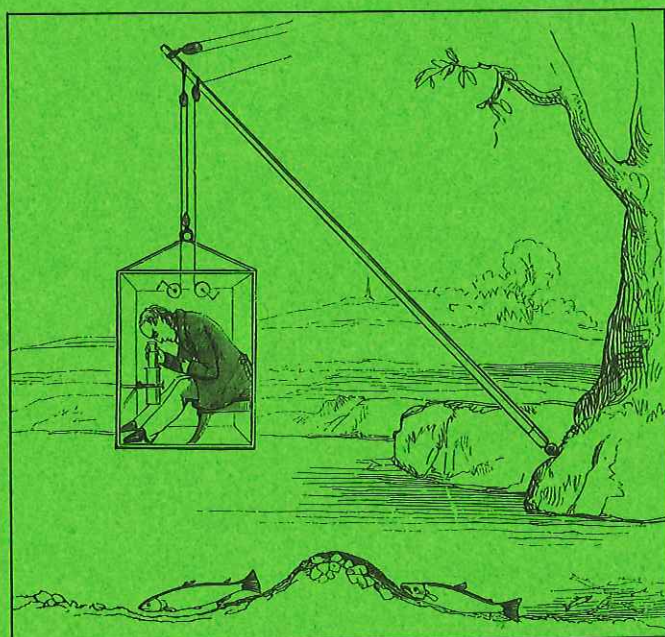




Information från

SÖTVATTENS- LABORATORIET Drottningholm



ANVÄNDNING AV ROTENON I SVERIGE

Göran Tobiasson

INLEDNING	2
ANSÖKNINGAR OM ROTENONBEHANDLING	2
ANTAL ROTENONBEHANDLADE VATTENDRAG	3
YTA	7
VOLYM	8
DJUPFÖRHÅLLANDEN OCH SPRÅNGSKIKTETS INVERKAN	9
BEHANDLADE SJÖARS NÄRINGSSTATUS SAMT OMGIVANDE MARKERS UTSEENDE	9
pH-VÄRDE	12
TEMPERATUR	14
VÄDERLEK	15
ROTENONKONCENTRATION	15
GIFTVERKAN	16
URSPRUNGLIG FISKFAUNA	17
ORSAKER TILL ATT FISKUTROTNINGEN IBLAND MISSLYCKAS	20
OAVSIKTLIGA FÖRGIFTNINGSEFFEKTER	20
AVGIFTNING	21
INPLANTERING AV NY FISK	21
ÅTERUTVECKLING AV URSPRUNGLIG FISKFAUNA	25
RESULTAT AV BEHANDLINGEN	26
KOSTNADER	27
LITTERATUR	29
SUMMARY: THE USE OF ROTENONE IN SWEDEN	30
APPENDIX AV Gunnar Svärdson	31

INLEDNING

Denna skrift är en sammanställning och ett urval av de uppgifter som i form av rapporter från rotenonbehandlade vattendrag finns samlade hos Fiskeristyrelsen.

Material finns från 1955 och fram till dags dato. Dock behandlas här inte hela denna tid, utan endast åren 1960-69 när rotenonanvändningen var som mest intensiv i landet.

Av praktiska skäl har materialet delats upp på två avdelningar: rotenonbehandlingar utförda av Domänverket respektive övriga rotenonbehandlingar. En del av materialet för gruppen "övriga" under åren 1965-69 är sammanställt av Kenny Westlund på Fiskeristyrelsen våren 1978.

Jag ber att få rikta ett tack till alla på Fiskeristyrelsen i Göteborg för deras hjälp samt ett tack även till fiskerikonsulent Jerker Forslin, Rickard Brändström på SCA, Erik Lind på Västernorrlands läns hushållningssällskap och Rune Elamzon på Gullviks AB, vilka brevledes har bistått med värdefulla uppgifter.

Professor Gunnar Svärdson på Sötvattenslaboratoriet i Drottningholm har hjälpt mig med råd och anvisningar och skrivit ett appendix, där rotenonets introduktion i landet behandlas.

ANSÖKNINGAR OM ROTENONBEHANDLING

Under åren 1955-78 har sammanlagt 1 654 ansökningar om tillstånd för rotenonbehandling inkommit till Fiskeristyrelsen. (Domänverket har sedan 1955 ett generellt tillstånd och räknas därför inte in här.) Av dessa ansökningar har endast 12 st icke blivit beviljade, och således har 1 642 tillstånd delats ut.

Tabell 1. Antal ansökningar om rotenonbehandling 1955-78

År	Antal ansökn.	Ej beviljade ansökn.	År	Antal ansökn.	Ej beviljade ansökn.
1955	4	-	1967	95	5
1956	14	-	1968	62	-
1957	48	-	1969	61	-
1958	59	1	1970	39	-
1959	96	-	1971	31	-
1960	84	1	1972	44	1
1961	148	-	1973	28	-
1962	145	-	1974	41	-
1963	147	2	1975	35	-
1964	136	1	1976	26	-
1965	136	-	1977	44	-
1966	104	1	1978	27	-

ANTAL ROTENONBEHANDLADE VATTENDRAG

Tabell 2. Antal rotenonbehandlade vattendrag 1960-69 (förutom Domänverket)

	1960	1961	1962	1963	1964	1965	1966	1967	1968	1969	Σ	%
Antal tillstånd	84	148	145	147	136	136	104	95	62	61	1 118	
Antal vatten för vilka tillstånd sökts	211	329	293	288	267	219	201	129	115	91	2 143	100
Rapporterade, ^{*)} med tillstånd behandl. vatten	108	216	199	188	168	154	129	89	96	63	1 410	65.8
Vatten som rapporteras ej ha blivit behandl.	14	31	37	54	24	35	40	8	16	8	267	12.5
Vatten för vilka rapport saknas	89	82	57	46	75	30	32	32	3	20	466	21.7
Rapporterade, utan tillstånd behandl. vatten	3	4	-	-	-	-	-	1	-	-	8	

*) Dessa vattendrag är till övervägande delen behandlade under samma år som tillståndet gavs, i en del fall har behandlingen gjorts något eller några år senare.

Det totala antalet rapporterade rotenonbehandlade vattendrag åren 1960-69: $1\ 410 + 8 = 1\ 418$. Under perioden har ca 65.8% av de tillåtna vattnen behandlats. Antagligen har även några av de vatten för vilka rapport saknas blivit rotenonbehandlade, så den verkliga procentsiffran kan ligga runt ca 70%.

Domänverket har under perioden 1960-69 behandlat sammanlagt 799 sjöar och vattendrag samt ca 585 km till- och utflödesbäckar.

I några fall har samma sjö rotenonbehandlats flera gånger under olika år. Detta syns dock ej i statistiken, utan varje rotenonbehandling räknas för sig.

Tabell 3. Tidpunkt på året för rotenonbehandling (förutom Domänverket)

	1960	1961	1962	1963	1964	1965	1966	1967	1968	1969	Σ	%
Jan	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	1	0.1
Feb	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	0.1
Mars	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
April	-	-	-	-	-	-	-	1	-	1	2	0.2
Maj	1	-	-	1	-	1	1	1	-	-	5	0.45
Juni	5	9	3	2	9	5	3	4	3	7	50	4.5
Juli	15	22	16	13	8	20	14	9	1	4	122	11
Aug	24	49	55	40	31	22	31	10	13	6	281	25.3
Sept	47	34	38	44	26	32	35	20	41	15	332	29.9
Okt	9	31	34	18	15	38	20	11	23	16	215	19.4
Nov	1	8	6	19	5	15	10	21	2	8	95	8.6
Dec	-	-	-	-	2	-	-	1	2	-	5	0.45
Σ	103	153	152	137	96	134	114	78	85	57	1 109	100

Svarsfrekvens: 78.2%

Tabell 3a. Tidpunkt på året för rotenonbehandling (Domänverket)

	1960	1961	1962	1963	1964	1965	1966	1967	1968	1969	Σ	%
Jan	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	1	0.1
Feb	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Mars	-	-	-	-	1	1	-	-	-	-	2	0.3
April	-	-	-	-	-	-	2	2	-	-	4	0.5
Maj	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Juni	3	-	1	4	-	1	-	-	-	-	9	1.1
Juli	7	28	44	47	15	16	2	-	-	2	161	20.3
Aug	42	34	55	50	44	40	37	3	3	2	310	39.2
Sept	6	18	8	36	52	32	21	10	-	8	191	24.1
Okt	-	11	14	23	23	11	3	4	-	5	94	11.9
Nov	3	1	4	8	-	1	3	-	-	-	20	2.5
Dec	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Σ	61	92	126	168	135	103	68	19	3	17	792	100

Svarsfrekvens: 99.1%

Tabell 4. Antal rotenonbehandlade vattendrag per län (förutom Domänverket)

Län	1960	1961	1962	1963	1964	1965	1966	1967	1968	1969	Σ	%
AB	1	3	2	2	1	-	2	-	-	1	12	0.9
C	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1	2	0.1
D	-	10	1	2	8	3	2	6	3	2	37	2.6
E	-	10	2	5	10	4	3	5	1	3	43	3
F	3	1	2	5	2	2	3	5	1	2	26	1.8
G	1	1	1	-	3	3	2	1	-	-	12	0.9
H	3	5	-	1	6	9	1	2	3	-	30	2.1
I	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	1	0.1
K	-	4	3	2	-	4	-	1	-	-	14	1
L	1	1	-	-	-	-	-	-	-	2	4	0.3
M	-	6	-	-	-	1	1	1	-	-	9	0.6
N	-	1	-	2	-	1	1	-	-	1	6	0.4
O	2	4	6	1	5	7	-	3	-	7	35	2.5
P	7	21	21	29	9	6	4	8	3	3	111	7.8
R	-	1	5	-	-	3	1	2	3	3	18	1.3
S	7	5	-	8	19	12	8	3	1	-	63	4.4
T	3	11	8	3	2	12	5	-	1	-	45	3.2
U	3	2	3	6	7	2	2	-	-	-	25	1.8
W	3	15	27	5	6	16	12	3	3	4	94	6.6
X	7	28	20	21	12	9	2	7	4	5	115	8.1
Y	32	52	39	36	31	10	23	15	22	11	271	19.1
Z	15	12	22	24	9	7	13	1	7	5	115	8.1
AC	18	20	23	22	22	21	23	6	5	1	161	11.4
BD	5	7	14	13	16	22	21	21	38	12	169	11.9
Σ	111	220	199	188	168	154	129	90	96	63	1 418	100

Tabell 4a: Antal rotenönbehandlade vattendrag per län (Domänverket)

Län	1960	1961	1962	1963	1964	1965	1966	1967	1968	1969	Σ	%
AB	-	-	-	-	3	-	-	-	-	-	3	0.4
C	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
D	-	-	-	-	1	-	7	-	-	-	8	1
E	-	3	2	6	3	3	2	2	1	10	32	4
F	-	4	1	3	-	-	-	-	1	-	9	1.1
G	-	-	-	1	-	-	3	1	-	-	5	0.6
H	-	-	9	-	12	2	2	-	-	-	25	3.1
I	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
K	-	-	-	-	5	3	-	3	-	-	11	1.4
L	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
M	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
N	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
O	-	1	-	-	2	5	-	-	-	-	8	1
P	1	1	-	1	2	-	-	-	1	-	6	0.7
R	-	3	5	-	-	2	-	-	-	-	10	1.2
S	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	1	0.1
T	2	7	7	20	5	1	9	1	-	2	54	6.8
U	4	2	1	3	8	4	2	8	-	-	32	4
W	1	5	1	13	19	22	15	1	-	1	78	9.8
X	11	4	17	9	14	18	4	-	-	1	78	9.8
Y	5	10	26	22	11	3	8	-	-	-	85	10.6
Z	2	2	-	9	-	1	-	-	-	-	14	1.8
AC	28	27	37	43	20	21	5	2	-	2	185	23.2
BD	7	23	21	39	31	18	15	-	-	1	155	19.4
Σ	61	92	127	169	136	103	72	19	3	17	799	100

YTA

Tabell 5. Ytan hos rotenonbehandlade vattendrag (förutom Domänverket)

	1960	1961	1962	1963	1964	1965	1966	1967	1968	1969	Σ	%
partiell behandl.	-	1	-	-	2	1	3	6	7	1	21	1.8
0- 5 ha	30	89	83	89	53	64	32	39	26	19	524	45.3
5- 10 ha	17	42	49	41	36	24	24	18	25	8	284	24.5
10- 15 ha	12	19	17	16	15	13	8	8	5	5	118	10.2
15- 20 ha	5	6	9	7	3	7	9	5	1	4	56	4.8
20- 25 ha	2	4	8	8	6	7	4	2	2	4	47	4.1
25- 50 ha	11	8	14	10	6	13	10	-	7	5	84	7.3
50- 75 ha	-	1	3	2	2	3	1	-	2	1	15	1.3
75-100 ha	-	2	1	-	2	1	-	-	-	-	6	0.5
≥100 ha	-	1	-	1	-	-	-	-	-	-	2	0.2
Σ	77	173	184	174	125	133	91	78	75	47	1 157	100

Svarsfrekvens: 81.6%. Största behandlade yta 1960-69: 190 ha.

Tabell 5a. Ytan hos rotenonbehandlade vattendrag (Domänverket)

	1960	1961	1962	1963	1964	1965	1966	1967	1968	1969	Σ	%
partiell behandl.	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	1	0.2
0- 5 ha	23	54	51	75	73	35	34	13	1	11	370	55.5
5- 10 ha	10	11	16	22	32	23	12	4	-	1	131	19.7
10- 15 ha	2	7	6	12	5	9	4	1	-	1	47	7.1
15- 20 ha	3	1	5	8	6	7	8	-	-	2	40	6
20- 25 ha	1	4	3	3	2	1	2	-	2	1	19	2.8
25- 50 ha	3	5	5	10	6	2	4	1	-	-	36	5.4
50- 75 ha	1	1	2	3	1	2	-	-	-	1	11	1.6
75-100 ha	-	-	1	1	-	2	3	-	-	-	7	1.1
≥100 ha	-	1	-	-	1	1	1	-	-	-	4	0.6
Σ	43	84	89	134	126	83	68	19	3	17	666	100

Svarsfrekvens: 83.4%. Största behandlade yta 1960-69: 231 ha.

Uppgifter från rapporter där arealuppgiften gäller flera sammanlagda sjöar eller vattendrag har ej medtagits.

VOLYM

Tabell 6. Volym hos rotenonbehandlade vattendrag (förutom Domänverket)

Volym (1 000 m ³)	1960	1961	1962	1963	1964	1965	1966	1967	1968	1969	Σ	%
<50	2	24	17	18	16	24	10	12	9	14	146	15.3
50-100	12	26	22	27	11	23	10	17	7	7	162	16.9
100-500	31	49	72	69	41	47	40	35	23	12	419	43.8
500-1 000	18	20	25	18	9	22	15	7	5	10	149	15.6
1 000-2 500	5	8	12	8	7	8	6	1	6	3	64	6.7
≥2 500	-	3	3	3	2	4	1	-	-	-	16	1.7
Σ	68	130	151	143	86	128	82	72	50	46	956	100

Svarsfrekvens: 67.4%. Största behandlade volym 1960-69: 8 362 000 m³.

Tabell 6a. Volym hos rotenonbehandlade vattendrag (Domänverket)

Volym (1 000 m ³)	1960	1961	1962	1963	1964	1965	1966	1967	1968	1969	Σ	%
<50	8	10	6	9	20	7	9	5	-	2	76	15.4
50-100	6	5	12	15	17	14	11	5	1	3	89	18
100-500	13	24	36	33	52	28	26	6	-	6	224	45.4
500-1 000	4	6	8	5	10	6	10	-	1	2	52	10.5
1 000-2 500	2	6	8	7	6	5	3	1	1	2	41	8.3
≥2 500	1	2	-	2	1	3	3	-	-	-	12	2.4
Σ	34	53	70	71	106	63	62	17	3	15	494	100

Svarsfrekvens: 61.8%. Största behandlade volym 1960-69: 8 000 000 m³.

Volymuppgifter från rapporter där man lagt ihop ytorna för flera sjöar som behandlats samtidigt, eller uppgifter från partiellt behandlade sjöar är ej medräknade.

Anm. Det är viktigare att känna till volymen än att känna till ytan hos en sjö man tänker rotenonbehandla, eftersom volymen bestämmer hur mycket rotenon som går åt för att uppnå en viss koncentration i vattnet.

DJUPFÖRHÅLLANDEN OCH SPRÅNGSKIKTETS INVERKAN

Mycket djupa sjöar kan vara besvärliga att behandla, eftersom det ibland kan vara svårt att få giftet att nå ner i alla djuphålur. Vanligtvis är detta dock inget större problem. Ett pumpaggregat med långa släpande perforerade plastslangar sprider rotenonvätskan jämnt i hela vattenvolymen.

Medeldjupet för rotenonbehandlade sjöar för gruppen "övriga" ligger för åren 1960-64 på ca 4.1 m.

Maximala djupet för en rotenonbehandlad sjö ligger här under samma tid på 26 m.

För Domänverkets sjöar är motsvarande siffror (räknat på perioden 1960-69): medeldjup 3.5 m, och största maximala djup 30 m.

Om det finns ett (eller flera) språngskikt i sjön, när man rotenonbehandlar den, kan det innebära att giftet lägger sig ovanpå detta språngskikt och inte tränger ner i bottenvattnet (Penick & Co 1959a). Detta innebär i sin tur att fisk som befinner sig under språngskiktet kan överleva behandlingen för att sedan eventuellt spoliara en framtida inplantering av annan fisk i sjön. Spridningsmetoderna (se ovan) är dock för det mesta sådana att man kommer åt att sprida även under språngskiktet, varför detta inte är något större problem.

BEHANDLADE SJÖARS NÄRINGSSTATUS SAMT OMGIVANDE MARKERS UTSEENDE

Endast i ett fåtal rapporter har man nämnt något om trofieringsgrad eller produktionsförmåga hos de vatten som behandlats (svarsfrekvens 27%). Eftersom bedömningarna av vattnen utförts av så många olika personer med varierande erfarenhet och kanske skiftande klassificeringsgrunder är nedanstående tabeller endast ett försök att i mycket grova drag ange något om de näringsmässiga förhållandena. Det är viktigt att känna till trofieringsgraden bl a av den orsaken att rotenon kan absorberas på organisk substans, och därmed försvåra en lyckad behandling i en näringsrik sjö.

Tabell 7. Näringsstatus (förutom Domänverket)

Dystrofa vatten	30%	} gäller för åren 1960-64
Oligotrofa vatten	55%	
Mesotrofa vatten	10%	
Eutrofa vatten	5%	

Tabell 7a. Näringsstatus (Domänverket)

Dystrofa vatten	29%	} gäller för åren 1960-69 svärsfrekvens: 75%
Oligotrofa vatten	63%	
Mesotrofa vatten	7%	
Eutrofa vatten	1%	

Omgivande markers utseende kan också spela en viss roll för hur en rotenonbehandling lyckas. I en skrift från Sötvattenslaboratoriet (Norberg 1970) finns en uppdelning av sjöar i 4 olika kategorier med avseende på kriterier såsom omgivande markers utseende, antal källflöden, sjöbottens utseende, vattenvegetation och åtkomlighet.

Kategori 1: enstaka sjöar och tjärnar med små eller inga tillflöden och med fast strand och botten. Lätta att nå. En rotenonbehandling av en sjö i kategori 1 lyckas oftast.

Sedan följer en kontinuerlig skala upp till kategori 4, där komplexiteten i vattensystemen ökar och därmed också svårigheterna att lyckas med en rotenonbehandling.

Kategori 4: flera sjöar eller ett stort vattensystem helt omgivet av delvis sank moss- och myrmarker. Talrika källor och tillflöden. Tät och svårforcerad vegetation. Mjuka bottnar och ofta gungflyartade stränder. Mycket svåråtkomligt i mer eller mindre väglöst land. Rotenonbehandlingar i kategori 4 misslyckas oftast.

Någon liknande uppdelning har emellertid inte varit möjlig att göra här. I rapporter från åren 1965-69 för gruppen "övriga" finns dock uppgifter om växtligheten runt sjöarna enligt nedan.

Tabell 8. Vegetationstäthet runt rotenonbehandlade vattendrag
(förutom Domänverket)

a) Strandvegetation	1965	1966	1967	1968	1969	Σ	%
mycket riklig	1	4	4	-	1	10	1.8
riklig	37	39	29	10	16	131	23.5
sparsam	114	114	76	55	46	405	72.7
dålig	3	-	-	5	3	11	2

Svarsfrekvens: 73.8%

b) Bottenvegetation	1965	1966	1967	1968	1969	Σ	%
mycket riklig	1	1	4	-	1	7	1.3
riklig	17	28	26	8	7	86	15.7
sparsam	123	122	76	47	46	414	75.7
dålig	10	7	2	13	8	40	7.3

Svarsfrekvens: 72.5%

c) Flytväxtbestånd	1965	1966	1967	1968	1969	Σ	%
mycket riklig	-	-	1	-	1	2	0.4
riklig	12	14	20	3	10	59	10.8
sparsam	117	120	68	57	39	401	73.4
dålig	23	19	20	9	13	84	15.4

Svarsfrekvens: 72.3%

Markernas utseende runt de olika rotenonbehandlade sjöarna och bäckarna är naturligtvis mycket skiftande, och nedanstående tabeller försöker endast ge en uppfattning om vilka marktyper som enligt rapporterna dominerar runt behandlingsobjekten.

Tabell 9. Omgivande markers utseende (förutom Domänverket)

	1960	1961	1962	1963	1964	Σ	%
myrmark	13	14	18	16	16	77	18.2
skogsmark eller annan fast mark	42	77	85	70	23	297	70.2
berg	5	5	13	14	5	42	9.9
odlad mark	-	1	4	1	1	7	1.7

Svarsfrekvens: 47.7%

För åren 1964-69 har man i rapporterna gjort en annan indelning. Den som ville rotenonbehandla något vattendrag hade att i tillståndsansökan ange hur stor del (i procent) som var fast mark, myrmark respektive åkermark.

Tabell 10. Omgivande markers utseende (förutom Domänverket)

	1965	1966	1967	1968	1969	Σ
% fast mark	69.6	69.6	65.1	65.9	67	67.5
% myrmark	26.2	27.7	31.8	32.1	32.9	30.1
% åkermark	4.2	2.7	3.1	2	0.1	2.4

Svarsfrekvens: 71.1%

Siffrorna är ett medelvärde från samtliga som svarat på frågan.

För Domänverket ser motsvarande uppgifter angående omgivningens utseende ut som följer:

Tabell 11. Omgivande markers utseende (Domänverket)

	1960	1961	1962	1963	1964	1965	1966	1967	1968	1969	Σ	%
myrmark	25	38	47	49	34	22	9	5	-	7	236	30
skogsmark el. annan fast mark	36	51	69	112	92	76	61	11	3	10	521	66.2
berg	-	-	7	4	10	2	1	3	-	-	27	3.4
odlad mark	-	-	-	-	-	3	-	-	-	-	3	0.4

Svarsfrekvens: 98.5%

pH-VÄRDE

Ett lågt pH-värde i vattnet ökar effekten och förlänger verkan av en rotenonbehandling.

Avgiftningen går snabbare i neutralt eller alkaliskt vatten. Vid nyinplantering av fisk gäller det bl a att känna till hur olika arter reagerar vid olika pH-värden, och välja rätt fisk till rätt sjö.

Tabell 12. Kritisk nedre pH-gräns för några arter

Ål	4.0	"Laxfisk"	5-5.5
Abborre	4.0	Mört	5.2
Am. bäckröding	4.2	Många zoo- och phytoplankton	~ 5.8
Gädda	4.3		
Öring	5.0	Flertalet "vatten- loppor"	~ 6.0
		Kräftor	6.0

Tabell 13. Antal vattendrag inom olika pH-intervall (förutom Domänverket)

pH	1960	1961	1962	1963	1964	Σ	%
4-5	4	5	4	10	-	23	5.4
5-6	12	14	22	13	7	68	16
6-7	48	67	84	64	34	297	69.9
7-8	5	9	9	4	3	30	7.1
8-9	-	3	-	1	-	4	0.9
≥9	-	-	-	3	-	3	0.7
Högst pH	7.4	8.2	7	9	7.7	9	
Lägst pH	4.5	4.5	4.8	4.2	5.2	4.2	
Medelvärde	6.2	6.4	6.2	6.2	6.3	6.3	

Svarsfrekvens: 48%

För åren 1965-69 finns följande siffror samlade från ansökningshandlingar, alltså ej från rapporter från behandlingstillfället:

	1965	1966	1967	1968	1969	Σ
Högst pH	8	7.9	7.1	7.5	7.5	8
Lägst pH	4.3	5	4.5	4.3	5	4.3
Medelvärde	6.2	6.1	6	6.1	6.3	6.1

Svarsfrekvens: 62.3%

Tabell 13a. Antal vattendrag inom olika pH-intervall (Domänverket)

pH	1960	1961	1962	1963	1964	1965	1966	1967	1968	1969	Σ	%
4-5	2	9	5	3	-	-	-	-	-	-	19	2.6
5-6	11	20	23	25	30	24	22	10	1	5	171	23.3
6-7	48	61	97	105	95	57	42	5	2	11	523	71.1
7-8	-	2	-	-	10	5	4	-	-	1	22	3
Högst pH	6.7	7.2	6.7	6.8	7.0	7.0	7.2	6.5	6.5	7.0	7.2	
Lägst pH	4.8	4.3	4.5	4.8	5.4	5.0	5.4	5.5	5.5	5.4	4.3	
Medelvärde	5.9	5.9	6.1	6.2	6.2	6.2	6.1	5.8	6.1	6.1	6.1	

Svarsfrekvens: 92%

TEMPERATUR

Chansen att lyckas med fiskutrotning i en sjö med hjälp av rotenon brukar öka då vattentemperaturen sjunker. Detta hänger samman med flera faktorer; bl a är ju vegetationen och planktonförekomsten sparsammare under den kallare delen av året. Giftverkan är kvar längre i vattnet vid låg temperatur och blir då effektivare. Visserligen sker förgiftningen av fisken snabbare vid hög temperatur, men effekten avtar också snabbt, och en del fisk kan klara sig genom att de helt enkelt inte nås av giftet innan verkan hunnit avta alltför kraftigt. Fisk kan "gömma" sig i vassar, vid kallkällor, i djuphålur m m. Om giftet finns kvar verksamt i sjön under en längre tid hinner vattnet att blandas om, och giftet kan verka i hela vattenvolymen (Norberg 1966).

Om lufttemperaturen är över 20°C bildas gaser från rotenon, vilka kan vara besvärliga och irriterande för dem som handskas med medlet, och extra skyddsutrustning bör då användas.

Tabell 14. Ytvattentemperatur vid rotenonbehandlingen (förutom Domänverket)

°C	1960	1961	1962	1963	1964	Σ	%
0- 5	-	5	2	12	-	19	7.3
5-10	7	7	19	10	1	44	16.9
10-15	21	36	29	22	9	117	44.8
15-20	15	27	13	17	9	81	31
Högsta temp.	19	19	17.8	18	17	19	
Lägsta temp.	6	0	4	3.5	8.5	0	

Svarsfrekvens: 29.5%

Tabell 14a. Ytvattentemperatur vid rotenonbehandlingen (Domänverket)

°C	1960	1961	1962	1963	1964	1965	1966	1967	1968	1969	Σ	%
0- 5	3	1	-	3	3	3	9	3	-	1	26	3.6
5-10	2	18	15	31	43	10	8	3	-	8	138	19.3
10-15	4	16	55	58	43	56	37	2	-	6	277	38.7
15-20	32	46	29	45	32	26	15	9	2	1	237	33.1
≥20	11	11	-	2	2	8	-	2	1	1	38	5.3
Högsta temp.	23	21.7	19	19.8	20.5	20	19	21	21	20	23	
Lägsta temp.	0.5	2.5	5	0	1	2.5	1	0.1	18	4	0	

Svarsfrekvens: 89.6%

VÄDERLEK

Kraftigt regn kan innebära att riskerna för ett misslyckande ökar, p g a den ökade tillrinningen av friskt vatten, vilket ger utspädnings-effekter framför allt i å- och bäckmynningar. Nya små vattensamlingar kan bildas dit fisken eventuellt kan ta sig o s v. Kraftig blåst kan ibland öka vattencirkulationen i en sjö, vilket kan vara positivt ur spridningssynpunkt.

Tabell 15. Regn eller uppehållsväder vid behandlingstillfället (förutom Domänverket)

	1960	1961	1962	1963	1964	Σ	%
Regn	16	21	39	24	9	109	22.8
Uppehåll	41	77	72	51	26	267	55.9
Växlande	15	25	23	25	14	102	21.3

Svarsfrekvens: 54%

Tabell 15a. Regn eller uppehållsväder vid behandlingstillfället (Domänverket)

	1960	1961	1962	1963	1964	1965	1966	1967	1968	1969	Σ	%
Regn	-	23	21	44	29	8	16	5	-	3	149	18.8
Uppehåll	40	26	41	62	42	73	33	9	3	6	335	42.3
Växlande	21	42	64	63	65	22	22	1	-	8	308	38.9

Svarsfrekvens: 99.1%

ROTENONKONCENTRATION

Tabell 16. Rotenonkoncentration vid behandlingen mätt i mg/l vatten (förutom Domänverket)

	1960	1961	1962	1963	1964	Σ
Högsta värde	0.9	1.5	1	1	0.6	1.5
Lägsta värde	0.17	0.2	0.2	0.25	0.25	0.17
Medelvärde	0.32	0.36	0.36	0.34	0.33	0.35

Svarsfrekvens: 54.9%

Tabell 16a. Rotenonkoncentration vid behandlingen mätt i mg/l vatten (Domänverket)

	1960	1961	1962	1963	1964	1965	1966	1967	1968	1969	Σ
Högsta värde	0.44	0.45	0.5	2.7	1.3	0.62	0.9	1.1	0.41	0.5	2.7
Lägsta värde	0.2	0.25	0.25	0.29	0.3	0.21	0.25	0.3	0.22	0.3	0.2
Medelvärde	0.35	0.33	0.35	0.38	0.39	0.37	0.38	0.44	0.34	0.38	0.37

Svarsfrekvens: 95.1%

GIFTVERKAN

Rotenon är verksamt i mycket låga koncentrationer på fisk. Fisken dödas genom att en specifik kemisk reaktion i andningskedjan blockeras (Lindahl och Öberg 1961, och Inland Fisheries Management 1966). En sekundär effekt kan sedan vara slembeläggning och histolys av gälfilamenten. Effekten på isolerade gälar är den att hämningen av O_2 -förbrukningen ökar med stigande rotenonkoncentration och längre exponeringstid.

Vilka fiskarter är mest känsliga för rotenon?

I många av rapporterna har man angett vilken art som dog först, vilken som kom därefter o s v. Av dessa uppgifter går det ej att få några exakta mått (för det krävs laboratorietester), men de ger ändå en viss indikation på den relativa känsligheten hos de vanligaste arterna.

Abborren synes vara mer känslig än gädda och mört. Laken är också ganska känslig, men ändock tåligare än de tre förstnämnda. Av de arter som tagits upp i rapporterna tycks kvidd vara den mest känsliga. Äl, sutare och ruda hör till de arter som är något mindre känsliga. Speciellt rudan tycks ha en för fiskar ovanligt hög motståndskraft. Alla fiskar är dock betydligt känsligare för rotenon än fåglar och däggdjur.

Fiskrom påverkas inte av rotenon.

Kräftor har en hög motståndskraft utom under skalömsningen, och kan ofta överleva en rotenonbehandling.

Växter och växtplankton påverkas ej.

Vissa arter av zooplankton kan påverkas, men ganska snabbt sker en återhämtning (Almquist 1959a och b).

URSPRUNGLIG FISKFAUNA

Tabell 17. Fiskfauna innan rotenonbehandlingen (förutom Domänverket)

	1960	1961	1962	1963	1964	1965	1966	1967	1968	1969	Σ	%
Antal vatten för vilka upp- gift om art- sammansättn. lämnats	87	171	171	153	111	160	172	109	69	72	1 275	100
Antal vatten med tidigare förekomst av:												
abborre	81	147	144	135	90	140	154	103	60	59	1 113	87.3
gädda	70	126	133	119	85	141	129	97	54	63	1 017	79.8
mört	44	82	84	80	35	75	93	54	30	36	613	48.1
lake	28	34	53	35	22	34	55	31	11	20	323	25.3
ål	3	22	24	12	1	24	4	20	7	12	129	10.1
öring	11	15	19	5	2	11	2	10	8	9	92	7.2
sutare	4	7	14	5	1	11	8	4	8	2	64	5
sik	4	7	10	4	1	5	9	11	2	3	56	4.4
braxen	3	10	8	7	2	6	7	6	4	2	55	4.3
kvidd	4	10	5	9	-	8	10	3	3	-	50	3.9
ruda	1	11	5	7	1	3	9	3	4	6	50	3.9
gärs	2	7	4	8	1	1	1	3	1	4	32	2.5
sarv	-	3	1	2	2	2	6	2	1	2	21	1.6
löja	-	-	-	3	1	2	3	2	2	-	13	1
id	-	2	2	-	-	2	4	2	-	-	12	0.9
harr	2	1	1	-	3	-	1	-	1	-	9	0.7
röding	1	-	1	-	1	1	1	2	2	1	9	0.7
bäckröding	1	-	2	1	1	2	-	-	1	-	8	0.6
regnbåge	1	-	-	-	1	1	3	1	1	-	8	0.6
spigg	-	-	2	-	-	-	2	-	1	3	8	0.6
stäm	-	1	-	-	-	1	4	1	-	-	7	0.5
karp	1	1	-	-	-	1	-	-	-	-	3	0.2
lax	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	2	0.2
simpa	-	-	-	-	-	-	1	1	-	-	2	0.2

Tabell 17. forts

	1960	1961	1962	1963	1964	1965	1966	1967	1968	1969	Σ	%
Antal vatten för vilka upp- gift om art- sammansättn. lämnats	87	171	171	153	111	160	172	109	69	72	1 275	100
Antal vatten med tidigare förekomst av:												
bröding	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	1	0.1
guldid	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	1	0.1
kanadaröding	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1	0.1
nors	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	0.1
siklöja	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	1	0.1
(kräftor)	3	-	3	5	4	1	3	2	-	2	23	1.8

Svarsfrekvens: 89.9%

Tabell 17a. Fiskfauna innan rotenonbehandlingen (Domänverket)

	1960	1961	1962	1963	1964	1965	1966	1967	1968	1969	Σ	%
Antal vatten för vilka upp- gift om art- sammansättn. lämnats	61	92	127	169	136	103	72	19	3	17	799	100
Antal vatten med tidigare förekomst av:												
abborre	51	87	126	149	117	87	70	18	3	17	725	90.7
gädda	59	63	98	149	99	89	70	16	3	15	661	82.7
lake	41	46	90	102	60	66	40	1	-	4	450	56.3
mört	28	37	68	69	45	44	40	10	1	11	353	44.2
sik	11	14	11	17	11	26	16	-	1	1	108	13.5
ål	12	4	9	24	18	18	6	1	2	-	94	11.8
kvidd	4	6	11	28	7	30	4	-	-	-	90	11.3
öring	11	1	21	29	10	1	-	1	-	-	74	9.2
sutare	2	9	6	4	7	7	5	1	-	1	42	5.3
gärs	2	7	7	4	3	5	5	4	-	-	37	4.6

Tabell 17a. forts

	1960	1961	1962	1963	1964	1965	1966	1967	1968	1969	Σ	%
Antal vatten för vilka upp- gift om art- sammansättn. lämnats	61	92	127	169	136	103	72	19	3	17	799	100
Antal vatten med tidigare förekomst av:												
bäckröding	-	-	12	-	-	16	-	-	-	-	28	3.5
harr	4	-	1	5	6	1	-	-	-	1	18	2.3
nejonöga	4	5	3	1	-	-	3	-	-	-	16	2
sarv	-	-	2	-	11	1	1	-	-	-	15	1.9
ruda	8	-	-	-	-	-	2	-	-	3	13	1.6
spigg	-	-	1	9	3	-	-	-	-	-	13	1.6
id	-	-	-	12	-	-	-	-	-	-	12	1.5
simpa	7	-	-	-	3	1	-	-	-	-	11	1.4
braxen	-	1	-	2	1	-	2	-	-	2	8	1
löja	2	-	-	-	2	-	3	-	-	-	7	0.9
am. bäckröding	-	-	-	1	2	3	-	-	-	-	6	0.8
fjällröding	-	1	-	-	4	-	-	-	-	-	5	0.6
siklöja	-	-	3	-	-	-	-	-	1	-	4	0.5
färna	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	2	0.3
regnbåge	-	-	-	-	-	-	1	1	-	-	2	0.3
karp	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	1	0.1

Svarsfrekvens: 100%

Som synes dominerar gädd- och abborrvatten, med stort inslag av mört och lake. I de sjöar där det tidigare fanns öring, röding eller andra skädfiskar rör det sig ofta om tidigare gjorda inplanteringar som då vanligtvis skett utan tidigare rotenonbehandling.

ORSAKER TILL ATT FISKUTROTNINGEN IBLAND MISSLYCKAS

I 252 fall av 1 418 rotenonbehandlade vattendrag under perioden 1960-69, eller i ca 17.8% av fallen lyckades man inte att utrota hela den ursprungliga fiskpopulationen. (Detta är dock inte alltid liktydigt med att hela projektet ifråga misslyckats.)

För Domänverket är motsvarande siffror under samma period att utrotningen inte lyckats helt i 8 av 799 fall eller för ca 1%.

Orsaken till ett sådant misslyckande kan vara t ex:

1. Rotenonkoncentrationen i vattnet blev alltför låg p g a felberäkning.
2. Mycket regn före, under eller efter behandlingen.
3. Mycket vass och andra vattenväxter i behandlingsområdet.
4. Vårflod.
5. Förbisedda eller oupptäckta vattenkällor.
6. Gungflyliknande stränder.
7. Djuphålor, överhäng o dyl vilket medfört svårigheter att behandla hela vattenvolymen.
8. Oupptäckt fiskrom kvar i vattnet etc.

OAVSIKTLIGA FÖRGIFTNINGSEFFEKTER

Oavsiktliga förgiftningar har enligt rapporterna endast inträffat i några få fall, och har då i värsta fall orsakat fiskdöd några km nedströms i utloppsäckar. Under perioden 1960-64 har något sådant inträffat i 35 fall av de 425 där man svarat på denna fråga i rapportformuläret, eller för ca 8.2% av behandlingarna.

För Domänverket är motsvarande siffror under perioden 1960-69: oavsiktliga förgiftningar nedströms har inträffat i 13 fall av 695 eller för ca 1.9%.

AVGIFTNING

I några få av rapporterna (9.6%) från gruppen "övriga" under tiden 1960-64 har man angivit hur lång tid det tog innan vattnet var så giftfritt att fisk kunde leva i det på nytt. Detta kan undersökas på flera sätt t ex:

1. Utsättning av fisk i burar och mjärdar.
2. Utsättning av fisk i fria vattnet.
3. Placering av fisk i kärl med sjövattnet.
4. Olika kemiska mätmetoder (t ex enligt Georg Post 1955).

För det mesta har man dock inte brytt sig om att göra några mätningar innan nyinplanteringen, utan litat till sin egen eller andras erfarenheter.

Längsta tid innan konstaterad avgiftning: 210 dagar.
 Kortaste " " " " " 7 dagar.
 Medelvärde: 58 dagar eller ca 2 månader.

Om man vill påskynda avgiftningen kan man använda sig av olika kemiska hjälpmedel såsom kaliumpermanganat (KMnO_4) eller klorkalk. Om man vill skydda vattnet nedströms från rotenon kan man lägga några säckar KMnO_4 i utloppsbäcken. Detta får till följd att vattnet som rinner över säckarna blir violetterfärgat, men avgiftat och ofarligt för fisken. Avgiftningsmedel har enligt rapporterna använts endast i mycket få fall, och då mest som skydd i utloppsbäckar.

Nedbrytningen av rotenon är en oxidationsprocess som påskyndas av hög temperatur, solsken, alkaliskt vatten och god syretillgång (S.B. Penick & Co 1959b, Cohen et al 1960, Inland Fisheries Management 1966).

INPLANTERING AV NY FISK

Ny fisk kan planteras in några månader efter utförd rotenonbehandling, om den skett under juni-augusti då rotenonets verkan försvinner som snabbast. Har behandlingen utförts senare på året rekommenderas inplanteringen ske någon gång nästkommande vår (Öquist 1958, Norberg 1966).

Tabell 18. Antal nyinplanteringar under en viss månad, 1960-69
(förutom Domänverket)

Jan	2 (0,3%)	Maj	180 (25,3%)	Sept	70 (9,8%)
Feb	5 (0,7%)	Juni	243 (34,2%)	Okt	58 (8,2%)
Mars	13 (1,8%)	Juli	37 (5,2%)	Nov	17 (2,4%)
April	45 (6,3%)	Aug	39 (5,5%)	Dec	2 (0,3%)

Svarsfrekvens: 50.1%

Tabell 18a. Antal nyinplanteringar - "vår, sommar, höst", 1960-69
(Domänverket)

"våren"	633 (83,5%)
"sommaren"	8 (1,1%)
"hösten"	117 (15,4%)

Svarsfrekvens: 94.9%

Inplanteringen har för gruppen "övriga" skett inom ett år efter rotenonbehandlingen i ca 89% av fallen. I två fall har man väntat så länge som 5 1/2 år innan någon inplantering gjordes, och under denna tid hade då en återinvandring av ursprunglig fiskfauna hunnit ske.

I Domänverkets vatten har inplanteringen alltid skett inom högst ett år efter rotenonbehandlingen.

Tabell 19. Inplanterade arter efter rotenonbehandlingen (förutom Domänverket)

	1960	1961	1962	1963	1964	1965	1966	1967	1968	1969	Σ	%
Antal vatten med uppg. ang. inplanterade arter	106	200	180	174	114	107	98	50	63	31	1 123	100
Antal vatten med inplanterat:												
öring	65	139	121	124	93	76	73	33	29	17	770	68.6
regnbåge	20	73	48	68	30	44	24	18	24	11	360	32.1
bäckröding	25	62	54	50	37	27	15	8	17	7	302	26.9
röding	8	16	29	16	18	19	15	10	9	6	146	13
bröding	1	3	10	5	3	20	20	7	9	2	80	7.1
am. bäckröding	12	19	9	4	22	2	2	1	-	-	71	6.3
fjällröding	4	3	6	6	30	3	3	-	7	1	63	5.6
harr	2	5	4	4	-	5	8	-	9	5	42	3.7
splejk	-	-	-	-	1	5	5	4	8	-	25	2.2
spigg ^{x)}	1	1	-	3	-	4	1	-	-	-	10	0.9
kröding	-	-	-	-	-	-	-	-	3	-	3	0.3
lax	-	-	-	1	-	2	-	-	-	-	3	0.3
"black bass"	-	1	1	-	-	-	-	-	-	-	2	0.2
siklöja	-	1	-	1	-	-	-	-	-	-	2	0.2
gädda	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	1	0.1
kanadaröding	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	1	0.1
karp	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	1	0.1
sik	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	0.1
(kräftor)	-	-	1	1	1	-	-	-	-	-	3	0.3

Svarsfrekvens: 79.2%

x) inplanterad som foderfisk.

Tabell 19a. Inplanterade arter efter rotenonbehandlingen (Domänverket)

	1960	1961	1962	1963	1964	1965	1966	1967	1968	1969	Σ	%
Antal vatten med uppg. ang. inplanterade arter	61	91	127	168	114	103	65	15	3	17	764	100
Antal vatten med inplant- rat:												
öring	46	63	109	146	93	76	43	4	3	8	591	77.4
fjällröding	13	25	48	63	30	18	2	-	-	2	201	26.3
am. bäckröding	19	43	44	55	22	4	4	-	-	4	195	25.5
regnbåge	15	14	6	22	30	25	25	9	3	10	159	20.8
bäckröding	-	4	20	19	37	27	14	8	3	2	134	17.5
röding	-	-	-	2	18	33	19	-	-	1	73	9.6
harr	19	7	13	11	-	4	-	-	-	1	55	7.2
bröding	-	-	-	2	3	-	3	2	-	-	10	1.3
splejk	-	-	-	-	1	-	8	-	-	-	9	1.2
spigg ^{x)}	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	2	0.3
(kräftor)	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	1	0.1

Svarsfrekvens: 95.6%

x) inplanterad som foderfisk.

Observera att man oftast planterar in flera arter samtidigt i varje vattendrag.

Tabell 20. Har den inplanterade fisken lekt? (förutom Domänverket)

	1960	1961	1962	1963	1964	1965	1966	1967	1968	1969	Σ	%
Ja	14	32	31	17	27	12	4	3	4	11	155	16.1
Nej	60	111	107	121	96	93	96	44	57	25	810	83.9
Σ											965	100

Svarsfrekvens: 68.1%

Tabell 21. I hur många vattendrag har den inplanterade fiskens lek resulterat i yngelproduktion (förutom Domänverket)

	1960	1961	1962	1963	1964	1965	1966	1967	1968	1969	Σ	%
Antal	9	23	25	11	15	10	4	3	3	2	105	10.9

Således har självföryngring av det inplanterade fiskbeståndet endast skett i ca 10.9% (beräknat på ovanstående 965 vattendrag). Inga uppgifter om lek eller yngelproduktion finns i Domänverkets rapporter. Storlekstillväxten tycks dock i allmänhet vara bra. I de rapporter där man svarat på denna fråga uppger ca 80% att tillväxten är god eller tillfredsställande (svarsfrekvens: 62.3% /förutom Domänverket/).

Tillväxten är oftast det viktigaste kriteriet på en lyckad inplantering, eftersom de flesta sjöar som rotenonbehandlats används som s k "put and take"-vatten där man planterar in portionsfisk en gång om året, eller så ofta det behövs för att behålla en bra fiskpopulation (Tabell 22).

Tabell 22. Har förnyade inplanteringar gjorts, och i så fall i hur många vattendrag? (förutom Domänverket)

	1960	1961	1962	1963	1964	1965	1966	1967	1968	1969	Σ	%
Ja	47	96	107	76	85	82	64	34	47	24	662	82.3
Nej	17	12	10	28	17	14	26	7	5	6	142	17.7
Σ											804	100

Svarsfrekvens: 56.7%

I Domänverkets rapporter finns inga uppgifter om tillväxten eller förnyad inplantering.

ÅTERUTVECKLING AV URSPRUNGLIG FISKFAUNA

I 252 av 1 418 rotenonbehandlade vattendrag (ca 17.8%) har delar av den ursprungliga fiskpopulationen överlevt. Till detta kommer sedan ytterligare 177 fall där fisk har återinvandrat till sjöar och andra vatten där den primära behandlingen lyckades slå ut den ursprungliga populationen. Detta ger då att fiskutrotningen med hjälp av rotenon helt eller delvis misslyckats i 252 + 177 = 429 vattendrag eller i ca 30.3% av fallen. Detta gäller för gruppen "övriga". I Domänverkets rapporter finns inga uppgifter om återutveckling eller återinvandring.

Orsaker till invandring av oönskade fiskarter efter behandlingen kan vara t ex översvämningar, raserade vandringshinder, användning av levande bete, sabotage genom inplantering av gädda(!), eller helt enkelt att man har glömt att rotenonbehandla någon liten damm uppströms där fisk funnits som sedan kunnat vandra nedåt i vattensystemet.

Att något av den ursprungliga fiskfaunan finns kvar efter en rotenon-behandling, eller vandrar in på nytt behöver som sagt inte alltid betyda att hela projektet ifråga misslyckats. I och med att den tidigare populationen till största delen slås ut minskar konkurrensen om föda och utrymme, och inplanterad fisk kan lättare överleva och växa till sig i både storlek och antal. Att på detta sätt få till stånd en bättre "balans" mellan "ogräsfisk" och mera matnyttig fisk är ju också ofta syftet med partiella rotenonbehandlingar. Vandringshinder för fisk måste alltid byggas om det inte finns naturliga sådana. Dåligt byggda vandringshinder, där t ex vatten kan rinna på sidan runt hindret vid vårfloden har många gånger varit orsak till att en återinvandring kunnat ske.

RESULTAT AV BEHANDLINGEN

Tabell 23. För hur många vattendrag har rotenonbehandlingen givit åsyftat resultat? (förutom Domänverket)

	1960	1961	1962	1963	1964	1965	1966	1967	1968	1969	Σ	%
Ja	63	109	112	112	126	89	81	38	55	34	819	70.9
Nej	17	58	44	39	24	28	20	21	10	2	263	22.8
Delvis	5	15	9	8	3	4	10	10	5	4	73	6.3
Σ											1 155	100

Svarsfrekvens: 81.5%

Tabell 24. Vilken nytta har rotenonbehandlingen medfört? (förutom Domänverket)

	1960	1961	1962	1963	1964	1965	1966	1967	1968	1969	Σ	%
Antal svar	58	119	110	118	123	87	85	45	57	33	835	100
Bättre eget fiske	45	75	70	73	79	49	40	22	17	26	496	59.4
Ökat fångstvärde	7	53	54	61	53	42	44	22	13	13	362	43.4
Ökad kortförsäljning	28	71	68	65	69	44	45	19	40	17	466	55.8
Övrigt	2	3	6	10	8	-	8	8	5	3	53	6.3

Svarsfrekvens: 58.9%. OBS! Flera alternativ kan anges i svaren.

Exempel på övrig nytta: Totalutrotning av fisk, grövre fisk vid partiell behandling, representationsfiske för olika bolag, utsättningsförsök, rotenonbehandling p g a fisksjukdom, fler turister till bygden etc.

Tabell 25. På vilket sätt har projektet misslyckats där så har skett?
(förutom Domänverket)

	1960	1961	1962	1963	1964	1965	1966	1967	1968	1969	Σ	%
Antal uppg. om orsak	22	71	52	47	27	31	27	29	15	6	327	100
Urspr. fisk- arter till- baka	12	51	33	33	21	17	18	18	10	4	217	66.4
Misslyckad in- plantering	10	17	11	18	6	12	10	8	3	2	97	29.7
Dålig tillväxt	-	9	10	3	1	4	5	4	3	-	39	11.9
Olovligt fiske	5	6	5	2	2	-	2	1	4	1	28	8.6
Övrigt	-	8	3	6	6	1	1	5	-	-	31	9.5

Svarsfrekvens: 23.1%. OBS! Flera alternativ kan anges i svaren.

Exempel på övriga orsaker: vildmink eller fågel tar fisken, syrebrist under vintern som leder till fiskdöd, dålig sättfisk, kraftig vårflod som spränger fördämningar, bäverdammar som ger översvämningar, sabotage i form av dynamitfiske(!) eller inplantering av gädda etc.

KOSTNADER

Tabell 25a. Totalkostnad och kostnad per vattendrag avrundat till hela kronor (förutom Domänverket)

	1960	1961	1962	1963	1964	1965	1966	1967	1968	1969	Σ
Antal kostn. uppg.	101	191	174	171	146	110	103	60	69	37	1 162
Totalkostnad (kr)	152,674	317,769	310,277	291,839	346,939	267,124	180,905	92,514	98,071	84,972	2,143,084
Kostnad/ vattendrag	1 512	1 644	1 783	1 707	2 376	2 428	1 756	1 542	1 321	2 297	1 844

Svarsfrekvens: 81,9%

Tabell 25b. Totalkostnad och kostnad per vattendrag avrundat till hela kronor (Domänverket)

	1960	1961	1962	1963	1964	1965	1966	1967	1968	1969	Σ
Antal kostn. uppg.	61	92	125	169	136	103	72	19	3	17	797
Totalkostnad (kr)	57.410	112.690	135.973	203.888	162.720	178.476	141.525	15.860	7.300	26.090	1.041.932
Kostnad/vattendrag	941	1 225	1 088	1 206	1 197	1 733	1 966	835	2 433	1 535	1 307

Svarsfrekvens: 99,8%

Tabell 26. Kostnad per ha vattenyta avrundat till hela kronor (förutom Domänverket)

	1960	1961	1962	1963	1964	1965	1966	1967	1968	1969	Σ
Antal kostn. uppg.	80	174	169	164	135	102	82	55	49	27	1 037
Högsta ha-kostnad	1 000	608	2 118	988	762	2 500	775	1 000	1 073	700	2 500
Lägsta ha-kostnad	40	66	36	41	72	27	44	28	55	50	27
Medelvärde	209	209	234	232	242	314	234	267	201	245	237

Svarsfrekvens: 73,1%

Tabell 26a. Kostnad per ha vattenyta avrundat till hela kronor (Domänverket)

	1960	1961	1962	1963	1964	1965	1966	1967	1968	1969	Σ
Antal kostn. uppg.	61	92	126	169	129	103	72	19	3	17	791
Högsta ha-kostnad	250	350	285	350	363	322	364	525	167	375	525
Lägsta ha-kostnad	71	27	85	78	76	24	25	100	152	109	24
Medelvärde	127	143	156	162	172	162	159	191	159	206	159

Svarsfrekvens: 99%

Kostnadsuppgifter från partiellt behandlade vatten är ej medräknade i Tabell 26 och 26a.

Hur stor del av totalkostnaden utgör genomsnittligt kostnaden för enbart rotenonpreparatet? För att få svar på detta har jag använt uppgifter från sådana rapporter där både rotenonkostnad och totalkostnad finns angivna:

För gruppen "övriga" utgör rotenonkostnaden ca 77.2% av totalkostnaden (svarsfrekvens: 23.1%).

För Domänverket utgör rotenonkostnaden ca 83.3% (svarsfrekvens: 99.8%).

LITTERATUR

Almquist, E. 1959a. Inverkan av rotenonbehandling på fiskens födoorganismier. Svensk.Fisk.Tidskr. 68(5):61-62.

- 1959b. Observations on the effect of rotenone emulsives on fish food organisms. Rep.Inst.Freshw.Res., Drottningholm 40:146-160.

Cohen, J.M., L.J. Kamphake, A.E. Lemke, C. Henderson och R.L. Woodward. 1960. Effect of fish poisons on water supplies. Part 1: Removal of toxic materials. J. AWWA 52(12):1551-1566.

Inland Fisheries Management. 1966. Publ. av The Resources Agency, Dept. Fish.Game, State of California, p. 501-510.

Lindahl, P.E. och K.E. Öberg. 1961. The effect of rotenone on respiration and its point of attack. Biol.Abs. 36(17), Abs.No 55313. Exp. Cell.Res. 23(2):228-237.

Norberg, H. 1966. Rotenon i fiskevårdens tjänst. Hushålln.sällsk.förbunds småskr. (67). 15 p.

- 1970. Resultat av utförda rotenonbehandlingar - en analys med kommentarer. Information från Sötvattenslaboratoriet, Drottningholm (9). 8 p.

S.B. Penick & Company, N.Y., USA. 1959a. An interim report on the toxicity of Pro-Noxfish (April 1959). 32 p.

- 1959b. Fish toxicants and the thermocline (Sept. 1959). 14 p.

Post, G. 1955. A simple chemical test for rotenone in water. Översättning: En enkel kemisk testmetod för rotenon i vatten. Progr.Fish-Cult. 17(4):190-191.

Öquist, G. 1958. Rotenon i fiskevårdens tjänst. Föredrag hållet i Göteborg den 20 februari 1958. Fortbildningskursen för fiskertjänstemän. 6 p.

Tillägg. Domänverket publicerade den 11 juli 1979 en av Birger Enros gjord sammanställning och dokumentation över rotenonbehandlingar gjorda i Domänverkets regi sedan mitten av 50-talet. Denna skrift innehåller bl a en del om historiken bakom Domänverkets intresse för rotenonbehandlingar, verksamhetens utformning och omfattning, faktorer som påverkar utgången av en behandling samt tabeller över antal behandlade sjöar och deras storlek, lyckade och misslyckade behandlingar m m.

Enros, B. 1979. Rotenonbehandlingar i Domänverkets fiskevatten, omfattning, resultat och förutsättningar. PAN 30/79. Nv 70.15. 17 p. (Stencil.)

SUMMARY: THE USE OF ROTENONE IN SWEDEN

This publication is a short collation and a selection of facts from reports regarding rotenone-treatment of lakes in Sweden. These reports date from 1955 onward, and are to be found in the archives of the Swedish Fisheries Board, the authorizer of rotenone-treatments in Sweden.

The period 1960-69 has been chosen for this investigation because this was the most intensive 10 year-period of work on this subject. The most intensive period for treatment during the year is from July to September, and most of the lakes that have been treated with rotenone are in the north of the country. Usually only small lakes (up to 15 hectares) have been considered for treatment, and the largest whole lake to have been treated with rotenone during 1960-69 was 231 hectares. The volume is usually about 100,000-500,000 m³ and the lake with the largest volume was 8,362,000 m³.

In deep lakes the thermocline sometimes is a problem when rotenone cannot penetrate into the cold deep water. However, this problem can be dealt with using modern dispersing devices.

Most treated lakes have been of the oligotrophic type, with sparse vegetation around the shores. In this type of lake the rotenone-treatment is often successful (Norberg 1970) because the efficiency of rotenone as a fishpoison is better in acid water, low temperature and sparse aquatic vegetation.

Heavy rainfall can interfere, especially in small lakes because it can dilute the poison to a concentration in which the fish can survive.

Thus, if the operation is well planned and correct, the treatment will probably be successful, because rotenone is a highly potent fish-poison. It attacks a specific link in the respiratory chain (Lindahl and Öberg 1961) and works in very low concentrations.

Stocking of new fish then usually take place in the spring or in the autumn depending, among other things, on when the rotenone-treatment took place, the species used, and the age of the fish. Usually you have to wait about two months after the treatment before you can put any new fish in the lake.

The growth of the new fish is usually very good, but maintenance of the population has to be brought about by new stocking in a little more than 80 per cent of the cases.

In approx. 1/3 of the treated lakes some of the original species in the lakes reappear. In some cases a few individuals may survive the treatment, or fish may immigrate from adjacent waters. Even so the result in the end is often encouraging; more game fish and better fishing possibilities.

The cost of rotenone alone usually requires about 70-80 per cent of the total cost of the operation.

APPENDIX till "Användning av rotenon i Sverige"

Ett 25 års jubileum - hur rotenonet infördes

Professor Carl Hubbs i Ann Arbor, Michigan, USA, föreslog 1936 att den gamla sydamerikanska indianmetoden att bedöva fisk skulle provas i den praktiska amerikanska fiskevården för att avlägsna ogräsfisk. Under 1940-talet fick denna metod, där ett pulver av derrisrot användes, hastigt ökad spridning och kommersiella rotenonemulsioner börja se dagens ljus. Kunskapen härom nådde vårt land genom fiskeri-biologiska tidskrifter, refererades i Svensk Fiskeritidskrift, och det föreföll vara endast en tidsfråga när rotenonet också skulle börja användas här hemma.

Men det erfordras alltid en initiativtagare, nästan ingenting sker av sig självt. Praktisk fiskevård är egentligen inte Sötvattenslaboratoriets uppgift att utöva men väl att peka ut vad som bör göras och eventuellt att demonstrera detta. Laboratoriet blev sålunda en av de två initiativtagarna till rotenonets introduktion, den andra var fiskmästare Gabriel Öquist vid Mo och Domsjö AB, Husum.

Rotenonet kom 1955 och fick betydelse ur flera olika synpunkter:

1. Som metod att bekämpa ogräsfisk och skapa nya sportfiskevatten i småsjöar.
2. Kunskapen om fiskars starka reproduktionskraft ökade och därmed minskade tilltron till de gamla fiskevårdsmetoderna att sätta ut nykläckt fiskyngel, främst av gädda.
3. Fiskeribiologerna fick "kontrollfjäll" med känd ålder som kunde verifiera deras åldersbestämningar och kunskapen om fiskarters inbördes konkurrens ökade. Fiskens planktonavbetning demonstrerades genom ändrad sammansättning av planktonbeståndet fast det skulle dröja innan den fulla betydelsen av detta insågs.
4. Behovet av sättfisk (regnbåge, bäckröding, öring) ökade och framför allt regnbågen fick en renässans i landet och dammodling började återkomma. Därmed skapades i själva verket en av förutsättningarna för den nya våg av fiskodlingsintresse som vi upplever just nu.

Rotenonet har nu mist en del av den popularitet det hade på 1960-talet, sannolikt delvis som en följd av den emotionella reaktionen mot all pågående giftspridning, och som drabbar även dess harmlösa varianter.

Med tanke på rotenonets betydelse för svensk fiskevård under de 25 år som gått sedan introduktionen, kan det vara motiverat med en historik över hur det började, som ett komplement till den redogörelse för omfattningen som Göran Tobiasson sammanställt.

Undertecknad tog i december 1954 brevledes kontakt med AB Astra och berättade om rotenonet i USA och efterlyste intresse från svensk kemisk industri. Därmed kom jag i kontakt med AB Kemiflor, som var svensk representant för Penick & Co, en av de amerikanska tillverkarna. Vid några lunchsammanträden våren 1955 diskuterades de nya möjligheterna med Bertil Dyberg, Willy Hauffman och representanter för Kemiflor. Dyberg var chef för Domänstyrelsens fiskevårdsbyrå och Hauffman ordförande i Fiskefrämjandet, bägge i hög grad intresserade av vad rotenonet kunde ge. Kemiflor ombesörjde import från USA, vilken dock, frånsett några småprover som testades i akvarier på laboratoriet, dröjde till framåt sommaren.

Under tiden utarbetades en sammanställning av uppgifter om rotenon från amerikanska källor (Svärdson 1955a). Den spreds i stencil till alla fiskeritjänstemän i landet i början av juni.

Samarbetet mellan Domänstyrelsen och Sötvattenslaboratoriet ledde fram till ett samarbetsavtal i mars 1955 och till två praktiska försök, det första i Hägnåstjärn, Fuludalens kronopark på Särna revir den 9 september, det andra i Lilla Stavsjön på Laxå revir den 11 november 1955. Bägge försöken blev lyckade med total fiskdöd (Enros och Molin 1956).

Gabriel Öquist hade på vårvintern 1955 läst en artikel i Field & Stream, där rotenonbehandling av ogräsfisk beskrevs och preparatet Knoxfish nämndes. Ovetande om det samtidiga förberedelsearbetet på Sötvattenslaboratoriet tog han via Mo & Domsjö's amerikanska förbindelser kontakter för att få preparatet till Sverige i och för praktiska försök i bolagets fiskevatten. Dessa var då av speciellt intresse för bolaget eftersom upplåtelse av sportfiske ingick som ett moment i bolagets lokala avtalsförhandlingar med personalen. Öquist fick på detta sätt kontakt med AB Kemiflor. När detta bolags första import hade anlönt var Öquists förberedelser längre framme än Domänstyrelsens/Sötvattenslaboratoriets och tillsammans med intendent Sten Berg, fiskerikonsulent Erik Matsson och fiskeribiolog Karl Müller (numera zoologiprofessor i Umeå) kunde Öquist göra sitt första fältförsök i Niraktjärn, Lycksele, den 19 augusti 1955, alltså tre veckor före försöket i Hägnåstjärn. Rapporten om försöket i Niraktjärn (Öquist 1955) publicerades i direkt anslutning till Sötvattenslaboratoriets PM om rotenon i augusti/september-häftet av Svensk Fiskeritidskrift 1955.

Försöket i Niraktjärn omtalades dagen efter som en notis i Expressen och undertecknad följde upp med en specialartikel i tidningen den 24 augusti, där hela bakgrunden till användningen av rotenon behandlades och Domänstyrelsens speciella intresse för den nya metoden förklarades (Svärdson 1955b).

Efter de tre små pilotförsöken sommaren 1955 följde det stora genombrrottet redan nästa sommar. Sötvattenslaboratoriet gjorde i egen regi (Svärdson 1957) rotenonbehandling av Halmsjön (38 hektar) vid Arlanda. Försöket fick stor publicitet, med anmälan till hälsovårdsnämnden m m, inte minst för att behandlingen, 10 juli, sammanföll med en värmebölja med badliv i sjön. Domänstyrelsen gjorde egna nya försök och hade, enligt rapport till Fiskeristyrelsen, vid säsongens slut behandlat

totalt 62 hektar (Sv.Fisk.Tidskr. 66 (9):149). Öquist behandlade Klarvattentjärn i Lycksele (22hektar), Åskasjön i Anundsjö (42 hektar) samt ytterligare några småvatten (Öquist 1956). Också fiskerikonsulent Börje Lundgren i Östersund hade gjort försök.

På Öquists initiativ gjordes också försök med rotenonets effekt i olika pH (Öberg 1956) och det blev anledning tala om kaliumpermanganat som hinder för att sprida gifteffekten till oönskade vatten nedströms (Svärdson 1957). Müller fann omfattande dödlighet bland evertebrater (Müller 1957). Författaren Nils-Petter Eckerbom kallade rotenonmetoden vivisektion i stort format, vilket ledde till replikväxling i kulturtidskriften Perspektiv (Svärdson 1956).

Rotenonbehandlingar har alltid haft förmågan att dra stor publicitet, vilket numera knappast är något att stå efter men som i initialskedet framstod som viktigt för den nya metodens tillskyndare. Det bidrog säkert till det hastigt uppflammande intresset för den nya fiskevården.

LITTERATUR

- Enros, B. och G. Molin. 1956. Rotenonförsök i skogstjärnar. Sv.Fisk. Tidskr. 65 (2):26-27.
- Müller, K. 1957. Rotenonets inverkan på det lägre djurlivet. Sv.Fisk. Tidskr. 66 (11):180.
- Svärdson, G. 1955a. PM angående rotenon och dess användning. Sv.Fisk. Tidskr. 64 (8/9):122-124.
- 1955b. Perus indianer hjälper Norrlands rödingar. Expressen 24 augusti:4.
 - 1956. Vivisektion i stort format - Replik. Perspektiv 7 (8):370.
 - 1957. Motgift mot rotenon. Sv.Fisk.Tidskr. 66 (5):89-90.
- Öberg, K-E. 1956. Försök med rotenon i olika pH-värden. Sv.Fisk.Tidskr. 65 (8/9):117-119.
- Öquist, G. 1955. Rapport över rotenonförsök i Niraktjärn, Lycksele skogsförvaltning. Sv.Fisk.Tidskr. 64 (8/9):124-125.
- 1956. Ett par större rotenonförsök. Sv.Fisk.Tidskr. 65 (12):179-181.

Drottningholm den 30 augusti 1979.

Gunnar Svärdson