dette innebærer at sekkene med lav vekt løftes raskere enn de sekkene som veier mer. Ved reduksjon av arbeidstempoet vil effekten av akselerasjonen avta og forskjellen på belastning på føttene ved løft av 50 kg og sekker som veier mindre, vil bli større.

Under vanlig arbeid skal belastningen på en muskel helst ikke overstige 60% av den maksimale kraften som muskelen kan utøve. Resultatene fra forsøket viser at belastningen på skulder- og ryggmuskler oversteg grensen på 60% av den maksimale kraften for disse musklene ved alle sekkestørrelsene. Fra praksis har en sett at mange organiserer løftearbeidet på en måte som ergonomisk vurdert er dårligere enn den arbeidssituasjonen som ble brukt i forsøket. Arbeidsmåten i praksis vil høyst sannsynlig gi enda høyere belastning. Resultatene er et gjennomsnitt av flere personer. Forsøkspersonene er også unge studenter. Dette innebærer at for mange praktikere vil utøvet muskelkraft være mye høyere enn det som fremkommer i dette forsøket.

Buktrykket reduserer belastningen på ryggen til den som løfter. Resultatene i dette forsøket viser stor spredning i målingene, noe også andre undersøkelser har vist. Dette skulle tilsi at buktrykkmålinger ikke gir et objektivt mål på den ytre belastningen.

Når det gjelder arbeidsstillinger kom det fram at personene arbeidet svært ulikt, men de arbeidet likt med de forskjellige sekkene. Beregninger av trykket i mellomhvirvelskiven (L5/S1) viser at belastningen for nesten alle personer og alle sekkestørrelser ligger langt over grensen for akseptert belastning på ryggen.

Vekten på kunstgjødselsekker må bli mindre. Dette forsøket viser at en reduksjon til 40 kg vil være en forbedring for de som skal handtere sekker manuelt, men dersom en vil forebygge ryggproblemer bør sekkevekten reduseres til 25 kg eller mindre.

LITTERATUR

Andersson, G.B.J., R. Örtengren & A. Nachemson 1977. Intradiskal pressure, intra-abdominal pressure and myoelectric back muscle activity related to posture and loading. *Clinical Orthopedics and Related Research*, No. 129, Nov-Dec.:156-164.

Asfour, S.S., A.M. Genaidy, T.M. Khalil & S. Muthuswamy 1986. Physiologic responses to static, dynamic and combined work. *Am. Ind. Hyg. Assoc. J.* 47(12):798-802.

Borg, G. 1970. Perceived exertion as an indicator of somatic stress. *Scand. J. Rehab. Med.* 2:3:92-98.

Chaffin, D.B. & G.B.J. Andersson 1984. *Occupational Biomechanics*. John Wiley & Sons. New York,

Chaffin, D.B. & K.S. Park 1973. A longitudinal study of low-back pain as associated with occupational weight lifting factors. *American Industrial Hygiene Association Journal*, December: 513-525.

Davis, P.R. 1981. The use of intra-abdominal pressure in evaluating stresses on the lumbar spine. *Spine*, Volume 6, No. 1:90-92.

Davis, P.R. & D.A. Stubbs 1977. Safe levels of manual forces for young males (1). *Applied Ergonomics*, 8, No. 3:141-150

Dupuis, H. 1984. Beanspruchung des Menschen durch mechanische Schwingungen. *Schriftenreihe des Hauptverbandes der gewerblichen Berufsgenossenschaften e.V.* Bonn.

Eie, N. & P. Wehn 1962. Measurements of the intra-abdominal pressure in relation to weight bearing of the lumbosacral spine. Paper at the 16th Annual Meeting of the Scandinavian Neuro-surgical Society in Odense, Denmark.

Ericson, B.E. & M. Hagberg 1978. EMG signal level versus external force: a methodological study on computer aided analysis. *Biomechanics VI-A*, Ed. Asmussen, E. & K. Jørgensen, University Park Press, Baltimore, 252-255.

Fairbank, J.C.T. et al. 1980. Intra-abdominal Pressure Rise During Weight Lifting as an Objective Measure of Low-Back Pain. *Spine*, Volum 5, No. 2, Maich/April.

Force Limits in Manual Work, 1980. Prepared by The Material Handling Research Unit, University of Surrey, England. 25 pp.

Gamberale, G. et al. 1981. Människans tolerans för lyft och bärarbete. *Arbete och Hälsa*, Vetenskapelig skriftserie, 16. Arbetskyddstyrelsen, Solna, Sverige.

Hagerup, A.B. & J. Reiling 1989. Arbeidsbelastning ved ulik organisering av arbeid. (Fylling av kombisåmaskin). Foredrag presentert på Nordiska Ergonomisällskapets Årskonferens, 12-14 september 1989. Tammerfors Finland. LTI-trykk nr. 119, 9 s.

Hagerup, A.B. & J. Reiling 1989. Arbeidsbelastning ved sekkehandtering. Resultater fra en spørreundersøkelse. LTI-rapport nr 11. 25 s.

Hagerup, A.B. & J. Reiling 1991. Ergonomic evaluation of sackhandling Proceedings Book I, World Confederation for Physical Therapy 11th International Congress, London, U.K. Pp. 63-65.

Heinsalmi, P. 1986. Method to measure working posture loads at working sites (OWAS) In: N. Corlett, J. Wilson & I. Manenica, (eds.) *The Ergonomics of Working Postures*. Taylor and Francis, London, Pp. 100-104.

Holzmann, P. 1982. ARBAN - a new method for analysis of ergonomic effort. *Applied Ergonomics* 13:82-86.

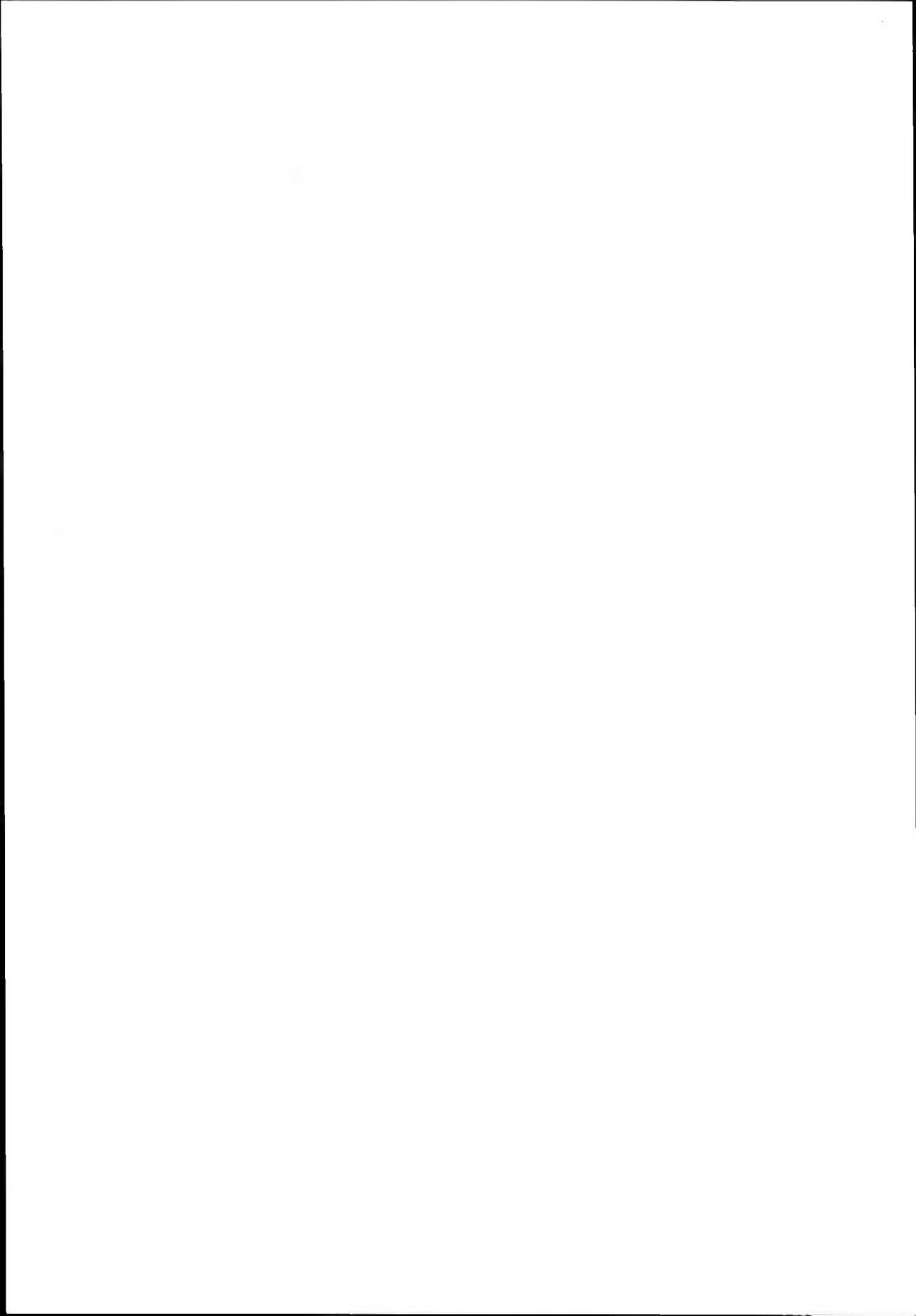
Jonsson, B., B.E. Ericson & M. Hagberg 1981. Elektromyografiska metoder för analys av belastning på enskilda muskler och muskulära uttrötningseffekter under längre tids arbete. Arbetskyddstyrelsen, Undersökningsrapport 9, Solna, Sverige.

Kelsey, J.L. et al. 1984. An epidemiologic study of lifting and twisting on the job and risk for acute prolapsed lumbar intervertebral disc. *Journal of Orthopaedic Research*, 2:61-66, Raven Press, New York.

Komi, P.V., 1973. Relationship between muscle tension, EMG and velocity of contraction under concentric and eccentric work. In: J.E. Desmedt & S. Karger AG (eds.) *New developments in electromyographic and clinical neurophysiology*. Basel, Switzerland Pp. 596-606.

Leskinen, T., H. Nieminen, S. Kalli, M. Gautreau & I. Kuorinka 1986. Electromyographic activity as an indicator of back load at work. *Biomechanics: Basic and Applied Research, Selected Proceedings of the Fifth Meeting of the European Society of Biomechanics*, Berlin.

- Nordin, M. et al. 1984. Intra-abdominal pressure measurements using a wireless radio pressure pill and two wire connected pressure transducers: a comparison. *Scand. J Rehab Med* 16:139-146.
- NIOSH. 1983. *Work practices guide for manual lifting*. Akron, Ohio: American Industrial Hygiene Association.
- Penttinen, J. 1987. *Back Pain and Sciatica in Finnish Farmers*. Publication of the Social Insurance Institution, ML: 71, Helsinki, Finland.
- Persson, J. & Å. Kilbom 1983. VIRA -en enkel videofilmteknikk for registrering och analys av arbetsställningar och rörelser. *Undersökningsrapport*
- Sigholm, G., P. Herberts, C. Almström & R. Kadefors 1984. Electromyographic Analysis of Shoulder Muscle Load. *Journal of Orthopedic Research* 1:379-386. Raven Press, New York.
- 2D Static Strength Prediction Program, The Center for Ergonomics, The University of Michigan, Ann Arbor, Michigan 48109-2117.
- Stubbs, D.A. 1981. *Trunk Stresses in Construction and Other Industrial Workers*. Spine, Volume 6. No. 1, January/February.
- Stålhammar, H.R., T.P.J. Leskinen & E-P. Takala 1987. Intra abdominal pressure and oblique abdominal muscle activity when lifting and lowering, *Biomechanics X-A*, Ed. B. Jonsson, Human Kinetics Publishers, Champaign, Illinois, 59-62.
- Webb Associates: *Anthropometric Source Book*, Vol. 1, Washington: National Aeronautics and Space Administration. 1978.
- Wickström, G. 1978. Effect of work on degenerative back disease, A review. *Scand. J. of Work Environ. & Health* 4 suppl. 1:1-12.
- Zeribib, Y., O.M. Evans & H. Monod 1983. Heart rate responses to a repetitive load carrying task. *J. Human Ergol.* 12:131-141.
- Örtengren, R., G.B.J. Andersson & A.L. Nachemson 1981. Studies of relationships between lumbar disc pressure, myoelectric back muscle activity and intra-abdominal (intragastric pressure). *Spine*, volume 6, No. 1:98-103.
- Åstrand, P-O. & K. Rodahl 1987. *Textbook of work physiology. Physiological bases of exercise*, McGraw-Hill International Editions, Medical Science Series.
- Publikasjoner fra prosjektet**
- Hagerup, A.B. 1988. *Arbeidsbelastning ved sekkehandtering. Spørreskjemaundersøkelse, kodebok med fordelinger*. LTI-trykk nr. 76, Landbruksteknisk institutt, Ås. 19 s.
- Hagerup, A.B. & J. Reiling 1989. *Workload in sack-handling*. LTI-trykk nr. 111, Landbruksteknisk institutt, Ås. 10 s.
- Hagerup, A.B. & J. Reiling 1989. *Arbeidsbelastning ved ulik organisering av arbeid. (Fylling av kombisåmaskin)*. LTI-trykk nr. 119, Landbruksteknisk institutt, Ås. 9 s.
- Hagerup, A.B. & J. Reiling 1989. *Arbeidsbelastning ved sekkehandtering. Resultater fra en spørreundersøkelse*. LTI-rapport nr. 11, Landbruksteknisk institutt, Ås. 25 s.
- Reiling, J. 1988. *Sekkehandtering*. *Aktuelt* 4/88:95-103. Statens fagteneste for landbruket, Ås.
- Reiling, J. & A.B. Hagerup 1989. *Work-station design for manual handling sacks in loading a combined drill*. LTI-trykk nr. 112, Landbruksteknisk institutt, Ås. 7 s.
- Reiling, J. & A.B. Hagerup 1989. *Metode til å vurdere arbeidsbelastning ved manuell handtering av sekker med vekt fra 25 til 50 kg*. LTI-trykk nr. 117, Landbruksteknisk institutt, Ås. 8 s.
- Reiling, J. 1989. *Utforming og bruk av kombisåmaskin ut fra et ergonomisk synspunkt*. *NJF-Utredning/rapport* 56:124-131. Nordiske Jordbrugsforskeres Forening, Oslo.
- Reiling, J. 1990. *Handtering av kunstgjødsel*. *Aktuelt* 7/89:220-227. Statens fagteneste for landbruket, Ås.





# Vinterproduksjon av veksthusagurker

Virkning av belysningsstyrke, plantetetthet og CO<sub>2</sub>-tilskudd

## *Winter production of greenhouse cucumbers*

*Effects of illuminance, plant space and CO<sub>2</sub>-enrichment*

SVEIN O. GRIMSTAD

Statens forskingsstasjoner i landbruk, Særheim forskingsstasjon, Klepp st., Norge

*The Norwegian State Agricultural Research Stations, Særheim Agricultural Research Station, Klepp st., Norway*

Grimstad, S.O. 1991. Winter production of greenhouse cucumbers. Effects of illuminance, plant space, and CO<sub>2</sub>-enrichment. Norsk landbruksforskning 5:333-341. ISSN 0801-5333.

In an experiment with greenhouse cucumber plants (*Cucumis sativus* L. cultivars Cordoba and Mustang) grown from 4 October to 27 December 1990, three levels of supplementary light were compared (5.5, 11, and 16 klx), each at two levels of CO<sub>2</sub>-enrichment (700 and 1000 vpm). In all cases the supplementary light was provided by high-pressure sodium lamps for 20 h day<sup>-1</sup> (02.00-22.00). The plants were supported on a high wire system with three levels of spacing (0.3, 0.4 and 0.5 m). For both cultivars, the yield increased almost linearly with level of illumination, with the highest cumulative yield recorded at 30.5 kg m<sup>-2</sup>. This was obtained with an illuminance level of 16 klx, plant spacing of 0.4 m and a CO<sub>2</sub>-enrichment level of 700 vpm. Fruit quality increased depending on the light intensity and plant spacing. Increasing the CO<sub>2</sub> level from 700 to 1000 vpm did not affect the yield or the fruit quality.

Key words: CO<sub>2</sub>-enrichment, cucumber, spacing, supplementary light.

*Svein O. Grimstad, Særheim Agricultural Research Station, N-4062 Klepp st., Norway*

Bruk av kunstig lys ved produksjon av snittblomster og potteplanter i veksthus i den mørkeste årstiden er i dag vanlig. Erfaringene viser at tilskuddsbelysning fører til kortere kulturtid og bedre kvalitet og gir dessuten muligheter for en helårlig utnyttelse av veksthuset (Bickford & Dunn 1973, Grimstad 1987a, Gislerød et al. 1989, Mortensen et al. under trykking).

Med unntak av plantetiltrekking og produksjon av veksthusalat er kunstig tilskuddsbelysning lite brukt i grønnsakproduksjonen. Store investeringer og høye kapitalkostnader i forbindelse med bygging og renovering av

veksthus sammen med hensynet til jevn sysselsetting, har imidlertid ført til behov for helårlig utnyttelse av veksthusene også innen grønnsakproduksjonen. Flere forsøk kan vise til positive resultater ved bruk av kunstig lys også til dyrking av veksthusagurk og -tomat (Blain 1987, Grimstad 1987b, Dorais 1991). Tidligere forsøk har vist at muligheten for dyrking av veksthusagurk her i landet vinterstid skulle være tilstede (Grimstad 1990). Denne undersøkelsen bygger videre på disse resultatene med sikte på å øke avlingsnivået og forbedre kvaliteten, noe som er en forutsetning for en økonomisk forsvarlig produksjon. De økonomiske

sidene ved produksjonen vil bli omtalt i en egen melding.

## GJENNOMFØRING

### Oppal

Frø av agurksortene 'Cordoba' og 'Mustang' ble den 3. september sådd i 10x10 cm steinullklosser og belyst med 5.5 klx ( $77 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ) i 18 timer pr døgn. I belyningsperioden ble det tilført  $\text{CO}_2$  (ca 700vpm) så lenge luftelukene var igjen. Dagtemperaturen under oppalet var  $25^\circ\text{C}$  og lufting ble foretatt ved  $27^\circ\text{C}$ . I nattfasen ble temperaturen senket til  $21^\circ\text{C}$ . Plantene ble vannet etter behov med en fullstendig næringsløsning med ledetall 2,5.

### Etter utplanting

Plantene ble satt ut på vokseplassen den 4. oktober. Som dyrkingsmedium ble det brukt dyrkingsplater fra Dynamite Flowerfoam Int., Danmark. Plantene ble gitt følgende behandling:

### Tilskuddsbelysning

1. 5.5 klx ( $77 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ )
2. 11.0 " (154 " " " )
3. 16.0 " (225 " " " )

Belysningsstyrken ble målt 0,8 m over gulvnivå, dvs 2,2 m under lampene. Det ble gitt tilskuddslys i 20 timer pr døgn, fra kl. 02.00 til 22.00. Som lyskilde ble brukt 400 W høytrykknatrium lamper av merket Lucalox. Den installerte effekten pr  $\text{m}^2$  for de tre belysningsstyrkene var henholdsvis ca 52, 103 og 150 W. Den ukentlige globalstrålingen i forsøksperioden (4.10.90 - 28.12.90) er vist i tabell 1. Regner en lysnivået i et glassveksthus til 60% av utenivået (Sebesta og Reiersen 1981) var det naturlige lyset i forsøksperioden i gjennomsnitt  $2,15 \text{ MJ m}^{-2} \text{ døgn}^{-1}$ , dvs  $4,8 \text{ mol m}^{-2} \text{ døgn}^{-1}$ .

Av den totale lysmengden som ble tilført plantene utgjorde det naturlige lyset henholdsvis 35, 21 og 17 %.

Tabell 1. Ukentlig globalstråling i høstperioden

Table 1. Weekly global solar radiation during the period of harvesting

| Høste-<br>uke    | Uke<br>no.  | Globalstråling<br>(MJ $\text{m}^{-2}$ )  | Høste-<br>uke    | Uke<br>no.  | Globalstråling<br>(MJ $\text{m}^{-2}$ )  |
|------------------|-------------|--|------------------|-------------|--|
| Week of<br>harv. | Week<br>no. | Global solar r.<br>(MJ $\text{m}^{-2}$ ) | Week of<br>harv. | Week<br>no. | Global solar r.<br>(MJ $\text{m}^{-2}$ ) |
| -                | 40          | 26,73                                    | 5                | 47          | 9,70                                     |
| -                | 41          | 25,86                                    | 6                | 48          | 7,23                                     |
| -                | 42          | 37,07                                    | 7                | 49          | 3,96                                     |
| 1                | 43          | 32,25                                    | 8                | 50          | 5,14                                     |
| 2                | 44          | 21,04                                    | 9                | 51          | 2,81                                     |
| 3                | 45          | 16,62                                    | 10               | 52          | 3,14                                     |
| 4                | 46          | 7,14                                     |                  |             |  |

**Planteavstand**

1. 30 cm (dvs 3,24 planter pr brutto m<sup>2</sup> veksthusflate)
2. 40 cm ( " 2,44 " " " )
3. 50 cm ( " 1,94 " " " )

**CO<sub>2</sub>**

1. 700 vpm
2. 1000 vpm

CO<sub>2</sub> ble gitt i lysfasen så lenge luftelukene var lukket. Under ventilasjon ble konsentrasjonen senket til 340 vpm.

Dag/natt-temperaturen etter utplanting ble holdt konstant på 21 °C. Samme temperatur ble også holdt i dyrkingsmediet. Lufting ble foretatt ved 27 °C.

Gjennomsnittstemperaturen i forsøksperioden ble målt til 21,7 °C.

Maksimal tillatt metningsdefisit (metningsmangel) i lysfasen var 5,6 g m<sup>-3</sup> (relativ luftfuktighet min. 75%). I nattfasen var laveste tillatte metningsdefisit 1,9 g m<sup>-3</sup> (relativ luftfuktighet max. 90%).

Plantene ble vannet med fullstendig næringsløsning med ledetall 3. Samme ledetallet ble forsøkt holdt i dyrkingsmediet ved å variere vanningshyppigheten. Innholdet i næringsløsningen som var sammensatt av kalksalpeter og Superex 10 (Kekkilä Oy) var (mg l<sup>-1</sup>): 320 N, 76 P, 373 K, 286 Ca, 47 Mg, 17 Na, 45 S, 2,8 Fe, 0,1 Cu, 1,0 Mn, 0,2 Zn, 0,4 B, 0,04 Mo 0,6 Al, 12 Si.

Som silisiumkilde ble brukt kalivann-glass. pH ble regulert til 5,5 - 6,0 ved hjelp av kaliumkarbonat.

Plantene ble bundet opp etter nedsenkingsmetoden. I forsøket ble det derfor bare høstet stammefrukt. Alle fruktanlegg opp til 50 cm på stammen ble fjernet ved utplanting. Ved flere enn ett ansett pr nodie ble disse pinsert bort. Krokete og ujevne frukter ble fjernet på et så tidlig stadium som mulig.

Det ble høstet tre ganger pr uke. Ved

hver høsting ble antall frukter og avling registrert. Kun frukt i klasse I ble registrert.

Første høsting ble foretatt 22. oktober, den siste 28. desember.

En gang annen hver uke ble fruktenes lengde målt samtidig som form, farge og glatthet (fyllingsgrad) ble vurdert etter en skala fra 0 til 9 (9 = mørkest, rettest og glattest).

Som i tidligere forsøk (Grimstad 1990), ble handelsverdien i kroner pr kvadratmeter beregnet på grunnlag av ukepriser fra Bama-Drift A/S, Stavanger.

Forsøket ble gjennomført faktorielt med to gjentak. Resultatene er databehandlet og variansanalyser utført ved hjelp av dataprogrammet SAS.

**RESULTATER OG DISKUSJON****Avling**

Resultatene viser en tilnærmet lineær avlingsøkning med økende belyningsstyrke hvor en dobling av belyningsstyrken fra 5,5 til 11 klx førte til en avlingsøkning på 48%. En videre økning fra 11 til 16 klx resulterte i ytterligere 43% avlingsøkning. Som det fremgår av tabell 2 skyldtes avlingsøkningen både flere og tyngre frukter.

Resultatene viser klart at agurk er en svært lyskrevende kultur som kan nyttiggjøre seg høye belyningsstyrker. Tooze (1986) fant i sine forsøk med agurksmåplanter lysmetting ved 5,6 mol m<sup>-2</sup> døgn<sup>-1</sup>. I en normalt utviklet agurkultur hvor plantene har nådd full høyde og hvor planter og blad skygger for hverandre, vil det være vanskelig å oppnå lysmetting. Kanadiske forsøk med bruk av kunstig lys etter utplanting bekrefter også dette (Blain et al. 1987, Gobeil & Gosselin 1990). Avlingsmengden som ble oppnådd ved laveste belyningsstyrke er i god overensstemmelse med tidligere

Tabell 2. Virkningen av belyningsstyrke på fruktvekt, antall frukter, avling og handelsverdi ved vinterproduksjon av veksthusagurk

Table 2. Effect of illuminance on fruit weight, number of fruits, yield and financial returns for winter production of greenhouse cucumber

|                                  | Belysningsstyrke (klx)<br>Illuminance (klx) |        |        |
|----------------------------------|---|--------|--------|
|                                  | 5,5   | 11,0   | 16,0   |
| Fruktvekt, g                     |   |        |        |
| Fruit weight, g                  | 288c*                                       | 324b   | 359a   |
| Ant. frukter m <sup>-2</sup>     |   |        |        |
| No. of fruits m <sup>-2</sup>    | 41c   | 51b    | 71a    |
| Avling, kg m <sup>-2</sup>       |   |        |        |
| Yield, kg m <sup>-2</sup>        | 11,9c                                       | 17,6b  | 25,2a  |
| Handelsverdi, kr m <sup>-2</sup> |   |        |        |
| Value, NOK m <sup>-2</sup>       | 143,7c                                      | 208,9b | 294,4a |

\* Ulike bokstaver bak enkelttall indikerer statistisk sikker forskjell ( $P \leq 0,05$ ).

\* Values within lines with different letters are significantly different ( $P \leq 0.05$ ).

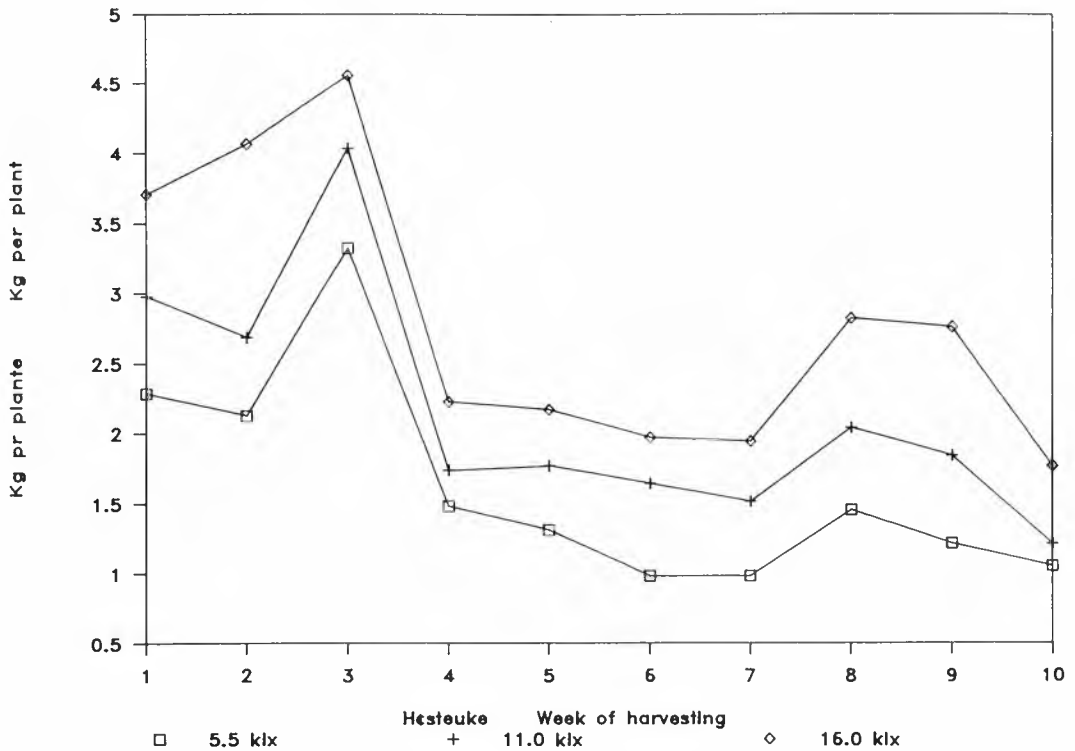
forsøk gjennomført på samme årstid og med tilsvarende belyningsstyrke (Grimstad 1990).

For de tre belyningsstyrkene 5,5, 11 og 16 klx ble det plukket henholdsvis 1,6, 2,1 og 2,8 frukter i gjennomsnitt pr uke pr plante. Det ble imidlertid høstet betydelig flere frukter i første del av høstperioden enn i siste del (figur 1). Dette skyldes trolig en gradvis forverring av de naturlige lysforholdene (tabell 1), samt en aldringseffekt hos plantene (Gobeil & Gosselin 1990).

En økning av CO<sub>2</sub>-konsentrasjonen fra 700 til 1000 vpm hadde ingen effekt på totalavlingen. Økningen resulterte imidlertid i en reduksjon av fruktvekten fra 329 til 317 gram ( $P \leq 0.01$ ). Avlingsmessig hadde denne reduksjonen liten betydning da dette syntes å bli kompensert av en økning i fruktantallet ( $P = 0.07$ ). Det kunne heller ikke registreres noe signifikant samspill mellom CO<sub>2</sub>-konsentrasjon og belyningsstyrke. Dette tyder på at agurk-

planter ikke er i stand til å utnytte høye CO<sub>2</sub>-konsentrasjoner over tid. Denne effekten på veksthusagurk som også er registrert av Aoki & Yabuki (1977) kan være en medårsak til avlingsnedgangen i forsøksperioden.

Å øke planteavstanden fra 30 til 40 cm hadde en klar positiv effekt på fruktvekten, men det hadde derimot ingen signifikant effekt på de andre registrerte avlingsparametrene. En videre økning til 50 cm førte derimot til en tydelig avlingsnedgang (tabell 3). Antall frukter som ble høstet pr plante ved 30, 40 og 50 cm planteavstand, var henholdsvis 18,4, 24,2 og 26,0. Årsaken til avlingsnedgangen ved å øke planteavstanden til 50 cm er derfor først og fremst for få planter pr m<sup>2</sup>. Arbortering og fjerning av misdannede frukter er forklaringen på at fruktantallet pr plante ved minste planteavstand er lavere enn for de to største avstandene. Som tabell 3 viser ble det imidlertid høstet like mange frukter pr m<sup>2</sup> ved 30 og 40



Figur 1. Gjennomsnittlig ukeavling for ulike belyningsstyrker  
 Figure 1. Average yield per week for the different levels of illuminance

Tabell 3. Virkningen av planteavstand på fruktvekt, antall frukter, avling og handelsverdi ved vinterproduksjon av veksthusagurk

Table 3. Effect of plant spacing on fruit weight, number of fruits, yield and financial returns for winter production of greenhouse cucumber

|  | Planteavstand (cm)<br>Plant space (cm) |        |        |
|--|--|--------|--------|
|  | 30                                     | 40     | 50     |
| Fruktvekt, g<br>Fruit weight, g                                | 309b*                                  | 333a   | 329a   |
| Ant. frukter m <sup>-2</sup><br>No. of fruits m <sup>-2</sup>  | 59a                                    | 58a    | 50b    |
| Avling, kg m <sup>-2</sup><br>Yield, kg m <sup>-2</sup>        | 18,4ab                                 | 19,7a  | 16,6b  |
| Handelsverdi, kr m <sup>-2</sup><br>Value, NOK m <sup>-2</sup> | 218,5ab                                | 231,6a | 196,9b |

\* Ulike bokstaver bak enkelttall indikerer statistisk sikker forskjell (P ≤ 0,05).

\* Values within lines with different letters are significantly different (P ≤ 0.05).

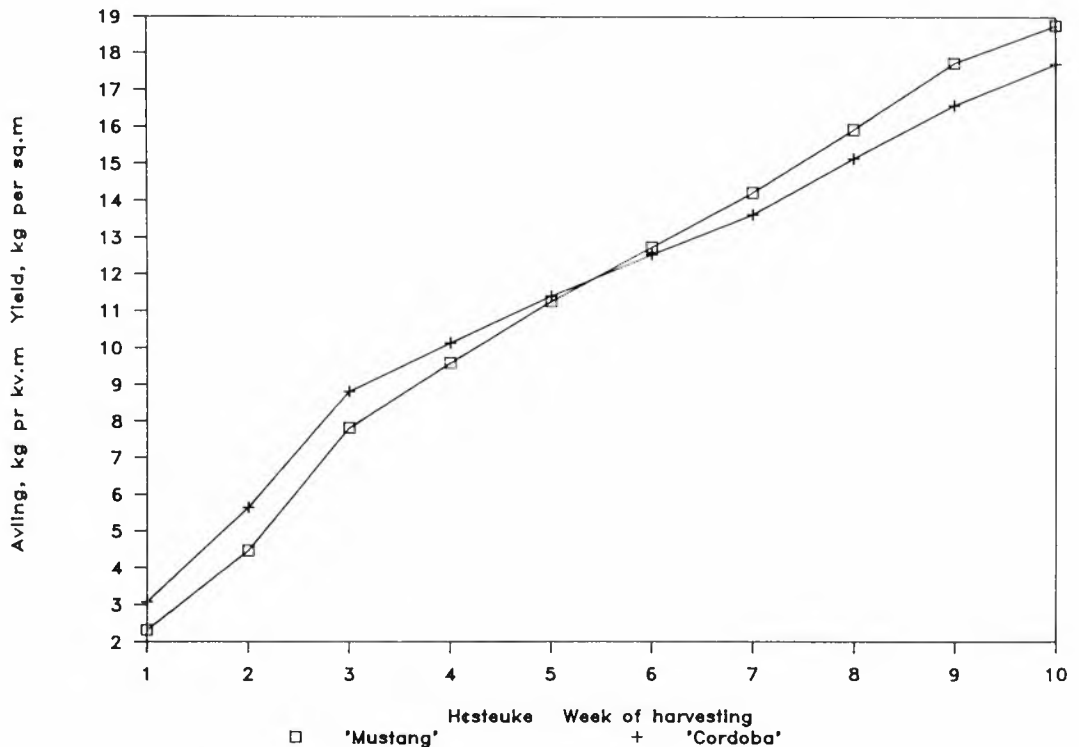
cm, noe som skyldes flere planter pr m<sup>2</sup> ved minste planteavstand.

Noen samspilleffekter mellom belyningsstyrke og planteavstand kunne ikke registreres med hensyn til fruktvekt, antall frukter pr m<sup>2</sup> eller avling i kg m<sup>2</sup>. Derimot viste resultatene et klart samspill mellom disse faktorene med hensyn til antall frukter pr plante ( $P \leq 0.05$ ). Ved tetteste planting (30 cm) økte fruktantallet pr plante ved å øke belyningsstyrken fra 5,5 til 16 klux med 83%. Ved 40 og 50 cm planteavstand var økningen for tilsvarende økning i belyningsstyrke henholdsvis 69 og 65 %.

Totalt sett var det avlingsmessig svært liten forskjell mellom de to sortene i forsøket. Den gjennomsnittlige fruktvekten for 'Cordoba' var imidlertid noe høyere enn for 'Mustang' ( $P \leq 0,05$ ). På den annen side ble det for 'Mus-

tang' høstet flere frukter pr m<sup>2</sup> ( $P = 0.06$ ). 'Cordoba' hadde i forsøket noe større avling enn 'Mustang' i første del av høsteperioden. Etter 6 ukers høsting var imidlertid denne forskjellen utlignet (figur 2).

Gobeil & Gosselin (1990) oppgir 1,5-2.0 frukter pr plante pr uke som normal avling for en vårkultur. Slack og Hand (1985) oppnådde i sine forsøk 3,6 frukter pr plante pr uke over en fem ukers høstperiode. Under norske forhold med begynnende høsting i mars vil en over en tiukers høstperiode i gjennomsitt normalt høste 2,3-2,8 frukter pr uke ( Kilde: Gartnerhallen). Den høyeste avlingen som ble registrert i forsøket var 30,5 kg pr m<sup>2</sup>. Dette tilsvarer ca 3 kg pr uke pr m<sup>2</sup> i høsteperioden eller rundt 8,5 agurker pr uke pr m<sup>2</sup>, dvs 3,5 frukter pr plante. Disse avlingene ble oppnådd



Figur 2. Kumulativ totalavling for agurksortene 'Cordoba' og 'Mustang' ved vinterproduksjon

Figure 2. Cumulative total yields of greenhouse cucumber cultivars 'Cordoba' and 'Mustang' in winter production

ved høyeste belyningsstyrke, midlere plantetetthet og laveste CO<sub>2</sub>-konsentrasjon. Resultatene viser klart at det ved hjelp av kunstig lys og enkelte endringer i kulturopplegget er mulig å oppnå minst samme avlingsnivå ved vinterproduksjon som i den normale produksjonssesongen.

### Kvalitet

Produksjon av agurk under dårlige lysforhold vår og høst, fører lett til lyse og misdannede frukter. Det var derfor ventet at fruktens kvalitet ville bedres med økende belyningsstyrke. Som det fremgår av tabell 4 var dette også tilfelle. Spesielt store og positive utslag ble registrert for glatthet og farge. Økning av

belyningsstyrken påvirket også fruktlengden. Dette skjedde imidlertid først da belyningsstyrken ble hevet fra 11 til 16 klx.

En generell forbedring i fruktkvaliteten kunne også registreres ved økende planteavstand. Dette er også i samsvar med resultatene til Janse (1984). Forklaringen på den positive effekten av økt planteavstand synes å være en generell bedring av plantenes lysforhold.

Noen effekt på fruktkvaliteten av å øke CO<sub>2</sub>-konsentrasjonen kunne ikke påvises (tabell 3). I sine forsøk registrerte Janse (1985) en kvalitetsreduksjon (dårligere farge og redusert holdbarhet) med økende CO<sub>2</sub>-konsentrasjon. Som en mulig forklaring til kvalitetsforringelsen ble det her pekt på at CO<sub>2</sub>-tilførsel førte til

Tabell 4. Virkning av belyningsstyrke, plantetetthet og CO<sub>2</sub>-konsentrasjon på fruktlengde (cm), form, farge og glatthet (skala 0-9, hvor 9 er best)

Table 4. The effects of illuminance, plant spacing and CO<sub>2</sub>-concentration on fruit length (cm), shape, colour, and skin smoothness (scale 0-9, where 9 is highest score)

|                                      | Lengde<br>Length | Form<br>Shape | Farge<br>Colour | Glatthet<br>Skin smoothness |
|--------------------------------------|------------------|---------------|-----------------|-----------------------------|
| <b>Belysningsstyrke:</b>             |                  |               |                 |                             |
| <b>Illuminance:</b>                  |                  |               |                 |                             |
| 5,5 klx                              | 26,0b*           | 6,5b          | 5,5c            | 5,0c                        |
| 11,0 "                               | 26,0b            | 6,6ab         | 7,2b            | 6,0b                        |
| 16,0 "                               | 27,7a            | 6,8a          | 7,8a            | 7,7a                        |
| <b>Planteavstand:</b>                |                  |               |                 |                             |
| <b>Plant space:</b>                  |                  |               |                 |                             |
| 30 cm                                | 26,2a            | 6,4b          | 6,5b            | 6,0b                        |
| 40 "                                 | 26,6a            | 6,6b          | 6,9a            | 6,4a                        |
| 50 "                                 | 26,9a            | 6,9a          | 7,0a            | 6,4a                        |
| <b>CO<sub>2</sub> konsentrasjon:</b> |                  |               |                 |                             |
| <b>CO<sub>2</sub> concentration:</b> |                  |               |                 |                             |
| 700 vpm                              | 26,8a            | 6,7a          | 6,7a            | 6,2a                        |
| 1000 "                               | 26,3a            | 6,6a          | 6,9a            | 6,3a                        |

\* Ulike bokstaver bak enkelttall indikerer statistisk sikker forskjell ( $P \leq 0,05$ ).

\* Values within rows with different letters are significantly different ( $P \leq 0.05$ ).

en tettere plantebestand og dermed redusert lysgjennomtrengelighet.

### Handelsverdi

Høyeste salgsverdi ble oppnådd ved høyeste belysningsstyrke. Ble belysningsstyrken redusert til 11 klx, ble salgsverdien redusert med ca 30%. En reduksjon av belysningsstyrken til 5,5 klx førte til ytterligere 30% reduksjon (tabell 2).

Som for avlingen førte en økning av planteavstanden fra 30 til 40 cm også til en svak økning i salgsverdien, mens planting med 50 cm avstand resulterte i en klar nedgang (tabell 3). Som for de fleste andre registrerte parametere i dette forsøket, hadde CO<sub>2</sub>-konsentrasjonene heller ingen virkning på salgsverdien.

Høyeste registrerte salgsverdi var kr 348. Dette ble oppnådd ved 16 klx, 40 cm planteavstand og 700 vpm CO<sub>2</sub>.

Siden ujevne og krokete frukter ble fjernet på et så tidlig utviklingsstadium som mulig, og ved at det bare ble høstet stamme-frukter, ble kvaliteten på de agurker som ble høstet svært god. Da svært lite ble vraket ved sortering er det derfor en nær sammenheng mellom totalavling og salgsverdi i forsøket.

### KONKLUSJON

I tidligere forsøk med vinterproduksjon av agurk ble det oppnådd avlinger på ca 1 kg pr uke pr m<sup>2</sup>. Dette er helt klart for lite for lønnsom produksjon. Nye forsøk ble derfor satt i gang høsten 1991 i håp om å øke avlingsnivået. Resultatene fra disse forsøkene viser en tilnærmet lineær avlingsøkning med økende belysningsstyrke opp til 16 klx. Økende belysningsstyrke hadde også klart positiv virkning på fruktkvaliteten (lengde, farge, form og glatthet).

Bruk av nedsenkingsmetoden ved dyrking av agurk gir muligheter for tettere planting enn tradisjonelt, samtidig som den gir muligheter for lyset til å trenge ned i plantebestanden. Metoden er svært enkel å gjennomføre med hensyn til beskjæring, men er noe arbeidskrevende. I følge resultatene synes optimal planteavstand ved denne produksjonsmetoden å ligge rundt 40 cm, dvs 2,4 planter pr m<sup>2</sup>.

I forsøket ble CO<sub>2</sub>-konsentrasjonen økt fra 700 til 1000 vpm uten at det kunne påvises noen positiv virkning. 700 vpm CO<sub>2</sub> synes derfor å være tilstrekkelig ved vinterproduksjon av agurk.

Sortsspørsmålet er viktig både med tanke på avling og kvalitet. Ut fra forbrukerens krav om sprøytefrie produkter er mjøldoggresistente sorter svært aktuelle. Av de to sortene som ble prøvd i forsøket, 'Cordoba' og 'Mustang', er den førstnevnte mjøldoggresistent. 'Cordoba' hadde en høyere tidligavling enn 'Mustang', men sett over en tiukers høstperiode var de to sortene avlingsmessig like. Høyeste avling som ble registrert i forsøket var 30,5 kg pr m<sup>2</sup>. Dette tilsvarer en avling på 3 kg pr høsteuke eller rundt 8,5 frukter pr ukekvadratmeter. Denne avlingen ble oppnådd med en tilskuddsbelysning på 16 klx (ca 150 W installert pr m<sup>2</sup>), 700 vpm CO<sub>2</sub> og med en planteavstand på 40 cm.

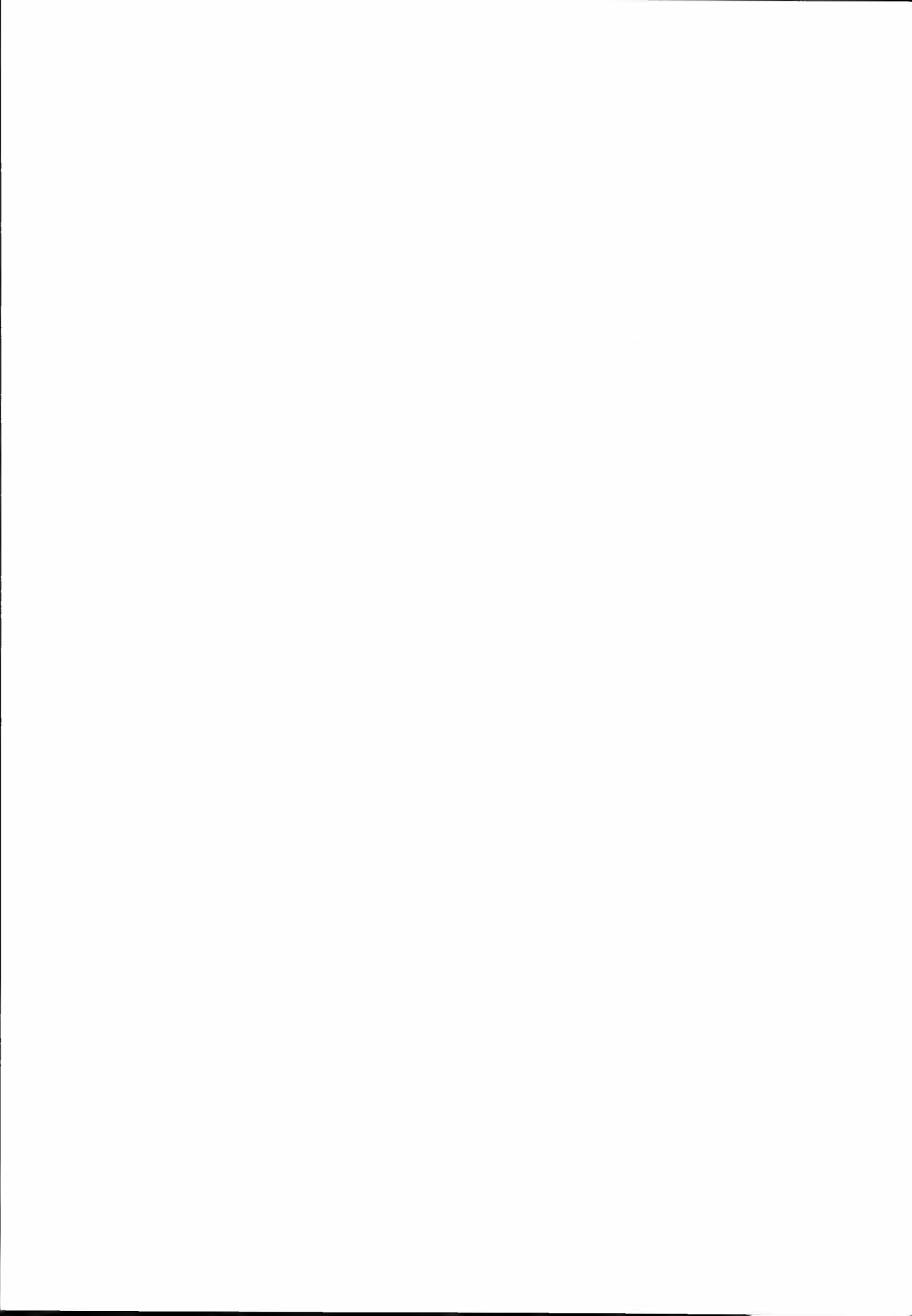
På bakgrunn av de foreliggende forsøksdata er lønnsomheten ved vinterproduksjon av agurk vurdert. Resultatene fra dette arbeidet vil bli presentert i en senere artikkel.

### LITTERATUR

- Aoki, M. & K. Yabuki 1977. Studies on the carbon dioxide enrichment for plant growth. VII. Changes in the dry matter production and photosynthetic rate of cucumber during carbon dioxide enrichment. *Agric. Meteorol.* 18: 475-485.



- Bickford, E.D. & S. Dunn 1973. Lighting for plant growth. Kent State University Press, 221 pp.
- Blain J., A. Gosselin & M.J. Trudel 1987. Influence of HPS supplementary lighting on growth and yield of greenhouse cucumbers. *HortScience* 22: 36-38.
- Dorais M., A. Gosselin & M.J. Trudel 1991. Annual greenhouse tomato production under a sequential intercropping system using supplemental light. *Scientia Hortic.* 45: 225-234.
- Gislerød, H.R., I.M. Eidsten & L.M. Mortensen 1989. The interaction of daily lighting period and light intensity on growth of some greenhouse plants. *Scientia Hortic.* 38: 295-304.
- Gobeil, G & A. Gosselin 1990. Influence of pruning and season on productivity of cucumber plants grown in a sequence cropping system. *Scientia Hortic.* 41: 189-200
- Grimstad, S.O. 1987a. The effect of supplemental irradiation with different light sources on growth and flowering of gloxinia (*Sinningia speciosa* (Lodd.) Hiern). *Scientia Hortic.* 32: 297-305.
- Grimstad, S.O. 1987b. Supplementary lighting of early tomatoes after planting out in glass and acrylic greenhouses. *Scientia Hortic.* 33: 189-196.
- Grimstad, S.O. 1991. Vinterproduksjon av veksthusagurker. Virkning av tilskuddsbelysning, CO<sub>2</sub> og ledetall. *Norsk landbruksforskning* 5: 167-173.
- Janse, J. 1984. Keeping quality of cucumbers. *Glasshouse Crops Research Station Naaldwijk, Annual report 1984: 45-48.*
- Janse, J. 1985. Keeping quality of cucumbers. *Glasshouse Crops Research Station Naaldwijk, Annual report 1985: 48-50.*
- Mortensen, L.M., H.R. Gislerød & H. Mikkelsen. Effects of high levels of supplementary lighting on yield and quality of cut roses. In press.
- Sebesta, Z. & D. Reiersen 1981. A comparison on single glass and double acrylic sheeting with respect to heat loss and effects on plant environment. *Acta Hortic.* 115: 409-416.
- Slack, G. & D.W. Hand 1985. The effect of winter and summer CO<sub>2</sub> enrichment on the growth and fruit yield of glasshouse cucumber. *J.Hortic.Sci.* 60: 507-516.
- Tooze, S.A. 1986. The effect of light reduction on growth of young cucumber plants. *Glasshouse Crops Research Station Naaldwijk. Annual report 1986: 22-23.*



# Lågproteinfôr og treonintilskudd til kyllinger og verpehøner

## *Low protein diets and threonine supplement to chicks and laying hens*

SVERRE LUND

Norges landbrukshøgskole, Institutt for husdyrfag, Ås, Norge

The Agricultural University of Norway, Department of Animal Science, Ås, Norway

Lund, S. 1990. Low protein diets and threonine to chicks and laying hens. Norsk landbruksforskning 5:343-353. ISSN 0801-5333.

The present report deals with two experiments with chicks and laying hens housed in battery cages. Normal feed mixtures and those low in protein, and supplemented to requirements with methionine and lysine, were compared with corresponding diets supplemented with 0.1% threonine. Both experiments comprised 560 chicks and 480 hens.

*Exp. No. 1. Brown egg layers (Norbreed 87).* There was a positive effect of protein level (16% versus 13% crude protein) on weight gain in the rearing period. The higher body weight persisted throughout the laying period. There was a tendency to better feed efficiency when threonine was provided as a supplement to low protein diets. In the laying period no significant differences in egg production, egg quality or in plumage condition were observed between treatments with more than 0.43% threonine in the feed. The hens fed normal protein diets had a higher feed intake than the others.

*Exp. No. 2. White leghorn hens (Norbreed 41).* There was no significant difference in weight gain and feed intake between treatments (15 and 12% crude protein with 0.49 and 0.39% threonine) in the rearing period. There was, however, a positive effect on feed efficiency when threonine was supplemented to feeds low in protein. No differences between treatments in egg quality, feed intake or in plumage condition in the laying period were observed. Weight gain and egg production were improved by increased protein level. No significant differences were observed in sexual maturity in these experiments.

**Key words:** Chicks, egg quality, egg production, laying hens, plumage, protein, threonine.

*Sverre Lund, The Agricultural University of Norway, Department of Animal Science, Box 25, N-1432 Ås, Norway.*

Ved tilskudd av aminosyrer kan en redusere fôrets proteininnhold. Med de fôrblandinger som brukes i dag er det vanlig med tilskudd av

metionin og lysin. Ved å gå enda lågere i proteininnhold, for å få rimeligere fôr eller redusere N-innholdet i gjødsla, kan også andre

aminosyrer bli begrensende. Mange undersøkelser tyder på at treonin er den 3. begrensende aminosyre. I flere normer, bl.a. National Research Council, NRC, (1984) er det derfor ført opp minstekrav også for denne. Prisen på treonin har også etter hvert kommet ned på et nivå som kan gjøre tilsetning aktuell.

Institutt for husdyrfag har i tidsrommet 1988-1990 gjennomført 2 forsøk for å undersøke om det kan være behov for tilskudd av treonin til kyllinger og verpehøner under norske fôringsforhold.

## MATERIALE OG METODER

Forsøk 1 omfattet 560 kyllinger i oppalsperioden 6-20 uker, og 480 høner av bruneggverpere (Norbreed 87) i perioden 20-60 uker. De første 6 ukene etter klekking fikk kyllingene standard kyllingfôr. Forsøket startet 13.06.88 og ble avsluttet 28.06.89. Det hadde 4 forsøksledd:

1. Normalt proteinnivå uten treonintilskudd
2. Normalt proteinnivå + 0,1% treonintilskudd

Tabell 1. Sammensetning og beregnet innhold av fôret. Forsøk 1

Table 1. Composition and calculated content of the feeds. Exp. No. 1

| Uker Weeks<br>Forsøksledd Treatments | 6-20      |       | 20-60 |       |
|--------------------------------------|-----------|-------|-------|-------|
|                                      | 1         | 3     | 1     | 3     |
| Sildemjøl Herring meal               | % 2,5     | 1,0   | 2,9   | 3,0   |
| Soyamjøl Soybean meal                | % 2,3     | -     | 4,4   | -     |
| Kjøttbeinmjøl Meat and bone meal     | % 3,0     | 1,0   | 4,5   | 2,6   |
| Maisgluten Corn gluten               | % 2,0     | 1,0   | 3,4   | 2,2   |
| Maisgrits Corn grits                 | % -       | -     | 20,0  | 20,0  |
| Hvetegrøpp Ground wheat              | % 21,75   | 27,09 | 13,9  | 15,41 |
| Bygg-grøpp Ground barley             | % 30,0    | 30,0  | 10,0  | 10,0  |
| Havregrøpp Ground oats               | % 26,1    | 26,1  | 20,3  | 25,0  |
| Hvetekli Wheat bran                  | % 10,0    | 10,0  | 10,0  | 10,0  |
| Destruksjonsfett Fat                 | % -       | -     | 2,2   | 2,3   |
| Skjellmjøl Shell gravel meal         | % 1,84    | 2,17  | 8,20  | 8,65  |
| Monokals.fosf. Monocalcium-phosphate | % -       | 0,83  | -     | 0,41  |
| Salt Common salt                     | % 0,31    | 0,31  | -     | -     |
| Mikromineraler Micro minerals        | % 0,10    | 0,10  | 0,10  | 0,10  |
| Vitaminer Vitamins                   | % 0,10    | 0,10  | 0,10  | 0,10  |
| Metionin Methionine                  | % -       | 0,10  | -     | 0,10  |
| Lysin Lysine                         | % -       | 0,20  | -     | 0,13  |
|                                      |           | 100   | 100   | 100   |
| Råprotein Crude protein              | % 16,00   | 13,00 | 15,57 | 12,80 |
| O.E. pr. kg ME per kg                | kcal 2640 | 2640  | 2660  | 2660  |
| " " " " " "                          | MJ 11,0   | 11,0  | 11,1  | 11,1  |
| Kalsium Calcium                      | % 1,00    | 1,00  | 3,45  | 3,45  |
| Fosfor Phosphorus                    | % 0,55    | 0,55  | 0,56  | 0,56  |
| Metionin + Cystin                    | % 0,61    | 0,62  | 0,59  | 0,59  |
| Lysin Lysine                         | % 0,67    | 0,67  | 0,66  | 0,61  |
| Treonin Threonine                    | % 0,55    | 0,49  | 0,53  | 0,43  |

Forsøksledd Treatment 2 = Forsøksledd 1 + 0,1 % Treonin

Forsøksledd 4 = Forsøksledd 3 + 0,1 % Treonin

3. Lågt proteinnivå uten treonintilskudd daggamle kyllinger, av hvit italiener (Norbreed 41).  
 4. Lågt proteinnivå + 0,1% treonintilskudd

Metionin og lysin ble tilsatt til over normen, slik at disse ikke skulle være begrensende.

Forsøk 2 hadde samme omfang og samme forsøksledd som forsøk 1, men startet med

Under oppalet var kyllingene i begge forsøk i batteribur. Ved 16 ukers alder ble kyllingene flyttet over til hønehus med enkeltbur i rom som holdt ca. 20°C. Unghønene i hver av de fire forsøksledd i oppalsperioden

Tabell 2. Sammensetning og beregnet innhold av fôret. Forsøk 2

Table 2. Composition and calculated content of the feeds. Exp. No. 2

| Uker Weeks<br>Forsøksledd Treatments | 0 - 6 |      | 6 - 18 |       | 18 - 56 |      |
|--------------------------------------|-------|------|--------|-------|---------|------|
|                                      | 1     | 3    | 1      | 3     | 1       | 3    |
|                                      | %     | %    | %      | %     | %       | %    |
| Sildemjøl Herring meal               | 3,0   | 2,0  | 1,0    | 1,0   | 2,2     | 1,5  |
| Soyamjøl Soybean meal                | 8,0   | 3,0  | 2,0    | -     | 4,0     | -    |
| Kjøttb.mj. Meat and bone meal        | 5,0   | 5,0  | 5,0    | 1,2   | 4,0     | 2,0  |
| Maisgluten Corn gluten               | 3,2   | 2,4  | 2,0    | 1,0   | 2,0     | 1,9  |
| Mais grits Corn grits                | 15,0  | 20,0 | 10,0   | 12,3  | 15,0    | 22,0 |
| Hvete.Wheat                          | 25,8  | 19,0 | 10,0   | 14,0  | 20,0    | 16,2 |
| Bygg Barley                          | 19,0  | 18,0 | 30,0   | 30,0  | 17,0    | 13,0 |
| Havre Oats                           | 8,2   | 18,0 | 27,8   | 30,75 | 13,7    | 20,0 |
| Hvetekli Wheat bran                  | 10,6  | 10,0 | 10,0   | 5,0   | 10,0    | 10,0 |
| Fett Fat                             | -     | -    | -      | -     | 2,3     | 2,3  |
| Skjellmjøl Shell gravel meal         | 1,3   | 1,4  | 1,5    | 2,0   | 8,6     | 9,0  |
| Monok.fosf. Monocalcium phosphate    | -     | -    | -      | 1,7   | 0,5     | 1,0  |
| Salt Common salt                     | 0,3   | 0,3  | 0,3    | 0,4   | 0,3     | 0,4  |
| Mikromin. Micro minerals             | 0,1   | 0,1  | 0,1    | 0,1   | 0,1     | 0,1  |
| Vitamin Vitamins                     | 0,1   | 0,1  | 0,1    | 0,1   | 0,1     | 0,1  |
| Kolinklorid Choline chloride         | 0,2   | 0,2  | -      | -     | -       | -    |
| Metionin Methionine                  | 0,1   | 0,2  | 0,1    | 0,2   | 0,1     | 0,25 |
| Lysin Lysine                         | 0,1   | 0,3  | 0,1    | 0,25  | 0,1     | 0,25 |
|                                      | 100   | 100  | 100    | 100   | 100     | 100  |
| O.E. pr. kg ME per kg kcal           | 2700  | 2700 | 2600   | 2600  | 2600    | 2600 |
| " " " - " - MJ                       | 11,3  | 11,3 | 10,9   | 10,9  | 10,9    | 10,9 |
|                                      | %     | %    | %      | %     | %       | %    |
| Råprotein Crude protein              | 19,0  | 16,0 | 15,0   | 12,0  | 15,0    | 12,0 |
| Kalsium Calcium                      | 1,04  | 1,04 | 1,05   | 1,05  | 3,53    | 3,51 |
| Fosfor Phosphorus                    | 0,66  | 0,62 | 0,61   | 0,60  | 0,56    | 0,56 |
| Metionin + Cystin                    | 0,78  | 0,78 | 0,63   | 0,64  | 0,63    | 0,64 |
| Lysin Lysine                         | 0,92  | 0,94 | 0,69   | 0,68  | 0,72    | 0,69 |
| Treonin Threonine                    | 0,70  | 0,56 | 0,49   | 0,39  | 0,52    | 0,41 |

Forsøksledd Treatment 2 = Forsøksledd 1 + 0,1 % Treonin  
 Forsøksledd 4 = " 3 + 0,1 % "

ble tilfeldig fordelt med 1/4 på hver av de fire forsøksledd i verpeperioden. I oppalsperioden var det gruppevis fôr- og vektkontroll, mens det i verpeperioden var individuell kontroll. Antall egg ble kontrollert daglig, eggvekta hver 14. dag og fôrforbruket hver 4-ukers periode. Spesifikk eggvekt ble kontrollert 3 ganger, og hvitehøyde og plommefarge 2 ganger. Ved slutten av forsøkene ble fjørdrakta bedømt etter en metode av Tauson (1977). Det ble gitt poeng 1-4 for 5 forskjellige kroppsdeler, og poengene summert. Sammensetning og beregnet innhold av fôrblendingene går fram av tabell 1 og 2. Oppalsfôret er blandet på instituttet, mens verpefôret er blandet på Felleskjøpet Østlandets anlegg i Larvik. Fôranalysene er gjennomført ved Kjemisk analyselaboratorium, NLH, og aminosyreanalysene ved Aminosyraanalyscentralen, Uppsala Universitet. I verpeperioden ble det blandet fôr for halve forsøksstida om gangen, og det ble tatt analyser hver gang. Resultatene er behandlet

statistisk ved hjelp av variansanalyse med 1-veis gruppering.

## RESULTATER

### Forsøk 1.

Analysert innhold av fôrblendingene er vist i tabell 3. Det vil gå fram av tabell 1 og 3 at proteininnholdet iflg. analyse var ca. 1,5 prosentenheter lågere enn beregnet i oppalsfôret, og ca. 1 prosentenheter høgere enn beregnet i verpefôret. Det skyldes sannsynligvis i vesentlig grad store variasjoner i proteininnholdet i de norske kornarter, som er beregnet etter tabellverdier. Dette førte til at også treoninnhold var lågere enn forutsatt i oppalsfôret. Produksjonsresultatene går fram av tabell 5 og 6.

I perioden 6-16 uker (tabell 5) hadde kyllingene på det høgeste proteinnivå større tilvekst enn kyllingene på det lågeste protein-

Tabell 3. Analysert innhold i fôrblendingene. Forsøk 1

Table 3. Analysed content of the feeds. Exp. No. 1

| Forsøksledd Treatments               | 1     | 2     | 3     | 4     |
|--------------------------------------|-------|-------|-------|-------|
|                                      | %     | %     | %     | %     |
| 6-20 uker weeks                      |       |       |       |       |
| Protein                              | 14,62 | 14,01 | 11,56 | 11,69 |
| Fosfor Phosphorus                    | 0,49  | 0,48  | 0,51  | 0,55  |
| Kalsium Calcium                      | 1,15  | 1,10  | 1,09  | 1,10  |
| Met. + Cyst. Methionine +<br>Cystine | 0,63  | 0,58  | 0,65  | 0,60  |
| Lysin Lysine                         | 0,63  | 0,61  | 0,60  | 0,59  |
| Treonin Threonine                    | 0,52  | 0,59  | 0,39  | 0,48  |
| 20-60 uker weeks                     |       |       |       |       |
| Protein                              | 16,34 | 16,32 | 13,94 | 14,16 |
| Fosfor                               | 0,54  | 0,54  | 0,58  | 0,57  |
| Kalsium                              | 3,44  | 3,26  | 3,30  | 3,41  |
| Met. + Cyst.                         | 0,68  | 0,65  | 0,70  | 0,68  |
| Lysin                                | 0,72  | 0,70  | 0,65  | 0,64  |
| Treonin                              | 0,59  | 0,58  | 0,48  | 0,50  |

Tabell 4. Analysert innhold i fôrblendingene. Forsøk 2

Table 4. Analysed content of the feeds. Exp. No. 2

| Forsøksledd Treatments | 1     | 2     | 3     | 4     |
|------------------------|-------|-------|-------|-------|
| 0-6 uker weeks         | %     | %     | %     | %     |
| Protein                | 18,62 | 18,94 | 16,31 | 16,13 |
| Fosfor Phosphorus      | 0,61  | 0,62  | 0,83  | 0,81  |
| Kalsium Calcium        | 1,21  | 1,20  | 1,28  | 1,32  |
| Metionin + Cystin      |       |       |       |       |
| Methionine + Cystine   | 0,89  | 0,90  | 0,87  | 0,92  |
| Lysin Lysine           | 0,99  | 0,86  | 0,86  | 0,86  |
| Treonin Threonine      | 0,68  | 0,82  | 0,58  | 0,70  |
| 6-18 uker weeks        |       |       |       |       |
| Protein                | 15,50 | 15,69 | 12,94 | 12,94 |
| Fosfor                 | 0,65  | 0,63  | 0,54  | 0,56  |
| Kalsium                | 1,08  | 1,07  | 1,06  | 1,09  |
| Metionin + Cystin      | 0,78  | 0,76  | 0,80  | 0,78  |
| Lysin                  | 0,69  | 0,67  | 0,65  | 0,67  |
| Treonin                | 0,59  | 0,62  | 0,43  | 0,53  |
| 18-56 uker weeks       |       |       |       |       |
| Protein                | 15,69 | 15,56 | 12,88 | 12,94 |
| Fosfor                 | 0,68  | 0,65  | 0,65  | 0,67  |
| Kalsium                | 3,87  | 3,77  | 3,72  | 3,90  |
| Metionin + Cystin      | 0,76  | 0,71  | 0,75  | 0,74  |
| Lysin                  | 0,73  | 0,73  | 0,66  | 0,64  |
| Treonin                | 0,56  | 0,63  | 0,45  | 0,52  |

Tabell 5. Resultater i oppalsperioden. 6-16 uker. Forsøk 1

Table 5. Results in the rearing period, 6-16 weeks. Exp. No 1

| Forsøksledd Treatments   |       | 1     | 2     | 3     | 4     |
|--------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Sluttvekt Final weight   | kg    | 1,60a | 1,61a | 1,57b | 1,56b |
| Fôr pr. dag Feed per day | g     | 79,6  | 80,8  | 80,6  | 78,6  |
| Tilvekst Gain            | kg    | 1,07a | 1,08a | 1,04b | 1,04b |
| Fôr pr. kg tilvekst      | kg    | 5,21  | 5,26  | 5,43  | 5,28  |
| Feed per kg gain         |       |       |       |       |       |
| Dødelighet Mortality     | %     | 0     | 0     | 1,4   | 0     |
| Oppverpingsalder         | dager | 157   | 157   | 156   | 156   |
| Start of laying          | days  |       |       |       |       |

ab : Er signifikant forskjellig ( $P < 0,05$ )

Are significantly different

Tabell 6. Resultater i verpeperioden, 20-60 uker. Forsøk 1. Bruneggverpere

Table 6. Results in the laying period, 20-60 weeks. Exp. No. 1. Brown egg layers

| Forsøksledd i verpeperioden<br>Treatment in the laying period |       | 1      | 2      | 3     | 4      |
|---|-------|--------|--------|-------|--------|
| Startvekt Initial weight                                      | kg    | 1,76   | 1,76   | 1,75  | 1,74   |
| Sluttvekt Final weight  | kg    | 2,34a  | 2,32ab | 2,27b | 2,29ab |
| Eggprod. Hen day egg prod.                                    | %     | 81,1   | 80,1   | 80,1  | 81,8   |
| Eggvekt Egg weight  | g     | 61,6ab | 62,1a  | 62,0a | 61,0b  |
| Eggmasse Egg mass   | g/h/d | 50,0   | 49,7   | 49,7  | 49,9   |
| Fôropptak Feed intake   | g/h/d | 118a   | 116a   | 113b  | 114b   |
| Fôr pr. kg egg Feed per<br>kg egg                             | kg    | 2,88a  | 2,84ab | 2,58b | 2,61ab |
| Spesifikk eggvekt Specific<br>gravity of eggs                 |       | 1,084  | 1,084  | 1,083 | 1,083  |
| Hvitehøyde Albumin height                                     | mm    | 6,28   | 6,26   | 6,46  | 6,31   |
| Plommefarge Yolk colour                                       | 1-15  | 7,09   | 6,82   | 7,36  | 7,32   |
| Fjørdrakt Plumage   | 5-20  | 13,7ab | 13,2b  | 13,9a | 13,4ab |
| Dødelighet Mortality  | %     | 1,7    | 1,7    | 0,8   | 2,5    |

| Forsøksledd i oppalsperioden<br>Treatment in the rearing period |       | 1      | 2     | 3     | 4     |
|---|-------|--------|-------|-------|-------|
| Startvekt   | kg    | 1,77ab | 1,79a | 1,74b | 1,72c |
| Sluttvekt   | kg    | 2,33a  | 2,35a | 2,28b | 2,26b |
| Eggprod.  | %     | 80,7   | 80,0  | 81,9  | 80,5  |
| Eggvekt   | g     | 61,4   | 62,0  | 61,9  | 61,3  |
| Eggmasse  | g/h/d | 49,6   | 49,6  | 50,7  | 49,3  |
| Fôropptak   | g/h/d | 115ab  | 116a  | 116a  | 113b  |
| Fôr pr. kg egg  | kg    | 2,59   | 2,79  | 2,72  | 2,82  |
| Dødelighet  | %     | 3,3    | 0,8   | 1,7   | 0,8   |

abc : Er signifikant forskjellig ( $P < 0,05$ )  
Are significantly different

nivå ( $P < 0,05$ ). Det var imidlertid ingen forskjell enten det ble gitt tilskudd av treonin eller ikke. Det var en klar tendens til lågere fôrforbruk pr. kg tilvekst ved tilskudd av treonin ved lågt proteinnivå. Det var ingen forskjell i oppverpingsalder, og det var svært liten dødelighet.

Det var ikke utslag for tilskudd av treonin på eggproduksjon, eggkvalitet eller slitasje på fjørdrakta (tabell 6). Hønene på normalt proteinnivå i verpeperioden var litt tyngre og hadde litt høyere fôrforbruk pr. kg egg enn høner på

lågt proteinnivå. De hadde signifikant høyere fôropptak. Tilskudd av treonin i oppalsperioden hadde ingen innvirkning på den seinere eggproduksjon eller eggkvalitet. Men hønene som fikk mest protein i oppalsperioden og var tyngst ved starten av verpeperioden, beholdt denne forskjellen gjennom hele verpeperioden. Det var også i verpeperioden svært liten dødelighet i dette forsøket. Det døde i alt 7 høner (1,45%) av følgende årsaker: 2 egglederbetennelse, 1 leversjukdom, 1 hjertelidelse, 2 verpe- nød og 1 annen årsak.



**Forsøk 2.**

Analysert innhold i fôrblandingene er vist i tabell 4. Proteininnholdet i fôret var omtrent som beregnet i perioden 0-6 uker, mens det var fra 0,5 til 1,0 prosentenheter høyere enn beregnet i oppalsperioden og verpeperioden. Treonininnholdet var litt høyere enn beregnet i oppalsperioden 6-18 uker. Ellers var det bra samsvar mellom beregnet og analysert innhold.

Produksjonsresultatene går fram av tabell 7 og 8.

I perioden 0-16 uker (tabell 7) var det ikke signifikant forskjell i tilvekst mellom forsøksledd. Men på det lågeste proteinnivå hadde kyllingene som fikk treonin, signifikant lågere fôrforbruk pr. kg tilvekst enn de som ikke fikk. Det var ikke sikker forskjell i oppverpingsalder. Det var også i dette forsøket liten dødelighet.

Det var heller ikke i dette forsøket (tabell 8) positivt utslag for tilskudd av treonin på eggproduksjon, eggkvalitet, fôrforbruk eller slitasje på fjørdrakta. Hønene på det høyeste proteinnivå hadde signifikant høyere sluttvekt og høyere eggproduksjon enn de andre. De hadde også litt høyere karakter for fjørdrakt ved slutten av forsøket.

Forskjell i treonin- eller proteininnhold i oppalsperioden hadde ingen innvirkning på produksjon, eggkvalitet eller fôrforbruk i verpeperioden. Det var liten dødelighet i verpeperioden. Det døde i alt 14 høner (2,9%) av følgende årsaker: 3 leukose, 4 egglederbetennelse, 2 Marek, 2 forblødning fra fettlever, 1 urinsyregikt og 2 av andre årsaker.

**DISKUSJON**

Chi (1985) undersøkte virkingen av lågprotein-dietter under oppalet på den seinere eggproduksjon hos hvit italiener. Høner som fikk 18% protein fra 0-6 uker hadde bedre eggproduksjon enn de som fikk 15% protein. Proteininnholdet i perioden 7-20 uker (15 eller 12%) påvirket verken tilvekst eller fôrforbruk i oppalet, eller den seinere eggproduksjon. Douglas & Harms (1982) sammenlignet 9, 14 og 21% protein i perioden 8-20 uker hos hvit italiener. Unghønene som fikk 9% protein var lettere ved 20 uker enn de andre, og denne forskjellen holdt seg gjennom hele verpeperioden. Christmas et al. (1982) sammenlignet 9,1 og 15,4% protein i perioden 8-18 uker.

Tabell 7. Resultater i oppalsperioden, 0-16 uker. Forsøk 2

Table 7. Results in the rearing period, 0-16 weeks. Exp. No. 2

| Forsøksledd Treatments      |       | 1      | 2      | 3     | 4      |
|-----------------------------|-------|--------|--------|-------|--------|
| Sluttvekt Final weight      | kg    | 1,20a  | 1,18ab | 1,16b | 1,18ab |
| Fôr pr. dag Feed per day    | g     | 49,0   | 48,1   | 48,4  | 46,9   |
| Tilvekst pr. dag Gain daily | g     | 10,7a  | 10,5ab | 10,3b | 10,4ab |
| Fôr pr. kg tilvekst         | kg    | 4,48ab | 4,49ab | 4,60a | 4,42b  |
| Feed per kg gain            |       |        |        |       |        |
| Dødelighet Mortality        | %     | 1,4    | 2,2    | 0,0   | 2,2    |
| Oppverpingsalder            | dager | 140    | 140    | 141   | 142    |
| Start of laying             | days  |        |        |       |        |

ab : Er signifikant forskjellig (P < 0,05)

Are significantly different

Tabell 8. Resultater i verpeperioden, 18-56 uker. Forsøk 2. Hvit italiener

Table 8. Results in the laying period, 18-56 weeks. Exp. No. 2. White leghorn hens

| Forsøksledd i verpeperioden<br>Treatment in the laying period |       | 1      | 2     | 3      | 4     |
|---|-------|--------|-------|--------|-------|
| Startvekt Initial weight                                      | kg    | 1,29   | 1,29  | 1,27   | 1,28  |
| Sluttvekt Final weight  | kg    | 1,77a  | 1,76a | 1,65b  | 1,69b |
| Eggprod. Hen day egg prod.                                    | %     | 84,1ab | 85,1a | 84,0ab | 82,8b |
| Eggvekt Egg weight  | g     | 58,3a  | 58,0a | 56,8b  | 56,7b |
| Eggmasse Egg mass   | g/h/d | 49,0a  | 49,4a | 47,7b  | 47,0b |
| Fôropptak Feed intake   | g/h/d | 99,4b  | 99,5b | 100ab  | 101a  |
| Fôr pr. kg egg Feed per<br>kg egg                             | kg    | 2,16ab | 2,12b | 2,20ab | 2,26a |
| Spes. eggvekt Specific gravity<br>of eggs                     |       | 1,084  | 1,084 | 1,083  | 1,083 |
| Hvitehøyde Albumin height                                     | mm    | 6,32   | 6,32  | 6,10   | 6,21  |
| Plommefarge Yolk colour                                       | 1-15  | 6,82   | 6,82  | 6,91   | 6,91  |
| Fjørdrakt Plumage   | 5-20  | 14,6a  | 14,7a | 14,3ab | 14,1b |
| Dødelighet Mortality  | %     | 2,5    | 3,3   | 3,3    | 2,5   |

| Forsøksledd i oppalsperioden<br>Treatment in the rearing period |       | 1     | 2     | 3      | 4     |
|---|-------|-------|-------|--------|-------|
| Startvekt   | kg    | 1,30  | 1,29  | 1,27   | 1,28  |
| Sluttvekt   | kg    | 1,75a | 1,64b | 1,73a  | 1,75a |
| Eggprod.  | %     | 83,3  | 84,4  | 84,2   | 83,9  |
| Eggvekt   | g     | 57,7a | 56,7b | 57,3a  | 58,0a |
| Eggmasse  | g/h/d | 48,1  | 47,9  | 48,2   | 48,7  |
| Fôropptak   | g/h/d | 100ab | 98,7b | 101a   | 101a  |
| Fôr pr. kg egg  | kg    | 2,26a | 2,10b | 2,17ab | 2,21a |
| Dødelighet  | %     | 5,0   | 2,5   | 1,7    | 2,5   |

ab : er signifikant forskjellig ( $P < 0,05$ )  
Are significantly different

Det lågeste proteinnivået ga lettere dyr, utsatt oppverping, nedsatt eggproduksjon og høyere dødelighet, men noe bedre eggehvitekonsistens. Janssen et al. (1988) sammenlignet forrasjoner med 12,0, 14,8 og 16,8% protein til verpehøner av hvit italiener (LSL). Det var ingen forskjell mellom 16,8 og 14,8% protein. Men stor nedgang i yting ved 12% protein.

I de refererte undersøkelser ble det ikke gitt tilskudd av aminosyrer. Resultatene er i samsvar med våre forsøk. Vi fikk heller ingen virkning av proteininnholdet i oppalet på den

seinere eggproduksjon, verken hos hvit italiener eller bruneggverpere. Hos bruneggverpere var det imidlertid positivt utslag på tilveksten i oppalsperioden, og denne forskjellen holdt seg gjennom hele verpeperioden. Resultatene tyder på at 12-13% protein er tilstrekkelig til verpehøner i oppalsperioden, når fôret suppleres med metionin og lysin. Våre forsøk viste også at 14% protein var tilstrekkelig til bruneggverpere i verpeperioden, mens 13% protein var for lite til å opprettholde eggproduksjonen hos hvit italiener, særlig pga. låg eggvekt sjøl

om fôret var supplert med både metionin, lysin og treonin.

NRC (1984) har ført opp følgende behov for treonin i fôret til verpehøner av italiernertype:

| 0-6 uker | 6-14 uker | 14-20 uker | verpe-<br>perioden |
|----------|-----------|------------|--------------------|
| 0,68%    | 0,57%     | 0,37%      | 0,45%              |

For verpehøner er det dessuten forutsatt et fôropptak på 110 g, eller et treoninbehov på 500 mg pr. dag.

Edmonds et al. (1985) fant at metionin var den første begrensende aminosyre til unge kyllinger, arginin og lysin de andre og valin og treonin de tredje. Austic & Davis (1982) fant at kyllinger (7-21 d) som fikk 0,68% treonin var signifikant lettere enn de som fikk 0,72% eller mer i fôret. Fôrinntaket ble ikke påvirket. Fôrutnyttelsen var dårligere ved 0,60% treonin enn ved høyere innhold.

Davis & Austic (1982) undersøkte fôr med overskudd av andre aminosyrer unntatt treonin til kyllinger i alderen 7-21 dager. Alle overskudd førte til lågere tilvekst og fôrutnyttelse. Tilskudd av treonin hindret denne effekten. Behovet ble funnet å være 0,68-0,72% av fôret i balanserte rasjoner. De konkluderte med at treoninbehovet er høyere enn tidligere oppgitt, og er influert av mengden av andre aminosyrer i fôret.

De to sistnevnte arbeider tyder på at treoninbehovet til 1-3 uker gamle kyllinger er litt høyere enn NRC-normen for perioden 0-6 uker. ARC (1975) har i sin norm en litt annen aldersfordeling, og oppgir behovet til 0,75% treonin i perioden 0-4 uker, og 0,53% fra 4-8 uker. Suzuki & Mitsuhashi (1982) fant at redusert fôrinntak og tilvekst forårsaket av mangel på metionin ble markert forsterket ved overskudd av treonin, mens reduksjon i fôrinntak og tilvekst forårsaket av overskudd av

metion, ble signifikant forbedret ved tilskudd av treonin. D'Mello (1988) peker på at overskudd av protein vil påvirke utnyttelsen av aminosyrer. Således ble det funnet at kyllinger på fôr med 18% protein trengte 260 mg lysin pr. dag, mens kyllinger på fôr med 28% protein trengte 340 mg pr. dag for å oppnå samme tilvekst.

Vi fikk ingen virkning av treonintilskudd under oppalet (6-16 uker) til bruneggverpere, verken for tilvekst eller oppverpingsalder, sjøl om treonininnholdet iflg. analyse var helt nede i 0,39%. Til hvit italienerkyllinger i perioden 0-16 uker var det heller ikke utslag på tilvekst eller oppverpingsalder. Men på det lågeste proteinnivået var det positivt utslag for treonin på fôrforbruket pr. kg tilvekst. Treonininnholdet var 0,58% fra 0-6 uker, og 0,43% seinere, begge deler under NRC-normen.

Ojeda et al. (1981) sammenlignet fôrblandinger med 13 og 16% protein til verpehøner av hvit italiener. Blandingene med 13% protein inneholdt 0,4, 0,5 eller 0,6% tronin, og 16%blandingen 0,5% treonin. Alle blandingene hadde tilstrekkelig med lysin, metionin og omsettelig energi. Resultatene etter 294 dager viste ingen signifikant forskjell mellom forsøksledd på eggproduksjon, eggvekt eller fôrforbruk. Janssen et al. (1988) fikk tydelig bedring i eggproduksjon hos hvit italiener ved tilskudd av essensielle aminosyrer til en fôrblending med 12% protein. Det ble ingen ytterligere bedring ved tilskudd av ikke essensielle aminosyrer i tillegg. Ytinga kom likevel ikke opp mot blandinger med 14,8 og 16,8% protein. Treonininnhold på 0,44 og 0,47% ga lågere yting og høyere fôrforbruk enn blandinger med 0,51, 0,54 og 0,57% treonin.

I våre forsøk ble det ikke funnet signifikante utslag for tilskudd av treonin i verpeperioden, verken for eggproduksjon, fôrforbruk, eggkvalitet eller slitasje på fjørdrakta.

Analysene viste at treonininnholdet i

lågproteinblandingen uten tilskudd var henholdsvis 0,48 og 0,45 % hos bruneggverpere og hvit italiener. Altså nær NRC-normen. Hvit italiener hadde imidlertid lågt fôropptak, og tok opp bare 450 mg treonin pr. dag, eller noe mindre enn NRC-normen på 500 mg. Bruneggverperne i tilsvarende forsøksledd tok opp 542 mg pr. dag.

For slaktegris er det påvist at proteininnholdet i fôret kan senkes ved tilskudd av treonin, og at treonin kan være den andre begrensende aminosyre etter lysin (Homb og Matre 1988). Forsøkene med kyllinger og verpehøner tyder ikke på at treonin er like viktig til fjørfe.

#### SAMMENDRAG

Denne meldinga omfatter 2 forsøk, hvert med 560 kyllinger og 480 verpehøner. I begge forsøk ble fôr med normalt eller lågt proteininnhold, supplert med metionin og lysin, sammenlignet med tilsvarende fôr tilsatt 0,1 % treonin.

I forsøk 1 ble det brukt bruneggverpere (Norbreed 87). I oppalsperioden var det positivt utslag for proteinnivå, men ikke for treonintilskudd på tilveksten. Det var en klar tendens til lågere fôrforbruk pr. kg tilvekst ved tilskudd av treonin til kyllinger på lågproteinfôr. Det var ingen forskjell i oppverpingsalder. I verpeperioden var det ikke sikre forskjeller mellom forsøksledd i eggproduksjon og eggkvalitet. Det var en tendens til høyere kroppsvekt og fôrforbruk pr. kg egg med normalt enn med lågt proteininnhold, og sikker forskjell i fôropptak.

Hønene som fikk høyest proteininnhold i oppalsfôret, og var tyngst ved starten, beholdt denne forskjellen gjennom hele verpeperioden. Det var ellers ingen ettervirkning av forskjellig fôring i oppalsperioden.

I forsøk 2 ble det brukt hvit italiener (Norbreed 41). Det var i oppalsperioden ikke sikkert utslag verken for protein eller treonin på tilvekst eller fôropptak. Men på det lågeste proteinnivået var det signifikant lågere forbruk ved tilskudd av treonin. Det var ikke sikker forskjell i oppverpingsalder.

Det var ikke utslag for tilskudd av treonin på eggproduksjon, eggkvalitet eller fôrforbruk. Hønene på normalt proteinnivå hadde signifikant høyere tilvekst og eggproduksjon enn høner på lågprotein. Det var ingen sikker ettervirkning på produksjon og fôrforbruk av forskjellig fôring i oppalsperioden.

Forsøkene viser at for verpefôr med 11 MJ OE er 14 % protein (11 % fordøyelig) nok til bruneggverpere når fôret suppleres med metionin og lysin. For hvit italiener var fôr med 13 % protein for lite til å holde oppe full eggproduksjon, sjøl om fôret var supplert til behovsdekning for både metionin, lysin og treonin. Det ser etter disse forsøkene ikke ut til at det er behov for tilskudd av treonin til verpehøner sjøl om proteininnholdet i fôret ligger noe under normen.

#### LITTERATUR

- Agricultural Research Council (ARC). The nutrient requirement of farm livestock. No 1 Poultry. London 1975.
- Austic, R.E. & A.T. Davis 1982. Threonine requirement of the chick. Proceedings - Cornell Nutrition Conference for Feed Manufacturers 1982:74-77.
- Chi, M.S. 1985. Effect of low protein diets for growing leghorn pullets upon subsequent laying performance. Brit.Poult. Sci. 26:433-440.
- Christmas, R.B.; C.R. Douglas; L.W. Kalch & R.H. Harms 1982. The effect of low protein pullet growing diets on performance of laying hens housed in the fall. Poul. Sci. 61:2103-2106.

Davis, A.T. & R.E. Austie 1982. Threonine imbalance and the threonine requirement of the chicken. *J. Nutr.* 112: 2170-2176.

D'Mello, J.P.E. 1988. Dietary interactions influencing amino acid utilisation by poultry. *World's Poul. Sci. J.* 44:92-102.

Douglas, C.R. & R.H. Harms 1982. The influence of low protein grower diets on spring housed pullets. *Poult. Sci.* 61:1885-1890.

Edmonds, M.S.; C.M. Parsons & D.H. Baker 1985. Limiting amino acids in low-protein corn-soybean meal diets fed to growing chicks. *Poult. Sci.* 64:1519-1526.

Homb, T. & T. Matre 1988. Aminosyretilsetning til kraftfôrblandinger for slaktegriser. Særtrykk nr. 138 fra Institutt for husdyrfag, NLH.

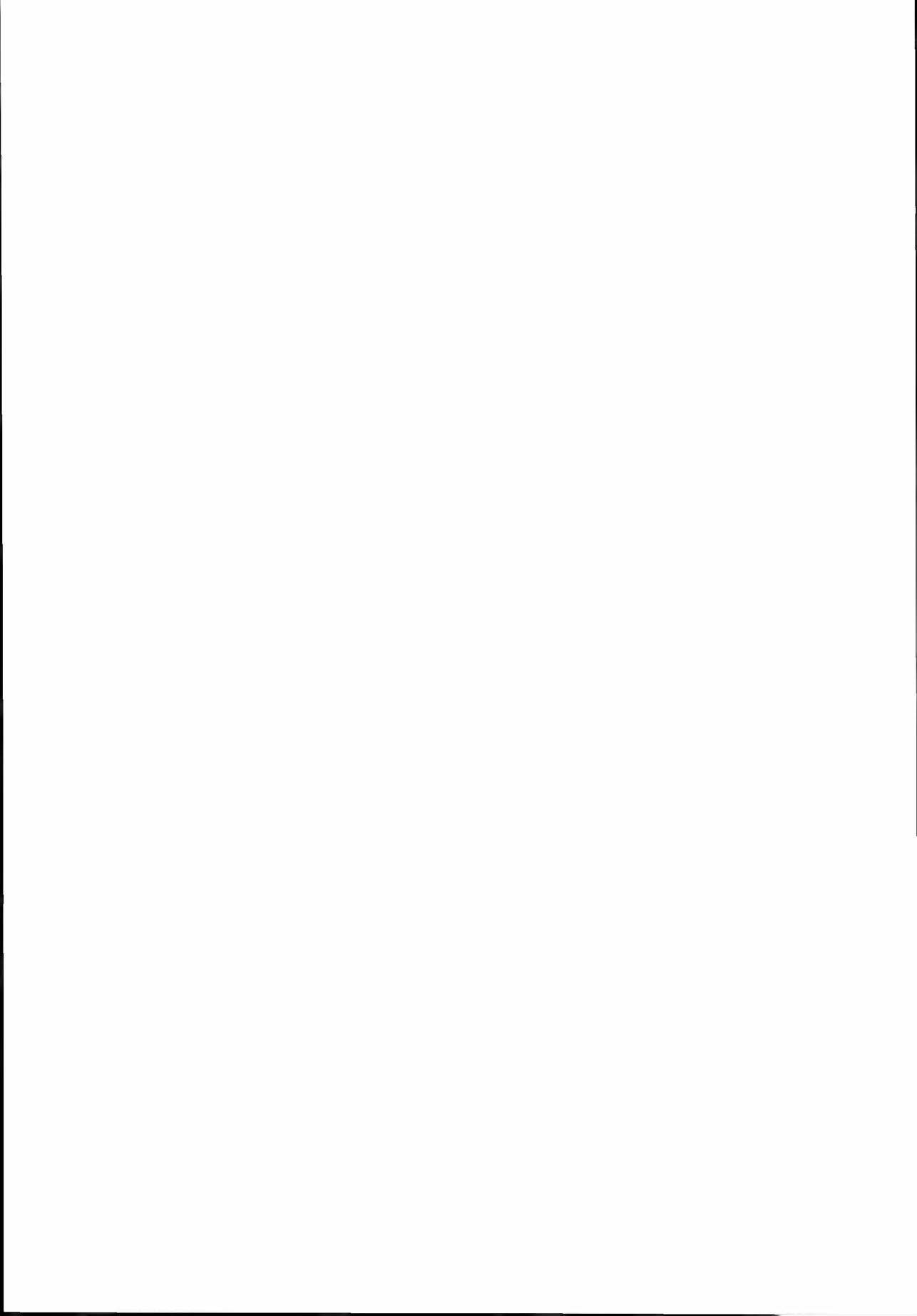
Janssen W.M.M.A.; B.F.J. Reuvekamp; J.P. Holsheimer; P.J.W. van Schagen & J.B. Schutte 1988. De behoefte van leghennen aan threonine, tryptofaan, isoleucine, arginine, leucine en valine. COVP uitgave No. 478, 53 pp, Beekbergen.

National Research Council (NRC). *Nutrient Requirements of Poultry. Eighth Revised Edition, 1984.* Academy Press. Washington, D.C.

Ojeda, O.M.A.; H.R. Martin del C.; A.E.R. Hernandez; A.C. Valverde & E.A. Conzalez 1981. El efecto de la suplementacion de L-treonina en dietas suboptimas de proteinas sorgo + soya para gallinas Leghorn blancas en produccion. *Veterinaria Mexico* 12: 147-151.

Suzuki, M. & T. Mitsuhashi 1982. Effect of methionine and threonine level in diets on the growth and plasma free amino acids in chicks. *Bulletin of National Institute of Animal Industry*, 39: 13-20.

Tauson, R. 1977. The influence of different technical environment on the performance of laying hens. Department of Animal Husbandry, Uppsala, Sweden. Report No. 49:43 pp.



# Samanlikning av høy og høy/fôrrapssurfôr som grovfôr til mjølkegeit

## *Comparison of hay only and hay/rape silage as roughages for dairy goats*

EDITH NDEMANISHO, JOY BRUCE & LARS OLAV EIK  
Norges Landbrukshøgskole, Institutt for husdyrfag, Ås, Norge  
Agricultural University of Norway, Department of Animal Science, Ås, Norway

Ndemanisho, Edith, Joy Bruce & Lars Olav Eik 1991. Comparison of hay only and hay/rape silage as roughages for dairy goats. Norsk landbruksforskning 5:355-357. ISSN 0801-5333.

The effects of feeding hay alone and of a combination of hay and rape silage at levels of 1.0 and 0.5 kg concentrate/d. were studied in an experiment with 44 Norwegian bred does in the first stage of lactation. Does fed on hay and rape silage had a higher DM intake from roughages, regardless of concentrate level. Fat-corrected milk (4% FCM) was highest in goats fed 1.0 kg concentrate together with hay and silage. The fat content in milk was significantly higher ( $p < 0.05$ ) when the mixed roughage ration was given compared with that when hay only was provided. No differences were found in the protein content of milk or the cell count between treatments.

Key words: Concentrate level, milking goats, hay, rape-silage.

*Edith Ndemanisho, Agricultural University of Norway, Department of Animal Science, Box 25, 1430 Ås.*

Sidan 1983 har det vore produksjonskvotar på geitmjølk her i landet. Dette har ført til ei auka interesse for å redusera kostnadane i produksjonen. Meir bruk av heimeavla fôr og mindre bruk av kraftfôr kan vera ein utveg for å nå dette målet.

Fôrraps gjev stor avling og næringsrikt tilskotsfôr til storfe og småfe utover ettersommaren og hausten. Vekstperioden er kort og fôrraps høver difor godt i dei viktige geitedistrikta i Troms og fjellbygdene.

Målsetjinga med dette forsøket var å samanlikna høy som einaste grovfôr med ein samansett fôrrasjon (høy og fôrrapssurfôr) ved to ulike kraftfôrnivå.

## MATERIALE OG METODAR

Førtifire vaksne mjølkegeiter blei etter kjeing inndelte i fire grupper på grunnlag av ein femdagars mjølkekontroll, alder og kjeingstid. I forperioden på tre veker fekk kvar geit dagleg fri tilgang på rapssurfôr om kvelden og høy om morgonen attåt 1.0 kg kraftfôr (kufôr A, 12½ % melteleg råprotein). I forsøkestida på sju veker fekk gruppe ein og to fri tilgang (20 % restar) på rapssurfôr om kvelden og høy om morgonen medan gruppe tre og fire fekk høy til begge måla. Kraftfôrtildelinga var 1.0 kg/dyr/dag i gruppe ein og tre og 0.5 kg i gruppe to og fire.

Geitene i kvar gruppe gjekk i kvar sin bingje og det var individuell tildeling av kraftfôret. Veging av geitene og todagens mjølkekontroll med analyser for feitt, protein og celletal vart utført annankvar veke.

Prøver av surfôr og høy til kjemiske analyser vart tekne ut kvar veke. Analyser for tørrstoff, oske, trevlar, eter-ekstrakt, Kjeldahl-N og flyktige fettsyrer blei analysert ved Kjemiske analyselaboratorium, NLH, etter metodar omtala av Astrup (1975). Fôrverdien av grovfôret vart funne *in vivo* etter oppsamlingsmetoden med to sauer på kvart ledd.

Statistiske analyser er utført med einveis og toveis varians-analyse og dei einskilde middeltala for gruppene er samanlikna med t-test etter GLM-proseduren (SAS 1985).

## RESULTAT

På tørrstoffbasis inneheldt rapssurfôret 0.61 fôreiningar (FFE) og 34 g melteleg råprotein pr kg. Dei tilsvarande tala for høy var 0.52 og 73. Geiter som fekk både surfôr og høy hadde høgare tørrstoffopptak frå grovfôr enn dei som berre fekk høy (tabell 1). På høg kraftfôrtildeling (1.0 kg) var skilnaden 9% og på låg (0.5 kg) var differansen 35%. Proteinforsyninga var i høve til norm (Breirem 1991) i gr. 1, 3 og 4 og under norm (78%) i gr.2. Den låge protein-tilførselen i denne gruppa kan ha vore ein begrensande faktor i mjølkeproduksjonen. Høgt kraftfôrnivå og samansett grovfôrassjerson hadde positiv verknad på avdråtten (tabell 1). Når desse faktorane var undersøkte

Tabell 1. Verknad av ulik grovfôrassjerson og kraftfôr nivå på yting og innhald av feitt og protein i mjølka

Table 1. Effects of different types of roughages and level of concentrates on yield and content of fat and protein in milk

|   | Rapssurfôr + høy<br>Rape-silage + hay |                                     | Berre høy<br>Hay alone              |                                    |
|---|---------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|------------------------------------|
| <u>Fôropptak, kg tørrstoff/dyr/dag</u><br><u>Feed intake kg DM/d./doe</u> |                                       |                                     |                                     |                                    |
| Kraftfôr/Concentrates   | 0.91                                  | 0.46                                | 0.91                                | 0.46                               |
| Høy/Hay   | 0.56                                  | 0.43                                | 1.01                                | 1.09                               |
| Rapssurfôr/Rape-silage  | 0.54                                  | 1.04                                | -                                   | -                                  |
| Energiopptak, FFE   |                                       |                                     |                                     |                                    |
| Energy intake, f.u. <sup>1</sup>  | 1.76                                  | 1.39                                | 1.59                                | 1.10                               |
| <u>Yting, dyr/dag/Yield, d/doe</u>  |                                       |                                     |                                     |                                    |
| Mjølke/Milk, kg   | 2.25 <sub>± 0.07<sup>a</sup></sub>    | 2.06 <sub>± 0.07<sup>ab</sup></sub> | 2.05 <sub>± 0.07<sup>b</sup></sub>  | 1.90 <sub>± 0.07<sup>b</sup></sub> |
| Feitt /Fat, %   | 3.88 <sub>± 0.13<sup>a</sup></sub>    | 3.70 <sub>± 0.13<sup>ab</sup></sub> | 3.48 <sub>± 0.13<sup>bc</sup></sub> | 3.25 <sub>± 0.13<sup>c</sup></sub> |
| 4% MM/4% FCM, kg  | 2.21 <sub>± 0.06<sup>a</sup></sub>    | 1.96 <sub>± 0.06<sup>ab</sup></sub> | 1.89 <sub>± 0.06<sup>b</sup></sub>  | 1.69 <sub>± 0.06<sup>b</sup></sub> |
| Fôrstyrke/Feeding intensity, % <sup>2</sup>                               | 119                                   | 101                                 | 117                                 | 86                                 |

<sup>1</sup> Feed fattening unit

<sup>2</sup> Prosent av norm/Percentage of requirements (Breirem 1991)



for seg, var skilnadane signifikante ved  $p < 0.05$ . Feittinnhaldet i mjølka var òg signifikant høgare når både høy og surfôr blei føra samanlikna med høy åleine (3.79 mot 3.37%). Skilnaden i feittinnhald i mjølka var ikkje signifikant mellom kraftfôrnivåa. Det vart ikkje funne skilnad i proteininnhald og celletal i mjølka eller i kroppsvekt mellom gruppene.

## DISKUSJON

I forsøket gav ein dagsrasjon med høy, rapssurfôr og 0.5 kg kraftfôr like mykje mjølk som ein-sidedig høyløring og 1.0 kg kraftfôr. Rekna på tørrstoffbasis var innhaldet av heimavla fôr i dei to rasjonane 76 og 47% og grovfôropp-taket pr 100 kg levande vekt 3,0 og 2,0% (Tabell 1). Forsøket syner at grovfôropp-taket aukar når geitene får både rapssurfôr og høy samanlikna med høy som ein-sidedig grovfôr, og meir av produksjonsfôret kan såleis produserast på eigen gard. Dette samsvarar godt med tidlegare samanlikningar mellom surfôr som ein-sidedig grovfôr og føring med både gras- og rapssurfôr (Garmo 1985, Garmo & Nedkvitne 1986). Resultata viste at blanda grovfôr-rasjon med høylørraps- og grassurfôr gav større fôr-opp-tak og betre produksjon enn ein-sidedig føring med grassurfôr av dårleg kvalitet. I desse forsøka var det funne lågare hematokritt og hemoglobinverdiar i blodet hjå geiter som fekk raps. Verdiane var likevel innafor normalom-rådet for geit. I ein-sidedig forsøket var det òg fleire tilfeller av diare hjå dei som fekk raps. Garmo

& Nedkvitne (1986) frårar difor bruk av høylørrapsurfôr som ein-sidedig grovfôr på grunn av faren for anemi og diare. Negativt er det òg at høylørraps ofte har lågt tørrstoff-innhald. Dette fører til mykje press-saft og tap av nærings-emne om ikkje safta vert nytta til fôr.

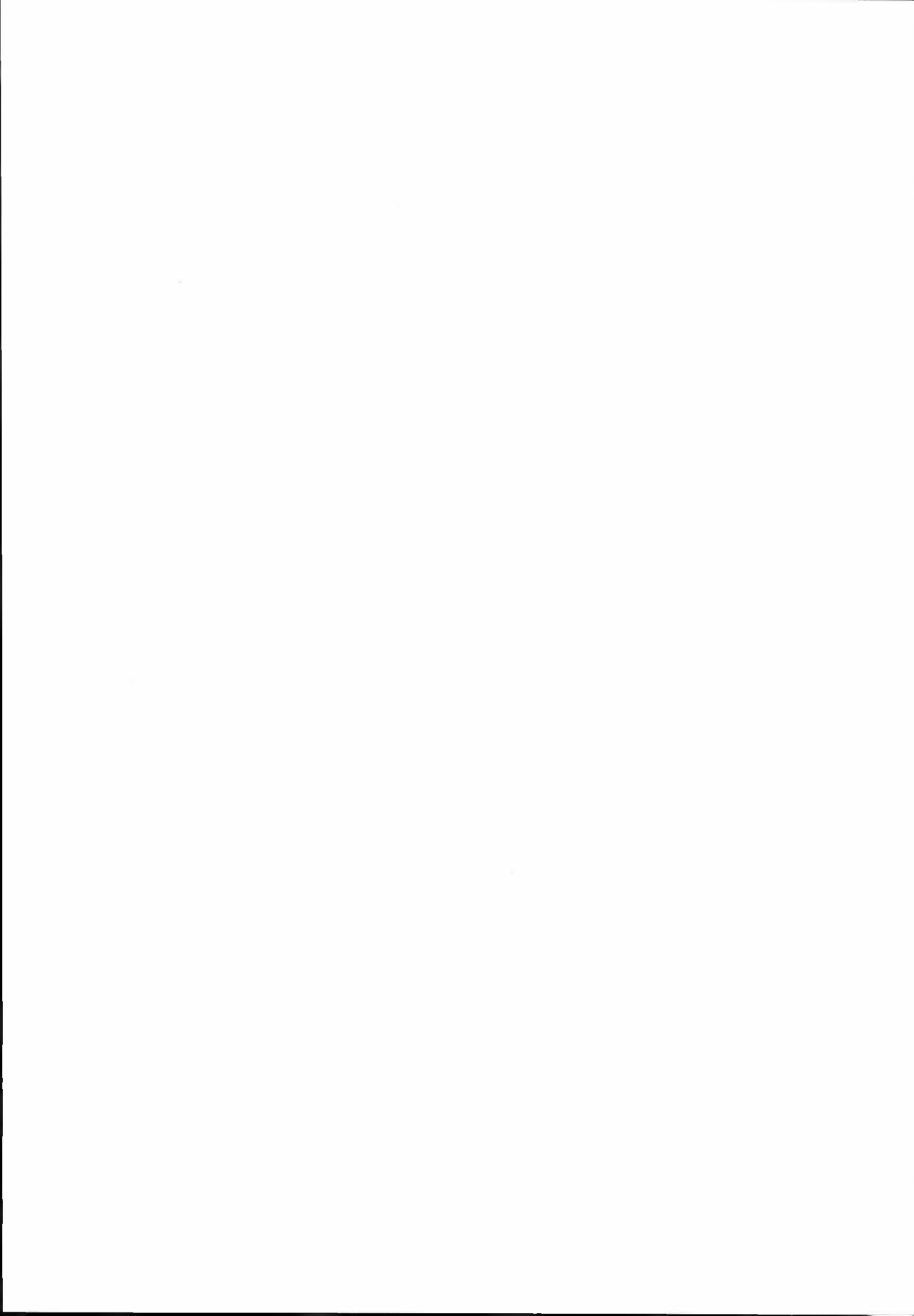
Kombinasjonen høy og rapssurfôr er nok sikrere med omsyn på diare enn føring med gras- og rapssurfôr. Helsetilstanden hjå alle geitene i forsøket var god.

## KONKLUSJON

Dette forsøket syner at ein kombinasjon av høy og rapssurfôr av normal kvalitet vil gje høgare grovfôropp-tak og høgare feittinnhald i mjølka samanlikna med høy som ein-sidedig grovfôr. Dette gjer at meir av vinterfôret i mjølkepro-duksjonen kan produserast på garden.

## LITTERATUR

- Astrup, H.N., 1975. Analyse av fôrstoffar. Stensiltrykk, Inst. for husdyrfag, NLH.
- Breirem, K. 1991. Fôrnormer for geit. I "K.K. Heje, håndbok for jordbruket" red. S. Skøien, Landbruksforlaget: s. 161.
- Garmo, G. 1985. Surfôr av høylørraps til mjølkegeiter. NLVF sluttrapport nr 556:10 s.
- Garmo, G. & J.J. Nedkvitne, 1986. Surfôr av høylørraps til mjølkegeiter. Husdyrforsøksmøtet: s. 373-381.
- SAS, 1985. Version 6, Edition. Cary, NC: SAS Inst. Inc: 373 s.



# Seleksjon og sortsutvikling for større bæravling hos molte (*Rubus chamaemorus* L.)

## *Selection for high berry yield, and development of varieties of cloudberry (Rubus chamaemorus L.)*

KÅRE RAPP

Statens forskingsstasjoner i Landbruk, Holt forskingsstasjon, Tromsø, Norge

*The Norwegian State Agricultural Research Stations, Holt Research Station, Tromsø, Norway*

Rapp, K. 1991. Selection for high berry yield, and development of varieties of cloudberry (*Rubus chamaemorus* L.). Norsk Landbruksforskning 5:359-367.

An indirect selection for berry yield, using number of pistils per flower (35%) and number of flowers (35%) and shoots (30%) per plant per m<sup>2</sup>, was carried out among females in five populations of the dioecious species cloudberry (*Rubus chamaemorus* L.). A combination of the tandem method and a simple index method based on phenotypic economic values was used. Similarly, a selection for good pollinators using number of stamens per flower and number of flowers and shoots per plant per m<sup>2</sup> was carried out among males. The female genotypes An 276 (from the Andøya population) and If 542 (from the Ifjord mountain population) were finally selected (Table 3) for commercial use in coastal and inland areas, respectively. The two best males, An 30 and An 257 (from the Andøya population), were both selected (Tables 2, 3) to avoid inbreeding depression. A description is given of the variety application. An 276 is a high-growing genotype with large berries (19.5 pistils per flower) and a large number of flowers and shoots per plant per m<sup>2</sup>, while If 542 is a somewhat smaller genotype with medium-sized berries (14.5 pistils per flower) and also a large number of flowers and shoots per plant per m<sup>2</sup>. The two selected males have both a large number of stamens per flower (85 and 94) and good flowering and shooting capacity.

Key words: Berry yield, indirect selection, *Rubus chamaemorus* L., variety development.

*Kåre Rapp, The Norwegian State Agricultural Research stations, Holt Research Station, N-9000 Tromsø, Norway.*

I det første prosjektet "Moltegransking i Nord-Norge" (1975-85) ble det lagt størst vekt på forsøk med gjødsling, oppformering av småplanter og enkel jordkultivering av naturlig molteland (Rapp & Steenberg 1977, Bottengård

& Rapp 1980, Rapp 1981, 1986, 1989a). I tillegg ble det gjort en del grunnleggende undersøkelser over den naturlige variasjon i viktige egenskaper for fremtidig moltedyrking (Rapp & Stushnoff 1979, Rapp 1987).

Da en fortsatte med et nytt molteprosjekt ("Molte-gransking II") valgte en å prioritere arbeidet med planteforedling og å videreutvikle metoder for kommersiell bærproduksjon (Rapp 1989b, 1990, 1991).

## MATERIALE OG METODER

Planteforedlingen i molte har tatt utgangspunkt i frøpopulasjoner som ble innsamlet i Nord-Norge i 1975-76. Beskrivelse av dette basis-materialet, og resultater fra undersøkelser omkring den naturlige variasjon i kvantitative egenskaper og kjønnsdifferensieringen hos arten, er publisert tidligere (Rapp 1987, 1989b). Denne artikkelen handler om arbeidet med å øke bæravlingen gjennom seleksjon og sortsutvikling i det naturlige plantematerialet.

Det generelle teoretiske grunnlag for å få virkning av seleksjon i et plantemateriale er at det foreligger tilstrekkelig genetisk variasjon i viktige egenskaper, og at arvbarheten for disse er tilfredsstillende. Dersom en skal selekere for flere egenskaper samtidig, bør det i tillegg ikke være ugunstige korrelasjoner mellom disse. Dessuten har intensiteten som velges i seleksjonen en avgjørende betydning for resultatet (responsen) (Aastveit 1983).

Dersom en skal nytte indirekte seleksjon, via en sekundær egenskap for å bedre en primær egenskap, bør arvbarheten for den sekundære egenskapen være spesielt høy og ha god korrelasjon med den primære (Gallais 1984, Wright 1985).

I dette arbeidet har en tatt sikte på å øke bæravlingen hos molte ved å benytte indirekte seleksjon gjennom flere sekundære egenskaper hos hunplantene. I tillegg har en selektert for gode hanplanter.

Metoden en har nyttet er en enkel kombinasjon av tandem metode, hvor det gjøres

seleksjon gjennom flere omganger for en egenskap om gangen, og en form for indeks på fenotypisk grunnlag, hvor en setter "økonomiske" verdier på egenskapene og selekterer ut fra en samlet poengskala (Hazel & Lush 1942, Pezek 1981).

De viktigste sekundære egenskapene som er benyttet for hunplanter i dette materialet er antall fruktemner pr. blomst, antall blomster pr. plante og vegetativ spredningsevne (antall skudd pr. m<sup>2</sup>). Disse er valgt fordi tidligere forsøk har vist at direkte seleksjon etter bærstørrelse i denne tvebo arten er et usikkert kriterium på grunn av stor miljømessig innflydelse under blomstringen og derved lav arvbarhet i vid forstand for bærstørrelse ( $h_b^2 = 0.31$ ). Antall fruktemner pr. blomst, som er avgjørende for bærstørrelsen, har derimot vist liten variasjon i forhold til miljøet, og stor arvbarhet ( $h_b^2 = 0.91$ ) (Rapp 1989). Korrelasjonen mellom antall øyne (utviklede fruktemner) pr. bær og bærstørrelse ( $r=0,88^{**}$ ) og mellom bærstørrelse og total bæravling ( $r = 0,60^*$ ) er begge gunstige. Antall fruktemner pr. blomst er derfor brukt som indirekte egenskap i første seleksjonsomgang.

I andre seleksjonsomgang har en i tillegg til antall fruktemner brukt antall blomster pr. plante og genotypenes spredningsevne som seleksjonskriterier. Korrelasjonen mellom antall blomster pr. m<sup>2</sup> og avling er ikke så høy som ønskelig ( $r=0.47^*$ ), men årsaken til dette ligger i dårlig pollinering, og ikke i genetiske forhold. Korrelasjonen mellom antall bær og bæravling er derimot høy ( $r = 0.85^{***}$ ) og viser indirekte god sammenheng mellom antall blomster og bæravling. Korrelasjonen mellom antall blomster pr. plante og plantenes spredningsevne (antall skudd pr. m<sup>2</sup>) er derimot liten i dette materialet ( $r=0,22$ ). Disse to egenskapene er likevel sterkt knyttet til hverandre i praksis, fordi stor blomstring pr. arealenhet er avhengig av både mange blomster pr. plante og

god spredningsevne. Spredningsevnen er også viktig for å hindre ugras i å få innpass i kultiverte arealer.

Som viktigste seleksjonsegenskap hos hanplanter har en prioritert evnen som pollengiver ved å velge ut planter med stort antall støvdragere pr. blomst. Deretter har en undersøkt om antall blomster pr. plante og vegetativ spredningsevne er tilfredsstillende, slik som for hunplantene.

Basismaterialet for seleksjonene har vært 1549 frøplanter fra 5 populasjoner. Disse var priklet i 10 cm plastpotter og plassert i plasthus gjennom 5-6 år. Av hele materialet blomstret 642 hunplanter (ca. 40 prosent), fra 67 til 222 planter for hver av de 5 populasjonene (tabell

1). Blant disse hunplantene observerte en antall fruktemner pr. blomst, og valgte ut ca. 5 prosent (30 genotyper) fra 3 til 13 for hver av populasjonene i første seleksjonsomgang. Disse syntes å ha et antall fruktemner som lå over middlet hos den enkelte populasjon. Det ble tatt flest planter fra Andøya populasjonen (13), fordi den hadde størst antall fruktemner pr. blomst.

Av hanplanter blomstret over 700 (ca. 45 prosent) av hele materialet. Blant disse valgte en i første omgang ut 13 "sterke" planter, som en studerte mer inngående (tabell 2). Plantene ble klonet og satt i potter i to gjentak. Blant disse genotypene observerte en antall støvdragere, og valgte ut de to genotypene med

Tabell 1. Antall fruktemner pr. blomst (befruktet, ikke befruktet og totalt) og bærvekt i gram pr. bær hos 5 populasjoner molte, samt antall fruktemner pr. blomst (totalt) hos S1-genotyper av samme populasjoner

Table 1. Number of pistils per flower (fertilized, not fertilized, total) and berry weight (gr./berry) in five populations of cloudberry, and total number of pistils per flower in S1-genotypes of the same populations

| Pop.    | Antall planter<br>Number of plants |                                  | Ant. fruktemner<br>Numb. of pistils |                               |              | Bær-<br>vekt<br>Berry<br>weight | S1-genotyper                       |  |
|---------|------------------------------------|----------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------|--------------|---------------------------------|------------------------------------|--|
|         | Sådd<br>Seeded                     | Med<br>blomst<br>With<br>flowers | Befr.<br>Fert.                      | Ikke<br>befr.<br>Not<br>fert. | Tot.<br>Tot. |                                 | Ant<br>planter<br>No.<br>of plants | Ant.<br>fruktemn.<br>No.<br>of pistils |
| An (No) | 473                                | 222                              | 10.1                                | 4.0                           | 14.1         | 1.16                            | 13                                 | 17.5                                   |
| Kv (Tr) | 342                                | 76                               | 9.3                                 | 3.3                           | 12.6         | 0.79                            | 4                                  | 15.8                                   |
| Ka (Fi) | 209                                | 70                               | 8.0                                 | 5.1                           | 13.1         | 0.88                            | 6                                  | 15.2                                   |
| If (Fi) | 214                                | 207                              | 8.0                                 | 3.6                           | 11.6         | 0.81                            | 4                                  | 12.6                                   |
| Pa (Fi) | 311                                | 67                               | 7.8                                 | 3.5                           | 11.3         | 0.74                            | 3                                  | 14.4                                   |
|         |                                    |                                  | *                                   | n.s                           | ***          |                                 |                                    |  |

\*, \*\*\* = statistisk sikker differanse mellom pop.,  $p < 0.05$  og  $p < 0.001$

\*, \*\*\* = Statistical significant difference between populations,  $P < 0.05$  and  $P < 0.001$

An = Andøya  
Kv = Kvenangen  
Ka = Kautokeino  
If = Ifjordfjell  
Pa = Pasvikdalen  
No = Nordland  
Tr = Troms  
Fi = Finnmark

Tabell 2. Antgall støvdragere pr. blomst hos 13 hanplanter (genotyper) molte fra Andøya populasjonen to år

Table 2. Number of stamens per flower among 13 male genotypes of cloudberry from the Andøya population

| Klon  | 11 | 30 | 86 | 91 | 144 | 153 | 157 | 174 | 185 | 189 | 224 | 233 | 257 |
|-------|----|----|----|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 1985  | 66 | 90 | 65 | 69 | 81  | 68  | 68  | 75  | 84  | 63  | 85  | 81  | 98  |
| 1986  | 66 | 79 | 60 | 63 | 76  | 61  | 60  | 68  | 75  | 63  | 81  | 79  | 89  |
| Midd. | 66 | 85 | 63 | 66 | 79  | 64  | 64  | 71  | 80  | 63  | 83  | 80  | 94* |

\* = statistisk sikker differanse mellom genotyper,  $p < 0.05$

\* = statistical significant difference between genotypes,  $p < 0.05$

størst antall støvdragere pr. blomst (An 30 og An 257). Disse ble plantet sammen med de 30 utvalgte hunplantene for undersøkelse av antall blomster pr. plante og spredningsevne.

De selekterte S1-genotypene (30 hunner og 2 hanner) ble klonet og plantet i åpne benker med kvitmosetorv, i simulert bestand med 25 stiklinger pr. genotype pr.  $m^2$  (tabell 3). Torvdybden var 40 cm, og rutene ble skilt med sponplater til under torvlaget for å hindre spredning av genotypene fra en rute til en annen. Med så stort antall hunplanter som 30 i S1 var det fortsatt stor variasjon mellom genotypene og derved godt grunnlag for andre seleksjonsomgang.

Observasjonene før andre seleksjonsomgang ble gjort de to etterfølgende år etter kloning og planting. Ved denne seleksjonen ble det benyttet indeks, med poengberegning basert på økonomiske verdier med henholdsvis 35 prosent for antall fruktemner pr. blomst, 35 prosent for antall blomster pr. plante, og 30 prosent for antall skudd pr.  $m^2$ .

Årsaken til at en her har utelatt både arvbarehetsestimater og korrelasjonskoeffisienter fra beregningene av indekspoeng, og bare brukt økonomiske verdier på de prioriterte egenskapene, er at oppformeringen av det

selekterte materialet skal foregå vegetativt. Ved vegetativ formering blir morplantens fulle genotype fiksert i avkommet, uavhengig av arvbareheten for egenskapene og korrelasjonen mellom disse.

I tillegg til seleksjon for antall fruktemner pr. blomst og antall blomster og skudd pr. plante, har en studert evnen til å bære frem befruktete fruktemner hos hunplantene etter forskjellige pollengivere. Hos hanplanter har en studert evnen til å befrukte forskjellige hunplanter.

I den statistiske testingen mellom populasjoner før første seleksjonsomgang, og for testingen mellom genotyper etter seleksjonene, har en brukt F-test der år er benyttet som gjentak på observasjonene, og samspillet populasjon  $\times$  år eller genotype  $\times$  år er nyttet som testings"feil". For karakteren spredningsevne ligger det bare ett års observasjon bak middel-tallene.

## RESULTATER

Opplysninger om antall fruktemner pr. blomst (befruktet, ikke befruktet og totalt) og bærvekt i gram pr. bær hos hunplanter i fem popula-

Tabell 3. Antall fruktemner pr. blomst, antall blomster og skudd pr. plante pr. m<sup>2</sup>, og indekspoeng pr. plante hos 30 S1-genotyper hunplanter, samt antall blomster og skudd pr. plante hos 2 genotyper hanplanter av 5 populasjoner molte fra No., Tr. og Fi.

Table 3. Number of pistils per flower, flowers and shoots per plant per m<sup>2</sup>, and index points per genotype among 30 S1-females, and number of flowers and shots per plant in males, from 5 populations of cloudberry in N Norway

| Genotyper  | Antall frukt-<br>emner | Antall blomster<br>No. of flowers |  | Antall skudd<br>No. of shoots |  | Indeks-<br>poeng |       |
|------------|------------------------|-----------------------------------|--|-------------------------------|--|------------------|-------|
|            | No. of<br>pistils      | Pr. plante<br>Per plant           | Pr. m <sup>2</sup><br>Per m <sup>2</sup> | Pr. plante<br>Per plant       | Pr. m <sup>2</sup><br>Per m <sup>2</sup> | Index<br>points  |       |
| Hunplanter |                        |                                   |  |                               |  |                  |       |
| Females    |                        |                                   |  |                               |  |                  |       |
| An         | 45                     | 19                                | 0.3                                      | 2                             | 1.4                                      | 27               | 46.2  |
| -          | 80                     | 20                                | 1.5                                      | 27                            | 13.4                                     | 267              | 87.0  |
| -          | 105                    | 15                                | 2.2                                      | 20                            | 25.5                                     | 509              | 108.4 |
| -          | 112                    | 12                                | 0.7                                      | 2                             | 10.0                                     | 200              | 52.7  |
| -          | 151                    | 20                                | 2.6                                      | 13                            | 1.6                                      | 32               | 82.4  |
| -          | 194                    | 18                                | 2.0                                      | 8                             | 9.3                                      | 185              | 83.0  |
| -          | 276                    | 20                                | 4.0                                      | 72                            | 14.6                                     | 291              | 125.7 |
| -          | 278                    | 15                                | 4.5                                      | 86                            | 14.6                                     | 292              | 122.9 |
| -          | 295                    | 18                                | 1.8                                      | 23                            | 9.3                                      | 186              | 80.1  |
| -          | 561                    | 23                                | 0.7                                      | 13                            | 8.9                                      | 178              | 73.5  |
| -          | 857                    | 12                                | 1.6                                      | 32                            | 18.4                                     | 368              | 80.6  |
| -          | 998                    | 15                                | 1.3                                      | 26                            | 16.6                                     | 332              | 79.3  |
| -          | 1372                   | 21                                | 0.5                                      | 10                            | 18.6                                     | 371              | 83.5  |
| KA         | 230                    | 10                                | 0.5                                      | 9                             | 11.4                                     | 227              | 48.1  |
| -          | 297                    | 22                                | 0.7                                      | 14                            | 16.0                                     | 320              | 83.9  |
| -          | 473                    | 19                                | 2.8                                      | 56                            | 21.1                                     | 422              | 117.5 |
| -          | 541                    | 14                                | 1.1                                      | 18                            | 19.9                                     | 398              | 80.1  |
| -          | 545                    | 7                                 | 0.5                                      | 10                            | 21.4                                     | 427              | 59.4  |
| -          | 571                    | 20                                | 0.5                                      | 10                            | 10.0                                     | 199              | 66.3  |
| If         | 542                    | 15                                | 3.7                                      | 74                            | 20.2                                     | 404              | 120.9 |
| -          | 711                    | 16                                | 0.7                                      | 14                            | 10.6                                     | 211              | 62.0  |
| -          | 712                    | 12                                | 1.2                                      | 23                            | 15.4                                     | 308              | 69.5  |
| -          | 773                    | 9                                 | 0.5                                      | 9                             | 14.2                                     | 284              | 50.9  |
| Kv         | 350                    | 18                                | 0.7                                      | 14                            | 13.6                                     | 272              | 71.4  |
| -          | 351                    | 10                                | 0.4                                      | 8                             | 20.7                                     | 413              | 62.9  |
| -          | 359                    | 20                                | 0.2                                      | 4                             | 17.1                                     | 342              | 74.3  |
| PA         | 209                    | 18                                | 1.0                                      | 10                            | 24.8                                     | 496              | 95.5  |
| -          | 355                    | 13                                | 1.0                                      | 19                            | 25.7                                     | 514              | 86.6  |
| -          | 406                    | 16                                | 0.6                                      | 11                            | 8.6                                      | 171              | 57.0  |
| -          | 452                    | 12                                | 1.3                                      | 26                            | 15.7                                     | 314              | 71.5  |
|            |                        |                                   | ***                                      |                               | ***                                      |                  |       |
| Hanplanter |                        |                                   |  |                               |  |                  |       |
| Males      |                        |                                   |  |                               |  |                  |       |
| An         | 30                     |                                   | 3.2                                      | 60                            | 15.6                                     | 296              |       |
| -          | 257                    |                                   | 2.7                                      | 54                            | 10.3                                     | 205              |       |

\*\*\* = Statistisk sikker differanse mellom genotyper, p < 0.001

\*\*\* = Statistical significant difference between genotypes, p < 0.001

sjoner molte fra Nordland (No), Troms (Tr) og Finnmark (Fi), samt antall fruktemner pr. blomst (totalt) i middel hos selekterte S1-genotyper fra samme populasjoner er gitt i tabell 1.

Opplysninger om antall støvdragere pr. blomst hos 13 "sterke" hanplanter (genotyper) fra Andøya populasjonen er gitt i tabell 2.

Opplysninger om antall fruktemner pr. blomst, antall blomster og skudd pr. plante og m<sup>2</sup>, og indekspoeng pr. genotype hos 30 S1-hunplanter, samt antall blomster og skudd pr. genotype hos 2 hanplanter, av 5 moltepopulasjoner fra No., Tr. og Fi., er gitt i tabell 3.

## DISKUSJON

I undersøkelsen blant hunplanter i basismaterialet (tabell 1), synes populasjonene fra Øst-Finnmark, med innlands- og fjellklima, å ha noe lavere antall fruktemner pr. blomst (Pa 11.3 og If 11.6) enn populasjoner fra områder med mer kyst- og fjordklima i Troms og Nordland (An 14.1 og Kv 13.0). Differansen i antall fruktemner pr. blomst mellom basispopulasjonene (12.5) og de 30 selekterte S1-genotypene (15.1) var i utgangspunktet 20.8

prosent, eller 2.6 fruktemner pr. blomst. Dette må betegnes som mye, og kan blant annet forklares med at intensiteten i seleksjonen var stor.

Ser en på antall ikke befruktede fruktemner i forhold til det totale antall - pr. blomst, var det ikke sikker forskjell mellom populasjonene. Tallene viser imidlertid at mellom 3.3 og 5.1 fruktemner pr. populasjon ikke utviklet seg til modne bærøyne (tabell 1). I middel blir dette hele 31.2 prosent av det totale antall fruktemner pr. blomst. I en senere undersøkelse fant en stor forskjell mellom ulike genotyper fra Andøya populasjonen i evnen til å utvikle befruktede fruktemner til modne bærøyne (tabell 4). Frukttutviklings-prosenten varierte fra under 50 til over 80, og genotypene An 276 (83.8%) og An 278 (70.2%) var blant de beste enten en nyttet en hanplante eller flere ulike hanplanter med top-cross.

Denne frukttutviklings-egenskapen er viktig, og vil bli tatt mer hensyn til i det videre foredlingsarbeidet.

Når det gjelder hanplanter viste resultatene også her stor variasjon mellom genotyper innen basismaterialet. Til tross for at de 13 utvalgte hanplantene (tabell 2) alle ble karakterisert som sterke pollengivere i utgangspunktet,

Tabell 4. Bærvekt og frukttutviklingsprosent hos to hunplanter etter pollinering med en eller flere hanplanter (topcross)

Table 4. Berry weight and percentage of fertilized pistils on two female plants after pollination with only one male or several different males (top-cross)

|        | Antall bær<br>No. of berries |                  | Bærvekt<br>Berry weight |                  | Frukttutviklings-%<br>Fertilizing-% |                  |        |
|--------|------------------------------|------------------|-------------------------|------------------|-------------------------------------|------------------|--------|
|        | En<br>han                    | Flere<br>hanner  | En<br>han               | Flere<br>hanner  | En<br>han                           | Flere<br>hanner  | Middel |
|        | One<br>male                  | Several<br>males | One<br>male             | Several<br>males | One<br>male                         | Several<br>males | Mean   |
| An 276 | 4                            | 9                | 1.9                     | 1.3              | 87                                  | 81               | 83.8   |
| An 278 | 6                            | 2                | 1.4                     | 1.5              | 77                                  | 64               | 70.2   |



viste de etterfølgende observasjonene en variasjon mellom 63 og 94 støvdragere pr. blomst. Genotypene An 30 og An 257, som ble valgt ut for å arbeide videre med, hadde henholdsvis 85.0 og 94.0 støvdragere pr. blomst.

Samtidig med at en undersøkte fruktutviklingsprosenten hos 10 forskjellige hunplanter, observerte en "befruktningsevnen" hos de deltagende hanplantene. Her var resultatet for genotypene An 30 og An 257, målt i middel på 10 hunplanter følgende:

An 30: 90.2% befruktning av totalt antall fruktemner.

An 257: 75.3% befruktning av totalt antall fruktemner.

Studerer en resultatet blant de selekterte S1-hunplantene (tabell 3) viser materialet fortsatt meget stor variasjon enda etter første seleksjonsomgang. Antall fruktemner varierte fra under 10 pr. blomst for de svakeste - til over 20 pr. blomst for de sterkeste genotypene. Antall blomster varierte fra under 0.5 pr. plante (2 stk. pr. m<sup>2</sup>) for de svakeste - til omkring 4 pr. plante (70-80 pr. m<sup>2</sup>) for de sterkeste -, og antall skudd varierte fra under 2 pr. plante (ca. 30 pr. m<sup>2</sup>) for de svakeste - til over 20 pr. plante (404 - 514 pr. m<sup>2</sup>) for de sterkeste genotypene.

Da dette er første gang en forsøker å lage et sortsmateriale i molte, har en ikke sorter å sammenligne de selekterte genotypene med. For at en skal kunne ha et visst praktisk mål å holde seg til kan det være interessant å sammenligne de potensielle avlingene fra dette materialet med avlinger oppnådd i forsøk med kultivering av naturlig molteland tidligere. I forsøk med gjødsling har en vært oppe i toppavling på 50 - 60 kg pr. daa i gode bærår. Blomstertettheten var da oppe i godt over 100 pr. m<sup>2</sup>, og bærvekten var ca. 1 gram i middel (Rapp 1989). Hos de beste selekterte geno-

typene her var det lett å oppnå en middel bærvekt på 1.5 gram (jfr. tabell 4). Regner en da med 70 - 80 blomster og bær pr. m<sup>2</sup>, kommer en opp i bæravlinger mellom 105- og 120 kg pr. daa. Avlingspotensialet for de beste selekterte genotypene synes med andre ord å ligge på det dobbelte av det en har oppnådd på kultiverte forsøksfelt i naturlig moltebestand.

Indekspoengene (tabell 3), basert på antall fruktemner pr. blomst, antall blomster pr. plante og antall skudd pr. plante, varierer fra under 50 poeng for de dårligste til over 120 poeng for de beste genotypene. Blant disse hadde genotypene An 276 og An 278 fra kystpopulasjonen Andøya høyest indeks med henholdsvis 125.7 - og 122.9 poeng. Genotype If 542 fra Ifjordfjell populasjonen og KA 473 fra Kautokeino populasjonen hadde tredje og fjerde høyeste indeks med henholdsvis 120.9 - og 117.5 poeng, mens An 105 er femte genotype med over 100 poeng (108.4) på indeksen.

Størrelsen på den "økonomiske" verdi for de ulike egenskapene i indeksen er viktig, og svært avgjørende for resultatet. Her valgte en å legge noe høyere vekt på bærstørrelse (stort antall fruktemner pr. blomst)(35%) og antall blomster pr. plante (35%), enn på spredningsevnen (antall skudd pr. m<sup>2</sup>)(30%). Dersom en i motsatt fall legger størst vekt på spredningsevnen (40%) foran antall fruktemner (30%) og antall blomster (30%), kommer genotype If 542 ut med høyest indeks (120.5) foran An 276 (120.0). Deretter følger Ka 473 (118.3 poeng), An 278 (117.4 poeng) og An 105 (114.1 poeng). Uansett hvilke økonomiske verdier en setter på de tre seleksjonsegenskapene, kommer de nevnte 5 populasjonene best ut i poengsum. Dette styrker tilliten til fremgangsmåten i seleksjonsarbeidet, og gjør det endelige sortsutvalget lettere.

Da målet er (foreløpig) å få frem en sort (genotype) som egner seg for kyst- og fjordstrøk, og en sort som egner seg for steder med

mer innlandsklima, valgte en til slutt ut An 276 og If 542, fra henholdsvis kyst- og fjordstrøk og innlandstrøk, som en vil søke offisiell sortsgodkjenning for. At det rent genetisk er grunnlag for egne sorter for ytre og indre strøk viser blant annet tidligere undersøkelser av Rapp & Stushnoff (1979) der en fant sikker forskjell i frostherdighet mellom populasjoner fra indre og ytre strøk i Nord-Norge.

Også av hanplanter vil en søke om sortsgodkjenning for to genotyper, An 30 og An 257. Dette hovedsaklig fordi en vil sikre seg mot innavlsdepresjon i det foredlede materialet.

De utvalgte genotypene er en nå i gang med å oppformere som elite. I tilfelle godkjenning for praktisk dyrking, kan en raskt komme i gang med produksjon av stamplanter fra eliten, og deretter produksjon av bruksplanter med tanke på kommersialisert bruk.

Beskrivelsen av de fire genotypene som skal søkes sortsgodkjenning på blir da følgende:

An 276. Hunplante. Opphav, Andøya, Nordland. Best egnet for kyst- og fjordstrøk. Storvokst, stor bladstørrelse. Mørk grønnfarge. God vegetativ spredningsevne. Stort antall blomster pr. plante og m<sup>2</sup>. Stort antall fruktemner pr. blomst (19.5). Store bær, god avling. Halvsein bærmodning.

If 542. Hunplante. Opphav, Ifjordfjell, Finnmark. Best egnet for innlandsstrøk. Kortvokst, middels bladstørrelse. Lys grønnfarge. Meget god vegetativ spredningsevne. Stort antall blomster pr. plante og m<sup>2</sup>. Middels antall fruktemner pr. blomst (14.5). Middels bærstørrelse, god avling. Tidlig bærmodning.

An 30. Hanplante. Opphav, Andøya, Nordland. Allsidig bruk. Middels plantestørrelse. God vegetativ spredningsevne. Stort - middels antall blomster pr. plante og m<sup>2</sup>. Stort antall støvdragere (85) pr. blomst. Middels tidlig blomstring.

An 257. Hanplante. Opphav, Andøya, Nordland. Storvokst. Middels vegetativ spredningsevne. Stort - middels antall blomster pr. plante og m<sup>2</sup>. Stort antall støvdragere (91) pr. blomst. Halvsein blomstring.

#### SAMMENDRAG

En indirekte seleksjon for større bæravling, gjennom antall fruktemner pr. blomst (35%), og antall blomster (35%) og skudd (30%) pr. plante og pr. m<sup>2</sup>, er utført blant hunplanter i 5 populasjoner molte etter en kombinasjon av tandem metode og en indeks metode med "økonomiske" verdier (i %) på fenotypisk grunnlag.

Samtidig er det gjort seleksjon blant hanplanter for god pollengiverevne gjennom antall støvdragere pr. blomst og antall blomster og skudd pr. plante.

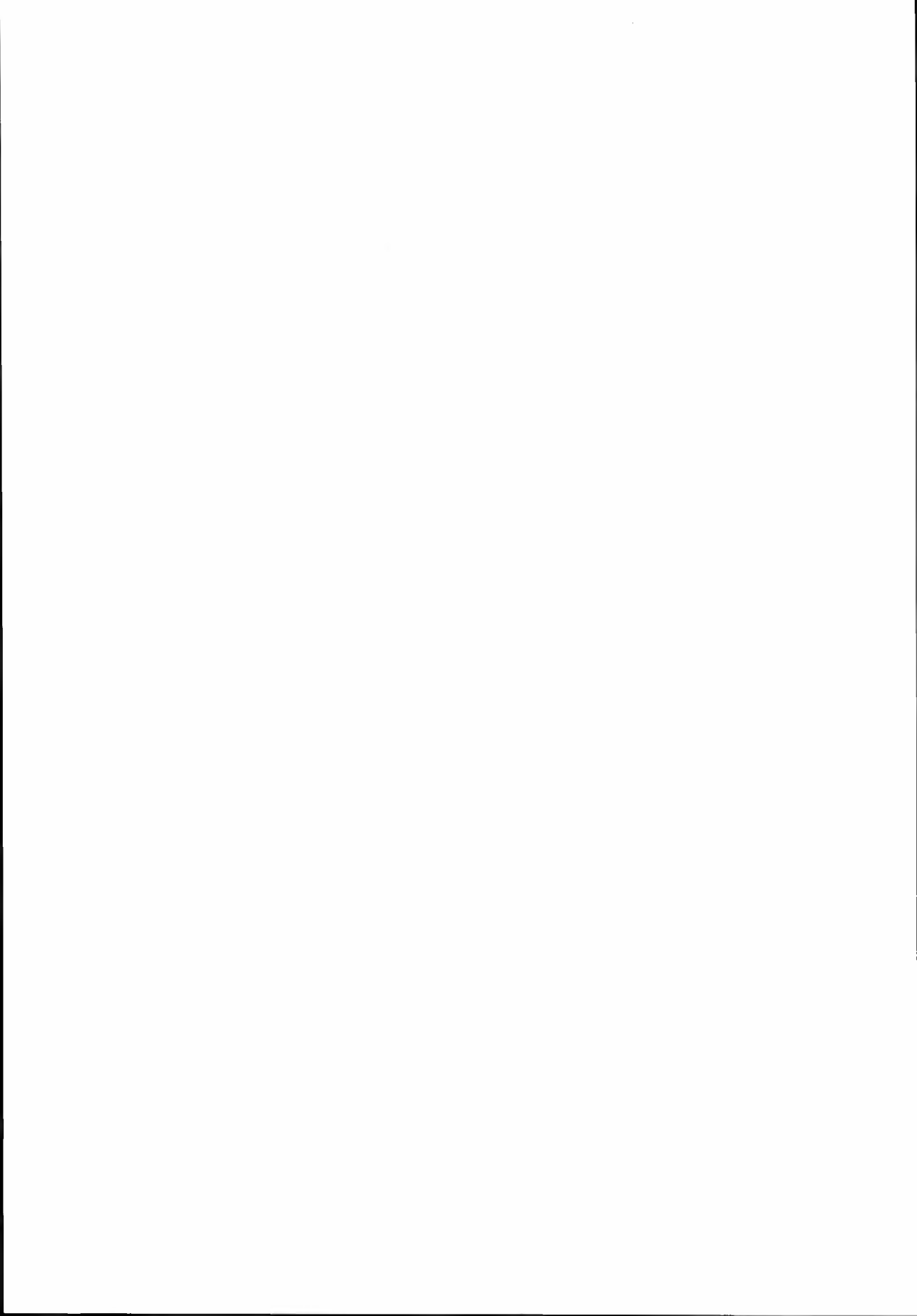
Hunplantene An 276 (fra Andøya populasjonen) og If 542 (fra Ifjordfjell populasjonen) er selektert for bruk i henholdsvis kyst- og fjordklima og innlandsklima. For å unngå innavlsdepresjon, ble begge de to beste hanplantene An 30 og An 257 (fra Andøya populasjonen) selektert som pollengivere. Til slutt er det gitt en beskrivelse av de 4 selekterte genotypene med tanke på sortsgodkjenning for praktisk bruk. An 276 er storvokst og har store bær (19.5 fruktemner pr. blomst). If 542 er mer kortvokst og har middels bærstørrelse (14.5 fruktemner pr. blomst). Begge hunplante-genotypene har stort antall blomster pr. plante og pr. m<sup>2</sup> og god spredningsevne. Av hanplante-genotypene kan An 30 brukes mer allsidig enn An 257, men begge har mange støvdragere pr. blomst (85 og 94) og gode blomstrings- og spredningsegenskaper.

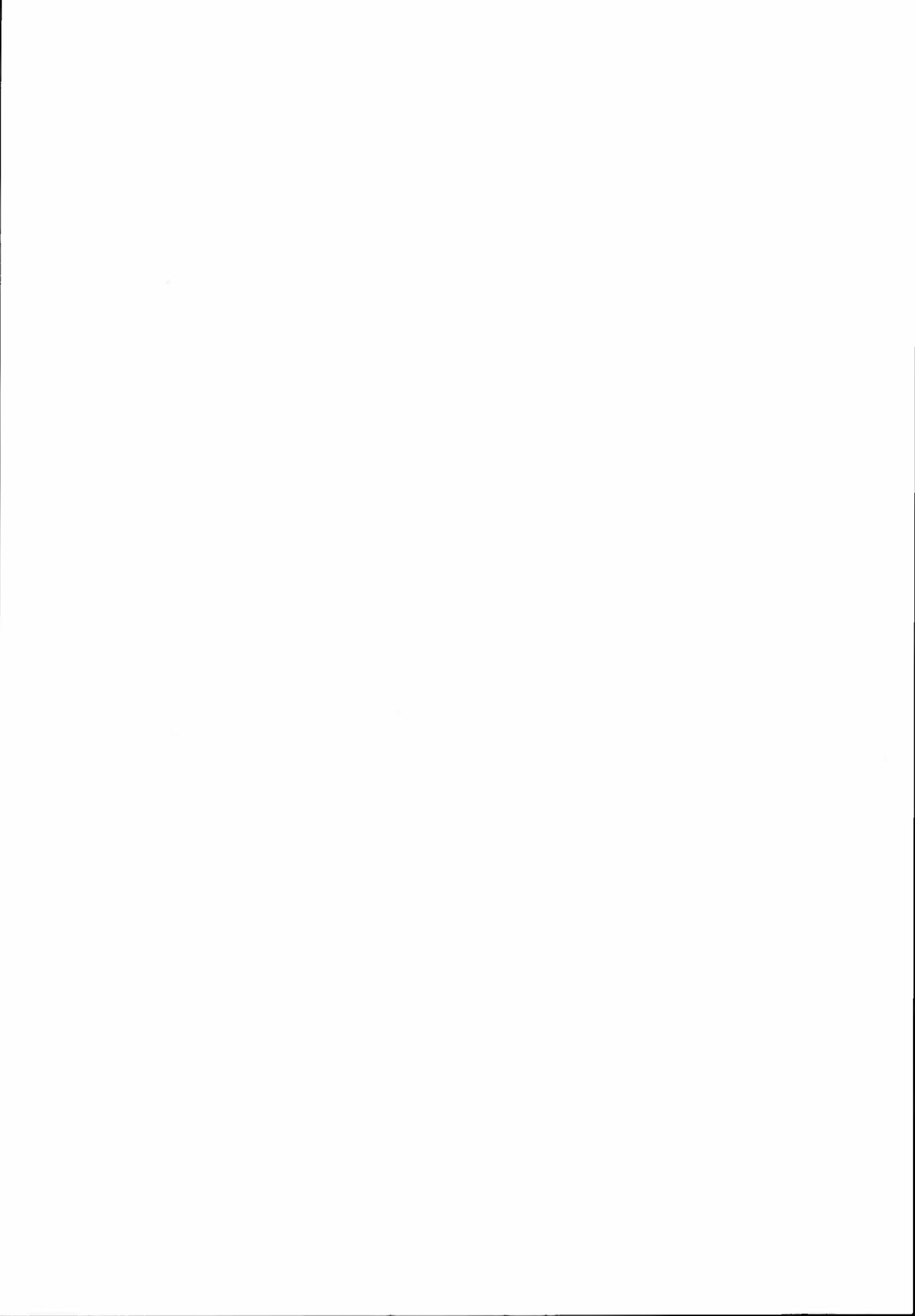
## ETTERORD

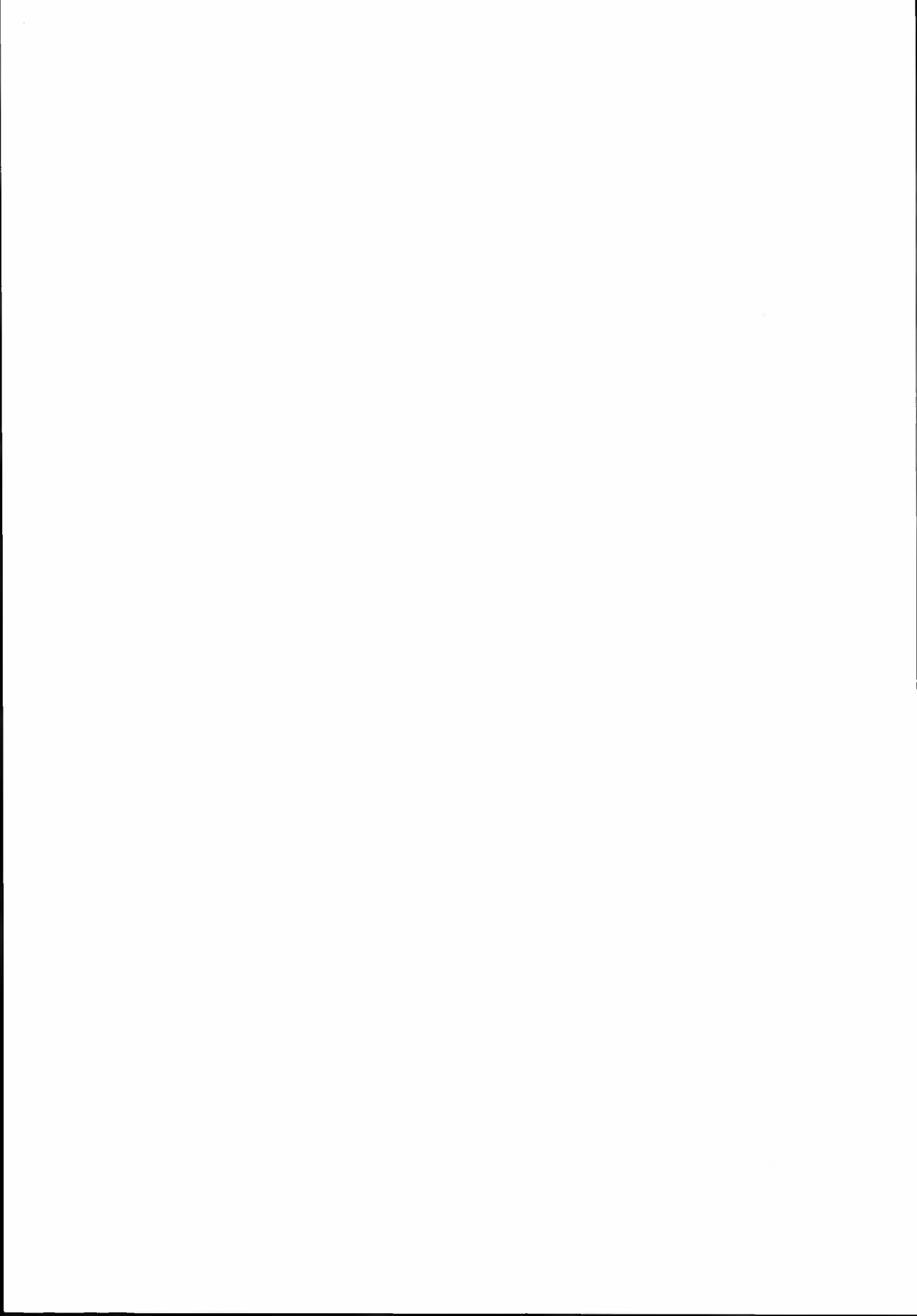
Mange takk til fagassistentene Marianne Svenske og Hermod Nilsen for utmerket forsøksarbeid, og takk til professor dr. Knut Aastveit, Ås, og forskerkolleger ved Holt for gjennomlesing og kritikk av manuskriptet.

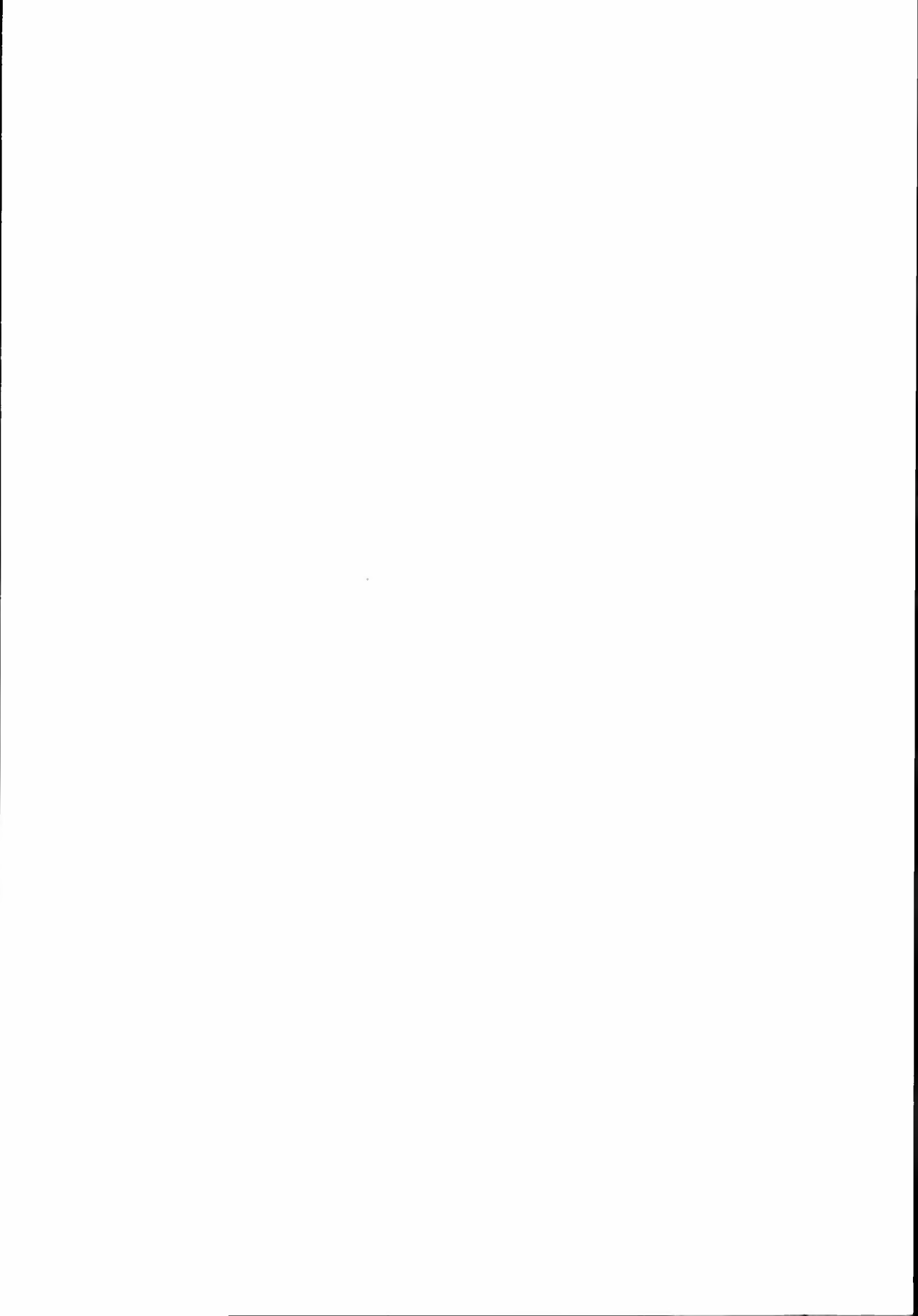
## LITTERATUR.

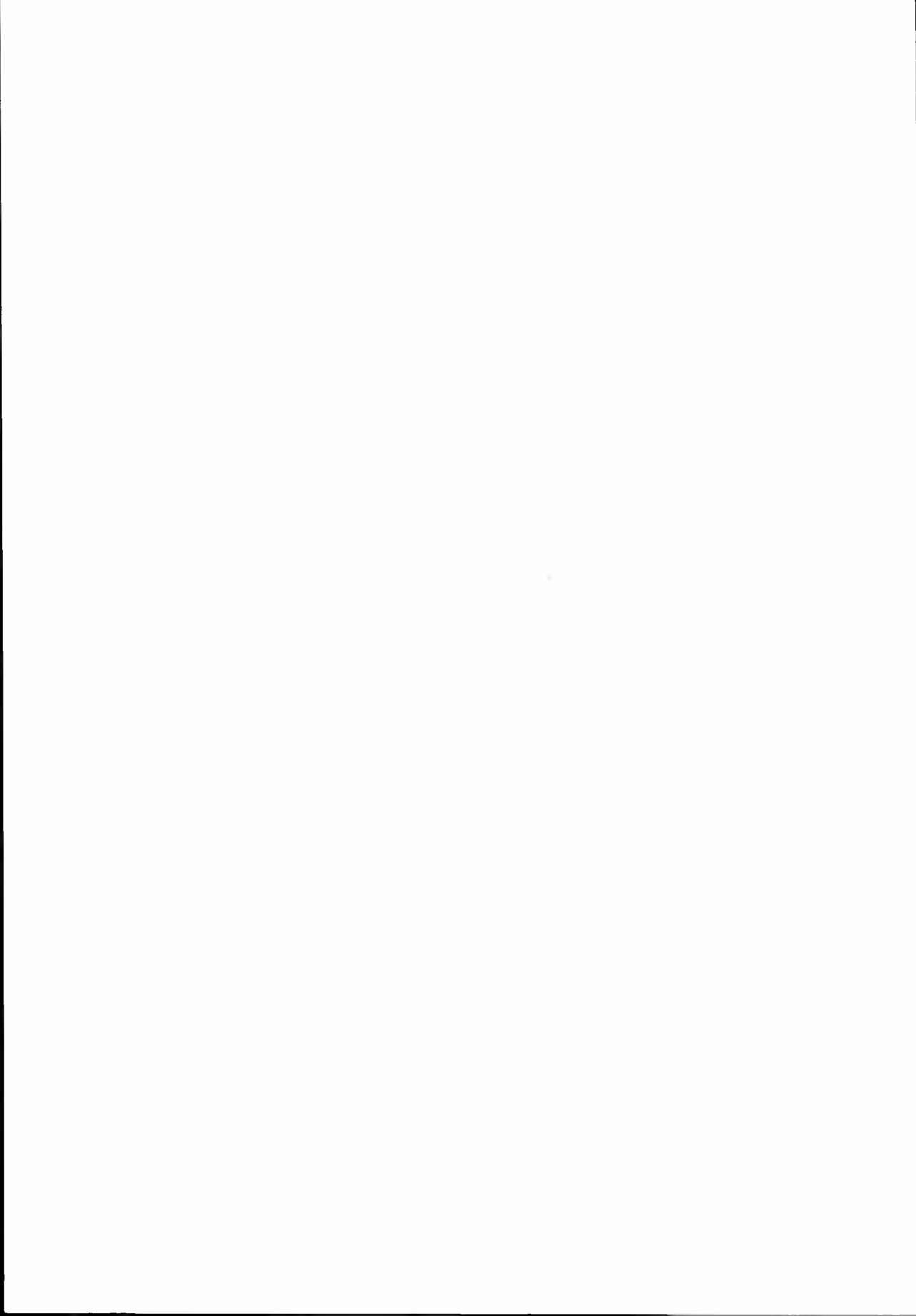
- Aastveit, K. 1983. Measurement of variation and selection in plant breeding. *Acta Agric. Scand.*, Suppl. 23 (1983): 68-71.
- Bottengård, E. & K. Rapp 1980. Gjødsling av moltemyr. Brosjyre. Univ. i Tromsø og SFL Holt, Tromsø.
- Gallais, A. 1984. Use of indirect selection in plant breeding. *Proc. 10th Congress of Eucarpia*. Pudoc, Wageningen: 45-60.
- Hazel, L. N. & J. L. Lush 1942. The efficiency of three methods of selection. *J. Heredity* 33:476-490.
- Pezek, J. 1981. Multitrait selection in plant breeding. *Proc. fourth Eucarpia meeting of the section Biometrics in Plant breeding*. Poitiers, France. Supl. 2-4, 1981:229-262.
- Rapp, K. 1981. Kultivering av moltemyr. *Landbrukets Årbok* 1981. Tanum-Norli, Oslo:270-275.
- Rapp, K. 1986. Vegetativ oppformering av molte (*Rubus chamaemorus* L.). *Jord og Myr* nr. 1:1-11.
- Rapp, K. 1987. Om kjønnsfordeling og kjønnsdifferensiering hos molte (*Rubus chamaemorus* L.). *Jord og Myr* nr. 1:1-11.
- Rapp, K. 1989a. Gjødsling til molte. *Jord og Myr* nr. 4:109-129.
- Rapp, K. 1989b. Number of pistils, an alternative criterion when selecting for high productivity in *Rubus*. *Norwegian Journal of Agricultural Science* 2:1-4.
- Rapp, K. 1990. Foredling i molte. *Norsk Landbruksforskning Suppl.* No. 9:205-210.
- Rapp, K. 1991. Metoder for kultivering av moltemyr. *Landbrukets Årbok* 1991. Tanum-Norli, Oslo:232-236.
- Rapp, K. & K. Steenberg 1977. Studies of phosphorus uptake from different depths in cloudberry mires using P32-labelled fertilizer. *Acta Agr. Scand.* 27:319-325.
- Rapp, K. & C. Stushnoff 1979. Artificial freezing of *Rubus chamaemorus* L. for estimation of genetic components of cold hardiness. *Meld. Norges Landbrukshøgskole* 38 (15):1-14.
- Wright, A. J. 1985. Unconventional uses of indirect and index selection. *Proc. 10th Congress of Eucarpia*. Pudoc, Wageningen:69-71.



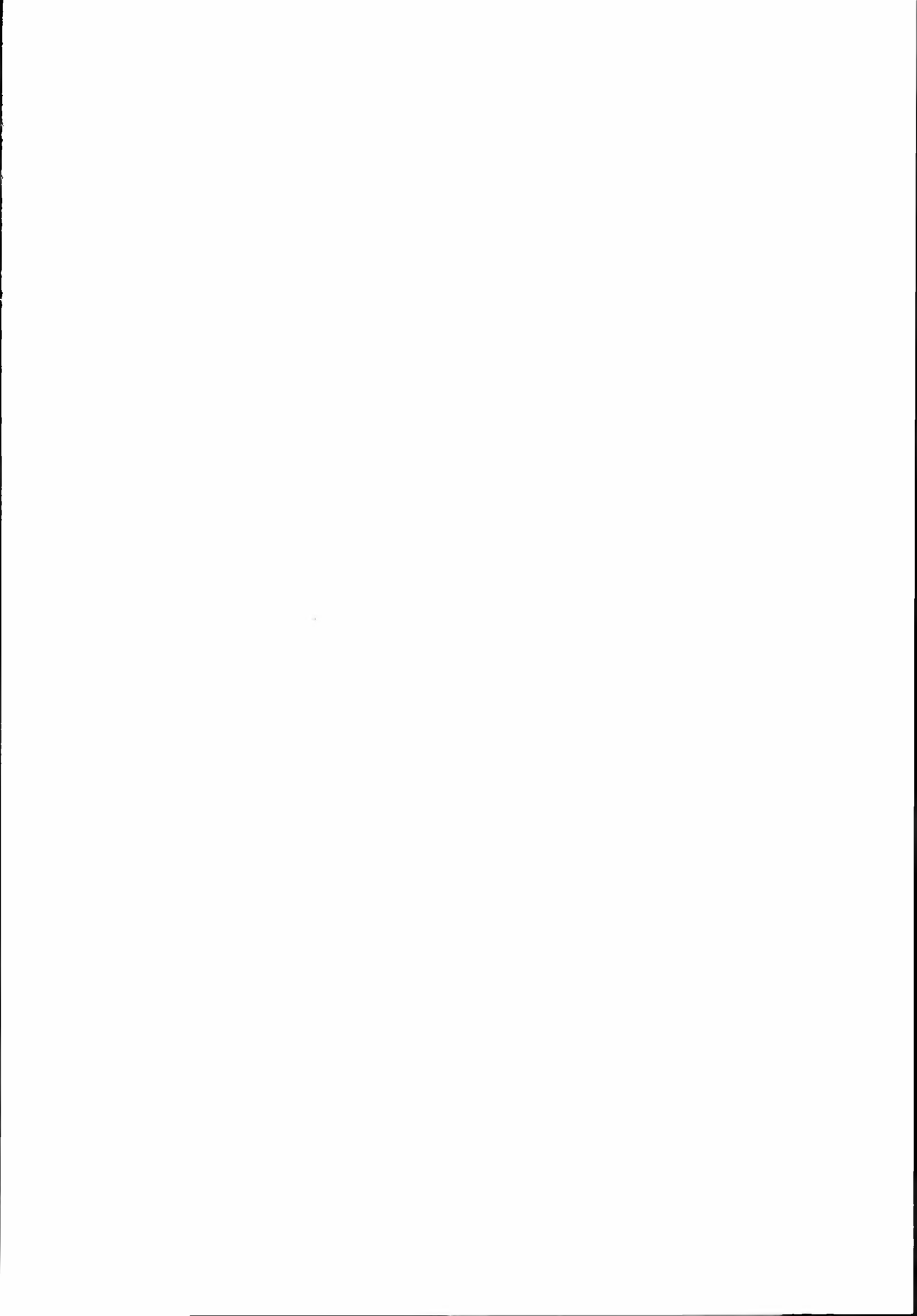


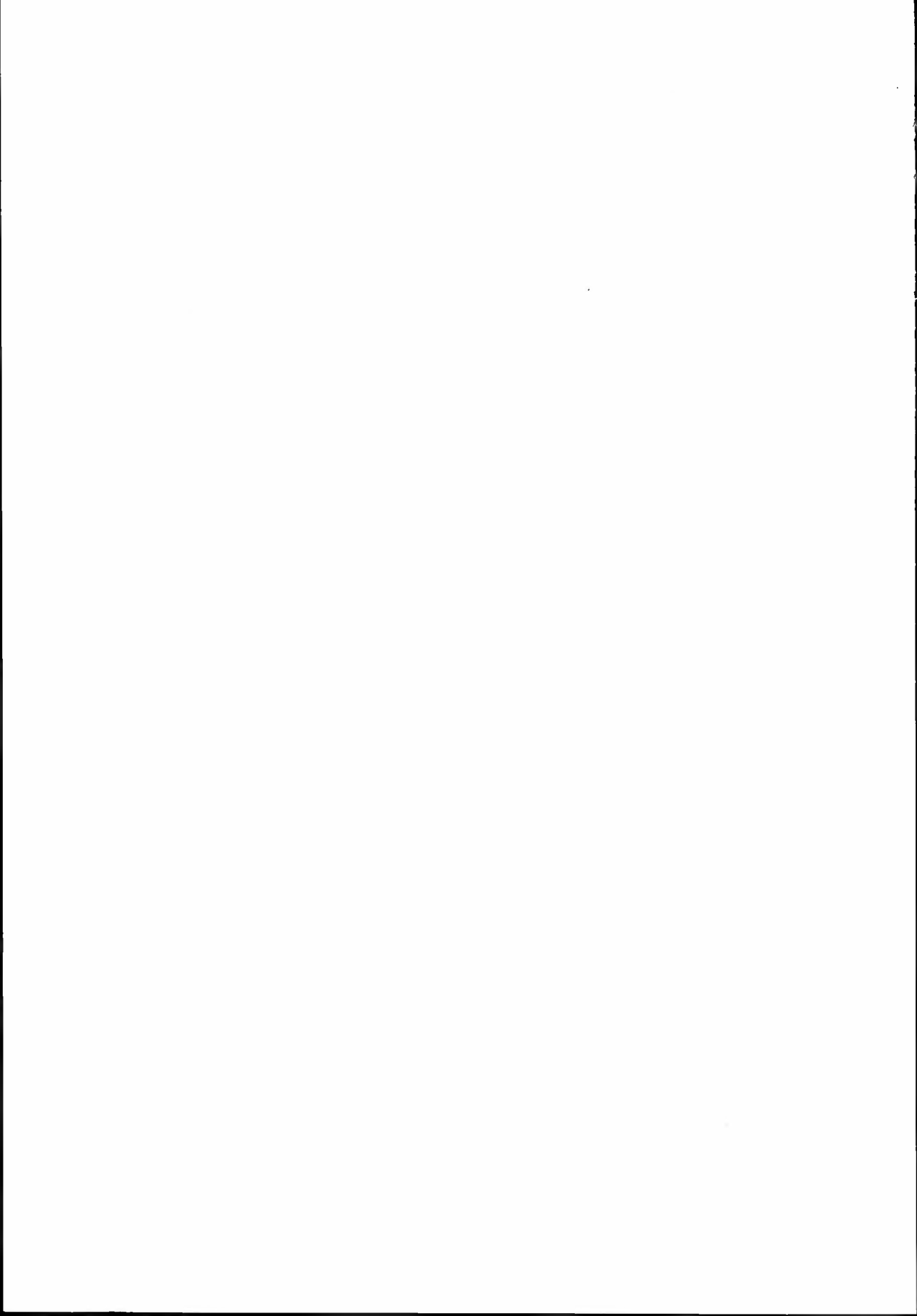












## RETTLEIING FOR FORFATTARAR

## MANUSKRIPDET

Manuskriptet skal vera maskinskrive på ei side av papiret. Bruk 8 mm lineavstand (3 linjer per tomme) og ein marg på minst 3 cm. Lat kvar av dei følgjande holkane byrja på nytt ark: (1) tittel, (2) utdrag og nøkkelord, (3) teksta, (4) etterord, (5) litteraturliste, (6) tabellar, (7) figurtekster.

Nummerer sidene med 1 på tittelsida.

Artikkelen skal normalt vera delt inn i (1) innleiing, (2) materiale og metodar, (3) resultat, (4) drøfting og (5) samandrag.

Det kan brukast tre gradar av underoverskrifter, som deler opp og klargjer teksta. Artiklane skal vera så korte som råd og vanlegvis ikkje lengre enn 20 manussider medrekna tabellar og figurar. Dei må sendast redaksjonen i to eksemplar.

## TITTELSIDA

På tittelsida skal stå:

1. Tittelen på artikkelen.

Gjer tittelen presis, men så kort som råd. Undertittel kan brukast, men og han må vera stutt. Både tittel og undertittel skal vera omsette til engelsk.

2. Ein forkorta tittel, som skal brukast som kolumnetittel, og som ikkje bør vera på meir enn 40 bokstavar.

3. Fullt namn på alle forfattarar.

4. Namn og adresse på institusjonar og/eller avdelingar med fagleg ansvar for granskinga. Institusjonsnamna skal også vera på engelsk.

## UTDRAG OG NØKKELORD

Utdrag og nøkkelord skal vera på engelsk (abstract, key words). Bruk nøkkelord som er lista i *Agrovoc*. Utdraget skal ikkje vera lengre enn 150 ord. Det skal gi eit kort samandrag av artikkelen med hovudvekt på resultat og konklusjonar og mindre vekt på føremålet med granskinga og metodane. Bruk berre standard forkortingar i utdraget.

Bruk ikkje fleire enn 10 nøkkelord, som skal først opp alfabetisk. Oppgi namn og adresse på den forfattaren som skal ta imot eventuell korrespondanse, korrektur og særprent.

## ETTERORD

Takk skal rettast berre til personar som har ytt noko vesentleg til granskinga. Forfattaren skal sikra seg at personar som vert nemnde, kan gå god for resultat og konklusjonane i artikkelen.

## TABELLAR

Skriv kvar tabell med 8 mm lineavstand på eige ark. Nummerer tabellane med arabiske tal. Gi kvar tabell ei stutt, men dekkjande tekst så lesaren kan skjønne tabellen utan å sjå i artikkelteksta. Bruk fotnotar til forklaring av forkortingar o.l., og bruk desse symbola i rekkjefølgja: <sup>1)</sup>, <sup>2)</sup>, <sup>3)</sup>, <sup>4)</sup>, <sup>5)</sup>.

Unga loddrette og vassrette linjer i tabellane. Tabellteksta og all tekst i tabellen skal vera omsett til engelsk.

## FIGURAR

Alle illustrasjonar vert rekna som figurar. Dei skal nummererast med arabiske tal. Bokstavar, tal og symbol må vera klare, stå i høve til kvarandre og vera store nok til å tåla minsking. Forfattaren bør gjera seg opp ei meining om figurane skal dekkja 1, 1½ eller 2 spaltar og teikna figurane slik at tal og bokstavar i alle vert om lag like store etter minskinga. Fotografii bør vera så nær den prenta storleiken som mogleg. Om forstørring eller minsking er viktig for fotografiet, bør målestokken stå på baksida av fotografiet og ikkje i teksta til bildet. Kvar figur skal ha ei tekst som gjer han skjonleg utan å sjå i artikkelteksta. Alle figurtekstene skal skrivast på eige ark og med engelsk omsetjing.

## LITTERATURTILVISINGAR

I teksta vert det vist til litteratur ved forfattarnamn og årstal etter Harvardsystemet: Høeg (1971) eller (Høeg 1971). Eit arbeid av to forfattarar vert vist til ved begge namna kvar gong: Oen & Vestrheim (1985) eller (Oen & Vestrheim 1985). Når det er fleire enn to forfattarar, skal ein visa til første forfattaren med tillegget «et al.»: Aase et al. (1977) eller (Aase et al. 1977).

Litteraturlista vert ordna alfabetisk etter forfattarnamn, og under kvar forfattar i kronologisk orden. Er ein vist til fleire publikasjonar av same forfattar same året, må ein føya til a, b osv. etter årstalet både i litteraturlista og ved tilvising i teksta.

Høeg, O.A. 1971. Vitenskapelig forfatterskap. 2. utg. Universitetsforlaget, Oslo, 131 s.

Junttila, O. & I. Schjelderup 1984. Seed production and vivipary in timothy (*Phleum pratense* L.), s. 51–55 i H. Riley & A.O. Skjelvåg (red.), *The Impact of Climate on Grass Production and Quality*. Proceedings of The 10th General Meeting of The European Grassland Federation, Ås–Norway 26–30 June 1984.

Oen, H. & S. Vestrheim 1985. Detection of non-volatile acids in sweet cherry fruits. *Acta agriculturae scandinavica* 35: 145–152.

Strømnes, R. 1983. Maskinell markberedning og manuell planting. *Landbrukets årbok* 1984: 265–278.

Uhlen, G. 1968. Nitrogen gjødsling til ettårig raigras. *Jord og avling* 10 (3): 5–8.

Aase, K.F., F. Sundstøl & K. Myhr 1977. Forsøk med strandrøyr og nokre andre grasartar. *Forskning og forsøk i landbruket* 27: 575–604.

Legg merke til at:

- Berre første forfattaren skal ha etternamnet først
- Teiknet & vert brukt mellom forfattarnamn
- Årstalet etter forfattarnamnet er prenteariet for publikasjonen
- Heftenummer vert sett i parentes etter band/årgangsnummer. Heftenummer vert teke med berre når kvart hefte byrjar med side 1
- Det skal brukast kolon framfor sidetal for tidsskriftartiklar
- Årstal skal nyttast der band/årgangsnummer vantar
- Ved tilvising til bok skal forlag og utgjevarstad først opp etter tittelen på boka. Dersom boka har komme i fleire utgåver, skal det står kva for utgåve som er nytta
- Det vert ikkje tilrådd å forkorta namnet på publikasjonar. Eventuelle forkortingar bør følgja *World List of Scientific Periodicals* med tillegg av BUCOP, *British Union Catalogue of Periodicals*

## FORKORTINGAR

Bruk standard forkortingar. Avstyttingar som ikkje er standard, skal forklarast i teksta første gongen dei vert brukte. Kvantum og einingar skal vera i samsvar med «Système International d'Unités» (SI).

## KORREKTUR

Første korrektur, som er på ferdigmonterte sider, vert send til forfattaren, som straks les gjennom og returnerer korrektoren til redaksjonen. Prentefeil skal rettast med blått og eventuelle endringar som forfattaren gjer, med raudt. Andre korrektur vert lesen av redaksjonen.

## SÆRPRENT

Saman med førstekorrektoren til forfattaren vert det sendt ei prislise og eit kort til tinging av særprent. Forfattaren får 50 særprent gratis. Tinginga må sendast redaksjonen saman med korrektoren.

Statens Plantevern  
Botanisk avd.  
Boks 70  
1432 ÅS

## Norsk landbruksforskning

Vol. 5 1991 Nr. 4

| Innhold/Content  | Side/Page  |
|--|--|
| Driftskontrollen i grovfôrdryrkinga, en database .....<br>for avlings-, jord- og klimadata<br><i>Grassland survey in Norway, a database for yield,<br/>soil information and climate</i>  | Trond Knapp Haraldsen & ..... 279<br>Terje Waag      |
| Arbeidsbelastning ved manuell handtering av sekker .....<br>med forskjellig vekt<br><i>Workload in manual handling of sacks with various weight</i>  | Anne Bjørg Hagerup & ..... 305<br>Jan Reiling        |
| Vinterproduksjon av veksthusagurker<br>Virkning av belysningsstyrke, plantetetthet og CO <sub>2</sub> -tilskudd ..<br><i>Winter production of greenhouse cucumbers<br/>Effects of illuminance, plant space and CO<sub>2</sub>-enrichment</i> | Svein O. Grimstad ..... 333                          |
| Lågproteinfôr og treonintilskudd til kyllinger og verpehøner ...<br><i>Low protein diets and threonin supplement to chicks and<br/>laying hens</i>   | Sverre Lund ..... 343                                |
| Samanlikning av høy og høy/fôrrapssurfôr som grovfôr .....<br>til mjølkegeit<br><i>Comparison of hay only and hay/rape silage as roughages<br/>for dairy goats</i>   | Edith Ndemanisho, Joy Bruce & . 355<br>Lars Olav Eik |
| Seleksjon og sortsutvikling for større bæravling hos .....<br>molte ( <i>Rubus chamaemorus</i> L.)<br><i>Selection for high berry yield, and development of varieties<br/>of cloudberry (Rubus chamaemorus L.)</i>                           | Kåre Rapp ..... 359                                  |

Statens fagteneste for landbruket, Moerveien 12, 1430 Ås, Norge  
Norwegian Agricultural Advisory Service, Moerveien 12, 1430 Ås, Norway