



Bekämpningsmedel i tre gotländska vattendrag

Sammanställning och bedömning av resultat från provtagning under 2009-2015

Therese Nanos och Jenny Kreuger

SLU, Vatten och miljö: Rapport 2017:3

Referera gärna till rapporten på följande sätt:

Nanos T., Kreuger J. 2017. Bekämpningsmedel i tre gotländska vattendrag.
Sammanställning och bedömning av resultat från provtagning under 2009-2015.
Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för vatten och miljö. Rapport 2017:3

Omslagsfoto: Emilie Vejlens

Tryck: Repro, SLU, Uppsala

Tryckår: 2017

Kontakt

jenny.kreuger@slu.se

<http://www.slu.se/vatten-miljo>

Innehåll

Förord.....	1
Sammanfattning	2
Summary	3
1 Introduktion	4
2 Bakgrund	4
2.1 Miljöövervakning och provtagning på Gotland	4
2.2 Gotland – jordbruk, klimat och geologi	5
2.3 Gothemån, Närkån och Snoderån.....	6
3 Material och metoder.....	9
3.1 Provtagningsmetodik.....	9
3.2 Analyser.....	9
3.3 Riktvärden och toxicitetsindex	11
4 Resultat.....	12
4.1 Ytvatten	12
4.2 Riktvärden och toxicitetsindex	20
4.3 Jämförelse med nationell miljöövervakning och screeningdata från 2015.....	22
5 Diskussion och slutsatser.....	23
6 Referenser.....	24
7 Bilagor	27

Förord

Denna rapport sammanfattar mätningar av bekämpningsmedel (växtskyddsmedel) gjorda i Gothemån, Snoderån och Närkån på Gotland under åren 2009-2015. Rapporten är en uppföljning till den rapport som publicerades 2009 av Sveriges lantbruksuniversitet (SLU) (*Andersson et al., 2009*). Rapporten är skriven av SLU på uppdrag av Länsstyrelsen i Gotlands län (Dnr 502-723-16). Rapporten publiceras även i Länsstyrelsens rapportserie ”Rapporter om natur och miljö, Rapport nr 2017:14”.

Sammanfattning

Denna rapport presenterar resultat från provtagning och analyser av växtskyddsmedel i Gothemån, Snoderån och Närkån på Gotland för åren 2009-2015. Rapporten är en uppföljning till den rapport som publicerades av SLU 2009, som sammanställde data för ytvatten och grundvatten mellan 1987-2008.

Provtagning har skett kontinuerligt inom ramen för Gotlands regionala miljöövervakningsprogram i de tre vattendragen, Gothemån, Snoderån och Närkån med i snitt 1-3 provtagningstillfällen per år, vilket gör tidsserien unik i sitt slag. Provtagningen sker inom Länsstyrelsens miljöövervakning och utförs av Region Gotland.

Gotlands yta består till 27 % av åkerareal, varav den största delen odlas med gräs och betesvallar, följt av spannmålsodling. Detta påverkar förstås använda mängder av växtskyddsmedel, och i sin tur vilka halter som påträffas i vattendragen. Gotlands speciella geologi med sprickig berggrund kan också påverka vad som påträffas i åarna, samt även växtskyddsmedlens enskilda egenskaper.

Samtliga analyser av växtskyddsmedel har utförts på Sektionen för organisk miljö kemi, Institutionen för vatten och miljö, SLU. Analysmetoderna är ackrediterade av SWEDAC. Under 2009 sänktes detektionsgränserna för flertalet substanser, vilket i viss mån påverkar jämförbarheten med äldre data.

Resultaten visar att halterna i vattendragen har minskat sedan mätningarna inleddes i slutet av 1980-talet. Under perioden 2009-2015 har halter över dricksvattengränsvärdet på 0,1 µg/l påträffats vid fyra tillfällen i Gothemån (bentazon, glyfosat och MCPA) och vid ett tillfälle i Närkån (glyfosat). Antalet påträffade växtskyddsmedel i ett och samma prov från vattendragen varierade mellan noll och elva substanser, vilket överensstämmer med äldre data.

Till skydd för vattenlevande organismer finns det nationella riktvärden framtagna för alla enskilda växtskyddsmedel. Resultaten från denna undersökning visar att inga halter av växtskyddsmedel i vattenprover från de tre vattendragen överskridit något riktvärde. Beräkning av toxicitetsindex visar att det sannolikt inte förekommer några potentiellt negativa effekter av växtskyddsmedel i vattendragen.

Miljöövervakning bygger på långsiktighet och fortsatta mätningar i de tre åarna är angeläget. En fortsättning på den unika tidsserien innebär exempelvis att man kan följa eventuella effekter av ett ändrat klimat som kan innebära ett annat skadetryck, nya grödor och andra typer av växtskyddsmedel på marknaden. Data från miljöövervakningen är ett värdefullt underlag för beslutsfattare och övriga samhället, både lokalt och nationellt. Det är betydelsefullt för miljöövervakningen av växtskyddsmedel att den täcker in hela växtskyddssäsongen från maj till oktober, samt att analyserna omfattar så

många substanser som möjligt, för att kunna göra relevanta jämförelser över åren och även mot den nationella miljöövervakningen, samt för att inte missa eventuella nya substanser som kan påverka vattendragen.

Summary

This report presents the results of environmental monitoring of pesticides (plant protection products) in three of the largest rivers in the island of Gotland during the 7-year period 2009-2015. The report is a continuation of the report that was published by SLU in 2009, in which results from 1987-2009 were presented.

Regular water sampling is carried out in Gothemån, Snoderån and Närkån every year with one to three samples per year. This long-term monitoring program, run for several decades, makes the data unique. All the analyses were carried out by the Organic Risk Pollutants Laboratory at the Department of aquatic sciences and assessment, SLU.

The results indicate that the pesticide concentrations in the rivers have decreased over the years and are lower during this period than in the previous period. In Gothemån, the concentrations exceeded the EU drinking water guideline of 0.1 µg/l only on four occasions during 2009-2015 (bentazone, glyphosate and MCPA) and in Närkån on one occasion (glyphosate).

In this report, a comparison with individual Environmental Quality Standards (EQS) and national Water Quality Objectives (WQO) for pesticides in surface water showed no exceedances on any occasion for water samples from Gothemån, Närkån and Snoderån. A toxicity index combining EQS/WQO values was calculated for each of the samples, indicating no probable negative effects on the aquatic community.

Environmental monitoring is based on long term sampling, and continuous measurements in the three rivers are important. There is a need to cover the whole growing season between May-October and to analyze relevant substances in each sample.

1 Introduktion

Bekämpningsmedel (växtskyddsmedel) återfinns regelbundet i vattenmiljön, trots en mycket reglerad användning. Den största källan till spridning av växtskyddsmedel i miljön är jordbruket, även om växtskyddsmedel också används i frukt- och trädgårdsodling, inklusive växthus, samt i skogsbruk, på golfbanor och i hemträdgårdar. Kontinuerlig mätning och miljöövervakning av växtskyddsmedel i ytvatten ger en bra bild över tillståndet i vattnet över tid, samt bidrar till att ge beslutsfattare underlag i deras arbete med olika åtgärdsprogram.

Kontinuerlig provtagning av bekämpningsmedel har skett på Gotland i över 25 år i både grundvattentäkter och ytvattendrag. I de tre undersökta vattendragen har regelbunden provtagning skett under alla år inom ramen för Gotlands miljöövervakningsprogram som bedrivs av Länsstyrelsen i samarbete med Region Gotland. Det är därför mycket intressant att sammanställa dessa data för att se trender över tid.

Gotland tillhör södra Östersjöns vattendistrikt, och arbetar enligt EU:s ramdirektiv för vatten (2000/60 EG) där målet är att alla vatten ska ha god vattenkvalitet senast 2027. Inom ramen för vattendirektivet arbetar länsstyrelserna för att ta fram lokala åtgärdsplaner. För Gotlands del innebär detta att åtta lokala åtgärdsprogram tagits fram med syftet att uppnå god vattenkvalitet inom ramen för direktivet.

Denna rapport är en uppföljning till den rapport som publicerades 2009, där en sammanställning och bedömning av resultat från 1987-2008 gjordes som inkluderade data från både ytvatten och grundvatten på Gotland (*Andersson et al, 2009a*). I denna rapport presenteras resultaten från mätningar gjorda i de tre gotländska vattendragen, Gothemån, Närkån och Snoderån under åren 2009-2015. Rapporten är sammanställd av SLU, Institutionen för vatten och miljö på uppdrag av Länsstyrelsen i Gotlands län.

2 Bakgrund

2.1 Miljöövervakning och provtagning på Gotland

Den regionala miljöövervakningen i Gotlands län har som avsikt att följa upp och dokumentera de för Gotland mest uppenbara miljöproblemen. All miljöövervakning är långsiktig, och har som ambition att följa upp trender, effekter av åtgärder, men även att stödja beslutsfattare och ge bedömningsunderlag samt att följa upp miljökvalitetsmål. Gotlands regionala miljöövervakning sorterar under Naturvårdsverkets och Havs- och vattenmyndighetens ansvar, och är uppdelad i de olika programområdena Sötvatten, Kust och Hav, Miljögifter, Hälsa, Jordbruksmark, Luft, Våtmark, Skog och Landskap.

Den regionala miljöövervakningen av bekämpningsmedel på Gotland hör till Naturvårdsverkets programområde Jordbruksmark. Halter av växtskyddsmedel undersöks kontinuerligt i Gothemån, Snoderån och Närkån med hjälp av stickprover.

Provtagning av växtskyddsmedel på Gotland ingår i arbetet med att uppnå miljömålet Giftfri miljö.

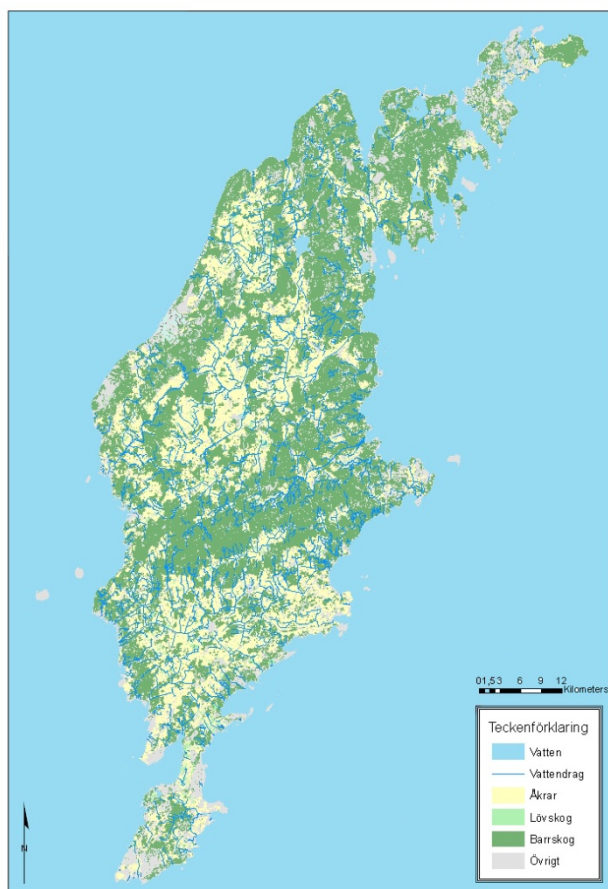
2.2 Gotland – jordbruk, klimat och geologi

Gotland består av cirka 3150 km² landyta, varav 858 km² är åkerareal (2013), vilket motsvarade 27 % av den totala landytan (**Figur 1**). Majoriteten av den odlade arealen domineras av slätter-, frö- och betesvallar samt grönfoder (totalt 397 km²), följt av spannmålsodling på 338 km² av den totala åkerarealen. Enligt Jordbruksverket behandlades år 2009/2010 ca 45 % av grödarealen med ogräsmedel, 18 % med svampmedel samt 7 % med insektsmedel. Totalt motsvarar detta en användning av 16,6 ton aktiv substans på behandlad areal och en total dos på 0,44 kg/ha (SCB, 2016).

Gotlands klimat varierar mellan kust och inland, kusten har ett mer maritimt klimat, medan inlandet uppvisar kontinentala drag. Årsmedeltemperaturen är cirka 6,5 °C och årsnederbörden varierar mellan 500-600 mm enligt normalperioden 1961-1990.

Berggrunden på Gotland består uteslutande av karbonatrika, sedimentära bergarter (Erlström & Persson, 2007). På södra Gotland består berggrunden till största del av mägerl eller mägerlsten samt en liten del av kalksten. Norra Gotland består till stor del av kalksten, men mägerlsten förekommer exempelvis också i skärningar mellan Visby och Kappelhamnsviken. Gotlands berggrund är till viss del sprickig, vilket kan påverka transport av vatten och däri lösta ämnen. Jordlagret på Gotland är tunt på många ställen.

Den på Gotland dominerande jordmånen är lerig morän, medan det längs kusterna finns grovmo, sand eller grus, alternativt inget täcke alls. På enstaka platser finns även jordarter med lera, finmo eller isälvs sediment (Andersson et al., 2009a). I våtmarksområdena på norra Gotland finns även områden med torv som enda jordart. Rörlighet av växtskyddsmedel i marken bestäms i stor utsträckning av dess egenskaper, främst nedbrytningsförmåga och adsorption till markpartiklar, samt markegenskaperna, såsom textur och mängden organiskt material. Ett exempel på en substans som adsorberas till markpartiklar, företrädesvis lerpartiklar är glyfosat, medan exempelvis bentazon är en vattenlöslig substans som förflyttar sig med vattenflödet i marken och kan nå både grundvatten och ytvattendrag.



Figur 1 Översiktskarta över Gotland (exklusive Gotska Sandön).

2.3 Gothemån, Närkån och Snoderån

Gothemån är Gotlands största vattendrag och sträcker sig mellan Lojsta hed i söder och Hejnum i norr, och har sitt utflöde till Östersjön i öster vid Åminne. Provpunkten ligger dock ca 10 km uppströms vid Hörsne. Avrinningsområdet vid den punkten omfattar 349 km² och består av 40 % åkermark, varav 19 % odlas med spannmål. Gothemån är påverkat av utdikning på många sträckor, och vissa delar är kanaliserade (Pettersson., 2006). (**Tabell 1, Figur 2**).

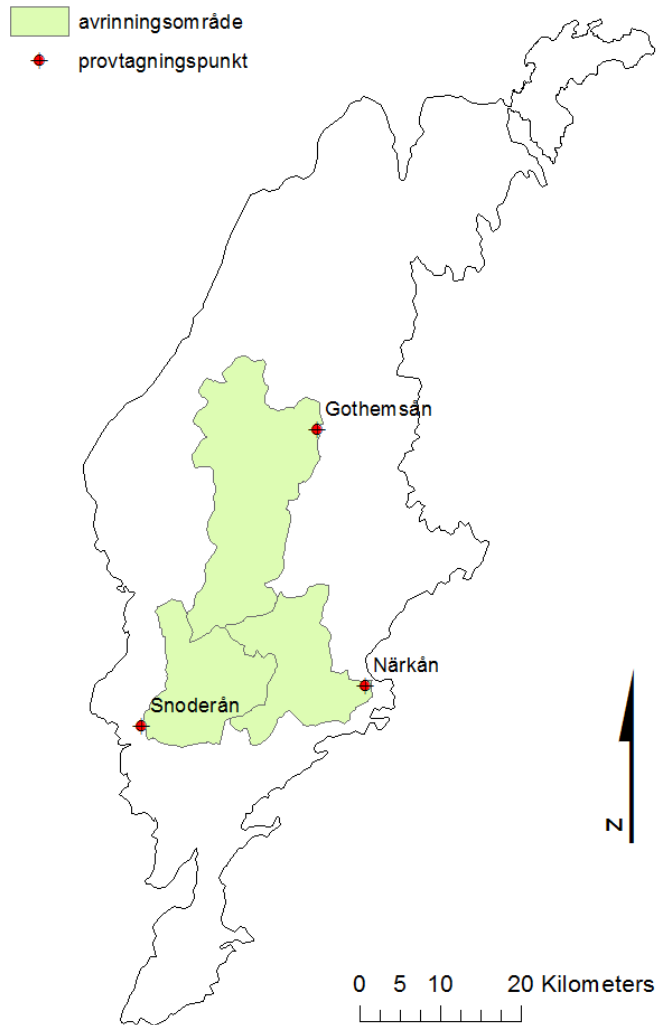
Närkån tillhör också ett av de större vattendragen på Gotland och har en längd på 29 km och mynnar ut i havet på östra delen av ön. Närkån, är precis som Gothemån och övriga vattendrag på Gotland rätad och utgörs av kanaler, och vattendraget är nästan uteslutande omgivet av jordbruksmark (VISS, 2016). Avrinningsområdet är 175 km² stort och består av 43 % åkermark, varav 17 % odlas med spannmål (**Tabell 1, Figur 2**).

Snoderån är 32 kilometer lång, och avrinningsområdet domineras av Snoderån och Levidebäcken/Sallmunds kanal som är 15 km lång. Snoderåns källflöde är i Lojstaområdet, och ån har två utmynningar i Östersjön vid Sproge och Slite. Stora delar av vattenflödet är rätat och nergrävt, Snoderån är också påverkad av reglering för att lagra vatten samt för bevattning sommardag (*Vattenmyndigheten Södra Östersjön, 2013*). Snoderåns avrinningsområde är 175 km², varav 38 % av det består av åkermark som till 18 % odlats med spannmål (**Tabell 1, Figur 2**).

Tabell 1. Avrinningsområdets storlek, andel åkermark och andel spannmål av hela avrinningsområdets areal, för de tre ingående vattendragen, Gotemsån, Närkån och Snoderån. Avrinningsområdets storlek är beräknad i förhållande till provtagningspunkten (**Figur 2**).

Vattendrag	Koordinater för provtagningspunkt (SWEREF)	Avrinningsområdets storlek (km ²)	Andel åkerareal	Andel areal spannmål
Gothemån	6385216, 715204	349	40 %	19 %
Närkån	6353213, 721239	175	43 %	17 %
Snoderån	6348164, 693404	175	38 %	18 %

Provtagna avrinningsområden



Figur 2. Avrinningsområde för Gothemsån, Närkeån och Snoderån. Den röda punkten markerar provtagningsplatsen för respektive vattendrag.

3 Material och metoder

3.1 Provtagningsmetodik

Sedan 1987 har momentan provtagning skett varje år i Gothemån, Närkån och Snoderån (med undantag för 1991 och 1994).

Provtagning har mellan 2009-2015 skett en till tre gånger per år i vardera vattendraget. Proverna har analyserats för ett varierande antal substanser under tidsperioden, men totalt har mellan 69 och 131 substanser analyserats per år med hjälp av olika analysmetoder (**Bilaga 1 och 2**).

3.2 Analyser

Samtliga analyser av växtskyddsmedel har utförts på Sektionen för organisk miljökemi (OMK), Institutionen för vatten och miljö, SLU. Analysmetoderna är ackrediterade av SWEDAC och laboratoriet deltar regelbundet i internationella interkalibreringar.

Analyserna av vattenprover har mellan 2009-2015 utförts med hjälp av flera olika analysmetoder; OMK 50, OMK 51, OMK 53, OMK 57, OMK 58 och OMK 59. OMK 50 ersattes under 2010 av OMK 57 och 58, samt OMK 53 ersattes under 2012 med OMK 59 (**Tabell 2**). För information om vilken substans som analyserats med vilken metod hänvisas till **Bilaga 1**.

Tabell 2. Analysmetoder som är ackrediterade för analys av bekämpningsmedel i vatten vid laboratoriet för organisk miljökemi 2015.

Analysmetod	Antal substanser	Typ av substanser	Provtyp	Förbehandling	Filtrering/extraktion	Detektionsmetod†
OMK 51	25	Opolära/ semipolära	Vatten		Diklormetan	GC-MS
OMK 57	88	Semipolära/ polära	Vatten	pH justeras till pH 5	Filtrering (0,2 µm)#	LC-MS/MS
OMK 58	15	Semipol- ära/polära (sura)	Vatten	pH justeras till ca 2,5	Filtrering (0,2 µm)#	LC-MS/MS
OMK 59	2	Glyfosat, AMPA	Vatten	pH justeras till pH 3-4	Filtrering (0,2 µm)#	LC-MS/MS

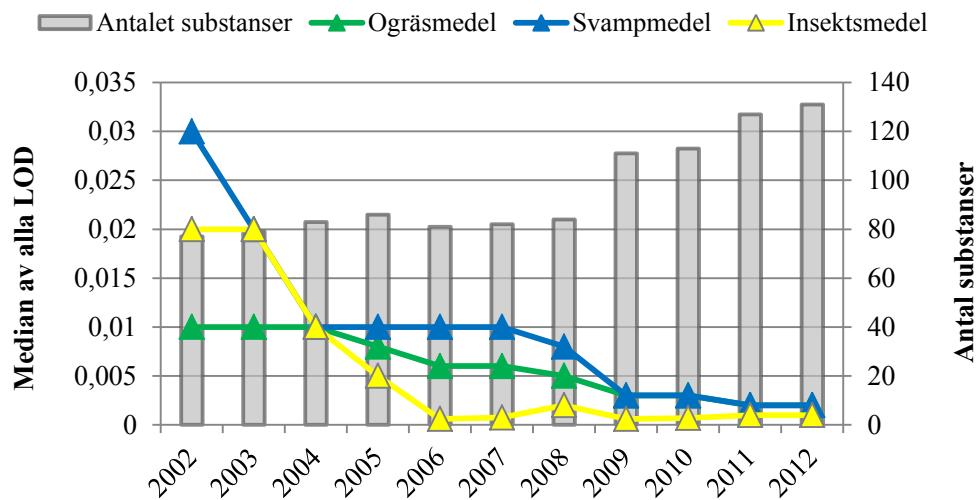
§ Olika antal substanser ingår i metoderna beroende på provtyp. Siffran anger maximala antalet substanser per metod under 2015.

† GC-MS: Gaskromatografi med masselektiv detektion, LC-MS/MS: vätskekromatografi med tandem masspektrometri.

Analyserat med online SPE (fastfasextraktion) – internstandarder tillsätts innan filtrering för att kompensera för eventuella förluster över filtret.

Analysmetod OMK 57/58 (*Jansson & Kreuger, 2010*) används för analys av ett stort antal substanser i yt- och grundvattenprover sedan 2009 inom den nationella miljöövervakningen. Metoden möjliggör analys av en stor mängd

substanser samtidigt från ett och samma prov, har låga detektionsgränser och mycket hög säkerhet. Detta innebär att fler substanser kan spåras vid lägre halter. Därmed har detektionsgräns och kvantifieringsgräns sänkts för en del substanser och nya substanser har tillkommit sedan OMK 57/58 började användas. Detta bör beaktas vid jämförelser mellan prover som analyserats med OMK 57/58 och dem som analyserats tidigare år då detektions- och kvantifieringsgränserna var högre, eftersom en ökning av antalet påträffade substanser kan vara en effekt av den ökade möjligheten att detektera substanser och inte nödvändigtvis innebär att antalet substanser i provtypen faktiskt har ökat. Detta illustreras i **Figur 3**, median av detektionsgräns för ingående typ av växtsyddsmedel visas per år samman med antal ingående substanser per prov. Figuren är från den nationella miljöövervakningen, men då samma metoder använts för analys av prover för de gotländska vattendragen, anses den vara jämförbar. Speciellt viktig är denna figur vid jämförelse med äldre data mellan 1987-2008, då detektionsgränserna började sänkas därefter.



Figur 3. Antalet analyserade substanser samt medianen av detektionsgränserna (LOD) per typ av växtskyddsmedel per år, 2002-2012. Tillväxtreglerare ej inkluderade. Figuren är hämtad från den nationella miljöövervakningen, men samma metoder som används där för analys och samma antal substanser per metod har även använts för de gotländska vattendragen (Lindström et al, 2014).

Halter som är markerade med kursiv stil i **Bilaga 3** är så kallade spårhalter. Det betyder att halten var över detektionsgränsen (LOD) men under kvantifieringsgränsen (LOQ) och är därmed inte kvantifierade med samma precision som halter över LOQ. Från och med 2012 års prover är laboratoriet ackrediterat även för analys av spårhalter. Under åren 2009 och 2010 redovisades inte alla spårhalter kvantitativt, utan benämndes endast som ”Spår”. Dessa har fått ett uppskattat spårvärde i form av halva kvantifieringsgränsen.

3.3 Riktvärden och toxicitetsindex

För att bedöma möjlig påverkan av olika substanser i ytvatten jämförs de påträffade halterna med så kallade riktvärden. Ett riktvärde anger den högsta halten av en substans i ytvatten då man inte kan förvänta sig några negativa effekter på organismer i vattenekosystemet. I första hand har miljökvalitetsnormer (MKN) för prioriterade ämnen och bedömningsgrunder för särskilda förorenande ämnen (SFÄ) från Havs- och vattenmyndighetens föreskrift HVMFS 2015:4 använts (*HaV, 2015*). För de substanser som inte inkluderas i föreskriften har riktvärden från Kemikalieinspektionen använts. Kemikalieinspektionen har tagit fram riktvärden för drygt 100 växtskyddsmedel (*KemI, 2015*). De substanser som ingår i analyserna men som saknar både riktvärde från Havs- och vattenmyndigheten och Kemikalieinspektionen har fått riktvärden som beräknats inom miljöövervakningen (*Andersson et al., 2009b; Andersson & Kreuger, 2011*). Alla riktvärden som används i den här rapporten presenteras i **Bilaga 4**, där det framgår varifrån respektive värde är hämtat.

För att enkelt kunna följa utvecklingen över tid vad gäller förekomsten av halter av växtskyddsmedel över riktvärdet, används i denna rapport, men även i den nationella miljöövervakningen ett toxicitetsindex, PTI (Pesticide Toxicity Index). Beräkning av PTI baserar sig ursprungligen på en amerikansk metod, men har utarbetats för svenska förhållanden *Asp & Kreuger (2005)*. Indexet ger en förväntad relativ toxicitet orsakad av växtskyddsmedel (pesticider) som återfinns i ytvatten. PTI beräknas som summan av kvoterna av påträffade halter av växtskyddsmedel (E_i) dividerat med respektive substans riktvärde ($Rikt_{v_i}$) n betecknar det totala antalet växtskyddsmedel. Även de substanser som angetts som spår inkluderas i beräkningen. Mer om hur indexet används och hur det tagits fram presenteras i *Asp & Kreuger (2005)*.

$$PTI = \sum_{i=1}^n \frac{E_i}{Rikt_{v_i}}$$

E_i = Halt av växtskyddsmedel i

$Rikt_{v_i}$ = Svenskt riktvärde för växtskyddsmedel i

n = antalet växtskyddsmedel

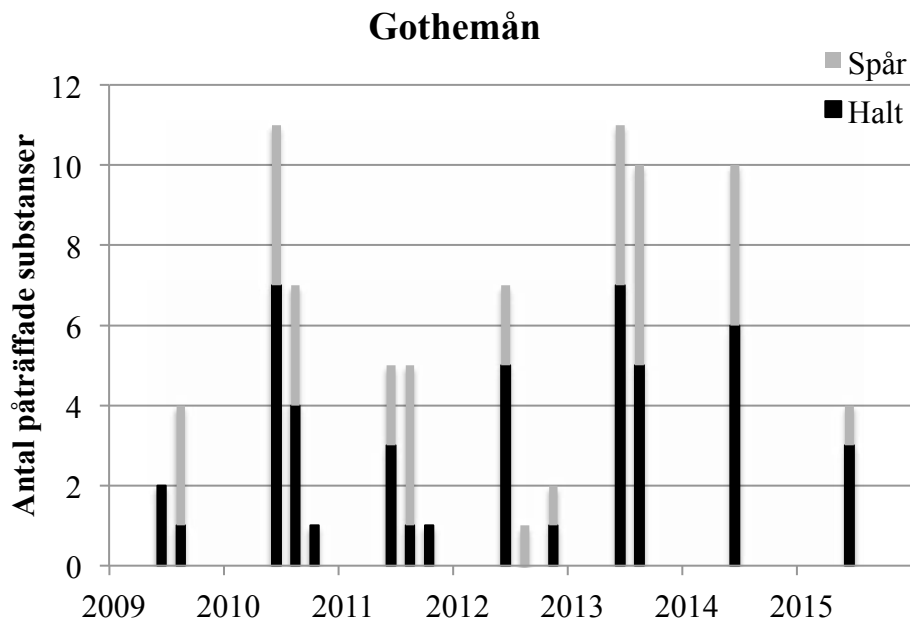
Enligt EU:s dricksvattendirektiv (98/83/EG) får inte halter av bekämpningsmedel i dricksvatten överstiga 0,1 µg/l för en enskild substans och 0,5 µg/l för sammanlagda halter (*EU, 1998*). Dessa gränsvärden är dock inte aktuella då denna rapport redovisar data från tre vattendrag vars vatten inte är avsett för dricksvattenproduktion, men kan vara intressant som jämförelse med andra undersökningar. I stort sett allt dricksvatten på Gotland hämtas från grundvatten.

4 Resultat

4.1 Ytvatten

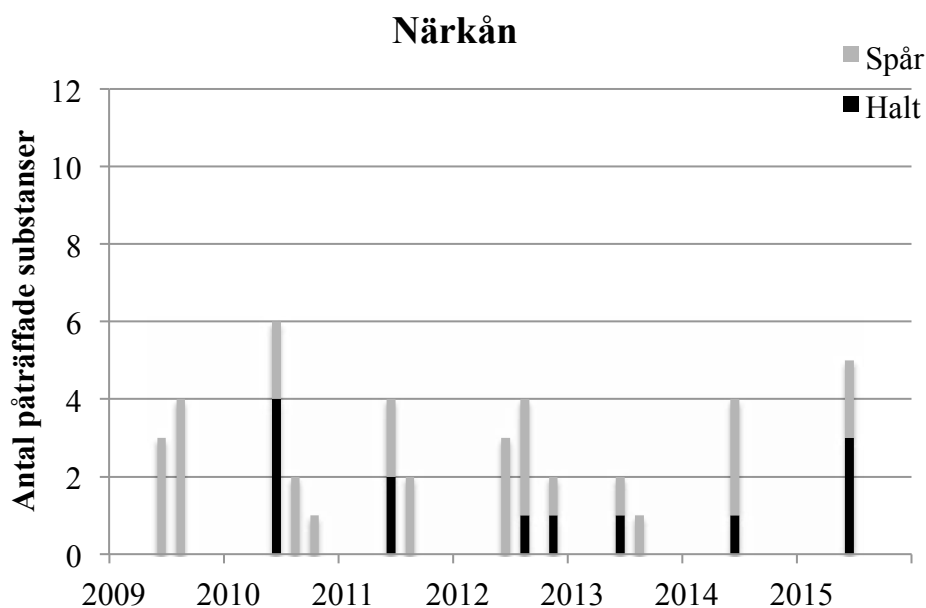
Figur 4-6 visar antal fynd av växtskyddsmedel i de olika åarna, detta kan vara intressant att titta på, då en sänkning av detektionsgränserna skett sedan föregående rapport som sträckte sig fram till 2008 (**Figur 3**). Har fynden i åarna ökat på grund av detta, eller är fynden färre sedan perioden 1987-2008. Här sker ingen jämförelse mot riktvärden, utan det är endast antal fynd i halt och spår som redovisas. Halter är beteckningen för fynd över kvantifieringsgränsen, medan spår betecknar spårvärden över detektionsgränsen, men under kvantifieringsgränsen. Varje prov har analyserats för ett varierande antal substanser, vilket påverkar resultatet (**Bilaga 2 och 3**)

I Gothemån gjordes mellan 0-11 fynd per prov mellan 2009-2015, vilket är jämförbart med antalet fynd per prov under åren 1987-2008, där högst antal fynd per prov var 11 (*Andersson et al., 2009a*) (**Figur 4**). Gothemån är också den å där flest fynd per prov görs, jämfört med Närkån och Snoderån.



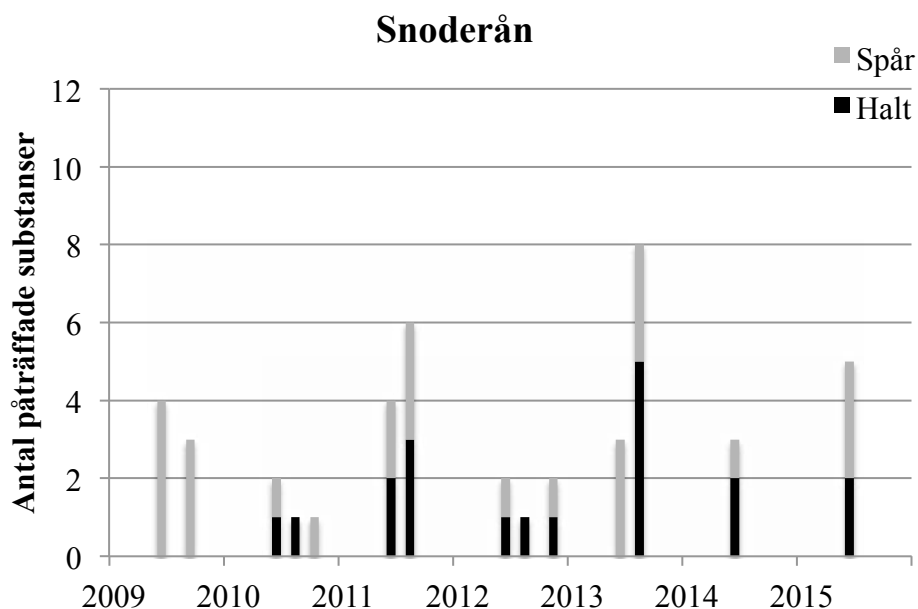
Figur 4. Antal påträffade substanser uppdelat på halt och spår för Gothemån 2009-2015.

I Närkån påträffades som mest 6 substanser per prov, och i 7 av proverna påträffades endast spårhalter (**Figur 5**). Under åren 1987-2008 var det högsta antalet fynd per prov 5 och fördelningen mellan halt och spårhalt har hållit sig relativt jämn under åren (*Andersson et al., 2009a*).



Figur 5. Antal påträffade substanser uppdelat på halt och spår för Närkån 2009-2015.

I Snoderån påträffades mellan åren 2009-2015 mellan 0-8 fynd per prov, och i 4 av proverna påträffades endast spårhalter (**Figur 6**). I Snoderån påträffades under åren 1987-2008 som mest 6 substanser per prov, och även under dessa år var det flertalet prov där endast spårhalter observerats (*Andersson et al., 2009a*).



Figur 6. Antal påträffade substanser uppdelat på halt och spår för Snoderån 2009-2015.

Ingen tydlig trend kan påvisas i antalet påvisade substanser, varken under åren 2009-2015 eller i jämförelse med tidigare tidsperiod. Detta trots att både detektionsgränsen för flertalet substanser sänkts och att antalet analyserade substanser ökat. Detta kan tolkas som en positiv utveckling när det gäller antalet påträffade substanser i vattendragen.

Totalt påträffades 35 olika substanser vid ett eller flera tillfällen i de tre gotländska vattendragen under perioden 2009-2015. Av dessa var det 21 ogräsmedel, 5 insektsmedel, 4 svampmedel och 5 nedbrytningsprodukter.

I **Tabell 3** visas en sammanfattning från de tre åarna, totalt antal påträffade substanser, högsta sammanlagda halt per prov, substans med flest fynd samt högsta halt av enskild substans. I Gothemån påträffades flest antal substanser, 27 stycken, följt av Närkån med 16 stycken och Snoderån 15 stycken påträffade substanser. Högsta sammanlagda halt i ett enskilt prov var i Gothemån 0,45 µg/l, i Närkån 0,25 µg/l och i Snoderån 0,091 µg/l. I alla tre åarna var bentazon den substans som påträffades flest gånger, och i Gothemån och Snoderån var även bentazon den substans som påträffades i högst halt, 0,19 µg/l i Gothemån och 0,039 µg/l i Snoderån. I Närkån var det däremot glyfosat som påträffades i högst halt med 0,25 µg/l (**Tabell 3, Bilaga 3**).

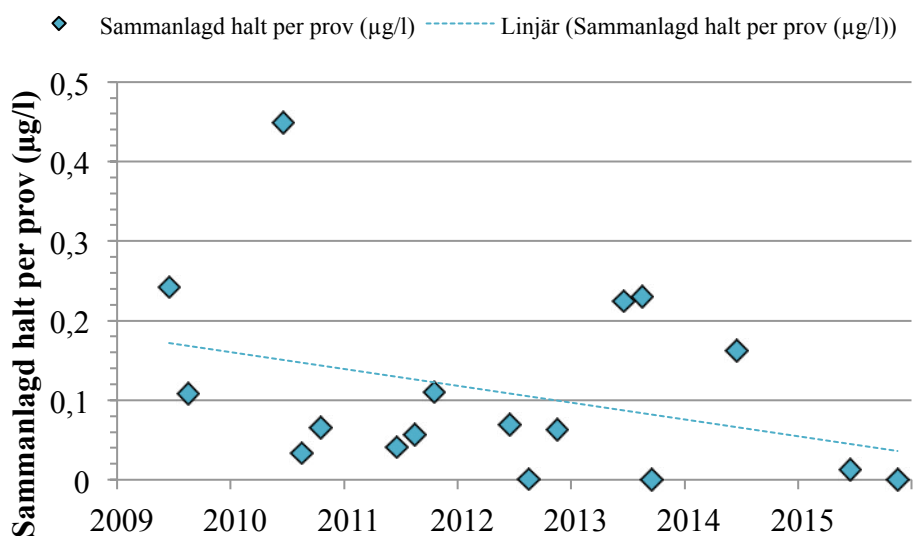
Tabell 3. Antal påträffade substanser totalt, högsta sammanlagda halt, substans med flest fynd samt högsta halt av en enskild substans i Gothemån, Närkån och Snoderån åren 2009-2015.

Å	Antal påträffade substanser	Högsta sammanlagda halt (µg/l)	Substans med flest fynd i ån	Högsta halt av en enskild substans (µg/l)
Gothemån	27	0,45	bentazon	0,19 µg/l bentazon
Närkån	16	0,25	bentazon	0,20 µg/l glyfosat
Snoderån	15	0,091	bentazon	0,039 µg/l bentazon

Figur 7, 8 och 9 illustrerar sammanlagda halter per prov och vattendrag mellan 2009-2015 och visar att det inte finns någon tydlig trend under tidsperioden. I Gothemån har summahalter över 0,1 µg/l uppmäts vid sju tillfällen, med högsta halten den 10 juni 2010 där en sammanlagd halt av 0,45 µg/l uppmättes. Här var det bentazon som bidrog (**Tabell 3, Figur 7, Bilaga 3**). I Närkån har det inte uppmäts några förhöjda halter förutom toppen på 0,25 µg/l som uppmättes i oktober 2012. Här var det glyfosat som bidrog (**Tabell 3, Figur 8**). I Snoderån har sammanlagda halter legat under 0,1 µg/l under hela mätperioden (**Tabell 3, Figur 9**).

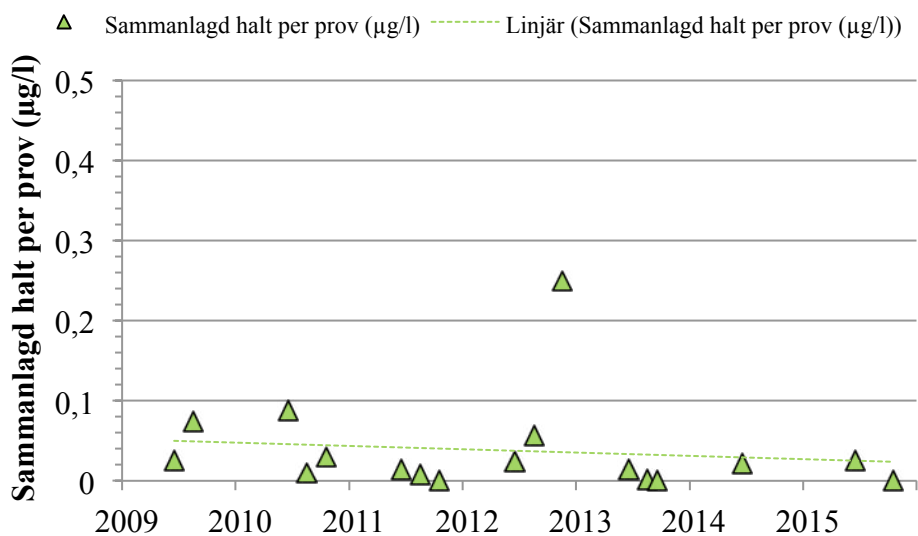
Under perioden 2009-2015 har halter av enskilda substanser över dricksvattengränsvärdet på 0,1 µg/l påträffats vid fyra tillfällen i Gothemån (bentazon, glyfosat och MCPA) och vid ett tillfälle i Närkån (glyfosat) (**Bilaga 3**).

Gothemån



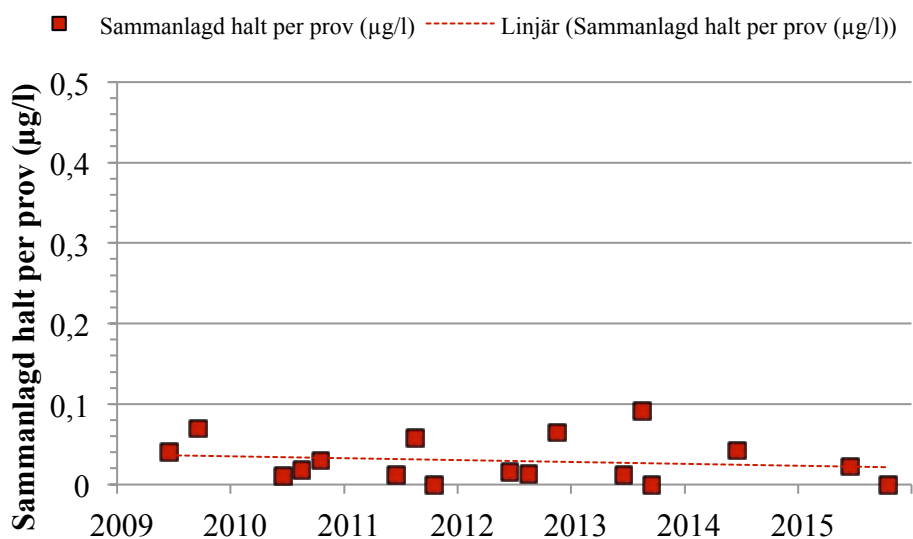
Figur 7. Sammanlagda halter per prov i Gothemån i provtagning mellan 2009-2015 inklusive linjär trendlinje. I beräkningen av sammanlagda halter per prov ingår både halter och spårhalter.

Närkån



Figur 8. Sammanlagda halter per prov i Närkån i provtagning mellan 2009-2015 inklusive linjär trendlinje. I beräkningen av sammanlagda halter per prov ingår både halter och spårhalter.

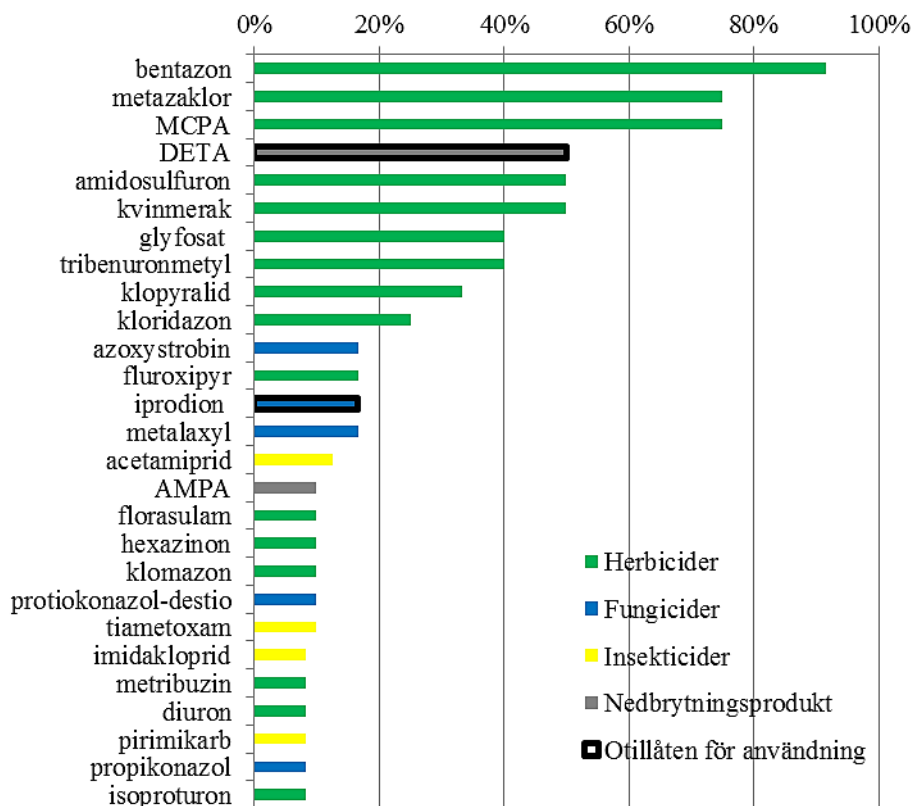
Snoderån



Figur 9. Sammanlagda halter per prov i Snoderån i provtagning mellan 2009-2015 inklusive linjär trendlinje. I beräkningen av sammanlagda halter per prov ingår både halter och spårhalter.

Som tidigare nämnts, är **bentazon** den substans som påträffats mest frekvent i alla tre år mellan 2009-2015 (**Tabell 3, Figur 10, 11, 12**). Bentazon var tidigare mycket allmänt använd, men användningen har under senare årtionden begränsats betydligt på grund av dess lätttrörlighet i marken. Preparat som innehåller bentazon används i dagsläget främst mot ogräs i ärtor, men även majs och vallar med insådd. I de tre undersökta åarna har bentazon påträffats mellan 80 - 90 % av alla proverna under åren 2009-2015.

Andel fynd per substans - Gothemån



Figur 10. Andel fynd per substans uppdelat på herbicider, fungicider, insekticider och nedbrytningsprodukt, samt otillåtna substanser för Gothemån mellan 2009-2015. Endast substanser som varit förbjudna under större delen av provtagningsperioden anges som otillåtna för användning.

I Gothemån har ogräsmedlen metazaklor och MCPA påträffats i mer 70 % av proverna. **Metazaklor** påträffades inte i samma utsträckning före 2008, vilket till en del kan bero på utvecklingen av ny analysmetod med sänkt detektionsgräns som gjorde det möjligt att påträffa metazaklor i lägre halter än tidigare. I jämförelse med tidigare data, har metazaklor alltså påträffats oftare under perioden 2009-2015 (**Figur 10**). Metazaklor har främst använts mot ogräs i höstoljeväxter, men även i vissa köksväxter såsom broccoli och andra kålsorter. **MCPA** däremot påträffades i samma utsträckning i Gothemån även tidigare år (1987-2008). MCPA är godkänd att användas i odling av all typ av stråsäd och i insådd av gräs och/eller rödklöver i stråsäd. Data från nationell miljöövervakning tyder på att MCPA är en av de mest använda substanserna i typområdena, både räknat i använda mängder och areal (*Lindström et al., 2015*).

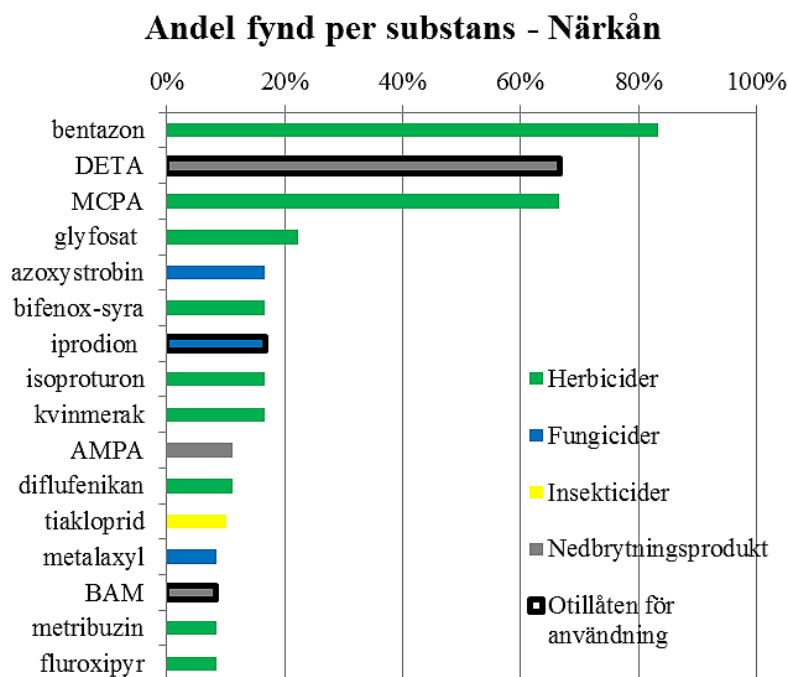
Bland övriga herbicider som påträffats i Gothemån i mer än 30 % av proverna återfinns kvinmerak, glyfosat, amidosulfuron, tribenuronmetyl och klopyralid (**Figur 10**). **Kvinmerak** används ofta i produkter innehållande

metazaklor, och används mot ogräs i odlingar av raps och rybs. **Glyfosat** är det vanligaste ämnet mot ogräs i Sverige och har en bred användning. Ämnet kan användas vid olika tidpunkter under året, t.ex. på våren före grödans uppkomst, under sommaren i samband med vallbrott, och på hösten efter skörd. **Amidosulfuron** och **tribenuronmetyl** används främst i spannmålsodlingar, medan **klopyralid** har en bredare användning och används förutom i spannmålsodlingar även i oljeväxter, samt i jordgubbar, betor, majs grönfoder-, slåtter- och betesvallar.

De fungicider som oftast påträffats i Gothemån under 2009-2015 är metalaxyl, iprodion och azoxystrobin (i nära 20 % av alla prover). **Metalaxyl** används mot svampangrepp i odlingar av potatis. **Iprodion** har varit förbjuden för användning sedan 2008, men användes exempelvis mot svampsjukdomar i raps, rybs, kål och ärter. **Azoxystrobin** används i ett flertal grödor mot svampangrepp, såsom spannmål, potatis, oljeväxter, sockerbetor, grönsaker, jordgubbar, ärter och åkerbönor.

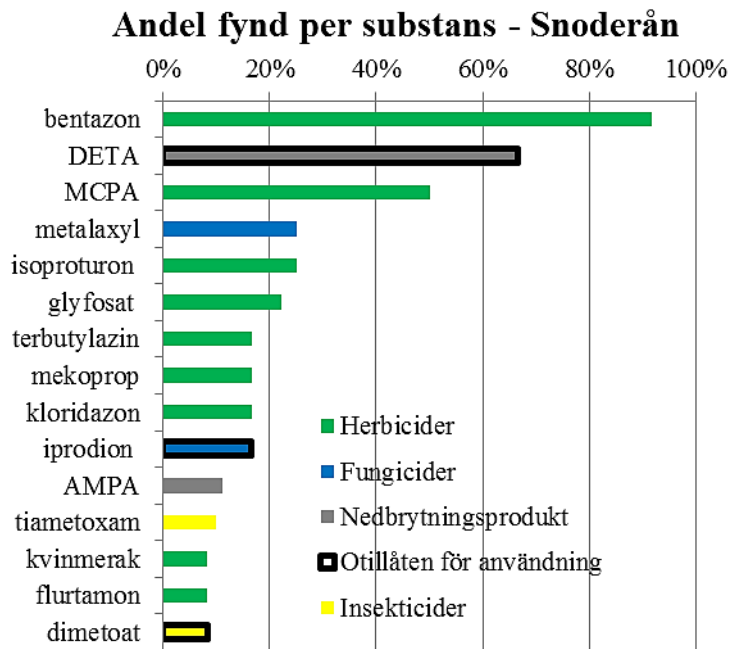
Tre insektsmedel av typen neonikotinoider, acetamiprid, imidaklopid och tiametoxam har påträffats i Gothemån mellan 2009-2015. Neonikotinoiden tiaklopid återfanns även vid ett tillfälle i Närkån (**Figur 10, 11**). **Acetamiprid** är ett insektsmedel som analyserats sedan 2011, och används exempelvis mot insekter i fruktodlingar och oljeväxter. **Imidaklopid** är en insekticid som godkändes för användning 2002 och började analyseras vid SLU 2005. 2009 sänktes detektionsgränserna avsevärt, och fler fynd gjordes. Imidaklopid har en bred användning, bl.a. som betningsmedel för potatis, i växthusodlingar, på barrträdsplantor och golfgreener. **Tiametoxam** har analyserats sedan 2010 och används främst genom betning av utsäde i odlingar av foder- och sockerbetor. **Tiaklopid** godkändes för användning 2008, och började analyseras 2009. Tiaklopid används mot skadeinsekter i potatis och oljeväxter, men också inom trädgårdsodlingen. Den fjärde insekticiden som påträffats i Gothemån under åren 2009-2015 är **pirimikarb** som påträffats i 10 % av proverna (**Figur 10**). Pirimikarb har varit godkänd för användning mot skadeinsekter i spannmål.

I alla tre år terbutylazin-desetyl (**DETA**) påträffats som är en nedbrytningsprodukt till terbutylazin som varit förbjuden för användning sedan 2003 i Sverige. Terbutylazin användes i viss utsträckning mot ogräs i odlingar av bland annat ärter och åkerbönor och i energiskog, men ingick framförallt i olika totalbekämpningsmedel som användes för att bekämpa ogräs i parker, på gårdsplaner mm. Även för DETA har detektionsgränserna sänkts, vilket bidrar till att den fortfarande påträffas. I Närkån påträffas också ibland (10 % av proverna) 2,6-diklorbensamid (**BAM**), som är en nedbrytningsprodukt till diklobenil. Diklobenil förbjöds 1990 och ingick i flera olika totalbekämpningsmedel (ofta tillsammans med atrazin) och användes i stor omfattning på gårdsplaner, banvallar etc. BAM är mycket svårnedbrytbart och är den substans som oftast påträffas i svenskt grundvatten, men även i vissa vattendrag i främst södra Sverige.



Figur 11. Andel fynd per substans uppdelat på herbicider, fungicider, insekticider och nedbrytningsprodukt, samt otillåtna substanser för Närke mellan 2009-2015. Endast substanser som varit förbjudna under större delen av provtagningsperioden anges som otillåtna för användning.

Precis som i Gothemån, så har MCPA påträffats cirka 70 % av proverna i Närke, följt av DETA med 67 % och glyfosat i 22 % av proverna mellan 2009-2015 (**Figur 11**). Närke är den å där **diflufenikan** påträffats i 11 % av proverna. Diflufenikan är en herbicid som främst används i höstvet, och i den nationella övervakningen är det den substans som oftast överskrider sitt riktvärde (*Lindström et al., 2015*). I Närke påträffas också **bifenox-syra** i 17 % av proverna. Bifenox-syra är en nedbrytningsprodukt till bifenox, som används mot ogräs i oljevaxter (**Figur 11**).



Figur 12. Andel fynd per substans uppdelat på herbicider, fungicider, insekticider och nedbrytningsprodukt, samt otillåtna substanser för Snoderån mellan 2009-2015. Endast substanser som varit förbjudna under större delen av provtagningsperioden anges som otillåtna för användning.

I Snoderån påträffas färre substanser än i de andra åarna, däremot har det påträffats två insekticider vid ett tillfälle var, tiametoxam och dimetoat. (**Figur 12**). Tiametoxam påträffades även i Gothemån. **Dimetoat** är otillåten för användning i Sverige, men var tidigare godkänd för exempelvis insektsbekämpning i sockerbetor.

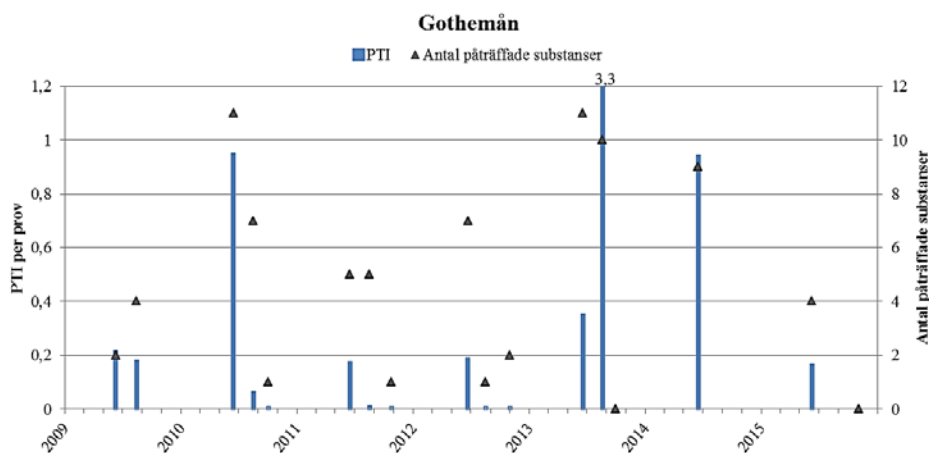
4.2 Riktvärden och toxicitetsindex

Under perioden 2009-2015 har inga halter av växtskyddsmedel överskridit de akvatiska riktvärdena i någon av åarna (**Bilaga 4**). Sedan mätningarna startade 1987 så har riktvärdesöverskridanden endast skett de första åren 1988 och 1989 i Gothemån och Närkån, därefter har inga riktvärdesöverskridanden förekommit, trots sänkningar av detektionsgränser för vissa substanser med låga riktvärden under årens lopp. Detta skulle kunna indikera sjunkande halter i åarna, även om inga tydliga trender kan ses, varken under denna tidsperiod (**Figur 7, 8, 9**) eller under föregående tidsperiod (*Andersson et al., 2009a*). Trots detta är det ett mycket positivt resultat att inga överskridanden av de akvatiska riktvärdena har skett. Detta innebär att de halter som förekommer i åarna, inte kan anses vara skadliga för de vattenlevande organismerna.

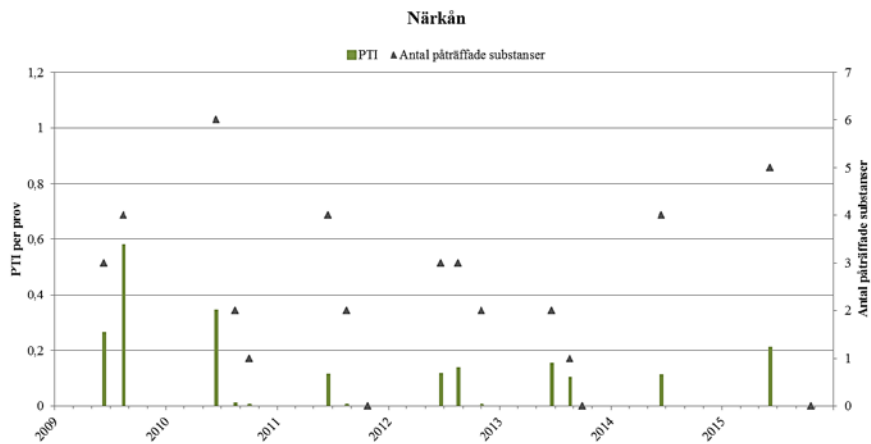
I Gothemån har det vid fyra tillfällen uppmäts halter av en enskild substans över dricksvattengränsvärdet på 0,1 µg/l (bentazon, glyfosat och MCPA) samt i Närkån vid ett tillfälle (glyfosat) (**Bilaga 3**).

Toxicitetsindexet (PTI) är en indikator där värdet kan användas för att bedöma i hur stor grad eventuella negativa effekter kan förekomma i vattenecosystemet vid provtagningstidpunkten. Värdet kan även användas för att jämföra olika områden där jämförbar provtagning utförts och för att utläsa eventuella trender över tiden. Om toxicitetsindexet är mindre än 1 tyder detta på att de koncentrationer av växtskyddsmedel som detekteras vid provtagningen teoretiskt inte orsakar negativa toxiska effekter på vattenlevande organismer.

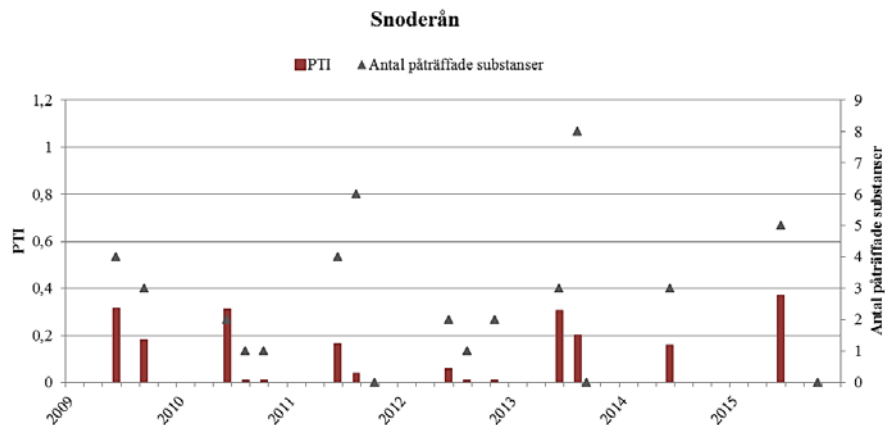
Toxicitetsindex för Gothemån, Närkån och Snoderån presenteras i **Figur 13**, **14 och 15**. Här visas det sammanvägda toxicitetsindexet (PTI) per prov (se ekvation i avsnitt 3.3), tillsammans med antal påträffade substanser i det aktuella provet. För en del höstprov har endast glyfosat och dess nedbrytningsprodukt AMPA analyserats (se **Bilaga 2**), vilket i påverkar jämförbarheten mellan proven. I Närkån och Snoderån har PTI aldrig överskridit 1, men i Gothemån har PTI vid ett tillfälle överskridit 1, 2013 med PTI 3,3 och vid två tillfällen tangerat 1, 2010 med 0,81 samt 2014 med 0,94 (**Figur 13**). I Närkån återfanns det högsta toxicitetsindexet under 2009 med 0,58 och i Snoderån var det högsta PTI 0,37 i juni 2015 (**Figur 14 och 15**). I jämförelse med äldre data har toxicitetsindexet endast överstigit 1 en gång i Gothemån (**Figur 13**), i övrigt har inget toxicitetsindex för någon av åarna överskridit 1 alltsedan de första provtagningsåren i slutet av 1980-talet. Således indikerar resultaten att inga eller få negativa konsekvenser på vattendragen kan påvisas enligt denna beräkning, med viss hänsyn tagen till Gothemån där indexet tangerat 1 samt överskridit 1 vid ett tillfälle.



Figur 13. PTI och antal påträffade substanser i Gothemån vid respektive provtagning.



Figur 14. PTI och antal påträffade substanser i Närkån vid respektive provtagning.



Figur 15. PTI och antal påträffade substanser i Snoderån vid respektive provtagning.

4.3 Jämförelse med nationell miljöövervakning och screeningdata från 2015

I tidigare rapport från 2009 gjordes en jämförelse med nationell miljöövervakning. Inom den nationella miljöövervakningen tas momentanprover från två skånska åar, Skivarpsån och Vegeå, och i *Andersson et.al 2009a* gjordes bedömningen att de gotländska åarna på grund av naturliga faktorer såsom avrinningsområdets storlek och vattnets konstitution, kunde vara jämförbara med Skivarpsån. Dock måste man komma ihåg att Skivarpsån ligger i Skåne, där både andelen jordbruksmark i avrinningsområdet och användningen av växtskyddsmedel är betydligt större än på Gotland. Detta medför förstås att det påträffas fler substanser i Skivarpsån och också fler riktvärdesöverskridanden. Dessutom har sedan 2002 fler substanser per prov ingått i analyserna för de prover som analyserats inom den nationella miljöövervak-

ningen. I Skivarpsån tas årligen 9 prov som ingår i den nationella miljöövervakningen, till skillnad från 1-3 prov per år från de gotländska vattendragen.

Toxicitetsberäkningar för områden där fler fynd och riktvärdesöverskridanden sker behöver ta hänsyn till det faktum att detektionsgränserna för vissa substanser, exempelvis pyretroider, är större eller lika med riktvärdet, och att dessa således ger ett mycket stort bidrag till kvoten. I den nationella miljöövervakningen brukar då två uträkningar göras, ett med alla substanser oavsett detektionsgräns, och ett utan dessa substanser med för höga detektionsgränser. För de tre gotländska åarna behövdes detta inte göras, då dessa substanser sällan har analyserats och heller aldrig påträffats. Som jämförelse kan nämnas att Skivarpsån i snitt haft ett PTI på cirka 60 under 2002-2013, samt att det högsta PTI under alla åren var 935 under 2008 (*Lindström & Kreuger, 2015*).

Som komplement till den nationella miljöövervakningen, genomfördes på uppdrag av Naturvårdsverket en omfattande screening under 2015, för att få en mer heltäckande bild av förekomsten av växtskyddsmedel i svenska vattendrag. Ett stort antal vattendrag från hela södra Sverige undersöktes och från Gotland ingick Gothemån, Närkån och Snoderån med två prover per å. Dessa prover är inkluderade i denna rapport. I korthet kan slutsatsen från ytvattenprovtagningen i screeningen summeras med att Gotland tillhör de länen där lägsta halter påträffas i vattendragen, tillsammans med Östergötland, Blekinge och Värmland. I vattenprover från dessa län påträffades inga halter över dricksvattengränsvärdet på 0,1 µg/l under 2015 och inte heller återfanns några halter över det akvatiska riktvärdet i vattendragen. Det län med störst relativ påverkan av växtskyddsmedel på vattendragen är Skåne län, där flest summahalter över eller lika med dricksvattengränsvärdet har uppmätts. Dessutom härrör ungefär hälften av alla halter över eller lika med det akvatiska riktvärdet från Skåne (*Boström et al., 2016*).

5 Diskussion och slutsatser

Provtagningen i Gothemån, Närkån och Snoderån är unik i sitt slag i och med att den har pågått kontinuerligt sedan 1987 och utgör därmed en av de längsta tidsserierna i landet för bekämpningsmedel i ytvatten. Syftet med miljöövervakning är just att kunna följa trender i miljön och för det behövs kontinuerlig provtagning under lång tid. Gotland är en speciell miljö med mycket höga naturvärden och därför är mätningar av det här slaget av stor betydelse. Det är också viktigt att ha en regelbunden provtagning, med prover som täcker in hela växtskyddssäsongen mellan maj till oktober. Dessutom finns det en stor vinst att analysera så många substanser som möjligt vid varje provtagning. Detta för att inte missa eventuella nya substanser som kan påverka vattendragen, men också för att kunna göra relevanta jämförelser år efter år och om man vill jämföra med resultaten från den nationella miljöövervakningen. Användningen av växtskyddsmedel växlar mellan åren, både beroende på vilka grödor som odlas och på vädret under odlings-

säsongen. Det sistnämnda påverkar främst användningen av svampmedel och insektsmedel.

Resultaten från mätningar gjorda mellan 2009-2015 visar att antalet påträffade växtskyddsmedel per prov är förhållandevis få, men också att antalet har varit ganska konstant sedan 1990-talet (*Andersson et al., 2009a*). Resultaten visar även att halterna av de substanser som detekterats är lägre än vid mätningarnas start, trots att detektionsgränserna sänkts mycket under senare delen av mätningperioden. Inga riktvärdesöverskridanden har skett sedan de första åren under slutet av 1980-talet och toxicitetsindexet som beräknats för de tre åren indikerar ingen eller liten negativ påverkan av växtskyddsmedel för vattenmiljön.

Trots en positiv utveckling när det gäller förekomsten av växtskyddsmedel i de gotländska vattendragen finns det ändå skäl att fortsätta följa utvecklingen i Gothemån, Närkån och Snoderån. Förändringar i användningen av växtskyddsmedel kan växla inte bara på kort sikt utan också på lång sikt, till exempel till följd av ett ökat livsmedelsbehov eller ett förändrat klimat. Det utvecklas även ständigt nya växtskyddsprodukter med nya typer av aktiva substanser som kan vara angeläget att följa i miljön. Sist men inte minst återstår just vinsten med långsiktiga mätningar i miljön, för att långsiktigt kunna följa trender samt ge stöd till beslutsfattare och samhället i stort.

6 Referenser

Agritox. 2013. Database on plant protection substances, developed by National Institute for Agricultural Research (INRA), France. Anses – French Agency for Food, Environment and Occupational Health and Safety. www.agritox.anses.fr

Andersson M., Andersson R. & Kreuger J. 2009a. Bekämpningsmedel (växtskyddsmedel) i vatten på Gotland. Sammanställning och bedömning av resultat från provtagningarna under 1987-2008. *Ekohydrologi 109*. Avdelningen för vattenvårdslära, Sveriges lantbruksuniversitet, Uppsala.

Andersson, M., Graaf, S. & Kreuger, J. 2009b. Beräkning av temporära riktvärden för 12 växtskyddsmedel i ytvatten. Teknisk rapport 135. Avdelningen för vattenvårdslära, Sveriges lantbruksuniversitet, Uppsala.

Andersson, M. & Kreuger, J. 2011. Preliminära riktvärden för växtskyddsmedel i ytvatten, beräkning av riktvärden för 64 växtskyddsmedel som saknar svenskt riktvärde. Teknisk rapport 144. Avdelningen för vattenvårdslära, Sveriges lantbruksuniversitet, Uppsala.

Asp, J. & Kreuger, J. 2005. Riskvärdering av bekämpningsmedel i ytvatten – Utveckling och utvärdering av indikatorer baserade på riktvärden och miljöövervakningsdata. *Ekohydrologi 88*. Avdelningen för vattenvårdslära, Sveriges lantbruksuniversitet, Uppsala.

Boström G., Lindström B., Gönczi M. & Kreuger J. 2016. Nationell screening av bekämpningsmedel i yt- och grundvatten. CKB Rapport 2016:1. Kompetenscentrum för kemiska bekämpningsmedel. Sveriges lantbruksuniversitet, Uppsala.

Erlström, M. & Persson, L. 2007. Gotlands län. I: Delin, H. (red). Bergsgrundsgesologisk undersökning. Sammanfattning av pågående verksamhet 2006. Sveriges geologiska undersökning. Rapporter och meddelanden 126.

EU.1998. Rådets direktiv 98/83/EG om kvaliteten på dricksvatten (3 november 1998).

EU. 2013. Europaparlamentets och rådets direktiv 2013/39/EU om prioriterade ämnen och miljö kvalitetsnormer inom vattenpolitikens område..

EU. 2015. Kommissionens genomförandebeslut (EU) 2015/495 om upprättande av en bevakningslista över ämnen för unionsomfattande övervakning inom vattenpolitikens område i enlighet med Europaparlamentet och rådets direktiv 2008/105/EG. Kommissionens genomförandebeslut (EU) 2015/495.

HaV. 2015. Havs- och vattenmyndighetens föreskrifter om ändring i Havs- och vattenmyndighetens föreskrifter (HVMFS 2013:19) om klassificering och miljö kvalitetsnormer avseende ytvatten – HVMFS 2015:4.

Jansson, C. & Kreuger, J., 2010. Multiresidue analysis of 95 pesticides at low nanogram/liter levels in surface waters using online preconcentration and high performance liquid chromatography/tandem mass spectrometry. Journal of AOAC International 93, 1732-1747.

KemI. 2015. Kemikalieinspektionens riktvärden för ytvatten. Accessdatum 2015-06-18
<http://www.kemi.se/sv/Innehall/Bekampningsmedel/Vaxtskyddsmedel/Vaxtskyddsmedel-i-Sverige/Riktvarden-for-ytvatten/>

Lindström, B. & Kreuger, J. Resultat från miljöövervakningen av bekämpningsmedel (växtskyddsmedel). Årssammanställning 2013. Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för vatten och miljö, Rapport 2015:10.

Lindström, B., Larsson, M., Boye, K., Gönczi, M. & Kreuger, J. 2015. Resultat från miljöövervakningen av bekämpningsmedel (växtskyddsmedel). Långtidsöversikt och trender 2002-2012 för ytvatten och sediment. Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för vatten och miljö, Rapport 2015:5.

Pettersson, U. 2006. Gothemsån. Biotopkartering november 2005. Rapporter om natur och miljö – nr 2006: 8. Länsstyrelsen i Gotlands län.

SCB, 2016. Jordbruksstatistisk sammanställning 2016. Statistiska Centralbyrån och Jordbruksverket.
<http://www2.jordbruksverket.se/download/18.40bf03f155b59eb32ed8860/1467814436106/JO02BR1601.pdf>

Vattenmyndigheten Södra Östersjön. 2013. Kunskapsöversikt Snoderåns avrinningsområde. Delrapport inom Kulturmiljö och vattenförvaltning – planeringsunderlag för Södra Östersjöns vattendistrikt. Arbetsmaterial januari 2013-01-13.

VISS. 2016. Närkån, vattenförekomst. Data från Vatteninformationssystem Sverige. <https://viss.lansstyrelsen.se/Waters.aspx?waterEUID=SE635445-166254>. Accessdatum 2016-12-20.

7 Bilagor

Bilaga 1. Översikt över analyserade substanser, normalt använda detektionsgränser ($\mu\text{g/l}$), analysmetoder och under vilka år de ingick i analyserna.

Substans	Detektionsgräns	Metod	Projektår
acetamiprid (I)	0,01	57	2011-2015
aklonifen (H) ‡	0,001	51,57	2009-2015
alaklor (H) ‡ †	0,008	51,57	2009-2015
alfacypermetrin (I)	0,006	51	2009-2015
amidosulfuron (H)	0,0005	57	2010-2015
atrazin (H) ‡ †	0,001	51,57	2009-2015
DEA (N)	0,04	51, 57	2009-2015
DIPA (N)	0,001	57	2010-2015
azoxystrobin (F)	0,002	51,57	2009-2015
BAM (N)	0,005	51, 57	2009-2015
benazolin (H) †	0,001	50, 57, 58	2009-2014
bentazon (H)	0,004	50, 57, 58	2009-2015
betacyflutrin (I)	0,01	51	2009-2015
bifenox (H) ‡	0,005	51	2015-2015
bifenox-syra (N)	0,002	58	2012-2015
bitertanol (F) †	0,01	51, 57	2009-2015
boskalid (F)	0,01	57	2014-2015
cyanazin (H) †	0,01	51, 57	2009-2015
cyazofamid (F)	0,005	57	2010-2015
cybutryn (Biocid) ‡ † ^a	0,003	57	2014-2015
cyflufenamid (F)	0,002	57	2012-2015
cyflutrin (I)	0,004	51	2009-2015
cykloxidim (H)	0,002	57	2010-2015
cypermetrin (I) ‡	0,001	51	2009-2015
cyprodinil (F)	0,01	51, 57	2009-2015
2,4-D (H)	0,004	50, 57, 58	2009-2015
deltametrin (I)	0,004	51	2009-2015
difenokonazol (F) ^d	0,003	57	2012-2015
diflufenikan (H)	0,005	51, 57, 58	2009-2015
dikamba (H)	0,003	50	2009-2010
diklorprop (H) †	0,004	50, 57,58	2009-2015
diklorvos (I, N) ‡ †	0,005	57	2014-2015
dimetoat (I) ^d †	0,005	51, 57	2009-2015
diuron (H) ‡ †	0,001	51, 57	2009-2015
endosulfan-alfa (I) ‡ †	0,002	51	2009-2015
endosulfan-beta (I) ‡ †	0,0001	51	2009-2015
endosulfansulfat (N)	0,0001	51	2009-2015
epoxikonazol (F) † ^d	0,0001	57	2010-2015
esfenvalerat (I) ^d	0,005	51	2009-2015
etofumesat (H)	0,0003	51, 57	2009-2015
fenarimol (F)	0,003	57	2010-2013
fenitrothion (I) †	0,015	51, 57	2009-2015

Substans	Detektionsgräns	Metod	Projektår
fenmedifam (H)	0,005	51, 57	2009-2015
fenoxaprop-p (H)	0,001	50, 57	2009-2011
fenpropidin (H)	0,005	57	2012-2015
fenpropimorf (F)	0,002	51, 57	2009-2015
flamprop (H)	0,003	50	2009-2010
florasulam (H)	0,005	57, 58	2010-2015
fluazinam (F)	0,005	57, 58	2010-2015
fludioxonil (F) ^d	0,002	57	2010-2015
flufenacet (H) † ^d	0,002	57	2015-2015
fluopikolid (F) ^d	0,002	57	2015-2015
flupyrsulfuronmetyl-Na (H)	0,002	57	2010-2015
fluroxipyr (H)	0,001	50, 57, 58	2009-2015
flurprimidol (TV)	0,01	57	2011-2014
flurtamon (H) †	0,002	51, 57	2009-2015
flusilazol (F) †	0,001	57	2010-2015
flutriafol (F) †	0,003	57	2010-2015
foramsulfuron (H)	0,002	57	2012-2015
fuberidazol (F) †	0,005	51, 57	2009-2015
glyfosat (H)	0,001	53, 59	2010-2015
AMPA (N)	0,01	53, 59	2010-2015
hexazinon (H) †	0,001	57	2010-2015
hexytiazox (I)	0,003	57	2011-2015
imazalil (F)	0,02	51, 57	2009-2015
imidaklopid (I) ^e	0,003	51, 57	2009-2015
iprodion (F)	0,01	51, 57	2009-2011
isoproturon (H) ‡ † ^d	0,001	51, 57	2009-2015
jodsulfuronmetyl-Na (H)	0,002	57, 58	2010-2015
karbendazim (F, N) † ^{b d}	0,002	57	2012-2015
karbofuran (I, N) †	0,001	51, 57	2009-2014
karfentrazonetyl (H)	0,002	57	2010-2015
karfentrazonsyra (N)	0,02	57, 58	2010-2015
klomazon (H)	0,001	57	2010-2015
klopyralid (H)	0,01	50, 58	2009-2015
klorfenvinfos (I) ‡ †	0,002	51, 57	2009-2015
kloridazon (H) †	0,002	51, 57	2009-2015
klorpyrifos (I) ‡ †	0,0003	51, 57	2009-2015
klotianidin (I, N) † ^e	0,005	57	2014-2015
kvinmerak (H) †	0,003	50, 57	2009-2015
lambda-cyhalotrin (I) ^d	0,0002	51	2009-2015
lindan (γ -HCH) (I) ‡ †	0,0003	51	2009-2015
HCH- α (B)	0,0003	51	2009-2015
HCH- β (B)	0,0004	51	2015-2015
HCH- δ (B) ‡	0,0008	51	2015-2015
linuron (H) † ^d	0,003	57	2010-2015
mandipropamid (F)	0,001	57	2012-2015
MCPA (H)	0,005	50, 57, 58	2009-2015

Substans	Detektionsgräns	Metod	Projektår
mekoprop (H) ^d	0,005	50, 57, 58	2009-2015
mesosulfuronmetyl (H)	0,005	57, 58	2010-2015
metabentiazuron (H) †	0,001	57	2010-2015
metalaxyl (F) ^d	0,001	51, 57	2009-2015
metamitron (H)	0,005	51, 57	2009-2015
metazaklor (H) †	0,001	51, 57	2009-2015
metiokarb (I)† ^e	0,002	57	2014-2015
metolaklor (H) †	0,001	57	2010-2015
metrafenon (F)	0,003	57	2012-2015
metribuzin (H) ^d	0,005	51, 57	2009-2015
metsulfuronmetyl (H) ^d	0,002	57, 58	2010-2015
oxadiazon (H) † ^{d,e}	0,002	57	2015-2015
pendimetalin (H) † ^d	0,01	51, 57	2009-2015
penkonazol (F)	0,003	57	2010-2015
permetrin (I) † ^c	0,02	51	2009-2015
pikloram (H)	0,05	58	2015-2015
pikoxystrobin (F)	0,001	51, 57	2009-2015
pirimikarb (I) ^d	0,001	51, 57	2009-2015
procymidon (F)	0,05	57	2010-2010
prokloraz (F) † ^d	0,005	51, 57	2009-2015
propamokarb (F)	0,001	57	2010-2015
propikonazol (F) ^d	0,005	51, 57	2009-2015
propoxikarbazon-Na (H) ^d	0,005	57, 58	2010-2015
propyzamid (H)	0,001	51, 57	2009-2015
prosulfokarb (H)	0,006	51, 57	2009-2015
protiokonazol-destio (N)	0,003	57	2010-2015
pymetrozin (H)	0,01	57	2015-2015
pyraklostrobin (F)	0,002	57	2010-2015
pyroxsulam (H)	0,001	57	2012-2015
quinoxifen (F) ‡ † ^d	0,01	51, 57	2012-2015
rimsulfuron (H)	0,002	57	2010-2015
siltiofam (F)	0,001	57	2010-2015
simazin (H) ‡ †	0,002	51, 57	2009-2015
spiroxamin (F) †	0,001	57	2010-2015
sulfosulfuron (H)	0,001	57	2010-2015
tau-fluvalinat (I)	0,002	51	2009-2015
terbutryn (H) ‡ †	0,005	51, 57	2009-2015
terbutylazin (H) †	0,001	51, 57	2009-2015
DETA (N)	0,001	51, 57	2009-2015
tiaklopid (I) ^{d,e}	0,001	57	2010-2015
tiametoxam (I) ^e	0,002	57	2010-2015
tifensulfuronmetyl (H)	0,002	57, 58	2010-2015
tiofanatmetyl (F) ^b	0,001	57	2012-2015
tolklofosmetyl (F)	0,015	51, 57	2009-2015
tolyfluanid (F)	0,02	57	2010-2014
triallat (H) † ^{d,e}	0,01	57	2015-2015

Institutionen för vatten och miljö

Substans	Detektionsgräns	Metod	Projektår
tribenuronmetyl (H)	0,002	57	2010-2015
trifloxystrobin (F) †	0,001	57	2010-2015
trifluralin (H) ‡ †	0,002	51	2009-2015
triflusulfuronmetyl (H)	0,001	57	2010-2015
trinexapak-etyl (TV)	0,002	57	2012-2015
trinexapak-syra (N)	0,05	58	2015-2015
tritikonazol (F)	0,005	57	2010-2015
Tot. antal analyserade substanser	141		

H = Herbicid, I = Insekticid, F = Fungicid, TV = Tillväxtregulator, B = Biprodukt, N = Nedbrytningsprodukt.

† Substansen var ej godkänd för användning i Sverige 2015.

‡ Prioriterade substanser enligt direktiv 2013/39/EU (EU, 2013).

a = cybutryn benämns ibland även Irgarol (egentligen ett produktnamn).

b = karbendazim är även en nedbrytningsprodukt till tiofanatmetyl som var godkänd för användning i Sverige 2012.

c = permetrin var godkänd för användning i biocidprodukter 2012.

d = kandidat för substitution inom EU:s godkännandeprocess för växtskyddsmedel (EC/2009/117, draft list January 2015).

e = upptagen på bevakningslistan inom ramdirektivet för vatten, EU/2015/495 (EU, 2015)

Bilaga 2. Översikt över använda analysmetoder per provtagningstillfälle (månad) under åren 2009-2015 i Gothemån, Närkån och Snoderån. För beskrivning av analysmetoderna, se avsnitt 3.2 samt Bilaga 1.

Gothemån					
År	Juni	Augusti	September	Oktober	November
2009	50, 51	50, 51			
2010	50, 51, 57	50, 51, 57		53	
2011	57,58	53,57,58		53	
2012	57,58	53,57,58			59
2013	57,58	57,58,59	59		
2014	57,58				
2015	51,57,58,59				59

Närkån					
År	Juni	Augusti	September	Oktober	November
2009	50,51	50,51			
2010	50,51,57	50,51,57		53	
2011	57,58	53,57,58		53	
2012	57,58	53,57,58			59
2013	57,58	57,58,59	59		
2014	57,58				
2015	51,57,58,59			59	

Institutionen för vatten och miljö

År	Snoderån				
	Juni	Augusti	September	Oktober	November
2009	50,51	50,51			
2010	50,51,57	50,51,57		53	
2011	57,58	53,57,58		53	
2012	57,58	53,57,58			59
2013	57,58	57,58,59	59		
2014	57,58				
2015	51,57,58,59			59	

**Bilaga 3. Påvisade halter ($\mu\text{g/l}$) av växtskyddsmedel i åarna mellan 2009-2015.
Kursiva halter betecknar spår.**

Gothemån

Substans	2009		2010			2011		
	9 jun	14 aug	14 jun	16 aug	1 okt	16 jun	16 aug	24 okt
acetamiprid								
amidosulfuron			0,005					
azoxystrobin				0,003			0,001	
bentazon	0,032	0,010	0,19	0,012		0,020	0,010	
diuron								
florasulam								
fluroxipyr			0,064					
glyfosat					0,066		0,040	0,11
AMPA								
hexazinon								
imidakloprid								
iprodion		0,035						
isoproturon			0,004					
klomazon								
klopyralid		0,039	0,015					
kloridazon						0,002		
kvinmerak			0,023					
MCPA	0,21		0,055	0,005		0,015	0,004	
metalaxyl		0,025					0,002	
metazaklor			0,031	0,002		0,001		
metribuzin			0,005					
pirimikarb				0,002				
propikonazol				0,005				
protiokonazol-destio				0,005				
DETA			0,007			0,003		
tiametoxam								
tribenuronmetyl			0,005					
Summa ($\mu\text{g/l}$)	0,24	0,11	0,45	0,034	0,066	0,041	0,057	0,11
Antal detekterade	2	4	11	7	1	5	5	1
Antal analyserade	67	69	108	108	2	93	97	2

Gothemån forts.

Substans	2012			2013			2014	2015	
	21 jun	15 aug	1 nov	18 jun	19 aug	30 sep	16 jun	8 jun	4 nov
acetamiprid					0,015				
amidosulfuron	0,003			0,003	0,007		0,001		
azoxystrobin									
bentazon	0,012			0,075	0,12		0,031	0,006	
diuron					0,015				
florasulam					0,028				
fluroxipyr				0,017					
glyfosat			0,034						
AMPA			0,030						
hexazinon					0,001				
imidaklopid							0,049		
iprodion									
isoproturon									
klomazon				0,001					
klopyralid				0,027			0,011		
kloridazon					0,003		0,009		
kvinmerak	0,013			0,019	0,031		0,006	0,002	
MCPA	0,034			0,070	0,002		0,054		
metalaxyl									
metazaklor	0,003	0,001		0,004	0,008		0,001	0,002	
metribuzin									
pirimikarb									
propikonazol									
protiokonazol-destio									
DETA	0,002			0,004			0,001	0,003	
tiametoxam				0,002					
tribenuronmetyl	0,002			0,003			0,001		
Summa (µg/l)	0,069	0,001	0,064	0,23	0,23	0	0,16	0,013	0
Antal detekterade	7	1	2	11	10	0	10	4	0
Antal analyserade	101	99	2	99	101	2	102	131	2

Närkån

Substans	2009		2010			2011		
	9 jun	14 aug	14 jun	16 aug	1 okt	16 jun	16 aug	24 okt
azoxystrobin							0,001	
BAM								
bentazon	0,010	0,010	0,047	0,005		0,006	0,007	
bifenox-syra								
diflufenikan		0,004						
fluroxipyr			0,010					
glyfosat					0,030			
AMPA								
iprodion		0,035						
isoproturon			0,002			0,002		
kvinmerak								
MCPA	0,010		0,018	0,005		0,004		
metalaxyl		0,025						
metribuzin			0,005					
DETA	0,005		0,005			0,002		
tiaklopid								
Summa (µg/l)	0,025	0,074	0,087	0,010	0,030	0,014	0,008	0
Antal detekterade	3	4	6	2	1	4	2	0
Antal analyserade	67	69	108	108	2	93	95	2

Närkån forts.

Substans	2012			2013			2014	2015	
	21 jun	15 aug	1 nov	18 jun	19 aug	30 sep	16 jun	8 jun	19 okt
azoxystrobin		0,001							
BAM								0,002	
bentazon	0,009			0,012			0,008	0,010	
bifenox-syra		0,019							
diflufenikan									
fluroxipyr									
glyfosat			0,20						
AMPA			0,050						
iprodion									
isoproturon									
kvinmerak							0,003	0,003	
MCPA	0,013	0,034					0,009	0,007	
metalaxyl									
metribuzin									
DETA	0,002			0,003	0,002		0,002	0,004	
tiaklopid		0,003							
Summa (µg/l)	0,024	0,057	0,25	0,015	0,002	0	0,022	0,026	0
Antal detekterade	3	4	2	2	1	0	4	5	0
Antal analyserade	101	99	2	99	101	2	102	131	2

Snoderån

Substans	2009		2010			2011		
	9 jun	14 sep	14 jun	16 aug	1 okt	16 jun	16 aug	24 okt
bentazon	0,010	0,010		0,018		0,003	0,028	
dimetoat								
flurtamon								
glyfosat					0,030			
AMPA								
iprodion		0,035						
isoproturon	0,015					0,002	0,003	
kloridazon							0,002	
kvinmerak								
MCPA	0,010		0,005			0,004	0,020	
mekoprop							0,004	
metalaxyl		0,025					0,001	
terbutylazin								
DETA	0,005		0,006			0,003		
tiametoxam								
Summa (µg/l)	0,040	0,070	0,011	0,018	0,030	0,012	0,058	0
Antal detekterade	4	3	2	1	1	4	6	0
Antal analyserade	67	69	108	108	2	93	95	2

Snoderån forts.

Substans	2012			2013			2014	2015	
	21 jun	15 aug	01 nov	18 jun	19 aug	30 sep	16 jun	08 jun	19 okt
bentazon	0,015	0,013		0,006	0,039		0,037	0,010	
dimetoat					0,002				
flurtamon								0,001	
glyfosat			0,035						
AMPA			0,030						
iprodition									
isoproturon									
kloridazon					0,003				
kvinmerak							0,003		
MCPA					0,025			0,005	
mekoprop					0,006				
metalaxyl					0,010				
terbutylazin				0,001				0,001	
DETA	0,001			0,005	0,003		0,003	0,006	
tiametoxam					0,003				
Summa (µg/l)	0,016	0,013	0,065	0,012	0,091	0	0,043	0,023	0
Antal detekterade	2	1	2	3	8	0	3	5	0
Antal analyserade	101	99	2	99	101	2	102	131	2

Bilaga 4. Riktvärden ($\mu\text{g/l}$) i ytvatten för de substanser som ingått i studien samt referensen som riktvärdet hämtats från. Substanserna är sorterade i bokstavsordning med nedbrytningsprodukter sorterade under respektive modersubstans.

Substans	Riktvärde	Referens
acetamiprid	0,1	Andersson et al. 2009b
aklonifen	0,12	HaV. 2015 (MKN)
alaklor	0,3	HaV. 2015 (MKN)
alfacypermetrin	0,001	Kemi. 2015
amidosulfuron	0,2	Kemi. 2015
atrazin	0,6	HaV. 2015 (MKN)
atrazindesetyl	0,6	HaV. 2015 (MKN)
atrazindesisopropyl	0,1	Andersson et al. 2009b
azoxystrobin	0,9	Kemi. 2015
BAM	400	Andersson et al. 2011. Nedbrytningsprodukt till diklobenil
bentazon	27	HaV. 2015 (SFÄ)
betacyflutrin	0,0001	Kemi. 2015
bifenox	0,012	HaV. 2015 (MKN)
bifenox-syra	-	-
bitertanol	0,3	Kemi. 2015
boskalid	13	Andersson et al. 2009b
2,4-D	30	Andersson et al. 2011
cyanazin	1	Kemi. 2015
cyazofamid	1	Kemi. 2015
cybutryn	0,0025	HaV. 2015 (MKN)
cyflufenamid	0,2	Andersson et al. 2011
cyflutrin	0,0006	Andersson et al. 2011
cykloxidim	80	Andersson et al. 2011
cypermetrin	0,00008	HaV. 2015 (MKN)
cyprodinil	0,2	Kemi. 2015
deltametrin	0,0002	Kemi. 2015
difenokonazol	0,02	Kemi. 2015
diflufenikan	0,01	HaV. 2015 (SFÄ)
diklorprop	10	Kemi. 2015
diklorvos	0,0006	HaV. 2015 (MKN)
dimetoat	0,7	Kemi. 2015
diuron	0,2	HaV. 2015 (MKN)
endosulfan-alfa	0,005	HaV. 2015 (MKN)
endosulfan-beta	0,005	HaV. 2015 (MKN)
endosulfansulfat	0,001	Andersson et al. 2011
epoxikonazol	0,04	Andersson et al. 2011
esfenvalerat	0,0001	Kemi. 2015
etofumesat	30	Kemi. 2015
fenitrothion	0,009	Kemi. 2015
fenmedifam	2	Kemi. 2015
fenpropidin	0,02	Kemi. 2015
fenpropimorf	0,2	Kemi. 2015

Institutionen för vatten och miljö

Substans	Riktvärde	Referens
florasulam	0,01	Kemi. 2015
fluazinam	0,4	Kemi. 2015
fludioxonil	0,5	Andersson et al. 2011
flufenacet	-	-
fluopikolid	-	-
flupyrsulfuronmetyl-Na	0,05	Kemi. 2015
fluroxipyr	100	Kemi. 2015
flurtamon	0,1	Kemi. 2015
flusilazol	0,5	Andersson et al. 2011
flutriafol	3	Andersson et al. 2011
foramsulfuron	0,007	Andersson et al. 2011
fuberidazol	0,1	Andersson et al. 2011
glyfosat	100	HaV. 2015 (SFÄ)
AMPA	500	Kemi. 2015
hexazinon	0,06	Andersson et al. 2011
hexytiazox	0,1	Andersson et al. 2011
imazalil	5	Kemi. 2015
imidakloprid	0,06	Andersson et al. 2011
isoproturon	0,3	HaV. 2015 (MKN)
jodsulfuronmetyl-Na	0,08	Andersson et al. 2011
karbendazim	0,1	Kemi. 2015, även nedbrytningsprodukt till tiofanatmetyl
karfentrazonetyl	0,06	Kemi. 2015
karfentrazonsyra	0,8	Kemi. 2015
klomazon	5	Andersson et al. 2009b
klopyralid	50	Kemi. 2015
klorfenvinfos	0,1	HaV. 2015 (MKN)
kloridazon	10	HaV. 2015 (SFÄ)
klorpyrifos	0,03	HaV. 2015 (MKN)
klotianidin	0,5	preliminärt riktvärde enligt Agritox 2013
kvinmerak	100	Kemi. 2015
lambda-cyhalotrin	0,006	Kemi. 2015
lindan (HCH-gamma)	0,02	HaV. 2015 (MKN), för summan av HCH:er.
HCH-alfa	0,02	HaV. 2015 (MKN), för summan av HCH:er.
HCH-beta	0,02	HaV. 2015 (MKN), för summan av HCH:er.
HCH-delta	0,02	HaV. 2015 (MKN), för summan av HCH:er.
linuron	0,07	Andersson et al. 2011
mandipropamid	8	Andersson et al. 2011
MCPA	1	HaV. 2015 (SFÄ)
mekoprop	20	HaV. 2015 (SFÄ)
mesosulfuronmetyl	0,006	Andersson et al. 2009b
metabensiazuron	1	Kemi. 2015
metalaxyl	60	Kemi. 2015
metamitron	10	Kemi. 2015
metazaklor	0,2	Kemi. 2015
metiokarb	0,002	Andersson et al. 2011

Institutionen för vatten och miljö

Substans	Riktvärde	Referens
metolaklor	0,08	Andersson et al. 2011
metrafenon	2	Andersson et al. 2011
metribuzin	0,08	HaV. 2015 (SFÄ)
metsulfuronmetyl	0,02	HaV. 2015 (SFÄ)
oxadiazon	-	-
pendimetalin	0,1	Kemi. 2015
penkonazol	0,7	Kemi. 2015
permetrin	0,0001	Andersson et al. 2011
pikloram	-	-
pikoxystrobin	0,01	Andersson et al. 2009b
pirimikarb	0,09	HaV. 2015 (SFÄ)
prokloraz	0,06	Andersson et al. 2011
propamokarb	90	Kemi. 2015
propikonazol	7	Kemi. 2015
propoxikarbazon-Na	0,6	Andersson et al. 2011
propyzamid	10	Kemi. 2015
prosulfokarb	0,9	Kemi. 2015
protiokonazol-destio	0,3	Andersson et al. 2009b
pymetrozin	3	Andersson et al. 2011
pyraklostrobin	0,01	Andersson et al. 2009b
pyroxulam	0,3	preliminärt riktvärde baserat på data från Agritox (2013)
quinoxifen	0,15	HaV. 2015 (MKN)
rimsulfuron	0,01	Kemi. 2015
siltiofam	9	Andersson et al. 2009b
simazin	1	HaV. 2015 (MKN)
spiroxamin	0,03	Kemi. 2015
sulfosulfuron	0,05	HaV. 2015 (SFÄ)
tau-fluvalinat	0,0002	Kemi. 2015
terbutryn	0,065	HaV. 2015 (MKN)
terbutylazin	0,02	Kemi. 2015
terbutylazin-desetyl	0,02	Asp & Kreuger. 2005
tiaklopid	0,03	Andersson et al. 2011
tiametoxam	0,2	Andersson et al. 2009b
tifensulfuronmetyl	0,05	Kemi. 2015
tiofanatmetyl	10	Kemi. 2015
tolklofosmetyl	1	Kemi. 2015
triallat	-	-
tribenuronmetyl	0,1	Kemi. 2015
trifloxystrobin	0,03	Andersson et al. 2011
trifluralin	0,03	HaV. 2015 (MKN)
triflusulfuronmetyl	0,03	Kemi. 2015
trinexapak-etyl	2	Kemi. 2015
trinexapak-syra	3	Kemi. 2015
tritikonazol	1	Kemi. 2015

