

## Råvattenkampanj 2019



Foto: Olle Dahlberg tar prov i Lärjeån 2014. Fotograf mgjertz.

## FÖRORD

Undersökningen har finansierats av deltagande parter. Analyserna genomfördes av Synlab med Raymond Koliana som kontaktperson. För att underlätta tolkningen har en enkel rapport sammanställts av Olof Bergstedt, Kretslopp och vatten, Göteborgs Stad. Deltagande parter samt Göta älvs vattenvårdsförbunds Program- och utvärderingsgrupp har getts möjlighet att granska.

Eftersom det är lämpligt att se det egna råvattnets halter i förhållande till motsvarande halter för andra provtagningspunkter har inte genomgång provtagningspunkt för provtagningspunkt tagits med i rapporten. Det är relativt lätt att söka fram för den egna råvattentäkten, se exempel för Rådasjön nedan:

- **PFOS:** Uppföljning av eventuell lokal påverkan strax uppströms Lilla Edet, nedströms Västra Nedsjön till och med Rådasjön samt uppströms Mjörns utlopp bör övervägas, men kan med fördel göras som del av ny råvattenkampanj som bör inkludera fler PFAS-ämnen.
- **Dioxin:** Även om halterna är låga rekommenderas uppföljning för Lidköping Läckö, Karlstad, Lärjeån, Västra Nedsjön och Rådasjön för att lokalisera eventuella källor lokala källor. Lokala källor kan vara deponier och förorenad mark/sediment från kloralkali-produktion, klorblekning av papper eller från träimpregnering.
- **Bekämpningsmedel:** De påvisade halterna är strax över rapporteringsgränserna och spridda över provtagningspunkterna så någon riktad uppföljning rekommenderas inte utöver funktionell råvattenkontroll och uppföljning i senare råvattenkampanj.
- **Metaller:** Kadmiumhalten i råvatten var bara 1% av gränsvärdet för dricksvatten så en eventuell föroreningspåverkan var i dricksvattensammanhang mycket liten och motiverar bara en närmare uppföljning med metallfri provtagning från Västra Nedsjön till råvattenintaget i Rådasjön om halterna ökar.
- **Hormonstörande ämnen:** Om det mycket låga gränsvärdet för beta-östadiol införs i dricksvattendirektivet behöver halterna i råvatten och dricksvatten följas upp med analysmetoder som når ner under gränsvärdet. Rekommendationen är att avvakta tills sådana kvalitetssäkrade sådana metoder blir mer allmänt tillgängliga.

Det är mycket att hålla koll på så det är möjligt att fel eller tveksamheter kommit med. Jag ber därför om ursäkt på förhand och är tacksam om ni meddelar mig på [olof.bergstedt@kretsloppochvatten.goteborg.se](mailto:olof.bergstedt@kretsloppochvatten.goteborg.se).

Olof Bergstedt

2020-02-10

## Innehåll

1. SAMMANFATTNING	4
2. INLEDNING	5
2.1 Bakgrund och syfte	5
2.2 Gränsvärden för dricksvatten	6
3. MATERIAL OCH METODER	7
4. RESULTAT	9
4.1 Resultatsammanställning	9
4.2 PAH	10
4.3 PFOS	11
4.4 Dioxin och dioxin-lika föroreningar	11
4.5 Bekämpningsmedel	13
4.6 Metaller	15
4.7 Hormonstörande ämnen	16
4.8 Bensen	16
5. REFERENSER	17

BILAGA 1 Ämnen och analysmetoder

BILAGA 2 Analysrapporter

BILAGA 3 Analysresultat sammanställning

## 1. Sammanfattning

För att öka kunskapen om miljögifter i vatten initierade Vänerns vattenvårdsförbund en mätkampanj år 2017, där prioriterade ämnen och särskilda förorenande ämnen samt bekämpningsmedel undersöktes i samverkan med Vätternvårdsförbundet och Göta älvs vattenvårdsförbund. Göta älvs vattenvårdsförbund initierade 2018 en utökning och uppföljning i samverkan med Vänerns vattenvårdsförbund. Under 2019 analyserades ett stort antal miljöföroreningar med metoder som i de flesta fall ger låga rapporteringsgränser. Vattnen som undersöktes var från Tärnan i Väner, Vargön vid Vänerns utlopp, råvatten från Göta älv samt råvatten från biflöden.

Undersökningarna av drygt 140 ämnen med i huvudsak låga rapporteringsgränser visade en god råvattenkvalitet med avseende på undersökta ämnen i råvattnen i förhållande till gränsvärden för färdigt dricksvatten. Ingen av provpunkterna i Råvattenkampanj 2019 hade för de analyserade parametrarna halter som var oroväckande med tanke på dricksvattenkonsumenternas hälsa. Samtidigt som resultaten visar råvattenkvalitet som är värd att vara rädd om, så indikerar de också i flera fall en eventuell lokal påverkan som bör följas upp över tid och vid behov spåras och i bästa fall åtgärdas. Uppföljningarna kan med fördel göras som en del av ytterligare råvattenkampanjer eftersom ett eller par stickprover bara ge en ögonblicksbild. Vid tolkningen av resultaten bör beaktas att analyser av mycket låga halter påverkas mer av hur provtagning, provhantering och hantering av mätosäkerhet.

De mest anmärkningsvärda resultaten som rapporterades 2017 var sexvärt krom i flera råvatten från Väner. Halterna angavs till 7-20 µg/l, vilket motsvarar 14-40% av gränsvärdet för krom i dricksvatten. Gränsvärdet är baserat på WHO:s bedömning av cancerriskerna med sexvärt krom, men anges som total kromhalt på grund av svårigheterna med analys av sexvärt krom. Kromhalterna 2019 var 0,01-0,5 µg/l och alltså en hundradel eller mindre än gränsvärdet för färdigt dricksvatten. Det är mycket osannolikt att sexvärt krom skulle utgöra en hälsorisk i de aktuella råvattnen.

De högsta halterna av PFOS påvisades i råvattnet till F7 Såtenäs 2017 respektive i Lärjeån 2019. Lokal påverkan bör följas upp tillsammans med analys av andra PFAS-ämnen och åtgärdas.

Polycykliska aromatiska kolväten, PAH, är den största kända gruppen av cancerogena ämnen och benzo(a)pyren, BaP, har det särklass lägsta gränsvärdet för dricksvatten. År 2017 påvisades BaP i 5 av 17 prover från Väner och Göta älv. Halten i Lilla Edet var högre än uppströms och nedströms. Det skulle kunna vara en ren tillfällighet eller en lokal påverkan som inte hunnit blandas ut fullt i älvens flöde. Lilla Edet ingick inte i undersökningen 2019, men att punkterna uppströms och nedströms inte gav någon detektion av PAH pekar på ett behov av att följa upp lokal påverkan i samband med eldningssäsong.

Resultaten redovisas i relation till Råvattenkampanj 2017, nuvarande och förväntade skärpningar av gränsvärden för dricksvatten. Jämförelser görs också i den del fall med gränsvärden för dricksvatten i USA och miljökvalitetsnormer för ytvatten. Det är möjligt att framtida gränsvärden för nyare PFAS-ämnen kommer att bli dimensionerande för vattenverk om halterna i råvattnen inte kan hålla mycket låga.

## 2. Inledning

### 2.1 Bakgrund och syfte

Vänern och Göta älv utgör råvattentäkt för dricksvattenproduktion till många människor och fungerar som recipienter för många verksamheter. Det är därmed viktigt att känna till kvaliteten på vattnet. Inom miljöövervakningen i Vänern undersöker Vänerns vattenvårdsförbund regelbundet miljögifter i fisk och sediment, men ej i vatten. För att öka kunskapen om miljögifter i vatten initierade därför förbundet en mätkampanj år 2017 där prioriterade ämnen och särskilda förorenande ämnen (som finns beskrivna i Europaparlamentets och rådets direktiv 2000/60/EG, det så kallade ramdirektivet för vatten samt i Havs- och vattenmyndighetens föreskrifter HVMFS 2013:19) samt bekämpningsmedel och dricksvattenparasiter skulle undersökas. Undersökningen skedde i vatten från Vänerns utsjöstationer, kommuners råvattenintag från Vänern, i Vänerns utlopp i Göta älv, i råvattenintagen för Lilla Edet och Göteborg samt vid Älvsborgsbron. I samband med kampanjen analyserade även Vätternvårdsförbundet två vattenprov från Vättern och ett från Motala Ström. Eftersom metod och syfte var de samma som för undersökningarna från Vänern och Göta Älv redovisas även dessa resultat i rapporten RÅVATTENKAMPANJ 2017 som finns tillgänglig bland annat på <http://www.gotaalvvvf.org>.

Samtliga halter av de sju vanliga metallerna kadmium, bly, nickel, kvicksilver, arsenik, koppar och krom motsvarade "tjänligt dricksvatten hos användaren" (SLVFS 2001:30) och bedömdes 2017 generellt som låga halter (Naturvårdsverkets bedömningsgrunder; Rapport 4913). Kopparhalten bedömdes dock som hög i råvattenintagen vid Åmål samt Lidköping (Lockörn) och kromhalten som hög vid Melleruds intag.

I varje vattenprov 2017 analyserades ungefär 142 ämnen. Utöver metaller påvisades 20 ämnen varav det var PFOS som uppmätts i samtliga vattenprov från Vänern, Göta Älv, Vättern och Motala Ström. Bensen uppmättes i fjorton, fluoranten i tretton, benso(b)fluoranten i sju, benso(ghi)perylen i sex och tre PAH:er i fem vattenprov. Resterande elva ämnen (diklormetan, Di-(2-etylhexyl)ftalat, naftalen, tributyltenn, 1234678 HpCDD, OCDD, glyfosat, 2,4-diklorfenoxisyra, BAM (2,6-diklorbensamid) och etofumesat) uppmättes i mellan ett och tre vattenprov. I rapportens tabeller redovisas anmärkningsvärt höga halter av sexvärt krom i prover från Vänern och även förhöjda halter i fler provtagningspunkter av det ämne som har det i särklass lägsta gränsvärdet för dricksvatten, PAH:n benso(a)pyren.

Undersökningen av ett stort antal miljöföroreningar med samma metoder, för de flesta lägre rapporteringsgräns än normalt, i 12 råvatten och 7 andra provtagningspunkter gav en god övergripande ögonblicksbild. Göta älvs vattenvårdsförbund initierade därför inför 2019 motsvarande undersökningar i andra vattentäkter i Göta älvs avrinningsområde. För att reda i avvikande resultat och ge en början till en tidsserie inkluderades, i samverkan med Vänerns vattenvårdsförbund, tre provtagningspunkter som även ingick undersökningen 2017.

De relativt dyra analyserna av de parasitära protozoerna *Cryptosporidium* och *Giardia* uteslöts 2019 eftersom enstaka stickprov på liten volym inte ger ytterligare underlag för åtgärder.

## 2.2 Gränsvärden för dricksvatten

De flesta dricksvatten dricksvattenkrav i världen är till stor del baserad på WHO's rekommendationer. För svensk del via EUs dricksvattendirektiv. Medlemsstaterna kan införa strängare gränsvärden än vad som anges i dricksvattendirektivet.

EU-kommissionen lämnade 2018-02-01 förslag till dricksvattendirektiv baserat bland annat på utlåtande från WHO. Förslaget behandlas fortfarande inom EU. I december 2019 kom Rådet och parlamentet överens om det nya dricksvattendirektivet. Det kommer bli stora förändringar jämfört med Kommissionens förslag. Eftersom det inte är helt klart görs här jämförelse mot kommissionens förslag. De föreslagna förändringar som har störst betydelse i det här sammanhanget avser hormonstörande ämnen, bly, krom, poly- och perfluorerade alkylsubstanser (PFAS)) och polycykliska aromatiska kolväten (PAH).

Hormonstörande ämnen föreslog WHO inte någon reglering av i dricksvattendirektivet eftersom akvatiskt liv är mycket mer känsliga för sådan påverka. Förslaget var precautionary benchmark values nära existerande eller möjliga framtida miljökrav för skydd av akvatiskt liv. Rekommendationen var inte att övervaka en full uppsättning av hormonstörande ämnen utan tre representativa:

- beta-estradiol: 0.001 µg/l
- nonylphenol: 0.3 µg/l
- bisphenol A: 0.01 µg/l

Trots att WHO indikerade att hälsorisk via dricksvatten är osannolika beslutade Kommissionen att inkludera parametrarna i förslaget enligt försiktighetsprincipen. Eftersom dessa ämnen inte normalt undersöks i råvatten eller dricksvatten är det svårt att förutsäga eventuella åtgärdsbehov

För bly och krom rekommenderade WHO att nuvarande 10 µg/l för bly och 50 µg/l for total krom skulle bibehållas. Samtidigt påpekade WHO att bly är en av ett fåtal ämnen som är kända för att orsaka hälsoeffekter via dricksvatten och att det pågår omvärdering av riskerna med sexvärt krom. Kommissionen föreslog halveringar av båda värdena, men att detta inte ska gälla förrän tio år efter det nya direktivet trätt i kraft. Övergångsperioden är sannolikt kopplad till att en del medlemsländer ser svårigheter att uppfylla hårdare krav.

Livsmedelsverket överväger tidigare sänkningar av gränsvärdet åtminstone för bly. Det är troligt att lägre gränsvärden kommer att ge fler otjänliga dricksvattenprover till följd av påverkan på färdigt dricksvatten från framförallt fastighetsinstallationer. Med de aktuella råvattnen har ändringarna mindre betydelse eftersom halterna är betydligt lägre och partikelbundna föroreningar normalt avskiljs väl i ytvattenberedning.

För PFAS-ämnen föreslogs införande av reglering av PFOS 0,4 µg/l och PFOA 4 µg/l. Med hänvisning till svensk forskning, den svenska åtgärdsgränsen och amerikansk reglering föreslog kommissionen reglering av de PFAS-ämnen som OECD definierat. Förslaget var 0,1 µg/l för individuella PFAS and 0,5 µg/l for PFAS totalt, analog med regleringen av bekämpningsmedel. Halten 0,5 µg/l är hög jämfört med den svenska åtgärdsgränsen på 90 ng/l. Livsmedelsverket förutspår med hänvisning till nya riskvärderingar betydligt striktare gränsvärden för ett antal PFAS-ämnen (Ankerberg pers. med. 2019-12-17). Eftersom en del av

PFAS-ämnen som ersatt PFOS i t ex brandskum är svårare att avskilja i dricksvattenberedningen så kan dessa komma bli dimensionerande för vattenverk om halterna i råvatten inte kan hållas mycket låga.

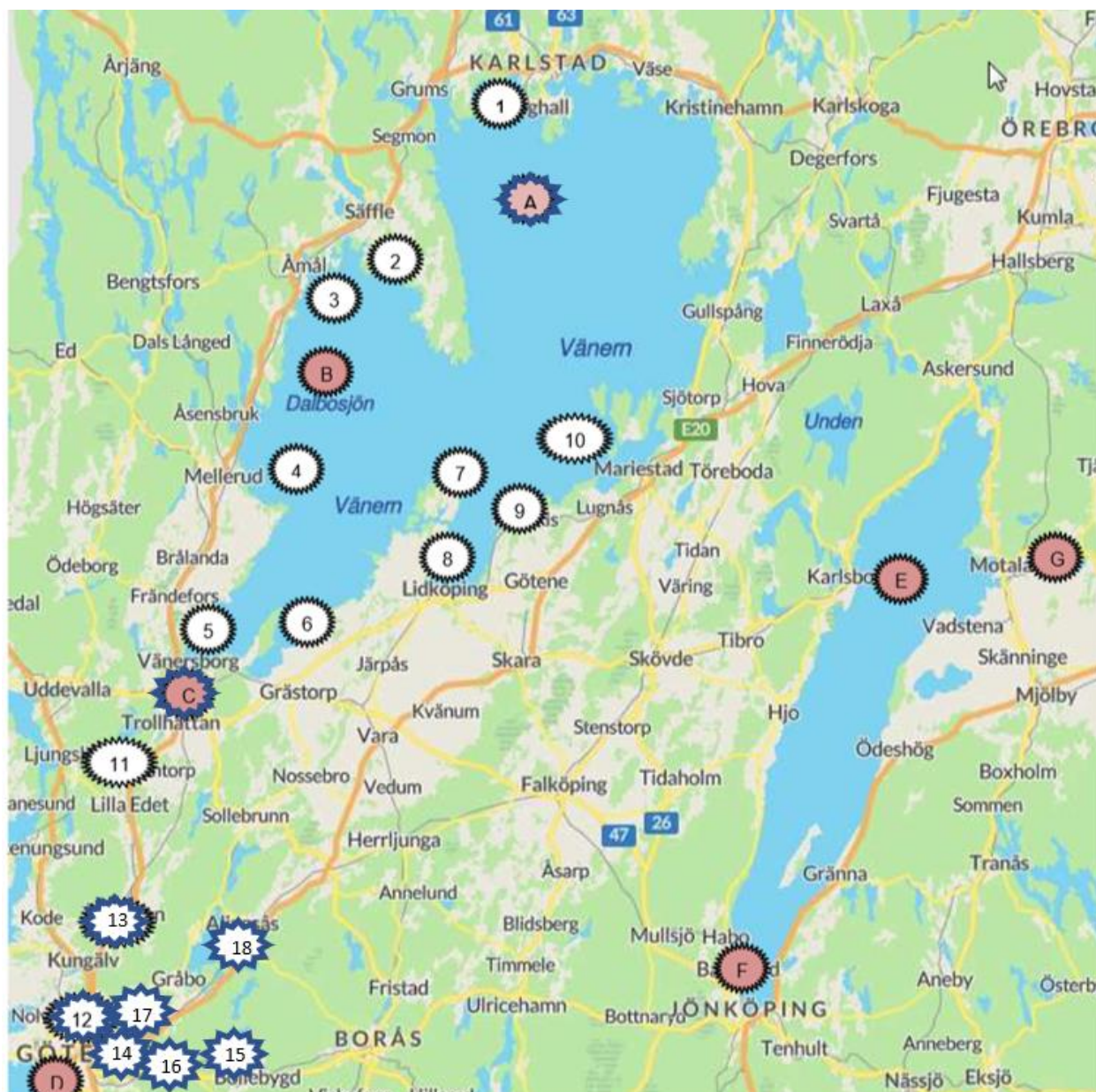
WHO rekommenderade att vissa ämnen skulle tas bort från dricksvattenregleringen eftersom de är ovanliga i dricksvatten och vanligtvis bara förekommer vid föroreningsincidenter:

- bensen
- cyanid
- 1,2 kloretan
- kvicksilver
- PAH

Detta mötte hård kritik från bland annat medlemsstater och kommissionens förslag var att behålla dem i dricksvattendirektivet.

### 3. Material och metoder

Provtagningspunkterna 2019 redovisas i figur 1 tillsammans med provtagningspunkterna 2017. Koordinater eller högre upplösning för råvattenuttag har bedömts som olämpligt att redovisa.



Figur 1. Provpunkter för vattenprov som togs i Vänern, Göta Älv, Vättern och Motala Ström i samband med "Mätkampanj dricksvattenämnen 2017" år 2017. Röd cirkel med bokstäver anger prov som tagits i recipienten (A. Tärnan, B. Megrundet, C. Vargön, D. Älvsborgsbron, E. Jungfrun, F. Edskvarna och G. Motala Ström). Vita cirklar med siffror anger råvattenintag (1. Karlstad, 2. Säffle, 3. Åmål, 4. Mellerud, 5. Vänersborg, 6. Sätenäs, 7. Lidköping (Läckö). 8. Lidköping (Lockörn). 9. Götene, 10. Mariestad, 11. Lilla Edet och 12. Göteborg (Lärjeholm).

Provpunkterna 2019 har blå markering. A.Tärnan, C. Vargön och 12. Göteborg provtogs både 2017 och 2019. Ytterligare råvatten 2019 var 13. Dösebacka, 14. Stora Delsjön, 15. Västra Nedsjön, 16. Rådasjön, 17. Lärjeån, 18.Mjörn

Analysmetoderna framgår av rapporterna i bilaga 1.



## 4. Resultat

### 4.1 Resultatsammanställning

Påvisade ämnen och ämnesgrupper i Råvattenkampanj 2019 redovisas i tabell 1 i förhållande till 2017 och gränsvärden eller motsvarande för dricksvatten.

Tabell 1. Påvisade ämnen och ämnesgrupper i Råvattenkampanj 2019, i förhållande till 2017 och gränsvärden eller motsvarande för dricksvatten. Högsta halt har rödmarkerats.

	Bensen	Cd	Pb	Hg	Ni	Benso(a) pyren	Benso(b) fluoranten	TBT	PFOS	Dioxiner WHO-05
Enhet	µg/l	µg/l	µg/l	ng/l	µg/l	ng/l	ng/l	ng/l	ng/l	ng/l
SLV EPA	1	5	10	1000	20	10	100		90 <sup>1</sup>	0,03 <sup>2</sup>
Tärnan	<0,03	0,006	0,34	<1	0,4	<0,2	<0,2	<0,2	1,3	0
Vargön	<0,03	0,005	0,059	<1	0,48	<0,2	<0,2	<0,2	1,2	0
Dösebacka	<0,03	0,006	0,18	<1	0,47	<0,2	<0,2	<0,2	1	0
Lärjeholm	0,047	0,006	0,22	<1	0,48	<0,2	<0,2	<0,2	1,1	0
St Delsjön	<0,03	0,006	0,12	<1	0,31	<0,2	<0,2	<0,2	1,2	0
V Nedsjön	<0,03	0,009	0,11	<1	0,33	<0,2	<0,2	<0,2	0,64	0,0003
Rådasjön	<0,03	0,027	0,21	1	0,42	<0,2	<0,2	<0,2	1,3	0,0001
Lärjeån	<0,03	0,018	0,94	4	1,3	<0,2	0,39	<0,2	3,9	0,0005
Mjörn	<0,03	0,005	0,07	<1	1,1	<0,2	<0,2	<0,2	1,6	0
Max 2017	0,044	0,012	1,1	2,0	0,64	2,8	2,7	0,5	3,3	0,001
SLV/EPA <sup>3</sup>	5%	1%	11%	0%	7%	28%	3%		1%	3%

	NH <sub>3</sub>	As	Etinyl- estradiol	Glyfo- sat	Cu	Cr	Pirimi- karb	U	Zn	BAM	Etofume sat
Enhet	mg/l	µg/l	ng/l	µg/l	µg/l	µg/l	ng/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l
SLV		10		0,1	2000	50	100			0,1	0,1
Tärnan	0,02	0,18	0,07	<0,003	1,3	0,11	<0,003	0,14	4	<0,003	<0,007
Vargön	0,01	0,19	<0,03	<0,003	0,75	0,36	<0,003	0,11	2,1	<0,003	<0,007
Dösebacka	1,5 <sup>4</sup>	0,25	<0,03	<0,003	0,93	0,42	0,003	0,14	1,9	0,004	<0,007
Lärjeholm	0,009	0,25	<0,03	<0,003	1,1	0,22	<0,003	0,13	2,1	<0,003	<0,007
St Delsjön	0,03	0,25	<0,03	0,006	0,96	0,083	<0,003	0,075	0,84	<0,003	<0,007
V Nedsjön	0,03	0,2	<0,03	<0,003	0,96	0,0099	<0,003	0,033	4,9	<0,003	0,009
Rådasjön	0,01	0,24	<0,03	<0,003	4,1	0,19	<0,003	0,085	7,9	0,004	<0,007
Lärjeån	0,05	0,62	<0,03	0,009	3	0,52	<0,003	0,74	6,3	0,004	<0,007
Mjörn	0,03	0,25	<0,03	<0,003	1,4	0,31	<0,003	0,087	1,7	<0,003	<0,007
Max 2017	0,004	0,60	<0,03	0,008	18	20 <sup>5</sup>	<0,003	0,26	16	0,003	0,009
SLV <sup>3</sup>		6%		6%	0%	40%	0%			4%	9%

1. 90 ng/l är åtgärdsgräns för summan av 11 PFAS-ämnen
2. 0,03 ng/l är US EPAs gränsvärde för summerade toxiska ekvivalenter (WHO 2005) för olika dioxiner och dioxinlika ämnen. Olika delstater har både strängare och mindre stränga gränsvärden.
3. Högsta påvisade halt/gränsvärde eller motsvarande.
4. Ammoniumresultatet för Dösebacka förefaller orepresentativt för ett råvatten som inte är kraftigt övergött.
5. Kromresultaten 2017 förefaller orimligt höga vare sig de avser sexvärt eller total.

## 4.2 PAH

Vid mätkampanjen 2017 påvisades PAH:er i 13 av 20 prover. Sju olika PAH:er påvisades varav fluoranten var den vanligaste. Benso(a)pyren som på grund av sina hälsorisker har det lägsta gränsvärdet i dricksvatten 10 ng/l påvisades 2017 i fem prover. Tärnan i Väneren hade vid provtagning i augusti det högsta värdet 2,8 ng/l medan provet från april var under rapporteringsgränsen. Såtenäs, Lidköping, Läckö och Vargön hade 0,5 ng/l. Lilla Edet hade 0,8 ng/l. Summan av fyra ytterligare PAH:er: Benso(b)fluoranten, Benso(k)fluoranten, Indeno(1,2,3-cd)pyren och Benso(g,h,i)pyren har ett gränsvärde på 100 ng/l.

Vid mätkampanjen 2019 påvisades bara en PAH och det i ett av 9 prover. Lärjeån hade 0,39 ng/l Benso(b)fluoranten.

*Tabell 2 PAH-halter reglerade dricksvattenföreskriften för provtagningspunkter som ingick i råvattenkampanjerna 2017 och 2019 samt Lilla Edet och Dösebacka. S:a 4 summerad med <=0.*

Provtagningsplats	Benso(a)pyren 2017 ng/l	Benso(a)pyren 2019 ng/l	S:a 4 2017 ng/l	S:a 4 2019 ng/l
Tärnan, Väneren	April <0,2	<0,2	<0,2	<0,2
	Aug 2,8		10,9	<0,2
Vargön, Göta älv	0,5	<0,2	1,7	<0,2
Lilla Edet, Göta älv	0,8		3,5	
Dösebacka, Göta älv		<0,2		<0,2
Lärjeholm, Göta älv	0,5	<0,2	0,2	<0,2

PAH-provet i Väneren i augusti 2017 kan ha varit en lokal och tillfällig påverkan t ex avgasutsläpp från båt. Med tanke på hälsofarligheten föreslås trots låga halter en uppföljning av lokal påverkan uppströms Lilla Edet. Med tanke de generellt mycket lägre halterna i kampanjen med provtagning i augusti 2019 än maj 2017 föreslås provtagning i slutet av eldningssäsongen.

### 4.3 PFOS

PFOS, uppmättes 2017 i samtliga vatten i halter som var högre än årsmedelgränsvärdet 0,65 ng/l enligt HVMS 2019:12 (oförändrat från ersatta HVMFS 2013:19), men lägre än angiven maximal tillåten engångskoncentration i inlandsytvatten (36 µg/l). Högst halt, 3,3 ng/l, uppmättes vid Såtenäs råvattenintag. Halterna i Vätern-Göta älv 0,9-1,2 ng/l med undantag för Lilla Edet 1,8 ng/l. Vättern hade 1,2-1,4 ng/l.

Halterna i Göta älv 2019 var 1,0-1,1 ng/l vilket var i samma storleksordning som Vätern 1,2-1,3 ng/l. Ett prov i Mölndalsåns avrinningsområde, Västra Nedsjön 0,64 ng/l, hade en lägre halt än årsmedelgränsvärdet, medan nedströmpunkten i Rådasjön hade 1,3 ng/l. Lärjeån hade den högsta halten 3,9 ng/l. Mjörn/Säveån hade 2019 den näst högsta halten 1,6 ng/l.

Uppföljning av de relativt höga PFOS-halterna vid Såtenäs och Lärjeån bör göras för att spåra lokala föroreningskällor. PFOS är numera förbjudet, så det bör handla om tidigare föroreningar. Eftersom flera av ersättningsämnen också har hälsofarliga egenskaper bör uppföljningen omfatta fler PFAS-ämnen. PFOS-halter under 2 ng/l i dricksvatten innebär mycket liten hälsorisk och PFOS reduceras relativt väl i dricksvattenberedning med adsorption på aktivt kol. Uppföljning av eventuell lokal påverkan strax uppströms Lilla Edet, nedströms Västra Nedsjön till och med Rådasjön samt uppströms Mjörns utlopp bör övervägas, men kan med fördel göras som del av ny råvattenkampanj som bör inkludera fler PFAS-ämnen.

Någon trend som indikerar ökande eller minskande PFOS-halter mellan 2017 och 2019 finns inte, se tabell 3.

Tabell 3. PFOS-halter för provtagningspunkter som ingick i råvattenkampanjerna 2017 och 2019.

Provtagningsplats	PFOS 2017 ng/l	PFOS 2019 ng/l
Tärnan, Vätern	April 1,0 Aug 1,1	1,3
Vargön, Göta älv	1,1	1,2
Lärjeholm, Göta älv	1,2	1,1




### 4.4 Dioxin och dioxin-liknande föroreningar

Dioxiner är samlingsnamnet för en stor grupp av ämnen med liknande kemiska och toxikologiska egenskaper. Till dioxiner räknas polyklorerade dibensoparadioxiner (PCDD) och polyklorerade dibensofuraner (PCDF). PCDD och PCDF har aldrig tillverkats kommersiellt, utan bildas som föroreningar vid tillverkning och användning av andra kemikalier. De bildas också vid förbränningsprocesser och vid produktion av järn och stål. Områden där man tidigare blekt papper med klor eller haft verksamhet med träimpregnering med klorfenol eller kloralkaliproduktion kan fortfarande vara kraftigt förorenade med dioxinlika ämnen. Det livsmedel som har högst koncentration av dioxinlika ämnen är vildfångad fet fisk från Östersjön, Bottenviken, Vätern och Vättern. I djurförsök rapporteras att låga doser av

dioxinlika ämnen framför allt orsakar fortplantnings- och utvecklingsstörningar och försämrat immunförsvar. Dioxin är även klassat som cancerframkallande på människa (Karolinska, 2019). Vissa polyklorerade bifenyler (PCB) har liknade egenskaper och kallas för dioxinlika PCB, medan övriga PCB kallas för icke dioxinlika. Det finns 75 PCDD, 135 PCDF och 209 PCB varav en minoritet är dioxinlika. Den mest toxiska och bäst studerade dioxinen är TCDD (2,3,7,8-tetraklordibenso-p-dioxin). För att kunna bedöma den totala effekten av alla dioxinlika ämnen används ett ekvivaleringsverktyg där den samlade dioxinlika effekten uttrycks i dioxinekvivalenter (TEQ). Alla dioxinlika föreningar som ingår i konceptet har tilldelats en faktor, som anger vilken "styrka" den har i förhållande till TCDD, så kallade toxiska ekvivaleringsfaktorer (TEF). Tillsammans med koncentrationen för enskilda föreningar eller för olika föreningar i en blandning användas TEF för att beräkna den totala toxiska ekvivalensen (TEQ), vilket motsvarar den koncentration av TCDD som skulle ge upphov till samma effektnivå. I genomsnitt är intaget av dioxin och dioxinlika PCB hos vuxna i den svenska befolkningen 0.5 pg (=0,0005 ng) TEQ/kg kroppsvikt och dag och barn har ett högre intag per kg kroppsvikt än vad vuxna har (Karolinska, 2019).

Analysrapporterna för råvattenkampanj 2019 redovisar halter för enskilda dioxiner och summeringar av dioxinekvivalenter. Beräknat enligt NATO er ett av många äldre sätt att summera som är med på rapporterna eftersom en del miljötillstånd anger detta sätt. TCCD WHO 2005 är en beräkning med de senaste toxiska ekvivalentfaktorerna från WHO där dioxinen TCDD getts värdet 1. LB (lower bound) är en summering av de detekterade halterna och HB är en summering där även <värdena tas med i summeringen. WHO's ekvivalentfaktorer framgår av tabell 4 nedan.

Tabell 4 WHO's ekvivalentfaktorer enligt [https://www.who.int/ipcs/assessment/tef\\_values.pdf](https://www.who.int/ipcs/assessment/tef_values.pdf)

  		
Compound	WHO 1998 TEF	WHO 2005 TEF*
<i>chlorinated dibenzo-p-dioxins</i>		
2,3,7,8-TCDD	1	1
1,2,3,7,8-PeCDD	1	1
1,2,3,4,7,8-HxCDD	0.1	0.1
1,2,3,6,7,8-HxCDD	0.1	0.1
1,2,3,7,8,9-HxCDD	0.1	0.1
1,2,3,4,6,7,8-HpCDD	0.01	0.01
OCDD	0.0001	<b>0.0003</b>
<i>chlorinated dibenzofurans</i>		
2,3,7,8-TCDF	0.1	0.1
1,2,3,7,8-PeCDF	0.05	<b>0.03</b>
2,3,4,7,8-PeCDF	0.5	<b>0.3</b>
1,2,3,4,7,8-HxCDF	0.1	0.1
1,2,3,6,7,8-HxCDF	0.1	0.1
1,2,3,7,8,9-HxCDF	0.1	0.1
2,3,4,6,7,8-HxCDF	0.1	0.1
1,2,3,4,6,7,8-HpCDF	0.01	0.01
1,2,3,4,7,8,9-HpCDF	0.01	0.01
OCDF	0.0001	<b>0.0003</b>
<i>non-ortho substituted PCBs</i>		
PCB 77	0.0001	0.0001
PCB 81	0.0001	<b>0.0003</b>
PCB 126	0.1	0.1
PCB 169	0.01	<b>0.03</b>
<i>mono-ortho substituted PCBs</i>		
105	0.0001	<b>0.00003</b>
114	0.0005	<b>0.00003</b>
118	0.0001	<b>0.00003</b>
123	0.0001	<b>0.00003</b>
156	0.0005	<b>0.00003</b>
157	0.0005	<b>0.00003</b>
167	0.00001	<b>0.00003</b>
189	0.0001	<b>0.00003</b>

\* Numbers in bold indicate a change in TEF value

I rapporten för Råvattenkampanj 2017 redovisas ingen summering av dioxinekvivalenter så en summering redovisas här i tabell 5.

Av de 17 stycken dioxiner och dioxinlika föreningar som ingår i Prioriterade ämnen nr. 37 uppmättes 2017 två föreningar i mätbara halter. I råvattenintagen vid Karlstad och Lidköping (Läckö) uppmättes 1234678 HpCDD och OCDD. Föreningen OCDD uppmättes även i recipientstationen Tärnan i Vänern. Det finns inget tillämpligt gränsvärde för dessa föreningar i ytvatten (HVMFS 2019:25). Vid kampanjen 2019 uppmättes med samma metod och motsvarande detektionsgränser 7 olika dioxiner vid fyra platser.

Hälsoeffekterna är dock mycket olika för olika dioxiner och WHOs summering av dioxinekvivalenter bedöms här som mest relevant. Som framgår av tabell 1 så hade Lidköping Läckö, Karlstad och Lärjeån de högsta ekvivalenta halterna.

*Tabell 5 Dioxinhalter för provtagningspunkter med påvisad halt av något ämne i råvattenkampanjerna 2017 och 2019. Halterna av de två dioxiner som påvisade 2017 har räknats om till toxiska ekvivalenter enligt WHO 2005.*

Provtagningsplats	År	1234678 HpCDD (ng/l)	OCDD (ng/l)	TCDD WHO 2005 LB (ng/l)
Karlstad	2017	0,0074	0,018	0,00074
Tärnan	2017	<	0,004	0,0000012
Tärnan	2019	<	<	0
Lidköping, Läckö	2017	0,010	0,030	0,0010
Lärjeholm, Göta älv	2017	<	<	0
Lärjeholm, Göta älv	2019	<	0,0054	0,00000162
Västra Nedsjön	2019	<	0,063	0,0003
Rådasjön	2019	<	0,035	0,0001
Lärjeån	2019	0,024	0,067	0,0005

Som väl är så hänvisar EPA 2010 till WHO 2005 vilket gör det möjligt att jämföra med det USEPA:s gränsvärde för TCDD Maximum Contaminant Level MCL = 0.00000003 mg/l = 0,03 ng/l. Den högsta dioxinekvivalenten TEQ enligt TEF WHO/2005 som påvisades i denna råvattenstudie var 0,0010 ng/l för Lidköping, Läckö. Det motsvarar 3% av det amerikanska gränsvärdet för dricksvatten. En person som väger 70 kg och ett har det genomsnittliga intaget 0,0005 ng TEQ/kg kroppsvikt skulle få en ökning av TEQ-intaget med 6% om denne drack 2 liter per dag av det mest påverkade råvattnet.

Luftdeposition kan ge en påverkan med låga halter. Även om halterna är låga rekommenderas uppföljning för Lidköping Läckö, Karlstad, Lärjeån, Västra Nedsjön och Rådasjön för att lokalisera eventuella källor lokala källor. Lokala källor kan vara deponier och förorenad mark/sediment från kloralkali-produktion, klorblekning av papper eller från träimpregnering.

## 4.5 Bekämpningsmedel

Bekämpningsmedlet glyfosat uppmättes 2017 i råvattenintagen vid Åmål och Lilla Edet. Halterna var 0,008 respektive 0,005 µg/l, vilket var strax över rapporteringsgränsen 0,003 µg/l och lägre än årsmedelvärdet för god status (100 µg/l; HVMFS 2013:19). Etofumesat uppmättes i två recipientstationer Tärnan och Megrundet i Vänern i halterna 0,007 respektive 0,009 µg/l, vilket var precis över rapporteringsgränsen. (<0,007 µg/l) och lägre än gränsvärdet för otjänligt dricksvatten hos användaren (0,10 µg/l; SLVFS 2001:30). 2,4-diklorfenoxisyra och BAM endast i Motala Ström respektive Vättern 2,4-diklorfenoxisyra uppmättes endast i Motala Ström i halt strax över rapporteringsgränsen (0,005 µg/l) och BAM

(2,6-diklorbensamid) uppmättes endast i Vättern vid Edskvarna i samma halt som rapporteringsgränsen (0,003 µg/l). I råvattenkampanjen 2019 påvisades 4 olika bekämpningsmedel vid 5 olika provtagningsplatser.

Tabell 5. Bekämpningsmedelshalter för provtagningspunkter med påvisad halt av något ämne i råvattenkampanjerna 2017 och/eller 2019.

Provtagningsplats	År	Glyfosat	Etofumesat	2,4-diklor-fenoxisyra	BAM	Pirimikarb
Rapporteringsgräns		<3 ng/l	<7 ng/l	<3 ng/l	<3 ng/l	<3ng/l
Tärnan, Vänern, apr	2017	<	7	<	<	<
Tärnan Vänern, aug	2017	<	<	<	<	<
Tärnan, Vänern	2019	<	<	<	<	<
Megrundet, Vänern	2017	<	9	<	<	<
Åmål, Vänern	2017	8	<	<	<	<
Lilla Edet	2017	5	<	<	<	<
Dösebacka	2019	<	<	<	4	3
Lärjeån	2019	9	<	<	4	<
Stora Delsjön	2019	6	<	<	<	<
Västra Nedsjön	2019	<	9	<	<	<
Rådasjön	2019	<	<	<	4	<
Edskvarna, Vättern	2017	<	<	<	3	<
Motala ström	2017	<	<	5	<	<

De frekventa fynden av bekämpningsmedel är något förvånande. Glyfosat har till exempel analyserats frekvent i många år i Göteborgs råvattentäkter utan detektion. Det är möjligt att halten ligger strax under den normala rapporteringsgränsen på 10 ng/l, men det kan också handla om t ex hantering av mätosäkerhet vid rapportering. De påvisade halterna är strax över rapporteringsgränserna och spridda över provtagningspunkterna så någon riktad uppföljning rekommenderas inte utöver funktionell råvattenkontroll och uppföljning i senare råvattenkampanj.

## 4.6 Metaller

Metallerna utom kvicksilver analyserades med ICP-MS som ger mycket låga rapporteringsgränser. Om man vill ha den verkliga halten i det provtagna vattnet behövs metallfri provtagning. I den här studien prioriterades att det faktiskt skulle vara just råvatten som provtogs, så de ordinarie råvattnen provtogs i provtagskranar för råvatten. Provtagningsledningarna och kranarna var inte metallfria.

För jämförelser mellan olika analyser behöver man också veta hur provet förbehandlats. Metoden kan ange ofiltrerat och filtrerat på olika sätt samt ouplöst eller olika grad av upplösning. I råvattenkampanjerna 2017 och 2019 har SS-EN ISO 17294-2:2016 utan modifiering angetts, som anger förfiltrering 0,45 µm för jämförelse med HVMFS 2019:25. I rapporten Råvattenkampanj 2017 beskrivs att jämförelser med Naturvårdsverkets "Bedömningsgrunder för miljö kvalitet" (Rapport 4913) istället ska göras med ofiltrerade prover. För ekologisk påverkan vill man bedöma tillgängligheten och har därför olika bedömningsgrunder med hänsyn till t ex pH-värde och naturlig bakgrundshalt etc. Ur råvattensynpunkt är det mest intressant att jämföra med Livsmedelsverkets gränsvärden för dricksvatten enligt LIVSFS 2017:2. Livsmedelsverket anger dock ingen analysmetod för metaller utan bara en acceptabel mätosäkerhet. Kretslopp och vattens analyser i dricksvattensammanhang görs med en syratillsats i provtagningskärlet för att få loss de metaller som är löst bundna till partiklar. Det ger något högre halter än filtrerade prover. I avloppssammanhang uppsluts proverna med syra behandlas i mikrovågsugn vilket ger en halt närmare totalhalten inklusive metallerna hårt bundna i t ex lerpartiklar.

Som framgår av tabell 1 hade Rådasjön i Råvattenkampanj 2019 högst halter av kadmium, koppar och zink. För koppar och zink var halterna i prov från Rådasjön betydligt lägre än maxhalten i råvattenkampanj 2017. Halten av kadmium, koppar och zink var 3, 4 respektive 1,5 gånger högre i prover från Rådasjön jämfört med prover från Västra Nedsjön uppströms. Den högre kadmiumhalten skulle kunna tyda på förorening mellan Västra Nedsjön och råvattenintaget i Rådasjön t ex genom lakvatten från deponi. Kadmiumhalten i råvatten var bara 1% av gränsvärdet för dricksvatten så en eventuell föroreningspåverkan var i dricksvattensammanhang mycket liten och motiverar bara en närmare uppföljning med metallfri provtagning från Västra Nedsjön till råvattenintaget i Rådasjön om halterna ökar.

För Råvattenkampanj 2017 (Vänerns VVF, 2017) rapporterades i tabell 2 extremt höga halter för sexvärt krom för Karlstad 7 µg/l, Säffle 7 µg/l, Åmål 9 µg/l, Mellerud och Vänersborg 7 µg/l. För Tärnan och Megrundet anges sexvärt krom vara <20 µg/l. På sidan 26 anges dock ämnet vara krom (bas. på Cr 6+). Hur en omräkning baserad på analysresultat för Cr 6+ som har mycket hög detektionsgräns skulle kunna ge annat än <-värden för total krom framgår dock inte. Möjligtvis gav analysmetoden ett brus som tolkades som detektion. Kromhalterna i Karlstads råvatten var 2017 0,12-0,16 µg/l (pers. med Håglund Sandborgh 2020-01-12). Vid Råvattenkampanj 2019 analyserades krom med ICP-MS som ger en mycket låg detektionsgräns. Halterna var mycket låga 0,0099-0,52 µg/l och vid halter under 5 µg/l analyseras inte Cr 6+. Halterna av Cr 6+ angavs till <20 µg/l, men kan inte ha varit högre än 0,0099-0,52 µg/l. Provpunkterna med angiven halt 2017 ingick tyvärr inte under 2019. Den halt som angavs för t ex Vänersborg vid Vänerns utlopp 2017 är dock helt orimlig. Det högsta värdet av 12 från PMK-Vargön var 0,22 µg Cr/l. Nedströms vid Lärjeholm analyserades krom 52 gånger med en högsta halt på 0,8 µg/l.

## 4.7 Hormonstörande ämnen

Inget av de tre ämnen som förslaget till nytt EU-direktiv tycks avse påvisades, varken 2017 eller 2019. Som framgår av tabell 6 så är föreslaget gränsvärde för beta-estradiol betydligt högre än uppmätta halter. Halterna av nonylfenol var betydligt lägre än föreslaget gränsvärde. Föreslaget gränsvärde för bisfenol A är högre än uppmätta halter.

Tabell 6 Förslag till reglering av hormonstörande ämnen nytt EU-direktiv och analyserade ämnen 2017 och 2019.

Gränsvärde i förslag direktiv metod ej angiven	Ämne Rapporteringsgräns 2017 och 2019	Metod 2017 och 2019
beta-estradiol: 0.001 µg/l	17-beta-östradiol <0,005 µg/l	Aqua-Ref MA 12
nonylphenol: 0.3 µg/l	4-n-nonylfenol <0,01 µg/l	GC-MS-NCI, egen metod
bisphenol A: 0.01 µg/l	Bisfenol A <0,01 µg/l	GC-MS-NCI, egen metod

Halten av östradiol har visat sig låg i undersökningar av svenskt avloppsvatten (Stockholm Vatten 2010). "Ordinarie" analys visade 6 respektive 7 ng/l för Bromma respektive Henriksdals inkommande avloppsvatten. Specialanalys visade 4 ng/l i inkommande avloppsvatten och 0,3 ng/l i renat avloppsvatten medelvärden av fyra prover inkommande avloppsvatten till Henriksdal och Bromma samt fyra prover av utgående. Det skulle innebära att det renade avloppsvattnet uppfyller det föreslagna gränsvärdet. Utsläpp av orenat avloppsvatten med en halt 7 ng/l skulle vid en sjufaldig utspädning klara gränsvärdet. Eftersom eventuella utsläpp av orenat avloppsvatten vid de aktuella vattentäkterna har en större utspädning indikerar resultaten att även det föreslagna gränsvärdet för östradiol i dricksvatten kan uppfyllas redan i råvattnet.

Om det mycket låga gränsvärdet för beta-östadiol införs i dricksvattendirektivet behöver halterna i råvatten och dricksvatten följas upp med analysmetoder som når ner under gränsvärdet. Rekommendationen är att avvakta tills sådana kvalitetssäkrade sådana metoder blir mer allmänt tillgängliga.

## 4.8 Bensen

Bensen är cancerogent. Vägtrafik är en av de viktigaste utsläppskällorna till bensen. Småskalig vedeldning och förbränningsmotorer (t ex båtar) utgör också utsläppskällor. Gränsvärdet för dricksvatten är 1 µg/l.



Bensen strax över rapporteringsgränsen 0,030 µg/l påvisades 14 av 20 provtagningspunkter i Vättern, Vänern och Göta älv 2017. År 2019 påvisades bensen endast vid Lärjeholm i Göta älv där halten var 0,047 µg/l. Den regelbundna uppföljningen vid Lärjeholm visar halter <0,1 µg/l.

## 5. REFERENSER

Vänerns VVF 2017, Råvattenkampanj 2017, Rapport 103.

Livsmedelsverket 2017, Livsmedelsverkets föreskrifter om ändring i Livsmedelsverkets föreskrifter (SLVFS 2001:30) om dricksvatten.

WHO 2017, Guidelines for drinking-water quality, 4th edition, incorporating the 1st addendum

EU 2018, Förslag till EUROPAPARLAMENTETS OCH RÅDETS DIREKTIV om kvaliteten på dricksvatten (omarbetning)

EPA 2010, Recommended Toxicity Equivalence Factors (TEFs) for Human Health Risk Assessments of 2,3,7,8-Tetrachlorodibenzo-p-dioxin and Dioxin-Like Compounds EPA/100/R-10/005 December 2010.

Karolinska 2019, 2019-11-25 <https://ki.se/imm/dioxiner-och-dioxinlika-pcb>

Stockholm vatten 2010, Läkemedelsrester i Stockholms vattenmiljö  
Förekomst, förebyggande åtgärder och rening av avloppsvatten