



LANTBRUKSHÖGSKOLAN

UPPSALA

---

## Underhåll av vattendrag

*III. Kemisk vegetationsbekämpning*

Örjan Andersson

---

INSTITUTIONEN FÖR MARKVETENSKAP

ISBN 91-7088-050-6

AVDELNINGEN FÖR LANTBRUKETS HYDROTEKNIK

STENCILTRYCK NR 70

UPPSALA 1974



LANTBRUKSHÖGSKOLAN

UPPSALA

---

# Underhåll av vattendrag

## *III. Kemisk vegetationsbekämpning*

Örjan Andersson

---

INSTITUTIONEN FÖR MARKVETENSKAP

ISBN 91-7088-050-6

AVDELNINGEN FÖR LANTBRUKETS HYDROTEKNIK

STENCILTRYCK NR 70

UPPSALA 1974

UNDERHÅLL AV MINDRE VATTENDRAG

III. Kemisk vegetationsbekämpning

Örjan Andersson

LANTBRUKSHÖGSKOLAN

Institutionen för markvetenskap  
Avdelningen för lantbrukets hydroteknik

STENCILTRYCK NR 70

UPPSALA 1974

## INNEHÅLLSFÖRTECKNING

|                                 | Sid |
|---------------------------------|-----|
| Inledning                       | 1   |
| Vegetationstyper                | 1   |
| Bekämpningens utförande         | 2   |
| Sprututrustning                 | 4   |
| Preparat                        | 5   |
| Numera tillåtna preparat        | 7   |
| Rekommenderad preparatmängd     | 8   |
| Tidpunkt för bekämpning         | 8   |
| Preparatkoncentration i vattnet | 9   |
| Kostnader                       | 11  |
| Speciella synpunkter            | 12  |
| Sammanfattning                  | 13  |
| Litteratur                      | 15  |

## UNDERHÅLL AV MINDRE VATTENDRAG

### III. Kemisk vegetationsbekämpning

av Örjan Andersson

Inledning. Vegetation i vattendrag kan i hög grad försämra deras vattenavledande förmåga. Igenväxningen är i regel särskilt besvärlig i näringsrika vattendrag som flyter fram genom områden med svag marklutning. Vattendrag i jordbruksområden har därför i regel frodigare växtlighet än vattendrag i skogsområden, som i allmänhet flyter fram genom naturligt näringsfattigare marker, ofta med större marklutning. En annan vanlig iakttagelse är att vegetationen i allmänhet är betydligt frodigare nedströms ett avloppsutsläpp än uppströms. Den ökade mängden vegetation i vattendragen anses därför ofta vara ett symptom på föroreningsutsläpp.

Sedan början av 1960-talet har en tämligen omfattande kemisk bekämpning av vattenvegetation utförts i vårt land och åtskillig erfarenhet har sålunda inhämtats under den gångna tioårsperioden. Den kemiska bekämpningen har emellertid av flera orsaker pålagts omfattande restriktioner under de senaste åren.

Föreliggande redogörelse avser dels att kortfattat belysa nuvarande bestämmelser och dels att ange praktiska erfarenheter vid kemisk vegetationsbekämpning i vattendrag och sjöar. Vidare tecknas schematiskt en "historisk" utveckling över bestämmelserna beträffande kemisk vegetationsbekämpning i vattendrag och sjöar.

Uppsatsen ingår i en på institutionen pågående publikationsserie över underhåll av vattendrag. Tidigare har två uppsatser utgivits, varav den ena behandlar allmänna frågor om vegetation, erosion och släntstabilitet. Den andra uppsatsen är en redovisning av nya aktuella maskiner och redskap för underhåll av mindre vattendrag.

Vegetationstyper. Dikesvegetationen består i regel av blandbestånd där ett flertal arter ingår. Renbestånd är däremot relativt sällsynta, i varje fall inom längre åvsnitt. Artsammansättningen skiftar dessutom ofta i hög grad från släntkrönet ner mot åfåran. Uppe på slänten förekommer ofta förhållandevis torktoleranta fastmarksväxter, medan det nere i åfåran växer mer vattenkrävande arter. Vid ökat vattendjup avtar vegetationen för att på ett par meters djup praktiskt taget helt upphöra. Den tätaste och kraftigaste vegetationen förekommer i regel i strandlinjen.

Vattenvegetationen kan indelas i tre grupper med hänsyn till var huvuddelen av plantan befinner sig i förhållande till vattenytan. Man brukar skilja mellan undervattensvegetation<sup>1)</sup>, flytbladsvegetation<sup>2)</sup> och överbattensvegetation. Överbattensvegetationen kan grovt uppdelas i gräsartad vegetation<sup>3)</sup> (gräs + halvgräs), annan örtartad vegetation<sup>4)</sup> och vedartad vegetation<sup>5)</sup> (buskar, träd etc.). Vegetationens normala utbredning i en dikessektion illustreras schematiskt i figur 1 på sidan 3.

Bekämpningens utförande. Dikesvegetationens artrikedom och skiftande växtsätt medför speciella svårigheter vid bekämpningens utförande. Det är därför betydelsefullt att man använder en lämplig teknik vid utspridningen av bekämpningsmedlet.

Överbattensvegetationen kan bekämpas genom en direkt besprutning av bladen. Även på flytbladsvegetationen kan en viss bekämpningseffekt erhållas om besprutningen utföres i lugnt väder, då bladen är helt torra. Vid bekämpning med finfördelad sprutvätska, s.k. aerosoler, är det viktigt att sprutningen utföres vid lugnt väder och på sådant sätt att vindavdrift undviks. Den finfördelade sprutvätskan kan nämligen föras långt med vinden och förorsaka svåra skador på känsliga grödor.

För bekämpning av undervattensvegetation och ofta även flytbladsvegetation fordras att preparatet blandas med vattnet eller tillsättes vattnet i form av granulat, som långsamt löses upp. Bekämpningseffekten är då i princip direkt proportionell mot preparatkoncentrationen i vattnet och den tid växten utsättes för det pre-

---

1) Ex. axslinga m.fl. (*Myriophyllum* spp.), hornsärv m.fl. (*Ceratophyllum* spp.), vattenpest (*Elodea canadensis*), ålnate (*Potamogeton perfoliatus*)

2) Ex. gul och vit näckros (*Nuphar luteum* och *Nymphae alba*), gäddnate (*Potamogeton natans*), vattenpilört (*Polygonum amphibium*)

3) Ex. bladvass (*Phragmites communis*), jättegröe (*Glyceria maxima*), rörflen (*Phalaris arundinacea*), div. starrarter (*Carex* spp.)

4) Ex. blomvass (*Butomus umbellatus*), igelknopp (*Sparganium* spp.), kaveldun (*Typha* spp.), kolvass (*Scirpus lacustris*), pilblad (*Sagittaria saggitifolia*), skräppor (*Rumex* spp.) svalting (*Alisma plantago aquatica*), svärds-lilja (*Iris pseudacorus*), vattenmärke (*Sium latifolium*)

5) Ex. al (*Alnus* spp.), björk (*Betula* spp.), pil, sälg, vide (*Salix* spp.)



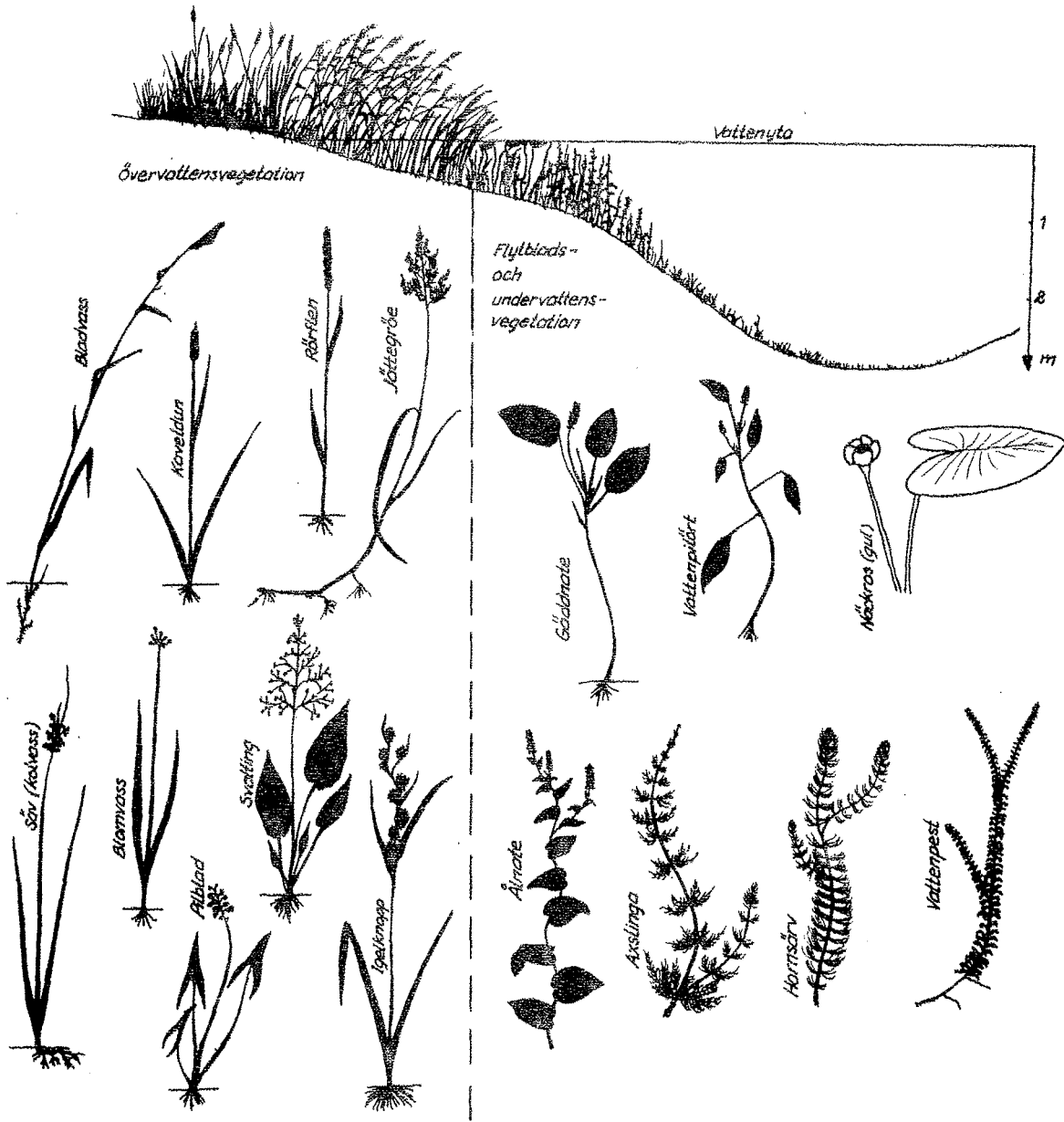


Fig. 1. Den övre delen av figuren illustrerar vegetationens normala utbredning i ett större vattendrag. På nederdelen av figuren har ett antal vanliga arter schematiskt tecknats.

parathaltiga vattnet. I vårt land är det ej tillåtet att tillsätta kemiska bekämpningsmedel direkt till vattnet.

Sprututrustning. För mindre och särskilt i svåråtkomliga vattendrag är ryggburna sprutaggregat i regel den mest tjänliga sprututrustningen. Det tillverkas handpumpade, gasdrivna och motordrivna ryggsprutor. Handpumpade ryggsprutor är arbetskrävande och de har låg kapacitet. Gasdrivna ryggsprutor säljs ej i Sverige men de används ganska mycket i bl.a. Holland. De är smidiga att använda men kapaciteten är låg eftersom gasbehållaren måste fyllas relativt ofta.

Motordrivna ryggsprutor är tyngre att bära men de har betydligt högre kapacitet. Moderna motordrivna ryggsprutor väger ca 10 kg och vätskebehållaren rymmer i regel ca 10 l. Deras arbetssätt kan schematiskt beskrivas på följande sätt: Motorn driver en fläkt som åstadkommer en kraftig luftström genom en grov luftslang. I en förträngning, s.k. halsring, nära ytterändan av luftslangen mynnar vätskeslangen. Lufthastigheten och det dynamiska trycket stiger härigenom i halsringen. Luftens statiska tryck avtar i motsvarande grad med påföljd att luftströmmen rycker med sig vätska från vätskeslangen. Besprutningsvätskan blir mycket finfördelad och den blåses effektivt in bland vegetationen. Figur 2 illustrerar en motordriven ryggspruta.

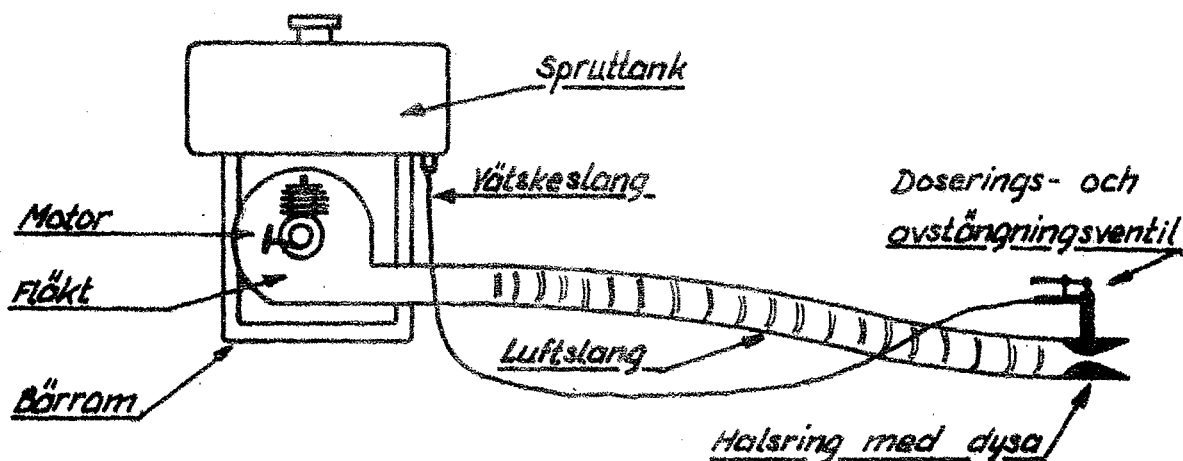


Fig. 2. Motordriven ryggspruta

Vissa motordrivna ryggsprutor kan även förses med en separat liten vätskepump. Räckvidden ökar då något, från ca 8 till ca 10 m, vid sprutning i lugnt väder.



I mer lättåtkomliga vattendrag är en traktordriven ogräspruta, där sprutrampen kopplats bort och ersatts med en sprutpistol i regel det mest tjänliga redskapet. Åtminstone det ena släntkrönet måste då vara farbart med traktor, dvs. fritt från öppna grändiken, staket, större träd och andra hinder. I större vattendrag kan sprutning i vissa fall utföras från båt.

Preparat. I jordbruk, trädgårdsbruk och skogsbruk har man i regel sökt efter preparat med selektiv verkan. Med selektivt verkande ogräsmedel avses preparat som kan tillföras i en växande gröda utan att grödannämnavert skadas. Vid bekämpning av vegetation i vattendrag och sjöar är en så bred verkan som möjligt önskvärd, eftersom dikesvegetationen praktiskt taget alltid består av blandbestånd med stor artrikedom.

Man kan skilja mellan bekämpningsmedel med dels kontaktverkan och dels systemisk verkan. Preparat med utpräglad kontaktverkan har en hämmande effekt på de blad- och stamdelar som träffas av besprutningsvätskan. Dessa preparat har bred verkan, men vegetationen återkommer ofta relativt snabbt, om inte hela växten befuktas av besprutningsvätskan.

Systemiskt verkande bekämpningsmedel utmärks av att de absorberas i växtens gröna delar och fördelas därefter ut i hela växten genom transport i kärlsystemet. De är i regel mer eller mindre selektiva. Denna selektivitet beror dels av växtens ytegenskaper, dvs. dess förmåga att suga åt sig eller stöta bort vätskedroppar som hamnat på bladytan och dels av växtens direkta känslighet för preparatet i fråga. I Sverige har endast systemiskt verkande bekämpningsmedel registrerats för användning i och vid vatten.

Den kemiska vegetationsbekämpningen fick efter andra världskrigets slut mycket stor omfattning. Speciellt upptäckten av fenoxysyrornas<sup>1)</sup> kraftiga verkan mot örtartad vegetation har haft stor betydelse för denna utveckling. Fenoxysyrornas utpräglat selektiva egenskaper har medfört att man kan bekämpa örtartade ogräs i växande stråsådesgrödor.

Under 1950-talet fann man att diklorpropionsyra har god effekt särskilt mot gräsartad vegetation. Genom att blanda fenoxysyror med diklorpropionsyra ges möjligheter att bekämpa gräsartad, örtartad och även vedartad (lövträd) vegetation.

---

<sup>1)</sup>Fenoxisyror = gemensam benämning på MCPA, 2,4-D, 2,4,5-T, diklorprop. och mecoprop.

Senare tillkom ytterligare ett ämne, amitrol, som har god effekt mot såväl gräsartad som örtartad vegetation. De nämnda preparatens standardnamn, verksamma substans och giftighet anges i tabell 1. Deras verkningsområden illustreras i figur 3. på sidan 7

Preparatens giftighet brukar anges med s.k. LD<sub>50</sub>-värden. Dessa värden bestäms i regel genom försök på råttor, möss, marsvin eller andra varmblodiga djur. Med ett LD<sub>50</sub>-värde avses den mängd av den rena aktiva substans (eller i vissa fall den tekniska varan) mätt i mg per kg kroppsvikt, som dödar 50 procent av försöksdjuren. Härav följer att ju lägre LD<sub>50</sub>-värdet är, desto giftigare är substansen. De i tabell 1 angivna värdena avser den akuta giftigheten på råttor vid upptagande via munnen och matsmältningsorganen (per oralt) samt via huden (dermalt).

Tabell 1.

| STANDARDNAMN      | VERKSAM SUBSTANS                       | LD <sub>50</sub> -VÄRDE, mg prep. per kg kroppsvikt |         |
|-------------------|--|---|---------|
|                   |  | Oralt   | Dermalt |
| MCFA              | 4-klor-2-metylfenoxyättiksyra          | 800   | 1000    |
| 2,4-D             | 2,4-diklorfenoxyättiksyra              | 500-750   |         |
| 2,4,5-T           | 2,4,5-triklorfenoxyättiksyra           | 800-500   |         |
| diklorprop        | 2-(2,4-diklorfenoxy)propionsyra        | 800   | 1400    |
| mecoprop          | (+)2-(4-klor-2-metylfenoxy)propionsyra | 650-1150  |         |
| -----             |  |   |         |
| diklorpropionsyra | diklorpropionsyra                      | 6600-9000   |         |
| -----             |  |   |         |
| amitrol           | 3-amino-1, 2,4-triazol                 | 1100-2500   | 10 000  |

De olika preparatens inverkan på djurlivet i vattnet har ej undersökts så ingående som på varmblodiga djur. Variationerna mellan de olika undersökningarna är också mycket stora. Svenska undersökningar visar t.ex. att inga skadeverknings uppträder på fisk vid en koncentration av 100 ppm dalapon<sup>1)</sup> i vattnet. The Ministry of Agriculture, Fisheries and Food i England anger däremot LD<sub>50</sub>-värden på

<sup>1)</sup> Dalapon = handelsnamn på ett preparat med diklorpropionsyra som verksamma substans

fisk (Rasbora heteromorpha) i dalaponbehandlat (98 % verksamt substans) vatten till 49 ppm efter 24 timmar och 44 ppm efter 48 timmar. Uppskattat tröskelvärde vid långtidsexponering anges till ca 40 ppm. Vissa zooplankton, som ofta utgör föda åt fisk, dödas vid ännu lägre preparatkoncentration i vattnet. En amerikansk undersökning (Saunders och Cope 1966 och 1968) anger LD<sub>50</sub>-värdet på den vanliga hinnkräftan (Daphnia pulex) till 11 ppm efter 48 timmars exponering.

I detta sammanhang bör nämnas att även bisubstanser (vätmedel, emulgatorer, bärare etc.) i handelspreparaten kan vara ohälsosamma för djurlivet i vattnet. Även mycket små mängder vätmedel i vattnet har visat sig kunna lösa upp slemskiktet på fisk.

Vattentemperaturen, vattnets pH och koldioxidinnehåll är i regel också av betydelse för bekämpningsmedlets inverkan på djurlivet i vattnet.

Numera tillåtna preparat. Den kemiska bekämpningen har under de senaste åren pålagts omfattande restriktioner och flera tidigare rekommenderade preparat har förbjudits främst på grund av deras påtagliga eller befarade giftighet för sprutpersonalen och för livet i vattnet. År 1971 förbjöds hela gruppen ogräsmedel innehållande fenoxytyr för användning i och vid vatten. Preparat innehållande 2,4,5-T anses speciellt farliga eftersom de innehåller bisubstansen dioxin, som misstänks vara cancerframkallande. I samband med förbudet på fenoxityrorna begränsades möjligheterna att kemiskt bekämpa buskvegetation på dikesslänterna, genom att 2,4,5-T (handelsnamn: hormoslyr m.fl.) ej längre fick användas. När sedan amitrolpreparaten totalförbjöds 1972, kvarstår nu för bekämpning i och vid vatten endast enkla preparat med diklorpropionsyra som verksamt substans. Dessa preparat har som nämnts god effekt främst mot gräsartad övervattensvegetation. Den vanliga bladvassen är särskilt känslig för preparat innehållande diklorpropionsyra. Olika bekämpningsmedels verkningsområden illustreras i figur 3.

| PREPARAT                                     | ÖVERVATTENSVEGETATION |                      |                     | FLYTLADSVegetation | UNDERVATTENSVEGETATION   |
|--|-----------------------|----------------------|---------------------|--------------------|--|
|  | Buskvegetation        | Gräsartad vegetation | Annan örtvegetation |                    |  |
| Fenoxytyr<br>(förbud 1971)                   | -----                 | -----                | ██████████          | -----              | För bekämpning av undervattensvegetation måste preparat tillämnas direkt till vattnet. Detta har aldrig varit tillåtet i vårt land |
| Diklorpropionsyra (får fortfarande användas) | -----                 | ██████████           | -----               | -----              |  |
| Amitrol<br>(förbud 1972)                     | -----                 | -----                | ██████████          | -----              |  |

Fig. 3. Olika bekämpningsmedels verkningsområden (god verkan = ██████████, tillräckligt god verkan = -----, svag verkan = - - - -). För närvarande är endast enkla preparat med diklorpropionsyra som verksamt substans tillåtna för bekämpning av vegetation i och vid vatten.

Rekommenderad preparatmängd. Vid besprutning av bladvass, jättegröe och kaveldun rekommenderas 10-15 kg diklorpropionsyra per hektar. På de två sistnämnda arterna är bekämpningseffekten svag och besprutning måste i regel upprepas för att någorlunda godtagbar verkan skall erhållas.

Om vegetationen uppvisar en stor variation i växthöjd vid behandlingstillfället måste en s.k. efterbehandling utföras året efter sedan den mest högväxande vegetationen vissnat ned. Den efter första behandlingen resterande vegetationen utbreder sig nämligen snabbt om ingen efterbehandling sker. Vid efterbehandlingarna kan mindre preparatmängd användas, eftersom besprutningen då i regel kan koncentreras till enskilda, kvarvarande "ruggar".

Vätskemängd. Diklorpropionsyran har utpräglat systemisk verkan. Bekämpningseffekten är därför relativt oberoende av vätskemängden. Under normala förhållanden rekommenderas dock en vätskemängd motsvarande 500-600 l/ha. Vid bekämpning av mycket täta bestånd i torrt och varmt väder ger en högre vätskemängd ett bättre resultat. Detta beror på att den högre vätskemängden ger en bättre fördelning av preparatet på växtligheten med en jämnare vätning av bladytan som följd.

Tidpunkt för bekämpningen. Vid bekämpning av fröogräs på åker ger en tidig behandling i allmänhet det bästa resultatet. Flertalet fröogräs är nämligen mycket känsliga i ett tidigt utvecklingsstadium och de kan då lätt bekämpas med små preparatmängder.

Vid bekämpning av arter med ett stort rotsystem ger behandling i ett senare utvecklingsstadium i regel bättre effekt. Varje enskild planta bör nämligen ha utvecklats så stor bladyta och så många bladbarande skott som möjligt före behandlingen. Den besvärligaste och mest högvuxna vegetationen i vattendragen har i regel kraftigt utvecklade rotsystem. Olika arter har visserligen oliktidig utveckling, men i allmänhet är juli och augusti månader den lämpligaste behandlingstiden.

Bekämpningseffekten är kraftigast då växternas assimilation är livlig. Besprutning bör därför helst utföras vid varmt och fuktigt väder,

men givetvis ej under eller strax före regn. Måttliga nederbördsmängder några timmar efter besprutningen anses dock ej störa behandlingseffekten.

Vattenståndet i vattendraget bör vara lågt vid behandlingstillfället, så att en så stor del av bladmassan som möjligt befinner sig ovan vattenytan för direktexponering av bekämpningsmedlet.

Preparatkonzentration i vattnet. En viss mängd bekämpningsmedel hamnar alltid direkt i vattnet. Andelen av den utsprutade preparatmängden som faller i vattnet ökar ju glesare vegetationen är. Mängden preparat i vattnet blir därför ofta större vid efterbehandlingar än vid den första besprutningen.

Vid sprutning över en sjöyta eller ett stillastående vattendrag blir preparatkonzentrationen i vattnet lika med förhållandet mellan den preparatmängd som hamnat i vattnet och den vattenvolym (=vikt) som befinner sig under den besprutade ytan. I ett vattendrag med stillastående vatten vid spruttillfället kan nedanstående enkla förhållande tecknas genom att betrakta en längdmeter av vattendraget.

$$k_0 = \frac{V_p}{V_v} \quad //$$

där  $k_0$  = preparatkonzentration i vattnet (sortlös)

$V_p$  = preparatmängd som hamnat i vattnet per längdmeter ( $m^3/m$ )

$V_v$  = vattenvolym i vattendraget per längdmeter ( $m^3/m$ )

Antag att vegetationen skall besprutas i ett dike med bottenbredden 2 m, släntlutningen 1:2 och vattendjupet 0,2 m. Vattenvolymen per längdmeter dike beräknas till ca  $0,5 m^3$ . Diket besprutas med 18 kg diklorpropionsyra per hektar och den tillförda preparatmängden blir då ca 5,0 g per längdmeter. Antag att 50 procent av den tillförda preparatmängden hamnar i vattnet. Preparatkonzentrationen i vattnet uppgår då till ca 5 ppm (jfr. angivna  $LD_{50}$ -värden på sidan 6 och 7).

I ett strömmande vattendrag påverkas preparatkonzentrationen i vattnet även av vattenhastigheten, sprutredskapets körhastighet och körriktningen. För att följande resonemang skall gälla förutsättes att

varje längdmeter av vattendraget behandlas med lika preparatmängd och att vattenföringen är konstant åtminstone under den tid besprutningen utföres. Vidare antas att vattenhastigheten är densamma i hela vattenförande tvärsnittsarean.

Sprutningen kan utföras med eller mot vattnets strömriktning. Utföres sprutningen medströms stiger sprutmedelskoncentrationen i ett framflytande "vätskepaket" mycket kraftigt då sprutredskapets körhastighet närmar sig vattenhastigheten, eftersom samma vattenvolym då kommer att besprutas hela tiden. Ökar sprutredskapets körhastighet ytterligare i förhållande till vattenhastigheten kommer ett längre "vätskepaket" att behandlas och preparatkoncentrationen i detta blir härigenom lägre. Vid mycket hög hastighet på sprutredskapet, t.ex. flygsprutning, kommer sprutmedelskoncentrationen i det framflytande "vätskepaketet" att närma sig den koncentration som uppstår i vattnet vid besprutning över en stillastående vattenyta. Ovan nämnda samband kan beskrivas i formeln

$$k = \frac{V_p \cdot v_s}{V_v |v - v_s|} \quad /2/$$

där  $k$  = preparatkoncentration i det behandlade framflytande "vätskepaketet" (sortlös)

$V_p$  = preparatmängd som hamnat i vattnet per längdmeter ( $m^3/m$ )

$V_v$  = vattenvolym i vattendraget per längdmeter ( $m^3/m$ )

$v_s$  = sprutredskapets körhastighet (m/s)

$v$  = vattenhastighet (m/s)

Genom insättning av olika värden på sprutredskapets körhastighet ( $v_s$ ) i förhållande till vattenhastigheten ( $v$ ) i formel /2/ kan figur 4 uppritas

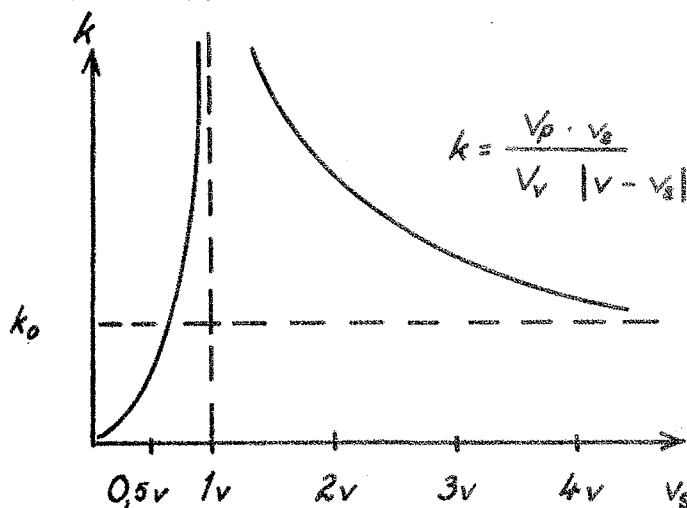


Fig. 4. Principdiagram över sprutmedelkoncentration ( $k$ ) i det framflytande "vätskepaketet" som en funktion av sprutredskapets körhastighet ( $v_s$ ) och vattenhastigheten ( $v$ ) vid sprutning medströms.

Utföres däremot sprutningen motströms kommer sprutmedelskoncentrationen i det framflytande "vätskepaketet" aldrig att överstiga den som motsvarar en sprutning över en stillastående vattenyta. Analogt med formel /2/ kan formel /3/ tecknas

$$k = \frac{V_p \cdot v_s}{V_v \cdot (v + v_s)} \quad /3/$$

Genom insättning av olika värden på sprutredskapets körhastighet ( $v_s$ ) i förhållande till vattenhastigheten ( $v$ ) i formel /3/ kan figur 5 uppritas

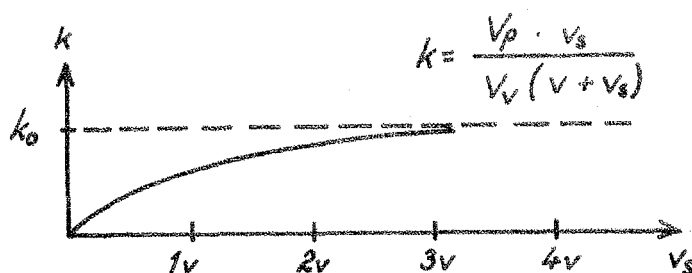


Fig. 5. Principdiagram över sprutmedelskoncentrationen ( $k$ ) i det framflytande "vätskepaketet" som en funktion av sprutredskapets körhastighet ( $v_s$ ) och vattenhastigheten ( $v$ ) vid sprutning motströms.

I detta sammanhang bör nämnas att vattenhastigheten i hela den vattenförande tvärsnittsarean aldrig är densamma som vattnets genomsnittliga strömningshastighet. Vattnets strömningshastighet är i regel högst nära ytan, mitt i vattendraget och lägst nära de vätta begränsningsytorna (botten och slänterna). Därför sker alltid en viss "uttänjning" av det framflytande "vätskepaketet" vilket i viss mån dämpar de i figur 4 och 5 illustrerade verkningarna.

Kostnader. Kostnader för kemisk bekämpning i vattendrag varierar i hög grad med vattendragets åtkomlighet och därmed vilken sprututrustning som kan användas. Preparatkostnaden är ca 2 öre/m<sup>2</sup> och som ett riktvärde för den totala sprutkostnaden kan anges 25 öre/m<sup>2</sup>. Dessutom tillkommer i regel kostnader för kompletterande sprutningar (efterbehandlingar) sedan den mest högväxande vegetationen vissnat ned.



Speciella synpunkter. Under de första åren med kemisk vegetationsbekämpning i vattendrag hoppades man att bekämpningseffekten skulle bestå under åtskilliga år. Dessa förhoppningar har emellertid visat sig felaktiga främst beroende på de kemiska bekämpningsmedlens mer eller mindre selektiva egenskaper.

Vid bekämpning av högväxande vegetation förbättras konkurrenssituationen för flytbladsvegetation och undervattensvegetation. Ofta gynnas bestånd av t.ex. gäddnate och vattenpest sedan den högväxande bladvassen bekämpats. I vissa fall har t.o.m. hela vattenytan täckts av flytbladsarter sedan den högväxande vegetationen bekämpats. Dikessektionen kan då sägas ha fått en övre begränsningsyta i form av en flytbladsmatta. I andra fall har praktiskt taget hela den vattenförande tvärsnittsarean fyllts upp av undervattensvegetation.

Det nu enda tillåtna preparatet (diklorpropionsyra) har utpräglat selektiv verkan mot gräsartad vegetation. Detta leder lätt till att vegetationen ändras från gräsartad till mer örtartad vegetation efter bekämpningen. Risk för erosion och släntras ökar då, eftersom den örtartade vegetationen i regel har mindre hållfast (släntstabiliserande) rotfält än den gräsartade.

Kemisk vegetationsbekämpning kan även påverka vattnet. En viss mängd bekämpningsmedel hamnar alltid direkt i vattnet och följer därefter med vattenströmmen. Den kemiska bekämpningen måste därför bedömas vara särskilt vanskelig då vatten nedströms behandlingsområdet användes till dricksvatten, bevattning, fiskodling el.dyl. Nedbrytningen av bekämpningsmedel som hamnat i vattnet tär dessutom på vattnets syrgasinnehåll.

Den kemiska bekämpningen medför i regel en tidigare avdödning av vegetationen än den naturliga höstvissningen. Vattentemperaturen är då ofta hög och nedbrytningen av den dödade vegetationen kommer snabbt igång. Den i vattnet lösta syrgasen förbrukas snabbt, eftersom vattnets förmåga att hålla syrgas är betydligt sämre vid en hög vattentemperatur än vid en låg. Låg syrgashalt i vattnet kan verka förödande på djurlivet i vattnet.

En upptagning av den dödade vegetationen vore därför önskvärd för att undvika ogynnsamma förruttnelseprocesser med bl.a. syrebrist i vattnet som följd. Genom en upptagning av vegetationen undviker man även att kvarstående växtrester skall medverka till igenslamningen av åfåran. Dessutom avlägsnas en avsevärd mängd

näringsämnen ur vattnet med den upptagna vegetationen. De totala kostnaderna för en kemisk vegetationsbekämpning med åtföljande borttagning av dödad vegetation torde emellertid bli minst lika höga som för en mekanisk vegetationsbekämpning med upptagning av slättermassorna.

Sammanfattning. Sedan början av 1960-talet har en tämligen omfattande kemisk bekämpning av vattenvegetation utförts i vårt land.

Dikesvegetationen består i regel av blandbestånd där ett flertal arter ingår. Den tätaste och kraftigaste vegetationen förekommer i regel i strandlinjen. I figur 1 på sidan 3 illustreras olika vegetationstyper och några enskilda arter som ofta växer i diken och vattendrag.

Dikesvegetationens artrikedom och i övrigt skiftande växtsätt medför speciella svårigheter vid bekämpningens utförande. Övervattensvegetation kan bekämpas genom direkt besprutning av bladen. För bekämpning av undervattensvegetation och ofta även flytbladsvegetation måste preparat blandas direkt med vattnet eller tillsättas vattnet i form av granulät, som långsamt löses upp i vattnet. I Sverige är det ej tillåtet att tillsätta några kemiska bekämpningsmedel direkt till vattnet.

I mindre och särskilt i svåråtkomliga vattendrag är ryggburna sprutaggregat i regel den mest tjänliga sprututrustningen. Figur 2 på sidan 4 illustrerar en motordriven ryggspruta. I mer lättåtkomliga vattendrag är en traktordriven ogrässpruta, där sprutrampen kopplats bort och ersatts med en sprutpistol i regel det lämpligaste redskapet.

I jordbruk, trädgårdsbruk och skogsbruk har man i regel sökt efter preparat med selektiv verkan. Vid bekämpning av vegetation i vattendrag och sjöar är däremot en så bred verkan som möjligt önskvärd. Några olika bekämpningsmedels verkan illustreras i figur 3 på sidan 7.

Den kemiska bekämpningen har under de senaste åren pålagts omfattande restriktioner och flera tidigare rekommenderade preparat har förbjudits främst på grund av deras påtagliga eller befarade giftighet

för sprutpersonalen och för livet i vattnet. För närvarande är endast enkla preparat med diklorpropionsyra som verksamma substanser tillåtna för vegetationsbekämpning i och vid vatten. Dessa preparat har godtagbar effekt mot gräsartad övervattensvegetation. Särskilt den vanliga bladvassen är känslig för dessa preparat. Annan örtartad övervattensvegetation, flytbladsvegetation och undervattensvegetation kan däremot utbreda sig obehindrat trots besprutning. Detta gäller även buskvegetation som i många fall utgör den besvärligaste formen av igenväxning av vattendragen.

Preparatmängden rekommenderas till ca. 10-15 kg/ha och vätskemängden till ca. 500-600 l/ha. Bekämpningen bör utföras då vegetationen utvecklat maximal bladyta, dvs. under juli och augusti månader.

Kostnaderna för bekämpningen beror i hög grad på vattendragets åtkomlighet och vilken sprututrustning som kan användas. Preparatkostnaden är endast ca 2 öre/m<sup>2</sup>, men som ett riktvärde för den totala sprutkostnaden kan anges 25 öre/m<sup>2</sup>.

Vid sprutning hamnar alltid en viss preparatmängd i vattnet. Den sprutmedelskoncentration som uppstår i det framströmmande vattnet beror i viss mån av om sprutningen utföres med eller mot vattnets strömriktning, vilket illustreras i figur 4 och 5 på sidorna 10 och 11.

### Litteratur

- Andersson, Å. 1965. Vegetation i vattendrag, speciellt öppna diken och dess bekämpning med kemiska medel. Grundförbättring 18, 1-63.
- Andersson, Ö. och Håkansson, A. 1972. Underhåll av mindre vattendrag. I. Allmän del. Om vegetation, erosion och släntstabilitet. Grundförbättring 24, 3-4, 113-129.
- Andersson, Ö. 1973. Underhåll av mindre vattendrag. II. Maskiner och redskap för mekanisk vegetationsbekämpning och slamrensning. Stenciltrycksserie vid avd.f. lantbr hydroteknik, nr 63. Lantbr högsk
- Frank, A.P. 1970. Degradation and Effects of Herbicides in Water. First FAO Inf. Conf. on Weed Control. California (stencil).
- Johannes, H. et al. 1972. Chemische Krautbekämpfung. Wasser und Boden 8, 235-239. Verlag Wasser und Boden Axel Lindow & Co., Hamburg-Blankenese.
- Kemiska bekämpningsmedel för jordbruk, skogsbruk och trädgårdsskötsel. 1973. LTs förlag LTK.
- Kemmerling, W. 1971. Kontrolle der Herbizidanwendung bei der Gewässerunterhaltung. Proc. Eur. Weed Res. Coun. 3rd int. symp. Aquatic Weeds.
- Proc. of the Twenty-second New Zealand Weed and Pest Control Conf. 1969, 17-35. Wgiao Marsh Hall, Christchurch.
- Saunders, H.O. and Cope, O.P. 1966. Toxicities of several pesticides to two species of clauoxerans. Trans. Am. Fisc. Soc. 95, 165-169.
- Saunders, H.O. and Cope, O.P. 1968. The relative toxicities of several pesticides to niads of three species of stone-flies. Limnol. Oceanogr. 13, 112-117.
- Tooby, T.E. 1971. The Toxicity of Aquatic Herbicides to Freshwater Organisms - a brief Review. Proc. Eur. Weed Res. Com. 3rd int. Symp. Aquatic Weeds 1971.

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 torrlägningsförhållanden 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 plaströsdikningar. 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. Envertikalismetoder med flytar- 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 mätningsproceduren och dess utvärdering. 32 sid.
- Nr 61 Andersson, Ö. & Bjerketorp, A. 1973. Vattenföringsmätning i små vattendrag med ytflytare 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.
- Nr 70 Andersson, Ö. 1974. Underhåll av vattendrag. III: Kemisk vegetationsbekämpning. 15 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.