

Anders Engström



LANTBRUKSHÖGSKOLAN
UPPSALA

Arbetsbehov, investering och årskostnader för olika bevattningsystem

av Harry Linnér, Gunilla Sundell
och Waldemar Johansson

INSTITUTIONEN FÖR MARKVETENSKAP

ISBN 91-7088-041-7

AVDELNINGEN FÖR LANTBRUKETS HYDROTEKNIK

STENCILTRYCK NR 69

UPPSALA 1974

ARBETSBEHOV, INVESTERING OCH ÅRSKOSTNADER

FÖR

OLIKA BEVATTNINGSSYSTEM

av

Harry Linnér, Gunilla Sundell och Waldemar Johansson

LANTBRUKSHÖGSKOLAN

Institutionen för markvetenskap
Avdelningen för lantbrukets hydroteknik

STENCILTRYCK NR 69

UPPSALA 1974

Förord

De senaste årens torra somrar har medfört ett starkt växande intresse för bevattning och en ökad efterfrågan på lättskötta bevattningsanläggningar. Detta har stimulerat till utveckling och import av nya system. Sedan våren 1972 har vi sålunda fått flera typer av slang-kombisystem och bevattningsmaskiner. Det finns numera också små hjul eller slädar till ändbogsring av vanliga rörledningar. Hur driftssäkra och hållbara de tekniskt avancerade nya systemen är vet vi ännu inte mycket om. Vi känner däremot ganska väl till vad man kan vinna i arbetstid. Föreliggande sammanställning om arbetsbehov, investering och årskostnader under olika förutsättningar för vanliga bevattningssystem och för nya system har tillkomit för att vara till vägledning för odlare och rådgivare.

Arbetet har lagts upp och utformats i samråd mellan författarna. Insamling av data och beräkningar samt nästan hela den skriftliga redovisningen har gjorts av Harry Linnér och Gunilla Sundell. Harry Linnér har i första hand svarat för avsnitten om investering och årskostnader. Gunilla Sundell har främst svarat för avsnitten om arbetsbehov samt ritat alla figurer.

Uppsala i februari 1974

Waldemar Johansson

Innehållsförteckning

	<u>Sid.</u>
Förord	
I. Inledning	1
II. Beskrivning av olika bevattningssystem	2
Rörssystem	2
Ändbogsring av rörledning	4
Rör-slangsystem	4
Halvpermanent system	5
Slang-kombisystem	6
Bevattningsmaskiner	10
Droppbevattning	15
III. Kapacitet och intensitet	17
Kapacitet hos olika bevattningsmaskiner	18
Nederbördsintensitet	19
IV. Arbetsbehov för olika bevattningssystem	20
Förutsättningar vid beräkning av arbetsbehov	21
Diagram över arbetsbehov vid olika arealstorlekar	22
Jämförelse mellan olika system	30
Arbetsbelastning	32
Flyttningarbetets dygnsfördelning	33
V. Investering för olika bevattningssystem	34
Förutsättningar	34
Total manometrisk uppfodringshöjd	37
Priser	38
Investeringens storlek för olika system	39
VI. Årskostnader för olika bevattningssystem	42
Exempel på beräkning av årskostnader	44
Årskostnader för olika system	44
VII. Sammanfattning	53
Arbetsbehov	53
Investeringens storlek	54
Årskostnader	55
VIII. Litteraturförteckning	58

I. Inledning

Den som idag skall köpa en bevattningsanläggning kan välja bland ett större sortiment av delar och material och bland fler typer av spridarsystem än någon gång tidigare. För konventionella anläggningar med flyttbara rör eller med rör i kombination med sidoslangar till spridare finns sålunda ett tiotal olika fabrikat av spridare och kopplingar. Under det senaste året har också allt fler typer av slang-kombisystem och bevattningsmaskiner börjat marknadsföras i Sverige.

Av slang-kombisystem, som introducerades sommaren 1972, finns det för närvarande fyra olika fabrikat i landet. Omkring 20 gårdar har skaffat sådana system. Små bevattningsmaskiner med en liten spridare av vanlig typ har sedan länge använts på golfbanor och idrottsplaner. Sedan 1970 har det också funnits en större maskin - Farrows Rainamatic - med tre spridare av vanlig storlek, vilken är mera generellt användbar för fältmässig bevattning. Nu finns det omkring 20 exemplar av denna maskin i Sverige. På andra håll har under senare år utvecklats en rad bevattningsmaskiner av stort format, vilka fordrar låg arbetsinsats men ger hög bevattningsintensitet per timme. En sådan stor maskin importerades till Sverige våren 1972. Under hösten 1973 har ytterligare tre stora maskiner införts, vilka sålts i några exemplar.

För köparen innebär det många fördelar att ha ett stort sortiment av delar, material och system att välja bland. I dagens läge kan det emellertid vara svårt att veta vilken utrustning som från olika synpunkter är den lämpligaste, då flera av de nya spridarsystemen ännu inte prövats i praktisk drift här i landet. Vi vet att framförallt bevattningsmaskinerna fordrar lägre arbetsinsats per hektar än konventionella system och att de, liksom slang-kombisystemen, är lättsammare att sköta. Men investeringen per hektar blir större. En fråga är därför vad vinsten i sänkt arbetskostnad betyder jämfört med högre fasta kostnader. Man kan också fråga sig hur mycket utrustning, som kan ingå i en vanlig anläggning innan årskostnaderna blir lika stora som för en slang-kombienhet eller bevattningsmaskin. En annan sak är att maskiner med stora spridare är olämpliga att använda till en del känsliga jordar och grödor.

I detta arbete redovisas uppgifter om arbetsbehov, investeringskostnad och årskostnad för olika typer av spridarsystem. Kalkylerna gäller vid användning till olika stora arealer, vid skilda krav på anläggningskapacitet och vid olika antal bevattningar per år. Avsikten har varit att ge en så allsidig bild som möjligt av arbetsbehov och årskostnader vid olika förutsättningar för de typer av bevattningssystem som för närvarande saluföres i Sverige eller som bedömes kunna bli aktuella hos oss.

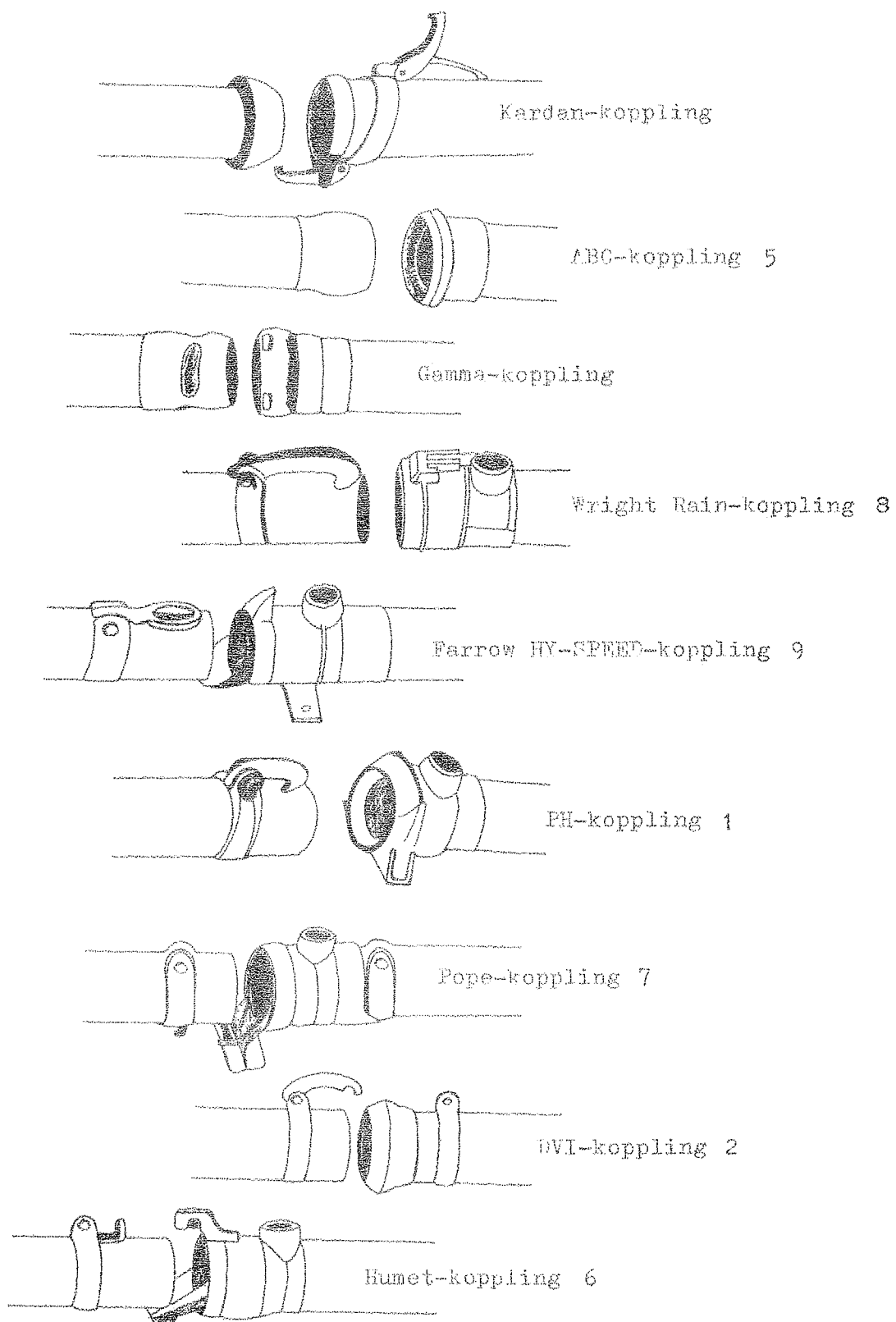
Uppgifterna om arbetsbehov grundar sig på resultat från arbetsstudier inom avdelningen under 1972 och 1973 samt från tyska undersökningar och egna observationer i Tyskland. Investeringskostnaden har bestämts med ledning av priserna i september 1973. För maskiner som då ej fanns i Sverige har omräkning gjorts från utländsk valuta med tillägg för tullavgifter och fraktkostnader. Vissa prisstegringar har skett under hösten och ytterligare sådana kan förväntas under vinterns lopp. De påverkar emellertid icke i nämnvärd grad relationerna i investering och årskostnad mellan olika system. Årskostnaderna har genomgående beräknats efter 10 års avskrivning oberoende av antalet bevattningar per år. Någon säker grund för så lång avskrivningstid har vi icke när det gäller nya material eller nya system. En viss gardering har emellertid skett genom relativt högre underhållskostnader för system med slangar och för bevattningsmaskiner än för vanliga rörsystem.

Det bör påpekas att de fasta årliga kostnaderna slagits ut enbart på den areal som varje anläggning skall kunna utnyttjas för under en bestämd driftstid, t.ex. 200 timmar. Om anläggningen kan användas även för andra arealer och grödor, som behöver bevattnas under andra delar av vegetationsperioden, kan självfallet de fasta kostnaderna fördelas på större arealer och därmed bli lägre än vad våra kalkyler visar.

II. Beskrivning av olika bevattningssystem

Rörsystem

Vid rörsystem är spridarna monterade direkt på ledningarna. Rörmaterialet hos flyttbara ledningar är i regel aluminium eller galvaniserat stål och för nedgrävda ledningar PVC eller polyeten. Utomlands används också rör av hård polyeten till flyttbara ledningar. Flyttbara rör har kopplingar av snabbkopplingstyp. Figur 1 visar exempel på de kopplingstyper som för närvarande säljs i Sverige.



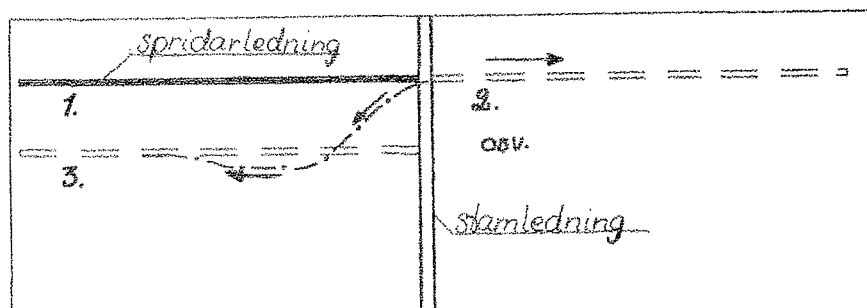
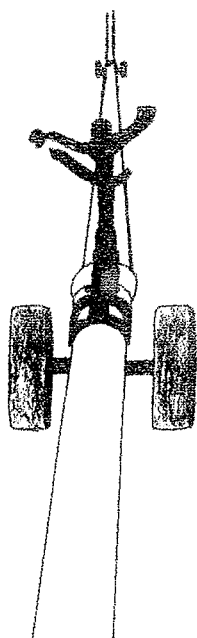
Figur 1. Olika kopplingstyper. Siffrorna hänvisar till bevakningsfirmor i tabell 2.

Ändbogsering av rörledning

En rörledning kan släpas för hand eller med hjälp av traktor. Det enklaste sättet är att släpa ledningarna direkt på marken. Flyttningen underlättas dock med slädar eller hjulpar på ledningen. Denna metod har främst utvecklats och praktiserats i Israel. Metoden kräver relativt stora och regelbundna fält och passar inte i alla grödor.

Vid den undersökning av arbetsbehov, som redovisas här nedan, har hjulpar använts. Skillnaden i arbetsåtgång mellan slädar och hjulpar torde emellertid vara så liten, att det inte nämnvärt påverkar resultatet.

De hjulpar, som vi använde, monteras på rören med hjälp av hållare och bultar. Arbetet förenklas om hjulparen är försedda med någon slags snabbkoppling.



Figur 2. Ändbogsering av spridarledning. Bilden till höger i figuren visar principen vid flyttning av spridarledning med hjälp av traktor. Siffrorna anger i vilken ordning man flyttar ledningen och pilarna anger riktningen.

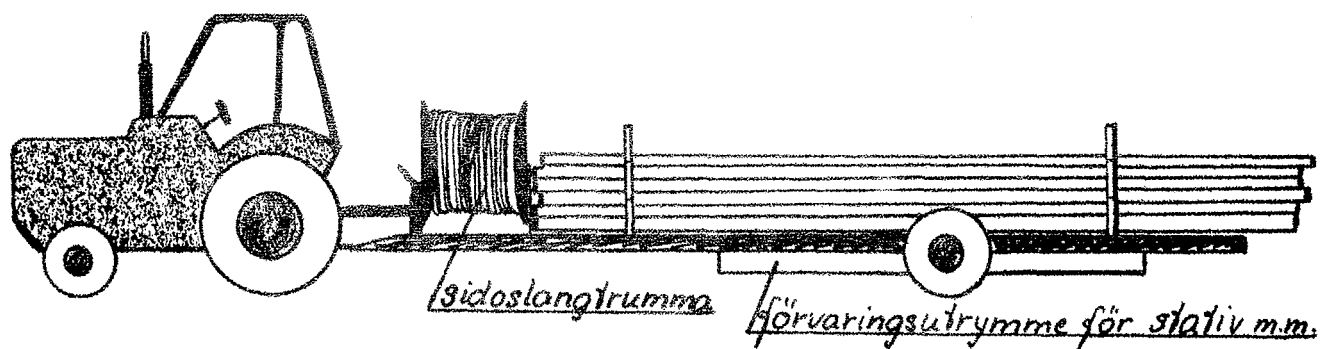
Rör-slangsystem

Vid rör-slangsystem är spridarna placerade på stativ och förbundna med rörledningarna med 3/4"-1" sidoslangar. Slangarna är vanligen 20-50 m långa. Slangmaterialet är i regel armerad PVC eller polyeten. (3/4"-1" sidoslangar av polyeten benämnes här något felaktigt för slangar. Normalt bör ledningar av polyeten kallas rör, eftersom diametern ej påverkas av trycket.

Sidoslangarna kan transporteras antingen släpande efter en rörvagn, manuellt ihoprullade eller upprullade på en trumma.

Trumman kan vara placerad på en rörvagn eller på en separat s.k. sidoslangvagn. Trumman drivs vanligen av traktorns kraftuttag. Då den sitter på rörvagnen kan den placeras framför, över eller under rören. Sitter trumman framför rören måste den vara relativt kort men kan ha en stor diameter. Sitter den över eller under rören kan den vara lång, men bör samtidigt ha en liten diameter för att ta så liten plats som möjligt i höjded.

Vid arbetstidsstudierna användes ett rör-slangsystem med separat sidoslangvagn. Trumman på denna var relativt stor och drevs av hydraulmotor. Fördelen med detta är att trumman kan rotera åt båda hållen. Detta har stor betydelse när trumman är stor och således rymmer mycket slang. Det åtgår då stor kraft att få trumman att börja rotera.



Figur 2. Rörvagn med kraftuttagsdriven slangtrumma

Halvpermanent system

I odlingar som ställer stora krav på en ofta återkommande bevattning kan arbetet förenklas en del med ett s.k. halvpermanent system. Med ett sådant system ligger spridarrören permanent under bevattningssäsongen. Utläggning och upptagning av spridarledning koncentreras till en gång per bevattningssäsong. Spridarledningen,

som kan vara av aluminium, polyeten eller av plattslangtyp, kompletteras med 20-50 m långa sidoslangar och spridarstativ. Beröende på sidoslanglängd kan man bevattna olika bredd. Avståndet mellan spridarledningarna kommer således att variera mellan 60 och 120 m. Systemet kräver självfallet ett större antal spridarledningar än vanliga system där rören flyttas.

Ett halvpermanent system kan i en del grödor utgöra ett alternativ till bevattningsmaskiner, om man bevattnar samma areal minst 2-3 gånger under vegetationsperioden.

Slang-kombisystem

Hos slang-kombisystem har spridarrören ersatts med en slang, s.k. huvudslang, som rullas upp på en trumma. Huvudslangen kan vara av sådant material att den antingen behåller sin ursprungliga form (t.ex. polyeten) eller blir platt (t.ex. vävslang), när den rullas på trumman. Följande slang-kombisystem har ingått i tidsstudier och kostnadsanalys.

Wollnys SKE består av en bogserad enaxlad vagn. Baktill finns tre trummor, som har en gemensam axel. Denna sitter parallellt med hjulaxeln. I mitten finns en sidoslangtrumma, som rymmer 1200 m 3/4" sidoslang. På ömse sidor om sidoslangtrumman finns huvudslangtrummor, vilka är uppdelade i 3 eller 4 avdelningar, som vardera rymmer 100 m 3" huvudslang. Totalt rymmes således 600 m eller 800 m huvudslang.

Huvudslangen är av plattslangtyp och uppbyggd av polyesterväv. Den är försedd med klockoppling på var 20:e meter för isärtagning, så att man kan koppla ihop önskad slanglängd. Vid kopplingen finns också uttag för anslutning av sidoslang. Vid inlindning delas huvudslangen på var 100:e meter, slangen anfastes till en av trummorna och hela längden dras in. Vattnet rinner ut genom slangänden och sidoslanguttagen.

Sidoslangarna är av PVC med armering av polyesterväv. Slangarna kan ha önskad längd. I de arbets- och kostnadsanalyser, som redovisas nedan, har vi räknat med 40 m långa slangar.

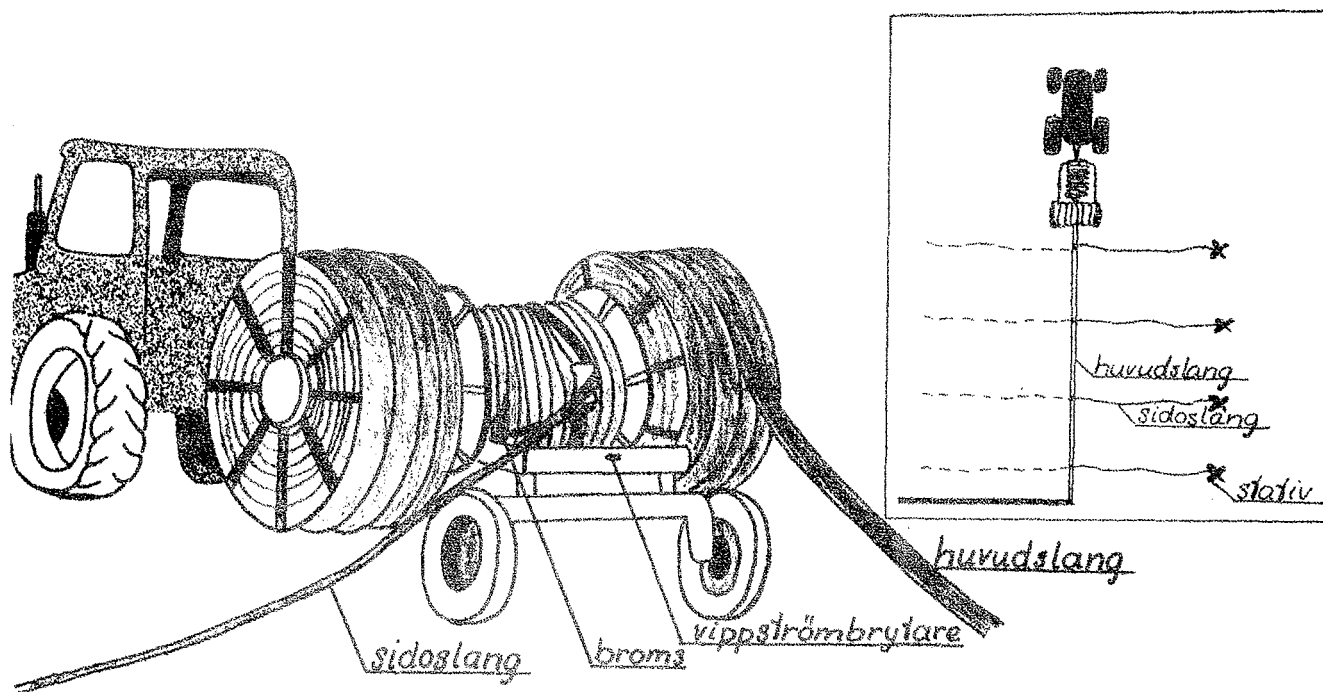
Drivning av trummorna sker från traktorn via krafttuttagsaxel, magnetkoppling och rullkedjor till den axel, som bär trummorna. Magnetkopplingen slirar när den erforderliga dragkraften blir alltför stor. Den manövreras med en vippströmbrytare, som är placerad bak på vag-

nens rem. Strömmen till magnetkopplingen tas från traktorn.

Vagnen är försedd med en mekanisk broms, som är fäst på ramen. Den släpar mot sidoslangtrummans periferi och användes vid ut- och inlindning av huvudslang och vid inlindning av sidoslang.

Stativhållare finns längst fram på vagnen. På den förvaras hopfällbara stativ, spridare och övriga detaljer.

SKB-Wollnysystemet håller för närvarande på att utvecklas, varför en del av de redovisade detaljerna kan komma att förändras.



Figur 4. Slang-kombisystem SKB-Wollny. Principskissen till höger visar hur slang-kombisystemen fungerar.

Perrots RTS utgörs av en bogserad enaxlad vagn med en huvudslangtrumma längst bak och en sidoslangtrumma vinkelrätt mot denna. Huvudslangtrumman rymmer 500 m 3" plattslang. Sidoslangtrumman rymmer 800 m 3/4" slang.

Huvudslangen är av plattslangtyp och uppbyggd av polyesterväv med plastbelagd in- och utsida. Kopplingen är självtömmande, när det inte råder övertryck i slangen. Huvudslangen lindas in på trumman utan att delas.

Sidoslangarna är av PVC med armering av polyesterväv. Slangarna kan vara olika långa. Vid uträkning av arbetsbehov och kostnader har räknats med 40 m långa slangar.

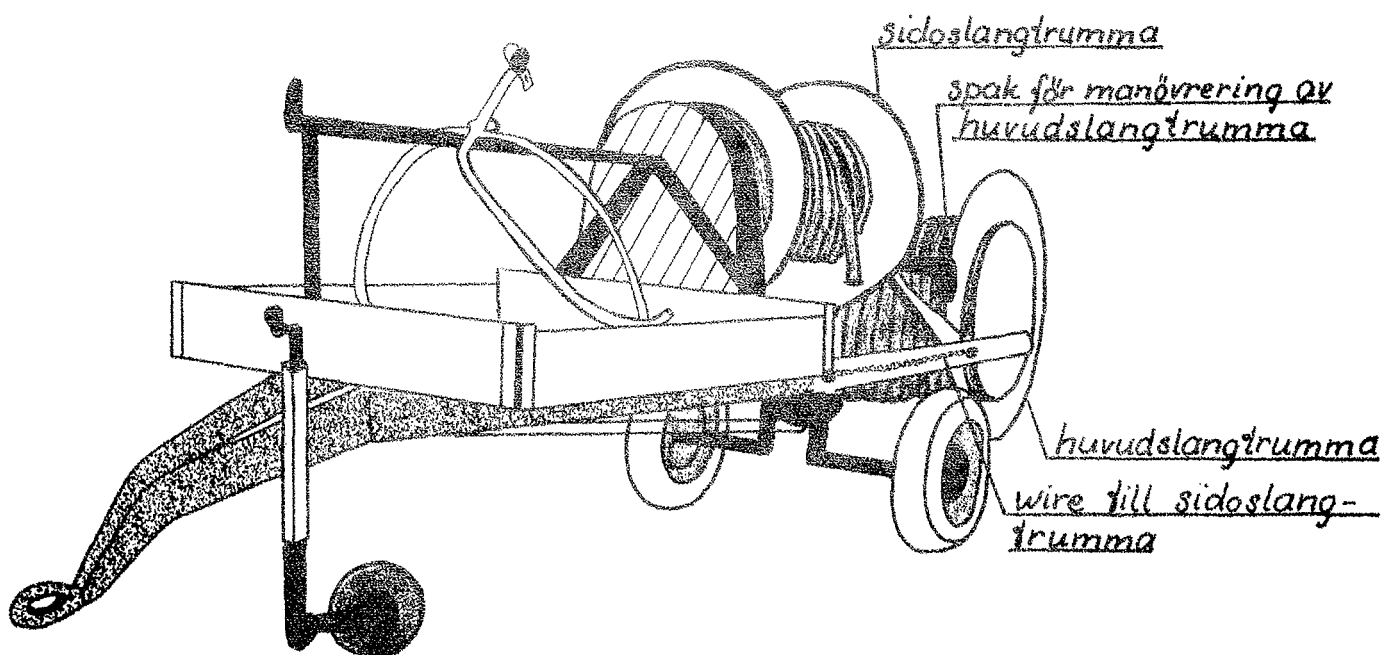
Drivning av trummorna sker från traktorn via krafttuttagsaxel och huvudaxel till en växellåda, där varvtalet sänks. Därefter går kraften via en klokoppling och rullkedja till huvudslangtrumman. Med en spak, som kan nås på vardera sidan av vagnen, kan klokopplingen manövreras, varvid trumman stannar. Överbelastningskoppling saknas.

Sidoslangtrumman drivs av huvudaxeln via en kilrem. Då man drar i en wire, som finns på båda sidor av vagnen, läggs en spännrulle an mot remmen och sidoslangtrumman börjar rotera. När man släpper wiren frigöres spännrullen från remmen.

Huvudslangtrumman har en mekanisk broms, som användes både vid in- och utlindning av huvudslång. Den kan frikopplas.

Även sidoslangtrumman är försedd med en mekanisk broms. Den frigöres från sidoslangtrummans remskiva då man griper tag i wiren till trumman som nämnts ovan.

Stativbord finns framför trummorna. På detta förvaras stativ och smådetaljer.



Figur 9. Slang-kombisystem RPS-Ferret.

JE-GO är en hydraulburen enhet med en huvudslangtrumma placerad längst bak. Trumman rymmer antingen 400 m 3" polyetenrör eller 1200 m 3" plattslang. Vinkelrätt mot huvudslangtrumman och framför denna sitter en sidoslangtrumma, som rymmer 400 m 3/4" sidoslang.

På den enhet som tidsstuderats är huvudslangen en plattslang, som är uppbyggd av väv. Den är försedd med en enkel koppling samt uttag för anslutning av sidoslang på var 20:e meter. Slangen lindas in utan att delas. Vattnet rinner ut genom sidoslanguttagen vid inlindning.

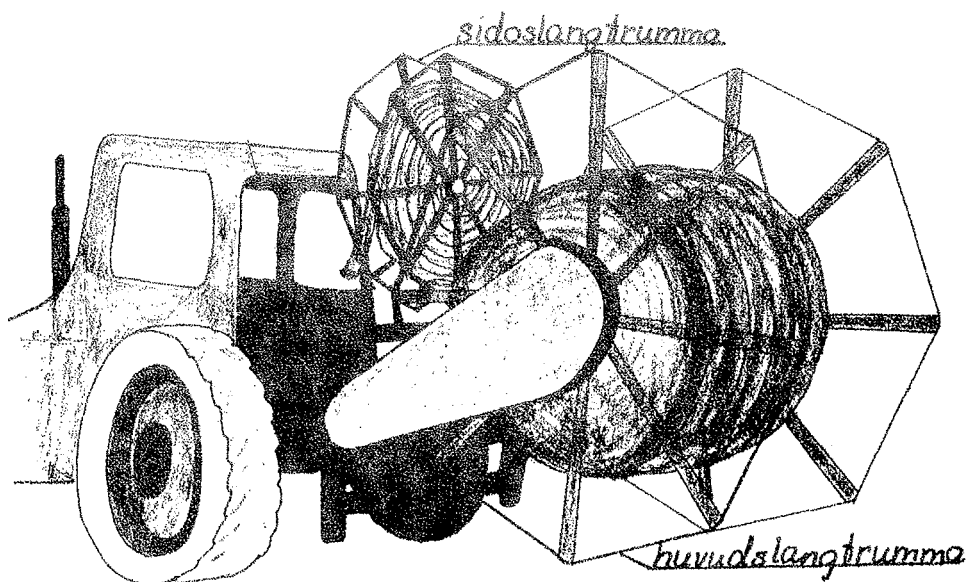
Sidoslangarna är av PVC med armering av polyesterväv. De kan vara av olika längd. Vid uträkning av arbetsbehov och kostnader har vi räknat med 20 m långa slangar.

Drivning av trummorna sker från traktorn via kraftuttagsaxel.

Stativhållare saknas på maskinen, men det kan ordnas med en hållare t.ex framtill på traktorn.

System JE-GO finns nu i ytterligare ett par utföranden. En större variant är försedd med pivothjul för att belastningen på traktorn inte skall bli för stor.

Ett fjärde slang-kombisystem- Kela-Kalle från Finland - finns nu också på den svenska marknaden. Den är i utförandet närmast jämförbar med Perrots RTS. Några tidsstudier eller kostnadsberäkningar har inte utförts på Kela-Kalle.



Figur 6. Slang-kombisystem JE-GO

Bevattningsmaskiner

Med bevattningsmaskiner avses enheter med spridare på släde eller hjulförsett chassi som rör sig över fälten. Maskinerna arbetar efter något olika principer och kan indelas i maskiner med ledning som: rullas av under bevattningen

släpar	"	"
dras in	"	"
rullas på	"	"

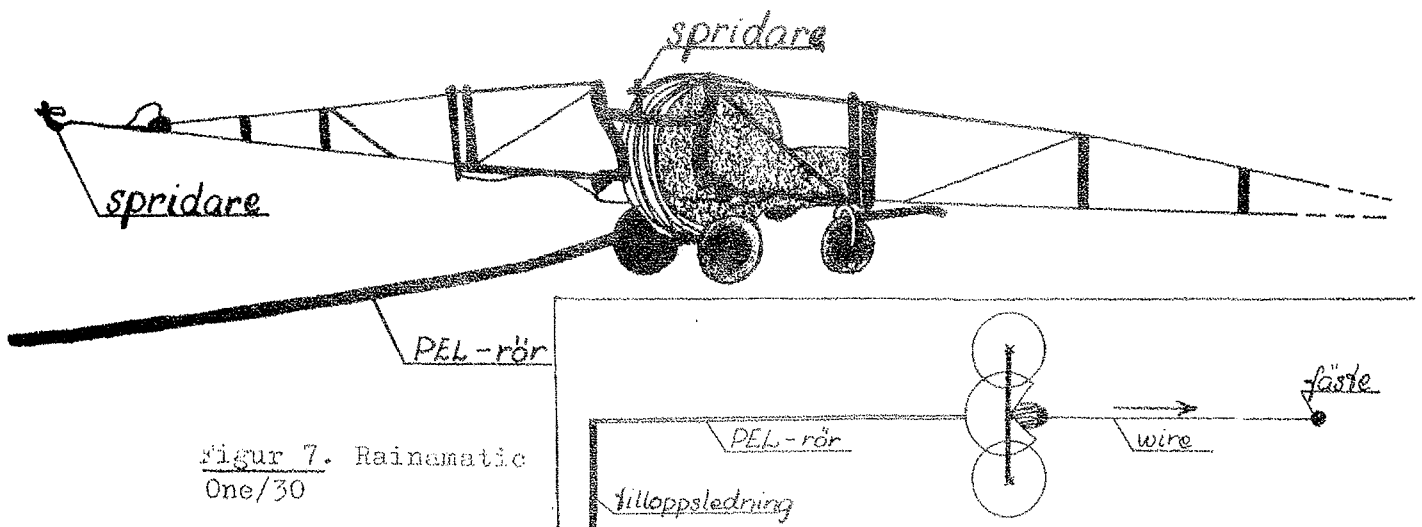
Rainamatic är en självgående bevattningsmaskin med en polyetenrörsledning som rullas av medan maskinen vinschas fram över fältet. På maskinen finns en trumma, som rymmer 274 m 1,5" polyetenrör. Maskinen har tre hjul, varav det främre sitter på en vridbar gaffel.

Maskinen är utrustad med två långa ramper, som lätt går att demontera och placera i transportläge. Varje ramp är 10 eller 13 m lång. Längst ut på varje ramp finns en helcirkelspridare. Bakom trumman finns antingen en helcirkelspridare eller en sektorspridare. Totala arbetsbredden är med standardlängd på ramperna 31 m och med extra långa ramper 37 m.

Framdrivning av maskinen sker med hjälp av en s.k. vattenmotor med dubbelverkande kolv, som drivs av det tillförda vattnets tryck. Vattenmotorn driver en wiretrumma, som finns monterad framtill på maskinen

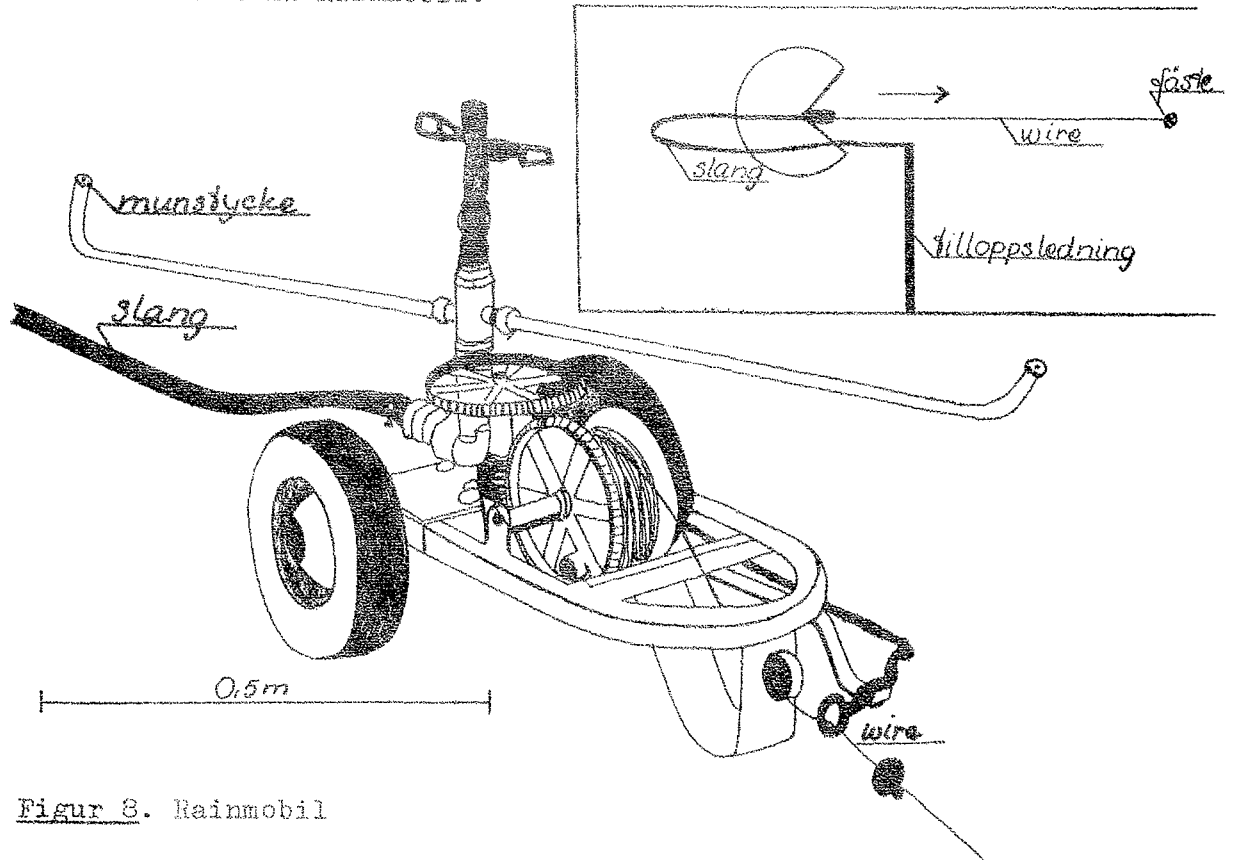
På bevattningsmaskinen finns en broms, som brukas vid inlindning av polyetenröret. Dessutom användes bromsen vid bevattning på slutande mark, för att maskinen inte skall rulla iväg i utförsbacke.

Farrow tillverkar också en större modell (Rainamatic Two/90) som har omkring 2.5 gånger så stor kapacitet som den studerade och beskrivna maskinen. Den större modellen finns f.n. ej i Sverige.



figur 7. Rainamatic One/30

Rainmobil. Det finns många små bevattningsmaskiner med släpande ledning. De har en vanlig liten spridare, som långsamt dras framåt genom att en wire rullas upp på en trumma. De är främst avsedda för bevattning av gräsytor, fotballeplaner m.m. Slangen kan vara av gummi, polyeten eller armerad PVC. Dess längd är ca 50-75 m och arbetslängden ungefär dubbelt så stor. Arbetsstudier har genomförts med den amerikanska Rainmobil.



Figur 8. Rainmobil

Dolphin är en stor bevattningsmaskin med släpande ledning. Den består av en vagn med fyra hjul, varav de två främre är vridbara. Baktill på vagnen finns monterat en stor sektorspridare, vars kastvidd är ca 50 m. Till maskinen är ansluten en 200 m lång flexibel högtrycksslang av nylonvävsarmerat syntetiskt gummi. Framtill på maskinen finns en wiretrumma med en 400 m lång wire. Maskinens arbetssträcka är 400 m innan den måste flyttas till ny uppställningsplats.

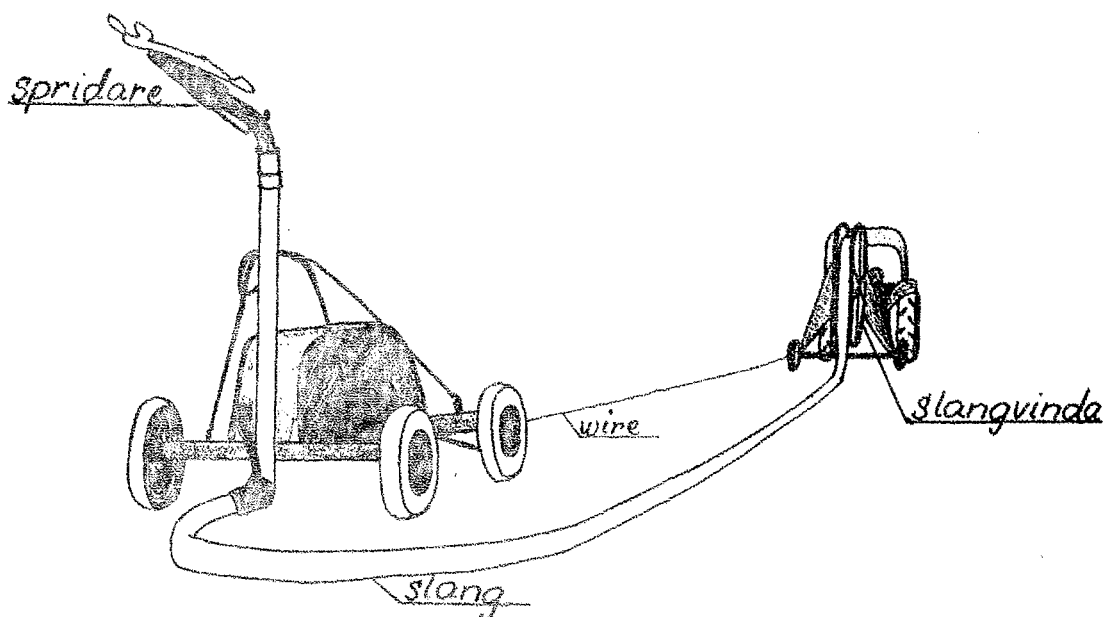
Framdrivning av maskinen sker med hjälp av en vattenmotor med dubbelverkande kolv, som påverkas av det tillförda vattnets tryck. Kolven driver en wiretrumma. Det vatten som passerar kolven spridas ut genom ett munstycke. Ju mer vatten som passerar detta desto snabbare lindas slangen in. Munstycket sitter strax under den sto-

ra spridaren.

Det tillverkas två olika modeller av Dolphin: three / 200 med 75 mm slang och four/400 med 100 mm slang. Maximala kapaciteten anges till 70 m³/tim resp. 120 m³/tim. De tekniska data som här redovisas är hämtade ur tillverkarnas broschyrmaterial. Detsamma gäller övriga bevattningsmaskiner.

Inlindning av slang sker på en separat trumma. På den modell, som nu finns i Sverige (1973), sitter trumman vertikalt. Få en ny version kommer den att ligga horisontellt. Därmed kan man byta ut själva trumman och använda samma slangvagn till två eller flera bevattningsmaskiner.

En annan bevattningsmaskin som arbetar efter samma princip som Dolphin men som f.n. inte finns i Sverige, är den franska Aquamobile.



Figur 9. Dolphin bevattningsmaskin. Dolphin fungerar som principskissen i figur 8 visar.

Irrigator är en liten maskin med ledning som indrages. Den består av ett underrede med en trumma, ett polyetenrör och en spridare på en släde.

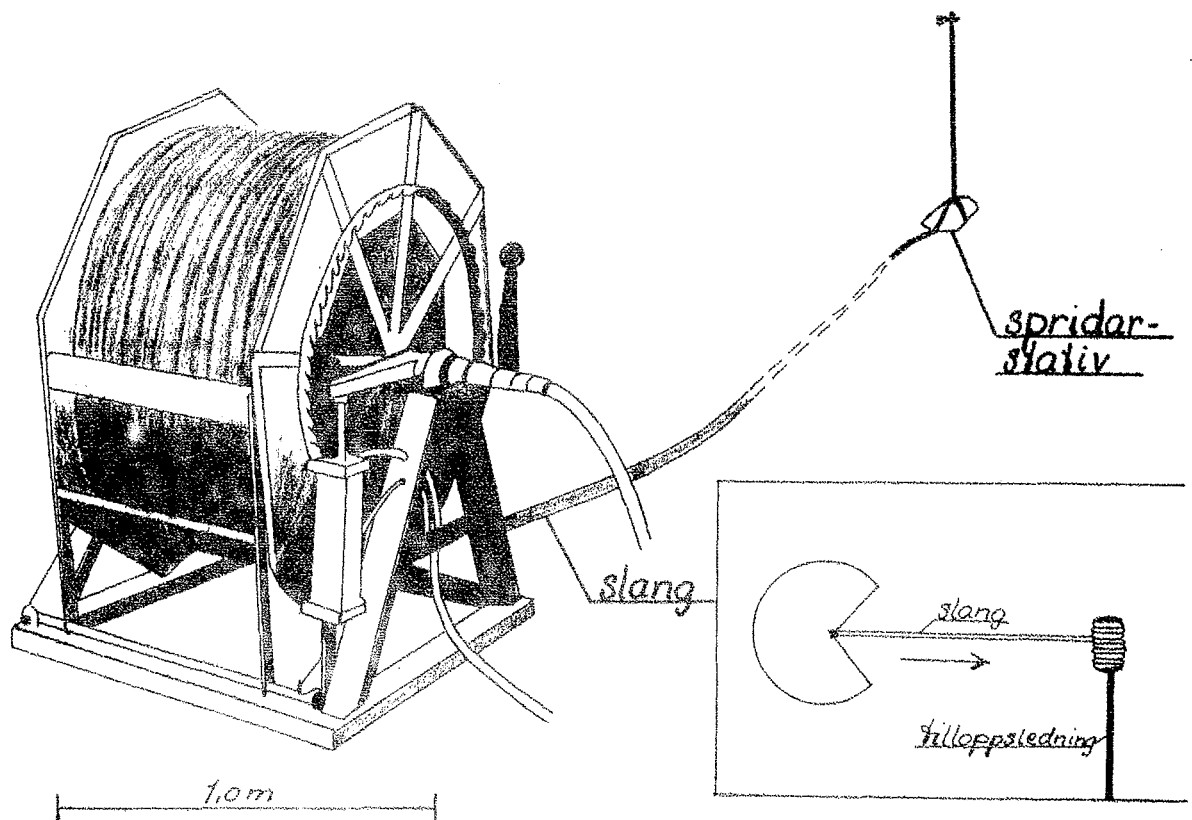
Vid bevattning placeras maskinen vid fältkanten varefter polyetenröret med spridare och släde dras ut av en traktor. När vattentrycket kopplas till börjar en hydraulisk kolv att driva trumman runt, så att röret rullas på och släden med spridare sakta dras fram över

fältet. När släden kommer fram till trumman stängs vattentillförseln automatiskt av.

Utrustningen kan monteras på traktorns trepunktsupphängning eller förses med hjul och bogseras.

Irrigator tillverkas i två modeller: IR 30 och IR 50. IR 30 kan utrustas med maximalt 500 m 32/28 mm polyetenrör för en spridare med högst 7 mm munstycke. IR 50 kan utrustas med maximalt 300 m 50/44.4 mm polyetenrör för en spridare med högst 12 mm munstycke. Arbetsbredden är 35-50 meter.

På denna maskin har arbetstidsstudier ej utförts. De tider, som redovisas i arbets- och kostnadskalkylerna nedan, har hämtats ur tysk litteratur.



Figur 10. Irrigator

Rollomat är en större bevattningsmaskin av samma typ som Irrigator. Släden, på vilken spridaren sitter, dras ut med hjälp av traktor. För att inlindningen av röret skall ske så jämt som möjligt på trumman, rör sig trumman i sidled på underredet i takt med inlind-

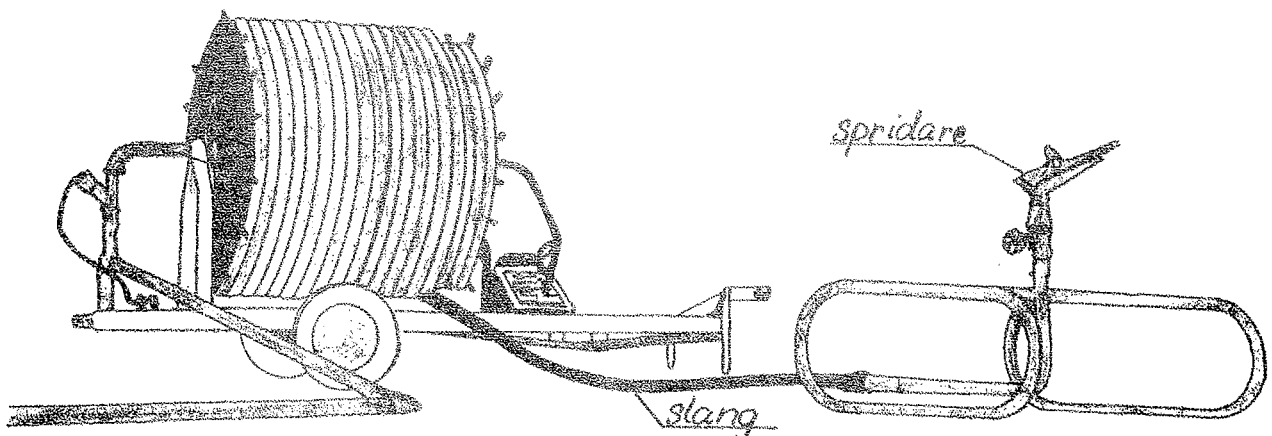
ningen. När trumman således roterat ett varv har den samtidigt förskjutit sig en rörbredd i sidled. Då spridarslåden når fram till rörtrumman påverkas en ventil, så att vattentillförseln stängs av.

Drivning av trumman sker hydrauliskt med hjälp av en vattenkolvmotor. En liten del av vattnet går åt att driva kolven. Detta vatten sprids ut genom en liten spridare, som placeras i närheten av maskinen. Trummans rotationshastighet kan regleras steglöst.

Det finns två olika modeller: Rollomat I och II. Rollomat I är utrustad med 320 m 90/70,8 mm polyetenrör och har arbetsbredden 60-70 m beroende på munstyckodiametern. Rollomat II har 270 m 110/86,4 mm polyetenrör och arbetsbredden 70-90 m. Vattenförbrukningen blir för Rollomat I maximalt $40 \text{ m}^3/\text{tim}$ och för Rollomat II maximalt $75 \text{ m}^3/\text{tim}$.

De tider som anges i arbetsbehovs- och kostnadskalkyler nedan har hämtats ur tysk litteratur. Vi har dessutom gjort egna enkla undersökningar i Tyskland.

En annan bevattningsmaskin som arbetar på samma sätt som Rollomat är den franska Typhoon. Den tillverkas i tre storlekar: Modell 75,90 och 110. Polyetenledningens längd är 280, 265 resp. 225 m. Trumman kan vridas runt på underredet. Typhoon säljs nu i Sverige. Några arbetsstudier eller kostnadsberäkningar har inte utförts av oss.

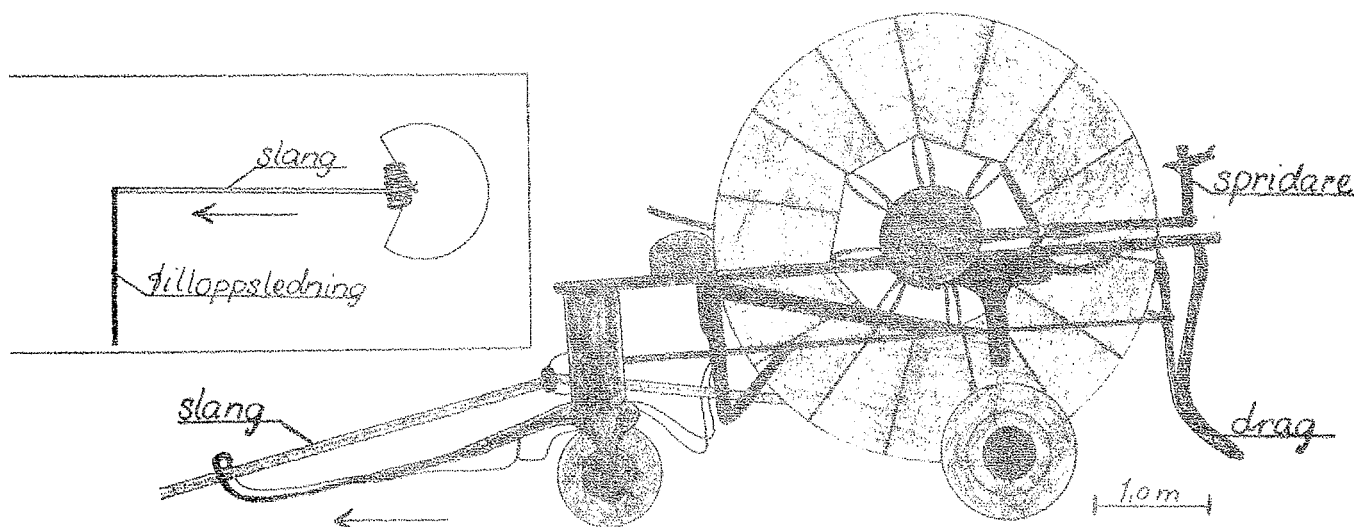


Figur 11. Rollomat. Principskiss se figur 10.

Aquadux är en bevattningsmaskin med ledning som rullas på. Den är uppbyggd av ett trehjuligt chassi, en slangtrumma med syntetisk plattslang och en stor sektorinställd spridare.

När ett fält skall bevattnas förenkras slangen varefter maskinen med trektor dras baklänges över fältet, så att slangen rullas av. När vattentrycket kopplas till drivs maskinen framåt genom att en hydraulisk kolv påverkas. Maskinen rullar under rörelsen framåt upp den vattenfyllda slangen på trumman. När ekipaget når fältkan- ten stängs vattentillförseln automatiskt av.

Det finns två modeller av Aquadux: Ax 75 och Ax 94. Siffrorna anger innerdiametern på slangen. Slangens längd kan vara högst 500 resp. 350 meter. Vattenbehovet anges till maximalt $50 \text{ m}^3/\text{tim}$ för den mindre modellen och $80 \text{ m}^3/\text{tim}$ för den större modellen. Arbetsbredden anges i broschyren vara 50-85 meter. Uppgifterna om arbetstid härrör från tyska undersökningar.



Figur 12. Aquadux

Droppbevattning.

Ett annat system vilket främst lämpar sig för frukt- och bärödling är droppbevattning. Vattnet distribueras ut över den areal som skall bevattnas genom ett i regel permanent system av klana plastledningar och sprides ut på ytan genom droppslangar eller droppdyser. I Sverige finns ett par anläggningar i fruktödlingar. Några arbetsstudier eller kostnadsberäkningar har inte utförts av oss. Arbetsbehovet blir med ett permanent system troligen lägre än för något annat system.

I tabell 1 redovisas de slang-kombisystem och bevattningsmaskiner som f.n. är aktuella i Sverige. Tabell 2 utgör en sammanställning av svenska firmor för lantbruksbevattning.

Tabell 1. Olika bevattningssystem.

Beteckning	Tillverkare	Repr. i Sverige	Anm.
<u>Slang-kombisystem</u>			
JE-60	Jan Göransson, Eskil Olsson, Sverige	2**	
FTS	Ferret- Hegnerbau, Västtyskland	1	
SKH	Wassertechnik H. Wollny, Västtyskland	5	
Kela- Kalle	Bouviputki Oy, Finland	3	
<u>Självgående bevattningsmaskiner</u>			
<u>Bevattningsmaskin med ledning som rullas av</u>			
Rainmatic one/30, two/90	Furrow Irrigation Ltd, England	9	
<u>Bevattningsmaskin med släpande ledning</u>			
Rainmobil	Buckner Sprinkler Co, USA	5***	
Dolphin	Furrow Irrigation Ltd, England	9	
Aquamobile	Frankrike	8, 6	
<u>Bevattningsmaskin med ledning som indragas</u>			
Irrigator IR 30, IR 50	Wassertechnik H. Wollny, Västtyskland	5	
Rollomat 1, 2	Ferret Hegnerbau, Västtyskland	1	
Typhoon 75, 90, 110	Irrifrance, Frankrike	8	
Main Star	Bauer, Österrike	4	
<u>Bevattningsmaskin med ledning som rullas på</u>			
Aquadux Ax 75, Ax 94	Wassertechnik H. Wollny, Västtyskland	5	
* finns f.n. ej i Sverige			
** siffrorna hänvisar till resp. svenska firma i tabell 2			
*** fler andra firmor säljer liknande små bevattningsmaskiner för gräsmattor m.m.			

Tabell 2. Bevattningsfirmor för lantbruksbevattning i Sverige.

Nr	Adress
1	AB Bevattningsteknik, Fagerstagatan 4B, 16321 STÅNGÅ. Tel: 08/7600450
2	Bevattningsservice, Jan Göransson, 240 17 SÖDBA SANDBY. Tel: 046/51620
3	Boxholms AB, 590 10 BOXHOLM. Tel: 0142/51000
4	AB Calvert & Co., Pack, 401 10 GÖRANBERG 1. Tel: 051/520840
5	Desai HK verkstäder AB, Box 2037, Skogsgårdsv. 52, 135 02 TYRESÖ. Tel: 08/7120055
6	Rinkaby Motorverkstad AB, 290 36 RINKABY. Tel: 044/225250
7	Tumlebergs Bär AB, 534 00 VARA. Tel: 0512/90150
8	Valentin & Co i Torekov AB, 260 90 BÅSTAD 1. Tel: 0431/72010
9	Östorps bevattningsfirma, Östorps-gård, 312 00 LAHOLM. Tel: 0430/19016

III. Kapacitet och intensitet

För de bevattningssystem som närmare beskrivs i kap. II har arbetsstudier och kostnadsberäkningar utförts. De arealer för vilka beräkningar gjorts är 5, 10, 20, 50 och 100 hektar. För bevattningsmaskiner finns dessutom beräkningar för de arealer, som är mest gynnsamma, dvs. arealer där hela kapaciteten för en, två eller flera maskiner kan utnyttjas. Bevattningsanläggningarna har dimensionerats för bevattning av arealerna med 35 mm på 150, 200, 300 och 400 timmars driftstid per bevattning. Drifttiden kan varieras till att gälla olika antal dagar med olika lång bevattningstid per dygn. Således anger en driftstid på 200 timmar att man kan bevattna 20 timmar per dygn under 10 dagar, 15 timmar per dygn under drygt 13 dagar eller 10 timmar per dygn under 20 dagar etc. I drifttiden ingår endast den tid under vilken bevattningsanläggningen är igång. Tiden för flyttningsarbetet ingår alltså ej. Skälet till att beräkningar gjorts för olika driftstider per bevattning är bl.a. att olika grödor ställer olika krav på vattenförsörjningen.

De olika driftstider som använts i beräkningarna har valts av skäl som anges nedan.

35 mm på 150 timmar. Under varma perioder kan en grödas vattenbehov uppgå till omkring 5 mm per dygn. Till dyrbara odlingar av t.ex. köksväxter och jordgubbar är det ofta motiverat att dimensionera en bevattningsanläggning så att man även under extrema torrperioder helt kan täcka grödans behov. Anläggningens kapacitet bör då vara sådan, att man i medeltal kan tillföra 5 mm per dygn eller på en vecka hinna vattna hela arealen med omkring 35 mm. Vid intensivt utnyttjande av anläggningen kan drifttiden på en vecka bli ca 150 timmar. Anläggningen kan då sägas ha kapaciteten "35 mm på 150 timmar" för den aktuella arealen.

För potatis och vallar dimensioneras en bevattningsanläggning ofta så att man kan täcka en avdunstning på i medeltal 3-3,5 mm per dygn. En giva på omkring 35 mm var 10:e dygn motsvarar detta behov och är lämplig på många jordar. Härför krävs kapaciteten "35 mm på 150 timmar" om man i genomsnitt inte kan bevattna mer än 15 timmar per dygn.

35 mm på 200 timmar. Om man under torrperioder kan bevattna potatis och vallar 20 timmar per dygn behöver kapaciteten vara "35 mm på 200 timmar". Denna kapacitet kan också erfordras vid bevattning av vårsäd och våroljeväxter på lätt jord.

35 mm på 300 eller 400 timmar. Vid bevattning av stråsåd och oljevaxter på lerjordar klarar man sig ofta med en lägre kapacitet hos anläggningen. I dessa grödor är ofta bara en eller två bevattningar aktuella. Skillnader i såtider, sorter och jordar gör att tiden för att täcka arealen ofta kan utsträckas till 15-20 dygn. Driftstiden kan då uppgå till 300-400 timmar per bevattningsomgång. Ibland kan en anläggning med ännu lägre kapacitet vara tillräcklig. Investeringen kan därigenom bli låg.

Kapacitet hos olika bevattningsmaskiner

Den vattenmängd som spridaren eller spridarna ger bestämmer hur stor areal man kan bevattna med en viss mängd på en bestämd tid. Det ligger således i försäljarens intresse att ange en så hög vattenmängd per tidsenhet som möjligt för bevattningsmaskiner. Tryckförlusterna i ledningarna begränsar emellertid den vattenmängd som kan pumpas ut. Vid de högsta vattenmängder per timme som anges i broschyrer krävs ibland ingångstryck vid maskinen på 90-100 m v.p. för att spridartrycket skall bli det önskvärda. Om det dessutom behövs långa tillloppsledningar och höjdskillnaderna är betydande, räcker inte vanliga pumpar till, och ledningar av normal tryckklass blir också otillräckliga. Dessutom blir driftskostnaderna höga. I tabell 3 redovisas data för olika typer av bevattningsmaskiner. Den vattenmängd (m^3 /tim) som anges kan uppnås med ett ingångstryck på omkring 75-80 m v.p. för de större maskinerna med de ledningsdimensioner och ledningslängder som anges.

Tabell 3 . Bevattningsmaskinernas kapacitet.

Typ	Ledningar		Vattenmängd* m^3 /tim.	Areal, ha som kan bev. med 35mm på	
	Innerdiam., m	Längd, m		200 tim.	400 tim
Rainmatic	41	274	9	5	10
Rainmobil	ca 20-30	ca 50-75	1,5-4	0,9-2,3	1,8-4,6
Dolphin Four/400	100	200	86	49	98
Irrigator IR 50	44	270	12	7	14
Rollomat 1	71	320	40	23	46
" 2	86	270	65	37	74
Typhoon 75	64	280	32	18	36
" 90	77	265	47	27	54
" 110	95	225	70	40	80
Rain Star	75	270	47	27	54
Aquadux Ax 75	75	500	35	20	40
" Ax 94	94	315	70	40	80

* vid ett ingångstryck på 75-80 m v.p. för de större maskinerna

Nederbördsintensitet

Det ökade intresset för bevattningsmaskiner med stora munstycksdiametrar har åter aktualiserat risken för alltför stora droppar och hög bevattningsintensitet. Stora droppar kan ge skador på marken genom att jordens aggregat slås sönder. Därigenom kan jorden slamma igen och man får ett sämre luftutbyte mellan mark och atmosfär. En alltför hög bevattningsintensitet (mm/tim) kan också medföra en igenslamning av markytan på grund av att vattnet på en del jordar inte hinner sjunka undan. På sluttande mark kan detta ytvatten i vissa fall också ge upphov till jorderosion.

Bevattningsintensiteten hos vanliga små cirkelspridare till bl.a. rörsystem som placeras i förband redovisas i tabell 4. Av denna framgår att de vanligaste munstycksstorlekarna vid normala förband ofta ger ca 4-7 mm/tim. Bevattningsmaskiner är i regel försedda med betydligt större spridare. Dessa är vanligen inställda för sektorbevattning. Därigenom kan maskinen eller släden vinschas fram på torr mark. Ju större sektor som bevattnas, desto lägre blir bevattningsintensiteten. Bäst spridningsjämnhet som kräver minst överlappning får man emellertid ofta om ca 2/3 av cirkelytan täcks.

I tabell 5 redovisas bevattningsintensiteten för stora spridare med olika munstycksstorlekar. Vid beräkningarna har en spridningssektor på 240° använts. Om t.ex. en spridare har kastlängden 50 m och maskinen skall gå med hastigheten 25 m/tim för att ge 30 mm, tar det 2 timmar för maskinen att helt passera en punkt. Bevattningsintensiteten får man då genom att dividera 30 mm med 2 timmar. I detta exempel blir intensiteten således 15 mm/tim. Med angivna värden avses bruttointensitet; vad spridaren i medeltal ger per timme.

Erfarenheterna om under vilka förhållanden de stora spridarna är användbara är bristfälliga. De nya spridare som används på bevattningsmaskiner har utvecklats och förbättrats så att de i många avseenden skiljer sig från de storspridare som användes under 40- och 50-talen. Munstyckets utformning och utströmningsvinkel, som påverkar bl.a. droppstorlek, kastlängd och vindkänslighet, har man sökt förbättra för att minska riskerna för strukturskador.

Tabell 4. Bevattningsintensitet i förband hos små spridare med munstycksstorlekar 4-6 mm.

Munstycksdiameter mm	Utsjörömnig, m ³ /tim	Förband, mm	Bevattningsintensitet mm/tim
4,0	1,0	15x18	3,7
"	"	18x18	3,1
5,0	1,8	18x18	5,6
"	"	20x20	4,5
5,5	2,2	18x18	6,8
"	"	20x20	5,5
"	"	18x24	5,1
6,0	2,6	18x18	8,0
"	"	20x20	6,5
"	"	21x21	5,9

Tabell 5 . Bevattningsintensitet hos bevattningsmaskiner med spridarmunstycken 18-36 mm.

Munstycksdiameter, mm	Utsjörömnig m ³ /tim.	Kastradie, mm	Bevattningsintensitet, mm/tim.
18-22	24-40	39-43	10-13
26-30	50-75	44-49	15-17
32-36	85-120	50-65	18-22

IV. Arbetsbehov för olika bevattningssystem

Till grund för de beräkningar av arbetsbehov som redovisas nedan ligger arbetstidsstudier i fält.

Fältform och storlek inverkar i hög grad på arbetsbehovet. För att få en så rättvisande jämförelse som möjligt mellan olika bevattningssystem, har arbetsbehovet uträknats för samma arealer och fältformer och med likartade förutsättningar i övrigt. De arbetstider

som blir resultatet av en sådan beräkning får emellertid endast sammankopplas med exemplen i fråga. I praktisk drift tillkommer en mängd spilltider (rökpauser, väntetider etc.) som gör att arbetsbehovet kan skilja sig något från de data som redovisas här. Det primära i dessa studier är jämförelsen mellan olika system.

Arbetsstudierna har uteslutande gjorts i stråsäd och vall. I potatis och andra radsådda grödor är det betydligt svårare att handskas med bevattningsanläggningar. Tiderna i dessa grödor blir därför längre för samtliga system utom självgående bevattningsmaskiner. Grödan påverkar i mindre omfattning tiderna för maskiner, eftersom man inte behöver gå så mycket i fält.

Förutsättningar vid beräkning av arbetsbehov

Utgångspunkt har varit att en given areal skall kunna bevattnas på ett bestämt antal timmar. Dessa timmar anger bevattningens totala driftstid och kan varieras till att gälla olika antal dagar med olika driftstid per dygn (se sid. 17). I driftstiden ingår endast den tid under vilken bevattningsanläggningen är igång. Tiden för flyttningsarbetet ingår alltså ej.

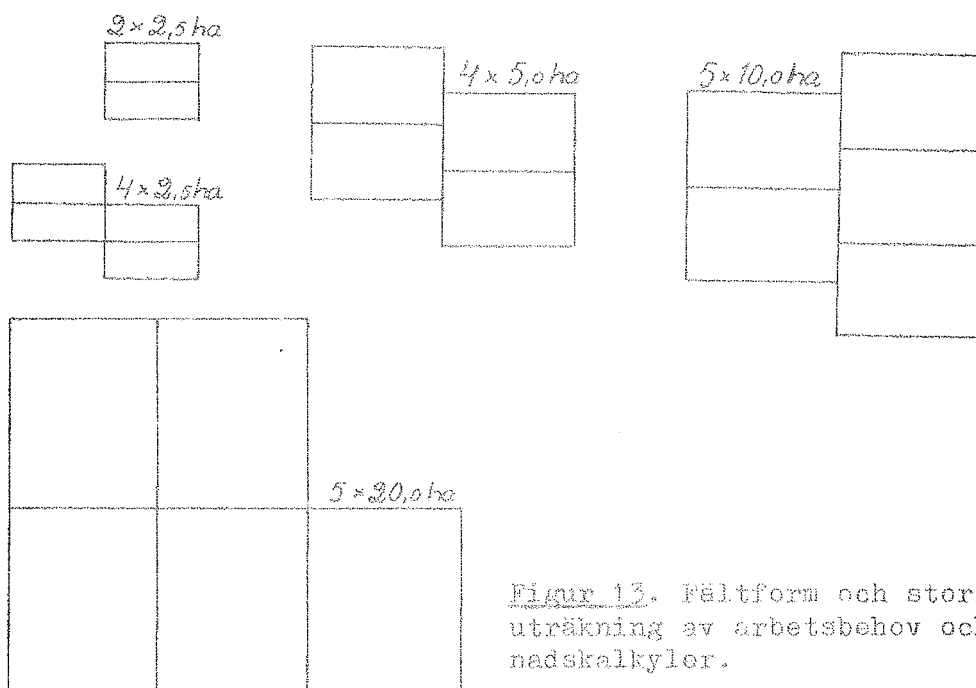
Vidare har fältens form bestämts från början. Hänsyn har härvid tagits till de olika systemen i så stor utsträckning som möjligt för att försöka undvika, att något eller några system missgynnas av en ogynnsamm fältform.

Följande förutsättningar gäller:

- Avståndet mellan gård och fält är 1 km.
- Transporthastigheten på väg är 20 km/h med enbart traktor, 10 km/h med traktor + vagn eller pump och 10 km/h med cykel.
- Fältform och storlek anges i figur 13.
- Pumpen är traktordriven.
- Stamledning läggs ut på det gynnsammaste sättet i förhållande till den fältform och spridarledningslängd som erfordras. (se sid. 36)
- Stam- och spridarledning har sådan längd att bevattning av en viss areal kan genomföras på ett bestämt antal timmar.
- För en del arbetsmoment har tidsstudier ej utförts. Hit hör utplacering av pump, service av traktor, transporttider till

och från fält, koppling av vagnar. Tidsåtgången för dessa moment har uppskattats. Detta inverkar emellertid inte på de inbördes tidsdifferenserna, eftersom värdena ingår i samtliga alternativ.

- Hur många man som sköter stamledningen beror av dimensionen. En bedömning har härvid gjorts utifrån vad som är vanligt i praktiken. Följande gäller: 1 man om stamledningens dimension är mindre än 4"; 2 man när dimensionen är 4" och 5"; 3 man när stammen är 6" och grövre.
- Antalet man som sköter de olika spridarsystemen är mestadels en. Endast i det fall, där det påpekas av bevattningsfirman att man skall vara två, har en beräkning skett utifrån detta. Det aktuella fallet anges i diskussionen av systemet i fråga.

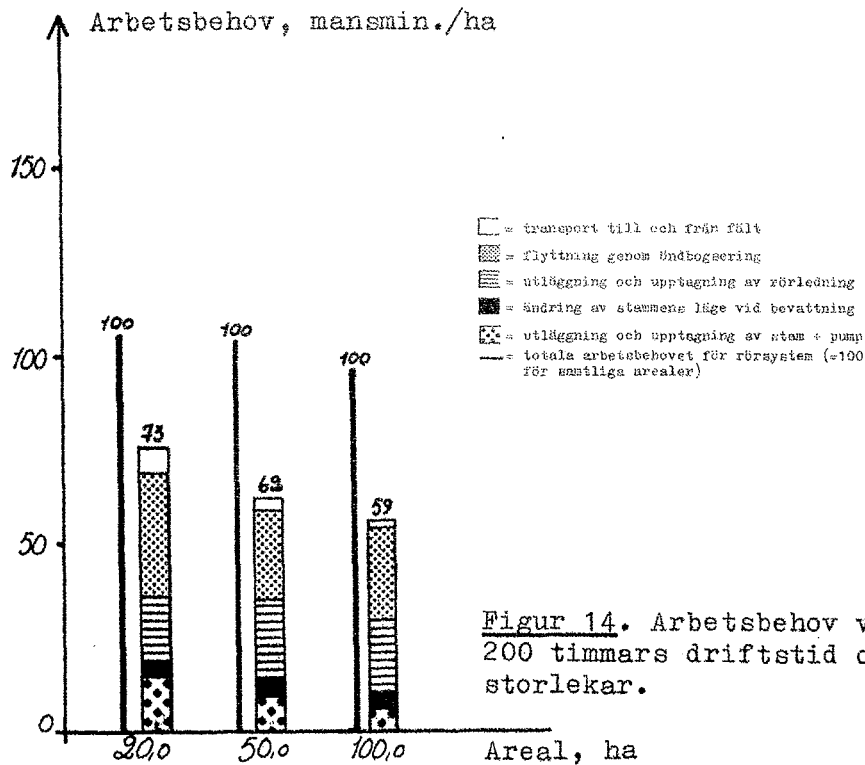


Figur 13. Pältform och storlek vid uträkning av arbetsbehov och kostnadskalkyler.

Diagram över arbetsbehov vid olika arealstorlekar

I figur 14-22 finns redovisat arbetsåtgång för de bevattningssystem, som arbetstidstudier utförts på. Driftstiden är i samtliga fall 200 timmar. För att på ett enkelt sätt kunna göra en jämförelse har i samtliga diagram inritats staplar för rörsystemets arbetsbehov. På varje areal har detta arbetsbehov satts till 100. Relativtal för övriga system i förhållande till rör anges vid respektive stapel.

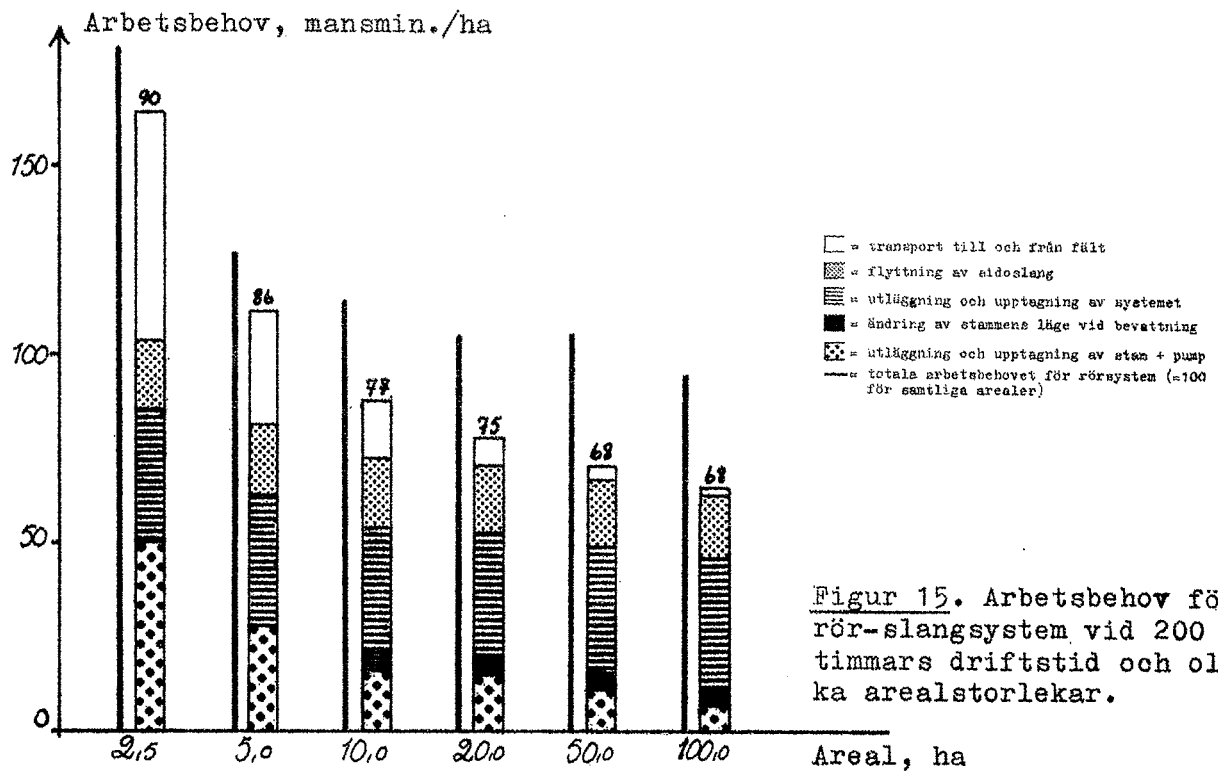
Ändbogsering



Arbetsbehovet har ej uträknats för arealer mindre än 20 hektar. Detta sammanhänger med att ändbogseringssystemet kräver relativt stora fält för att vara arbetsbesparande. På små fält måste man förhållandevis ofta koppla isär och lasta rören på vagn för förflyttning till nytt fält. Därigenom vinner man knappast någon tid jämfört med en konventionell röranläggning, där rören flyttas för hand i sidled. Detta framgår klart av diagrammet, där ändbogsering hävdar sig bättre jämfört med rörssystem ju större arealen är (27 % kortare tid på 20 ha och 41 % på 100 ha).

Diagrammet visar även att utläggning och upptagning av stamledning samt arbetet med pump tar kortare tid räknat per hektar vid större arealer. Detsamma gäller transporttider till och från fält.

Rör-slangsystem

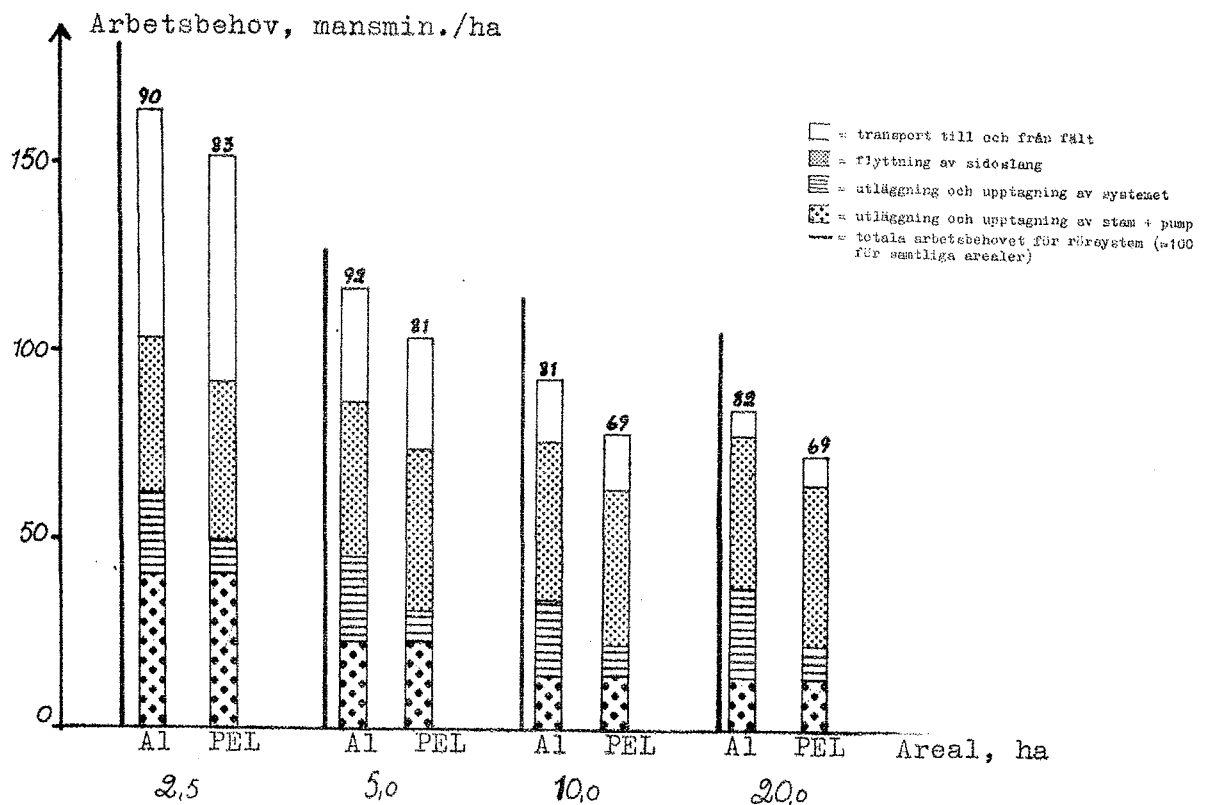


Vid rör-slangsystem har arbetsbehovet uträknats även för små arealer. Diagrammet visar en skillnad i arbetsbehov mellan rörsystem och rör-slangsystem. Denna skillnad mellan de två systemen ökar med ökad arealstorlek, m.a.o. ju större areal som bevattnas desto bättre lönar det sig med rör + sidoslangar. Det bör dock påpekas att detta gäller 40 m långa sidoslangar som medger 5 uppställningar av spridarstativ. Har man 20 m slangar i stället kommer arbetsbehovet att bli ungefär detsamma för både rör- och rör-slangsystem. För att erhålla ett väsentligt minskat arbetsbehov vid övergång till rör-slangsystem bör man således ha sådan längd på sidoslangarna, att de medger minst fyra uppställningar av spridarstativ. Arbetstiden blir ungefär 25 % lägre med 40 m sidoslangar än med 20 m slangar.

Till små anläggningar är det ofta inte lönt att skaffa slangvinda. När flyttning inom fält skall ske till ny utläggningsplats (dvs. när man flyttar rör + sidoslang) är det enklast att ta stativet och dra slangens till den nya uppställningen. Vid flyttning av hela systemet till nytt fält kan man antingen rulla ihop slangarna och lägga dem på vagn, eller också kan man placera stativen på vagnen och låta slangarna släpa på marken efter vagnen.

Det har vid flyttning inom ett fält visat sig vara mer arbetstidsbesparande att dra slangarna till ny utläggningsplats än att först rulla upp dem på en vinda, köra till nya utläggningsplatsen och där efter dra ut slangarna. Vinster i arbetstid på 30-40 % kan erhållas. Vid flyttning till nytt fält är arbetsåtgången emellertid densamma oberoende av om man rullar in slangarna på vinda eller låter dem släpa efter en vagn.

Halvpermanent system

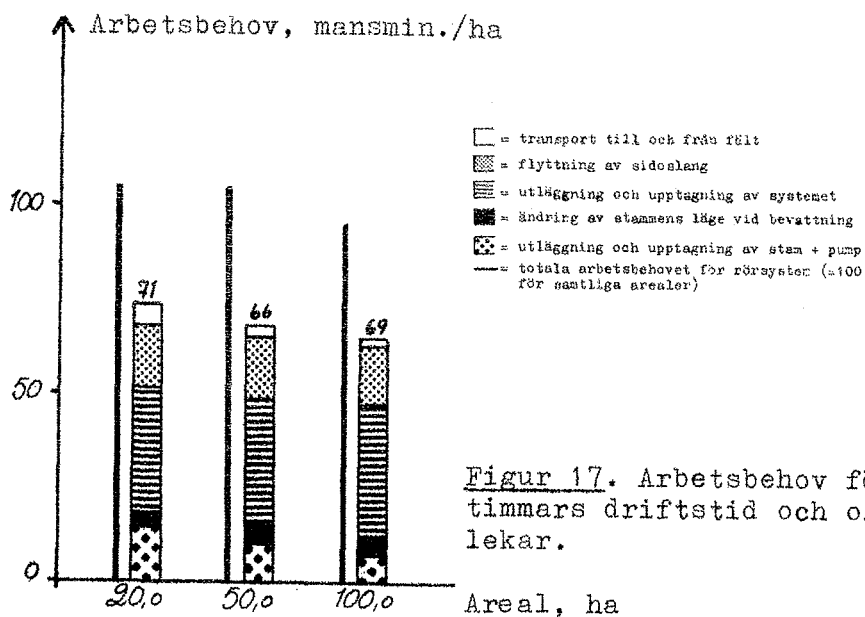


Figur 16. Arbetsbehov för halvpermanent system vid 200 timmars driftstid och olika arealstorlekar. Al=aluminiumrör och PEL=polyetenrör.

Den största vinsten från arbetsbehovssynpunkt med ett halvpermanent system får man vid två eller fler bevattningar per bevattningssäsong. Vid varje bevattningstillfälle åtgår det då endast arbete att flytta sidoslangar och spridarstativ. Arbetet med spridar rör m.m. koncentreras ju med detta system till utläggning på våren och intagning på hösten. Vid tre bevattningar per säsong blir arbetsbehovet jämfört med en konventionell röranläggning ca 30 % lägre.

Slang-kombisystem

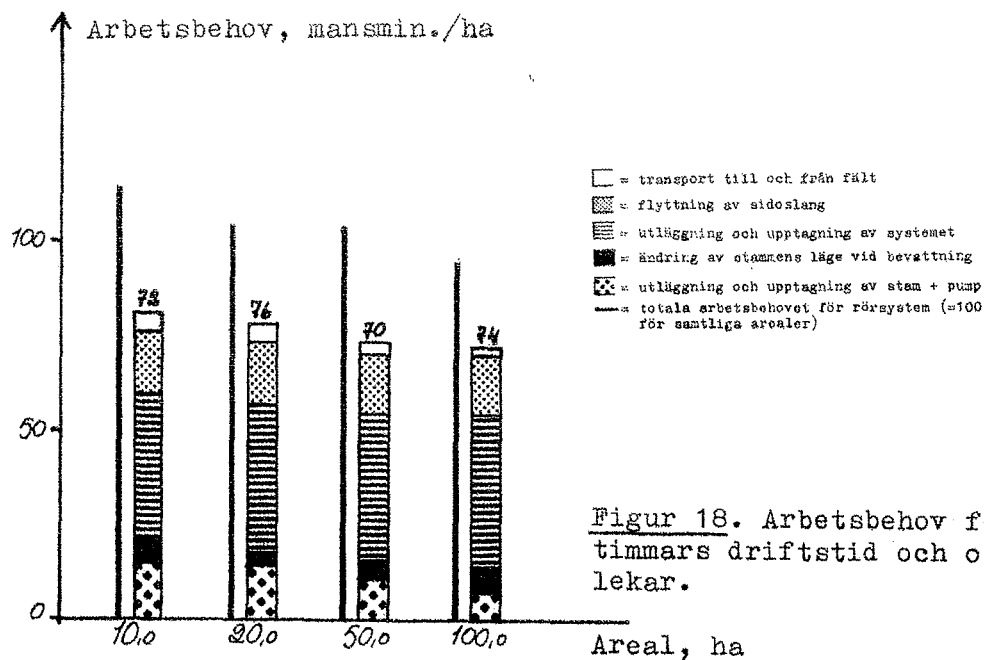
SKB



Figur 17. Arbetsbehov för SKB vid 200 timmars driftstid och olika arealstorlekar.

För slang-kombisystemet SKB är arbetsbehovet ca 30 % lägre än för rörssystem. Arbetsbehovet för mindre arealer än 20 ha har inte beräknats, eftersom en SKB-vagn med 30 spridare lagom bevattnar 20 ha på 200 timmar.

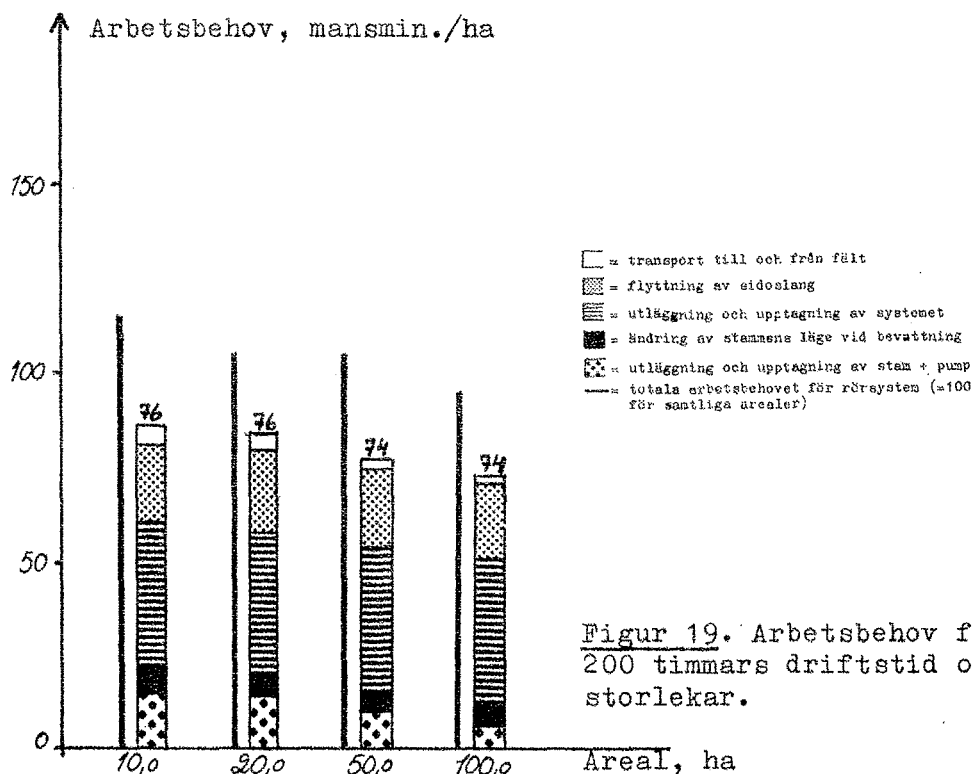
RTS



Figur 18. Arbetsbehov för RTS vid 200 timmars driftstid och olika arealstorlekar.

Arbetsbehovet är något högre för Perrots RTS än Wollnys SKB vid motsvarande längd på sidoslangar (= 40 m). Den bevattningsfirma, som säljer RTS, anger att man skall vara två man vid utläggning och upptagning av systemet. Arbetet kan dock med lite träning genomföras av en man. Tidsåtgången blir då en aning lägre för RTS än för SKB. Svårigheten för en man att ensam sköta utläggning av systemet sammanhänger med att huvudslangtrumman skymms av sidoslangtrumman. Därigenom kan man inte exakt veta hur långt man kör fram och kan på så sätt missa ett sidoslanguttag. Lite träning möjliggör emellertid för en man att ensam sköta utläggning av slangar.

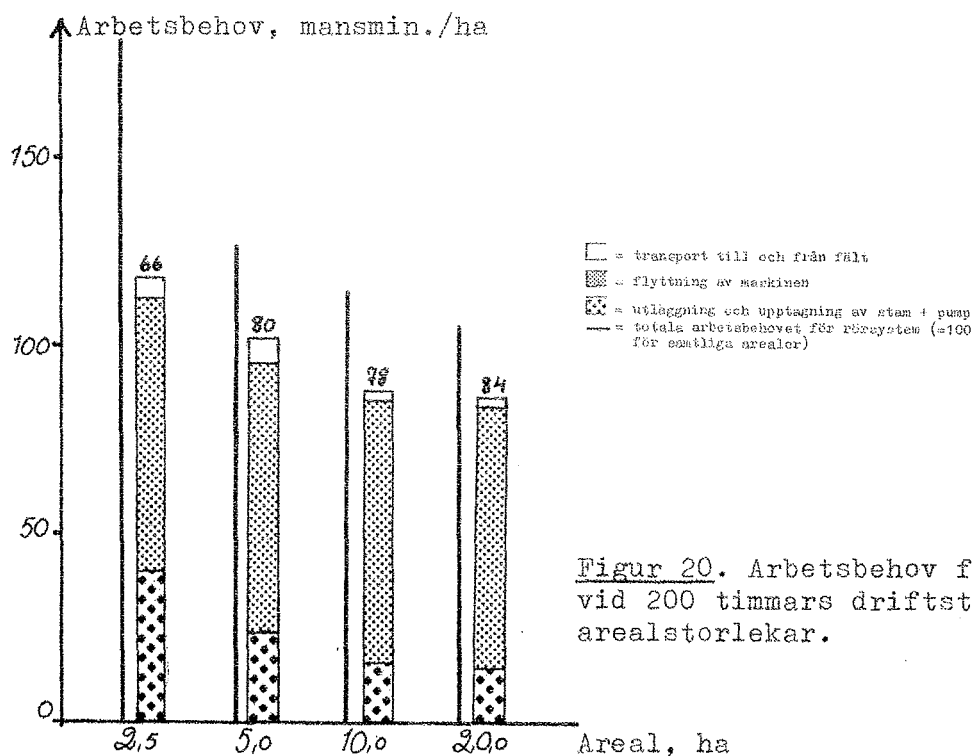
JE-GO



JE-GO slang-kombisystem, som vi tidsstuderat, har en relativt liten sidoslangtrumma. Vid uträkning av arbetsbehov har därför endast räknats med 20 m långa sidoslangar. Med 40 m slangar blir arbetsbehovet lägre än de redovisade värdena anger eller ungefär som för SKB-systemet.

Bevattningsmaskiner

Rainamatic one/30

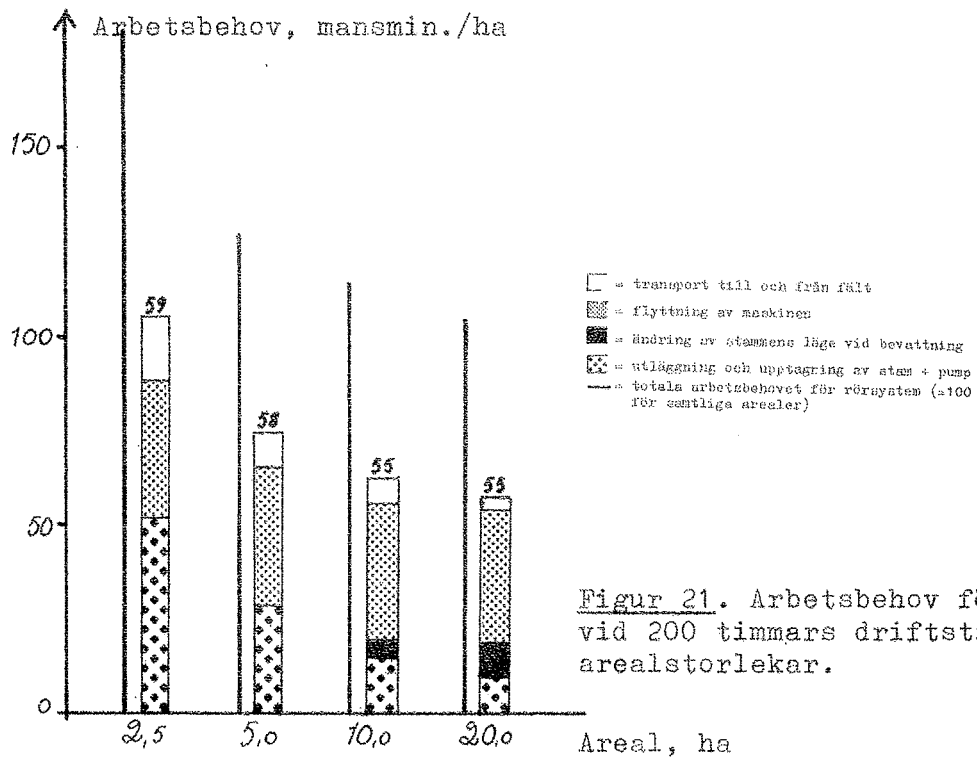


Figur 20. Arbetsbehov för Rainamatic vid 200 timmars driftstid och olika arealstorlekar.

Av de självgående bevattningsmaskiner, som vi tidsstuderat, har Rainamatic det största arbetsbehovet. Detta beror till stor del på att maskinen endast täcker en liten areal vid varje bevattning. Den är m.a.o. främst avsedd för små arealer. Av denna anledning har arbetsbehovet endast uträknats för arealer upp till 20 ha. Jämfört med en konventionell röranläggning ligger arbetsbehovet ca 20 % lägre för Rainamatic.

Rainmobil

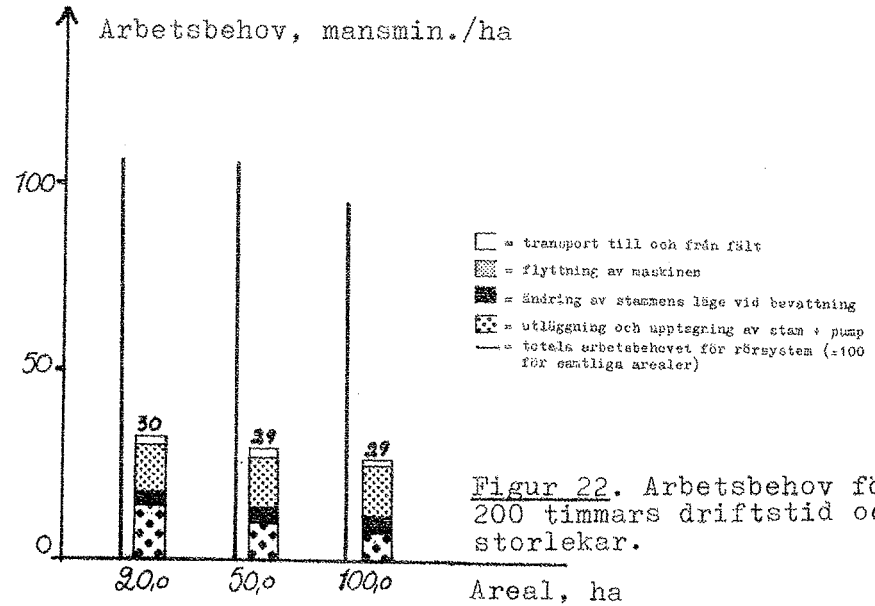
Rainmobil är liksom Rainamatic avsedd för små arealer. Den användes vanligen till fotbollsplaner och golfbanor m.m. Arbetsbehovet är 40-45 % lägre än för ett rörsystem.



Figur 21. Arbetsbehov för Rainmobil vid 200 timmars driftstid och olika arealstorlekar.

Dolphin

Dolphin har det lägsta arbetsbehovet av de maskiner, som vi har studerat. Den är avsedd för betydligt större arealer än de båda föregående bevattningsmaskinerna. Vid varje utläggning täcker den nämligen en areal på upp emot 4 ha. Arbetsbehovet är ca 70 % lägre än för en konventionell röranläggning.



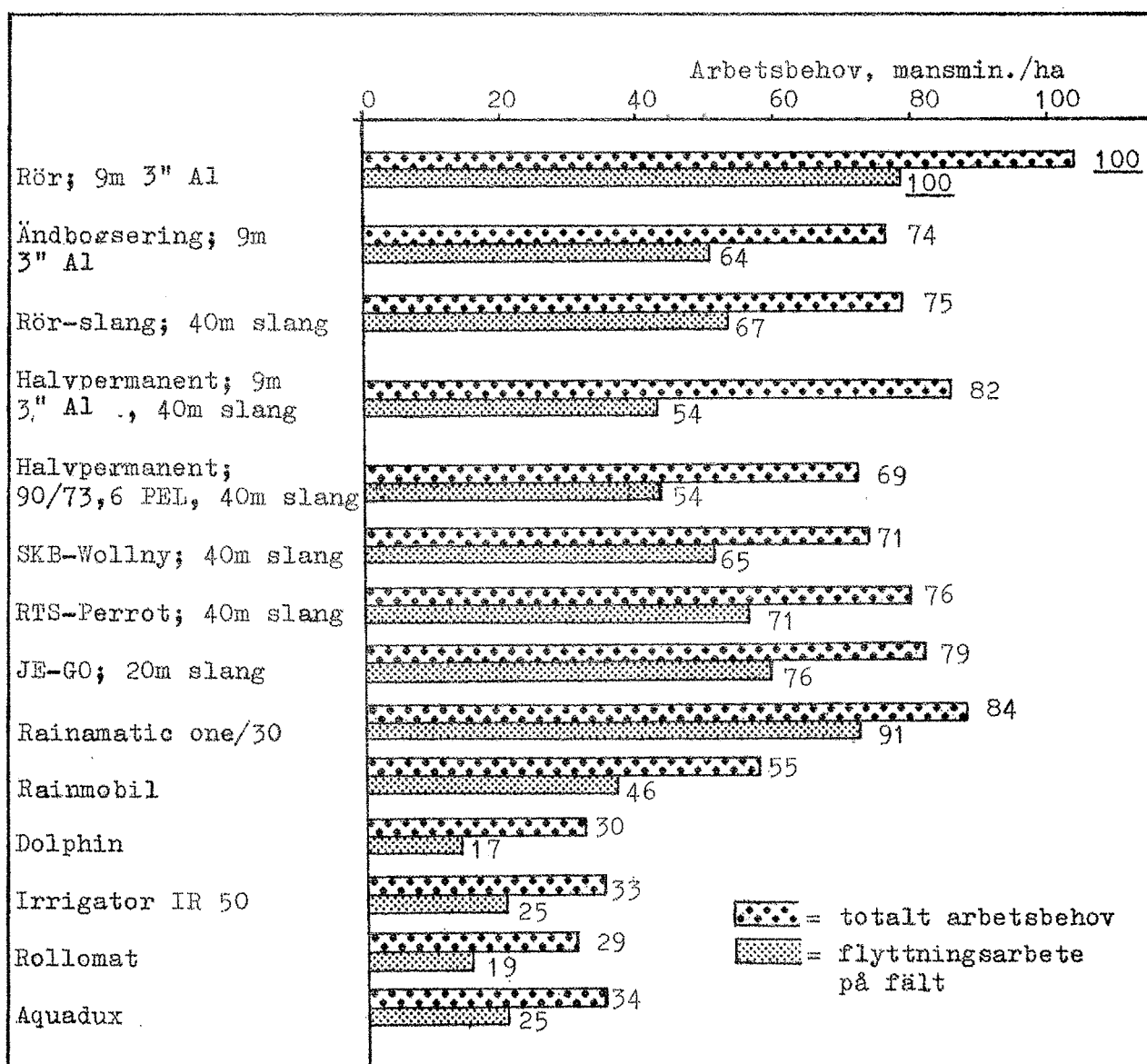
Figur 22. Arbetsbehov för Dolphin vid 200 timmars driftstid och olika arealstorlekar.

Jämförelse mellan olika system

Diagrammet i figur 23 visar arbetsbehovet hos olika system vid bevattning av 20 ha med 35 mm på 200 timmar. Antalet traktortimmar för samma areal och kapacitet anges i figur 24.

Arbetsbehovet är störst för en konventionell röranläggning. Kompletteras denna med 40 m långa sidoslangar minskar arbetsbehovet med ca 25%. Slang-kombisystem har ungefär samma arbetsbehov som rör-slangsystem vid motsvarande längd på sidoslangar.

Minst arbetsåtgång har de flesta självgående bevattningsmaskiner. Hos dessa ligger arbetsbehovet 50-70 % lägre än för en röranläggning.



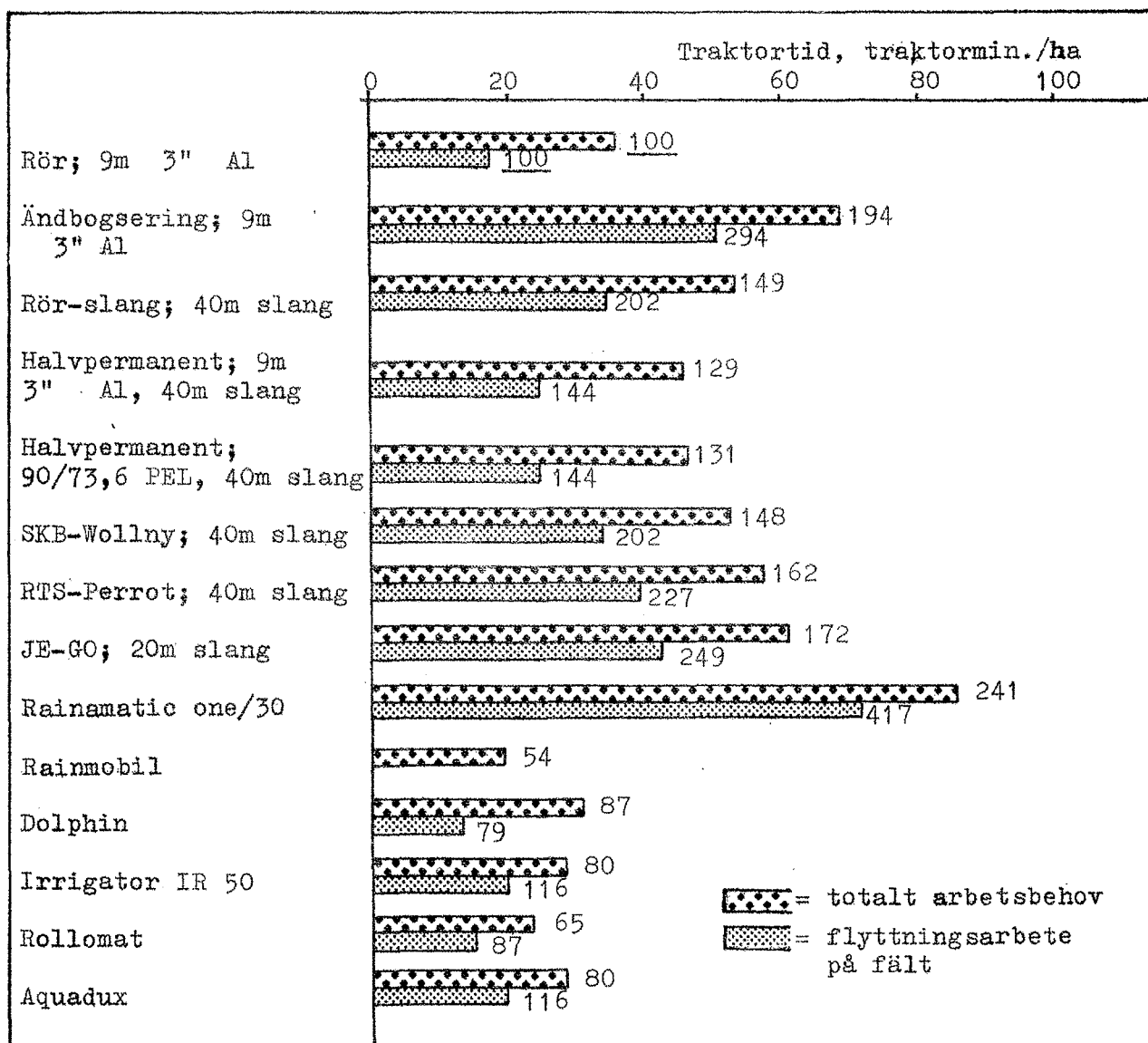
Figur 23. Arbetsbehov för olika bevattningssystem vid bevattning av 20 ha med 35 mm på 200 timmar. Siffrorna anger relativt tal i förhållande till rörsystem.

Antalet traktortimmar är i de redovisade exemplen tämligen lågt för en konventionell röranläggning. Det beror på att vi räknat med, att man använder traktor och rörvagn endast en gång vid utläggning av rör och en gång vid upptagning på varje fält. All övrig flyttning av rör sker för hand utan hjälp av traktor.

Som väntat ökar antalet traktortimmar vid ändbogsering av spridarrör, eftersom man då använder traktor vid varje flyttning på fält. Det är i dessa exempel ungefär dubbelt så stort som för en röranläggning.

Även slang-kombisystemen kräver ett relativt stort antal traktortimmar. Det ligger ca 50-70 % högre än för en röranläggning. Detsamma gäller rör-slangsystem.

För de flesta bevattningsmaskiner blir antalet traktortimmar färre än för ett rörsystem. Skillnaden är ofta ungefär 20 %.



Figur 24. Traktortid för olika bevattningssystem vid bevattning av 20 ha med 35 mm på 200 timmar. Siffrorna anger relativtal i förhållande till rörsystem.

Arbetsbelastning

Vid val av bevattningssystem är det inte enbart arbetsbehovet som har betydelse. Av stor vikt är också den arbetsbelastning ett visst system ger. Att få ett objektivi t mått på denna är svårt utan tillgång till erforderliga instrument. Vid insamlandet av material till föreliggande uppsats har det inte genomförts någon grundlig undersökning av arbetsbelastningen. För att få ett begrepp om denna redovisas dock här nedan en subjektiv värdering.

En konventionell röranläggning har bedömts vara det mest ansträngande bevattningssystemet. I synnerhet gäller detta stålrör, som främst fanns i marknaden tidigare. Övergång till aluminiumrör har gjort arbetet mindre betungande, med trots detta är det krävande att lasta, lägga och koppla rör.

Att komplettera röranläggningen med 3/4" - 1" sidoslangar kan minska arbetsbelastningen något. Härvid måste man dock ta hänsyn till vilken eller vilka grödor som skall bevattnas. Om det gäller stråsåd, vall eller oljevaxter blir arbetet lättare med rör-slangsystem. Speciellt gäller detta när man använder korta (ca 20 m) sidoslangar av PVC. Polyetenslangar underlättar arbetet mindre, eftersom de är besvärligare att handskas med. Det mest arbetskrävande momentet med rör-slangsystem är själva utläggningen och i viss mån upptagningen av systemet. När man har korta sidoslangar måste man emellertid flytta hela anläggningen oftare, än om man har långa (ca 40 m) slangar.

En begränsande faktor vid val av sidoslanglängd är förutom fältform även grödans art. I potatis- och betfält skadar man lätt grödan med långa sidoslangar. Från arbetsbelastningssynpunkt är det i dessa grödor också mindre gynnsamt med sidoslangar. Visserligen slipper man ifrån att tömma och bära rör vid varje uppställning, men vid upptagning av systemet blir man tvungen att gå ut och hämta stativet. Det är nämligen omöjligt att med hjälp av slangvinda rulla in slang och stativ i hög blast.

Saknas sidoslangtrumma bör man inte ha alltför långa sidoslangar. Speciellt gäller detta om man har slangar av polyeten. Dessa kan vara besvärliga att linda ihop för hand. Vid låg temperatur blir slangarna styva och därmed svårare att rulla.

Slang-kombisystem medför en viss förbättring från arbetsbelastnings-synpunkt. Eftersom rören där består av vävslang eller PEL-rör, som rullas på trumma, bortfaller arbetet med att lägga, tömma och lasta rör. Arbetet med att flytta spridarstativ kvarstår dock och är lika ansträngande som vid rör-slangsystem.

Ändbogsering av spridarledning är föga ansträngande. Den kräver emellertid att fälten är stora och regelbundna. Vid små fältenheter måste man koppla isär och lägga ledningen på vagn förhållandevis oftare. Eftersom detta enligt ovan bedömts vara arbetskrävande, är arbetet mera betungande för små fält.

Ett system med Al-rör, PEL-rör eller vävslang utlagda på ca 100 m avstånd från varandra och kompletterade med 3/4" - 1" sidoslanger, s.k. halvpermanent system, gör arbetet mindre krävande jämfört med rörslang- och slang-kombisystem under själva bevattningssäsongen. Vid utläggning och upptagning av rören i början och slutet av perioden blir emellertid arbetsbelastningen hög. I synnerhet gäller detta om det halvpermanenta systemet är uppbyggt på Al-rör. PEL-rör och vävslang förenklar arbetet betydligt eftersom dessa material kan rullas på en trumma.

Själygående bevattningsmaskiner utgör det minst arbetskrävande bevattningssystemet. Maskinen sköter sig själv under betydligt längre tid än vad som gäller för de system som nämnts ovan. En del typer kräver dock en relativt stor insats av manuellt arbete i samband med att maskinen flyttas till en obevattnad del av fältet. Detta gäller dels de maskiner som rullar av slangen under tiden de rör sig framåt på fältet och dels de typer som släpar slangen. På dessa båda maskintyper måste man rulla in slangen på en trumma, innan maskinen flyttas till den obevattnade delen av fältet.

Flyttningsarbetets dygnsfördelning

Antalet flyttningar av en bevattningsanläggning per dygn är beroende av:

- hur stor del av dygnet som utnyttjas för bevattning
- bevattningsgivans storlek, dvs. hur länge man måste bevattna vid varje uppställning
- hur lång tid bevattningsanläggningen måste vara fränkopplad vid flyttning

Hur stor del av dygnet som utnyttjas för bevattning är till stor del beroende av arbetskraftssituationen. På grund av höga arbetskostnader

för anställd personal är det ofta inte lönt att flytta en anläggning under natten. Speciellt gäller detta om man har en röranläggning. Här tar själva flyttningen av spridarrör relativt lång tid. I stället för att flytta rören under natten, föredrar man kanske hellre att stänga av anläggningen. Härigenom utnyttjas emellertid anläggningen mindre effektivt.

Rör-slangsystem och slang-kombisystem kan göra situationen gynnsammare eftersom flyttning av spridarstativ tar förhållandevis kortare tid än flyttning av spridarrör. Vid samma storlek på anläggning tar det drygt 3 gånger längre tid att flytta spridarrör än spridarstativ.

Har man sidoslanger avsedda för tre uppställningar och bevattnar dygnet runt med 30-35 mm, behöver flyttning av såväl rör som slangar endast ske på morgonen. Flyttning av spridarstativ sker då på eftermiddagen och mitt i natten. Nästa upptagning och utläggning av hela systemet blir aktuell först morgonen därpå. Längre sidoslanger, som medger fyra eller fem uppställningar av spridarstativ, och andra bevattningsmängder medför en viss förskjutning av detta schema. Flyttning av hela systemet kan då efter en viss tid inträffa mitt i natten.

Bevattningsmaskiner ger i regel en jämnare arbetsfördelning under dygnet. Om man utnyttjar hela dess rör- eller slanglängd, sköter maskinen sig i regel utan tillsyn 10-20 timmar. Flyttningen kan mestadels förläggas till dagtid.

En fördel med bevattningsmaskiner torde således vara att de kan utnyttjas under hela dygnet utan att därför medföra en stor arbetsinsats under obekvämlig arbetstid. Hur man värderar detta beror i hög grad på om man har anställd personal eller om ägaren själv utför arbetet.

V. Investering för olika bevattningssystem

Förutsättningar

Vattentillgång

Ytvatten från sjö eller vattendrag utnyttjas. Kostnader för anskaffande

av vatten såsom djupbörning eller byggande av reservoar ingår således ej.

Pumpplats

Pumpplatsen är belägen 100 meter från det närmaste fältet som bevattnas. Endast en pumpplats används.

Fältstorlek och fältform

Anläggningar har anpassats till de fältstorlekar och fältformer, som redovisas för på sidan 22. Fältform och -storlekar har valts så att inget system blivit speciellt gynnat eller missgynnat i förhållande till de andra systemen.

Drivkälla

Drivkällan antages vara en traktor eller annan förbränningsmotor.

Stamledningssystem och pumpar

I beräkningar har stamledningssystemet utgjorts av aluminiumrör. Ledningarna har dimensionerats på samma sätt för olika system med samma kapacitet. När det gäller bevattningsmaskiner som kräver höga ingångstryck kan det ibland behövas stamledningsrör av högre tryckklass än vad som normalt krävs vid bevattning med konventionella spridare. I beräkningarna har normala aluminiumrör varit tillräckliga. Stamledningens längd för de olika arealerna framgår av tabell 6. Där redovisas också av vilken storleksordning tryckförlusterna i stammen tillåtits bli vid valet av ledningsdimensioner.

Pumpar av samma typ har valts för olika system. Skillnaden i tryckkrav mellan olika system kan motivera val av olika pumpar. I beräkningarna har de högre tryck, som vissa system kräver, antagits kunna uppnås genom höjning av drivkällans varvtal. De system som kräver höga tryck kommer därför att belastas av högre driftskostnader.

Tabell 6. Stamledningens längd för de olika arealerna och tryckförluster-
nas storlek vid de ledningsdimensioner som valts för anlägg-
ningar av olika kapacitet (35 mm på 150-400 timmar).

Areal, ha	Stamledningenslängd, m	Tryckförluster i stam- ledningen, m v.p.
5	400	5-11
10	500	11-16
20	650	11-16
50	1000	17-28
100	1450	28-33

Spridarsystem

För rörsystem, rör-slangsystem, halvpermanent system och ändbogsering har spridare med 5,0 mm munstycke använts. Vid normalt tryck (ca 35 m v.p.) är utströmningen från dessa ca $1,8 \text{ m}^3$ per timme. Spridarna har placerats i förbandet 18×18 meter. Bevattningsintensiteten blir då ca 5,6 mm per tim. brutto och uppställningstiden för en 35 mm giva omkring 6,5 timmar. Det innebär att man vid 150 timmars effektiv bevattning hinner med 23 uppställningar, på 200 timmar 30, på 300 timmar 46 och på 400 timmar 61 uppställningar. Det antal spridare som anläggningar av olika kapacitet omfattat redovisas i tabell 7. En justering av antalet spridare till spridarledningenslängder lämpade för de valda fältformerna har skett.

Tabell 7. Antal spridare för anläggningar av olika kapacitet.

Driftstid, tim per bevattningsomgång	Areal, ha				
	5	10	20	50	100
150	7	14	28	70	140
200	6	11	22	56	98
300	4	7	14	34	70
400	-	6	11	28	56

För slang-kombisystemen har spridare med 5,5 mm munstycke använts. Utströmningen från dessa är vid normalt tryck ca $2,2 \text{ m}^3$ per timme. Vid förbandet 20×20 meter blir bevattningsintensiteten ca 5,5 mm per timme. Uppställningstiden för en giva på omkring 35 mm blir 6,5 timmar.

Vid beräkning av de arealer som de olika bevattningsmaskinerna kan vattna inom en viss tid har inte de högsta vattenmängder, som anges i broschyrer använts. För att komma upp i dessa vattenmängder krävs i en del fall mycket höga ingångstryck. Det skulle ställa helt andra krav på ledningssystem och pumpar än konventionella bevattningssystem och dessutom leda till höga effektbehov och driftskostnader. Stamledningssystem och pumper har som tidigare nämnts utformats på samma sätt för bevattningsmaskinerna som för andra system. De vattenmängder som valts för de olika bevattningsmaskinerna redovisas i tabell 8 där också de arealer maskinerna kan bevattna på olika driftstider anges. För att få relationerna mellan olika system så rättvisande som möjligt har hänsyn tagits till såväl ledningens innerdiameter som dess längd. Med de vattenmängder per timme och för de ledningslängder (ej längre än 250 meter) som använts vid beräkningarna krävs för de större maskinerna ett ingångstryck på 75-80 m v.p.

Tabell. 8 . Kapacitet hos de olika bevattningsmaskiner för vilka kostnadsberäkningar utförts

	Vatten- mängd m ³ /tim	Areal, ha, som kan bevattnas med 35 mm på:			
		150 tim	200 tim	300 tim	400 tim
Rainamatic	9	4	5	8	10
Rainmobil	3.8	1.6	2.2	3.2	4.3
Dolphin Four/400	86	37	49	74	98
Irrigator IR 50	12	5	7	10	14
Rollomat 1	40	17	23	34	46
" 2	65	28	37	56	74
Aquadux Ax 75	45	19	26	38	51
" Ax 94	70	30	40	60	80

Total manometrisk uppforderingshöjd

För beräkning av effektbehov och driftskostnader och för kontroll av en bevattningsanläggnings dimensionering behövs uppgifter om den totala manometriska uppforderingshöjden. Den utför summan av sughöjd, höjdskillnader, friktionsförluster i ledningen och önskat spridartryck. Vid beräkningarna har sughöjden inklusive förluster i sugledning antagits vara 5 m v.p. och höjdskillnaden 10 meter. Friktionsförlusten i rör och slangar har beräknats. Spridartrycket för spridare med 5,0

och 5,5 mm munstycke har satts till 35 m v.p. Den totala manometriska uppföringshöjden för roranläggningarna redovisas i tabell 9

Tabell 9 . Totala manometriska uppföringshöjden för roranläggningarna

Driftstid, tim per bevattningsomgång	Areal, ha				
	5	10	20	50	100
150	56	66	65	76	82
200	62	63	66	82	87
300	62	72	69	77	85
400	-	69	68	71	83

Tabellens värden gäller även för ändbogsering. För rör-slangsystem, halvpermanent system och slang-kombisystem skall förluster i slangarna läggas till. Dessa uppgår för 40 meter långa slangar med innerdiametern 20 mm till omkring 6 m v.p. för system med 5,0 mm munstycke och till omkring 9 m v.p. för slang-kombisystem, som beräknats ha spridare med 5,5 mm munstycken.

För bevattningsmaskinerna Dolphin, Irrigator, Rollomat och Aquadux har ett tillägg på 20 m v.p. till de värden som redovisas för roranläggningarna gjorts. Spridartrycket hos dessa maskiner bör vara ca 20 m v.p. högre än hos vanliga små spridare. För Rainamatic och Rainmobil, som har relativt små spridare har ett tillägg på 10 m v.p. till roranläggningarnas siffror gjorts.

Priser

De priser som tillämpats vid beräkningarna av investeringens storlek för olika system är de marknadspriser, som gällt under sommaren 1973. För flera av bevattningsmaskinerna hade svenska priser ännu inte fastställts då beräkningarna gjordes. De utländska priserna har omräknats till svenska kronor. Tull och uppskattade fraktkostnader har lagts till. De prishöjningar som skett under hösten och vintern påverkar inte i nämnvärd utsträckning kostnadsrelationerna mellan de olika systemen. Kostnaden för vagnar och slangvindor har upptagits med de belopp som redovisas i tabell 10.

Tabell 10. Kostnad för rörvagnar och slangvindor

Anläggningens storlek, antal spridare (eller motsvarande kapacitet hos andra system)	Kostnad för rörvagn	Kostnad för slangvinda
11	-	1500
14-25	1500	1500
26-42	2000	2000
43-60	2500	2500
61-80	3000	3000
81-100	3500	3500

För bevattningsmaskiner och slang-kombisystem m.fl. behövs ej vagnar för transport av spridarledning. Därför har endast hälften av kostnaderna för vagnar upptagits för dessa system. För anläggningar med mindre än 11 spridare har inga kostnader för vagnar eller slangvindor upptagits.

Investeringsens storlek för olika system

Investeringen har med de förutsättningar som tillämpats kommit att uppgå till de summor som redovisas i tabellerna 11a-d. Tabellerna sammanfattas i figur 28. För bevattningsmaskiner kan en del arealer vara speciellt ogynnsamma (kapaciteten kan ej utnyttjas). Investeringsens storlek för de arealer som bäst passar en maskin anges i tabell 12. Alla siffror redovisas i förhållande till en konventionell röranläggning.

Tabell 11a. Investering för olika system med kapaciteten "35 mm på 150 tim.". Kostnaden anges för varje areal i förhållande till kostnaden för rörsystem (=100)

System	Areal, ha				
	5	10	20	50	100
Rör	9 400 kr = 100	16 000 kr = 100	28 800 kr = 100	63 700 kr = 100	120 700 kr = 100
Ändbogsering			108	109	109
Rör-slang	107	124	115	116	115
Halvpermanent	160	192	183		
Slang-kombi SKB			139	146	150
Rainomatic	332	278	270		
Rainmobil	153	133			
Dolphin Four/400			213	198	168
Irrigator IR 50	194	203	215	234	
Rollomat 2			267	246	255
Aquadux Ax 94			270	250	259

Tabell 11 b. Investering för olika system med kapaciteten "35 mm på 200 tim.". Kostnaderna anges för varje areal i förhållande till kostnaden för rörsystem (=100).

System	Areal, ha				
	5	10	20	50	100
Rör	8 300 kr = <u>100</u>	12 100 kr = <u>100</u>	23 200 kr = <u>100</u>	51 800 kr = <u>100</u>	100 900 kr = <u>100</u>
Ändbogsering			108	109	108
Rör-slang	107	121	116	114	113
Halvpermanent	151	214	183		
Slang-kombi SKB			153	146	
Slang-kombi RTS			185	178	
Rainomatic	228	257	264		
Rainmobil	148	144	134		
Dolphin Four/400			252	146	153
Irrigator IR 50	216	240	199	232	
Rollomat 1			302		324
Rollomat 2				290	242
Aquadux Ax 75			323	293	
Aquadux Ax 94					245

Tabell 11 c. Investering för olika system med kapaciteten "35 mm på 300 tim.". Kostnaderna anges för varje areal i förhållande till kostnaden för rörsystem (=100).

System	Areal, ha				
	5	10	20	50	100
Rör	6 600 kr = <u>100</u>	10 800 kr = <u>100</u>	18 900 kr = <u>100</u>	39 000 kr = <u>100</u>	76 600 kr = <u>100</u>
Ändbogsering			106	107	107
Rör-slang	106	106	115	114	113
Slang-kombi SKB				138	139
Rainomatic	267	296	256		
Rainmobil	139	141	132		
Dolphin Four/400				180	181
Irrigator IR 50	252	176	182	209	
Rollomat 2				220	222
Aquadux Ax 94				222	224

Tabell 11 d. Investering för olika system med kapaciteten "35 mm på 400 tim.". Kostnaden anges för varje areal i förhållande till kostnaden för rörsystem (=100)

System	Areal, ha		
	20	50	100
Rör	15 600 kr = <u>100</u>	36 100 kr = <u>100</u>	68 300 kr = <u>100</u>
Ändbogsering		107	107
Rör-slang	117	113	112
Slang-kombi SKB		127	135
Rainamatic	231		
Rainmobil	135		
Dolphin Four/400		191	135
Irrigator IR 50	218	192	
Rollomat 2		234	244
Aquadux Ax 94		237	247

Tabell 12 Investering för bevattningsmaskiner vid de arealer då hela kapaciteten för en maskin utnyttjas. Kostnaden anges i förhållande till kostnaden för rörsystem (=100)

System	Areal, ha		Kostnad, relativtal (rörsystem = 100)
	35 mm på 200 tim		
Rainamatic	5		228
Dolphin Four/400	49		146
Irrigator IR 50	7		188
Rollomat 1	23		277
Rollomat 2	37		212
Aquadux Ax 75	26		272
Aquadux Ax 94	40		208

VI. Årskostnader för olika bevattningssystem

De årliga kostnaderna för bevattning med de olika systemen har beräknats. Kostnaderna för 1, 3, 5 och 7 bevattningar per år av de olika arealerna med anläggningar med olika kapacitet har framräknats. I kostnadskalkylerna ingår avskrivning, ränta, förvaring och försäkring, underhåll, kostnader för drivkälla, drivmedel, smörjolja, arbetskostnader och traktorkostnader. De förutsättningar, som gällt vid dessa beräkningar har varit:

Avskrivning: S.k. rak avskrivning har tillämpats. Avskrivningstid 10 år för samtliga typer av anläggningar. Något underlag för val av olika avskrivningstider för olika system finns inte.

Ränta: De årliga räntekostnaderna har antagits uppgå till 8 % av halva inköpspriset.

Förvaring och försäkring: Ett belopp på 200-600 kr/år, beroende på anskaffningskostnaden har upptagits.

Underhåll: Underhållskostnaden har knutits till den årliga användningstiden genom att ett visst belopp per hektar och bevattningstillfälle upptagits. Underhållskostnaderna har - utan att underlag i form av undersökningar finns - antagits vara av olika storlek för olika system. Följande belopp har ingått i beräkningarna:

1. Rörsystem	15 kr/ha och bevattning
2. Ändbogsering, rör-slang, halvpermanent slang-kombi, Rainamatic, Rainmobil, Rollomat*	20 " " " "
3. Dolphin, Aquadux**	25 " " " "

*) Slangar och polyetenrör har beräknats ha kortare livslängd än övrig utrustning. Eftersom avskrivningstiden är lika för olika system har detta kompenseras genom en högre underhållskostnad.

***) Dessa maskiner har en dyr ledning av hög kvalitet, men vars livslängd inte är känd. Det kan motivera att man räknar med en högre underhållskostnad.

Arbetstid

Till de arbetstider som redovisas i kapitel IV har genomgående ett tillägg på ca 35 % gjorts vid kostnadsberäkningarna. Relationerna mellan olika system har inte påverkats av tillägget. Genom pålägget avses att tiderna skall gälla även för mindre gynnsamma förhållanden, exempelvis oregelbundna fält.

För grödor som är besvärliga att gå i (ex. potatis med hög blast) eller för speciellt ömtåliga grödor har ytterligare tillägg gjorts på flyttningstiden enligt följande

Rörsystem	+ 50 min/ha och bevattning
Rör-slangsystem	+ 35 " " "
Slang-kombisystem	+ 30 " " "

För självgående enheter har inget sådant tillägg gjorts.

Arbetskostnader

Kostnaden för arbete har genomgående beräknats vara 24 kr/tim. Andelen obekvämlig arbetstid blir beroende av vilket bevattningssystem man väljer. Någon hänsyn till det har inte tagits vid kostnadsberäkningarna eftersom det ur kostnadssynpunkt har en helt marginell betydelse. Från bekvämlighetstypunkt är det emellertid en faktor av betydelse vid val av bevattningssystem.

Energikostnader

För dieselmotorer har bränsleförbrukningen antagits vara 0,3 liter per hästkraftstimme. Priset på dieselolja har antagits vara 0,40 kr/l.

Smörjolja

Kostnaden för smörjolja (oljebyten) har upptagits till 2-5 kr/ha för varje bevattning. Den högre siffran har använts för de mindre arealerna.

Drivkälla

Kostnaden för drivkällan (ävskrivning, ränta, underhåll) har upptagits till följande belopp för varje bevattning med 35 mm:

<u>Areal, ha</u>	<u>Kronor, ha</u>
5	80
10	60
20	50
50	40
100	30

Traktorkostnad

Kostnaden för traktor som används för transporter, drivning av trummor m.m. har beräknats som en marginalkostnad för en befintlig traktor. För arealer på 10 hektar och mindre har kostnaden antagits vara 5 kr/tim och för arealer större än 10 hektar 10 kr/tim.

Exempel på beräkning av årskostnader

En rör-slanganläggning (investering 26 900:-) med kapaciteten "20 ha med 35 mm på 200 timmar" ger följande kostnader:

		Per ytterligare bevattning.
Avskrivning	2690:-	
Ränta	1076:-	
Förvaring och försäkring	400:-	
Underhåll	400:-	400:-
Drivkälla	1000:-	100:-
Drivmedel	324:-	324:-
Smörjolja	100:-	100:-
Engångsarbete MT	160:-	
" TT	50:-	
Flyttningsarbete MT	680:-	680:-
" TT	<u>183:-</u>	<u>183:-</u>
	7003:- /20 ha	2687:- /20 ha

Kostnaden för en bevattning med 35 mm blir 350 kr/ha. Varje ytterligare bevattning kostar 134 kr/ha.

Årskostnader för olika system

För varje system har ett antal liknande beräkningar av årskostnaden utförts. Årskostnaderna för de olika systemen, med de för beräkningarna valda förutsättningarna, redovisas i tabellerna 13-16. Kostnaderna redovisas för varje areal i förhållande till kostnaderna för ett konventionellt rörsystem (=100). Tabellerna sammanfattas i fig. 29-30.

Tabell 13a. Årskostnader per ha för olika bevattningssystem i förhållande till kostnaderna för rörsystem (=100). Siffrorna gäller för anläggningar med kapaciteten "35 mm på 150 timmar" och vid en bevattning per år.

System	Areal, ha				
	5	10	20	50	100
Rör	496 kr = <u>100</u>	421 kr = <u>100</u>	378 kr = <u>100</u>	332 kr = <u>100</u>	302 kr = <u>100</u>
Ändbogsering			102	102	103
Rör-slang	109	112	105	105	105
Halvpermanent	133	145	140		
Slang-kombi SKB			117	121	125
Rainamatic	231	200	193		
Rainmobil	128	111			
Dolphin Four/400			153	143	129
Irrigator IR 50	146	148	152	161	
Rollomat 1				200	
Rollomat 2			172	166	174
Aquadux Ax 75				202	
Aquadux Ax 94			183	171	174

Tabell 13 b. Vid tre bevattningar per år.

System	Areal, ha				
	5	10	20	50	100
Rör	842 kr = <u>100</u>	733 kr = <u>100</u>	668 kr = <u>100</u>	598 kr = <u>100</u>	546 kr = <u>100</u>
Ändbogsering			98	98	99
Rör-slang	108	105	99	100	99
Halvpermanent	117	118	116		
Slang-kombi SKB			105	108	110
Rainamatic	178	159	153		
Rainmobil	111	100			
Dolphin Four/400			121	114	105
Irrigator IR 50	119	118	118	122	
Rollomat 1				145	
Rollomat 2			132	124	128
Aquadux Ax 94			138	130	117

Tabell 13 c. Årskostnader per ha för olika bevattningssystem i förhållande till kostnaderna för rörsystem (=100). Siffrorna gäller för anläggningar med kapaciteten "35 mm på 150 timmar" och vid fem bevattningar per år.

System	Areal, ha				
	5	10	20	50	100
Rör	1 188 kr = <u>100</u>	1 045 kr = <u>100</u>	958 kr = <u>100</u>	864 kr = <u>100</u>	790 kr = <u>100</u>
Ändbogsering			96	96	97
Rör-slang	107	102	97	97	97
Halvpermanent	110	107	106		
Slang-kombi SKB			101	103	104
Rainamatic	122	142	138		
Rainmobil	104	95			
Dolphin Four/400			108	103	96
Irrigator IR 50	107	105	105	108	
Rollomat 1				123	
Rollomat 2			114	109	110
Aquadux Ax 94			120	114	114

Tabell 13 d. Vid sju bevattningar per år.

System	Areal, ha				
	5	10	20	50	100
Rör	1 534 kr = <u>100</u>	1 354 kr = <u>100</u>	1 248 kr = <u>100</u>	1 130 kr = <u>100</u>	1 034 kr = <u>100</u>
Ändbogsering			96	95	96
Rör-slang	106	101	96	96	96
Halvpermanent	106	101	101		
Slang-kombi SKB			98	100	101
Rainamatic	144	133	130		
Rainmobil	100	92			
Dolphin Four/400			101	97	92
Irrigator IR 50	101	99	98	100	
Rollomat 1				112	
Rollomat 2			105	100	101
Aquadux Ax 94			110	105	97

Tabell 14 a. Årskostnader per ha för olika bevattningssystem i förhållande till kostnaderna för rörsystem (=100). Siffrorna gäller för anläggningar med kapaciteten "35 mm på 200 timmar" och vid en bevattning per år.

System	Areal, ha				
	5	10	20	50	100
Rör	468 kr = <u>100</u>	367 kr = <u>100</u>	331 kr = <u>100</u>	298 kr = <u>100</u>	276 kr = <u>100</u>
Ändbogsering			105	100	99
Rör-slang	105	108	106	105	103
Halvpermanent	128	151	138		
Slang-kombi SKB			125	119	121
Slang-kombi RTS			143	136	
Rainamatic	167	176	181		
Rainmobil	123	114	111		
Dolphin Four/400			167	111	116
Irrigator IR 50	153	156	141	152	
Rollomat 1			187		
Rollomat 2				179	158
Aquadux Ax 75			202	183	
Aquadux Ax 94				183	163

Tabell 14 b. Vid tre bevattningar per år.

System	Areal, ha				
	5	10	20	50	100
Rör	820 kr = 100	655 kr = 100	605 kr = 100	564 kr = 100	518 kr = 100
Ändbogsering			102	96	94
Rör-slang	105	105	102	100	98
Halvpermanent	114	128	117		
Slang-kombi SKB			111	106	107
Slang-kombi RTS			122	117	
Rainamatic	139	148	148		
Rainmobil	108	104	101		
Dolphin Four/400			129	96	97
Irrigator IR 50	121	125	113	116	
Rollomat 2			137	129	117
Aquadux Ax 94			148	133	122

Tabell 14 c. Årskostnader per ha för olika bevattningssystem i förhållande till kostnaderna för rörsystem (=100). Siffrorna gäller för anläggningar med kapaciteten "35 mm på 200 timmar" och vid fem bevattningar per år.

System	Areal, ha				
	5	10	20	50	100
Rör	1 172 kr = <u>100</u>	943 kr = <u>100</u>	879 kr = <u>100</u>	830 kr = <u>100</u>	760 kr = <u>100</u>
Ändbogsering			101	95	93
Rör-slang	105	104	101	98	96
Halvpermanent	108	119	109		
Slang-kombi SKB			106	102	102
Slang-kombi RTS			114	110	
Rainmatic	128	137	136		
Rainmobil	102	101	97		
Dolphin Four/400			115	91	90
Irrigator IR 50	109	112	103	103	
Rollomat 2			118	111	102
Aquadux Ax 94			128	115	107

Tabell 14 d. Vid sju bevattningar per år

System	Areal, ha				
	5	10	20	50	100
Rör	1 524 kr = <u>100</u>	1 231 kr = <u>100</u>	1 153 kr = <u>100</u>	1 096 kr = <u>100</u>	1 002 kr = <u>100</u>
Ändbogsering			100	94	92
Rör-slang	105	103	100	97	95
Halvpermanent	105	114	105		
Slang-kombi SKB			103	100	100
Slang-kombi RTS			110	106	
Rainmatic	122	131	129		
Rainmobil	99	99	95		
Dolphin Four/400			107	88	87
Irrigator IR 50	102	106	97	96	
Rollomat 2			108	102	94
Aquadux Ax 94			117	106	99

Tabell 15 a. Årskostnader per ha för olika bevattningssystem i förhållande till kostnaderna för rörsystem (=100). Siffrorna gäller för anläggningar med kapaciteten "35 mm på 300 timmar" och vid en bevattning per år.

System	Areal, ha				
	5	10	20	50	100
Rör	426 kr = <u>100</u>	348 kr = <u>100</u>	292 kr = <u>100</u>	250 kr = <u>100</u>	234 kr = <u>100</u>
Ändbogsering			102	102	99
Rör-slang	104	106	109	106	106
Slang-kombi SKB				115	117
Rainamatic	175	191	180		
Rainmobil	110	111	111		
Dolphin Four/400				128	129
Irrigator IR 50	160	122	129	130	
Rollomat 2				142	142
Aquadux Ax 94				146	149

Tabell 15 b. Vid tre bevattningar per år.

System	Areal, ha				
	5	10	20	50	100
Rör	790 kr = <u>100</u>	658 kr = <u>100</u>	566 kr = <u>100</u>	498 kr = <u>100</u>	466 kr = <u>100</u>
Ändbogsering			98	98	95
Rör-slang	104	106	104	103	102
Slang-kombi SKB				106	107
Rainamatic	140	150	146		
Rainmobil	98	100	99		
Dolphin Four/400				106	106
Irrigator IR50	122	101	106	109	
Rollomat 2				111	109
Aquadux Ax 94				115	116

Tabell 15c. Årskostnader per ha för olika bevattningssystem i förhållande till kostnaderna för rörsystem (=100). Siffrorna gäller för anläggningar med kapaciteten "35 mm på 300 timmar" och vid fem bevattningar per år.

System	Areal, ha				
	5	10	20	50	100
Rör	1 154 kr = <u>100</u>	968 kr = <u>100</u>	840 kr = <u>100</u>	746 kr = <u>100</u>	698 kr = <u>100</u>
Ändbogsering			97	96	93
Rör-slang	104	107	103	102	101
Slang-kombi SKB				104	103
Rainamatic	127	136	135		
Rainmobil	94	96	95		
Dolphin Four/400				99	98
Irrigator IR 50	108	94	98	100	
Rollomat 2				100	97
Aquadux Ax 94				105	105

Tabell 16a. Årskostnader per ha för olika bevattningssystem i förhållande till kostnaderna för rörsystem (=100). Siffrorna gäller för anläggningar med kapaciteten "35 mm på 400 timmar" vid en bevattning per år.

System	Areal, ha		
	20	50	100
Rör	269 kr = <u>100</u>	239 kr = <u>100</u>	218 kr = <u>100</u>
Ändbogsering		97	98
Rör-slang	107	107	105
Slang-kombi SKB		113	117
Rainamatic	162		
Rainmobil	113		
Dolphin Four/400		131	107
Irrigator IR 50	141	130	
Rollomat 2		147	150
Aquadux Ax 94		151	157

Tabell 16 b. Årskostnader per ha för olika bevattningssystem i förhållande till kostnaderna för rörsystem (=100). Siffrorna gäller för anläggningar med kapaciteten "35 mm på 400 timmar" och vid tre bevattningar per år.

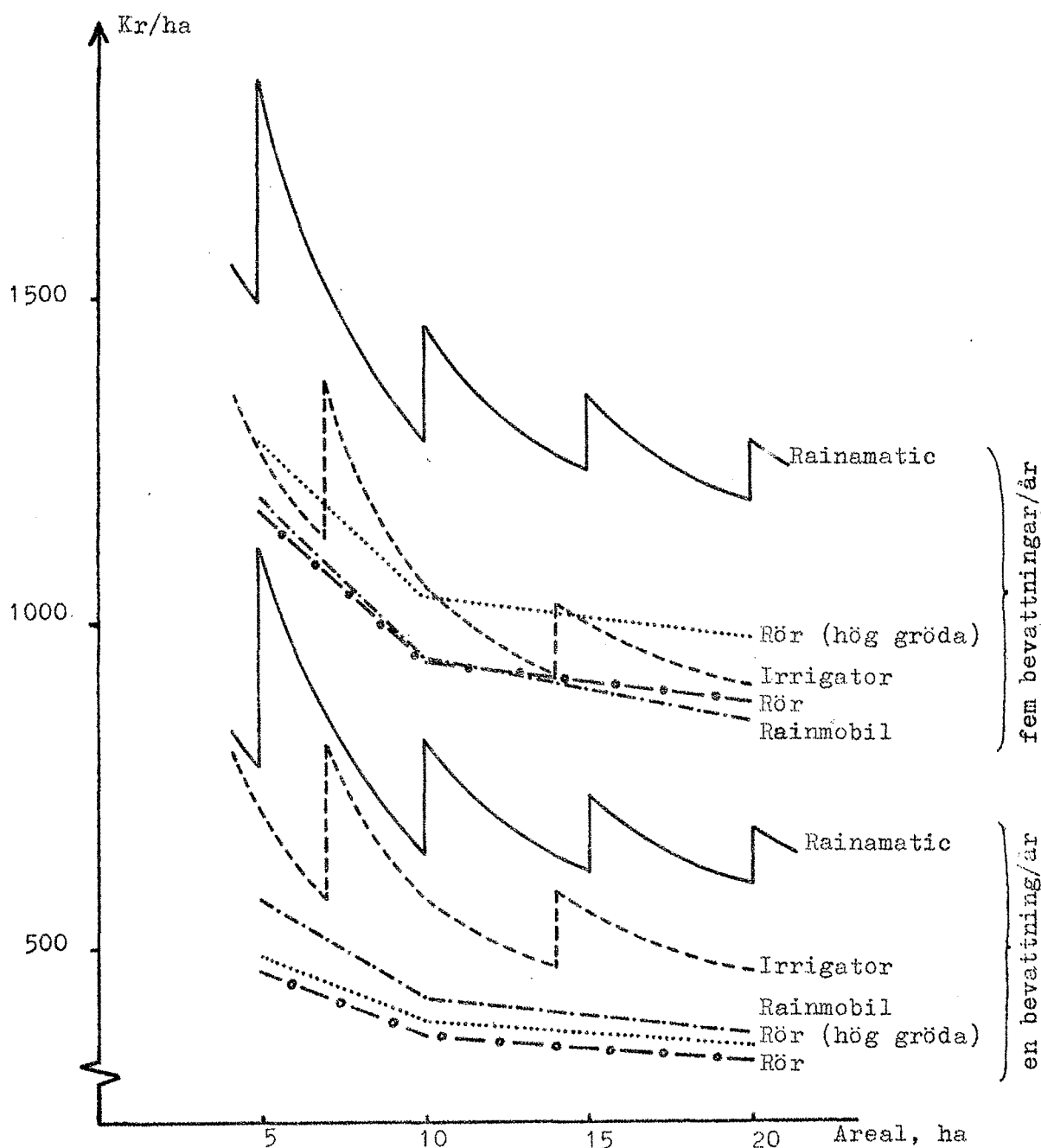
System	Areal, ha		
	20	50	100
Rör	541 kr = <u>100</u>	481 kr = <u>100</u>	442 kr = <u>100</u>
Ändbogsering		94	95
Rör-slang	104	104	102
Slang-kombi SKB		108	109
Rainamatic	135		
Rainmobil	103		
Dolphin Four/400		109	95
Irrigator IR 50	130	106	
Rollomat 2		113	113
Aquadux Ax 94		119	120

Tabell 16 c. Vid fem bevattningar per år

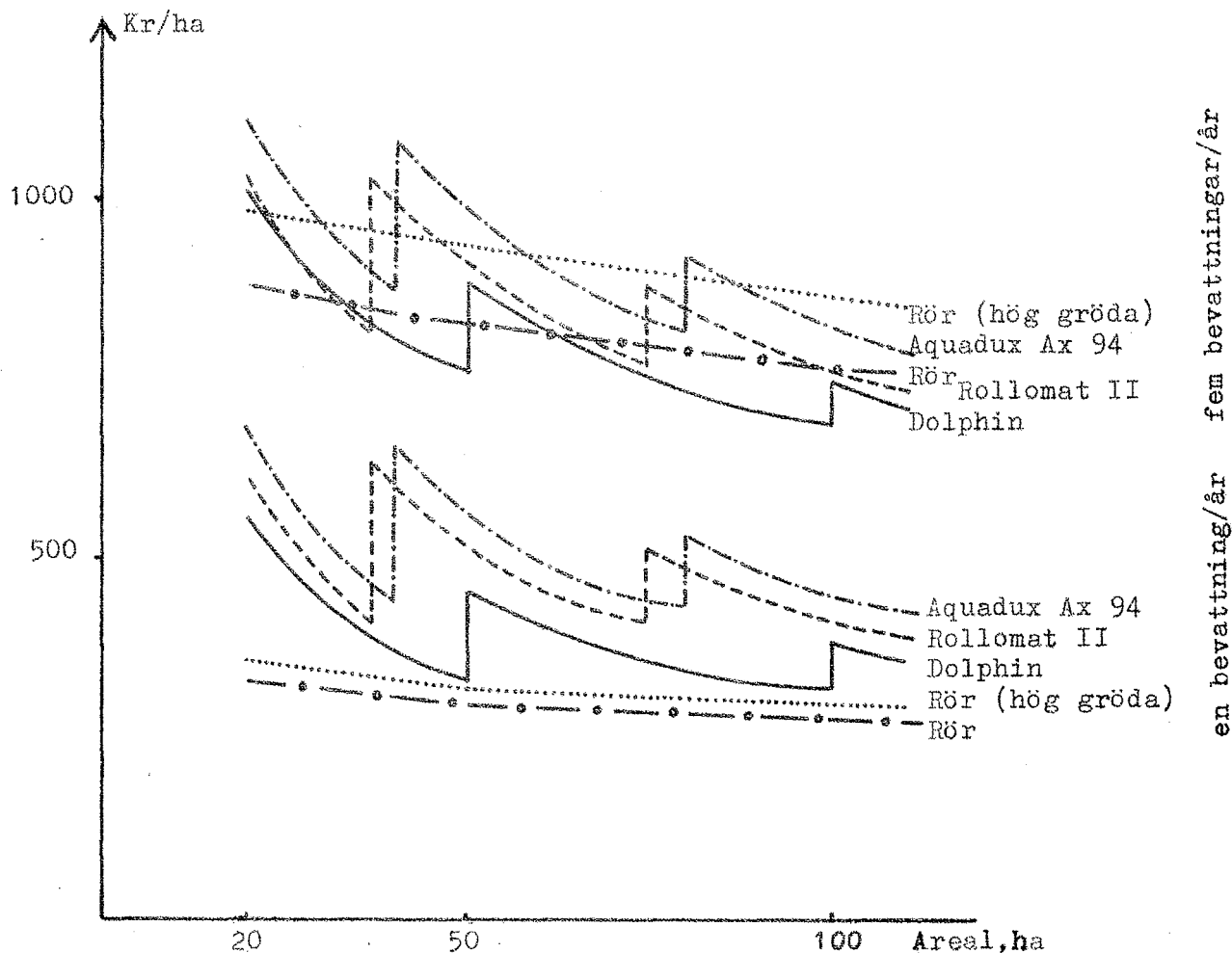
System	Areal, ha		
	20	50	100
Rör	813 kr = <u>100</u>	723 kr = <u>100</u>	666 kr = <u>100</u>
Ändbogsering		93	93
Rör-slang	102	103	101
Slang-kombi SKB		107	106
Rainamatic	126		
Rainmobil	100		
Dolphin Four/400			92
Irrigator	104	98	
Rollomat 2		102	101
Aquadux Ax 94		108	108

För bevattningsmaskinerna är kostnaderna beroende av hur maskinerna passar för olika arealer, dvs. hur deras kapacitet kan utnyttjas. I figurerna 25 och 26 redovisas hur årskostnaderna kan variera för olika arealer. Kurvornas hackiga förlopp beror på att kostnaderna stiger kraftigt när man måste skaffa ytterligare en maskin för att klara en större areal. Kostnaderna jämförs med kostnaden för röranläggningar vid en och vid fem bevattningar per år av dels normala grödor och dels speciellt svårvattnade grödor (t.ex. potatis med hög blast) för vilka arbetstiden vid konventionell bevattning är längre.

Av diagrammen framgår att bevattningsmaskinerna ur kostnadssynpunkt hävdar sig bäst vid intensivt utnyttjande och i grödor, som är speciellt arbetskrävande vid konventionell bevattning.



Figur 25. Årskostnaden för olika system med kapaciteten 5-20 ha med 35 mm på 200 timmar vid en bevattning och vid fem bevattningar per år



Figur 26. Årskostnaden för olika system med kapaciteten 20-100 ha med 35 mm på 200 timmar vid en bevattning och vid fem bevattningar per år

VII. Sammanfattning

De faktorer som i allmänhet har avgörande betydelse vid valet av bevattningsystem är:

1. Arbetsbehov
2. Investering
3. Årskostnader

I figurerna 27-30 sammanfattas resultaten av de studier och beräkningar av dessa faktorer som mer detaljerat redovisats ovan.

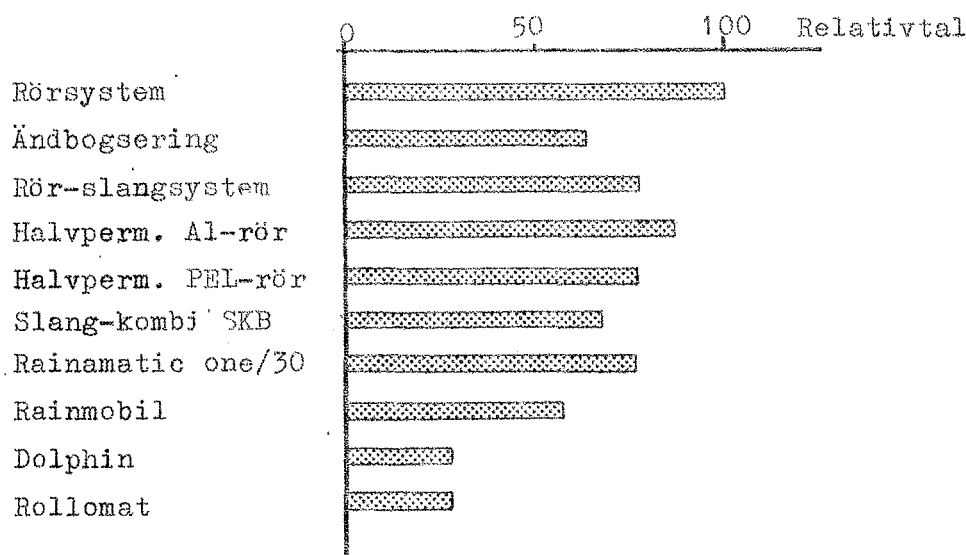
Arbetsbehov

- Det stora arbetsbehovet vid bevattning med konventionella röranläggningar har ökat intresset för andra lösningar.
- Genom att komplettera en röranläggning med slangar, spridarstativ och slangvinda kan man reducera arbetsbehovet med ca 20 %.

Med ett halvpermanent system där endast spridarstativ och slangar flyttas under bevattningssäsongen blir arbetsbehovet 15-20 % lägre än för ett vanligt rörsystem. vid en bevattning och upp emot 30 % lägre vid tre bevattningar per säsong.

Arbetsbehovet för slang-kombisystem blir i allmänhet något lägre än för rör-slangsystem med motsvarande sidoslanglängd.

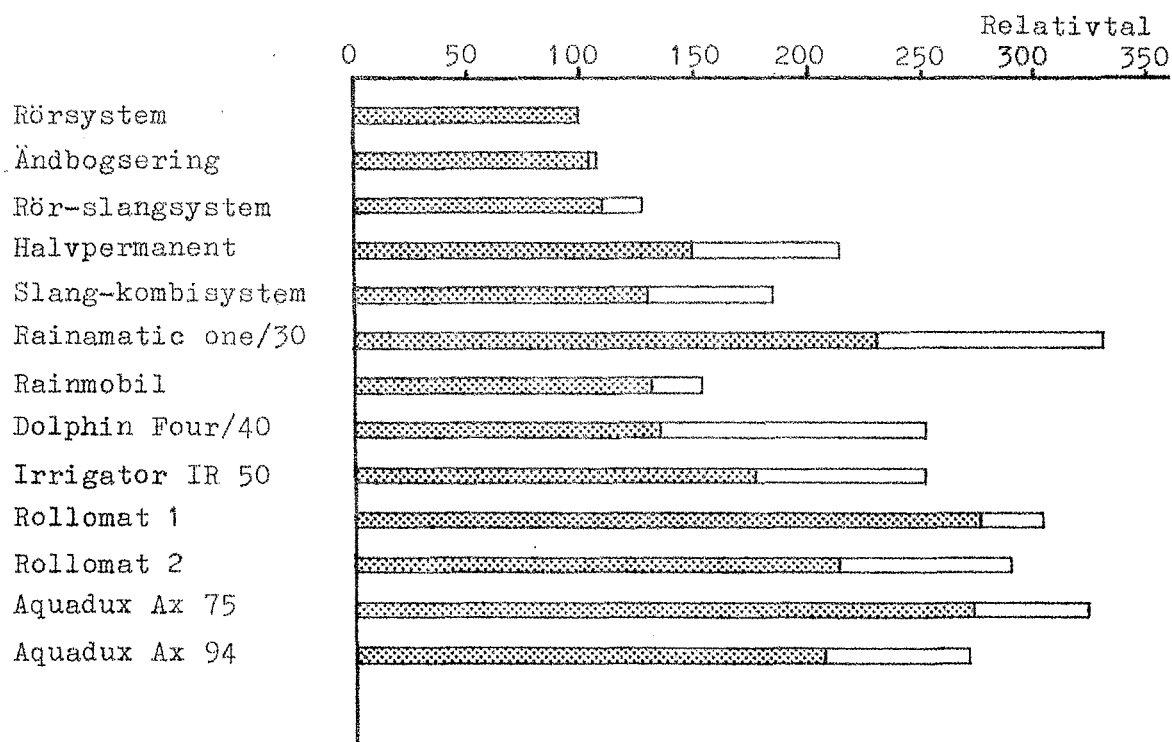
Med något undantag blir arbetsbehovet för de självgående bevattningsmaskinerna betydligt lägre än för något annat system eller omkring en tredjedel av arbetsbehovet med röranläggningar. Arbetet blir också mindre slitsamt.



Figur 27. Totalt arbetsbehov för olika bevattningssystem. Arbetsbehov i genomsnitt för samtliga arealer i förhållande till rörsystem (=100) vid en bevattning.

Investerings storlek

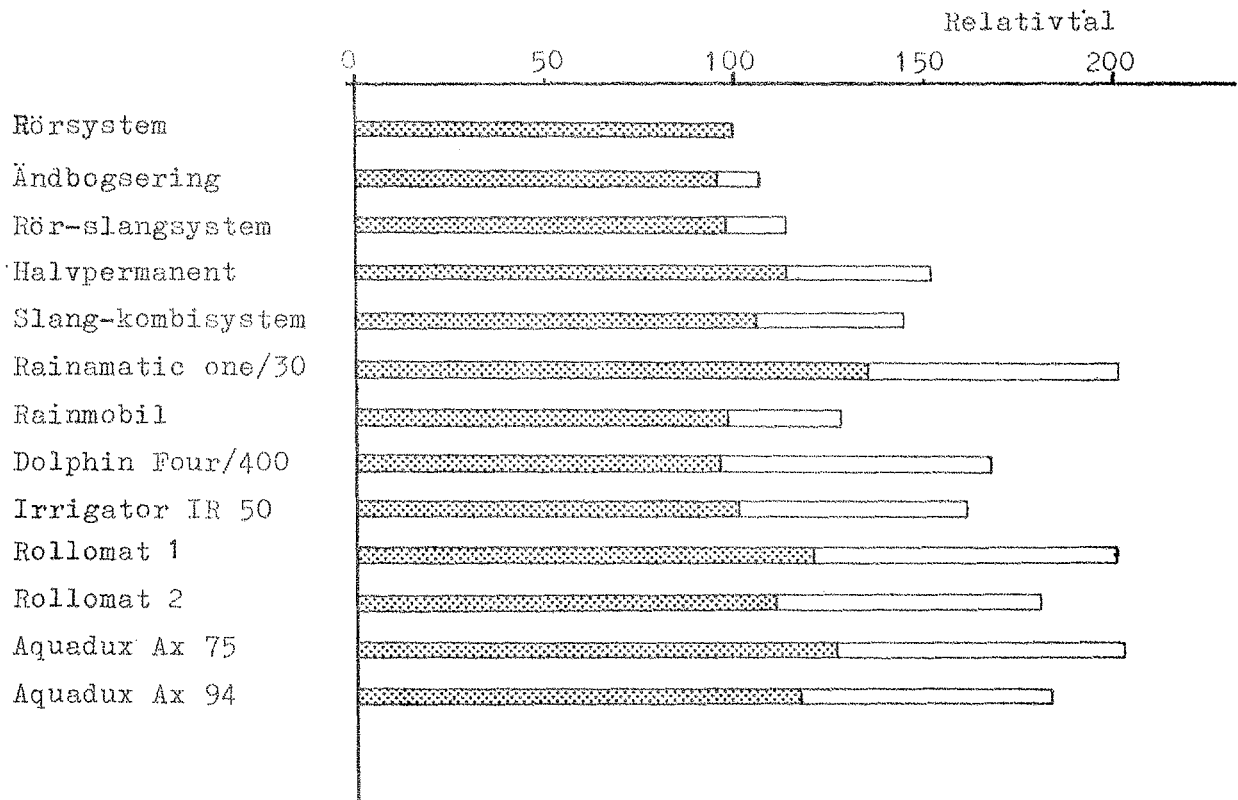
- En konventionell röranläggning blir billigast i inköp.
- En rör-slanganläggning blir i allmänhet 10-20 % dyrare.
- Skaffar man så många spridarledningar att dessa inte behöver flyttas under säsongen (ett halvpermanent system) blir kostnaden 50-100 % högre än för ett rörsystem.
- Ett slang-kombisystem blir 30-80 % dyrare än en röranläggning med motsvarande kapacitet.
- De mest arbetssparande maskinerna blir ofta minst dubbelt så dyra som motsvarande röranläggning. För arealer där maskinernas kapacitet kan utnyttjas helt kan situationen bli gynnsammare.



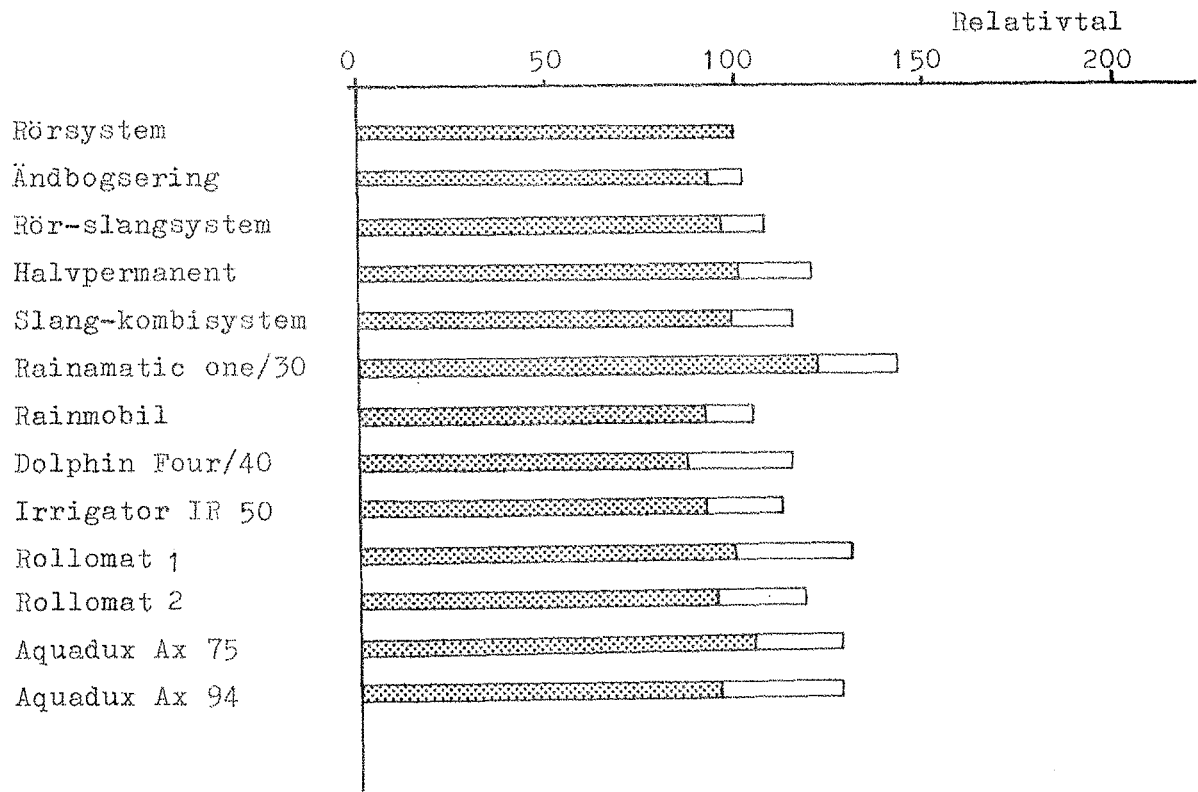
Figur 28. Investering för olika system i förhållande till rörsystem (=100). Den ljusa delen av staplarna anger det intervall inom vilket investeringen normalt varierar beroende på hur systemen passar för olika arealer.

Årskostnader

- De årliga kostnaderna blir oftast lägst för vanlig röranläggning.
- Årskostnader för systemen med lågt arbetsbehov blir, på grund av de högre fasta kostnaderna för ränta och avskrivning, i allmänhet högre än för en konventionell röranläggning.
- Årskostnaderna för bevattningsmaskinerna är i hög grad beroende av hur effektivt maskinerna kan utnyttjas.
- För de grödor som vattnas ofta slår det låga arbetsbehovet för maskinerna igenom och årskostnaderna kan då bli lägre än för ett rörsystem.
- Med stigande arbetslöner kommer lättskötta system att kostnadsmässigt hävda sig allt bättre.



Figur 29. Årskostnader för olika system vid 1-3 bevattningar/år. Kostnaderna anges i förhållande till kostnaderna för rörssystem (=100) vid motsvarande antal bevattningar. Den ljusa delen av staplarna anger det intervall inom vilket kostnaderna normalt varierar beroende på hur systemen passar för olika arealer.



Figur 30. Årskostnader för olika system vid 5-7 bevattningar/år. Kostnaderna anges i förhållande till kostnaderna för rörssystem (=100) vid motsvarande antal bevattningar. Den ljusa delen av staplarna anger det intervall inom vilket kostnaderna normalt varierar beroende på hur systemen passar för olika arealer.

De beräkningar som redovisats har utgått från bestämda förutsättningar. För den enskilda gården kan förutsättningarna skilja sig väsentligt från de av oss valda. En planering med hänsyn till den enskilda gårdens förutsättningar beträffande grödor, jordartsförhållanden, topografi, arrondering, arbetskraftssituation, kapitaltillgång m.m. är därför nödvändig.

Endast kostnadssidan har beaktats vid de ekonomiska beräkningarna. Intäktssidan - effekten av bevattning i form av avkastningsökning, kvalitetsförbättringar etc. - kan också påverkas av vilket system man väljer. Det är troligt att en bättre anpassning av bevattningstidpunkten sker med ett system, som är mera lättskött och mindre tidskrävande. De högre kostnader som i allmänhet redovisas för de arbetsbesparande systemen kan då kompenseras av att även intäkterna blir högre.

En osäker faktor då det gäller maskiner med stora spridare är under vilka förhållanden den höga bevattningsintensiteten kan tolereras. På vissa jordar föreligger risk för skadlig igenslamning.

Litteraturförteckning

Gustavsson, K och Persson, G, 1974. Studier av arbetstid och funktion för några bevattningssystem. Avd. för lantbrukets hydroteknik (opubl.).

Johansson, W. 1970. Anvisningar för projektering och dimensionering av bevattningsanläggningar. Inst. för lantbrukets hydroteknik. Stenciltryck nr 43, 34 s.

Kiele, A. och Rosegger, S. 1971. Möglichkeiten der Rationalisierung beim Einsatz verschiedener Berechnungsverfahren. Landtechnik 26, häfte 10. s. 264, 268-270.

Kristiansson, L och Sundell, G. 1973. Studier av arbetstiden för olika bevattningssystem. Inst för lantbrukets hydroteknik. Stenciltryck nr 54. 81 s.

Lönnemark, H., 1971. Kostnader och kostnadsberäkningar för jordbruksmaskiner. Jordbrukstekniska institutet. Medd. nr 340. 70 s.

Förteckning över utkomna häften i serien STENCILTRYCK

- Nr 1 Håkansson, A. 1952. Redogörelse för resultaten av 1951 års täckdikningsförsök. 71 sid.
- Nr 2 Håkansson, A. 1953. Redogörelse för resultaten av 1952 års täckdikningsförsök. 64 sid.
- Nr 3 Håkansson, A. 1954. Redogörelse för resultaten av 1953 års täckdikningsförsök. 84 sid.
- Nr 4 Berglund, G. & Eriksson, J. 1955. Redogörelse för resultaten av 1954 års täckdikningsförsök. 97 sid.
- Nr 5 Håkansson, A., Berglund, G. & Eriksson, J. 1956. Redogörelse för resultaten av 1955 års täckdikningsförsök. 59 sid.
- Nr 6 Håkansson, A., Berglund, G. & Eriksson, J. 1957. Redogörelse för resultaten av 1956 års täckdikningsförsök. 66 sid.
- Nr 7 Håkansson, A., Berglund, G. & Eriksson, J. 1958. Redogörelse för resultaten av 1957 års täckdikningsförsök. 56 sid.
- Nr 8 Håkansson, A., Berglund, G. & Eriksson, J. 1959. Redogörelse för resultaten av 1958 års täckdikningsförsök. 66 sid.
- Nr 9 Håkansson, A., Berglund, G. & Eriksson, J. 1960. Redogörelse för resultaten av 1959 års täckdikningsförsök. 70 sid.
- Nr 10 Håkansson, A., Berglund, G. & Eriksson, J. 1961. Redogörelse för resultaten av 1960 års täckdikningsförsök. 53 sid.
- Nr 11 Håkansson, A., Berglund, G. & Eriksson, J. 1962. Redogörelse för resultaten av 1961 års täckdikningsförsök. 59 sid.
- Nr 12 Håkansson, A., Berglund, G. & Eriksson, J. 1963. Redogörelse för resultaten av 1962 års täckdikningsförsök. 57 sid.
- Nr 13 Håkansson, A., Berglund, G., Eriksson, J. & Johansson, W. 1964. Resultat av 1963 års täckdikningsförsök och bevattningsförsök. 63 sid.
- Nr 14 Håkansson, A., Berglund, G., Eriksson, J. & Johansson, W. 1965. Resultat av 1964 års täckdikningsförsök och bevattningsförsök. 75 sid.
- Nr 15 Håkansson, A., Berglund, G., Eriksson, J. & Johansson, W. 1966. Resultat av 1965 års täckdikningsförsök och bevattningsförsök. 82 sid.
- Nr 16 Hallgren, G. 1940. Dalgångarna Fyrisån-Östersjön; Några hydrografiska och hydrotekniska studier. 30 sid.
- Nr 17 Hallgren, G. 1942. Om sambandet mellan grundvattenståndet och vattennivån i en recipient. 27 sid.
- Nr 18 Hallgren, G. 1943. Om sambandet mellan nederbörd och skördeavkastning. 161 sid.
- Nr 19 Andersson, S. 1952. Kompendium i agronomisk hydroteknik. Elementär hydromekanik. 162 sid.
- Nr 20 Andersson, S. 1952. Kompendium i agronomisk hydroteknik. Tabeller med kommentarer och exempel till Kompendium i elementär hydromekanik. 22 sid.
- Nr 21 Andersson, S. 1960. Kapillaritet. 115 sid.
- Nr 22 Andersson, S. 1961. Markens temperatur och värmehushållning. 25 sid.

- Nr 23 Johansson, W. 1962. Bevattningsförsök i potatis, korn och foderbetor vid Tönnersa försöksgård 1959-1961. 13 sid.
- Nr 24 Johansson, W. 1962. Metodik och erfarenheter vid användning av hålkort för undersökning av torrläggningförhållanden och ytsänkning vid Nedre Olandsån. 10 sid.
- Nr 25 Johansson, W. 1962. Utredning för förslag till bevattningsanläggning vid Sör Salbo, Salbohed, Västmanlands län. 9 sid.
- Nr 26 Andersson, S. 1963. Skrivningar i agronomisk hydroteknik. 50 sid
- Nr 27 Berglund, G. & Sjöberg, S. 1964. Undersökning av plaströrsdikningar. 15 sid.
- Nr 28 Håkansson, A. 1964. Anvisning rörande täckdikning med plaströr av styv PVC. 5 sid.
- Nr 29 Berglund, G. 1966. Vattendragsförbundet: Förslag till överenskommelse och stadgar samt något om kostnadsfördelningar 19 sid.
- Nr 30 Fahlstedt, T. 1966. Kvismaredalsprojektet -- en orientering samt Redogörelse för undersökning i syfte att klargöra avkastningens beroende av högvattenstånden i Kvismare kanal. 29 sid.
- Nr 31 Hallgren, G. 1966. Vattenrätt. 77 sid.
- Nr 32 Brink, N. 1966. Hydrologi. 17 sid.
- Nr 33 Jonsson, Y. 1967. Ytplanering med planersladd. 36 sid.
- Nr 34 Håkansson, A., Berglund, G., Eriksson, J. & Johansson, W. 1967. Resultat av 1966 års täckdikningsförsök och bevattningsförsök. 85 sid.
- Nr 35 Nitsch, U. 1967. Om östersjövattnets användbarhet för bevattningsändamål. 35 sid.
- Nr 36 Håkansson, A., Johansson, W., Berglund, G. & Eriksson, J. 1968. Resultat av 1967 års täckdikningsförsök och bevattningsförsök. 96 sid.
- Nr 37 Brink, N. 1968. Ansvarsfördelningen vid underhåll av vattendrag inom Sagåns vattensystem. 10 sid.
- Nr 38 Håkansson, A., Johansson, W. & Fahlstedt. 1968. Nederbördens storlek och fördelning. En detaljstudie av nederbördsdata från 16 nederbördsstationer. 175 sid.
- Nr 39 Berglund, G. 1968. Om genomsläppligheten i återfyllning och rörfogar. 14 sid.
- Nr 40 Håkansson, A., Berglund, G., Eriksson, J. & Johansson, W. 1969. Resultat av 1968 års täckdikningsförsök och bevattningsförsök. 83 sid.
- Nr 41 Brink, N. 1969. Kväve och fosfor i Sävjaån. 10 sid.
- Nr 42 Brink, N. 1969. Sagåns vatten. 33 sid.
- Nr 43 Johansson, W. 1970. Anvisningar för projektering och dimensionering av bevattningsanläggningar. 34 sid.
- Nr 44 Hallgren, G. 1970. Dränering av tomtmark, vägar, trädgårdar, kyrkogårdar, idrottsplatser, flygfält m. m. 140 sid.
- Nr 45 Håkansson, A., Berglund, G., Eriksson, J. & Johansson, W. 1970. Resultat av 1969 års täckdikningsförsök och bevattningsförsök. 73 sid.

- Nr 46 Berglund, G. 1971. Kalkens inverkan på jordens struktur. 10 sid.
- Nr 47 Håkansson, A., Johansson, W., Berglund, G. & Eriksson, J. 1971. Resultat av 1970 års täckdiknings-, bevattnings- och kalkförsök. 77 sid.
- Nr 48 Sandsborg, J. 1971. Exempelsamling i hydromekanik. 148 sid.
- Nr 49 Eriksson, J. 1971. Bevattning. Tropiskt jordbruk. 21 sid.
- Nr 50 Eriksson, J. 1971. Erosion. Tropiskt jordbruk. 27 sid.
- Nr 51 Håkansson, A., Johansson, W., Berglund, G. & Eriksson, J. 1972. Resultat av 1971 års täckdiknings-, bevattnings- och kalkningsförsök. 78 sid.
- Nr 52 Andersson, S. 1972. Agrohydrologi. Skrivningar för 5 poäng med svar, lösningar och kommentarer. 100 sid.
- Nr 53 Berglund, G. 1973. Försök med påskyndad snösmältning. 11 sid.
- Nr 54 Kristiansson, L. & Sundéll, G. 1973. Studier av arbetstiden för olika bevattningssystem. 81 sid.
- Nr 55 Andersson, P.-O. & Rydén, M. 1973. Studier av arbetstiden vid ändbogsering av spridarledning. 16 sid.
- Nr 56 Berglund, G. & Hofvendahl, G. 1973. Inventering av dämningmöjligheterna inom Sävjaåns avrinningsområde. 14 sid.
- Nr 57 Berglund, G. 1973. Slamavsättning i släta och i korrugerade dräneringsrör av plast. 25 sid.
- Nr 58 Bjerketorp, A. 1973. Envertikalsmetoder med flyttar- eller flygelmätning för approximativ bestämning av flöde i små vattendrag. Preliminärt förslag. 86 sid.
- Nr 59 Bjerketorp, A. 1973. Fyra metoder för approximativ bestämning av flöde i små vattendrag genom mätning av vattenhastigheten i en enda vertikal. 2:a, översedda uppl. 20 sid.
- Nr 60 Bjerketorp, A. 1973. Några metoder för avkortad mätning och beräkning av flöde i små vattendrag. Del I: Avkortade metoder vid flygelmätning; Några allmänna förutsättningar för mätningproceduren och dess utvärdering. 32 sid.
- Nr 61 Andersson, Ö. & Bjerketorp, A. 1973. Vattenföringsmätning i små vattendrag med ytflyttare enligt en maximalythastighetsmetod. 7 sid.
- Nr 62 Håkansson, A., Johansson, W., Berglund, G., Linnér, H. & Eriksson, J. 1973. Resultat av 1972 års täckdiknings-, bevattnings- och kalkningsförsök. 88 sid.
- Nr 63 Andersson, Ö. 1973. Underhåll av vattendrag. II: Maskiner och redskap för mekanisk vegetationsbekämpning och slamrensning. 44 sid.
- Nr 64 Eriksson, J. 1973. Undersökning av olika typer av filter vid dränering. 14 sid.
- Nr 65 Sandsborg, J. 1973. Kompendium i elementär hydromekanik. I: Hydromekanikens grunder. 210 sid.
- Nr 66 Sandsborg, J. 1973. Kompendium i elementär hydromekanik. II: Hydromekanikens tillämpning. 116 sid.

- Nr 67 Håkansson, A., Berglund, G. & Eriksson, J. 1973. Om dikningsintensitet vid dränering av åkerjord. Resultat av fältförsök med olika dikesavstånd. I. Stockholms och Uppsala län.
- Nr 68 Håkansson, A., Berglund, G. & Eriksson, J. 1973. Om dikningsintensitet vid dränering av åkerjord. Resultat av fältförsök med olika dikesavstånd. II. Södermanlands och Östergötlands län.
- Nr 69 Linnér, H., Sundell, G. & Johansson, W. 1974. Arbetsbehov, investering och årskostnader för olika bevattningssystem. 58 sid.

Denna skriftserie, benämnd Stenciltryck, utges av Avdelningen för lantbrukets hydroteknik vid Institutionen för markvetenskap, Lantbrukshögskolan. Serien utkommer i fri följd och innehåller undersökningsresultat och annat material, som avdelningen funnit angeläget att redovisa, men som av olika anledningar ej befunnits möjligt att framlägga i tryck, exempelvis i den från institutionen utgivna tidskriften Grundförbättring. Sådana anledningar kan vara att ett arbete är för omfångsrikt att trycka, är av mera preliminär natur eller vänder sig till en för liten grupp av läsare.

Serien finns tillgänglig vid avdelningen, och enskilda nummer kan i mån av tillgång erhållas därifrån.

Adress: Lantbrukshögskolan, Inst. för markvetenskap, Avd. för lantbrukets hydroteknik, 750 07 Uppsala 7.

Address: Agricultural College of Sweden, Dept. of Soil Science, Div. of Agr. Hydrotechnics, S-750 07 Uppsala 7, Sweden.