



LAGMANSGYMNASIET
VARA KOMMUN

Östrogenundersökningar i Nossan och Afsån



AV

Johanna Almquist, Carl Andersson, Anna Brorsson, Anna Engesvik,
Johanna Hallersbo, Helena Maltinger, Kate Nyman, Kristin Skaar,
Frida Tobiasson, Amelie Westfeldt, John Åkesson

En rapport i kursen miljökunskap 100p
klass NV3

Läsåret 07/08
Handledare Rutger Staaf

Sammanfattning

Östrogenhalten undersöktes i avloppsvatten och från vatten nedströms från fyra reningsverk. Vattenproverna undersöktes på Eurofins laboratorium i Lidköping. Något konstgjort östrogen hittades inte. Naturligt östrogen som även det påverkar könsbildningen fanns i mätbara mängder. Det är svårt att besvara frågan om mängderna var så pass stora att vidare åtgärder är nödvändiga att utföra. Undersökningen gjordes möjlig genom bidrag från myndigheter och organisationer.

Innehållsförteckning

Sammanfattning	2
Innehållsförteckning	3
1.1 Projekt i miljökunskapen på Lagmansgymnasiet	4
1.2 Problem med östrogen, Bakgrund	4
1.3 Syfte och frågeställningar	4
2. Andra undersökningar av östrogenhalter och dess påverkan	5
2.1.1 Undersökningar på fiskar	5
2.1.2 Undersökningar/påverkan på groddjur	5
2.1.3 Undersökningar på olika vattenreningsverk och avloppsreningsverk	5
2.1.4 Beskrivning av Östrogen	6
2.1.5 Nedbrytning av östrogen	6
2.2 Nossan och Afsån	6
2.2.1 Nossan	6
2.2.2 Afsån	7
3. Avloppsreningsverk	8
3.1.1 Principer för ett reningsverk	8
3.1.2 Grästorps reningsverk	8
3.1.3 Nossebro reningsverk	9
3.1.4 Herrljunga reningsverk	9
3.1.5 Vara reningsverk	9
4. Metod	10
4.1 Provinsamling	10
4.2 Analys på Eurofins	10
5. Resultat av östrogenmätningar	12
6. Diskussion	13
7. Slutsats	13
8. Försiktighetsprincipen och reningsverk	14
9. Sponsorer	14
Referenslista	14

Bilaga 1 Strukturformler hos olika former av Östrogen

Bilaga 2 Ex på grafiska toppar vilket ger värden på östrogen

Inledning

1.1 Projekt i miljökunskapen på Lagmansgymnasiet

I miljökunskapen på Lagmansgymnasiet har det blivit en tradition att undersöka åar i Västra Götaland. De första åren genomfördes noggranna undersökningar av Nossan när det gäller näringsämnen, metallhalter, pH-värde och så vidare. Tredje året genomfördes ett jämförande studium av sex åars färgvariationer samt erosionsstudier på Lidan.

Årets projekt handlar om östrogenpåverkan och östrogenundersökningar i två år. Under läsåret fick två elever en utmärkelse för sitt projekt om hur könsbildningen hos paddor påverkas av östrogen. Detta inspirerade till fortsatta undersökningar kring östrogen i våra närliggande vattendrag. Ingen annan myndighet eller vattenvårdsförbund har haft planer på att undersöka östrogenhalten i Nossan.

1.2 Problem med östrogen, Bakgrund

Undersökningar har visat att p-pillerrester i sjöar och vattendrag kan utrota fiskarter, framförallt de med kort livslängd. Detta har bland annat visats i en kanadensisk studie utförd i en konstgjord testsjö. Djuren blev tvåkönade eller sterila vilket gjorde att de utrotades. Dess predatorer blev på så sätt indirekt påverkade av östrogenrester. Även groddjur har drabbats med en feminisering på grund av östrogen. Fiskar drabbas värre (av lägre halter) än groddjur då de hela tiden befinner sig i vattnet.

Östrogenrester i utsläppsvattnet kan renas med hjälp av något ombyggda bassänger i reningsverk samt att vattnets omloppstid förlängs i luftningsbassängerna där den biologiska nedbrytningen sker. Den biologiska reningen i reningsverk spelar största rollen vid nedbrytning av östrogen.

1.3 Syfte och frågeställningar

Kommer det skadliga mängder östrogen ut från närliggande reningsverk i Vara, Nossebro, Herrljunga och Grästorp?

Att ta reda på om det finns mycket östrogen eller inte i utsläppen och hur mängderna är i vattendragen.

Informera om resultatet till berörda organisationer och myndigheter.

2. Andra undersökningar av östrogenhalter och dess påverkan

2.1.1 Undersökningar på fiskar

Fiskar har visats vara känsliga för östrogener. En längre tids studium gjordes på fiskarter i Kanada under ledning av Karen Kidd. Under sju år hölls halter på > 1 ng/L i en konstgjord sjö i Lakes Area i nordvästra Ontario. Undersökningen visade att så små koncentrationer som 5-6 ng/L av etinylestradiol ledde till feminisering av hanar av arten amerikansk elritsa (*Pimephales promelas*) och därmed försvann 99% av dessa små kortlivade fiskar, vilka lever 1-4 år, redan efter 1 år. Efter två år minskade även antalet av de större fiskarna vilka livnärde sig på de mindre fiskarna. Det finns fiskarter som är ännu känsligare men de finns inte i Nossan men de allra mest känsliga är fiskyngel. Det positiva var att när etinylestradiol försvann återhämtade sig fiskarna och ökade i antal. Ekosystemet återhämtade sig.

2.1.2 Undersökningar/påverkan på groddjur

Cecilia Berg och Irina Petterson vid Uppsala universitet har i en rapport visat att groddjur är känsliga för östrogen. De har testat två olika arter av grodor, vanlig groda (*Rana temporaria*) och en liten tropisk grodort (*Xenopus tropicalis*). De visade att östrogenet orsakar könsbyte på groddjur redan vid mycket små mängder som 18 ng/L.

På Lagmansgymnasiet genomfördes 2007 studier av östrogenpåverkan på vanlig padda (*Bufo bufo*). Resultaten visade, att då det fanns rester av p-piller i vattnet påverkades könsbildningen hos paddorna, fler honor än hanar utvecklades. Då det fanns extra mycket p-pillerrester i vattnet blev det endast honor och dessa blev också större.

2.1.3 Undersökningar på olika vattenreningsverk och avloppsreningsverk

Undersökningar år 2005 i tre vattenverk i Stockholm har visat att etinylestradiol finns i låga halter i renat dricksvatten 0,4 ng/L.

Etinylestradiol hittades 1999 i utloppsvatten från reningsverk i halter på 4,5 ng/L. Detta resulterade i östrogeninducerande effekter hos regnbågslax nedströms.

De högsta halter man hittat är 1780 ng/L. Det är vanligast att halterna varierar mellan 1 och 10 ng/L enligt uppgifter från Läkemedelsverket.

Koncentrationer upp till 2,4 ng/L har även upptäckts i grund-och dricksvatten i Tyskland.

Konstgjort östrogen har hittats i ett flertal sjöar och vattendrag i Europa med koncentrationer på 15 ng/L. I Venedig, Italien har man funnit konstgjort östrogen i koncentrationer upp till 125 ng/L, i Kanada 44 ng/L och i USA 273 ng/L.

2.1.4 Beskrivning av Östrogen

Fyra former av östrogen undersöktes:

17 α -etinylestradiol (P-pilleröstrogen)

17 β -estradiol (naturligt östrogen)

Estron och estriol (nedbrytningsprodukter av naturligt östrogen).

För strukturformler se bilaga 1.

Styrkan i påverkan av dessa fyra varierar på följande sätt enligt Lotta Salste.

Estradiolets påverkan är en halv till en tredjedel så stor som etinylestradiol.

Estronets påverkan är ca en tiondel av etinylestradiol.

Estriols påverkan är mycket svag ca 1/300 av påverkan från etinylestradiol.

2.1.5 Nedbrytning av östrogen

Nedbrytningstiden för etinylestradiol är betydligt längre än för estradiol, mellan 10-30 dagar beroende på förhållandena. Förhållandena i vattnet påverkar mycket. Är vattnet klart, temperaturen hög och om solen lyser på vattnet påskyndas nedbrytningen. Estradiol bryts ned på några dagar till bl a estron och estriol. Nedbrytningen av östrogener i avloppsreningsverk är beroende av uppehållstiden för vattnet i reningsverket, speciellt uppehållstiden för vattnet i bassängerna med de biologiska nedbrytningsstegen enligt Maria Pettersson.

2.2 Nossan och Afsån

2.2.1 Nossan



Fig 1. Vy av Nossan utanför Nossebro kommuns reningsverk.

Nossan är en 100 km lång å med brunfärgat vatten som flyter norrut och mynnar ut i Vänern. En å som har 24 olika fiskarter. Den arten med kortast livscykel och därmed troligen mest känslig för östrogenpåverkan är gärs. Denna fisk har en livscykel på max sex år.

Längs Nossan finns det flera samhällen som Annelund, Herrljunga, Nossebro och Grästorp. Dessa samhällen har olika typer av reningsverk vars vatten rinner ut i Nossan.

Vattenhastigheten har mätts i Nossan vid Nossebro på en sträcka av 1,5 km. Tiden för ytvattnet på denna sträcka var 64 min. Detta ger en hastighet på 1,4 km/h. Men totalhastigheten för vattnet är något mindre än ythastigheten därför används ett ca-värde på 1 km/h.

Med denna hastighet tar det upp till 20 timmar för vattnet att rinna från Nossebro till Grästorp och vidare knappt 4 timmar till Vänern. Det tar knappt 40 timmar för vattnet att rinna mellan Herrljunga och Nossebro. Dessa tider visar exempelvis att östrogenutsläpp i Nossebro skulle kunna spåras vid Grästorp och östrogen från Herrljunga skulle kunna upptäckas vid Nossebro.

2.2.2 Afsån

Afsån är en betydligt mindre å som mynnar ut i Lidan och vattnet från Vara kommuns avloppsreningsverk mynnar ut i Afsån. En å som mycket påverkad av det jordbrukslandskap den rinner igenom. Vid provtagningsstillfället var vattenföringen betydligt högre än vad som visas på bild.



Fig 2. Vy av Afsån nedströms Vara kommuns reningsverk

3. Avloppsreningsverk



Fig 3 Luftningsbassäng, Vara avloppsreningsverk

3.1.1 Principer för ett reningsverk

1. Mekanisk rening: större föremål som följer med avloppet silas bort.
2. Kemisk rening: fosfatborttagning, har införts på många reningsverk under senare tid i början av processen och inte bara i slutet.
3. Biologisk rening: mikroorganismer arbetar med god tillgång på syre för att bryta ned organiska ämnen så att de inte går vidare till sjön eller havet. Materialet omvandlas till enkla växtnäringsämnen, koldioxid och vatten. Denna biologiska rening är den viktigaste processen i hela reningsverket.
4. Kemisk rening: tillsättning av fällningskemikalier för att i första hand få bort fosfat från avloppsvattnet.
5. Nitratreduktion: kan bestå av att vattnet sakta får rinna genom en våtmark där denitrifikationsbakterier omvandlar nitrat till kvävgas eller speciella bassänger.

Efter att ha försökt jämföra dessa olika reningsverk blir slutsatsen att alla avloppsreningsverk är olika sinsemellan.

3.1.2 Grästorps reningsverk

Ett traditionellt avloppsreningsverk med bassänger där ”aktiv slamanläggning” finns, vilket betyder att slam återförs till den biologiska nedbrytningsdelen för att öka förutsättningarna för

mikroorganismerna att bryta ned. Detta har utökats med ett kväverensningssteg där denitrifiering lagts som första steg för utnyttjande av det orenade vattnet som kolkälla. Luftningsbassängen har en volym på ca 600 m³ men där finns också en återcirkulation av vattnet vilket gör att tiden för vattnet i biologisk nedbrytning förlängs. Vattnet leds efter anläggning med bassängerna genom den gamla biodammen som en "efterpolering" där ytterligare processer av våtmarkstyp sker.

Storleken är sammanlagt 1501 m³, flödet genom verket var år 2007, 63 m³/h vilket ger en medeluppehållstid på ca 24 timmar. Biodammen för "efterpolering" har en volym av ca 9000 m³ vilket ger en uppehållstid på ca 143 timmar.

3.1.3 Nossebro reningsverk

Ett reningsverk som skiljer sig från det traditionella reningsverket. Allt finns under tak. Det finns endast två stycken anläggningar av detta slag i Sverige.

Först är det snurrsilar med mekanisk rening. Sedan förs vattnet in i två biorotatorer för den biologiska nedbrytningen. Här finns det ett antal roterande skivor som ibland är i vattnet och ibland ovanför. Genom dessa skivor blir det en extra stor yta som fungerar som fäste för mikroorganismerna. Därefter sker en biosedimentation i spolvattenbassänger. Den kemiska reningen sker i fyra stycken sandfilter och slutligen ytterligare ett sandfilter innan vattnet släpps ut.

Den totala bassängstorleken är ca 1000 m och flödet är ca 1000m /dygn. Uppehållstiden för vattnet i reningsverket är ca 6 timmar.

3.1.4 Herrljunga reningsverk

I Herrljunga är bassängerna som i flera andra fall förlagda under tak. Det finns två sedimentationsbassänger på 500 m³ och 800 m³. En luftningsbassäng med biologisk nedbrytning vilken är på 800 m³ Det finns tre bassänger på vardera 500 m³ av vilka en hör till slutsedimenteringen i slutsteget. Ett sandfång på 50 m³ i den mekaniska reningen finns också. Flödet är 1200-1300 m³/dygn i Herrljunga reningsverk. Uppehållstiden är ca 2,5 dygn.

3.1.5 Vara reningsverk

Vara reningsverk är ett traditionellt reningsverk med bassänger utomhus.

Spaltbredden i den mekaniska reningen ligger på 2 mm. Avrensat material som plastartiklar tvättas innan det går till förbränning.

Ett steg med kemisk rening finns i början och slutet av processen för att reducera fosfat med hjälp av aluminiumsulfat genom flockning och fällning vilket sedan sedimenterar i tre stycken sedimenteringsbassänger.

Den biologiska reningen bygger på aktiv slamhantering vilket innebär att slam pumpas från sedimentationsbassängerna till luftningsbassängen. Luftning sker för att optimera mängden mikroorganismer vilka bryter ned organiska rester och toapapper.

Det finns inget krav att reducera kväveföreningarna men via den biologiska reningen reduceras kväveföreningarna med 30 – 45 %. Kväveföreningarna övergår till luftkväve.

Slammet som samlas upp från den biologiska och kemiska reningen rötar i en rötchammare och sedan avvattnas denna genom en centrifug till en TS (torrsubstans) på 25 % vilket kan användas till jordförbättringsprodukter. Metallhalterna i slammet håller sig under naturvårdsverkets gränsvärden.

Flödet är ca 4400 m³/dygn, total volym bassänger är 2657 m³. Uppehållstiden för vattnet i reningsverket är ca 15 timmar. Luftningsbassängen är på ca 500 m³.

4. Metod

4.1 Provinsamling

Efter insamlandet av vattenprov, sammanlagt 10 st utfördes mätningarna på Eurofins laboratorium i Lidköping. Vattenprover togs på utgående vatten från reningsverk och 20 m nedströms. Vid Grästorps togs två extra prov, ett efter deras biodamm och ett i Nossan innan utloppet i Väneren.

4.2 Analys på Eurofins



Fig 4 Kromatografen är den höga delen längre bort. Masspektrometern är den avlånga delen.

Blandstandard och märkning: Först gjordes en blandstandard av östrogen både naturligt och konstgjort. Vattenproverna togs upp och namnen fördes in i ett protokoll där även lösningar som användes vid upparbetningen bokfördes.

Filtrering: Vattnet filtrerades i ett glasfiberfilter där det renas från partiklar. 500 ml av det filtrerade vattnet mättes upp och hälldes i nya flaskor. I filterna samlades smuts och slampartiklar, vissa av dessa kan binda östrogen men detta filtrerades bort. Det är bara östrogenhalten i vattnet som undersöktes. En internstandard tillsattes, ett etinylestradiol som satt ihop med en kol-13. Sedan tillsattes en standard med etinylestradiol, estradiol, estron och estriol i sex olika koncentrationsnivåer i dricksvatten, vilket användes som standardkurva för kvantifiering.

En kolonn för uppsamling av ämnen: En fast faskolonn aktiverades genom sköljning med etylacetat, metanol och destillerat vatten. Vattnet suges genom kolonnen där alla ämnen som inte är i jonform fastnar. Kolonnen består av tusentals små kulor vilket gör att ytan blir stor och en mängd olika ämnen förutom östrogen fastnar. Exempelvis fastnar läkemedelsrester av olika slag.

Torkning: Kolonnen torkades och eluerades (sköljdes) ut med metanol och etylacetat. Torkades med kvävgas, blåsningen/torkningen tog ca en timma. Återstoden löstes upp med vatten och 5 % acetonitril och skakades i 20 sekunder vardera och överfördes i vialerna (småflaskor). Inga luftbubblor fick finnas i vialerna när locket lades på.

Kromatograf och masspektrometer: Proven lades i analysordning i datorn. Först kördes standarderna och sedan proven. Maskinen suger upp 15 µl ur vialerna. Först är det en kromatograf som separerar de aktuella ämnena bland de hundratals olika substanser som kunde vara med provet. Sedan fördes östrogenerna in i en masspektrofotometer som mäter massan av dessa ämnen i gasform. Östrogenerna förgasades och förseddes med en elektron var. Därefter skedde en viss sönderslagning och därefter mättes massan av dessa stora fragment. På detta sätt detekterades det om det fanns några hormoner i vattnet och mängden av dessa. Denna process tog hela eftermiddagen och halva natten och under nästa vecka bearbetades värdena i ett datorprogram.

5. Resultat av östrogenmätningar

Värden anges i ng/L (nanogram/Liter)

Plats	Etinylestradiol	Estradiol	Estron	Estriol	Etinylestradiol Ekvivalenter Ca värden
Herrljunga reningsverk	< 0,1	3,2	24,2	<1	3,7
Herrljunga 20 m efter reningsverk	< 0,1	<0,1	0,5	<1	0,05
Nossebro reningsverk	< 0,1	4,2	41,2	5,1	5,8
Nossebro 20 m efter reningsverk	<0,1	<0,1	0,7	<1	0,07
Grästorps reningsverk	<0,1	0,3	3,9	<1	0,5
Grästorps efter damm	<0,1	0,4	7,2	<1	0,8
Grästorps 20 m efter reningsverk	<0,1	<0,1	1,0	<1	0,1
Grästorps Salstad	<0,1	<0,1	0,6	<1	0,06
Vara reningsverk	<0,1	1,5	56,9	5,4	6,3
Vara 20 m efter reningsverk	<0,1	<1	0,7	<1	0,07

6. Diskussion

Tidigare undersökningar har visat att östrogenhalter varierar mycket men att de i regel är större i stora städer och utomlands på grund av större befolkningskoncentrationer och sämre utspädning.

Inte på någon plats upptäcktes mätbara koncentrationer av etinylestradiol (P-piller östrogen) vilket var ett mycket positivt resultat. Det fanns endast spår efter detta men det var svårt att kvantifiera. Det är denna form av östrogen som har störst påverkan när det gäller könsbildningen hos fiskar och groddjur och därmed också utrotningen av vissa kortlivade arter.

Högst halter av estradiol (naturligt östrogen) upptäcktes i Herrljunga och Nossebro reningsverk.

Högst halter av estron (nedbrytningsprodukt) upptäcktes i utsläppsvattnet i Vara och Nossbro reningsverk men denna nedbrytningsprodukt påverkar inte lika mycket som etinylestradiol. I utsläppsvattnet är det något höga nivåer men utspädningen i Nossan är effektiv. Samma sak var det i Vara och Afsån trots en mycket mindre vattenföring i Afsån vilket var förvånade. Det är kanske beroende på relativt högt vattenflöde.

Omräknat till etinylestradiol ekvivalenter var utsläppen högst i Nossebro och Vara. Motsvarande var lägst i Grästorps, orsaken kan bero på en återcirkulation av vattnet i den biologiska reningsprocessen. Mätningen efter dammen vid reningsverket gav en halt i samma storleksordning. Därför bör mätningarna avspegla verkligheten och inte bara vara tillfälligt låga värden.

Naturligt östrogen och dess nedbrytningsprodukter fanns alltså i varierande mängder i vatten från avloppsreningsverk. Dessa ämnen kan lokalt ha en viss påverkan.

I Nossan, efter utsläpp vattnet från reningsverket i Grästorp, var det högst halter av estron. Det minskade sedan med 40 % ut mot Vänern. Estron från Nossebro kan också ha bidragit till dessa halter.

Påverkan av estradiol och estron skulle kunna förekomma mycket lokalt.

Det är tveksamt om påverkan på ryggradslösa djur har någon betydelse. Små kräftdjur som daphnior förökar sig under sommarhalvåret genom partenogenes, jungfrufödelse.

7. Slutsats

Naturligt östrogen fanns i varierande mängder. Möjligtvis kan detta bidra till en lokal påverkan.

Halten av estron i Nossan var högst efter Grästorp, troligtvis beroende på tillskott från Nossebro.

Enligt beräkningen av etinylestradiol ekvivalenter var Grästorps reningsverk effektivast med att bryta ner olika former av östrogen.

Inga farliga halter av etinylestradiol (P-piller östrogen) upptäcktes.

8. Försiktighetsprincipen och reningsverk

Vid ombyggnad av reningsverk rekommenderar vi att det sker på så sätt att tiden för avloppsvattnet i de biologiska reningsstegen förlängs. Detta gör att östrogener men även andra läkemedelsrester bryts ned effektivare. På lång sikt bör detta minska eventuell belastning på vattenekosystem.

9. Sponsorer

Detta arbete har möjliggjorts av generösa bidrag från följande organisationer och myndigheter och ett stort tack riktas därför till dessa: Sparbanksstiftelsen i Skaraborg 10 000 kr, Vattenmyndigheten i Göteborg 6000 kr, Unga Forskare 2000 kr, Grästorps kommun 3000 kr och Vara kommun 2000 kr.

Referenslista

Kidd Karen, Collapse of a fish population after exposure to a synthetic estrogen.
<http://www.pnas.org/cgi/reprint/104/21/8897.pdf>

Petterson Irina, Cecilia Berg, Environmental Toxicology and Chemistry, Volume 26, Issue 5 (May 2007)

Petterson Maria, pressmeddelande StockholmsUniversitet.
<http://www.su.se/pub/jsp/polopoly.jsp?d=426&a=12797>

Salste Lotta, Ansvarig för mätningarna på Eurofins laboratorium i Lidköping samt expert på östrogenforskning.

Screening av läkemedel i Skåne, Länsstyrelsen Skåne
[http://www.ystad.se/ystadweb.nsf/wwwpages/E1E7794E98B314D9C1257249004920FB/\\$File/rpt%20screening%202005.pdf](http://www.ystad.se/ystadweb.nsf/wwwpages/E1E7794E98B314D9C1257249004920FB/$File/rpt%20screening%202005.pdf)

Svensson et Al, Östrogena effekter av kommunala och industriella avloppsvatten i Sverige, IVL rapport, Stockholm 2000

Tidningsartiklar

P-pillerrester i sjöar kan utrota fiskarter.
http://www.svd.se/nyheter/inrikes/artikel_882721.svd

Utsläpp får grodor att byta kön. <http://www.fof.se/?id=074aPress>

Reningsverk

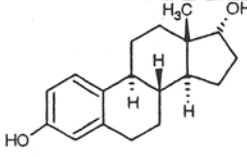
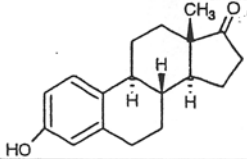
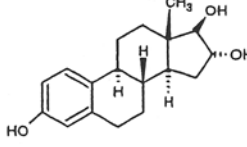
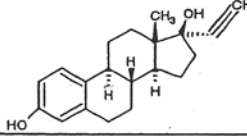
Grästorps reningsverk, Leif Kraft

Herrljunga reningsverk, Roland Larsson

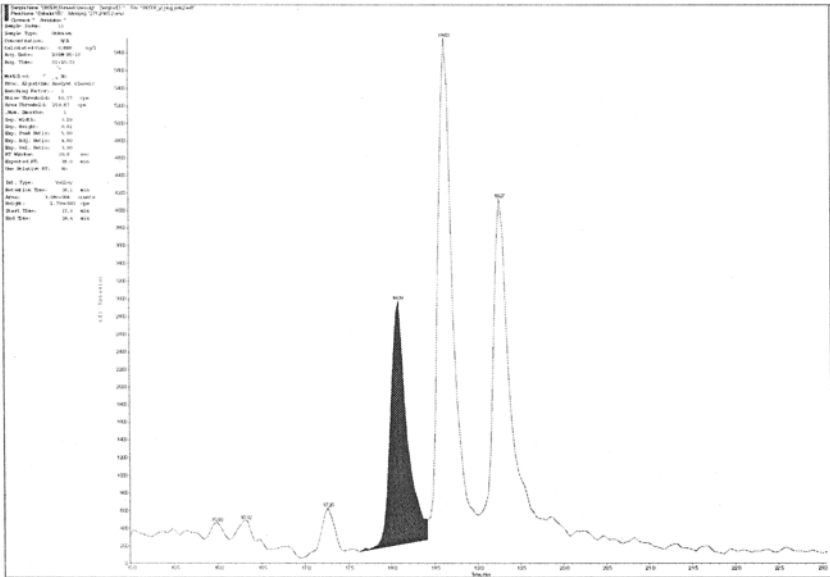
Nossebro reningsverk, Tomas Hugosson

Vara reningsverk Stefan Tobiasson

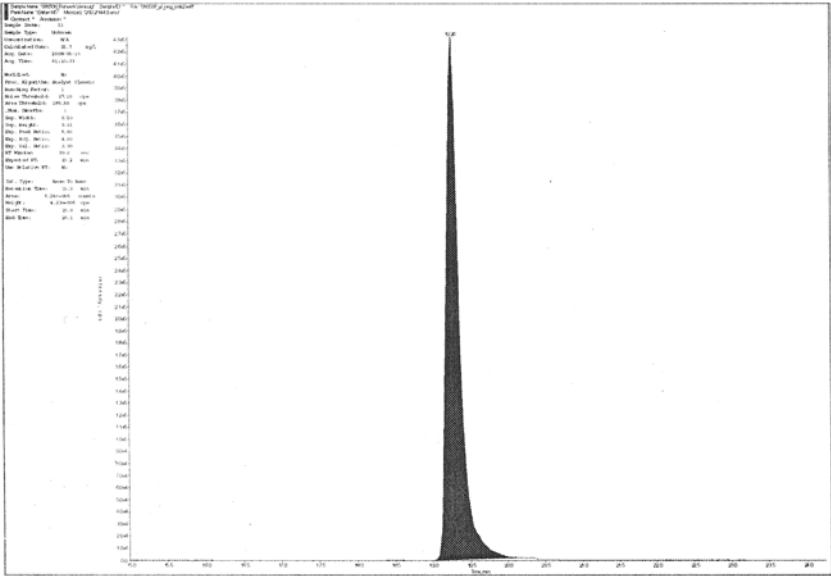
Bilaga 1 Strukturformler hos olika former av Östrogen

Pharmaceutical	Structure	Names (IUPAC, trivial names, trade names)
A 17 β -estradiol, C ₁₈ H ₂₄ O ₂		1,3,5-Estratriene-3,17 β -diol 17 β -Estradiol 3,17 β -Dihydroxy-1,3,5(10)-estratriene Dihydrofolliculin
B Estrone, C ₁₈ H ₂₂ O ₂		1,3,5(10)-Estratrien-3-ol-17-one 3-Hydroxy-1,3,5(10)-estratrien-17-one Folliculin
C Estriol, C ₁₈ H ₂₄ O ₃		1,3,5(10)-Estratriene-3,16 α ,17 β -triol 16 α -Hydroxyestradiol 3,16 α ,17 β -Trihydroxy-1,3,5(10)-estratriene
D 17 α -ethynylestradiol, C ₂₀ H ₂₄ O ₂		17 α -Ethynyl-1,3,5(10)-estratriene-3,17 β -diol 19-Nor-1,3,5(10),17 α -pregnatrien-20-yne-3,17-diol

Bilaga 2 Ex på grafiska toppar vilket ger värden på östrogen



Kromatogram för estradiol i Vara reningsverk



Kromatogram för estron i Vara reningsverk