

NORSK INSTITUTT FOR VANNFORSKNING

BLINDERN

0 - 19/65.

Barkopplags betydning for
drikkevannskvalitet.

Saksbehandler: Cand.real. A. Henriksen.

Rapporten avsluttet: 7. januar 1966.

INNHALDSFORTEGNELSE:

	Side:
1. INNLEDNING	3
2. PROBLEMSTILLING	3
3. EKSPERIMENTELLE UNDERSØKELSER	4
3 3.1. Laboratorieforsøk	4
3.2. Friluftsforsøk	5
4. RESULTATER	5
4.1. Laboratorieforsøk	5
4.2. Friluftsforsøk	6
4.3. Virkning av vann fra barkavfall på fisk	6
5. DISKUSJON AV RESULTATER	7
6. KONKLUSJON	8
LITTERATUR	9

TABELLFORTEGNELSE:

1. Resultater fra laboratorieforsøk	10
2. Resultater fra friluftsforsøk	11
3. Resultater av laboratorieforsøk med friluftskonstrahert bark	12

FIGURFORTEGNELSE:

1. Resultatene av ekstraksjonsforsøkene i laboratoriet og i friluft	13
2. Gjennomsnittlig levetid for yngel av laks i forskjellige konsentrasjoner av vann fra barkavfall	14

1. INNLEDNING.

I brev av 27. februar 1965 ble Instituttet forespurt av Oppegård kommune om henleggelse av bark fra A/S Tofte Cellulosefabrik ved Gjersjøen vil ha noen innflytelse på kvaliteten av Gjersjøen som drikkevannskilde.

Henleggelse av bark på steder der den kan tenkes å påvirke kvaliteten av drikkevann er blitt et problem flere steder, og Vestfold Interkommunale Vannverk (VIV) og Larvik og Omegn Vannverk (LOV) har gått sammen med A/S Tofte Cellulosefabrik for å dele utgiftene i forbindelse med en undersøkelse av barkopplags innflytelse på drikkevannskvalitet. Denne rapport sammenstiller resultatene fra undersøkelsene.

2. PROBLEMSTILLING.

Barking ved fabrikk er etterhvert blitt mer og mer alminnelig her i landet, og det er ofte problematisk for fabrikkene å bli kvitt barkavfallet. Bruk av barkavfallet som brennstoff har vært undersøkt (1,2). Såvidt vites brennes barkavfall idag bare ved én større fabrikk, mens det ved én fabrikk produseres et barkbrikettprodukt. Barkavfall som underlag i vei-fyllinger og jernbanetracéer har vært diskutert, og det utføres for tiden forsøk med begge anvendelsesmetoder. Endelig bør nevnes at det er tatt ut patent på bruk av bark og flis i bygningselementer av betong (3).

Barkopplag nær eller i vann finnes idag en rekke steder i landet. Både i Farrisvannet og Gjersjøen har barkopplag interesse for eksisterende såvel som planlagte vannverk. LOV har sitt vanninntak relativt nær et barkopplag i sydenden av Farris, og vannet gjennomgår ingen annen rensing enn grovsiling og klorering før bruk. VIV planlegger sitt fremtidige inntak i Farris i noe større avstand fra

barkopplaget, og vannet vil muligens i fremtiden bli renset ved kjemisk felling og filtrering. Vannet fra Gjersjøen til Oppegård kommune vil fra 1967 bli renset ved kjemisk felling.

Selv om forholdene varierer fra sted til sted er det en fordel å betrakte barkproblemet og dets betydning for drikkevannet mest mulig under ett, idet det må antas at mange faktorer er felles.

Oppdragets økonomiske ramme tilsa at undersøkelsens omfang måtte begrenses. Vi antar at ekstraksjonsstoffene i bark i kjemisk henseende er beslektet med stoffer som normalt kan utvaskes fra nedbørfeltet i skogområder, og at de derfor til en viss grad kan sammenlignes med de humusstoffer som forekommer i de fleste norske innsjøer. Innholdet av disse stoffer i vann kan uttrykkes ved vannets farge og dets kjemiske oxygenforbruk (KOF). I våre undersøkelser har vi derfor konsentrert oss om å ekstrahere bark under fastsatte betingelser for å fastslå mengden av ekstraksjonsstoffer som kan tilføres en vannkilde.

3. EKSPERIMENTELLE UNDERSØKELSER.

Det ble utført to serier ekstraksjonsforsøk: Ett under kontrollerte laboratoriebetingelser og ett i friluft. I begge forsøk ble det brukt bark fra barkopplag ved Fossum Bruk nær Bogstadvannet i Bærum.

3.1. Laboratorieforsøk.

I dette forsøk ble det brukt tre forskjellige typer bark:

- a. Fersk bark fra barkemaskin
- b. Tørr overflatebark fra barkopplag
- c. Delvis forråtnet bark som var tatt ca. 20 cm under overflaten av barkopplaget.

Fremgangsmåten for forsøkene var følgende:

15 g av hver av de tre typer bark ble innveid i 250 ml glasskolber og tilsatt 200 ml destillert vann. Kolbene ble så rystet i 1 time i rystemaskin og innholdet ble grovfiltret gjennom en sileduk med en poreåpning på 140 mikron. Det grovfiltrede ekstrakt ble så finfiltret gjennom foldefilter, (Schleicher u. Schüll 597 $\frac{1}{2}$) og i dette

filtratet ble pH, ledningsevne, farge og KOF ved to forskjellige metoder (KMnO_4 og $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$) bestemt. Barken ble så kvantitativt igjen overført til glasskolbene og rystet i 2 timer med ytterligere 200 ml destillert vann. Denne fremgangsmåte ble gjentatt for alle tre typer bark etter det skjema som er angitt i tabell 1, der også analyseverdiene av filtratene er oppgitt.

3.2. Friluftsforsøk.

9 kg fersk bark fra barkemaskin ble lagt i bunnen av et plastkar (60 x 90 cm) som var utstyrt med et hull i bunnen. Karet ble satt utendørs for å bli utsatt for nedbør. En 5 liters plastkanne ble plassert under hullet i bunnen av karet. Etter hver større nedbørperiode ble mengde nedbør og sigevann målt. Sigevannet ble filtrert gjennom foldefilter og analysert. Resultatene er angitt i tabell 2.

Forsøket ble startet 26/6-65 og avsluttet 20/9-65. Barken hadde i dette tidsrom blitt utsatt for 225 mm (272 l) nedbør. Sigevannets volum var 121 liter.

Etter at forsøket var avsluttet ble en liten del av barken tørret ved romtemperatur og 15 g av denne ble ekstrahert to ganger med 200 ml vann under de betingelser som er angitt i 3.1. Analyse-resultatene er angitt i tabell 3.

4. RESULTATER.

4.1. Laboratorieforsøk.

Av tabell 1 ser en at totalverdiene for ledningsevne, farge og KOF ligger betraktelig høyere for ekstraktene fra fersk bark enn for de to øvrige ekstrakter. Dette viser at disse to barktyper allerede er sterkt ekstrahert av den nedbør de er blitt utsatt for.

Ut fra tabell 1 kan total mengde ekstrahert stoff pr. kg. bark beregnes. Man finner at fersk bark vil kunne avgi:

Som farge:	<u>104.000 mg Pt/kg bark</u>
Som KOF ($\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$)	<u>46.000 mg O/kg bark.</u>

Hvis ekstraksjonsvannet fra 1 kg fersk bark renner ut i en vannmasse på 1 m³ vil denne vannmasse få et bidrag på 104 mg Pt/l og 46 mg O/l, når det ikke regnes med selvrensning. 1 tonn bark vil da kunne gi de tilsvarende tall i en vannmasse på 1000 m³.

En barkhaug med dimensjon 60 x 60 m x 5 m vil veie ca. 10.000 tonn når man regner med egenvekt av barken på ca. 0,6. Denne barkhaug, som er av en rimelig og aktuell størrelse, vil kunne gi et bidrag til farge og KOF på henholdsvis 10,4 mg Pt/l og 4,6 mg O/l i en vannmasse på 100 mill. m³ vann.

4.2. Friluftsforsøk.

På samme måte som i foregående avsnitt kan man beregne den totale mengde ekstraherbart stoff pr. kg. bark som er avgitt under de gitte forsøksbetingelser. Tabell 2 gir følgende tall:

Som farge:	<u>9700 mg Pt/kg bark</u>
Som KOF:	<u>14.000 mg O/kg bark</u>

På grunnlag av tallene i tabell 3 kan tilleggsmengden av ekstraherbart stoff under laboratoriebetingelser beregnes til:

<u>Som farge:</u>	<u>12600 mg Pt/kg bark</u>
<u>Som KOF:</u>	<u>13700 mg O/kg bark</u>

4.3. Virkning av vann fra barkavfall på fisk.

For å studere virkningen av barkavfallsvannet på fisk ble det foretatt forsøk med årsyngel av laks (*Salmo salar* L.) Forsøkene ble utført i glassakvarier med 5 l løsning og 2 fisk i hver løsning. For å opprettholde gassbalansen i vannet ble det blåst inn luft fra en luftpumpe. Temperaturen under forsøkene var 15°C og eksponeringstiden var 3 døgn. Det ble foretatt observasjoner av fisken og tiden fra forsøkets start til dødens inntreden ble notert.

Resultatene av forsøkene er fremstilt i fig. 2. Det fremgår av denne at den kritiske grense for akutt giftvirkning ligger mellom 50 og 100 ml barkekstrakt /l vann. Med barkekstrakt menes her første ekstrakt fra friluftsforsøk (Tabell 2, 26/6). I løsningen med 50 ml/l oppsto ingen dødelighet i løpet av de 3 døgn forsøket pågikk.

Fisk som ble eksponert i konsentrasjoner over 100 ml/l døde i løpet av 1 døgn. Karakteristiske symptomer for syk eller døende fisk var et hvitt belegg på finnene. Dette er et symptom som er vanlig ved forgiftning av organiske syrer og skyldes i slike tilfeller en koagulering av slim.

5. DISKUSJON AV RESULTATENE.

I fig. 1 er resultatene for fersk bark grafisk fremstilt med ekstraksjonsvolum som abscisse og henholdsvis farge og KOF ($K_2Cr_2O_7$) som ordinat. De to siste punkter på kurvene for friluftsforsøket er verdiene som ble funnet ved laboratorieekstraksjonene etter at forsøket var avsluttet.

Laboratorie- og friluftsforsøkene er utført under betingelser som på flere punkter er vesentlig forskjellige. Laboratorieforsøkene gir et uttrykk for den mengde stoff som kan ekstraheres fra bark som er i konstant kontakt med vann. Under friluftsforsøket derimot er barken utsatt for vær og vind og mengde ekstraherbart stoff er i høy grad avhengig av de meteorologiske forhold. Fig. 1 uttrykker tydelig denne forskjell, og det fremgår at ekstraksjonen under friluftsforsøket er en langsommere prosess enn laboratorieekstraksjonene. De to siste punkter på friluftskurvene viser at barken fremdeles inneholder store mengder ekstraherbart stoff som under gunstige betingelser vil kunne utløses.

En merker seg av fig. 1 at de respektive forhold mellom ekstraherbar farge og KOF er vesentlig forskjellige ved de to forsøkene. Friluftsforsøket gir en mindre mengde ekstraherbar farge i forhold til KOF enn laboratorieforsøket.

Resultatene av forsøkene med giftvirkning på fisk tyder på at vann fra barkavfall må opptre i relativt store konsentrasjoner for at markant giftvirkning skal kunne påvises.

6. KONKLUSJON.

1. Resultatene av ekstraksjonsforsøk viser at barkavfall kan avgi betydelige mengder organiske stoffer.
2. Vurdering av innvirkning av barkavfall på drikkevann må foretas på grunnlag av barkopplagets og drikkevannskildens størrelse sammen med forholdene i nedbørfeltet. Hvis resultatene av ekstraksjonsforsøkene legges til grunn, kan det beregnes at barkopplag av aktuelle dimensjoner vil påvirke vannkvaliteten i relativt store innsjøer. Riktignok kan man regne med at en viss dekomponering (selvrensning) av ekstraksjonsstoffene foregår i vann, men i sin alminnelighet bør man regne med at bidraget fra barkopplag representerer et uønsket tillegg til den organiske stoffbelastning i norske vannkilder.
3. Opplag av bark ved innsjøer fører til at barkbiter skylles ut i vannet. Slike barkbiter antas å representere en organisk stoffbelastning av betydning i drikkevannskilder.
4. Farris er en innsjø med så god vannkvalitet at den idag kan benyttes som drikkevann for mange mennesker uten vidtgående rensning. Vi vil anse det for ønskelig at dette forhold opprettholdes, og kan derfor ikke anbefale henleggelse av bark ved Farris.

Gjersjøen er en kloakkpåvirket innsjø med en allerede dårlig vannkvalitet. Oppegård Vannverk vil fullrense vannet, men vi vet ikke om fullrensning gir beskyttelse mot barkekstraktstoffene. Selv om det er mulig at Gjersjøen på lengre sikt ikke vil bli opprettholdt som vannkilde er vi sterkt i tvil om henleggelse av bark ved Gjersjøen bør tillates. Tillatelse bør i alle fall bare gis på åremål, og barkopplaget bør arrangeres slik at bark ikke kommer direkte ut i vannet. Det vil i alle fall representere en ekstra belastning for innsjøen, som det allerede nå bygges kostbare avskjærende kloakker for å beskytte.

LITTERATUR:

1. H.A. Velle og A. Dale: Bark som industribrensel - I.
Meddelelse nr. 12 fra SSFF's
Energiforskningsgruppe.

2. H. Velle: Bark som industribrensel - II.
Meddelelse nr. 14 fra SSFF's
Energiforskningsgruppe.

3. Norsk Skogindustri nr. 5 (1965).

Tabell 1.

Resultater fra laboratorieforsøk.

Ekstraksjons- tid		pH	n ₂₀	Farge mg Pt/l	KOF		Anmerkninger
					K ₂ Cr ₂ O ₇ mg O/1	KMnO ₄ mg O/1	
<u>(forsøk a)</u>				<u>Fersk bark.</u>			
1	1 t	5,28	250	2200	1190	650	
2	2 "	5,48	94	1080	543	290	
3	2 "	5,80	54	770	345	160	
4	2 "	5,92	41,5	624	195	107	
5	2 "	5,42	50	996	246	72	Prøven sto fuktig over natten
6	2 "	5,82	26,5	498	103	61	
7	2 "	6,22	23,5	347	74	45	
8	2 + 17 "	5,17	52,5	507	230	131	Uten rysting 17 t.
9	2 "	5,89	25	227	79	52	
10	65 "	4,77	70	556	238	131	Uten rysting 65 t.
Sum:			687	7805	3243	1699	
<u>(forsøk b)</u>				<u>Tørr bark.</u>			
1	1 t	5,70	47	670	93	60	
2	2 "	5,60	29,5	463	71,5	45	
3	2 "	5,70	22,5	397	61	35	
4	2 "	5,75	20,5	304	46	25	
5	2 "	5,41	28,5	521	98,5	58	Prøven sto fuktig over natten.
6	2 "	5,62	20,5	276	40,5	27	
7	2 "	6,06	17,5	258	33,3	18	
8	2 + 17 "	4,97	34,5	602	116,5	60	Uten rysting 17 t.
9	2 "	5,77	19,5	285	35	22	
10	65 "	4,77	60	556	190	126	Uten rysting 65 t.
Sum:			300	4332	785	476	
<u>(forsøk c)</u>				<u>Førråtnet bark</u>			
1	1 t	6,43	35,5	544	27,2	16	
2	2 "	6,96	23,5	266	11,8	6	
3	2 "	6,94	13,0	154	8,9	6	
4	2 "	7,00	15,0	138	9,1	4	
5	2 "	6,60	17,0	110	10,5	6	Prøven sto fuktig over natten.
6	2 "	6,65	14,0	90,5	7,8	2,5	
Sum:			118	1302,5	75,3	40,5	

Tabell 2

Resultater fra friluftsforsøk.

Barkmengde: 9 kg.

Dato 1965	Nedbør mengde i liter	Sige- volum i liter	pH	*20	Farge mg Pt/l	KOF $K_2Cr_2O_7$ mg O/l	Ekstrahert mengde	
							Farge mg Pt	$K_2Cr_2O_7$ mg O
26/6 xx)	8,3	4,0	4,79	308	4200	1775	16800	7150
5/7 x)	3,4	1,0	5,35	246	1620	3600	1620	3600
6/7	12,5	5,0	4,77	340	1000	2120	5000	10600
7/7	9,1	5,5	4,76	338	1290	2560	7150	14100
7/7	3,0	2,2	4,70	310	1290	2520	2850	5550
13/7	5,7	1,8	5,00	300	850	1935	1530	3290
26/7	20,5	3,7	5,20	300	1290	1970	4800	7100
27/7	3,8	1,4	5,10	293	905	2100	1260	2940
31/7	8,7	2,8	5,24	239	1000	1460	2800	4070
2/8	13,6	5,7	5,20	208	1032	1410	5350	6340
6/8	6,6	2,4	6,05	188	818	955	1950	2300
26/8 x)	26	12	5,13	300	1180	1135	14000	19500
30/8	15	8,0	5,86	127	250	644	2000	5152
1/9	5,2	2,0	6,35	162	556	739	1112	1478
4/9	47	20	5,90	100	220	350	4400	7000
6/9	8,2	4,6	5,92	78	289	474	1320	2180
7/9	5,2	3,4	6,19	79	266	444	900	1500
8/9	8,3	5,05	5,69	79,5	316	492	1580	2460
8/9	16,0	8	5,84	61	220	354	1760	2832
9/9	17,0	8,8	6,14	45	127	213	1120	1185
20/9 x)	33	14,0	5,38	172	613	1100	7784	15400
Total:	272	121					87080	125720

x) Småbygger over et lengre tidsrom.

xx) BOD - 1000 mg O/l.

Tabell 3.

Resultater av laboratorieforsøk med friluftsekstrahert bark.

15 g bark fra friluftsforsøk ekstrahert 2 ganger med 200 ml vann.

Dato	pH	n ₂₀	Farge mg Pt/l	KOF mg O/l	mg Pt/g bark	mg O/g bark
29/9	5,93	72	526	563	7,0	7,5
30/9	6,44	52	420	468	5,6	6,2
					12,6	13,7



