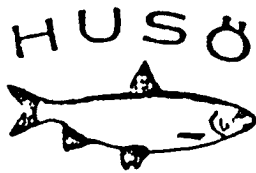


FORSKNINGSRAPPORT
TILL
ÅLANDS LANDSKAPSSTYRELSE

Husö
arkiv.



BIOLOGISKA STATION

ÅBO AKADEMI — ÅLANDS
LANDSKAPSSTYRELSE

NY SERIE, NR 54 (1987)

Författare: Petri Porvari, Anja Veijanen & John Eriksson

VATTENKVALITETEN I SJÖARNA MARKUSBÖLEFJÄRDEN, LÅNGSJÖN
OCH DALKARBY TRÄSK SOMMAREN 1986

INNEHÅLL

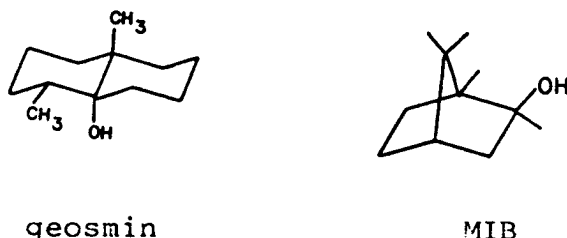
1. INLEDNING	sida 1
2. MATERIAL OCH METODER	2
2.1. Fysikalisk-kemiska parameter	2
2.2. Biologiska parameter	2
2.2.1. Växtplankton	2
2.3. Vattenverkets reningssekvens	2
2.4. Geosmin och 2-metylisoborneol	2
3. RESULTAT OCH DISKUSSION	4
3.1. Fysikalisk-kemiska och biologiska parameter	4
3.2. Geosmin och 2-metylisoborneol	7
4. KONKLUSIONER	11
5. LITTERATUR	12
BILAGA	

1. INLEDNING

Ca 14000 personer på centrala Åland och i Mariehamn får sitt dricksvatten från sjöarna Markusbölefjärden (MB), Långsjön (LS) och reservbassängen Dalkarby träsk (DT). Under flera år har påtagliga lukt- och smakproblem förekommit i dricksvattnet som produceras av detta råvatten.

Tillståndet i MB-LS har uppföljts noga efter sjösystemets isolering från havet i början av 1970-talet (LINDHOLM 1975, LINDHOLM OCH STORBERG 1981, HELMINEN 1978, ERIKSSON OCH LINDHOLM 1985a, 1985b). Under sommaren 1986 fortsatte undersökningarna med en uppföljning av vattenkvaliteten i sjöarna MB, LS samt DT.

För första gången undersöktes störande lukt- och smakämnen både i vattentäkterna och i dricksvattnet. Geosmin (trans-1,10-dimetyl-trans-9-decalol) och 2-metylisoborneol (MIB; 1,2,7,7-tetrametyl-exo-bicyclo(2,2,1)heptan-2-ol (figur 1.) är bland de mest kända kemiska föreningar som förorsakar dålig smak i dricksvatten. De här ämnena utgör ämnesomsättningsprodukter hos blågrönalger (cyanobakterier) och strålsvampar. Geosmin har en jordaktig lukt, MIB luktar i höga koncentrationer som kamfer (PERSSON 1980), utspädd är lukten unken (PERSSON OCH YORK 1978). Geosmin och MIB har påvisats i naturliga vatten (KIKUCHI et al. 1972, PIET et al. 1972).



Figur 1. Strukturerna hos geosmin och MIB.

Illaluktande subtanser kan bildas under vattenreningen; särskilt klorering av dricksvatten tycks ge upphov till en försämring i vattnets lukt och smak (LIN 1976b, ZOETEMAN 1980). En annan potentiell källa som förorsakar dålig smak är olika luktföreningar som bildas i vattenledningsnätet (LIN 1976b, MONTIEL 1983, WAJON et al. 1985, ZOETEMAN 1980). Dyliga ämnen kan lösa sig i vattnet från rörmaterialet eller från jorden (SÄVENHED 1986). Den viktigaste orsaken till dålig smak i dricksvattnet tycks vara kontaminationer i råvattnet som inte elimineras tillräckligt bra i reningsprocessen (MCGUIRE et al. 1983, MONTIEL 1983, YAGI et al. 1983).

Denna undersökning finansierades av Ålands Vatten AB. De organisk kemiska analyserna utfördes vid inst. för org. kemi, Jyväskylä Universitet.

2. MATERIAL OCH METODIK

Prover togs från de tre sjöarna fem gånger med ca två veckors mellanrum under sommaren. För provtagningen (fys.kem. och planktonprov) användes Ruttner-vattenhämtare.

2.1 Fysikalisk-kemiska parametrar

Strax efter varje provtagning mättes pH (SFS 3021), syrehalter (SFS 3040) och ledningsförmåga i laboratoriet på Husö. Totalfosfor (TP) och totalkväveproverna (TN) förvarades nedfrusna och analyserades med samtidig oxidering enligt KOROLEFF (1979).

2.2 Biologiska parametrar

2.2.1 Växtplankton

Halterna av klorofyll a mättes enligt SFS 3013. Den fotosyntetiskt aktiva strålningens, PAR (Photosynthetically Active Radiation = 400-700 nm), vertikala distribution mättes med ljusmätaren LiCor. Mätaren anger ljusintensiteten som $\mu\text{Em}^{-2}\text{s}^{-1}$.

För kvantitativ bestämning togs växtplanktonprov som sammelprov med en Ruttner-hämtare i alla sjöar från 0-2 m. Därefter konserverades proven med Lugol-lösning och formaldehyd.

För kvalitativa planktonanalyser togs också koncentrerade planktonprover med planktonhäv (maskstorlek 25 μm) i 0-2 m. Artbestämningen gjordes på levande material samma dag som provtagningen ägt rum.

2.3 Vattenverkets reningssekvens

Råvattnet pumpas från LS till vattenverket vid DT. Där renas vattnet med hjälp av ferrosulfatflockning och snabbsandfiltrering. Därefter pumpas vattnet till DT. Från DT pumpas vattnet tillbaka till vattenverket där det genomgår ferrosulfatflockning, aktivkolbehandling och klorerering.

2.4 Geosmin och 2-metylisoborneol

Provtagningen av geosmin och MIB utfördes två gånger (i juli och augusti) under sommaren.

Prover togs i sjöarna och i fyra olika skeden av reningsprocessen samt i ingående vatten till vattenverket. Vattenproverna sögs direkt från provtagningsplatsen genom adsorptionsrör med hjälp av vacuumpump (Bild 1.). Sjövattnet filtrerades före adsorptionsrören genom Whatman GF/C -filter. Det filtrerade vattnets volym mättes. Efter sugningen stängdes adsorptionsrö-

rens ändrar med teflontejp och korkar, varefter de sattes i Kimax-rör, som stängdes. Proven förvarades nedfrysta före analysen.

Proven analyserades med hjälp av gaskromatografi kombinerad med masspektrometri (Finnigan MAT 212). Proven tillfördes gaskromatografen genom termisk desorption. Den kvantitativa analysen utfördes med hjälp av massfragmentografi (VEIJANEN et al. 1983).

Adsorptionsrören hade fyllts med Tenax GC-harts, renats 6 timmar i 240 °C i ren kväveström, stängts med teflontejp och korkar. Före användningen hade rören förvarats i Kimax-rör från vilka luften hade utestängts med rent kväve (VEIJANEN et al. 1983). Analyserna på luktämnen utfördes vid inst. för organisk kemi, Jyväskylä universitet.

3. RESULTAT OCH DISKUSSION

3.1 Fysikalisk-kemiska och biologiska parametrar

Rådata från totalfosfor, -kväve och klorofyll a analyser visas i bilagan.

Sommarens medelvärden för TP samt TN:TP (tabell 1.) tyder på att LS är fosforbegränsad och MB kvävebegränsad under en stor del av sommaren (NORDFORSK 1980). Detta är väl överensstämmande med tidigare undersökningar (ERIKSSON OCH LINDHOLM 1985b).

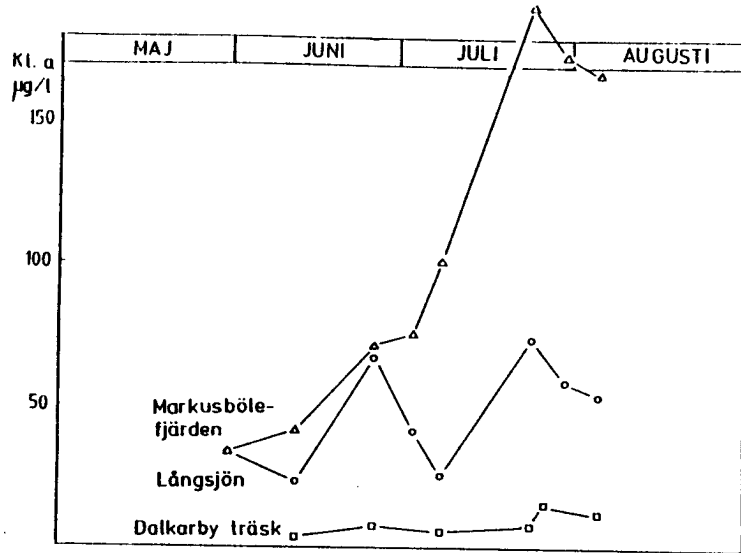
Tabell 1. Sommarmedeltal (X) med respektive standardvikelsen (SD) för siktdjup, klorofyll a, TP, TN och TN:TP.

	Markusbölefj.		Långsjön		Dalkarby tr.	
	X	SD	X	SD	X	SD
Siktdjup, m	0,75	0,22	1,00	0,25	3,60	0,47
Klorofyll a, ug/l	107,2	62,3	47,2	19,0	8,6	4,3
Totalfosfor, ug/l	119,2	40,7	71,0	12,9	24,4	15,6
Totalkväve, ug/l	1685	575	1257	274	952	350
TN:TP	14,3	2,2	17,7	1,9	42,9	10,2

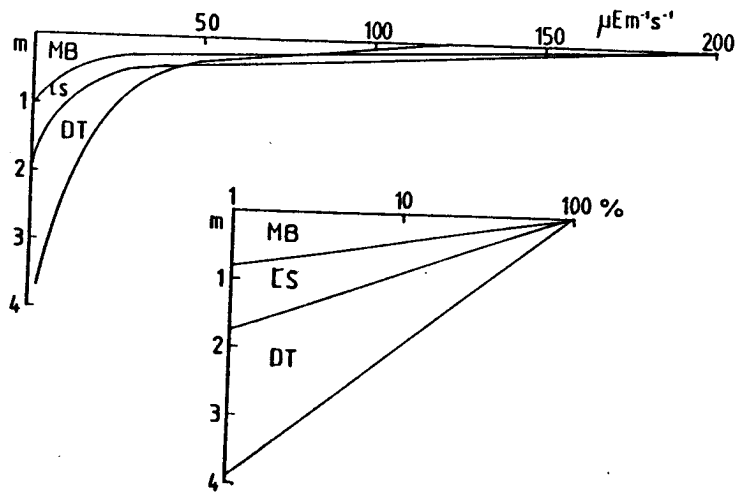
De höga klorofyll a halterna (tabell 1. och figur 2.) liksom även de höga pH värdena och syreförhållandena i Långsjön återspeglar den höga algproduktionen i sjön. Under språngskiktet (6-7 m) råder syrefria förhållandena under en stor del av sommaren, vilket innebär att Långsjöns ansträngda syreförhållanden inte förbättrats sedan sommaren 1985.

De enormt höga klorofyll a halterna i MB (tabell 1. och figur 2.) indikerar hypereutrofi (NORDFORSK 1980). Även pH och syrevärdena återspeglar sjöns extrema planktonproduktion.

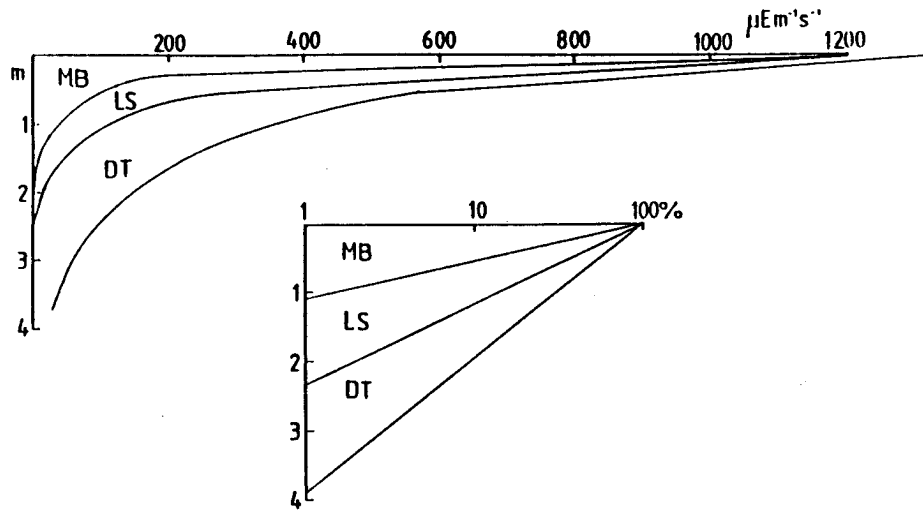
Ljusets vertikalfördelning i de olika sjöarna framgår ur figurerna 3 och 4. Siktdjupen visas i figur 5.



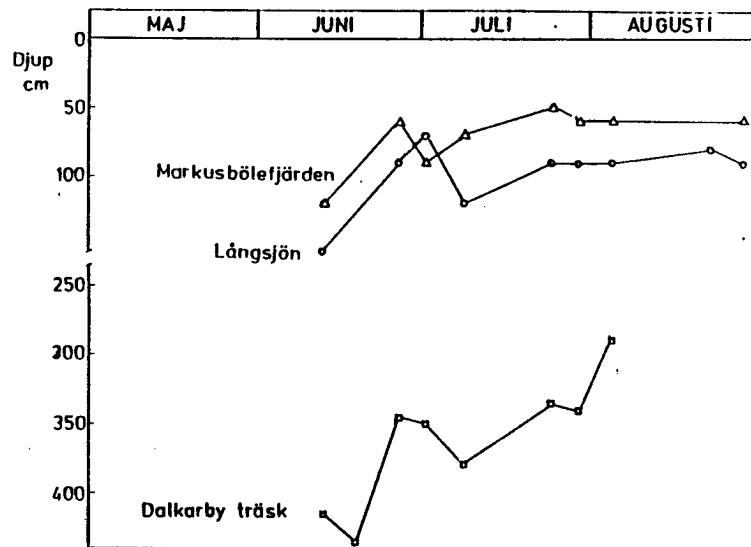
Figur 2. Klorofyll a halterna under sommaren 1986.



Figur 3. Ljusets vertikalfördelning i sjöarna 24.7. 1986.



Figur 4. Ljusets vertikalfördelning i sjöarna 5.8. 1986.



Figur 5. Siktdjup i sjöarna under sommaren 1986.

3.2 Geosmin och 2-metylisoborneol

Resultaten från geosmin- och MIB-analyserna framgår ur tabell och fig 6A och 7.

I juli-månads provtagning konstaterades de största geosmin och MIB-halterna i MB (båda 11 ng/l) och i DT (6 och 11 ng/l). I augusti konstaterades 38 ng/l MIB i DTs vatten och efter andra reningen 25 ännu ng/l.

De största geosminkoncentrationerna påvisades i MB (40 ng/l) och i DT (26 ng/l). Efter andra reningen hade man 15 ng/l geosmin kvar, men efter behandlingen med aktivt kol bara 0,5 ng/l och 2,5 ng/l MIB.

Tabell 2. MIB, geosmin- och kamferhalterna i juli och augusti.

PROVTAGNINGSP- PLATS	MIB ng/l		Geosmin ng/l		Kamfer ng/l	
	24.7.	14.8.	24.7.	14.8.	24.7.	14.8.
Efter 1. reningen	2	3	2	2	12	2
Efter 2. reningen	5	25	2	15	9	5
Efter kolfiltren	2	3	-	1	23	1
Efter kloreringen	-	2	-	1	14	1
Dalkarby träsk	11	38	6	26	30	5
Markusbölefjärden	11	9	11	40	31	9
Långsjön	6	5	-	2	13	4
Inkommande vatten (från LS)		5		3		6

Kamfer noterades i varje prov. Prover togn i juli innehöll 9-30 ng/l kamfer. Varifrån denna kamfer härstammar är ännu inte klart.

Andra kända föreringar (t.ex. aldehyder och toluen) förekom också i proverna. Klorade ämnen såsom diklorfenol och diklorbensen påvisades i analyserna, men dessa ämnen behandlas inte i detta sammanhang.

Tröskelvärden för luktförnimmelse av geosmin och MIB är 10 respektive 29 ng/l (PERSSON 1979). Dock har MEANS III OCH MCGUIRE (1986) konstaterat att det finns konsumenter som har förnummit 1-2 ng/l MIB i vatten. Tröskelvärdena överstigs i DT och MB.

Planktiska cyanobakterier (Oscillatoria, Anabaena, Aphanizomenon och Microcystis arter) och möjligen vissa grönalger är med största sannolikhet orsaken till lukt- och smakproblemen i MB och LS. I MB var halterna av både geosmin och MIB betydligt högre än i LS, vilket återspeglar sjöns högre planktonproduktion.

DT har inte stor växtplanktonbiomassa och ej heller betydande mängder planktiska cyanobakterier. De höga MIB- och geosminhalterna i DT beror troligtvis på andra faktorer än planktonproduktionen i sjön. Sjön har betydande mängder sedimenterad aluminiumfällning från tidigare års vattenrening. Det är fullkomligt tänkbart att denna sedimenterade fällning utgör ett gynnsamt substrat för strålsvampar som kunde ge upphov till de höga koncentrationerna av MIB och geosmin.

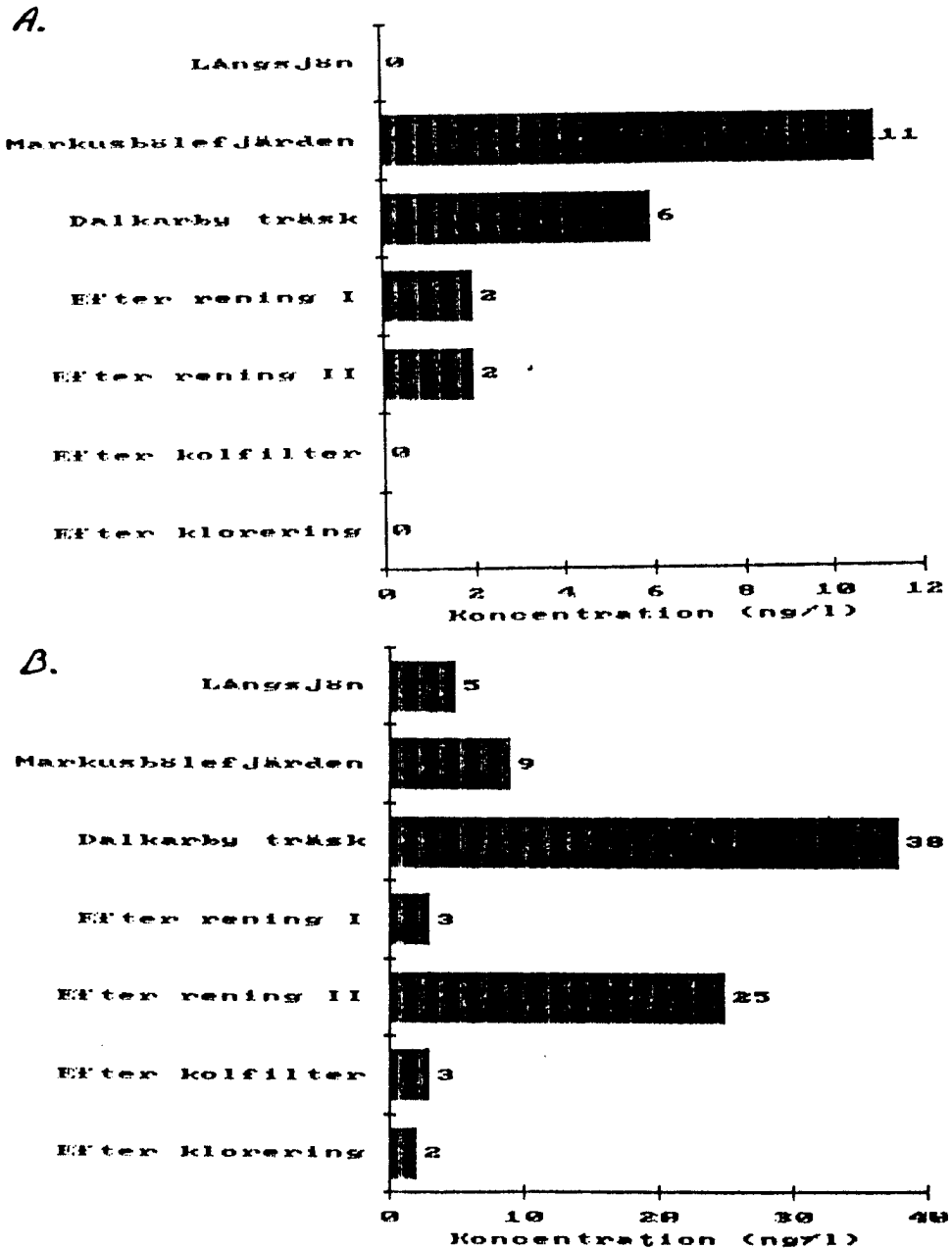


Fig.6. Geosmin- (A) och metylisoborneolkoncentrationerna (B) vid de olika provtagningspunkterna den 24.7.1986.

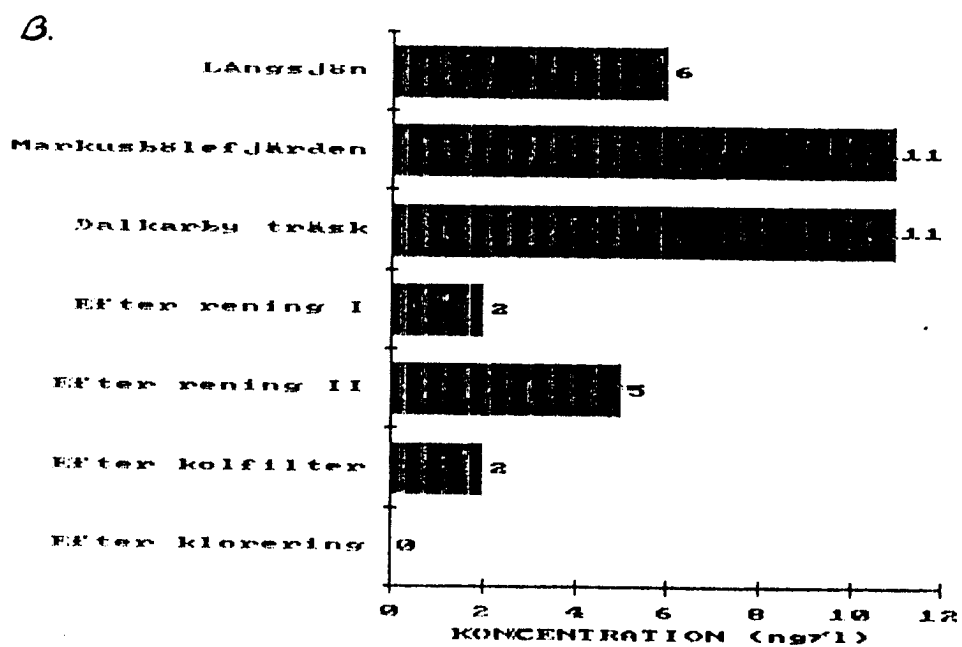
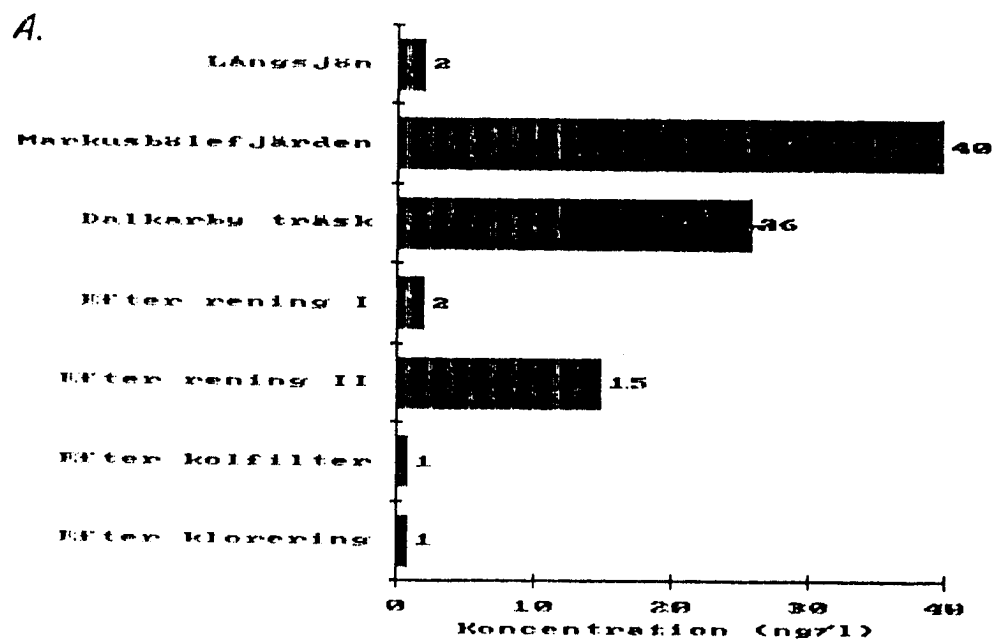


Fig. 7 Gesomin- (A) och metylisoborneolkoncentrationerna (B) vid de olika provtagningspunkterna den 14.8.1986.

Resultaten i denna undersökning tyder på att med tanke på lukt och smak, är MB mindre lämpad som råvattenkälla än LS. Detta faktum måste självfallet vägas mot förekomsten av toxiska blågrönalger i sjöarna. Mellanförföringen av råvattnet i DT ger upphov till en beaktansvärd ökning av både MIB och geosmin och därigenom en försämring av vattenkvaliteten.

Reningen av dricksvattnet med aktivt kol vid vattenverket tycks fungera bra. Detta är överensstämmande med tidigare rapporter enligt vilka man med hjälp av granulerat aktivt kol kan effektivt reducera dålig lukt och smak i dricksvatten (YAGI et al. 1983, LALEZARY et al. 1985, BURLINGAME et al. 1986).

I proverna som togs i augusti fanns det dock små mängder av geosmin och MIB kvar i dricksvattnet (2 ng/l och 1 ng/l) samt efter behandlingen med aktivt kol (2,5 ng/l geosmin och 0,5 ng/l MIB). Detta innebär att om störande lukt- och smakämnen finns i större mängder i råvattnet än i dessa provtagningar, återstår högre koncentrationer av illasmakande ämnen även i det slutgiltiga dricksvattnet.

4. KONKLUSIONER

A. Sjöarnas tillstånd

Markusbölefjärden

- kvävebegränsad
- hypereutrofisk, extrem algproduktion
- ingen förändring sedan 1985

Långsjön

- fosforbegränsad
- stor algproduktion, eutrofisk
- ansträngda syreförhållanden
- ingen förbättring har hänt sedan 1985
- fränsett förekomsten av giftiga blågrönalger bättre lämpad som råvattentäkt än MB

Dalkarby träsk

- oligotrofisk
- sedimenten kan förorsaka problem för vattenreningen

B. Lukt- och smakproblemen

- största halterna av lukt- och smakämnen i Dalkarby träsk och Markusbölefjärden
- halterna högst under sensommaren
- de höga koncentrationerna sammanhänger i Markusbölefjärden uppenbarligen med den höga algproduktionen, i Dalkarby träsk ev. med strålsvampar och den stora mängden sedimenterade processrester från tidigare års vattenrening
- mellanförvaringen av råvattnet i Dalkarby träsk förorskar en förhöjning av lukt- och smakämneskoncentrationerna
- behandlingen av dricksvattnet med aktivt kol fungerar bra

5. LITTERATUR

- BURLINGAME, G.A., DANN, R.M. & BROCK, G.L. 1986. A case study of geosmin in Philadelphia's water. *Journal AWWA* 78:3, 56-61.
- ERIKSSON, J.E., LINDHOLM, T. 1985a. Belastningen från Markusbölefjärdens och Långsjöns tillflöden. Forskningsrapport till Ålands landskapsstyrelse 48.
- ERIKSSON, J.E., LINDHOLM, T. 1985b. Intern och extern belastning i sjöarna Markusbölefjärden och Långsjön. *Husö biol. Medd.* 25, - .
- FORSBERG, C., RYDING, S-O., CLAESSESON, A. & FORSBERG, A. 1978. Water chemical analyses and/or algal assay? Sewage effluent and polluted lake water studies. *Mitt. Internat. Limnol.* 21, 52-363.
- HELMINEN, O. 1976. Tillrinningen till Markusbölefjärden och Långsjön 1976. *Husö biol. Medd.* 20, 5-30.
- IZAGUIRRE, G., HWANG, C.J., KRASNER, S.W., MCGUIRE, M.J. 1983. Production of 2-methylisoborneol by two benthic cyanophyta. *Wat. Sci. Tech.* 15, 211-220.
- KOROLEFF, F. 1979. Meriveden yleisimmät kemialliset analyysimenetelmät. *MERI* 7, 1-60.
- LALEZARY, S. 1985. Pilot-plant study for the removal of geosmin and 2-methylisoborneol by powdered activated carbon. *AWWA Ann. Conf. Washington D.C.*
- LIN, S.D. 1976a. Sources of tastes and odors in water, part 1. *Water and Sewage Works* 123:6, 101-104.
- LIN, S.D. 1976b. Sources of tastes and odors in water, part 2. *Water and Sewage Works* 123:7, 64-67.
- LINDHOLM, T. 1975a. Coastal meromictic lakes on Åland (S-W Finland). *Aqua Fennica* 1975, 24-40.
- LINDHOLM, T. 1975b. Utvecklingen mot holomixi i Långsjön, en meromiktisk kustjö på Åland, efter isoleringen från havet år 1972. *Vesitalous* 16, 20-23.
- MCGUIRE, M.J., KRASNER, S.W., HWANG, C.J. & IZAGUIRRE, G. 1983. An early warning system for detecting earthy-musty odors in reservoirs. *Water Sci. Tech.* 5, 267-277.
- MEANS III, F.G. & MCGUIRE, M.J. 1986. An early warning system for taste and odor control. *Journal AWWA* 78:3, 77-83.

- MONTIEL, A.J. 1983. Municipal drinking water treatment procedures for taste and odour abatement - a review. *Water Sci. Tech.* 15, 279-289.
- NORDFORSK 1982. Monitoring of inland waters. Secretariat of environmental sciences publication 1982:3, 1-207.
- PERSSON, P.E. 1979. Notes on muddy odour: III. Variability of sensory response to 2-methylisoborneol. *Aqua fennica* 9, 48-52.
- PERSSON, P.E. 1980. Sensory properties and analysis of two muddy odour compounds, geosmin and 2-methylisoborneol in water and fish. *Water Research* 14, 1113-1118.
- PIET, G.H., ZOETEMAN, B.C.J. & KRAAYEVELD, A.J.A. 1972. Earthy smelling substances in surface waters of the Netherlands. *Water Treat. Exam.* 21, 281-286.
- SUOMEN STANDARDISOIMISLIITTO 1983. Veden klorofylli a:n pitoisuuden määrittäminen. Asetoni- ja klorofylli. Spektrofotometrinen menetelmä. Standardi SFS 3013, 5. Helsinki.
- SUOMEN STANDARDISOIMISLIITTO 1979. Veden pH -arvon määrittäminen. Standardi SFS 3021, 4. Helsinki.
- SUOMEN STANDARDISOIMISLIITTO 1975. Veteen liuenneen hapen titrimetrinen määrittäminen. Standardi SFS 3040, 6. Helsinki.
- VEIJANEN, A., LAHTIPERÄ, M., PAUKKU, R., KÄÄRIÄINEN, H., & PAASIVIRTA, J. 1983. Recent development in analytical methods for identification of off-flavour compounds. *Water Sci. Tech.* 15, 161-168.
- YAGI, M., KAJING, M., MATSUO, U., ASHIANI, K., KITA, T. & NAKAMURA, T. 1983. Odor problems in Lake Biwa. *Water Sci. Tech.* 15, 311-321.
- ZOETEMAN, B.C.J. 1980. Sensory assessment of water quality. Pergamon Press, Oxford.

BILAGA

MARKUSBÖLEFJÄRDEN 1986

Totalfosfor (ug/l)

Djup m	31.5.	12.6.	26.6.	8.7.	24.7.	5.8.
0	67	102	95	118	176	157
4	-	98	55	83	127	153
8	-	322	144	150	211	184

Totalkväve (ug/l)

0	1020	1110	1670	1620	2400	2290
4	-	1030	910	1200	1600	2190
8	-	2110	1300	1300	1560	1360

TN/TP, 0 m

	15,2	10,9	17,6	13,7	13,6	14,6
--	------	------	------	------	------	------

LÅNGSJÖN 1986

Totalfosfor (ug/l)

Djup m	31.5.	12.6.	26.6.	8.7.	24.7.	5.8.
0	69	68	89	54	83	63
4	-	68	49	53	63	61
8	-	-	97	79	69	79
16	-	-	120	124	189	193

Totalkväve (ug/l)

0	1260	980	1730	1010	1360	1200
4	-	1130	940	1050	1250	1230
8	-	-	870	970	1160	1050
16	-	-	1450	1190	1620	1700

TN/TP, 0 m

18,3 14,4 19,4 18,7 16,4 19,1

DALKARBY TRÄSK 1986

Totalfosfor (ug/l)

Djup m	12.6.	26.6.	8.7.	24.7.	5.8.
0	52	21	16	16	17
2	50	-	-	-	-
4	-	18	17	22	21
4.5	36	-	-	-	-

Totalkväve (ug/l)

0	1510	1040	860	740	610
2	1420	-	-	-	-
4	-	980	810	790	640
4.5	1350	-	-	-	-

TN/TP, 0 m

29,0	49,5	53,8	46,3	35,9
------	------	------	------	------

KLOROFYLL a (ug/l)

MARKUSBÖLEFJÄRDEN 1986

Djup m	31.5.	12.6.	26.6.	3.7.	8.7.	24.7.	29.7.	5.8.
0	34,0	41,4	71,5	75,9	101,5	191,4	174,2	167,5
2	-	40,6	101,4	-	89,2	186,3	-	171,6
4	-	38,2	31,7	-	47,1	73,7	-	173,2
6	-	26,1	17,6	-	12,8	16,2	-	64,6

LÅNGSJÖN 1986

Djup m	31.5.	12.6.	26.6.	3.7.	8.7.	24.7.	29.7.	5.8.
0	34,0	23,5	67,2	41,4	25,3	74,1	58,2	53,7
2	-	49,4	55,1	-	28,8	74,5	-	58,9
4	-	23,5	16,5	-	27,4	41,4	-	37,8
6	-	16,1	6,6	-	15,4	13,6	-	18,0

DALKARBY TRÄSK 1986

Djup m	31.5.	12.6.	26.6.	3.7.	8.7.	24.7.	29.7.	5.8.
0	-	3,7	7,7	-	5,3	7,7	15,2	12,0
2	-	1,5	9,4	-	6,1	6,4	-	15,8
4	-	-	7,2	-	3,9	5,8	-	12,2

MARKUSBÖLEFJÄRDEN 1986

12.6. 26.6. 8.7. 24.7. 5.8.

(+ tecknen anger riklighetsgrad. Alla nedanstående arter har vid något tillfälle påträffats i sjöarna)

CYANOPHYCEAE

Anabaena circinalis	+++	+++	++		+++
flos-aquae	+	++	++		++
solitaria	++	+	+	+++++	+++++
spiroides	+	+	+	+++	+++
Aphanizomenon flos-aquae			++++	+++	++
Aphanothece sp.					
Microcystis aeruginosa	++	++++	+++	++++	+++
Oscillatoria agardhii	++++	+++			
redekei					

CRYPTOPHYCEAE

Chroomonas sp.
Cryptomonadales sp.
Cryptomonas sp.
Katalepharis ovalis
Rhodomonas sp.

DINOPHYCEAE

Ceratium hirundinella
Peridinium sp. ++ ++

CRYSOPHYCEAE

Mallomonas sp.
Synura uvella
Uroglena sp.

BACILLARIOPHYCEAE

Asterionella formosa
Centrales sp.
Cyclotella sp. ++
Melosira granulata
Stephanodiscus hantzii
Tabellaria fenestrata

EUGLENOPHYCEAE

Trachelomonas sp.
 volvocina +

CHLOROPHYCEAE

Ankistrodesmus sp.
Chlamydomonas sp.
Chlorococcales spp. ++ ++
Dictyosphaerium pulchellum
Lagerheimia sp.
Micractinium sp.
Monoraphidium sp.
Oocystis sp.
Pandorina morum
Pediastrum spp.
Schedoesmus sp.

CONJUGATOPHYCEAE

Closterium spp.
 limnetica

Cosmarium sp.

Microsterias spp.

Staurastrum spp.

Straurodesmus spp.

LÅNGSJÖN 1986

12.6. 26.6. 8.7. 24.7. 5.8.

CYANOPHYCEAE

Anabaena circinalis	++++	++++		+++	+++
solitaria	++	++			+
Aphanizomenon flos-aquae			+++	++ +++++	+++
Microcystis aeruginosa sp.	++			++++ +++++	++++
Oscillatoria agardhii planctonica					

CRYPTOPHYCEAE

Chroomonas sp.
Cryptomonas sp.
Katalepharis ovalis
Rhodomonas sp.

DINOPHYCEAE

Ceratiun hirundinella					
Peridinium spp.				+++	++

CRYSOPHYCEAE

Mallomonas spp.
Synura uvella
Uroglena sp.

BACILLARIOPHYCEAE

Asterionella formosa					
Bacillaries spp.					
Centrales spp.					
Cyclotella spp.					
Diatoma elongatum					
Melosira granulata					
Stephanodiscus hantzii		++			

EUGLENOPHYCEAE

Trachelomonas sp.
 volvocina

CHLOROPHYCEAE

Ankistrodesmus sp.
Dictyosphaerium pulcellum
Monoraphidium sp.
Pandorina morum
Pediastrum spp.
Schenedesmus sp.

CONJUGATOPHYCEAE

Closterium sp.
Cosmarium sp.
Micrasterias spp.
Staurastrum spp.
Staurodesmus spp.

DALKARBY TRÄSK 1986

12.6. 26.6. 8.7. 24.7. 5.8.

CYANOPHYCEAE

Anabaena sp.
Aphanizomenon flos-aquae
Aphanothece sp.
Gomphosphaeria sp.
Microcystis sp.
Oscillatoria agardhii
tenuis

DINOPHYCEAE

Ceratium hirundinella +++++ ++ +++ ++
Peridinium spp. +++++

CRYSOPHYCEAE

Dinobryon sp.
Mallomonas spp. +

BACILLARIOPHYCEAE

Asterionella formosa ++
Fragilaria capucina
Melosira granulata

CHLOROPHYCEAE

Chlorococcales spp. +++++ +++++ +++
Dictyosphaerium pulchellum ++ ++ +++ +++ +++++
Oocystis sp.
Pandorina morum + + +++
Pseudosphaerocystis lacustris

FORSKNINGSRAPPORTER TILL ÅLANDS LANDSKAPSSTYRELSE

Ny serie fr.o.m. 1979

- 1 1979 BLOMQVIST, E.: Inventering av makrofyttvegetation och makrofauna samt sandens fördelning på två åländska sandbottenområden - Sandö sund, Vårdö och Degersand, Eckerö. - 22 s.
- 2 1979 WIKGREN, B.-J.: Redogörelse för verksamheten år 1978. - 21 s.
- 3 1979 LINDHOLM, T. & WIKGREN, B.-J.: Recipientundersökningar i Mariehamnsområdet. - 24 s.
- 4 1979 STORBERG, K.-E.: Några synpunkter på kräftningstiden. - 8 s.
- 5 1979 ERIKSSON, J.: Fågelfaunan i åländska insjöar sommaren 1975, samt om dess förändring under femio år. - 25 s.
- 6 1979 STORBERG, K.-E.: Kontroll av kräftpestsituationen i Västanträsk (Tjudö Storträsk) och Mönträsk. - 6 s.
- 7 1979 BONSDORFF, E.: Området kring Vårdö Vägbank. - 8 s.
- 8 1979 BONSDORFF, E. & STORBERG, K.-E.: Uppsjön på Kökar. - 10 s.
- 9 1980 HELMINEN, O.: Närsalter i utlopp från odlingar och bosättningscentra på fasta Åland 1974-1975. - 39 s.
- 10 1980 STORBERG, K.-E.: Kräftundersökningar år 1979. - 30 s.
- 11 1980 STORBERG, K.-E.: Nyttjandeplaner för åländska insjöar: Byträsk och Olofsnäs träsk i Geta. - 14 s.
- 12 1980 WISTBACKA, B. och ORENIUS, H.: Rapport över provfiske i Mönträsk 7-8.7.1980. - 8 s.
- 13 1980 KOSKI, A.-L.: Föreningen i Bruksviken. - 10 s.
- 14 1980 STORBERG, K.-E.: Fiskbeståndet i fem åländska kustsjöar (Inre Verkviken, Kyrksundet, Långsjön och Markusbölefjärden). Rekommendationer och åtgärdsförslag. - 26 s.
- 15 1980 WIKGREN, B.-J.: Redogörelse för verksamheten år 1979. - 16 s.
- 16 1980 STORBERG, K.-E.: Bränneriträsket i Grelsby. - 7 s.
- 17 1980 STORBERG, K.-E.: Situationen i Vargsundet under 1970-talet, med speciell hänsyn till kräftbeståndet. - 7 s.
- 18 1980 WIKLUND, T.: Fiskodlingen på Norrbynäset. - 10 s.
- 19 1981 KOIVISTO, V.: Strandpegelundersökningen i södra Lumparn 1980 (Lemland, Bastvik). - 11 s.
- 20 1981 STORBERG, K.-E.: Situationen i några åländska kräftsjöar vintrarna 1979 och 1980. - 14 s.
- 21 1981 STORBERG, K.-E.: Kräftundersökningen 1977-1980. Slutrapport. - 22 s.
- 22 1981 LEPPÄKOSKI, E. & BLOMQVIST, E.: Redogörelse för verksamheten år 1980. - 16 s.
- 23 1981 WIKLUND, T.: Undersökning av fyra åländska reningsverk och recipienter, sommaren 1981. - 34 s.
- 24 1981 WISTBACKA, B.: Primärproduktion och vattenkvalitet i utloppsdiket från Ålands fiskodlingsanstalt, sommaren 1981. - 15 s.
- 25 1982 STORBERG, K.-E.: Kräftbeståndet och restaureringen av Kyrksunden i Sund. - 4 s.
- 26 1982 STORBERG, K.-E.: Fiskbeståndet i Västra Kyrksundet åren 1975-1981. - 10 s.
- 27 1982 LEPPÄKOSKI, E. & BLOMQVIST, E.: Redogörelse för verksamheten år 1981. - 13 s.
- 28 1982 WISTBACKA, B.: Undersökning av tre åländska reningsverk och deras recipienter sommaren 1982. - 31 s.
- 29 1982 RUOKOLAHTI, C.: Recipientundersökningar i Mariehamns Västerhamn 1979-1982. - 20 s.
- 30 1982 BLOMQVIST, E.: Fiskundersökningen i Gloet (Bergö, Finström, Åland), åren 1975-1980. - 12 s.
- 31 1983 WEPPLING, K.: Tillrinningen till Västra och Östra Kyrksundet 1982. - 36 s.

Forts. på pärmens baksida

Forts. från pärmens insida

- 32 1983 ERIKSSON, J. & LEPPÄKOSKI, E.: Bottenfaunan på Ål-stationer i den åländska skärgården. - 17 s.
- 33 1983 LEPPÄKOSKI, E. & BLOMQVIST, E.: Redogörelse för verksamheten år 1982. - 16 s.
- 34 1983 BONSDORFF, E. & KARLSSON, O.: Grumlingseffekten i samband med småskaliga muddringar i skärgården. - 5 s.
- 35 1983 WEPPLING, K.: Undersökning av Bocknäs vattentäkter sommaren 1983. - 17 s.
- 36 1983 RÖNNBERG, O.: Blåstångens utbredning i den åländska skärgården 1981-82. - 8 s.
- 37 1983 RUOKOLAHTI, C.: Undersökning av tre åländska reningsverk och recipienter sommaren 1983. - 34 s.
- 38 1984 KARLSSON, O.: Odling av sikyngel i belysta nätkassar. - 19 s.
- 39 1984 LEPPÄKOSKI, E. & NYSTRÖM, R.: Verksamhetsberättelse för år 1983. - 13 s.
- 40 1984 MATTILA, J. & RÖNN, C.: Undersökning av tre åländska reningsverk och deras recipienter sommaren 1984: Degerby, Stenbro och Kastelholm. - 26 s.
- 41 1984 RUOKOLAHTI, C.: En kassodlings inverkan på påväxten i en havsvik (Eckerö) 1984. - 21 s.
- 42 1984 RÄISÄNEN, R.: Undersökning av Tjudö Storträsk och Uppsjön på Kökar samt deras tillrinningsområden sommaren 1984. - 28 s.
- 43 1985 SUOMALAINEN, S.: Inventering av Kungsöfjärden och Katthavet i Jomala i samband med uttag av bevattningsvatten 1984. - 38 s.
- 44 1985 LEPPÄKOSKI, E. & NYSTRÖM, R.: Verksamhetsberättelse för år 1984. - 12 s.
- 45 1985 ÅDJERS, K.: Övervakningen av tre åländska kassodlingar 1980-1985. - 34 s.
- 46 1985 RÖNN, C.: Undersökning av Toböle- och Mora träsk med tillrinningsområde, samt Hamnsunds träsk sommaren 1985. - 19 s.
- 47 1985 RUOKOLAHTI, C.: Kassodlingars inverkan på Cladophora glomerata (grönslick) i två åländska havsvikar (Järsö, Eckerö) 1985. - 14 s.
- 48 1985 ERIKSSON, J. & LINDHOLM, T.: Belastningen från Markusbölefjärdens och Långsjöns viktigaste tillflöden. - 12 s.
- 49 1986 SUOMALAINEN, S.: Effekter av vasskörd på vattentäkter. Undersökningar i Markusbölefjärden. - 27 s.
- 50 1986 RUOKOLAHTI, C.: Undersökning av vattnen kring Brännholmens fisk, Andersö. - 18 s.
- 51 1986 LEPPÄKOSKI, E., LINDHOLM, T. & ÖSTERMAN, C-S.: Verksamhetsberättelse för år 1985. - 12 s.
- 52 1986 RUOKOLAHTI, C.: Förekomsten av blåstång invid några fiskodlingar i Föglö. - 12 s.
- 53 1986 ÅDJERS, K.: Undersökning av Vargsundet 1986. - 18 s.