



rappport

IVL Svenska Miljöinstitutet AB

Androgenitet och östrogenitet i Vramsåns vattensystem, Kristianstads kommun

Anders Svenson Ann-Sofie Allard

B 1510

Stockholm, december 2002



Organisation/Organization IVL Svenska Miljöinstitutet AB IVL Swedish Environmental Research Institute Ltd.	RAPPORTSAMMANFATTNING Report Summary
Adress/address Box 21060 100 31 Stockholm	Projekttitel/Project title
Telefonnr/Telephone 08-598 563 00	Anslagsgivare för projektet/ Project sponsor Världsnaturfonden, Kristianstads kommun
Rapportförfattare/author Anders Svenson Ann-Sofie Allard	
Rapportens titel och undertitel/Title and subtitle of the report Androgenitet och östrogenitet i Vramsåns vattensystem, Kristianstads kommun Androgenicity and estrogenicity in the river Vramsån, Kristianstad municipality	
Sammanfattning/Summary <p>Androgena och östrogena effekter i Vramsåns åvatten och avloppsvatten från Tollarps reningsverk har undersökts med testmetoder baserade på hormonreceptorer för androgener och östrogener. Låga men mätbara androgena effekter uppmättes i de längst uppströms belägna provpunkterna och i behandlat avloppsvatten från reningsverket. Nedströms var androgeniteten ej kvantifierbar. Avloppsvattnet var även östrogen och effekter av östrogener kunde påvisas särskilt i vattenprover nedströms Tollarp. Högst östrogenitet uppmättes i Rambrobäcken som dock inte belastas av något reningsverksutsläpp. Nivån var så hög, 0.59 ng östradiol-ekvivalenter/L, att effekter på fisk skulle kunna befaras.</p> <p>Androgenic and estrogenic effects were investigated in the river Vramsån and tributaries in southern Sweden using in vitro yeast screen tests based on the human androgen receptor and human estrogen receptor α. Low but significant androgenic effects were found in the upper flow of the river and in the effluent from the sewage treatment works at Tollarp. The effluent was also found estrogenic. Estrogenicity was detected at localities downstream the sewage treatment works and in the tributary Rambrobäcken. The level at that locality, 0.59 ng estradiol equivalents/L, was high and could possibly affect local fish populations.</p>	
Nyckelord samt ev. anknytning till geografiskt område eller näringsgren /Keywords Hormonstörning, östrogen, androgen, recipient, avloppsvatten Hormone disruption, estrogens, androgens, receiving water, wastewater	
Bibliografiska uppgifter/Bibliographic data IVL Rapport/report B 1510	
Beställningsadress för rapporten/Ordering address IVL, Publikationsservice, Box 21060, S-100 31 Stockholm fax: 08-598 563 90, e-mail: publicationservice@ivl.se , eller via www.ivl.se	

Innehållsförteckning

Faktaruta	1
1 Inledning.....	2
2 Provlokal, provinsamling	3
3 Metodik.....	4
4 Resultat och diskussion	4
4.1 Östrogena effekter.....	5
4.2 Androgena effekter	8
5 Slutsatser.....	10
6 Referenser.....	10

Faktaruta

Östrogen, östrogen effekt, östrogenitet	Påverkan eller ämne som verkar på den honliga könszykeln. I denna undersökning avses ämnen som likt östradiol (E2) påverkar den mänskliga östrogenreceptorn (α)
Androgen, androgen effekt, androgenitet	Påverkan eller ämne som verkar på den hanliga könszykeln. I denna undersökning avses ämnen som likt dihydrotestosteron (DHT) påverkar den mänskliga androgenreceptorn
Steroid	En grupp lipider (fettsubstanter) som har stor biologisk och medicinsk betydelse. Ett stort antal syntetiska steroider har framställts bl.a. kortison och könshormoner i p-piller
Screeningstest	Snabb, översiktlig test som tillämpas för att på ett tidigt stadium kunna ”sälla fram” de substanser eller testvatten som uppvisar potentiellt miljöfarliga egenskaper
in vitro	Anger att experiment eller iakttagelser är gjorda utanför en levande kropp t.ex. i provrör eller annan experimentell utrustning (i glas)
in vivo	Anger att experiment eller iakttagelser är gjorda på levande organismer
Receptor	Bindningsställe för t.ex. ett hormon som initierar en process på cellulär nivå
LOEC	Lägst koncentration av ett ämne för en observerbar effekt
NOEC	Högst koncentration av ett ämne, för vilket en viss effekt ej kan observeras

1 Inledning

På senare år har man visat att vissa hormonstyrda fysiologiska processer hos fisk och andra akvatiska organismer påverkas av utsläpp från reningsverk och industrier. Hormonstörande effekter har hittills huvudsakligen avsett östrogena dvs. ämnen som påverkar den honliga könscykeln. Utsläpp av kvinnliga könshormoner och hormoner som används i p-piller i behandlat kommunalt avloppsvatten har visats påverka bl.a. fisk i recipienter till reningsverk i Storbritannien (Harries m.fl. 1996, 1997, Sumpter 1995, Sumpter m.fl. 1996). Lokala fiskbestånd och fisk som utplaceras i testsyfte har reagerat med t.ex. bildning av ett protein för inlagring i romkornen, som normalt sker i honfiskar i samband med leken. I kontaminerade vatten har även hanfiskar och ännu ej köns-mogna fiskar börjat producera detta protein. I hanfiskar har även en hög frekvens av ägganlag i spermieproducerande vävnader iakttagits. En högre andel honor i fiskpopulationer har också observerats i vattendrag där utsläpp av dessa hormoner och hormon-härmande ämnen skett.

En 1998-1999 av IVL genomförd kartläggning i Sverige har visat att ämnen med östrogena effekter förekommer i kommunala avloppsvatten (Svenson m.fl. 2000, 2002) och androgena effekter har påvisats t.ex. i utsläpp från massa- och pappersbruk (Svenson m.fl. 2002). Preliminära test vid IVL har också visat att androgena effekter förekommer i kommunalt avloppsvatten och andra industriavloppsvatten (opubl. resultat).

Det finns ett ökande intresse att undersöka kemiska ämnen och sammansatta prover t.ex. avloppsvatten avseende olika hormonella effekter. För östrogena effekter finns idag flera metoder för såväl screentest *in vitro* som test *in vivo*. Ett receptortest för androgena effekter har utvecklats (Sohoni, Sumpter 1998). I kommunalt avloppsvatten domineras östrogena effekter av naturligt östrogen och etinylöstradiol som används i p-piller. Även vissa andra syntetiska ämnen (xenoöstrogen) och naturliga ämnen (t.ex. fytoöstrogen) i ren form har vid exponering visats störa den honliga könscykeln och könsutvecklingen hos fisk.

Undersökningen avser att visa om androgena eller östrogena effekter förekommer i vattensystem med ömtåliga fiskbestånd. Projektet har genomförts inom ramen för Världsnaturfondens och Kristianstads kommuns projekt "Vramsån i Kristianstads Vattenrike" som också finansierat undersökningen.

2 Provlokaler, provinsamling

Vattenprov insamlades från olika lokaler i Vramsåns vattensystem och från det kommunala reningsverket i Tollarp, vars behandlade avloppsvatten mynnar i Vramsån nedströms samhället. Sammanlagt 10 L prov av åvatten insamlades vid tre tillfällen under vecka 34-36, 2002 på sex olika lokaler. För provtagningarna svarade medlemmar ur Köpinge fiskvårdsområdesförening (åproverna) och personal från C4 Teknik, Kristianstads kommun (reningsverket).

Provet längst uppströms togs vid Rickarum intill Rickarums kvarnväg. Provpunkten ligger nedströms utsläppspunkten för ett mindre avloppsreningsverk. Ett prov togs vid Årröd i ett område där ån flyter genom jordbrukslandskap med betesmarker. Även denna lokal ligger nedströms ett mindre reningsverk (200 pe). Tredje provet uttogs uppströms orten Tollarp vid gamla bron i V. Vram. Åns omgivning är här ett landskap med övervägande åkerbruk. Vid Hommentorp ca 2 km nedströms tillflödet från reningsverket i Tollarp uttogs ytterligare ett prov. Lokalen är omgiven av åkerlandskap. Ett prov togs i ett biflöde till Vramsån, Rambrobäcken vid Knallstorpsvägen, ca 500 m ovan mynningen i ån. Området kring provlokalen karakteriseras av betesmarker. Uppströms ansluter en del enskilda avlopp och eventuellt läckage via grundvatten från gamla reningsdammar och upplag vid ett bränneri. Vid Klemmedshus ligger den längst nedströms belägna provlokalen. Ca 1 km uppströms mynnar ett mindre avloppsreningsverk i Gälds Köpinge.

Vid reningsverket i Tollarp behandlas avloppsvatten från ortens ca 3000 personer och från en livsmedelsindustri motsvarande ca 3400 pe. Totalt beräknas 5500 pe anslutna till verket. Avloppsvattnet behandlas i ett aktivt slamsteg (2 linjer med vardera en kontaktbassäng och en aktiveringsbassäng med en total volym av 715 m^3) och efterfälls med aluminiumsulfat (AVR, 150 g/m^3). Flödet under provtagningsperiodens 21 dygn var 16620 m^3 , dvs. $791 \text{ m}^3/\text{d}$, vilket var lägre flöde än normalt och ca 25 % av det dimensionerade medelflödet. Uppehållstiden i det biologiska steget blir 21,7 tim. Slamåldern var 15 dygn.

Prov av utgående avloppsvatten från reningsverket i Tollarp insamlades med flödesproportionella dygnsprover under treveckorsperioden, vecka 34-36. En volym (100 mL) av varje dygnsprov samlades till ett kombinerat prov. Dygnsprovet förvarades upp till 24 tim vid $+5^\circ\text{C}$ och frystes därefter till -18°C . Alla prover förvarades frysta under transporter och vid lagring under tiden fram till testdagen.

3 Metodik

Vattenproven extraherades med fastfaskolonner enligt en publicerad beskrivning (Körner m.fl. 1999). Ca 10 L vattenprov fick passera kolonner med 200 mg hydroxyle-rad polystyren-divinylbensen-kopolymer (ENV+, Sorbent AB, Västra Frölunda). Av avloppsvattenprovet extraherades en volym av 500 mL. Alla vattenprov tillsattes metanol till en slutkoncentration av 1 % (v/v) före extraktionen. Partiklar i vattnet avskiljdes med filtrering genom en 20 µm porfilterplatta ansluten till kolonnen. Komponenter som absorberats till kolonnen eluerades efter en tvättprocedur med aceton. Dimetylsulfoxid (100 µl) tillfördes och eluatet delades i fyra portioner, varefter aceton indunstades i en kvävgasström. Extrakten förvarades vid -18°C fram till testdagen.

Test av östrogena och androgena effekter utfördes med modifierade jästcellstammar som innehåller gener för östrogenreceptor respektive androgenreceptor enligt beskrivningar i Routledge & Sumpter (1996) och Sohoni & Sumpter (1998). Provextrakt testades i 96-håls mikrotiterplattor. På varje platta applicerades en negativ kontroll med tillväxtmedium, en serie med 12 koncentrationer av 17β-östradiol eller dihydrotestosteron (positiva kontroller), och extrakt av vattenprover (12 spädningar, spädfaktor 2,0). Plattorna inkuberades vid 32 resp. 28 °C i 3 dygn och avlästes därefter i en automatisk plattläsare vid 570 nm (Spectracount, Packard). Resultaten av test av den positiva kontrollen beräknades som EC₅₀ i ng/L och för vattenproven beräknades först EC₅₀ uttryckt som spädfaktor och därefter genom omräkning med positiva kontrollens EC-värde i östradiol- respektive dihydrotestosteronekvivalenter (E2-ekv. eller DHT-ekv.) och uttrycks i sorten ng/L vattenprov.

Vattenprov testades i triplikat (tre separata plattor) och resultaten anges som log-normalfördelade medelvärden för EC₅₀ med gränser för en standardavvikelse.

4 Resultat och diskussion

Test av prov av åvatten såväl som behandlat avloppsvatten från reningsverket i Tollarp visade både östrogena och androgena effekter. Resultaten ges i Tabell 1.

Tabell 1 Östrogena och androgena effekter i Vramsåns vattensystem

Provlokal	Östrogenitet		Androgenitet	
	E2-Ekvivalenter ng/L		DHT-Ekvivalenter ng/L	
	Medelvärde	stdav	Medelvärde	stdav
Rickarum	0,042	0,037 - 0,047	1,0	0,8 - 1,2
Årröd	< 0,01		1,2	1,0 - 1,5
Uppströms Tollarp	0,026	0,022 - 0,031	< 0,5	
Tollarp reningsverk	3,5	2,9 - 4,4	4,5	3,8 - 5,4
Hommentorp	0,21	0,19 - 0,24	< 0,5	
Rambrobäcken	0,59	0,50 - 0,70	< 0,5	
Klemmedshus	0,12	0,11 - 0,14	< 0,5	

4.1 Östrogena effekter

Resultaten av östrogentest visas i Fig. 1 och i diagram i Fig. 2. Som framgår av Fig. 1 bildas en rödfärgad produkt (absorptionsmaximum nära 570 nm) i den hormonstyrda process i vilken genen för enzymet β -galaktosidas utnyttjas som markör. Enzymet produceras av denna markör som i sin tur styrs av östrogenreceptorn i den modifierade jästcellen.



Fig. 1 Östrogentest av extrakt av vattenprover från Vramsåns vattensystem. Spädserier av prov med avtagande koncentrationer i horisontella rader från vänster till höger. Första (övre) raden: östradiol, 500 ng/L startkoncentration (positiv kontroll), därefter 2) odlingsmedium (negativ kontroll), 3) Rickarum, 4) uppströms Tollarp, 5) Årröd, 6) Hommentorp, 7) Klemmedshus, 8) Tollarps reningsverk och 9) Rambrobäcken.

Positiv kontroll visade full induktion av receptorn, medan åvattnen och avloppsvatten från reningsverket hade en lägre östrogen effekt med de doser som användes i testet. Några extrakt av vattenprov visade en toxisk, tillväxthämmande effekt vid högre koncentrationer. Vid större utspädningar framträdde den östrogena effekten såsom ett rött färgomslag. Till denna del av vattenprovets doskurvor anpassades en kurva lik den i den positiva kontrollen och EC-värden kunde beräknas därur.

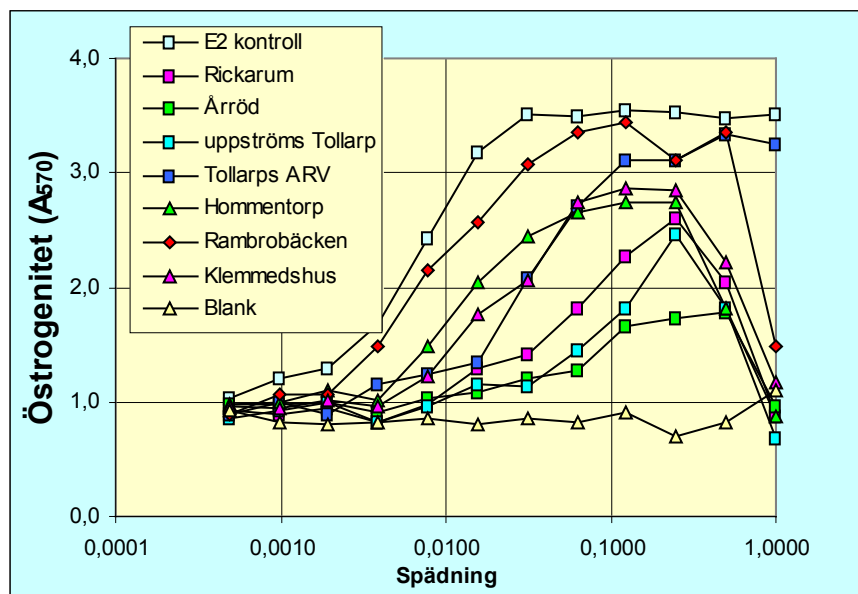


Fig. 2 Östrogen effekt i extrakt av prov från Vramsåns vattensystem (ett replikat av tre visis).

Genom jämförelse med EC-värden för den positiva kontrollen omräknades resultaten och anges i ng E2-ekvivalenter/L (Tabell 1, Fig. 3). Avloppsvattnet från det kommunala verket i Tollarp visade en östrogen effekt (3,5 ng östradiolekvivalenter/L) som kunde förväntas med hänsyn till tidigare erfarenheter av mätningar vid över 20 kommunala verk i landet. Flera reningsverk med aktivt slambehandling med uppehållstider mellan 2-8 tim har påvisats östrogena i sina utgående avloppsvatten med nivåer av 1-10 ng östradiolekvivalenter/L (Svenson m.fl. 2000, 2002a). Upphållstiden under aktivt slambehandling var betydligt längre (21,7 tim) och har därför troligen inte varit avgörande för nivån i utgående avloppsvatten. Andra faktorer som slamhalt och slamålder har sannolikt inverkan på omvandlingen av östrogena i kommunalt avloppsvatten, men ännu saknas undersökningar av hur stor denna inverkan är. Effekter av östrogena i obehandlat avloppsvatten har inte uppmätts, men sannolikt har inte halter av naturliga östrogena steroider och p-pillersubstanser varit höga, då mindre än hälften av den organiska belastningen utgjorts av avloppsvatten från den anslutna befolkningen i Tollarp.

Förutom i provet från Årröd erhöles även mätbara nivåer i åvattnen. Testmetodens känslighet med den provvolym som användes ligger strax under 0,01 ng E2-ekvivalen-

ter/L och har avrundats till detta värde. Särskilt lokaler nedströms (Hommentorp och Klemmedshus) och framförallt provet från Rambrobäckens gav jämförelsevis höga värden. Nivån vid Hommentorp var ca 6 % av östrogeniteten i avloppsvattnet från Tollarps reningsverk uppströms och svarade relativt väl mot den beräknade utspädningen av avloppsvatten i ån (uppskattad strömhastighet 100-500 L/s, M. Dahlman muntl. medd.). Vad som orsakat Rambrobäckens östrogenitet framgår inte av några kända utsläppskällor. Varken enskilda hushållsavlopp eller bränneriets eventuella lakvatten är särskilt sannolika förklaringar. Nivåerna är de högsta uppmätta i svenska recipientvatten av de ca 10 provlokaler som hittills undersökts. I ett tidigare undersökt svenskt vattensystem uppmättes nivåer mellan < 0,006 - 0,083 ng östradiolekvivalenter/L (opubl. resultat). I en holländsk recipient, floden Dommel, har högre östrogenitet uppmätts, 2,3 ng östradiolekvivalenter/L. Hanfiskar av braxen som fångats i floden hade kraftigt förhöjda vitellogeninhalter i blodplasma och även hög östrogenitet i galla (Legler m.fl. 2002).

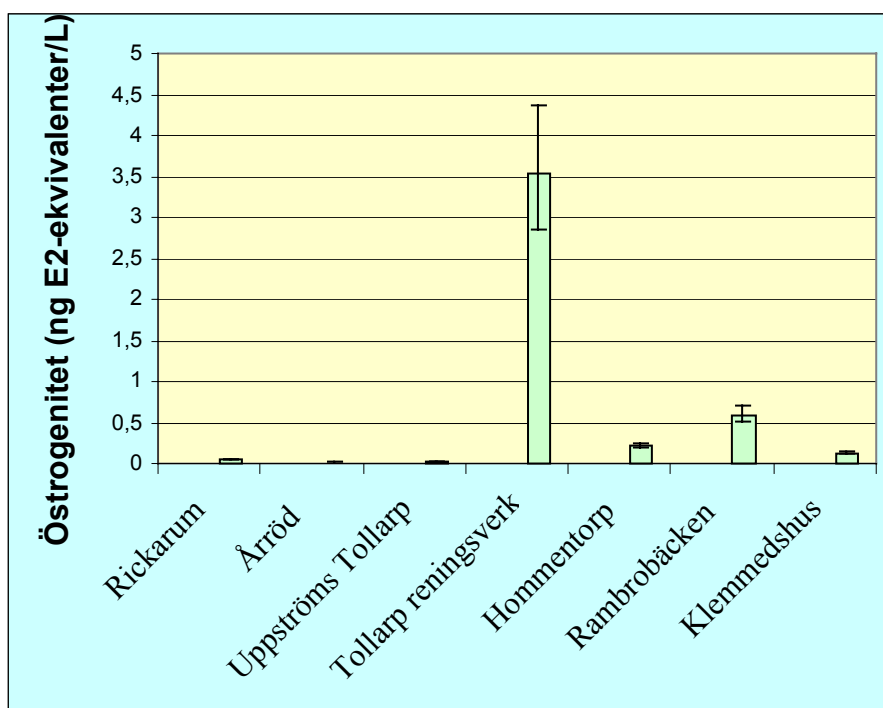


Fig. 3 Östrogen effekt i extrakt av prov från olika platser i Vramsåns vattensystem. Medelvärden (n=3) och standardavvikelser

Nivåer av östrogenitet testade i *in vitro*-test på 0,1-0,6 ng/L kan jämföras med värden på LOEC (lägsta observerbara effektnivå) för vitellogenininduktion hos fisk med etinylöstradiol, som anges till 0,5 ng/L (Okkerman m.fl. 2001, Vethaak m.fl. 2002). Motsvarande NOEC (högsta koncentration utan effekt) för biokemiska effekter i fiskblodplasma uppger samma källa till 0,1 ng/L för etinylöstradiol. För östradiol var värden för LOEC

och NOEC 10 respektive 1 ng/L och för östron 30 respektive 10 ng/L. Purdom m.fl. (1994) undersökte vitellogeninbildning hos öringhanar vid exponering för etinylöstradiol i genomflödessystem och fann effekter redan vid 0,1 ng/L. I undersökningarna i Vramsån har den kemiska bakgrunden till de östrogena effekterna inte undersökts, men det är känt från andra studier att etinylöstradiol och i andra hand östron dominerar i behandlat kommunalt avloppsvatten. En bedömning av eventuella effekter på fisk blir osäker, men resultaten visar att det kan vara motiverat att undersöka eventuella effekter i fisk, antingen i utplanterad försöksfisk eller i lokala bestånd. Den kemiska sammansättningen av östrogen i åsystemet har betydelse för uppkomsten av effekter och framförallt, om det bedöms vara nödvändigt med åtgärder för att minska utsläpp, behövs kunskap om vilka ämnen som förekommer. Ursprunget till Rambrobäckens östrogenitet borde klarläggas.

4.2 Androgena effekter

Det kommunala avloppsvattnet från Tollarps reningsverk innehöll ämnen med en låg androgen effekt som framgår av Fig. 4 och 5 samt i Tabell 1. Erfarenheten hittills har visat att vissa kommunala avloppsvatten med biologisk behandling helt saknar mätbara androgena effekter trots att nivåer på 62 ng DHT-ekvivalenter/L har påvisats i obehandlat avloppsvatten (opubl. data). Sannolikt påverkar behandlingsmetoden nivåerna i utgående vattnet i likhet med nivåerna av östrogena effekter.

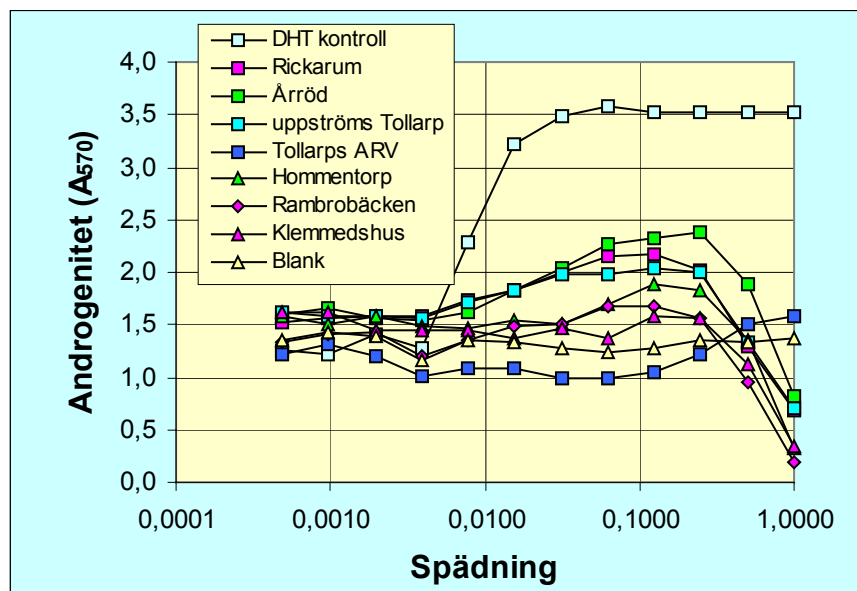


Fig. 4 Androgen effekt i extrakt av prov från Vramsåns vattensystem (ett replikat av tre visat).

Androgena effekter förekom i åvattnet. Vid de högsta undersökta koncentrationerna av provextrakt observerades hämmande inverkan i doskurvorna men trots detta kunde effektnivåer beräknas, Fig 5 och Tabell 1.

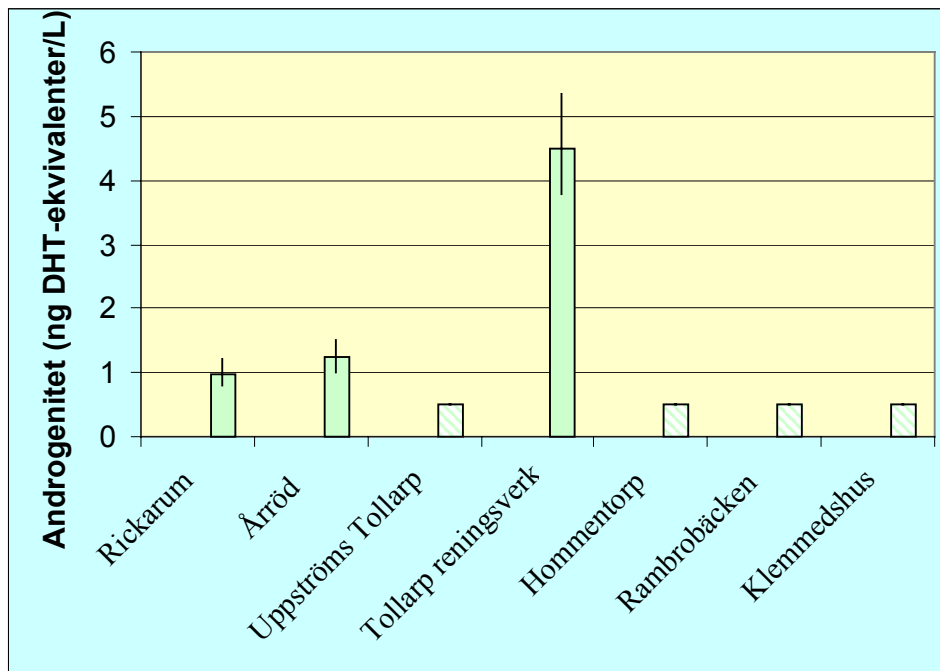


Fig. 5 Androgen effekt i extrakt av prov från olika platser i Vramsåns vattensystem. Medelvärden (n=3) och standardavvikelser. Streckade staplar avser androgenitet under detektionsgränsen för testmetoden, 0,5 ng/L.

Högsta androgena effekterna erhöles i de två längst uppströms belägna lokalerna. Nivåerna kring 1 ng DHT-ekvivalenter är ändå jämförelsevis låga. Dihydrotestosterons specifika androgena aktivitet är väsentligt lägre än östradiols östrogena aktivitet, vilket innebär t.ex. att den uppmätta androgena effekten i utgående avloppsvatten från reningsverket i Tollarp är mindre än den uppmätta östrogena effekten trots att numeriska värden i ng ekvivalenter/L var högre för androgenitet. Övriga vattenprovers androgenitet låg under gränsen för kvantifiering i testet. Kurvorna i Fig. 4 antyder dock låga androgena effekter även i flera av dessa prover.

Förhållandena i Vramsån med relativt låga vattenflöden, särskilt vissa delar av året, och liten utspädning av avloppsvatten från industrier och kommuner är inte unika för landet. I södra delarna av landet skulle flera liknande recipientförhållanden kunna förekomma.

5 Slutsatser

- Behandlat avloppsvatten från Tollarps reningsverk var såväl östrogen som androgen.
- Androgenitet och framförallt östrogenitet kunde påvisas i Vramsån.
- Östrogeniteten ökade huvudsakligen längs åns flöde vilket kan tyda på en uppbyggnad av halter av ämnen med östrogena effekter längs åns lopp.
- Rambrobäckens nivå av östrogenitet var så hög att, om effekten åstadkommit av östradiol eller etinylöstradiol, vitellogeninbildning hos hanfiskar eller ej könsmogen fisk skulle kunna förväntas.
- Androgeniteten avtog längs åns lopp, med högsta nivåer längst uppströms och låga, ej kvantifierbara längre ner.

6 Referenser

- Daxenberger, A., 2002. Pollutants with androgen-disrupting potency. *Eur. J. Lipid Sci. Technol.* 104, 124-130.
- Harries, J.E., Sheahan, D.A., Jobling, S., Matthiesson, P., Neall, P., Routledge, E., Rycroft, R., Sumpter, J.P., Tylor, T. 1996, A survey of estrogenic activity in United Kingdom inland water. *Environ. Toxicol. Chem.*, 15, 1993-2002.
- Harries, J.E., Sheahan, D.A., Jobling, S., Matthiesson, P., Neall, P., Routledge, E., Rycroft, R., Sumpter, J.P., Tylor, T. 1997, Estrogenic activity in five United Kingdom rivers detected by measurement of vitellogenesis in caged male trout. *Toxicol. Chem.*, 16, 534-542.
- Körner, W., Hanf, V., Schuller, W., Kempter, C., Metzger, J. Hagenmaier, H., 1999. Development of a sensitive E-screen assay for quantitative analysis of estrogenic activity in municipal sewage plant effluents. *Sci. Total Environ.*, 225, 33-48.
- Legler, J., Jonas, A., Lahr, J., Vethaak, A. D., Brouwer, A, Murk, A. J., 2002, Biological measurement of estrogenic activity in urine and bile conjugates with the in vitro ER-CALUX reporter gene assay. *Environ. Toxicol. Chem.*, 21, 473-479.

- Okkerman, P. C., Groshart, C. P., Pijnenburg, A. M. C. M. 2001. Chemical study on estrogens. National Institute for Coastal and Marine Management (RIKZ), Haag, Report 2001.028.
- Purdom, C. E., Hardiman, P. A., Bye, V. J., Eno, N. C., Tyler, C. R., Sumpter, J. P., 1994. Estrogenic effects of effluents from sewage treatment works. *Chem. Ecol.* 8, 275-285.
- Routledge, E., Sumpter, J.P., 1996. Estrogenic activity of surfactants and some of their degradation products assessed using a recombinant yeast screen. *Environ. Toxicol. Chem.*, 15, 241-248.
- Sohoni, P., Sumpter, J. 1998. Several environmental oestrogens are also anti-androgens. *J. Endocrinol.* 158, 327-339.
- Sumpter, J.P., 1995, Feminized responses in fish to environmental estrogens. *Toxicol. Lett.*, 82, 737-742.
- Sumpter, J.P., Jobling, S., Tyler, C.R. 1996, Oestrogenic substances in the aquatic environment and their potential impact on animals, particularly fish. I "E.W. Taylor, Utg., *Toxicology of Aquatic Pollution: Physiological, Molecular and Cellular Approaches*". Cambridge University Press, Cambridge, pp. 205-224.
- Svenson, A., Allard, A-S., Gunnarsson, M. 2002b, Hormonstörande effekter av skogsindustriella avloppsvatten *in vitro*-test. Undersökningar av förekomst, ursprung och något om förhållandet till effekter *in vivo*. IVL rapport B 1484.
- Svenson, A., Allard, A-S., Viktor, T., Örn, S., Parkkonen, J., Förlin, L., Norrgren, L., 2000, Östrogena effekter av kommunala och industriella avloppsvatten i Sverige. IVL rapport B 1352.
- Svenson, A., Allard, A-S., Viktor, T., Örn, S., Parkkonen, J., Olsson, P-E., Förlin, L., Norrgren, L., 2002a, Estrogenicity of domestic and industrial effluents in Sweden. *Aquat. Ecosyst. Manage. Health*, accepterad för publicering.
- Vethaak, A. D., Rijs, G. B. J., Schrap, S. M., Ruiten, H., Gerritsen, A. Lahr, J. 2002. Estrogens and xeno-estrogens in the aquatic environment of the Netherlands. Occurrence, potency and biological effects. National Institute for Inland Water Management (RIZA), Lelystad och National Institute for Coastal and Marine Management (RIKZ), Haag, Report 2002.001.

IVL Svenska Miljöinstitutet AB

IVL är ett oberoende och fristående forskningsinstitut som ägs av staten och näringslivet. Vi erbjuder en helhetssyn, objektivitet och tvärvetenskap för sammansatta miljöfrågor och är en trovärdig partner i miljöarbetet.

IVLs mål är att ta fram vetenskapligt baserade beslutsunderlag åt näringsliv och myndigheter i deras arbetet för ett bärkraftigt samhälle.

IVLs affärsidé är att genom forskning och uppdrag snabbt förse samhället med ny kunskap i arbetet för en bättre miljö.

Forskning- och utvecklingsprojekt publiceras i

IVL Rapport: IVLs publikationsserie (B-serie)
IVL Nyheter: Nyheter om pågående projekt på den nationella och internationella marknaden
IVL Fakta: Referat av forskningsrapporter och projekt
IVLs hemsida: www.ivl.se

Forskning och utveckling som publiceras utanför IVLs publikationsservice registreras i IVLs A-serie. Resultat redovisas även vid seminarier, föreläsningar och konferenser.



IVL Svenska Miljöinstitutet AB

IVL Swedish Environmental Research Institute Ltd

P.O.Box 210 60, SE-100 31 Stockholm
Hälsingegatan 43, Stockholm
Tel: +46 8 598 563 00
Fax: +46 8 598 563 90

P.O.Box 470 86, SE-402 58 Göteborg
Dagjämningsgatan 1, Göteborg
Tel: +46 31 725 62 00
Fax: +46 31 725 62 90

Aneboda, SE-360 30 Lammhult
Aneboda, Lammhult
Tel: +46 472 26 77 80
Fax: +46 472 26 77 90

www.ivl.se