

KUSTVATTENFISKENS KVICKSILVERBELASTNING OCH KONDITION

Heinz-Rudolf Voigt

Då det gäller förekomsten av s.k. skadliga ämnen ("harmful substances"), såsom diverse halogenkolväteföreningar och tungmetaller, i t.ex. fisk från Östersjön, avgörs fiskens lämplighet som människoföda idag av vederbörande myndigheter inom den Europeiska unionen (EU) i motsats till tidigare praxis, då de nationella hälso- och livsmedelsmyndigheterna avgjorde saken. Beslut om eventuella restriktioner och undantag fattas också av myndigheterna i EU, främst utgående från de analysresultat, som publiceras av Kommissionen för skydd av Östersjöns miljö (HELCOM). Som bas för dessa uppgifter fungerar de nationella miljö-övervakningsdata eller s.k. monitoringdata som inlämnats till Kommissionen av de berörda staternas fiskeri-, havsforsknings- eller olika miljöinstitut.

För Finlands vidkommande baserar sig dessa uppgifter i huvudsak på de analyser, som vårt Havsforskningsinstitut gjort på strömming (*Clupea harengus membras* L.), från prov härrörande från de kommersiella fångsterna ute till havs i Bottenviken (Kalajoki), Bottenhavet (Björneborg), söder om Åland, västra delen av Finska viken (Hangö) och östra delen av Finska viken (Kotka). Det torde stå envar klart att dessa analysresultat ingalunda återspeglar den rådande situationen bland kustvattenfiskarterna, än mindre miljösituationen i de berörda kustvattenområdena. Då motsvarande analysresultat beträffande kustvattenfisken ingalunda omfattar hela kustområdet – ja inte ens fullständiga delar av detta, och då dylika resultat föreligger enbart sporadiskt (t.ex. Kokko & Lindell 1988), torde bristen på relevanta data i detta hänseende vara uppenbar.

Östersjöströmmingen är också, i motsats till ett flertal av våra allmänna kustvattenfiskarter, en typisk migrationsfisk, med långa vandringar, såväl avstånds- som tidsmässigt (Aro 1989), vilket gör den mindre lämplig, som bioindikator, för t.ex. kustvattenmiljön.

Ortstrogna kustvattenfiskarter, såsom flundra (*Platichthys flesus* L.), hornsimpa (*Myoxocephalus quadricornis* L.), tånglake (*Zoarces viviparus* L.) jämte strömmingens näringskonkurrent i kustvattnen, norsen (*Osmerus eperlanus* L.), torde följaktligen bättre återspegla de rådande förhållandena i detta hänseende (Voigt 1987, 2002a,b, 2003a).

Det finns skäl att anta att de fettlösliga och fruktade supermiljögifterna såsom klorerade kolväteföreningar av typerna DDT, HCB, PCB och närstående halogenkolväteföreningar, t.ex. PAH-föreningarna (polyaromatiska kolväten), bromerade difenyleterföreningar (PBDE), dioxiner och furaner (PCDD/F) m.fl. uppträder i fisk från de öppna havsområdena i större utsträckning än kustvattenfisken. Förekomsten av DDT, HCB, och DDT i t.ex. de feta fiskarterna vassbuk (*Sprattus sprattus sprattus* Schn.) och strömming torde berättiga till antagandet (Voigt 1994, 2000). Tungmetaller, såsom de ävenledes synnerligen giftiga, kvicksilver (Hg) och kadmium (Cd), påträffas, däremot i betydligt större omfattning hos kustvattenfisken, gentemot vad som är fallet i fisk från de öppna havsområdena (Voigt 1994, 2000, 2001a, 2003a).

Med undantag för kvicksilver, koncentreras tungmetallerna i fisken i fiskens olika inre organ, främst i lever och njurar, medan man i muskulaturen (fiskköttet) ytterst sällan kan fastställa halter som ens tillnärmelsevis närmar sig de s.k. riskgränserna, som fastslagits för fisk som människoföda. Kviksilver däremot rent av anrikas i och koncentreras till muskulaturen. Här förekommer långt över 90% av metallen i en fettlöslig organisk metylerad form, metylkvicksilver (Me-Hg), vilken är den giftigaste kända formen av kvicksilver. Riskgränsen för totalkvicksilver (organiskt och oorganiskt tillsammans) i fisk, som föda för människan är – enligt gällande EU direktiv – 0,5 mg/kg färskvikt (fv.), mot tidigare 1 mg/kg fv. för fisk för försäljning och 0,5 mg/kg fv. för konsumtion av fisk oftare än en gång per vecka. Den nationella rekommendationen att gravida kvinnor skall undvika all kvicksilverkontaminerad fisk gäller dock fortfarande.

I tabell 1. återges medelvärden för kvicksilverkoncentrationer i ryggmuskulaturen (HgM; mg/kg, fv.) hos ett urval kustvattenfiskar från olika delar av kustområdet (fig. 1.) under två avgränsade tidsperioder: I = fr.o.m. utgången av 1960-talet och fram t.o.m. början av 1980-talet, II = fr.o.m. mitten av 1990-talet till våra dagar.

Medelvärdena i tabellen har alla uträknats ur de analysvärden som erhållits från individuellt undersökta fiskar i motsats till de värden, som erhållits vid s.k. "poolanalys", då ett bestämt antal fiskar analyseras gemensamt ur ett begränsat antal prov. Detta senare förfarande gäller för bl.a. de ovan tidigare refererade strömmingsanalyserna och för flertalet lokala (miljö-) utredningar. På dylikt vis uträknade värden saknar ofta uppgifter om variationen, vilket gör dem något mindre tillförlitliga än

Tabell 1. Medelvärden (M) av kvicksilverkoncentrationen i ryggmuskulaturen (HgM mg/kg färskvikt (fv.) jämte standardavvikelsen (SD, inom parentes) hos ett urval kustvattensfiskar: nors, tånglake (Tångl), hornsimpa (Simp) och flundra (Flnd), av vardera könen (hon- och hanfisk tillsammans; ♀♀ ♂♂, honfisk; ♀♀, hanfisk; ♂♂), från diverse provtagningspunkter utmed kusten (Malax = utanför Malaxån i Sydösterbotten; Bjpg = havsområdet utanför Björneborg; Geta; Eck = Eckero; Nätö = Lemlands Nätö; Skh = Korpo, Nagu, Pemarfjärden och Träsköfjärden, alla i Skärgårdshavet; Hangö = Bromarf och Hangö udd norra delen; Tvm = Tvärminne området; Hfors = Helsingfors; Orrg = Orregrund i östra delen av Finska viken). (I) = under senare hälften av 1960-talet till början av 1980-talet; (II) = fr.o.m. senare hälften av 1990-talet fram till våra dagar. I värdena för hornsimpa från Hangö (I) ingår analysresultaten från de hornsimpor från Bromarf, som P. Nuorteva och E. Häsänen publicerade 1971 (Nuorteva & Häsänen 1971), i övrigt rör det sig om författarens eget material.

Art & ort	HgM (♀♀♂♂) M (SD)	HgM (♀♀) M (SD)	HgM (♂♂) M (SD)	Antal undersökta fiskar (♀♀♂♂)
Nors-Malax (I)	0,13 (0,02)	0,10 (0,02)	0,14 (0,03)	15 (10 + 5)
Nors-Bjpg (I)	0,12 (0,03)	0,13 (0,03)	0,11 (0,03)	15 (10 + 5)
Nors-Bjpg (II)	0,08 (0,04)	0,08 (0,04)	0,07 (0,04)	30 (20 + 10)
Flnd-Bjpg (I)	0,25 (0,12)	0,24 (0,09)	0,25 (0,15)	35 (20 + 15)
Nors-Geta (I)	0,02 (0,01)	0,02 (0,01)	0,02 (0,01)	10 (5 + 5)
Flnd-Eck (I)	0,23 (0,10)	0,21 (0,08)	0,25 (0,11)	35 (15 + 20)
Flnd-Eck (II)	0,22 (0,05)	0,21 (0,05)	0,26	6 (5 + 1)
Fund-Nätö (II)	0,09 (0,03)	0,08 (0,02)	0,13 (0,05)	25 (20 + 5)
Nors-Skh (I)	0,13 (0,02)	0,13 (0,02)	0,13 (0,02)	10 (5 + 5)
Nors-Skh (II)	0,09 (0,04)	0,07 (0,03)	0,11 (0,05)	60 (40 + 20)
Tångl-Skh (II)	0,08 (0,04)	0,08 (0,04)	0,09 (0,05)	45 (25 + 20)
Simp-Skh (II)	0,10 (0,06)	0,09 (0,06)	0,11 (0,07)	20 (10 + 10)
Simp-Hangö(I)	0,13 (0,09)	0,12 (0,08)	0,15 (0,10)	44 (24 + 20)
Flnd-Hangö (I)	0,14 (0,07)	0,14 (0,07)	0,13 (0,09)	55 (40 + 15)
Nors-Tvm (I)	0,13 (0,04)	0,13 (0,04)	0,14 (0,04)	150 (100 + 50)
Nors-Tvm (II)	0,10 (0,05)	0,10 (0,05)	0,09 (0,04)	120 (90 + 30)
Tångl-Tvm(II)	0,06 (0,03)	0,06 (0,03)	0,06 (0,03)	120 (80 + 40)
Simp-Tvm (I)	0,22 (0,05)	0,24 (0,04)	0,20 (0,04)	10 (5 + 5)
Simp-Tvm (II)	0,16 (0,06)	0,14 (0,05)	0,17 (0,06)	20 (10 + 10)
Flnd-Tvm (I)	0,15 (0,08)	0,15 (0,07)	0,15 (0,11)	20 (10 + 10)
Flnd-Tvm (II)	0,11 (0,07)	0,09 (0,05)	0,15 (0,10)	110 (70 + 40)
Nors-Hfors (I)	0,21 (0,09)	0,21 (0,10)	0,22 (0,04)	15 (10 + 5)
Nors-Hfors (II)	0,10 (0,04)	0,09 (0,04)	0,11 (0,06)	15 (10 + 5)
Nors-Orrg(I)	0,22 (0,09)	0,24 (0,15)	0,21 (0,07)	20 (15 + 5)

de medelvärden, som erhållits ur beräkningar från analyser som baserar sig på individuella prov.

Ur tabellen framgår bl.a. följande:

- skillnaderna i kvicksilverkoncentrationen mellan de olika provtagningsområdena,

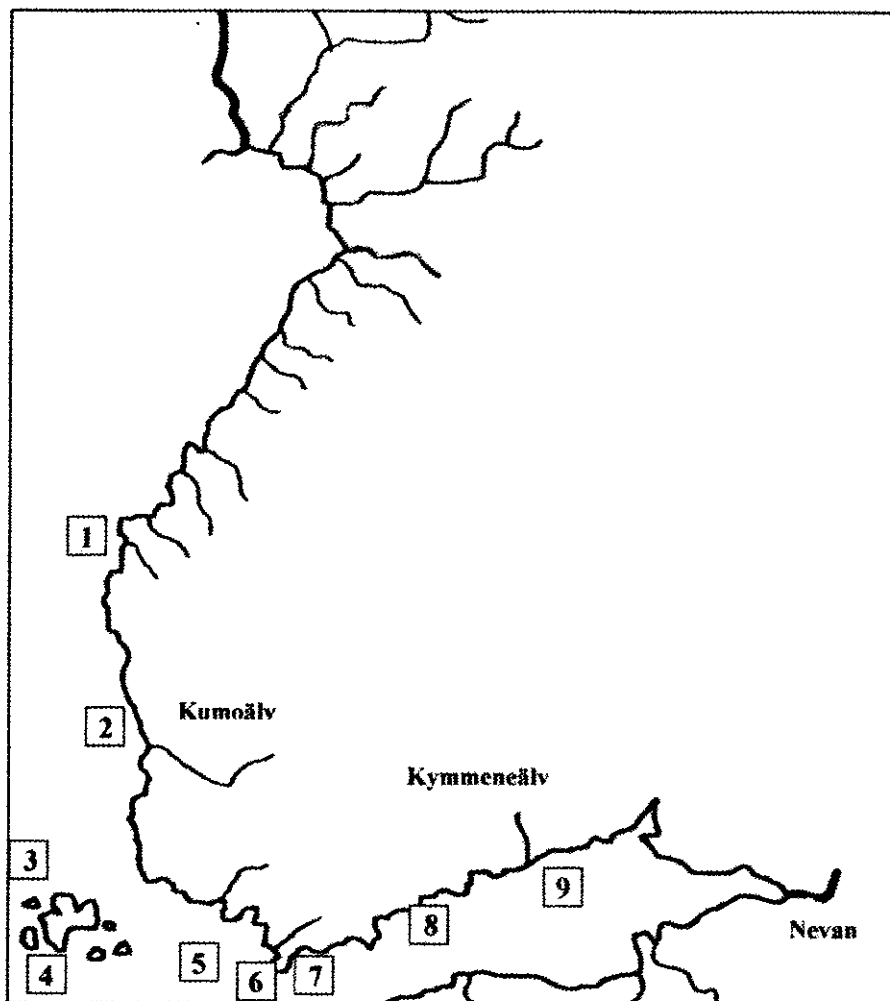


Fig.1. Konturkarta över kustområdet å vilken provtagningspunkterna utmärkts med siffror; 1 = Malaxäns mynningsområde, 2 = havsområdet utanför Björneborg, 3 = Geta och Eckerö, 4 = Lemlands Nätö, 5 = Korpo-Brunskär, Nagu, Pemarfjärden, Träsköfjärden alla i Skärgårdshavet, 6 = Hangö udd norra delen, 7 = Tvärminneområdet, 8 = Helsingfors, 9 = Orrergrund.

- den skönjbara minskningen av kvicksilverhalten i fiskens muskulatur alltifrån de högre halterna, som uppmättes under slutet av 1960-talet fram till förra hälften av 1980-talet (I), jämfört med situationen fr.o.m. mitten av 1990-talet och fram till våra dagar (II),
 - de lägre kvicksilverhalter hos honfisk gentemot hanfisk
- Vid jämförelser av resultaten bör, som ovan framgår, analysförfarandet beaktas.

Gemensamt för de värden som uträknats för kustvattenfiskarna är att alla är betydligt högre än Havsforskningsinstitutes monitoringvärden beträffande strömming från de öppna havsområdena (se ovan). Dessa värden har för det mesta varierat mellan 0,01 och 0,03 mg/kg fv. under enhetliga observationsperioder alltsedan 1970-talet (Finlands miljöcentral-SYKE 1998, 2001, Perttilä 2003). Intressant är att motsvarande skillnader också kan konstateras mellan strömming från utskärsvatten och inomskärsvatten (Voigt 2000, 2003a), liksom också för "havsabborre" och abborre från innerskärgården (Voigt 2001a,b).

Alldeles tydligt har också en minskning av kvicksilverhalterna i kustvattenfisken alltsedan 1970-talet ägt rum. Den minskningen har ändå inte varit så markant, som måhända förväntades. Dessvärre har den inte heller i många fall varit statistiskt signifikant (dvs. vetenskapligt "bekräftad") för ett flertal av de ovan anförda arterna. Detta gäller bl.a. för nors från Björneborg (Nors Bjbg I och II), Skärgårdshavet (Nors Skh I och II) och Tvärminne (Nors TvmI och II) samt även flundra från Tvärminne (Flnd-Tvm I och II). Skillnaden har däremot varit entydigt signifikant beträffande simporna från Tvärminne (Simp Tvm I och II) samt norsen i Helsingforsvattnen (Nors Hfors I och II) (Voigt 2001a,b, 2002a,b).

Händelseförloppet beträffande minskningen av kvicksilverkoncentrationerna i fisken alltsedan 1970-talet belyses enklast utgående från fig.2. i vilken den gradvis sjunkande trenden alltsedan 1968 fram till utgången av 1980-talet finns återgiven samtidigt med den likaledes stadigt ökande trenden fr.o.m. 1990-talet, så som den dokumenterats för nors från Tvärminne (Voigt 2002a,b, 2004).

Det exceptionellt låga medelvärdet för kvicksilverkoncentrationer i ryggmuskulaturen hos nors från Geta (Geta I) står i bjärt motsatsförhållande till de värden som erhållits från nors från de övriga provtagningsområdena, samt också de jämförelsevis höga medelvärdena för flundra från det närabelägna Eckerö (Flnd Eck I och II). Hos flundrorna från Eckerö kan ingen som helst skillnad i kvicksilverhalten mellan proven från 1980-talet (Voigt m.fl. 1994) och 1990-talet skönjas (Voigt 2001b). Det lägsta medelvärdet för kvicksilverhalter i ryggmuskulaturen hos flundra har uträknats för proven från Nåtö (Nåtö II).

Jämför man enbart de äldre proven sinsemellan återfanns de högsta kvicksilverkoncentrationerna i fisken från Björneborg (Bjbg I), Eckerö (Eck I), Tvärminne (Tvm I), Helsingfors (Hfors I) och Orregrund (Orrg I) medan motsvarande ordning beträffande de yngre proven är Eckerö (Eck II), Tvärminne (Tvm II), och Skärgårdshavet (Skh II). För vardera tidsperioderna är skillnaderna orterna emellan i de flesta fallen dock rätt obetydlig.

De uträknade medelkvicksilverkoncentrationerna i ryggmuskulaturen hos de undersökta kustvattenfiskarterna underskrider alla det anförda riskvärdet 0,5 mg Hg/kg fiskkött fv.

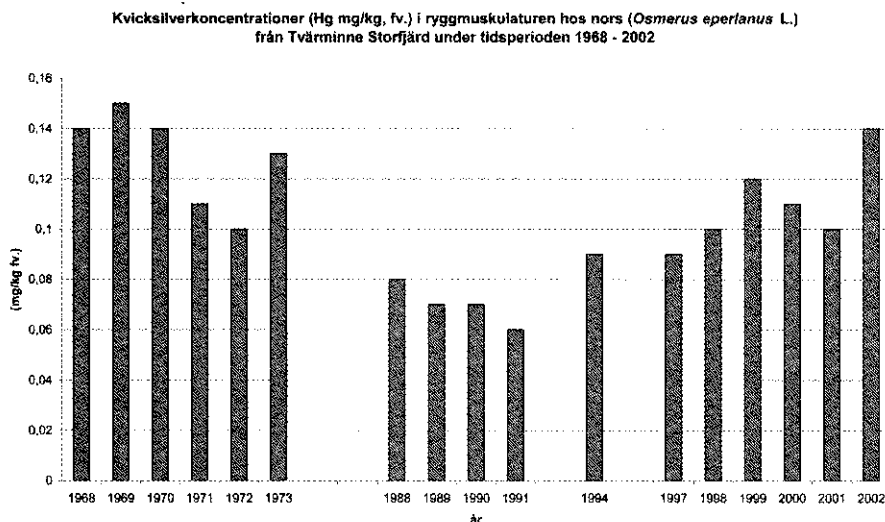


Fig. 2. Medelkvicksilverhalten i ryggmuskulaturen hos nors (*Osmerus eperlanus* L.) fångad från Tvärminne Storfjärd under perioden 1968–2002 (tidsskalan ner till på diagrammet är något förvrängd beroende på uteblivna norsfångstperioder 1974–1987, 1992–1993, 1995–1996).

Hanfiskens uppenbart högre kvicksilverkoncentrationer gentemot honfiskens har inte tidigare uppmärksamats i dessa sammanhang, måhända främst beroende på att de fiskar som ingår i, och som utvalts för, miljöövervakningen som regel alla är av honkön (HELCOM 1984, 1988). Då denna skillnad könen emellan är i det närmaste genomgående för alla ovan presenterade fiskarter, och då densamma dessutom är accentuerat markant och statistiskt signifikant beträffande verderbörande fiskarters könskörtlar (ävensom mellan rom och mjölke; Voigt 2004), är det inte längre fråga om en slump utan ett faktum, som det vore angeläget att utreda närmare.

Ytterligare en föga uppmärksamad företeelse gäller förhållandet mellan fiskens (hälso-) tillstånd, dvs. kondition, och de, i och för sig, jämförelsevis låga kvicksilverkoncentrationerna. Går det följaktligen att på något sätt "mäta", eller påvisa ett samband mellan dessa "icke-dödliga" (subletala) koncentrationer och fiskens kondition, så som denna matematiskt kan beskrivas? Det gängse och allmänt accepterade måttet på fiskens kondition utgörs av den s.k. konditionsfaktorn (condition factor, CF; Suworow 1959), som uträknas enligt formeln:

$$CF = 100 \times TW \text{ g} / (TL \text{ cm})^3$$

där TW = fiskens totalvikt i g och TL = fiskens totallängd i cm.

Tabell 2. Negativa korrelationer (r) uträknade för förhållandet mellan fiskens konditionsfaktor (CF) och de subletala kvicksilverkoncentrationerna i ryggmuskulaturen (HgM, mg/kg fv.) hos ett urval fiskarter, från olika kustavsnitt (se utförligare i texten). (I) och (II), se tabell 1.

Fiskart & kön	Ort & period	Korrelationsfaktor	Antal
Flundra ♀♀	Björneborg (I)	r = -0,46	18
Nors ♀♀	Pemarfjärden (II)	r = -0,57	20
Flundra ♀♀	Hangö (I)	r = -0,49	39
Flundra ♂♂	Hangö (I)	r = -0,60	12
Nors ♀♀	Tvärminne (I)	r = -0,28	100
Nors ♂♂	Tvärminne (I)	r = -0,27	50
Nors ♀♀	Tvärminne (II)	r = -0,43	84
Nors ♂♂	Tvärminne (II)	r = -0,58	30
Tånglake ♂♂	Tvärminne (II)	r = -0,58	34
Flundra ♀♀	Tvärminne (II)	r = -0,43	55

Konditionsfaktorn är alltså ett talförhållande mellan vikt och längd (i beaktande av art, kön, årstid, grad av könsmodnad samt fyllnadsgrad beträffande matsmältningskanalen och förekomsten av makroskopiska parasiter jämte diverse svulster i, och missbildningar av, de inre organen).

Då det i Tabell 1. presenterade fiskmaterialet består av kontrollerad "frisk fisk" (Baur & Rapp 1988) kan det vara av intresse att utvärdera huruvida en korrelation mellan kvicksilverkoncentrationerna och konditionsfaktorn alls finns för handen (Tabell 2.)

Korrelationerna är, med undantag för norsen från den tidigare perioden (Tvärminne I), förhållandevis starka, överskridande värdet -0.40, men de tyder inte på väsentliga skillnader provtagningsorterna emellan. Ett samband mellan korrelationsfaktorn och de blygsamt varierande medelvärdena för kvicksilverkoncentrationen kan inte heller skönjas.

Motsvarande, men betydligt svagare, negativa korrelationer, har uträknats i endel fall också mellan konditionsfaktorn och kvicksilverkoncentrationerna i fisken inre organ, främst lever och könskörtlar.

Huruvida de negativa korrelationer, som ovan presenterats, också de facto beskriver ett samband mellan kvicksilverbelastningen och dess eventuella subletala effekter på fiskens hälsa (kondition) kräver, framför allt, avsevärt mera omfattande undersökningar, liksom också experiment, eftersom en ytlig iakttagelse av fisken, jämsides med de rutinmässiga kvicksilveranalyserna, inte är tillräckliga för att man med säkerhet kan säga hur kvicksilverbelastningen påverkar fiskens hälsa.

LITTERATUR

Aro, E. 1989: A review of fish migration patterns in the Baltic. – Rapp. proc.-verb. réun. Cons. Int. Explor. Mer 190: 72–96.

- Baur, W. H. & Rapp, J. 1988: Gesunde Fische. – Verlag Paul Parey, Hamburg-Berlin. 238 s.
- Finlands miljöcentral (SYKE) 1998: Silakan elohopeapitoisuudet Suomen merialueella vuosina 1980–1997. – Ympäristö 12(7): 24.
- Finlands miljöcentral (SYKE) 2001: Silakan elohopeapitoisuudet Suomen merialueella vuosina 1980–2000. – Ympäristö 15(7): 24.
- HELCOM 1984: Guidelines for the Baltic monitoring programme for the second stage 1980. – Baltic Environment Proceedings 12: 1–84.
- HELCOM 1988: Guidelines for the Baltic monitoring programme for the third stage C. Harmful substances in biota and sediments. – Baltic Sea Environment Proceedings 27C: 1–154.
- Kokko, H. & Lindell, L. 1988: Kalojen elohopeapitoisuuksia Kymen läänin ja Ruotsinpyhtään kunnan alueilla vuosina 1967–1986. – Vesi- ja ympäristöhallituksen Monistesarja 81: 1–50.
- Nuorteva, P. & Häsänen, E. 1971: Observations on the mercury content of *Myoxocephalus quadricornis* L. in Finland. – Ann. Zool. Fennici 8(3): 331–335.
- Perttilä, M. (red.) 2003: Assessment – State of the Gulf of Finland. – Meri 49: 33–41.
- Suworow, J. K. 1959: Allgemeine Fischkunde. – VEB Deutscher Verlag der Wissenschaften, Berlin. 581 s.
- Voigt, H.-R. 1987: Näringskedja, näringspyramid och näringsväv. – Fiskeritidskrift för Finland 31(3): 76–77.
- Voigt, H.-R. 1994: Fish surveys in the Väike Väin Strait between the Islands of Saaremaa (Oesel) and Muhu (Mohn), Western Estonia. – Proc. Estonian Acad. Sci. Ecol. 4: 128–135.
- Voigt, H.-R. 2000: Heavy metal and organo-chlorine levels in coastal fishes from the Väike Väin Strait, western Estonia, in high summers of 1993–94. – Proc. Estonian Acad. Sci. Biol.-Ecol. 49: 335–343.
- Voigt, H.-R. 2001a: High summer concentrations of mercury in big perch (*Perca fluviatilis* L.) from the Tvärminne archipelago (SW Finland) and Nätö (Åland Islands), Baltic Sea. – Nahrung-Food 45(2): 109–113.
- Voigt, H.-R. 2001b: Abborre (*Perca fluviatilis* L.) och flundra (*Platichthys flesus* L.) två åländska läckerbitar. – Skärgård 24(4): 78–82.
- Voigt, H.-R. 2002a: Tvärminnefiskens kvicksilverhalter. – Fiskeritidskrift för Finland 46(4): 15–17.
- Voigt, H.-R. 2002b: Kviksilverhalter i fisk från Hangö udd. – Västnyländsk Årsbok 25: 50–55.
- Voigt, H.-R. 2002c: Concentrations of mercury (Hg) and cadmium (Cd) in the Baltic eelpout (*Zoarces viviparus* L.) from the Gulf of Riga (Latvia), and the Archipelago Sea (SW Finland), including a parasitological remark. – Proc. Latvian Acad. Sci. B 56 (1–2): 64–68.
- Voigt, H.-R. 2003a: Concentrations of mercury and cadmium in some coastal fishes from the Finnish and Estonian parts of the Gulf of Finland. – Proc. Estonian Acad. Sci. Biol.-Ecol. 52: 305–318.
- Voigt, H.-R. 2003b: Schwermetallkonzentrationen (Hg, Fe, Mn, Zn, Cd, Pb und Ni) bei Flundern (*Platichthys flesus* L.) aus der Kieler Förde. – Umweltwissenschaften und Schadstoff-Forschung 15(4): 234–239.
- Voigt, H.-R. 2004: Concentrations of mercury (Hg) and cadmium (Cd), and the condition of some coastal Baltic fishes. – Environmentalica Fennica 21: 1–22.
- Voigt, H.-R., Bylund, G. & Wiklund, T. 1994: Mercury in flounder (*Platichthys flesus* L.) from Finnish coastal waters. – Baltic Marine Biologists Publication 15: 117–119.