

Regnorme uddrevet med strøm i forsøg med direkte såning og pløjning

Effects of direct drilling and ploughing on populations of earthworms

Annette Andersen

Resumé

På fem forskellige jordtyper blev der i 1984–86 i fastliggende forsøg med direkte såning og pløjning uddrevet regnorme ved hjælp af strøm.

Der var på de fleste jordtyper en generel, aftagende tendens i antal af regnorme i denne periode, hvilket sandsynligvis kan tilskrives de to kolde vintre i 1984/85 og 1985/86 samt den meget tørre sommer i 1986. På den grovsandede jord fandtes derimod ingen regnorme i 1984, mens der i efteråret 1986 var ca. 6 pr. m² i direkte såede parceller.

På alle lokaliteter var der i efteråret 1986 signifikant flere regnorme af en eller flere arter ved undladdelse af pløjning. Forskellen var mest udpræget for stor regnorm og skovregnorm. Efter direkte såning var disse arter henholdsvis 9 og 66 gange så talrige som efter pløjning, hvor der gennemsnitligt for alle arter kun var halvt så mange regnorme som efter direkte såning.

Artssammensætningen var forskellig for hver lokalitet. De hyppigste arter var grå orm og grøn orm; herefter fulgte stor regnorm, rosa orm samt lang orm, som kun forekom på én lokalitet, hvor den til gengæld var dominerende. Desuden fandtes skovregnorm på tre lokaliteter, medens mørk regnorm og løvregnorm kun forekom sporadisk.

Generelt bestod mellem 50 og 70% af populationerne af unge, ikke kønsmodne individer. Der sås ingen effekt af jordbearbejdning på dette forhold.

Efter direkte såning var biomassen af regnorme mere end tre gange så stor som efter pløjning.

Nøgleord: Regnorme, arter, direkte såning, pløjning, strøm.

Summary

Earthworm densities were estimated in direct drilled and ploughed plots on five different soil types (sandy soil – clay soil) over three successive years (1984–86).

During the study period the number of earthworms declined, which was most likely caused by two cold winters, 1984/85 and 1985/86, and a very dry summer in 1986. In direct drilled sandy soil however, density was 6 per m² in 1986, while in 1984 none were found at all.

At all sites there was a significant positive effect of direct drilling in 1986. The positive effect was most pronounced on *Lumbricus rubellus* and *L. terrestris*, the density of which increased by 66 and 9 times respectively. On an average of all species, the density was doubled.

The most numerous species were *Aporrectodea caliginosa* and *Allolobophora chlorotica*, followed by *Lumbricus terrestris* and *Aporrectodea rosea*. *Aporrectodea longa* was only found at one site, where it was dominating. *Lumbricus rubellus* occurred at three sites, while *L. festivus* and *L. castaneus* were the least common species.

Juvenile individuals generally made up 50–70% of the populations, irrespective of treatment i.e. direct drilling or ploughing.

As an effect of direct drilling, biomass of earthworms increased three times.

Key words: Earthworms, species, direct drilling, ploughing, electricity.

Indledning

Regnormene udgør et vigtigt led i de biologiske processer i jorden. Det har vist sig, at de har en række effekter på jordens fysiske, kemiske og biologiske egenskaber (14). F.eks. kan de øge tilgængeligheden af næringsstoffer i jorden, især de tungtopløselige plantenæringsstoffer som f.eks. råfosfater (15).

De her beskrevne undersøgelser er et led i udforskningen af, hvordan forskellige former for jordbearbejdning indvirker på regnormene (9, 10, 13, 24, 26, 27, 6, 1). I forbindelse med jordbearbejdning må anvendelsen af direkte såning og den normale fremgangsmåde med pløjning og såbedsharvning betragtes som to yderpunkter. Blandt andet i England har direkte såning helt uden jordbearbejdning været benyttet i væsentligt omfang, og det blev fundet, at metoden resulterede i en større population af regnorme. Specielt

favoriseredes de dybtgravende arter som *Lumbricus terrestris*, stor regnorm (5, 8).

I fastliggende forsøg og især forsøg, hvor jordbearbejdning indgår, er elektrisk regnormeudrivning ideel, da metoden ikke er destruktiv. Elektriske uddrivningsmetoder er beskrevet af *Doeksen* (4), *Satchell* (19), *Edwards* og *Lofty* (7), *Rushton* og *Luff* (18) og senest *Thielemann* (23), som har udviklet den hidtil mest effektive.

Elektricitet er her for første gang beskrevet og benyttet som metode til undersøgelser over regnormepopulationer i danske jorde.

Forsøgsbeskrivelse

Undersøgelserne blev foretaget i fastliggende forsøg i to forsøgsled: 1 = pløjning (traditionel jordbearbejdning og såning) og 2 = direkte såning (fuldstændig undladelse af jordbearbejdning).

Table 1. Oversigt over forsøgslokaliteter, jordtyper og sædskifter.
Survey on localities, soil types and crop rotations.

Lokalitet <i>Locality</i>	Jordtype <i>Soil type</i>	Ler % <i>Clay %</i>	Sædskifte <i>Crop rotation</i>
Korntved	grovsand <i>coarse sand</i>	4,6	byg, rug <i>barley, rye</i>
Travsted	grov. lerbl. sand <i>coarse claymixed sand</i>	7,6	byg, havre, vinterhvede <i>barley, oats, winter wheat</i>
Ballum	fin lerbl. sand <i>fine claymixed sand</i>	8,1	byg, vinterhvede <i>barley, winter wheat</i>
Bygholm	fin sandbl. ler <i>fine sandmixed clay</i>	11,8	byg, raps, vinterhvede <i>barley, rape, winter wheat</i>
Højer	ler <i>clay</i>	19,0	byg, vinterhvede <i>barley, winter wheat</i>

Forsøgene blev udført på fem forskellige jordtyper, se tabel 1. Forsøgene beskrives af *Rasmussen* (17). Parcellerne var 70–200 m² store. Det gælder dog ikke arealerne ved Bygholm, som var på 1,1–1,3 ha. Sidstnævnte forsøg blev ledet af Statens jordbrugstekniske Forsøg, Bygholm, og omfattede tre delforsøg, mens der på de øvrige lokaliteter var to delforsøg med 3–4 blokke i hver. Der blev udført 3–4 prøvetagninger pr. blok. Forsøgene blev anlagt i 1981 på de to lerjorde, i 1983 på den fine lerblandede sandjord og i 1982 på de to øvrige sandjorde.

Der benyttedes sædskifter, se tabel 1. Efter udvintring af vinterhveden blev denne afgrøde nogle år erstattet med byg og vårhvede ved henholdsvis Ballum og Højer. På alle lokaliteter foretoges halmafbrending, og sprøjtning skete fælles for begge forsøgsled.

Prøvetagning fandt sted før forårs- eller efterårsbearbejdning, hvor regnormepopulationen i begge forsøgsled antoges at være relativt stor og jordstrukturen mindst forskellig. Prøvetagnings-tidspunkter fremgår af fig. 5 – undtagen for Korn-tved, hvor der kun blev taget prøver i foråret 1984 samt i efteråret 1986.

Metode

Regnormene blev uddrevet af jorden ved hjælp af elektrisk strøm.

Strømmen leveredes af en benzindrevet jævnstrømgenerator (1,5 kW, 220 volt). Hertil var forbundet en transformer (220 → 110 volt) og et amperemeter, hvor strømstyrken kunne aflæses, fig. 1.

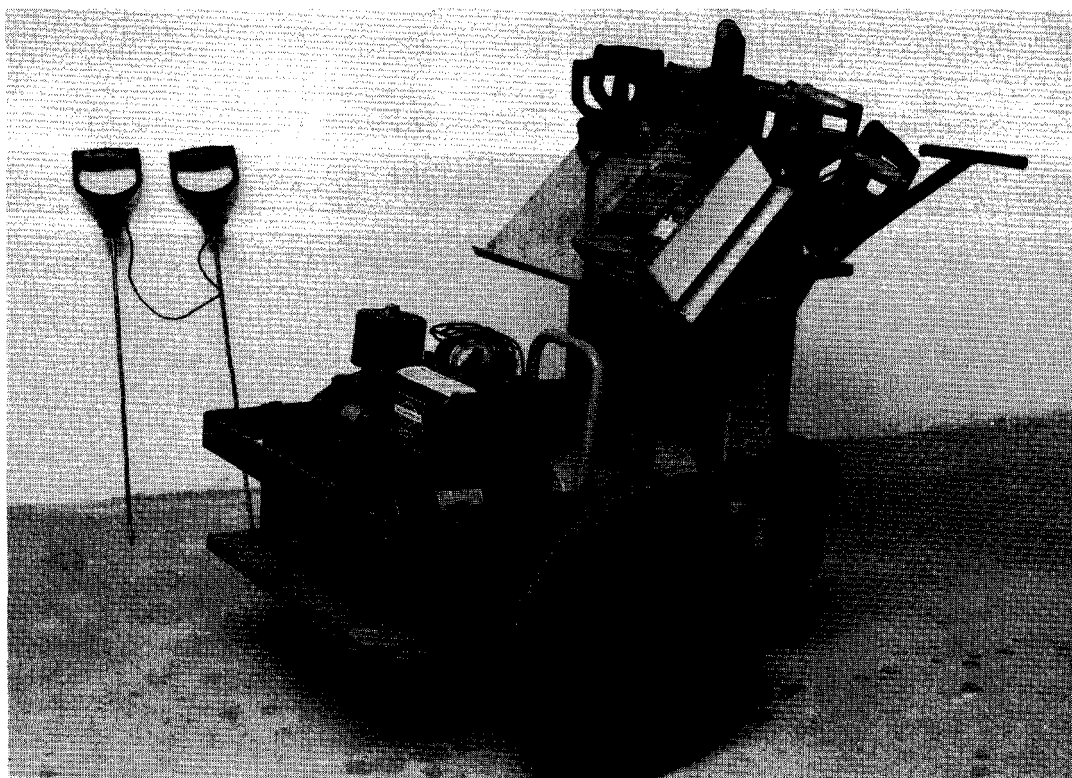


Fig. 1. Uddrivningsudstyr.
Expelling equipment.

Prøvefladerne var 60×60 cm ($0,36$ m²) og afgrænsedes med en ramme. Heri placeredes ved hjørnerne to par indbyrdes forbundne spyd af rustfrit stål over for hinanden i jorden, se fig. 2. Strømmen virkede i en halv time plus et kvarter (efter et kvarters pause), og de orme, som kom op inden for rammen, indsamledes.

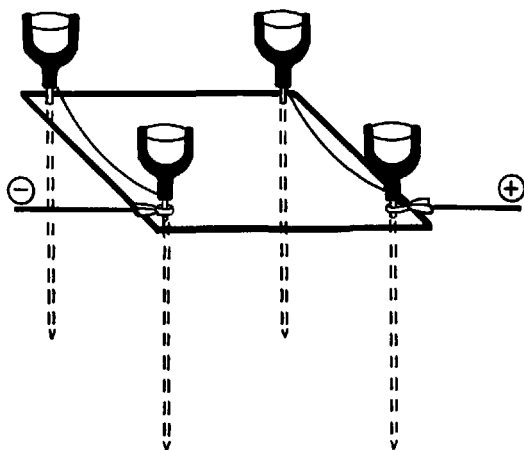


Fig. 2. Placering af spyd i et prøvefelt.
Placement of spears in a sampling plot.

På den grovsandede jord blev hvert kvadrat vandet med ca. 20 l saltvand (1%) for at øge ledningsevnen.

Med 24 spyd kunne der uddrives orme fra 6 kvadrater på én gang. Det vil sige, at der i gennemsnit brugtes 10 minutter pr. prøve. Til sammenligning kan det oplyses, at håndsortering af de øverste 20 cm jord i et kvadrat af samme størrelse tager ca. 2 timer.

Metodens effektivitet blev i begrænset omfang bestemt ved efterfølgende udgravning og håndsortering af pløjelaget i prøvefeltet. Effektiviteten bestemtes således som antallet af regnorme uddrevet med strøm i procent af det totale antal regnorme fra strøm plus håndsortering. Desuden blev den elektriske metode sammenlignet med udgraving ved 15 l 0,5% formalinopløsning pr. kvadrat.

Thielemanns (23) oktet-metode blev forsøgt tillempt det forhåndenværende udstyr, og der blev foretaget fire udgravinger i en parcel ved Ballum efterfulgt af udgravning/håndsortering til vurdering af denne metodes effektivitet. Ved oktetmetoden placeres otte spyd omkring en ring (diаметer 40 cm), og modsat stillede, parvis forbundne spyd tilsluttes i 1–2 minutter. Dette gentages med de fire mulige kombinationer, hvorefter tre og tre indbyrdes forbundne spyd tilsluttes. Hele proceduren udføres to gange med hhv. 30 og 60 volt vekselstrøm. Med det i denne undersøgelse anvendte udstyr (110 volt jævnstrøm) blev den ovenfor beskrevne procedure udført to gange med strømmen løbende modsat, således at der alligevel opnåedes 16 forskellige strømretninger.

Behandling af indsamlet materiale

De indsamlede orme konserveredes i 35% alkohol og 2% formalin.

Ormene blev senere talt og bestemt til art efter *Sims* og *Gerard* (22). De sorteredes i udviklingstriene adulte og subadulte, som er helt eller delvis kønsmodne individer med en eller flere køns karakterer, samt juvenile, som er unge individer uden synlige køns karakterer.

Desuden bestemtes vådvægten (konserveret vægt) for hver prøve. *Jensen* (12) bestemte i sine undersøgelser over vekselvirkninger mellem halm og regnorme såvel våd- som tørvægt samt tarmindholdet ved bestemmelse af glødetab. Hun fandt, at tørvægten i gennemsnit udgjorde 30% af vådvægten, og at tørvægten korregeret for tarmindhold udgjorde 13% af vådvægten (egne beregninger). Disse forhold var næsten konstante for forskellige lokaliteter og tidspunkter. Herudfra kan det sluttes, at vådvægten er et udmærket og bekvemt mål for biomassen af regnorme.

Ved den statistiske behandling af data er benyttet den non-parametriske Mann-Whitney U test (21).

Resultater og diskussion

Effekt af strømstyrke

Strømstyrken varierer afhængig af jordtype og jordfugtighed. Det skyldes, at ledningsevnen af-

hænger af jordens indhold af såvel vand som salte.

Uddrivning med strøm er her anvendt på fem forskellige jordtyper, se tabel 1. De opnåede strømstyrker varierede kraftigt fra 0,1 A i den vand- og saltfattige grovsandede jord til 4 A pr. prøvefelt i den saltholdige lerjord.

Strømstyrken har formodentlig indflydelse på uddrivningseffektiviteten, idet effektiviteten kan tænkes at stige med øget strømstyrke. Der kunne imidlertid ikke observeres nogen generel afhængighed mellem strømstyrken og antallet af uddrevne regnorme i de enkelte prøvefelter, når hver prøvetagning betragtedes for sig.

Især på den grove lerblandede sandjord var der tegn på en sådan sammenhæng specielt ved seks prøvefelter i markens nordlige ende. Men da lave værdier af såvel strømstyrke som regnormeantal målt ved hver prøvetagning i disse felter, er det svært at drage nogen konklusioner, idet både strømstyrken og antallet af regnorme afhænger af en faktor som jordens vandindhold.

Uddrivningseffektivitet

Effektiviteten var stort set ens på den grove lerblandede sandjord og lerjorden, hvor gennemsnitlig knap 50% af ormene blev uddrevet med strøm. På den fine lerblandede sandjord derimod var effektiviteten kun 8%, hvilket ikke umiddelbart kan forklares.

Som gennemsnit for de tre jordtyper var effektiviteten i pløjet jord 45% og i direkte sået jord 26%, men forskellen var ikke signifikant. Der var ingen tydelige forskelle i den relative effektivitet af uddrivningen over for de forskellige arter. Som gennemsnit for begge forsøgsled var effektiviteten for grå orm 32%, grøn orm 35%, rosa orm 44% og stor regnorm 48%.

Der var heller ingen forskel imellem uddrivningseffektiviteten for adulte/subadulte og juvenile orme (hhv. 32% og 36%).

Metodesammenligning

Uddrivning med strøm og formalin var omtrent lige effektivt, idet førstnævnte metode gav ca. 10% flere orme end sidstnævnte.

Ved oktet-metoden opnåedes på den fine lerblandede sandjord en effektivitet på 80%. Forklaringen herpå kan søges dels i den ringere afstand mellem modstillede elektroder og dels i, at strømretningen varieres.

Artssammensætning

Der var forskellig artssammensætning på de forskellige lokaliteter. Af tabel 2 ses, at den hyppigste og mest dominerende art var grå orm (*Aporrectodea caliginosa*). Kun ved Bygholm forekom denne art slet ikke. Her var den dominerende art lang orm (*Aporrectodea longa*), som til gengæld ikke forekom i de undersøgte sønderjyske jorde. Ved Ballum dominerede grøn orm (*Allolobophora chlorotica*), og det var den generelt næsthypigste art. Herefter fulgte stor regnorm (*Lumbricus terrestris*), rosa orm (*Aporrectodea rosea*) og skovregnorm (*Lumbricus rubellus*). Arterne mørk regnorm (*Lumbricus festivus*) og løvregnorm (*Lumbricus castaneus*) forekom sporadisk og kun på en enkelt lokalitet hver.

På den grovsandede jord fandtes 3 arter, på de øvrige jorde 4-5 arter.

De tre små *Lumbricus*-arter er kraftigt rødpigmenterede og kan henregnes til en gruppe af orme, som overvejende lever i dødt organisk materiale oven på jorden og konsumerer mere eller mindre nedbrudte plantedele og mikroflora (3). De er endvidere karakteriseret ved stor mobilitet og relativ høj respirationsrate. Der er ikke tidligere i danske agerjorde fundet så store antal af skovregnorm som i nærværende undersøgelse. I de undersøgte marker er der intet lag af organisk materiale oven på jorden, hvorfor ormene her nødvendigvis må være jordboende.

Stor regnorm repræsenterer gruppen af dybtgravende regnorme, som laver stabile vertikale gange og afsætter store mængder ekskrementer på overfladen. De konsumerer udvalgt dødt plantemateriale samt store mængder mineraljord og fouragerer ofte på jordoverfladen.

De øvrige arter kan alle henregnes til de fortrinsvis upigmenterede horisontale gravere, som laver tilfældigt orienterede gange, hvori de afsæt-

Tabel 2. Artssammensætning. Det totale antal uddrevne orme af hver art på hver lokalitet samt for alle lokaliteter.
Species associations. Total number of earthworms found on each locality.

Regnormeart	Korntved	Travsted	Ballum	Bygholm	Højer	Total	%
Grå orm – <i>A. caliginosa</i>	26	2034	587		1203	3850	54
Grøn orm – <i>A. chlorotica</i>		676	900	96	552	2224	31
Rosa orm – <i>A. rosea</i>		227		49	108	384	5
Lang orm – <i>A. longa</i>				125		125	2
Stor regnorm – <i>L. terrestris</i>	1	245	155	48		449	6
Skovregnorm – <i>L. rubellus</i>	13		12		73	98	1
Mørk regnorm – <i>L. festivus</i>					7	7	<1
Løvregnorm – <i>L. castaneus</i>			1			1	<1
Alle arter – <i>all species</i>	40	3182	1655	318	1943	7138	

ter deres ekskrementer. De udnytter indholdet af mikroorganismer og organisk materiale i den konsumerede jord.

Årsvariation i antal

Antallet af regnorme igennem de tre forsøgsår ved tre af lokaliteterne er illustreret i fig. 3.

Der ses en generel, aftagende tendens i antal ved efterårstællingerne de tre år. En forklaring herpå er den meget tørre sommer i 1986 samt temperaturforholdene om vinteren, se fig. 4. Begge vintre 1984/85 og 1985/86 var koldere end normalt med lange frostperioder. Det forekommer sandsynligt, at de fleste orme og mange kokoner vil dræbes i perioder, hvor jorden er bundfrossen. Der foreligger meget få undersøgelser over de nedre temperaturgrænser for regnorme. Grant (11) fandt en LT_{50} -værdi (48 timer) for grå orm på 0°C. Det vil sige, at 50% af de grå orm var døde efter to døgn ved frysepunktet.

Det kan undre, at den reducerende temperatureffekt øjensynlig ikke gjorde sig gældende i delforsøg B ved Højer, selv om der ingen plantedække var. På grund af den høje grundvandstand er frostdybden dog ringe ved Højer.

Halmafbrændingen kan også have en indirekte, negativ effekt på regnormepopulationen, idet der bliver ringere fødemængde (8).

På den grovsandede jord ved Korntved fandtes slet ingen regnorme i 1984, men ved prøvetagningen i 1986 blev der uddrevet i alt 40 orme (se tabel 3) svarende til ca. 3 pr. m². Her skete altså en op-

sitiv udvikling i antallet af regnorme trods de ugunstige vintertemperaturer.

Arter og antal i relation til jordbearbejdning

Forskelle imellem relativ artssammensætning og antal regnorme i de to forsøgsled er illustreret i fig. 3, 5 og 6, og signifikansniveauer for forskelle imellem antal i efteråret 1986 er vist i tabel 3.

I fig. 5 ses alle steder en tydeligt større procentdel af *Lumbricus*-arter ved direkte såning end ved pløjning, og procentdelen øgedes år for år. (Den grovsandede jord er udeladt på grund af det meget ringe antal regnorme).

I delforsøg A på den grove lerblandede sandjord blev forskellen i totalantal imellem forsøgsledene mindre med årene, mens der i delforsøg B skete en positiv udvikling til fordel for direkte såning, se fig. 3. Det sidste gjaldt også for begge delforsøg på den fine lerblandede sandjord samt delforsøg B på lerjorden. I fig. 3 er anført afgrøden det pågældende sted. Der kunne forventes størst antal i en vintersædsafgrøde, men der sås ikke nogen effekt af afgrøden på antallet af regnorme. På den grovsandede jord fandtes færrest orme i delforsøget med rug i 1986.

Ved prøvetagningerne i efteråret 1986 var der alle steder flere regnorme efter direkte såning end efter pløjning, og alle steder var forskellen signifikant for en eller flere arter, se tabel 3.

I fig. 6 er forskellen i antal af de forskellige arter i de to forsøgsled beregnet som gennemsnit for alle steder. Som gennemsnit for alle arter og

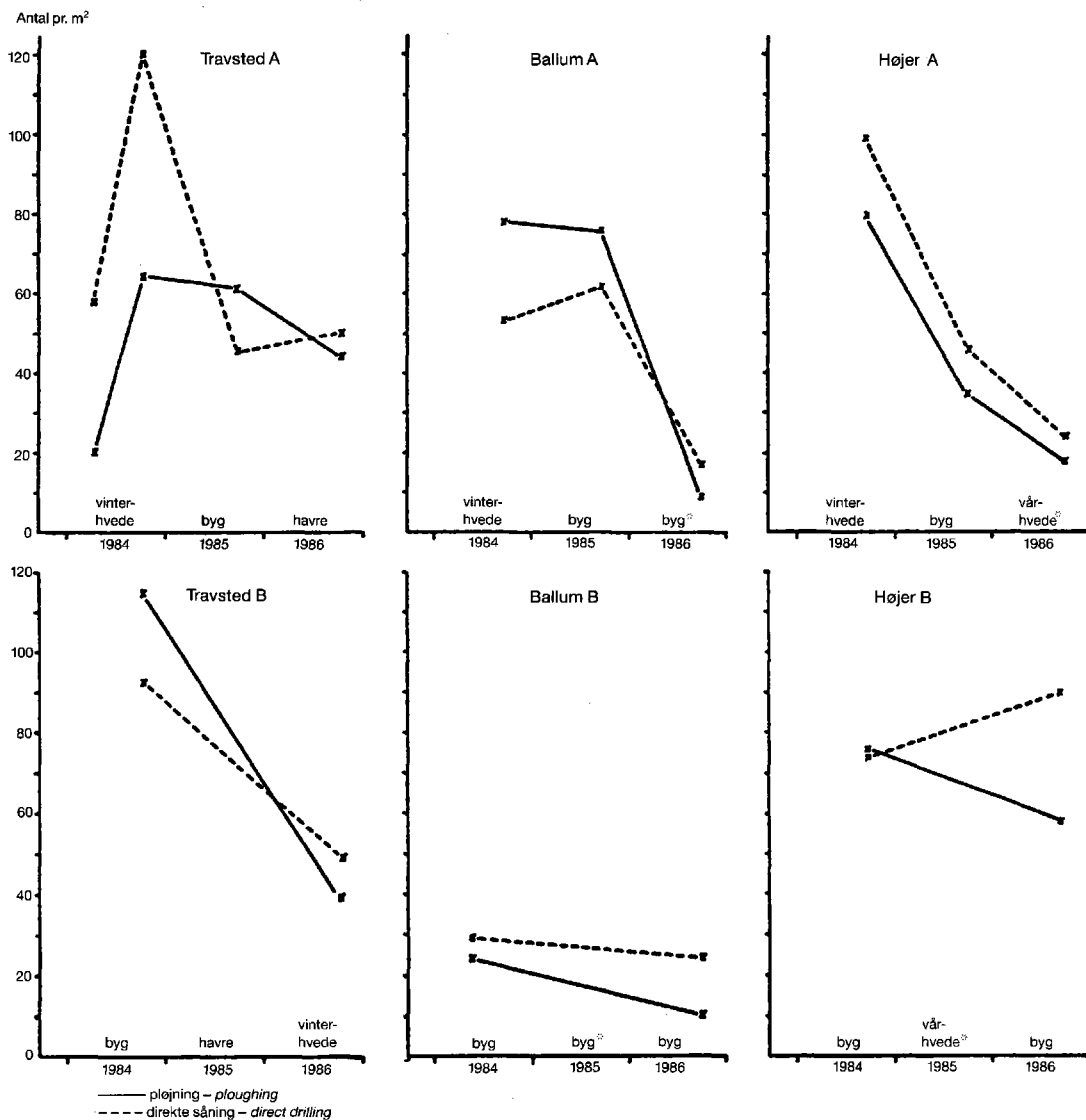


Fig. 3. Totalt antal regnorme pr. m² ved prøveudtagningerne i de to delforsøg ved tre lokaliteter. * angiver, at afgrøden er sået efter udvintring af vinterhvede.
Total number of earthworms per m². There were two trials on each locality.

steder er der i efteråret 1986 1,8 gange så mange orme efter direkte såning som efter pløjning.

I forsøg med direkte såning er der i Tyskland og England vist en lignende forøgelse i antallet af regnorme og specielt for stor regnorm.

Schwerdtle (20) fandt i to tyske lerjorde, at direkte såning gav signifikant flere orme end pløj-

ning eller fræsning. Men på en sandjord var der ingen signifikant forskel, som det ellers er tilfældet i nærværende undersøgelse. Samtidig konkluderer han, at de større mængder af herbicid (paraquat og diquat) anvendt ved direkte såning ingen negativ effekt har på regnormene.

Barnes og Ellis (2) fandt på tre forskellige jord-

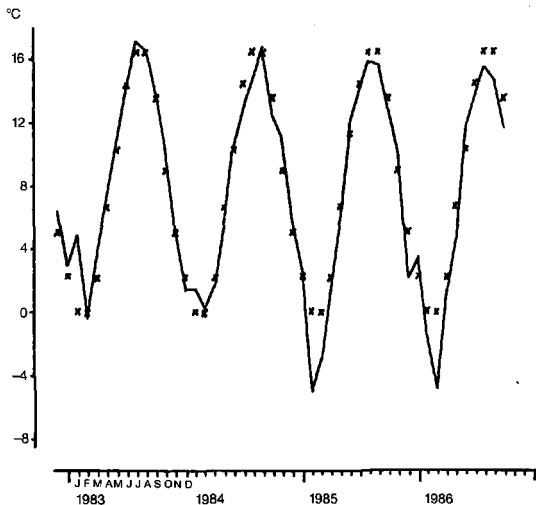


Fig. 4. Temperatur ved Højer, månedsgennemsnit (16, 25). x = normalen for 1931–60.

Monthly average temperature at Højer. x = normal temperature for 1931–60.

typer (clay, silt loam og sandy loam) i England alle steder signifikant større antal regnorme i direkte såede end i pløjede parceller. Forskellen forøgedes hvert år og var størst i forårssåede afgrøder, hvilket ikke var tilfældet i nærværende undersøgelse. De fandt også en betydelig årsvariation i antal, hvilket hovedsagelig tilskrives forskelle i nedbør, hvorimod sådanne årsforskelle her i Danmark viste størst relation til temperaturen i vinterperioden. Der kunne ikke påvises nogen forskel i effekten på de forskellige arter af regnorme; de dybtgravende arter blev ikke specielt favoriseret ved direkte såning.

Edwards (5) fandt derimod en betydeligt større favorisering af stor regnorm end andre arter ved direkte såning i forhold til pløjning.

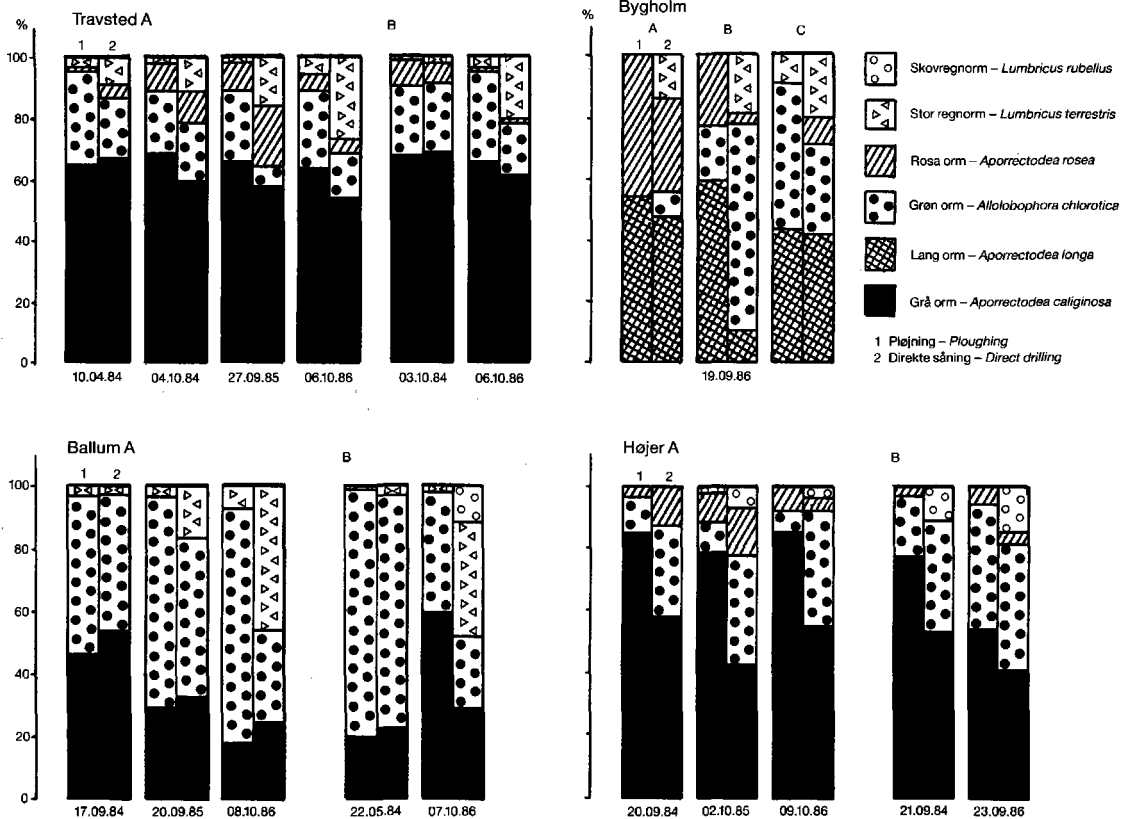


Fig. 5. Relativ artssammensætning af regnorme. Species composition of earthworms. Relative distribution.

Tabel 3. Signifikansniveauer (Mann-Whitney U test) for forskelle i antallet af regnorme ved direkte såning og pløjning i efteråret 1986. Alle forskelle er til fordel for direkte såning. A, B og C angiver delforsøg.
Levels of significance of differences in autumn 1986 between earthworm-number after ploughing and direct drilling. All differences are in favour of direct drilling. The Mann-Whitney U test is used.

Art Species	Korntved		Travsted		Ballum		Bygholm			Højer		
	A	B	A	B	A	B	A	B	C	A	B	
Grå orm – <i>A. caliginosa</i>	*	-	-	-	(-)	-					-	-
Grøn orm – <i>A. chlorotica</i>			-	-	-	-		*			***	*
Rosa orm – <i>A. rosea</i>			-	-				(-)			-	-
Lang orm – <i>A. longa</i>								*				
Stor regnorm – <i>L. terrestris</i>	-	-	**	**	***	***		***				
Skovregnorm – <i>L. rubellus</i>	(-)	-				-					-	***
Alle arter, delforsøg All species	**	-	-	-	(-)	(-)	*	*	*		-	*
Alle arter, lokalitet All species, locality		**	-		**			***				

- n.s. (-) $P < 0,10$ * $P < 0,05$ ** $P < 0,01$ *** $P < 0,001$

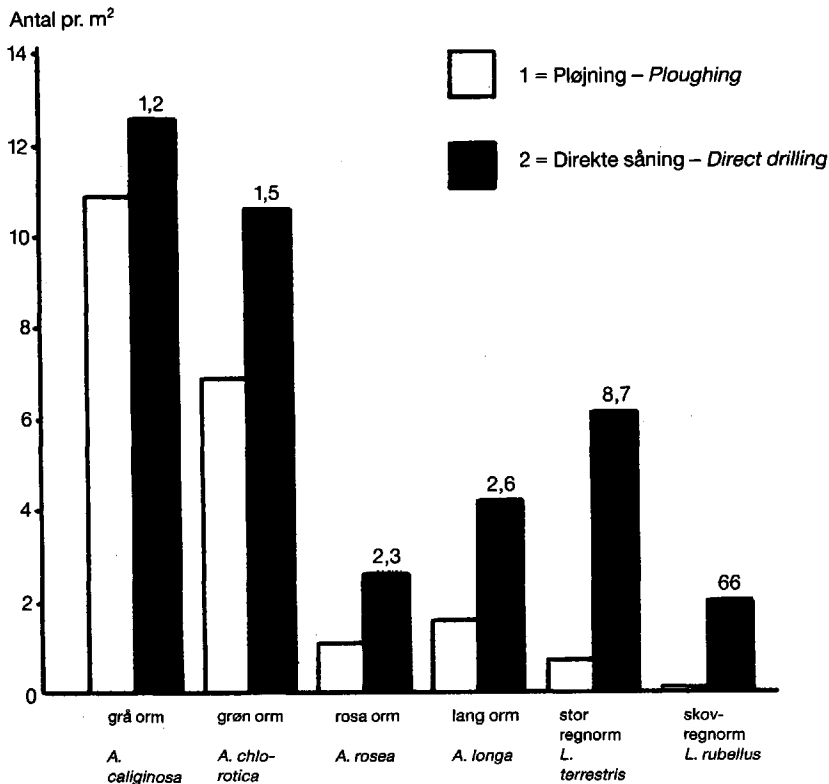


Fig. 6. Antal regnorme, gennemsnit for alle fem lokaliteter, efteråret 1986. Over søjlerne er angivet faktoren 2:1.

The number of earthworms in average of all five localities, autumn 1986. The relations between 2 and 1 are added.

Tabel 4. Juvenile i % af totalt antal regnorme. E = efterår, F = forår.
Juvenile worms in per cent of total number. E = autumn, F = spring.

Lokalitet, Locality,	Tidspunkt time	Grå orm A. <i>caliginosa</i>	Grøn orm A. <i>chlorotica</i>	Rosa orm A. <i>rosea</i>	Lang orm A. <i>longa</i>	Stor regnorm L. <i>terrestris</i>	Skov- regnorm L. <i>rubellus</i>	Mørk regnorm L. <i>festivus</i>	Alle arter All species
Kornetved	E 86	92				0	92		90
Travsted	F 84	45	48	36		88			49
Travsted	E 84	73	39	60		97			66
Travsted	E 85	64	47	40		32			56
Travsted	E 86	57	42	43		91			59
Ballum	F 84	79	80			100			80
Ballum	E 84	71	56			61			63
Ballum	E 85	64	65			81			66
Ballum	E 86	53	36			72	58		53
Bygholm	E 86		30	45	87	94			64
Højer	E 84	69	44	29			75	57	61
Højer	E 85	38	8	12			0		26
Højer	E 86	62	58	50			88		62
Total		65	51	45	(87)	82	73	(57)	61

Også *Edwards* og *Lofty* (8) fandt, at dybtgravende arter favoriseredes mest ved direkte såning. De fandt, at stor regnorm og lang orm var op til 37 gange så talrige, mens grå og grøn orm var op til 4 gange så talrige i ubearbejdet som i pløjet agerjord.

I nærværende undersøgelse var der ved prøvetagning i efteråret 1986 6–18 gange så mange stor regnorm i direkte sået som i pløjet jord på de forskellige lokaliteter. Lang orm var derimod den art på den sandblandede lerjord, som favoriseredes mindst ved undladelse af jordbearbejding.

Fordeling på udviklingstrin

Af tabel 4 ses, at procentdelen af juvenile orme varierede betydeligt imellem arter og inden for arter på forskellige tidspunkter og lokaliteter.

Generelt blev der fundet forholdsvis flest juvenile orme af arterne lang orm (ved Bygholm), stor regnorm og skovregnorm. For de to førstnævnte arter kan det hænge sammen med deres levevis som dybtgravende arter, hvorfor måske specielt de voksne individer ved uddrivningen kan søge nedad i deres stabile vertikale gange i stedet for at komme op til overfladen. For skovregnormen kan fænomenet forklares som en effekt af, at denne art (modsat den lange orm) har en stor kokonpro-

duktion (10). Grå orm og grøn orm har begge en mellemstor kokonproduktion, mens rosa orms er meget mindre (som lang orm). Kokonproduktionen er ikke kun artsafhængig, men i høj grad afhængig af miljømæssige faktorer som jordtemperatur og -fugtighed samt art og mængde af føde. Betingelserne for klækning samt overlevelsesraten vil desuden have stor betydning for aldersstrukturen blandt regnormene.

Da der ingen betydelige forskelle var imellem de to forsøgsled, kunne der ikke påvises nogen speciel aldersbetinget effekt af jordbearbejdningen.

Generelt var mellem 50 og 70% af ormene juvenile om efteråret. En undtagelse fandtes på den grovsandede jord, hvor 90% af individerne var juvenile. Dette forhold kan måske forklares ved, at populationen her var »ny« og stærkt tiltagende. En anden undtagelse sås på lerjorden i 1985, hvor der var relativt få juvenile, hvilket ikke umiddelbart kan forklares.

Biomasse

Gennemsnitsvægten for alle indsamlede orme var 0,27 g. Ormenes vægt vil naturligvis afhænge af størrelsen, som igen afhænger af art og alder. To-

talantal og vægt vil derfor kun i nogen grad være proportionale.

Der var samme signifikante forskelle i biomasse som i det samlede antal regnorme (tabel 3) for de fire af lokaliteterne. Ved Ballum var der imidlertid signifikant større biomasse af regnorme efter direkte såning end efter pløjning i begge delforsøg i efteråret 1986, selv om forskellen i totalantal ikke var signifikant. Det hænger sammen med opformeringen af stor regnorm ved direkte såning (se fig. 5).

Som gennemsnit for alle steder var der i efteråret 1986 3,4 gange så stor biomasse af regnorme efter direkte såning som efter pløjning.

Konklusion

Til estimering af arter og antal af regnorme i fastliggende forsøg vil uddrivning ved hjælp af strøm være ideel. Med den her anvendte metode blev højst halvdelen af ormene uddrevet fra jorden, men ved modificering i retning af oktet-metoden opnåedes en betydelig forbedring af effektiviteten.

I fastliggende forsøg med direkte såning og pløjning blev der efter 3–5 år på fem jordtyper påvist signifikant øget antal regnorme af en eller flere arter ved direkte såning. Især hos *Lumbricus*-arterne sås den positive effekt. På alle jordtyper var der i efteråret 1986 det største totale antal regnorme efter direkte såning, og forskellen var signifikant på grovsand, fin lerblandet sand og fin sandblandet ler. På lerjorden var kun forskellen i det ene delforsøg signifikant, og der var signifikant forskel på de to delforsøg.

Som gennemsnit for alle arter og lokaliteter blev der i efteråret 1986 fundet 1,8 gange så mange regnorme efter direkte såning som efter pløjning, mens biomassen var 3,4 gange så stor.

Den anvendte metode havde en ringe effektivitet specielt på den fine lerblandede sandjord, og kun ved Bygholm var parcellerne så store, at vandring fra eller til naboparceller kunne udelukkes. Usikkerheden er derfor stor, men intet tyder på en overestimering i den ubearbejdede jord – snarere tværtimod. De fundne forskelle til fordel

for direkte såning er derfor sandsynligvis i underkanten.

Afgrøden havde ingen afgørende betydning for de målte forskelle.

På de fire sydvestjyske lokaliteter var grå orm dominerende, og lang orm var ikke til stede. Lang orm var til gengæld dominerende på den østjyske lokalitet, hvor grå orm ikke forekom.

Ved efterårsprøvetagningerne var generelt 50–70% af ormene juvenile (unger). På lerjorden var der i 1985 meget færre juvenile, mens der på den grovsandede jord i 1986 var meget større procentdel.

Antal og artssammensætning af regnorme afhæng af høj grad af lokaliteten, ligesom årsvariationerne gav langt større udslag end de undersøgte kulturtekniske foranstaltninger.

Litteratur

1. *Andersen, C.* 1979. Jordbundszoologi og reduceret jordbehandling. Ugeskr. Jordbrug 124, 179–184.
2. *Barnes, B. T. & Ellis, F. B.* 1979. Effects of different methods of cultivation and direct drilling and disposal of straw residues, on populations of earthworms. *J. Soil Sci.* 30, 669–679.
3. *Bouché, M. B.* 1977. Strategies Lombriciennes. Soil organisms as components of ecosystems. *Ecol. Bull. (Stockholm)* 25, 122–132.
4. *Doeksen, J.* 1950. An electrical method of sampling soil for earthworms. *Trans. 4th Int. Congr. Soil Sci.*, 129–131.
5. *Edwards, C. A.* 1975. Effects of direct drilling on the soil fauna. *Outlook on Agriculture* 8, 243–244.
6. *Edwards, C. A. & Lofty, J. R.* 1975. The influence of cultivation on soil animal populations. *Progress in Soil Zoology. J. Vanek* (ed.), Academia Publ. House, Prague, 399–408.
7. *Edwards, C. A. & Lofty, J. R.* 1975. The invertebrate fauna of the park grass plots. I. Soil fauna. Rothamsted Experimental Station. Report for 1974, part 2, 133–154.
8. *Edwards, C. A. & Lofty, J. R.* 1982. The effect of direct drilling and minimal cultivation on earthworm populations. *J. Appl. Ecol.* 19, 723–734.
9. *Evans, A. C. & Guild, W. J. McL.* 1947. Studies on the relationships between earthworms and soil fertility. I. Biological studies in the field. *Ann. Appl. Biol.* 34, 307–330.

10. *Evans, A. C. & Guild, W. J. McL.* 1948. Studies on the relationships between earthworms and soil fertility. V. Field populations. *Ann. Appl. Biol.* 35, 485–493.
11. *Grant, W. C.* 1955. Temperature relationships in the megascolecid earthworm *Pheretima hupetiensis*. *Ecology*, 36, 412–417.
12. *Jensen, M. B.* 1985. Interactions between soil invertebrates and straw in arable soil. *Pedobiologia* 28, 59–69.
13. *Krüger, W.* 1952. Einfluss der Bodenbearbeitung auf die Tierwelt der Felder. *Z. Acker-Pfl. Bau* 95, 261–302.
14. *Lee, K. E.* 1985. Earthworms. Their ecology and relationships with soils and land use. Academic Press, Australia. 411 pp.
15. *Mackay, A. D., Syers, J. K., Springett, J. A. & Gregg, P. E. H.* 1982. Plant availability of phosphorus in superphosphate and a phosphate rock as influenced by earthworms. *Soil Biol. Biochem.* 14, 281–287.
16. Oversigt over de meteorologiske forhold på forsøgsstationerne 1984 (1985), 1985 (1986). Statens Planteavlsvforsøg, Foulum.
17. *Rasmussen, K. J.* 1987. Pløjning, direkte såning og reduceret jordbearbejdning til korn. *Tidsskr. Plan-teavl* 91 (i tryk).
18. *Rushton, S. P. & Luff, M. C.* 1984. A new electrical method for sampling earthworm populations. *Pedobiologia* 26, 15–19.
19. *Satchell, J. E.* 1955. An electrical method of sampling earthworms. *Soil Zoology*. *D. K. Mc E. Kevan* (ed.), 356–364.
20. *Schwerdtle, F.* 1969. Untersuchungen zur Populationsdichte von Regenwürmern bei herkömmlicher Bodenbearbeitung und bei »Direktsaat«. *Z. Pfl. Krankh. Pfl. Schutz* 76, 635–641.
21. *Siegel, S.* 1956. Non-parametric statistics for the behavioral sciences. New York.
22. *Sims, R. W. & Gerard, B. M.* 1985. Earthworms. Synopses of the British Fauna (New Series). *D. M. Kermack & R. S. K. Barnes* (eds), No. 31, 171 pp.
23. *Thielemann, V.* 1986. Elektrischer Regenwurmfang mit der Oktett-Methode. *Pedobiologia* 29, 296–302.
24. *Tischler, W.* 1975. Effect of agricultural practice on the soil fauna. *Soil Zoology*. *D. K. Mc E. Kevan* (ed.) 125–135.
25. Ugeberetning om nedbør m.m. 1986. Meteorologisk Institut. Månedstillæg.
26. *Zicsi, A.* 1958. Einfluss der Trockenheit und der Bodenbearbeitung auf das Leben der Regenwürmer im Ackerboden. *Acta Agron.* 8, 67–74.
27. *Zicsi, A.* 1967. Die Auswirkung von Bodenbearbeitungsverfahren auf Zustand und Besatzdichte von einheimischen Regenwürmern. *Progr. in Soil Biology*. *O. Graff & J. E. Satchell* (eds), Braunschweig, 290–298.

Manuskript modtaget den 20. februar 1987.