

Uppföljning av miljömedicinsk riskbedömning med avseende på konsumtion av analyserade vegetabilier, fisk och kräftor från Gusum

Provtagningar utförda 2010



Foto Ingela Helmfrid. Vy över höjden vid nya bruket Gräsdalen.

Arbets- och miljömedicin
Universitetssjukhuset
581 85 Linköping

Denna rapport är utförd inom ramen av en C-uppsats, 15 hp, för kandidatprogrammet i Miljövetenskap vid Linköpings universitet med handledning av:

Arbets- och miljömedicin

Universitetssjukhuset

581 85 Linköping

Ida Nyberg, Stud. kandidatprogrammet i Miljövetenskap

Handledare:

Ingela Helmfrid, Biolog

Pål Graff, Yrkeshygieniker

GIS, layout:

Anna-Lena Hällsten, GIS-assistent

Linköping 2012-10-16

Innehållsförteckning

1 Sammanfattning	4
2 Uppdraget	5
3 Bakgrund	5
4 Provtagning	7
5 Analys av prover	11
6 Gränsvärden	12
7 Resultat	14
8 Diskussion	32
9 Riskbedömning	35
10 Slutsats	37
11 Referenser	39
Bilaga 1	42
Bilaga 2	43

1 Sammanfattning

Fisk, bär, svamp, potatis och sallad provtagna i Gusums samhälle, närliggande områden, vattendrag och sjöar har analyserats med avseende på innehåll av metaller, dioxin och PCB. Resultaten visar att marken kring bruksområdena och vattendragen fortfarande är påverkat av föroreningar. Föroreningarna härrör huvudsakligen från äldre utsläpp, till exempel orenade stoftutsläpp till luft från smältverken och industriavloppsvatten till Gusumsån. Provtagningarna som utvärderats i denna studie har omfattat fyra provlokaler avseende vegetabilier och sju provlokaler gällande fisk (abborre). Beträffande fisk var två provlokaler lokaliserade uppströms Gräsdalenanläggningen (referenslokaler), tre provlokaler nedströms i Gusumsån samt en provlokal vardera i sjöarna Byngaren och Strolången.

Resultatet av undersökningarna avseende vegetabilier visade att uppmätt halt av kadmium i svamp översteg EU:s gränsvärde¹ för försäljning och strax under gränsvärdet för bly vid en av två provlokaler. Uppmätt kadmiumhalt var ca 20 gånger högre i svamp vid provlokalen vattentornet, jämfört med år 2006. Vidare uppmättes kadmiumhalter nära gränsvärdet i sallad från en trädgård. Denna kadmiumhalt var ca fyra gånger högre, jämfört med år 2006. Resultatet av undersökningarna avseende fisk visade att uppmätt halt av kvicksilver översteg EU:s gränsvärde² vid en provlokal. Fisken uppvisade generellt förhöjda halter av PCB och dioxinlika PCB nedströms Gräsdalenanläggningen och vidare genom vattensystemet till sjön Byngaren, jämfört med fisk från referenssjöarna, men gränsvärdet för försäljning överskreds inte.

Bly, kadmium och kvicksilver är skadliga i små mängder. Essentiella metaller såsom koppar och zink behöver ingå i den dagliga kosten, men stora intag kan vara skadliga, särskilt hos känsliga personer. I Gusum uppmättes förhöjda halter av metaller och organiska miljögifter. Det innebär att det kan finnas ökad risk för samverkans effekter, det vill säga olika föroreningar kan samverka och förstärka toxiciteten i kroppen. Negativa hälsoeffekter av metaller, PCB och dioxin kan yttra sig såsom påverkat immunförsvar, förhöjd cancer risk, nedsatt intellektuell kapacitet, njurpåverkan med mera.

Sammantaget bedöms det inte föreligga någon ökad hälsorisk med avseende på 2010 års uppmätta metallhalter i potatis, trädgårdsbär, sallad och PCB-halter fisk från Gusumområdet vid konsumtion ett par gånger per månad, för personer som inte tillhör riskgrupperna. Mycket höga kadmiumhalter uppmättes i svamp plockade vid vattentornet. Svamp från det förorenade området bör högst konsumeras ett par gånger per år, medan känsliga grupper bör undvika den. Vid 2006 års mätningar överskreds gränsvärdet för bly i lingon och kantarell. Mot bakgrund av detta bör man välja att plocka bär och svamp i skogsområden som ligger längre bort från bruksområdena som är mindre påverkade av föroreningar. Sköljning av bär och grönsaker rekommenderas trots att analyserna inte kunde påvisa entydig minskad metallhalt i grönsaker.

¹ Europeiska kommissionen har i förordning 1881/2006 fastställt ett gränsvärde kadmium i svamp till 0,20 mg/kg färskvikt och för bly i svamp till 0,3 mg/kg färskvikt.

² Europeiska kommissionen har i förordning 1881/2006 fastställt ett gränsvärde för kvicksilver i fisk till 0,50 mg/kg färskvikt för abborre, gränsvärdet för gädda är högre och är fastställt till 1,0 mg/kg färskvikt.

2 Uppdraget

Jag har på uppdrag av Valdemarsviks kommun, inom ramen av en C-uppsats i miljövetenskap (15 hp), sammanställt data från nya undersökningar av metaller, dioxin och PCB i fisk och vegetabilier provtagna under år 2010 i Gusums samhälle och närliggande områden. Under handledning av Arbets- och miljömedicin har jag sedan gjort en översiktlig riskbedömning med avseende på konsumtion av lokal föda. Tidigare har man diskuterat huruvida metallexponering via lokal föda kan minskas om vegetabilierna sköljs noga innan konsumtion och vid provtagningarna 2010 har också prover sköljda i kommunalt vatten analyserats för att få ett dataunderlag för detta.

3 Bakgrund

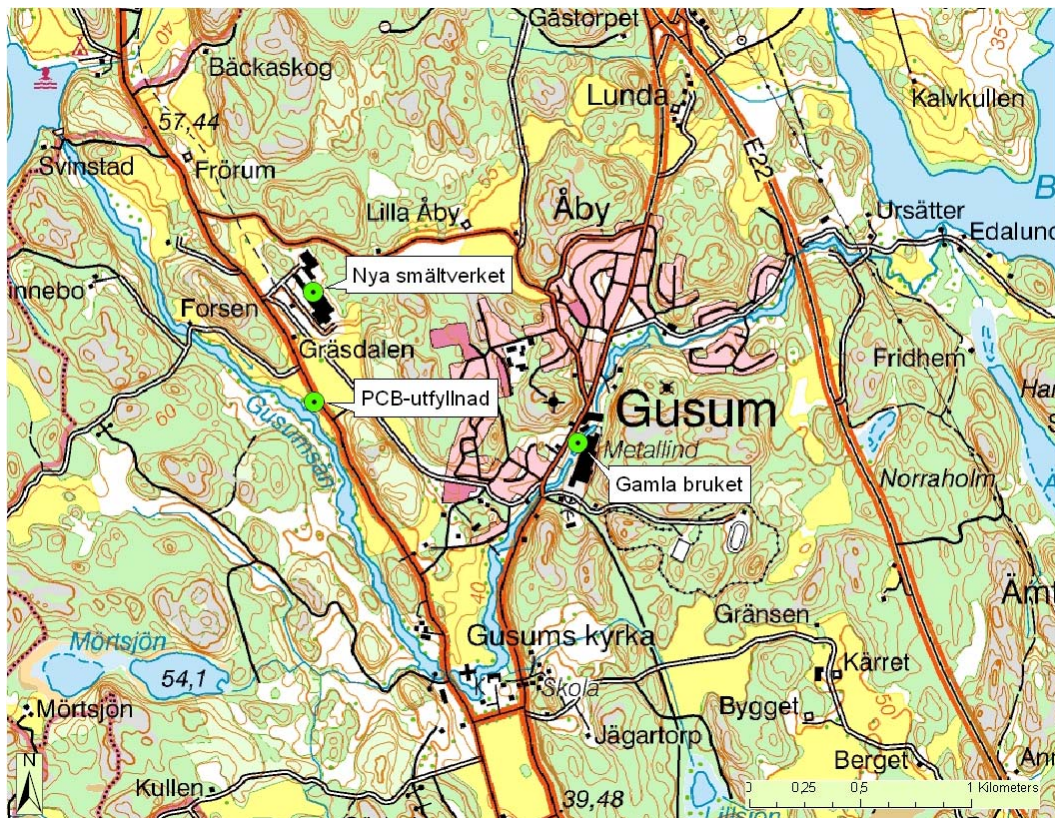
Gusum, ett brukssamhälle beläget i Valdemarsviks kommun i Östergötland, har sedan 1600-talet varit säte för diverse metallindustrier (Esh, 2003). Verksamheten vid Gusums bruk lades ner 1988 och byggnaderna revs våren 2010 (Valdemarsviks kommun, 2011). Idag bedrivs ett smältverk vid det nya bruksområdet Gräsdalen som är beläget ca 700 m väster om samhället. Verksamheterna har inneburit föroreningar till området genom direktutsläpp till Gusumsån samt stoftutsläpp till luften (Källman *et al*, 2009). Vid tidigare undersökningar av mark, vatten, fisk och vegetabilier i området har höga och punktvis mycket höga koncentrationer påträffats av metallerna koppar, zink, bly och kadmium (Länsstyrelsen Östergötland, 2003).

Efter undersökningarna i Gusum år 2006 gav Arbets- och miljömedicin de boende råden att plocka svamp och bär i mindre påverkade skogsområden längre bort från bruksområdena (Helmfrid *et al*, 2007). Vidare råddes de boende att noga skölja vegetabilierna innan förtäring då föroreningarna kan ha lagrats på vegetabilierna via jord och damm. Avseende fisk gavs rådet att viss konsumtion av fisk från Gusum och Byngaren tolereras om livsmedelsverkets generella, då gällande, kostråd för fisk följs: *Flickor samt kvinnor i barnafödande ålder kan konsumera abborre/gädda högst en gång/månad, men avstå från lever från lake. Gravida kvinnor ska avstå från att konsumera fisken. Övriga konsumenter kan konsumera fisken en gång/vecka.*

3.1 Områdesbeskrivning

Det gamla bruksområdet låg centralt i samhället (Valdemarsviks kommun, 2011). Idag finns endast en kulturmärkt byggnad kvar. Övriga byggnader sanerades och revs under år 2010 och man avser att sanera marken under de kommande åren. Tre punktkällor till föroreningarna är identifierade: Det gamla bruksområdet, en PCB-utfyllnad/PCB-deponi som anlades vid muddringen efter ett omfattande PCB-utsläpp till Gusumsån 1973 (Länsstyrelsen Östergötland 2003) och det nya bruksområdet, Gräsdalenanläggningens smältverk, beläget ca 700 m väster om samhället (Helmfrid *et al*, 2007; figur 1). Kullarna runt det gamla och det nya bruket är synligt påverkade av rökgaserna som spridits med vinden från bruket (Almqvist, 2010).

Gusumsån rinner från sjön Yxningen (nordväst om Gusum), förbi Gräsdalenanläggningen och PCB-utfyllnaden, förbi Gusums kyrka, vidare in mot samhället och den gamla delen av bruket (figur 1). Gusumsån har sitt utlopp i sjön Byngaren nordost om samhället. Även sjön Strolången nedströms Byngaren har kontaminerats av utsläppen från Gusums industri (Holgersson *et al*, 2007). Det bor ca 1 400 personer i Gusum (Anderstedt, 2008).



Figur 1 Kartbild över Gusums samhälle och de tre identifierade punktkällorna till föroeningarna: Det gamla bruksområdet, PCB-utfyllnaden och det nya bruksområdet (Gräsdalenanläggningens smältverk)
© Lantmäteriverket. Ärende nr M2004/3854

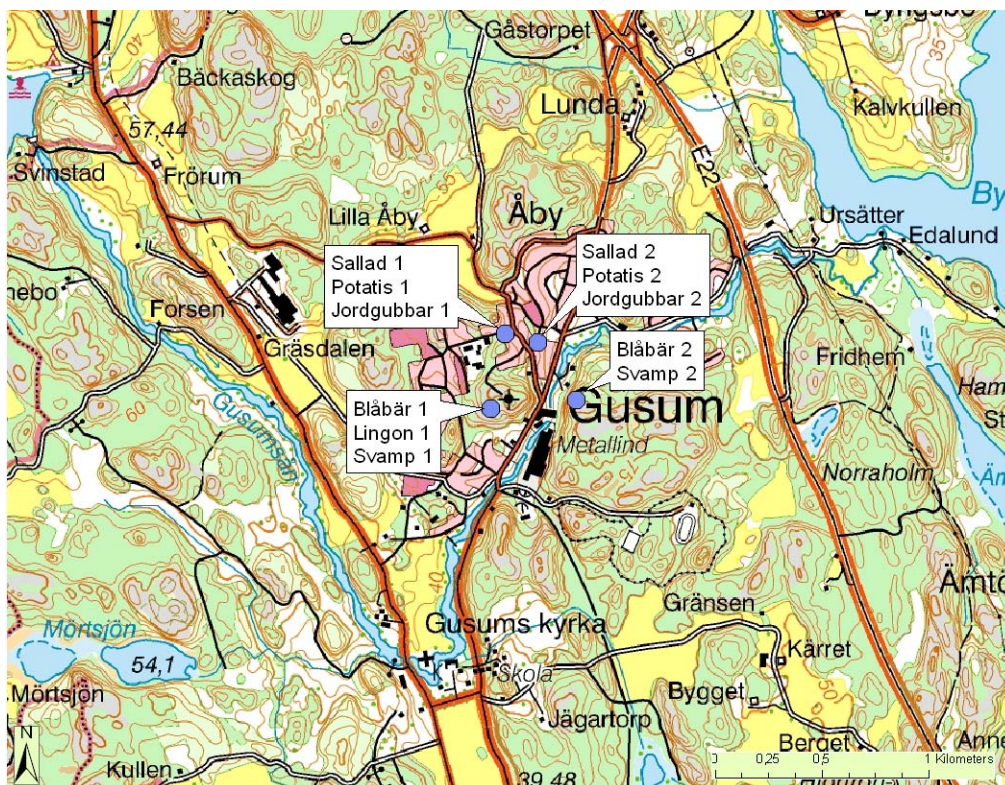
3.2 Föroeningarnas utbredning

I marken inom det före detta bruket finns förhöjda halter av olika metaller och föroeningarna förekommer över hela området och ner under grundvattennivå (Eriksson & von Mecklenburg, 2007). Enligt MIFO, Metodik för inventering av föroenade områden, fas 1, har området tilldelats riskklass 1 (Länstyrelsen Östergötland, 2003). Även PCB-deponin har blivit klassificerad till riskklass 1 enligt MIFO. Riskklassen anger hur stora riskerna är för negativa effekter på människors hälsa och miljö. Riskklass 1 innebär en mycket stor risk. Gusums samhälle och ett område på ca 1 mils radie från det gamla och det nya bruksområdet (Gusums bruksområde respektive Gräsdalenanläggningen) är påverkat av rökgaser och stoftutsläpp från ugnarna. Koppar- och zinkkoncentrationerna i marken har betydligt högre nivåer än bakgrundsdata (normalt förekommande halter) för svensk mark (Länstyrelsen Östergötland,

2003). Höga halter innebär halter överstigande vad som normalt uppmäts i icke förorenade områden. Metaller och organiska miljöföroreningar är generellt låga i Gusumåns ytvatten. Enstaka analyser av ytvatten från Gusumsån har dock påvisat högre halter av koppar och zink jämfört med Yxningen (referenssjö). I sediment har det analyserna påvisat förhöjda halter av koppar, zink, krom, kvicksilver, tenn, bly och PCB i Gusumsån och i Byngaren jämfört med Yxningen (Holgersson *et al*, 2007).

4 Provtagning

Provtagning av vegetabilier 2010 har skett enligt samma metodik som användes vid SGI:s undersökning 2006 (Wadstein, 2006). Vid 2010 års provtagning har man analyserat både sköljda och osköljda vegetabilier, vilket är den stora skillnaden från provtagningarna 2006. Provtagning av vegetabilier har vid båda provtagningstillfällena gjorts av Sondera AB. Sallad, potatis och jordgubbar är plockade från frivilliga orsbors trädgårdar. Sondera ABs kunskap om var de boende i Gusum plockar bär och svamp var till hjälp vid valet av provtagningsplatser för dessa. Lingon, blåbär och svamp har plockats vid vattentornet lokaliserat nära Gusums centrala delar (figur 2). I Dalängsskogen har blåbär och svamp plockats. Sallad, potatis och jordgubbar är insamlat från två trädgårdar (numrerade 1 och 2) i centrala Gusum.



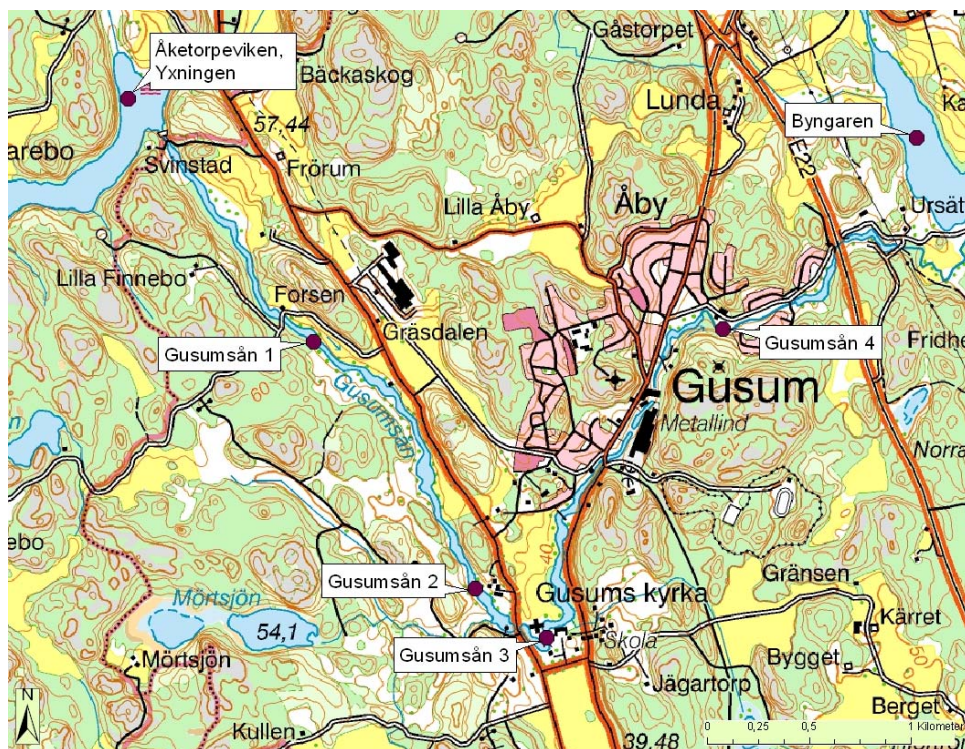
Figur 2. Provtagningsplatser för blåbär, lingon, svamp, sallad, potatis och jordgubbar
© Lantmäteriverket. Ärende nr M2004/3854

Provtagningen har skett vid två provlokaler för vardera vegetabilien (utom lingon som endast plockades vid vattentornet). Ett samlingsprov per provtagningsplats och vegetabilie har tagits. Samlingsproverna utgörs av 3 dl svamp (kantarell + Karl Johan plockade vid vattentornet, svart trumpetsvamp plockade i Dalängsskogen), 2 dl blåbär, 2 dl lingon, fem normalstora potatisar, 2 dl jordgubbar och 2 dl sallad (tabell 1). En del av samlingsprovet har sköljts innan analys och en del har lämnats osköljt (Eriksson, 2011). Jordgubbar har odlats i två trädgårdar, men har endast analyserats sköljda för provtagningsplats Jordgubbar 2 på grund av att samtliga var sköljda innan de lämnades till analys.

Tabell 1. De provtagna vegetabiliesorterna, hur stor mängd samt var de plockats. Ett samlingsprov per provtagningsplats har tagits, varav en del sköljts och den andra lämnats osköljd i samtliga fall förutom potatis som enbart analyserats sköljd. X anger om prov tagits från provtagningsplatsen, mängden provmaterial anges i kolumnen längst till vänster.

	Vattentornet osköljt	Vattentornet sköljt	Dalängsskogen osköljt	Dalängsskogen sköljt
Blåbär (2dl/samlingsprov)	x	x	x	x
Lingon (2dl/samlingsprov)	x	x	-	-
Svamp (3dl/samlingsprov)	x	x	x	x
	Trädgård 1 osköljd	Trädgård 1 sköljd	Trädgård 2 osköljd	Trädgård 2 sköljd
Sallad (2 dl/samlingsprov)	x	x	x	x
Potatis (fem medelstora)	-	x	-	x
Jordgubbar (2dl/samlingsprov)	x	x	-	x

Prover för analys av fisk har inhämtats av Medins Biologi AB som är ackrediterade miljökonsulter med inriktning på vatten. Fiskarna fångades med nät enligt riktlinjer ur Naturvårdsverkets handbok för miljöövervakning (Naturvårdsverket, 2009). Främst abborre fångades, men tillgången av fisk var låg och proverna kompletterades med gös och mört (tabell 2; tabell 3). Fångstplatserna är sju stycken (Abrahamsson *et al*, 2011; figur 3; figur 4). Åketorpeviken i Yxningen är en fångstplats lokaliserad uppströms Gusum och ovan Gusum samhälle och fungerar som referenspunkt för provtagningen (är opåverkad av brukets utsläpp då den ligger uppströms). I Gusumsån har fisk fångats vid fyra platser: Gusumsån 1 (referens), Gusumsån 2, Gusumsån 3 och Gusumsån 4. De tre sistnämnda ligger nedströms det nya bruksområdet, PCB-deponin och det gamla bruksområdet (figur 3). Fisk har också samlats in från sjön Byngaren, nedströms Gusumsåns utlopp. Det befaras sedan tidigare att även sjön Strolången nedströms Byngaren har kontaminerats av utsläppen från Gusums industri varför en fångstplats har lokaliserats dit (figur 4).



Figur 3 Kartan visar fångstplatser för fisk i Åketorpeviken i Yxningen (referensområde), Gusumsån 1 (referensområde), Gusumsån 2, Gusumsån 3, Gusumsån 4 och Byngaren.
 © Lantmäteriverket. Ärende nr M2004/3854



Figur 4 Kartan visar fångstplats Strolången, en sjö nedströms Gusumsån och Byngaren.
 © Lantmäteriverket. Ärende nr M2004/3854

Fiskproverna är uppdelade i "liten fisk" (12-22 cm), "stor fisk >21 cm" och "stor fisk >24 cm" vid fångstplatserna Åketorpeviken och Byngaren. "Liten fisk" är analyserad för metaller i lever och organiska miljögifter i muskel. "Stor fisk" är analyserad för metaller i lever och i muskel samt organiska ämnen i muskel. Samlingsprov har tagits från varje fångstplats, ett avseende muskelprov och ett avseende leverprov. Antalet fiskar, deras ålder och storlek varierar vid fångstplatserna, vilket redovisas i tabell 2 och tabell 3.

Tabell 2. Tabell över antal (n) fiskar i kategorin "liten fisk" från respektive fångstplats Åketorpeviken, Gusumsån 1, Gusumsån 2, Gusumsån 3, Gusumsån 4, Byngaren samt Strolången. Här anges också fiskarnas ålder och storlek i medeltal. Då man inte lyckades fånga någon fisk i passande storlek vid Gusumsån 3 anges detta med – i tabellen.

"Liten fisk"	Abborre (n)	Mört (n)	Vikt (g)	Levervikt (g)	Längd (mm)	Ålder (år)
Åketorpeviken, Yxningen	10	-	62	0,61	183	3-4+
Gusumsån 1	2	-	26	0,25	137	1+
Gusumsån 2	2	3	66	0,64	155	2-6+
Gusumsån 3	-	-	-	-	-	-
Gusumsån 4	2	-	42	0,3	154	2+
Byngaren	7	-	38	0,49	156	3-4+
Strolången	12	-	34	0,51	146	2-5+

Tabell 3. Tabell över antal (n) "stora fiskar" från respektive fångstplats: Åketorpeviken, Gusumsån 2, Gusumsån 3, Gusumsån 4, Byngaren samt Strolången. I Strolången valdes gös då inga stora abborrar fångades. Här anges också fiskarnas ålder och storlek i medeltal. Då man inte lyckades fånga någon fisk i passande storlek vid Gusumsån 1 anges detta med – i tabellen.

"Stor fisk"	Abborre (n)	Gös (n)	Vikt (g)	Levervikt (g)	Längd (mm)	Ålder (år)
Åketorpeviken, Yxningen	6	-	139	1,5	230	4-9+
Gusumsån 1	-	-	-	-	-	-
Gusumsån 2	5	-	350	1,3	273	3-10+
Gusumsån 3	3	-	614	4,4	361	7-11+
Gusumsån 4	1	-	892	12	407	13+
Byngaren	6	-	316	4,2	289	4-8+
Strolången	-	5	152	1,2	265	1-3+

5 Analys av prover

ALS Scandinavia AB har angivit rapporteringsgränser för analys svar (ALS Scandinavia AB, 2011). Rapporteringsgränserna gällande metaller och organiska miljögifter är lika för fisk och vegetabilier.

Tabell 4. Tabellen anger ALS Scandinavia AB:s rapporteringsgränser för analyserade halter av metaller (arsenik (As), kvicksilver (Hg), kadmium (Cd), krom (Cr), bly (Pb), koppar (Cu), zink (Zn)) och organiska miljögifter (summaPCB7, dioxinlika PCB, dioxiner) (färskvikt).

As	Hg	Cd	Mn	Cr	Pb	Cu	Zn
0,05 mg/kg	0,005 mg/kg	0,005 mg/kg	0,04 mg/kg	0,01 mg/kg	0,01 mg/kg	0,1 mg/kg	0,2 mg/kg
Summa PCB 7	Dioxinlika PCB	Dioxiner					
4 µg/kg	0,1 ng/kg	0,1 ng/kg					

Analysen har utförts enligt samma metodik som vid tidigare undersökning 2006 (Wadstein, 2006; ALS Scandinavia AB, 2011). Metaller i vegetabilier och fisk har analyserats genom att de upplösts i mikrovågsugn i slutna teflonbehållare med HNO₃ + H₂O₂ enligt EPA metoder (modifierade) 200.7 (ICP-AES) och 200.8 (ICP-SFMS) (ALS Scandinavia AB, 2010). Samlingsprov av både fiskmuskel (150g våtvikt) och fisklever (5g) har analyserats (Abrahamson *et al*, 2011). Fiskarna undersöktes och bestämdes avseende ålder, längd, vikt, art, kön och synliga defekter. Bestämning av dioxin har skett med HR-GC/MS enligt metod baserad på US EPA 1613. Analys av PCB-kongener har skett med HR-GC/MS (Abrahamsson *et al*, 2011). PCB-kongener som analyserats är PCB 7 och dioxinlika kongener (tabell 5). Resultaten för PCB7 anges i pg/g färskvikt och dioxinlika PCB samt dioxin anges i pg TEQ/g färskvikt.

Tabell 5. Tabellen anger vilka PCB-kongener som ingår i PCB 7 samt vilka kongener som är dioxinlika.

PCB7	Dioxinlika PCB	
PCB 28	PCB 77	PCB 156
PCB 52	PCB 81	PCB 157
PCB 101	PCB 105	PCB 167
PCB 118	PCB 114	PCB 169
PCB138	PCB 118	PCB 189
PCB 153	PCB 123	
PCB 180	PCB 126	

6 Gränsvärden

Gränsvärden i livsmedel har utfärdats för att skydda konsumenternas hälsa. TDI är den tolerabla intagna mängden av ett ämne per dag under en livstid utan negativa hälsoeffekter (Statens Livsmedelsverk, 2011). Europeiska kommissionen har i förordning 1881/2006 fastställt gränsvärden för bly, kadmium, kvicksilver, dioxin samt dioxinlika PCB (tabell 6). Koppar, zink, mangan och krom är essentiella och har ett RDI-värde (rekommenderat dagligt intag) (Statens Livsmedelsverk, 2011).

Tabell 6. Tabellen anger gräns-, TDI- och RDI-värden samt det vanliga dagliga intaget av Cd, Cr, Cu, Hg, Mn, Pb, Zn, dioxin, PCB och dioxinlika PCB. X anger att det inte finns ett kvantitativt fastställt värde för aktuellt ämne (Europeiska kommissionen, 2006; Miljöhälsorapport, 2009; Statens Livsmedelsverk, 2011)

Ämne	Gränsvärde	TDI	RDI	Dagligt intag/exponering
Cd	Grönsaker, frukt 0,05 mg/kg Rotfrukter, 0,10 mg/kg Bladgrönsaker, odlad svamp 0,20 mg/kg Fisk 0,05 mg/kg	1 µg/kg kroppsvikt		15 µg/dag (medelvärde) motsvarar 1,5 µg/vecka och kg kroppsvikt (vuxen)
Cr	x	x	25-30 µg	x
Cu	Dricksvatten 2 mg/l	5 mg (vuxen)	0,9-1,3 mg	0,6-2 mg
Hg	Fisk 0,5 mg/kg Gädda 1,0 mg/kg	0,23 µg/kg kroppsvikt		x
Mn	Dricksvatten 0,4 mg/l	x	2 mg	2-4 mg
Pb	Bladgrönsaker, odlad svamp 0,30 mg/kg Bär 0,20 mg/kg Frukt 0,10 mg/kg Dricksvatten 10 µg/l Fisk 0,30 mg/kg	3,6 µg/kg kroppsvikt		0,3 µg/kg kroppsvikt och dag (vuxen)
Zn	x	x	7-11 mg	x
Dioxin	Fisk 4 pg TEQ/g fett	2 pg TEQ/g kroppsvikt		1 pg TEQ/kg kroppsvikt vuxen 3-4 pg TEQ/kg kroppsvikt barn
Dioxinlika PCB inklusive dioxin	Fisk 8 pg TEQ/g fett	2 pg TEQ/g kroppsvikt		1 pg TEQ/kg kroppsvikt vuxen 3-4 pg TEQ/kg kroppsvikt barn
PCB	x	x		10-45 ng/kg kroppsvikt vuxen 27-50 ng/kg kroppsvikt vuxen
PCB153	Fisk 0,1 mg/kg färskvikt			

Normalvärden av vanligt förekommande metallkoncentrationer i grönsaker, bär, svamp och fisk har hämtats från Jorhem & Sundströms studier 1993 och 1995 (tabell 7).

Tabell 7. Vanligt förekommande halter (mg/kg) av metaller i vegetabilier och fisk (Jorhem & Sundström 1993; 1995).

Enhet mg/kg färskvikt		Pb	Cd	Cu	Cr	Mn	Zn
Blåbär	min	0,005	0,001	0,49	0,002	23,0	1,00
Blåbär	max	0,160	0,006	1,10	0,006	98,0	1,80
Lingon	min	0,005	0,001	0,50	0,002	3,60	1,40
Lingon	max	0,025	0,006	0,81	0,012	52,0	2,10
Kantarell	min	0,014	0,028	3,10	0,007	0,83	4,40
Kantarell	max	0,330	0,180	7,88	0,050	13,0	14,0
Karl-Johan	min	0,005	0,110	1,40	0,010	0,38	5,70
Karl-Johan	max	0,086	0,410	2,30	0,030	1,30	9,50
Svart trumpetsvamp	min	0,110	0,050	3,10	0,005	1,40	10,0
Svart trumpetsvamp	max	0,880	0,430	5,80	0,028	3,10	14,0
Sallad	min	0,012	0,002	0,48	0,005	0,65	1,60
Sallad	max	0,024	0,018	0,91	0,016	4,50	2,90
Potatis	min	0,005	0,008	0,26	0,002	1,00	1,80
Potatis	max	0,007	0,046	1,00	0,014	2,60	4,00
Jordgubbar	min	0,005	0,001	0,28	0,002	0,82	0,59
Jordgubbar	max	0,010	0,030	0,52	0,008	5,00	1,10
Abborre	min	0,006	0,001	0,13	0,002	0,26	3,40
Abborre	max	0,012	0,004	0,46	0,022	1,20	5,90
Gös	min	0,005	0,001	0,10	0,005	0,18	3,20
Gös	max	0,005	0,006	0,18	0,014	0,96	5,10

7 Resultat

Resultaten vid denna undersökning visade mycket höga kadmiumhalter i svamp från ett provtagningsområde. Jämfört med vanligt förekommande halter av metaller i vegetabilier, var vissa metaller något högre i en del av de provtagna vegetabilierna. En fisk från en fångstplats överskred gränsvärdet för kvicksilver i fiskmuskel, övriga låg under gränsvärdet för konsumtion. Nedströms utsläppens punktkällor förekom högre halter av dioxin, dioxinlika och PCB i fisk, jämfört med referensområdet, men gränsvärdet för försäljning överskreds inte.

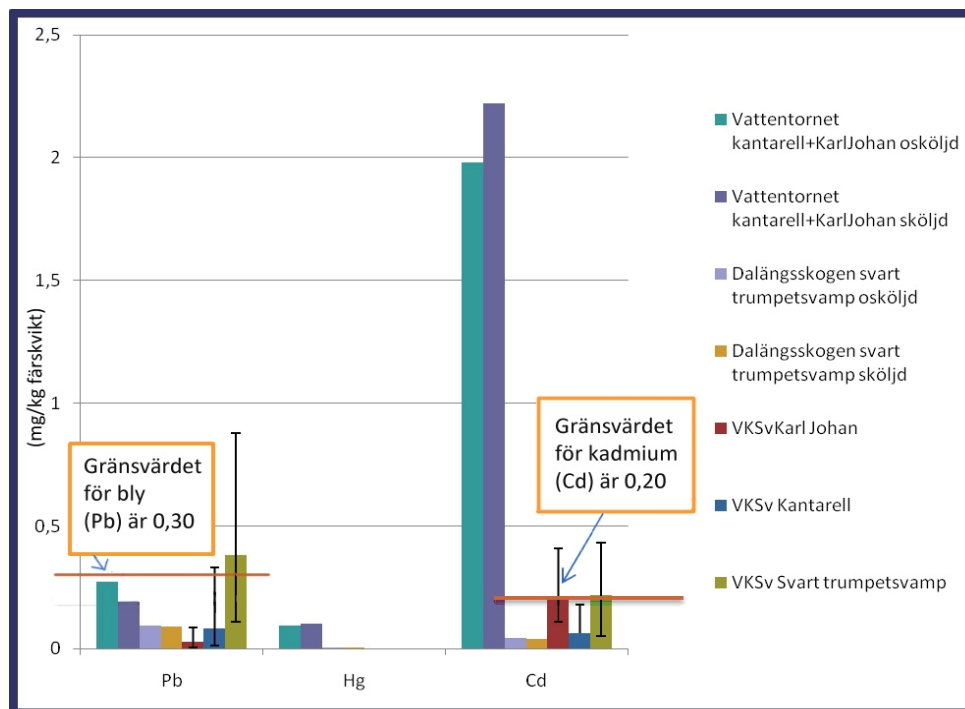
7.1 Metallhalt i vegetabilier år 2010

Vid denna undersökning uppmättes de högsta metallhalterna i svamp, där gränsvärdet för kadmium (0,20 mg/kg färskvikt) överskreds vid ett provtagningsområde. Resultatet av sköljda/osköljda vegetabilier visade inte på konsekvent lägre halter för sköljd vegetabilie i

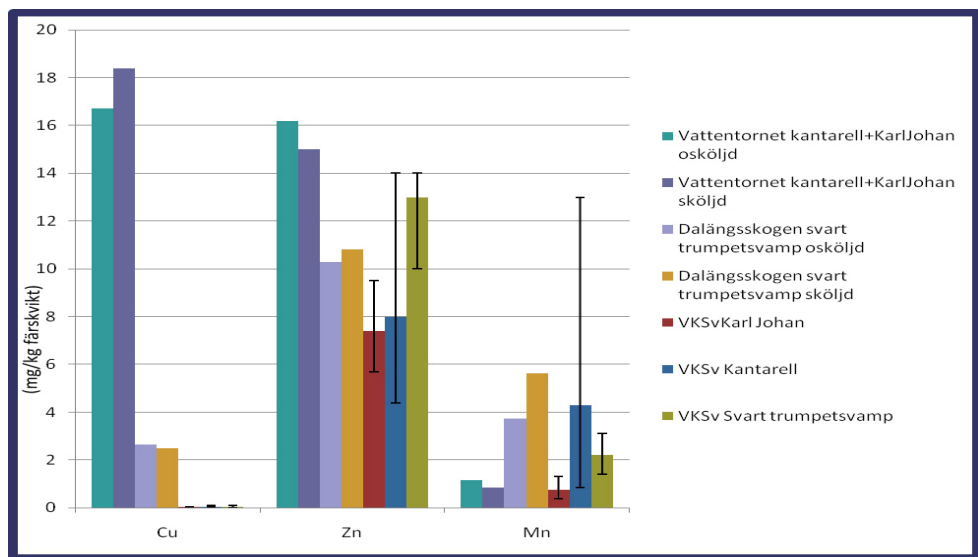
jämförelse med osköljd, med undantag av sallad och lingon, där samtliga sköljda prover hade lägre halter än osköljda.

7.1.1 Metallhalt i svamp

Förhöjda halter av zink, kadmium och koppar i svamp uppmättes vid vattentornet (figur 5 och 6). Den högsta kadmiumhalten uppmättes vid vattentornet där halten översteg EU:s gränsvärde (0,20 mg/kg färskvikt) med en faktor 11. Vid vattentornet detekterades också kvicksilver i svampen. Resultatet av sköljd svamp varierade, en del värden var lägre och en del värden var högre än det osköljda provet.



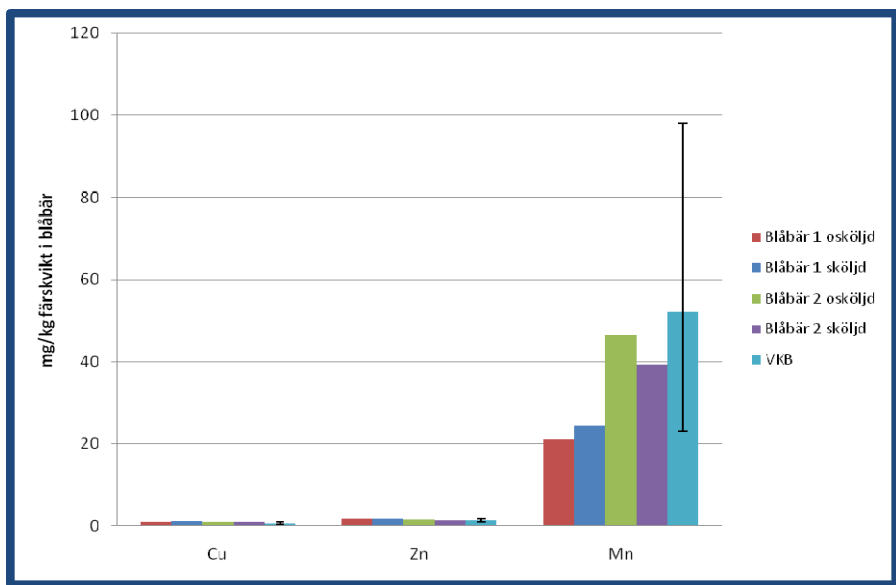
Figur 5. Uppmätta halter (mg/kg färskvikt) av Pb, Hg och Cd i osköljd samt sköljd svamp plockade vid vattentornet och i Dalängsskogen, Gusum. Två samlingsprov (osköljd/sköljd) med 3 dl svamp vardera och per provtagningsplats har plockats och analyserats. VKSv anger vanliga metallkoncentrationer i svamp plockade i Sverige (Jorhem & Sundström, 1995). Värdet i denna stapel visar medel-, max- och min-värden för respektive metall. Linjen anger gränsvärdet för Pb och Cd (Europeiska kommissionen, 2006)



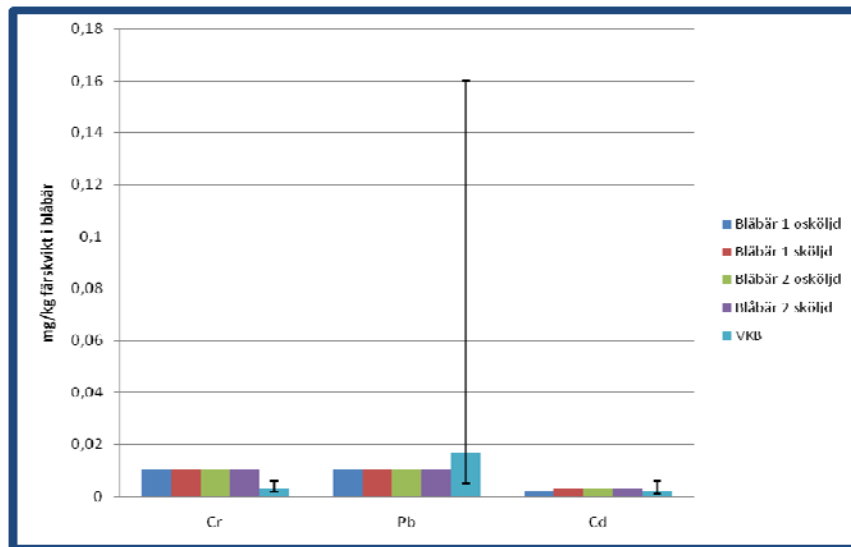
Figur 6. Uppmätta halter (mg/kg färskvikt) av Cu, Zn och Mn i osköljd samt sköljd svamp plockade vid vattentornet och i Dalängsskogen, Gusum. Två samlingsprov (osköljd/sköljd) med 3 dl svamp vardera och per provtagningsplats har plockats och analyserats. VKSv anger vanliga metallkoncentrationer i svamp plockade i Sverige (Jorhem & Sundström, 1995). Värdet i denna stapel visar medel-, max- och min-värden för respektive metall

7.1.2 Metallhalt i blåbär

I blåbär uppmättes normala halter av mangan, koppar och zink på båda provtagningsplatserna (figur 7). Sköljning medförde ingen minskning av halterna i blåbär. Krom-, kadmium- och blyhalterna låg under rapporteringsgräns vid denna undersökning (figur 8).



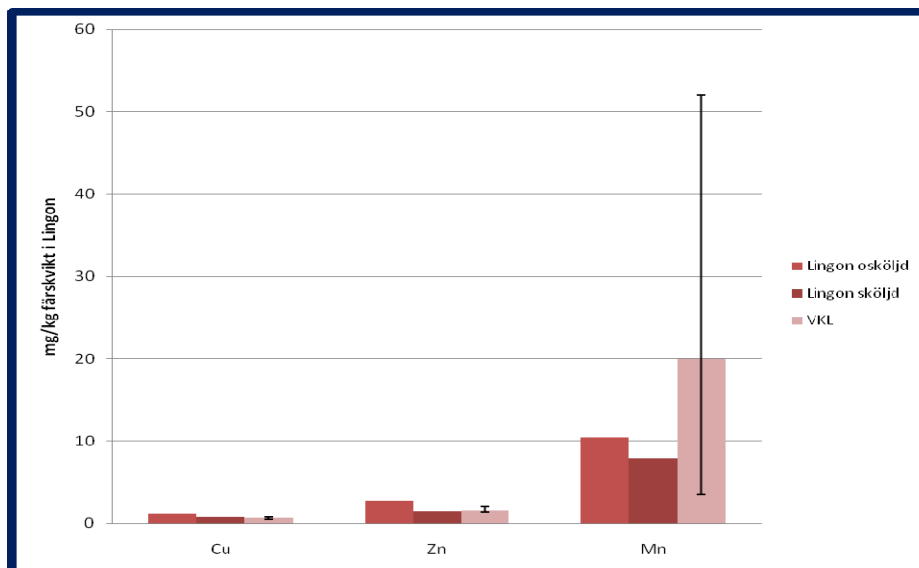
Figur 7. Uppmätta halter av Cu, Zn och Mn i osköljda samt sköjlja blåbär plockade vid vattentornet (blåbär 1) och i Dalängsskogen, (blåbär 2) Gusum. Två samlingsprov (osköljd/sköljd) med 3 dl blåbär vardera och per provtagningsplats. VKB anger vanliga metallkoncentrationer i blåbär plockade i Sverige (Jorhem & Sundström, 1993). Värdet i denna stapel visar medel-, max- och min-värden för respektive metall.



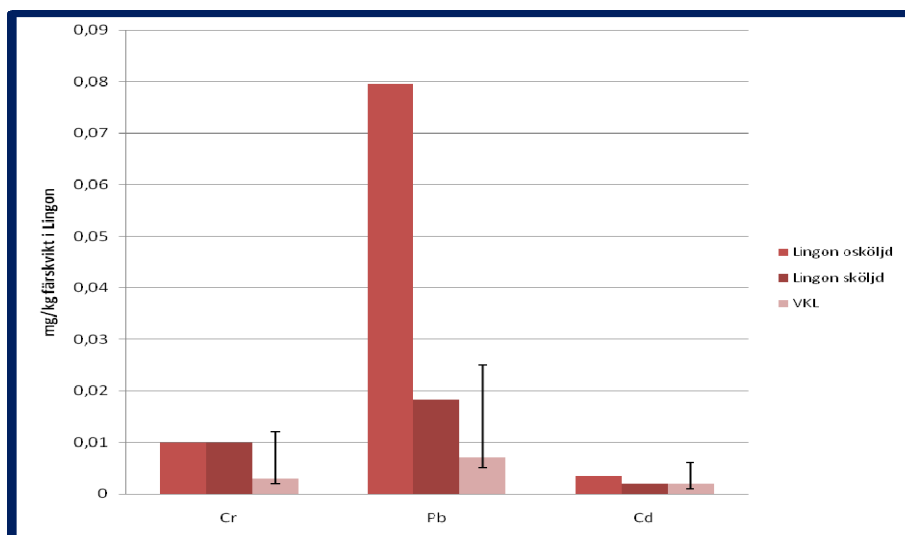
Figur 8. Uppmätta halter av Cr, Pb, och Cd i osköljda samt sköljda blåbär plockade vid vattentornet (blåbär 1) och i Dalängsskogen, (blåbär 2) Gusum. Två samlingsprov (osköljd/sköljd) med 3 dl blåbär vardera och per provtagningsplats. VKB anger vanliga metallkoncentrationer i blåbär plockade i Sverige (Jorhem & Sundström, 1993). Värdet i denna stapel visar medel-, max- och min-värden för respektive metall.

7.1.3 Metallhalt i lingon

Lingon har enbart plockats vid vattentornet. Sköljda lingon hade lägre metallhalter än de osköljda (figur 9 och 10). Blyhalten i de osköljda lingonen låg över normalvärdet för bly i lingon men uppgick inte till gränsvärdet för bär som är 0,20 mg/kg färskvikt. Koppar-, zink- och manganhalten uppmättes till liknande halter som normalt påträffas i lingon.



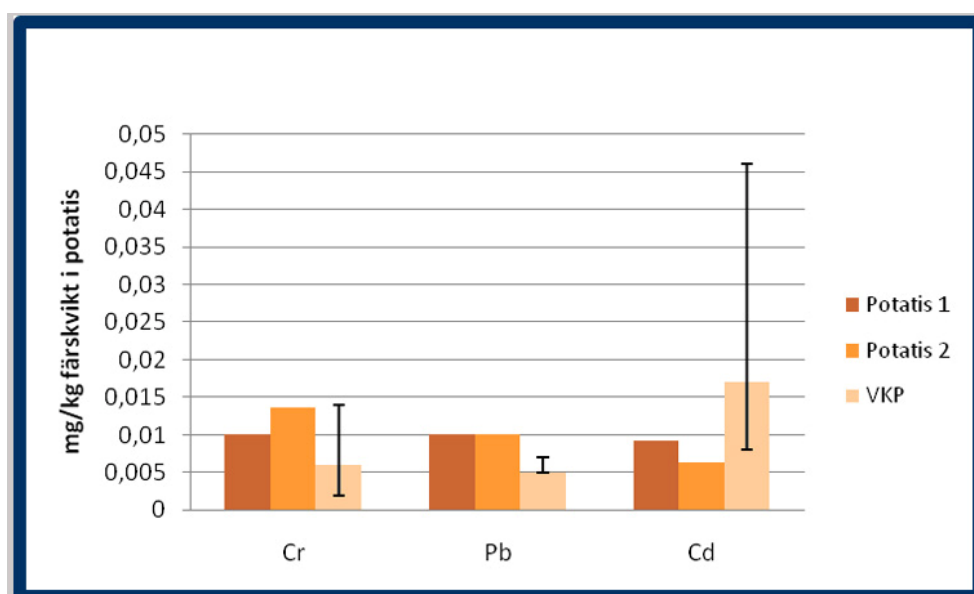
Figur 9. Uppmätta halter av Cu, Zn och Mn i osköljda samt sköljda lingon plockade vid vattentornet i Gusum. Två samlingsprov (osköljd/sköljd) med 3 dl lingon. VKL anger vanliga metallkoncentrationer i lingon plockade i Sverige (Jorhem & Sundström, 1993). Värdet i denna stapel visar medel-, max- och min-värden för respektive metall.



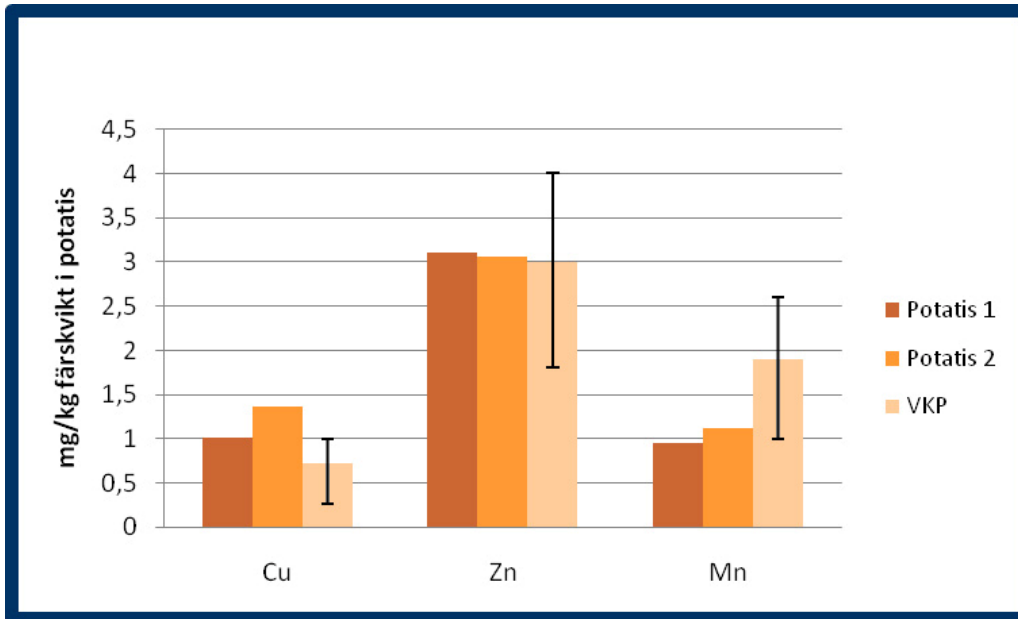
Figur 10. Uppmätta halter av Cr, Pb och Cd i osköljda samt sköljda lingon plockade vid vattentornet i Gusum. Två samlingsprov (osköljd/sköljd) med 3 dl lingon. VKL anger vanliga metallkoncentrationer i lingon plockade i Sverige (Jorhem & Sundström, 1993). Värdet i denna stapel visar medel-, max- och min-värden för respektive metall.

7.1.4 Metallhalt i potatis

Kopparhalten i potatis från trädgård 2 var något högre än normalvärdet men övriga metallkoncentrationer var normala i relation till vad som vanligtvis förekommer i potatis (figur 11 och 12). Bly låg under rapporteringsgränsen.



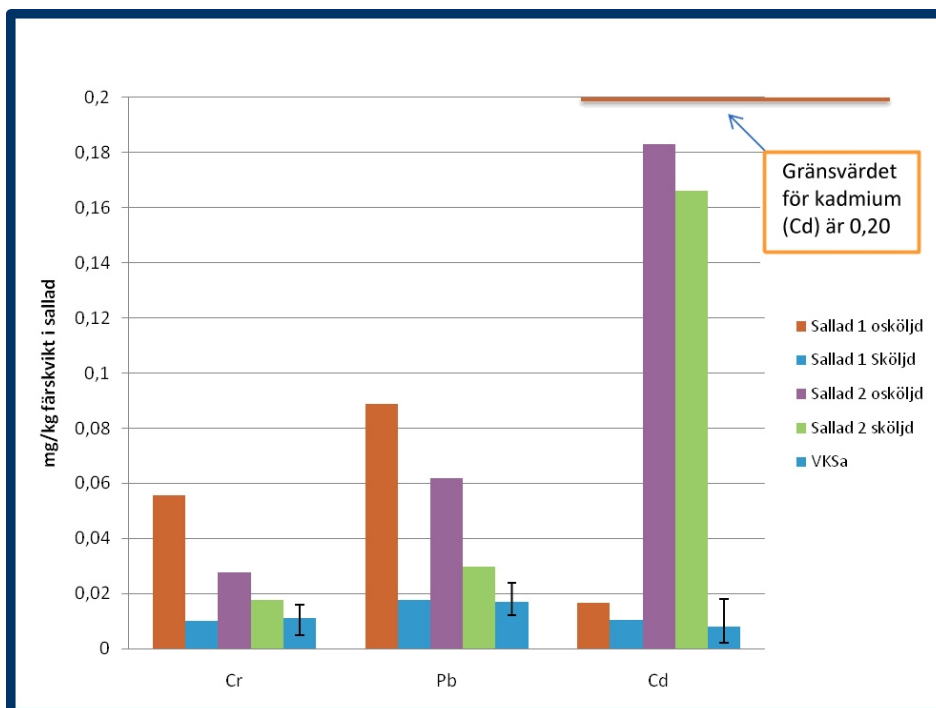
Figur 11 Uppmätta halter av Cr, Pb och Cd i potatis odlade i två olika trädgårdar i Gusums samhälle. Ett samlingsprov med fem potatisar per provtagningsplats. VKP anger vanliga metallkoncentrationer i potatis odlade i Sverige (Jorhem & Sundström, 1993). Värdet i denna stapel visar medel-, max- och min-värden för respektive metall .



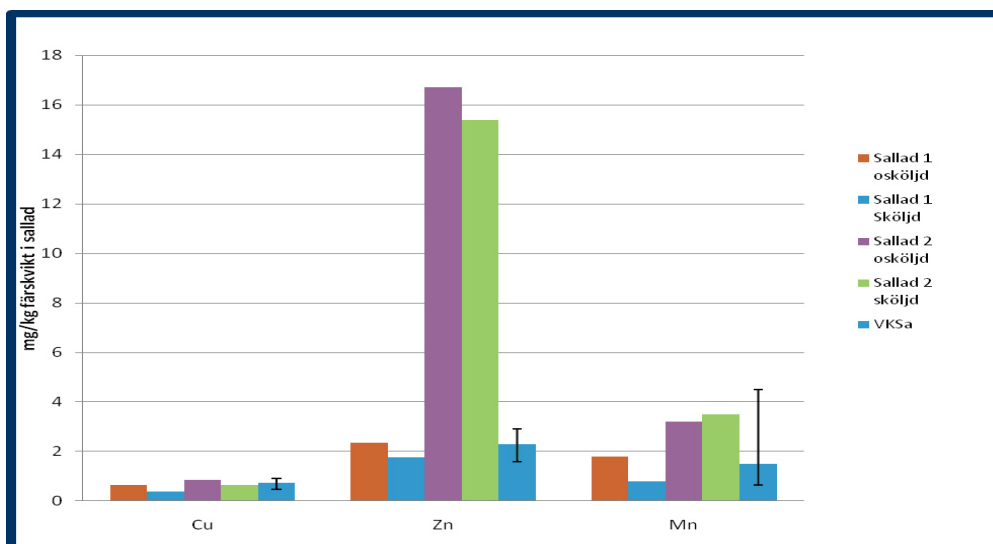
Figur 12 Uppmätta halter av Cu, Zn och Mn i potatis odlade i två olika trädgårdar i Gusums samhälle. Ett samlingsprov med fem potatisar per provtagningsplats. VKP anger vanliga metallkoncentrationer i potatis odlade i Sverige (Jorhem & Sundström, 1993). Värdet i denna stapel visar medel-, max- och min-värden för respektive metall.

7.1.6 Metallhalt i sallad

Bly-, kadmium-, krom- och zinkhalterna i sallad var högre på en del platser i denna undersökning jämfört med de halter som normalt påträffas i svensk sallad (figur 13 och 14). Blyhalten i den osköljda salladen var högre än den sköljda men låg under EU:s gränsvärde (0,30 mg/kg färskvikt). Bly- och kromhalten var högst i osköljd Sallad 1 (trädgård 1) och kadmiumhalten i Sallad 2 (trädgård 2) uppmättes till strax under EU:s gränsvärde (0,20 mg/kg färskvikt). Metallhalterna i sköljd sallad var lägre för samtliga metaller jämfört med osköljd sallad, undantaget manganhalten i trädgården Sallad 2.



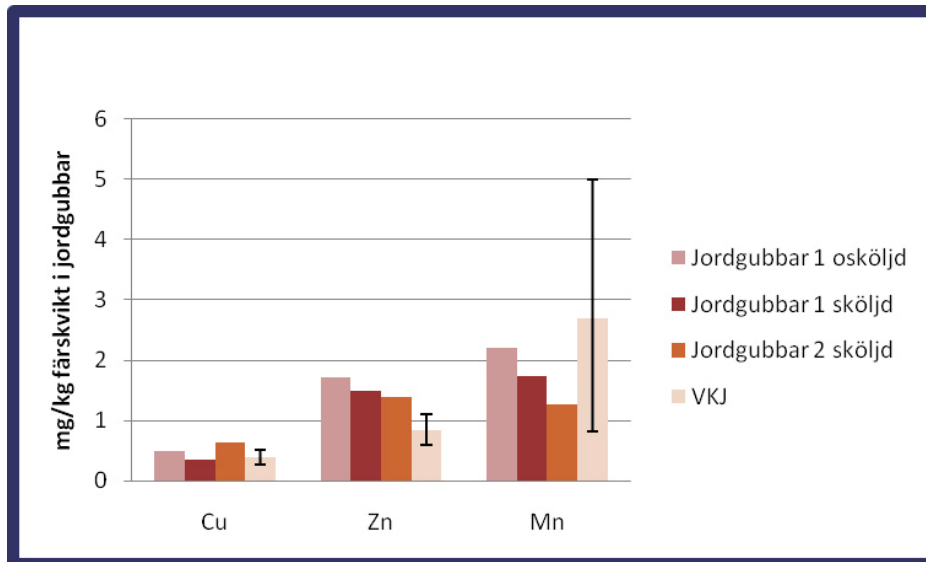
Figur 13. Uppmäta halter av Cr, Pb och Cd i sallad odlade i två trädgårdar i Gusums samhälle. Två samlingsprov (osköljd/sköljd) med 2 dl sallad vardera och per provtagningsplats. VKS anger vanliga metallkoncentrationer i sallad odlade i Sverige (Jorhem & Sundström, 1993). Värdet i denna stapel visar medel-, max- och min-värden för respektive metall.



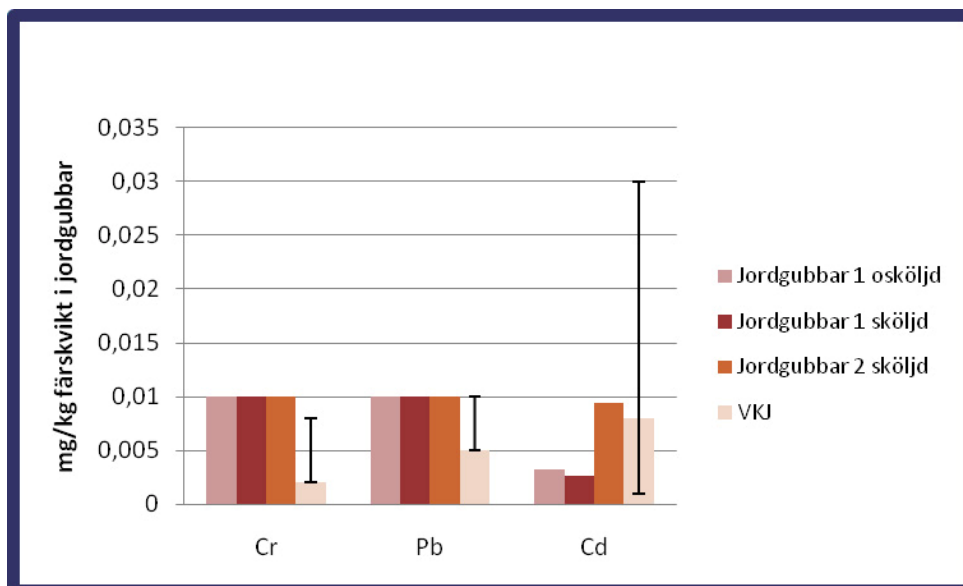
Figur 14. Uppmäta halter av Cu, Zn och Mn, i sallad odlade i två olika trädgårdar i Gusums samhälle. Två samlingsprov (osköljd/sköljd) med 2 dl sallad vardera och per provtagningsplats. VKS anger vanliga metallkoncentrationer i sallad odlade i Sverige (Jorhem & Sundström, 1993). Värdet i denna stapel visar medel-, max- och min-värden för respektive metall.

7.1.7 Metallhalt i jordgubbar

Mangan- och kopparhalterna i jordgubbar var inom normalvariationen (figur 15). Bly- och kromhalterna låg under rapporteringsgränsen <0,01 mg/kg färskvikt och kadmiumhalten låg inom normalvärdet som kan uppmätas i svenska jordgubbar. Zink-, och manganhalterna i de sköljda bären var något lägre än halterna i de osköljda (figur 16).



Figur 15. Uppmätta halter av Cu, Zn och Mn i jordgubbar odlade i två olika trädgårdar i Gusum samhälle. Två samlingsprov (osköljd/sköljd) med 2 dl jordgubbar vardera och per provtagningsplats. VKJ anger vanliga metallkoncentrationer i jordgubbar odlade i Sverige (Jorhem & Sundström, 1993). Värdet i denna stapel visar medel-, max- och min-värden för respektive metall.



Figur 16. Uppmätta halter av Cr, Pb och Cd i jordgubbar odlade i två olika trädgårdar i Gusum samhälle. Två samlingsprov (osköljd/sköljd) med 2 dl jordgubbar vardera och per provtagningsplats. VKJ anger vanliga metallkoncentrationer i jordgubbar odlade i Sverige (Jorhem & Sundström, 1993). Värdet i denna stapel visar medel-, max- och min-värden för respektive metall.

7.2 Metallhalter 2006 i vegetabilier

År 2006 togs prover på vegetabilier i samhället enligt karta (figur 17). De provtagningsplatser som var på samma plats år 2006 och 2010 gav liknande resultat av förhöjda halter i relation till normalvärden av de flesta metaller i vegetabilier, med undantag för metaller i svamp och zink och kadmium i sallad. År 2010 uppmättes 20 gånger högre kadmiumhalter i blandsvamp (Karl-Johan, kantareller) vid vattentornet (röd punkt märkt 2010 i kartan) än år 2006. På samma plats var kopparhalten cirka sju gånger högre och bly-, zink- och kvicksilverhalterna var ungefär dubbelt så höga år 2010 jämfört med år 2006. Kadmiumhalterna i sallad 2 var ca fyra gånger högre år 2010 jämfört med år 2006 och zinkhalten i sallad 2 var dubbelt så hög.

Blyhalten översteg gränsvärdet 0,20 mg/kg i lingon (L1) och kantareller (K1, K2) (tabell 9). År 2010 fanns inga jämförande prover på dessa provtagningsplatser.



- Överstiger gränsvärdet 2006, 2010
- Provtagningsplatser 2006
- Provtagningsplatser 2010
- ▲ Nya/gamla bruket samt PCB-deponi

Figur 17. Provtagningsplatser för metaller i vegetabilier år 2006 och år 2010. År 2006 överstegs gränsvärdet för bly i lingon (övre vänstra röda punkten) och i kantareller (övre högra röda punkten). År 2010 överstegs gränsvärdet för kadmium i svamp (röd punkt i mitten av kartan).

Tabell 8. Tabellen anger resultat uppmätta 2006 vid samma provtagningsplatser som 2010. Lingon (L4), blåbär (B4) och kantareller (K4) är plockade vid vattentornet. Lingon (L5), blåbär (B5) och kantareller (K5) är plockade i Dalängsskogen. Markerade värden anger förhöjda halter i relation till normalt förekommande halter i vegetabilier. Mindre än (<) anger att halten låg under laboratoriets rapporteringsgräns. Resultaten anges i mg/kg färskvikt (Helmfrid *et al*, 2007).

Metall	Enhet	L4	L5	B4	B5	K4	K5	J4	P5	J3	S2
Cd	mg/kg	<0,003	<0,002	<0,003	0,0069	0,111	0,0418	0,0036	0,0097	0,0112	0,0409
Cr	mg/kg	<0,02	<0,01	<0,01	<0,01	<0,02	0,0191	0,01	<0,01	<0,01	0,239
Cu	mg/kg	0,73	0,982	0,92	2,18	2,5	7,39	0,444	1,27	0,979	0,872
Hg	mg/kg	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,004	<0,003	<0,005	<0,005	<0,004
Mn	mg/kg	14,7	19,2	38,9	21,4	5,46	4,17	2,04	1,01	2,09	7,01
Pb	mg/kg	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	0,108	0,0523	<0,01	<0,02	<0,02	0,0455
Zn	mg/kg	2,2	2,01	1,17	3,21	8,6	6,97	1,51	2,47	1,88	5,81

Tabell 9. Provtagningsplatser som uppmätte halter av bly (Pb) överstigande gränsvärdet. Vegetabilerna var lingon (L1) och kantareller (K2) (Helmfrid *et al*, 2007)

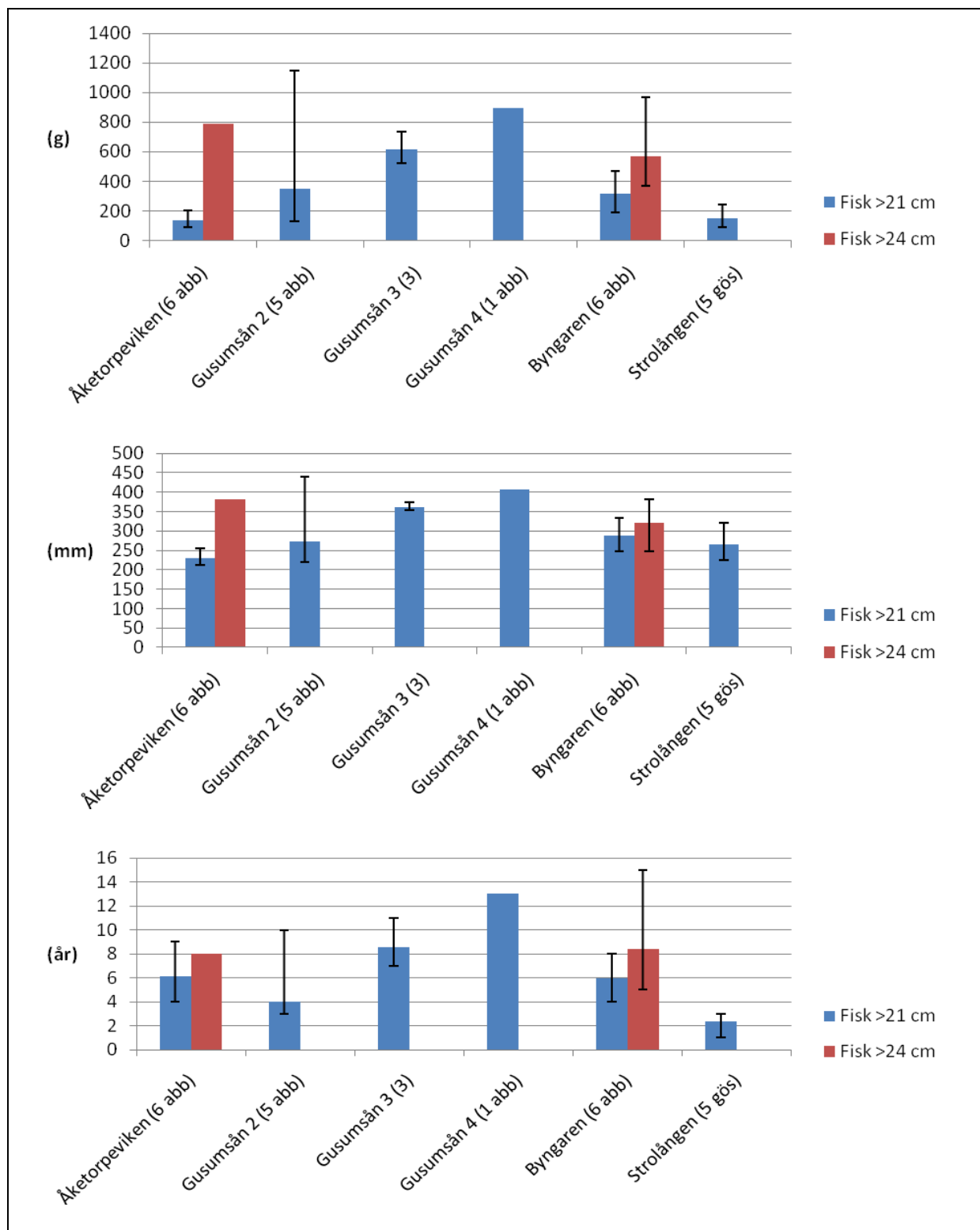
Metall	Enhet	Gränsvärde	L1	K2
Pb	mg/kg färskvikt	Bär 0,2 Svamp 0,3	0,318	0,41

7.3 Fisk år 2010

Fisk fångad nedströms punktkällorna (Gräsdalenanläggningen, PCB-deponin och gamla bruksområdet) hade högre halter av metaller och organiska miljögifter, jämfört med fisk fångad i referensområdet Åketorpsviken. En abborre fångad i Gusumsån 4 överskred kvicksilvergränsvärdet för försäljning (0,5 mg/kg färskvikt). Ingen fisk överskred gränsvärdet för dioxin och dioxinlika PCBer (8 pg/g WHO-PCB-TEQ färskvikt) (Europeiska kommissionen, 2006) och gränsvärdet för PCB153 (0,1 mg/kg färskvikt) (SLVFS 1993:36), varken år 2010 eller år 2006.

7.3.2 Fiskmorfometri

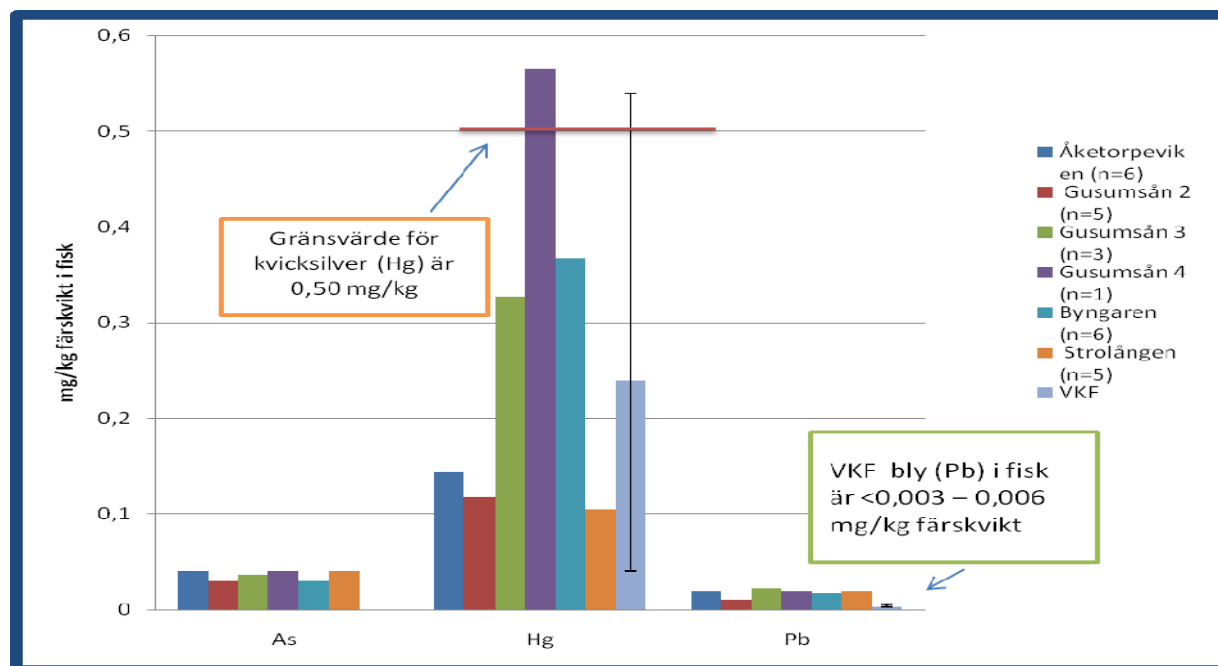
Abborren från fångstplats Gusumsån 4 var större än övriga och de minsta fiskarna fångades i Åketorpeviken och Strolången (figur 17). Medelåldern på fisken var högst i Byngaren och Gusumsån 4 och lägst i Gusumsån 1.



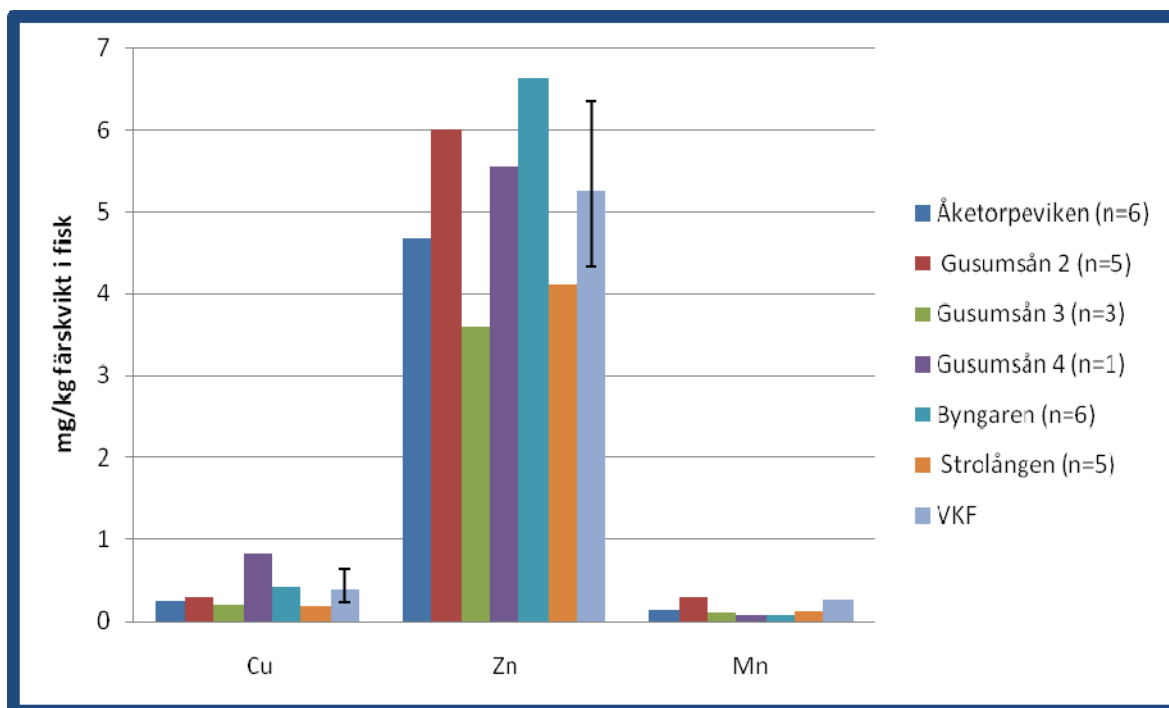
Figur 17. Medel-, max- och minsta längd, vikt och ålder hos fisk. Fisk fångades i Åketorpeviken (n=6), Gusumsån 2 (n=5), Gusumsån 3 (n=3), Gusumsån 4 (n=1), Byngaren (n=6) och Strolången (n=5) Ett samlingsprov avseende muskel från respektive fångstplats har analyserats. Vid fångstplatserna Åketorpeviken och Byngaren var fiskarna större än 24 cm. I Strolången fångades endast gös medan övriga fiskar var abborrar. Ursprungsdata till diagram har hämtats från Abrahamsson *et al* (2011). Diagrammet är något modifierat i denna rapport. Här anges min- och max-värden i staplarna i stället för konfidensintervall som anges i Abrahamsson *et al* rapport (2011).

7.3.3 Metaller i fisk

Uppmätta metallhalter i stor fisk (>21 cm) låg i ungefär samma nivå som brukar förekomma i fisk, med undantag av kvicksilver, koppar (Gusumsån 4) och zink (Byngaren) som var förhöjt i nämnda lokaler. Gränsvärdet för kvicksilver överstegs i abborrmuskel från Gusumsån 4 (figur 18 och 19). Jämfört med referensområdet Åketorpeviken var halterna av koppar och kvicksilver i fiskmuskel ca 3-4 högre i abborre från Gusumsån 4.



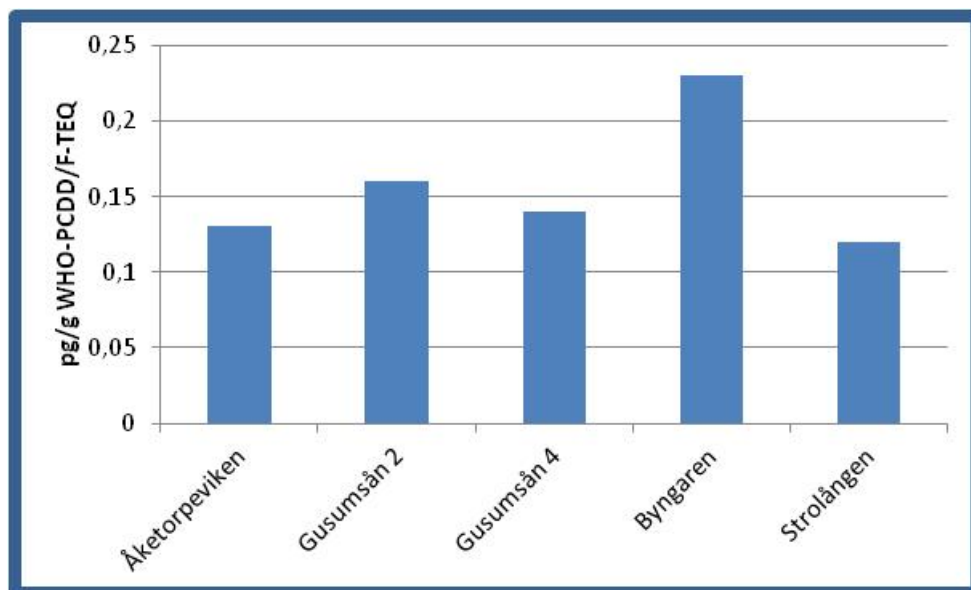
Figur 18. Uppmätta halter av As, Hg och Pb (mg/kg färskvikt) i muskel i stor fisk fångad i Åketorpeviken (n=6), Gusumsån 2 (n=5), Gusumsån 3 (n=3), Gusumsån 4 (n=1), Byngaren (n=6) och Strolången (n=5). Ett samlingsprov avseende muskel har tagits från respektive fångstplats. I Strolången fångades endast gös medan övriga var abborrar. VKF anger vanliga metallkoncentrationer i abborre och gös i Sverige (Jorhem & Sundström, 2010). Värdet i denna stapel visar medel-, max- och min-värden för Pb. Den röda linjen i diagrammet visar EU:s gränsvärde för kvicksilverhalt i konsumtionsfisk (EG nr 1881/2006).



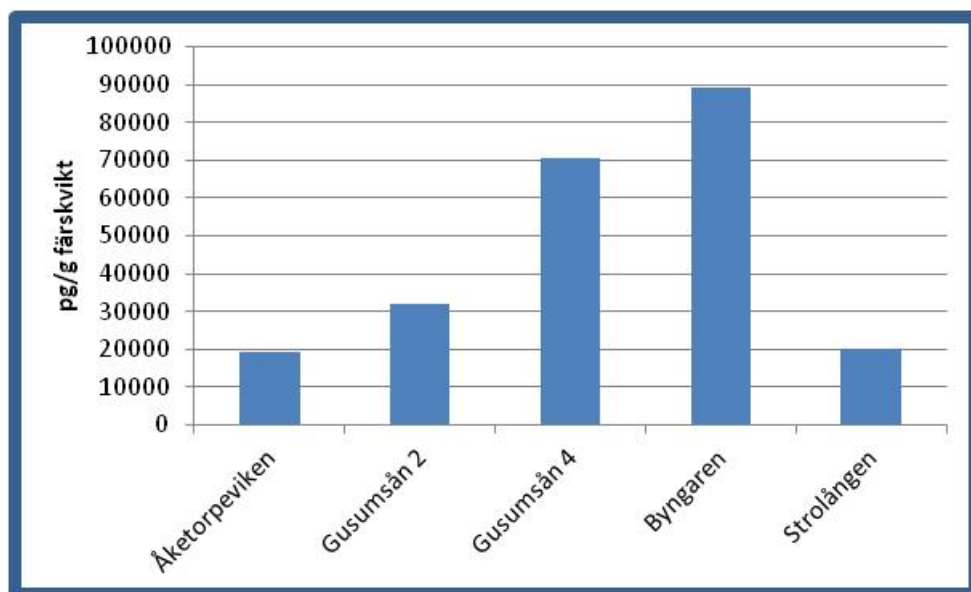
Figur 19. Uppmätta halter av Cu, Zn och Mn (mg/kg färskvikt) i muskel i stor fisk fångad i Åketorpeviken (n=6), Gusumsån 2 (n=5), Gusumsån 3 (n=3), Gusumsån 4 (n=1), Byngaren (n=6) och Strolången (n=5). Ett samlingsprov avseende muskel har tagits från respektive fångstplats. I Strolången fångades endast gös medan övriga var abborrar. VKF anger vanliga metallkoncentrationer i abborre och gös i Sverige (Jorhem & Sundström, 2010). Värdet i denna stapel visar medel-, max- och min-värden för respektive metall.

7.3.4 Dioxin, PCB och dioxinlika PCB i fisk

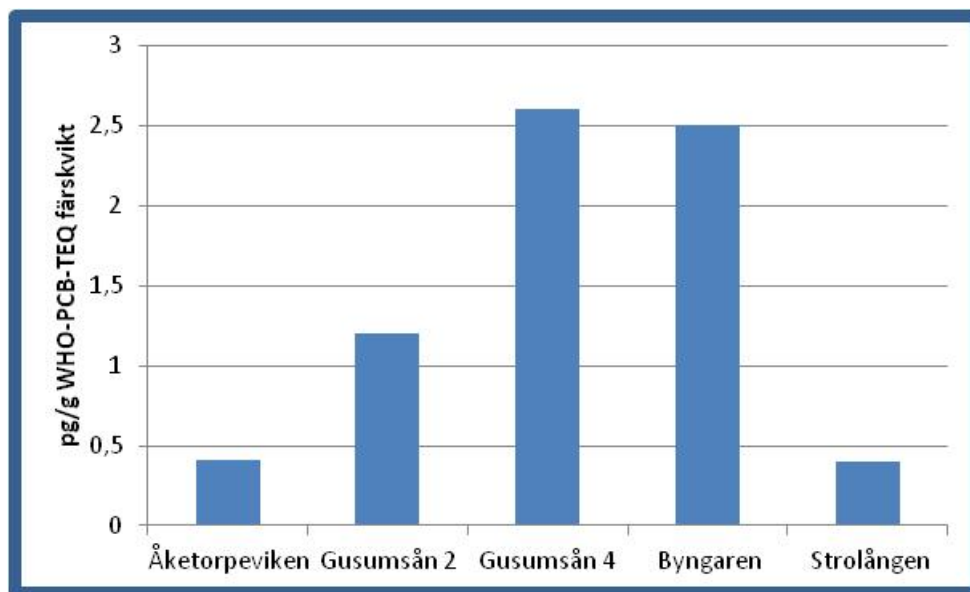
Resultaten visar att analyserad fisk från Byngaren uppvisade de högsta halterna av summaPCB7, dioxinlika PCB och dioxin (figur 20-22). Gällande PCB och dioxinlika PCB uppmättes högre halter, framför allt i fiskmuskel fångad i Gusumsån 4 och i Byngaren, jämfört med fisk från referensområde Åketorpeviken. Halten av dioxinlika PCB var även högre i Gusumsån 2, jämfört med Åketorpeviken. Fisk från fångstplats Gusumsån 4 uppvisade också högre halter av dioxin, PCB och dioxinlika PCB vid jämförelse med halterna uppmätta i fisk fångad i referensområdet Åketorpeviken. Ingen provplats har uppvisat halter högre än gränsvärdet 8,0 pg WHO-PCB-TEQ/g färskvikt i fisk för dioxin, inklusive dioxinlika PCB (Europeiska kommissionen, 2006) och ingen fisk har uppvisat halter över gränsvärdet för PCB153 (0,1 mg/kg färskvikt) (SLVFS 1993:36).



Figur 20. Diagrammet anger summan (upper bound) av dioxiner och furaner (pg/g färskvikt) från de olika fångstplatserna. Fiskarna fångades i Åketorpeviken (n=6), Gusumsån 2 (n=5), Gusumsån 4 (n=1), Byngaren (n=6) och Strolången (n=5) Ett samlingsprov avseende muskel har tagits från respektive fångstplats. I Strolången fångades endast gös medan övriga var abborrar.

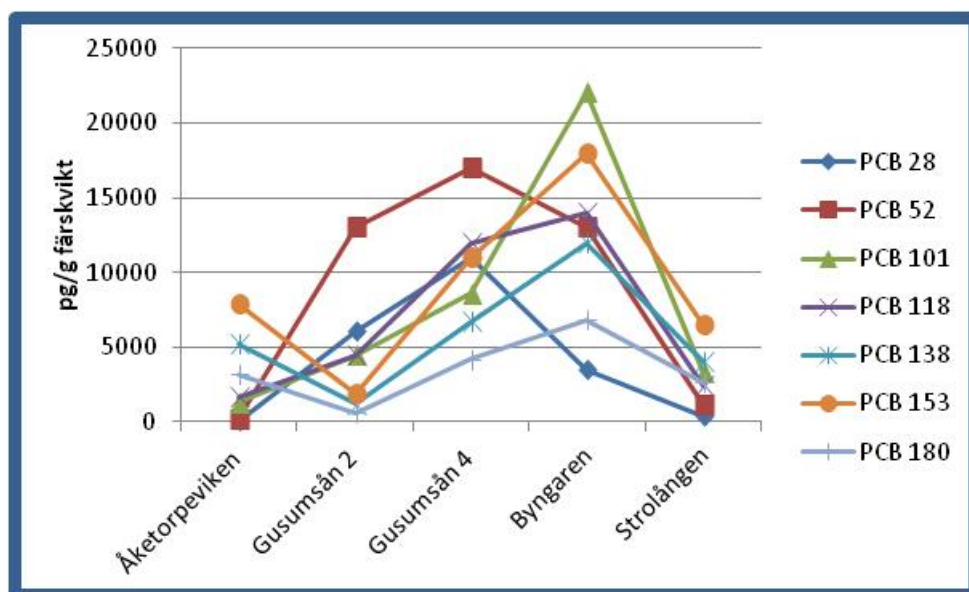


Figur 21. Diagrammet anger summan av PCB 7 (pg/g färskvikt) från de olika fångstplatserna. Fiskarna fångades i Åketorpeviken (n=6), Gusumsån 2 (n=5), Gusumsån 4 (n=1), Byngaren (n=6) och Strolången (n=5) Ett samlingsprov avseende muskel har tagits från respektive fångstplats. I Strolången fångades endast gös medan övriga fiskar var abborrar.



Figur 22. Diagrammet anger summan av dioxinlika PCB (pg/g färskvikt) vid de olika fångstplatserna. Fiskarna fångades i Åketorpeviken (n=6), Gusumsån 2 (n=5), Gusumsån 4 (n=1), Byngaren (n=6) och Strolången (n=5). Ett samlingsprov avseende muskel har tagits från respektive fångstplats. I Strolången fångades endast gös medan övriga var abborrar.

Högsta halterna uppmättes i fisken från Byngaren. I Strolången och i Åketorpeviken var PCB-halterna ungefär lika. Beroende på fångstplats och art varierar kongensammansättningen. Diagrammet över kongensammansättningen visar att kongen PCB52 dominerade i fisk fångad i Gusumsån 2 och i Gusumsån 4 (figur 23), jämfört med övriga provlokaler och med fisk fångade i Åketorpsviken. PCB28, 52 och 101 räknas till de lågklorerade kongenerna och dessa brukar inte dominera i fisk (Sternbeck et al 2004). PCB118, 138, 153 och 180 räknas till de högklorerade kongenerna. I fisk fångad i Byngaren PCB101 och 153. I fisk från Åketorpsviken och Strolången dominerade PCB153, vilken brukar vara den dominerande kongenen i fisk.



Figur 23. Kongensammansättningen i diagrammet visar vilka kongener som ingår i PCB 7 samt hur halterna för varje kongen är fördelade i fisk fångad på respektive plats. I Strolången fångades endast gös medan övriga var abborrar.

7.4 Metallhalter i fisk 2006

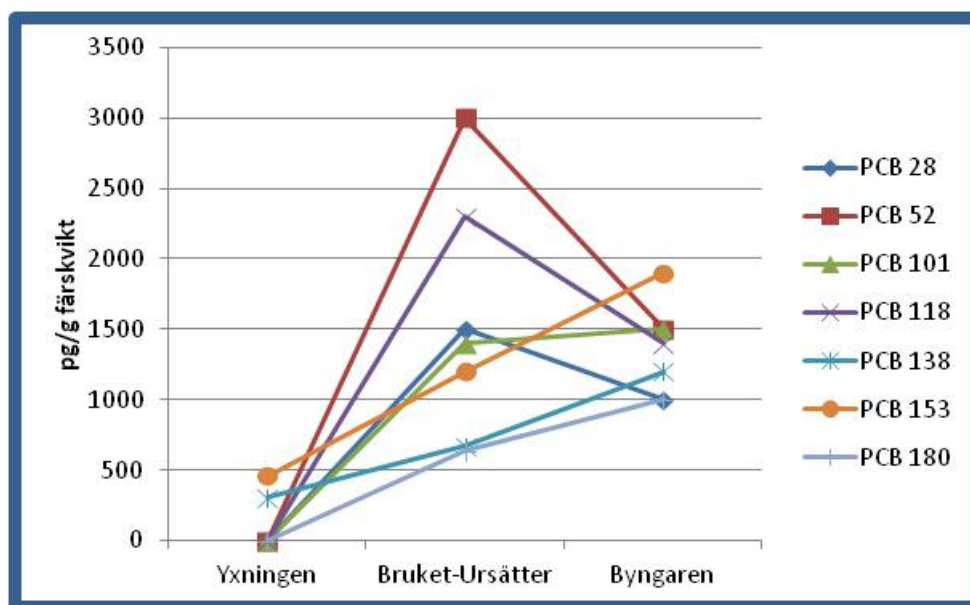
Abborre Y fångades i Åketorpeviken (referensområde) och abborre M fångades nedströms punktkällorna (figur 1). Abborre B fångades i Byngaren. Kopparhalten var högre i Abborre M i relation till Abborre Y (tabell 10). Resultaten gällande kvicksilver anger högre värden vid provpunkt Abborre B i relation till Abborre Y fångad i Åketorpeviken. Vid provtagningarna år 2010 uppmättes högre kvicksilverhalter i abborre nedströms utsläppet i Gusumsån jämfört med provtagningarna år 2006. De provtagna abborrarna från dessa områden var större och äldre år 2010, jämfört med de provtagna abborrarna år 2006. Kviksilverhalten brukar öka med ålder och storlek hos fisken på grund av att kvicksilver ackumuleras i fisken.

Tabell 10. Metallhalt i abborre vid provtagningar år 2006. Abborre Y fångades i Åketorpeviken, Abborre M fångades nedströms punktkällorna (nya bruket, PCB-deponi och gamla bruket), Abborre B fångades i Byngaren. Mindre än (<) anger halt under laboratoriets rapporteringsgräns.

Metall	Enhet	Abborre Y	Abborre M	Abborre B
Cd	mg/kg	<0,001	<0,001	<0,001
Cr	mg/kg	0,0075	<0,008	<0,007
Cu	mg/kg	0,268	0,451	0,153
Hg	mg/kg	0,141	0,0792	0,385
Mn	mg/kg	0,266	0,147	0,0884
Pb	mg/kg	<0,01	<0,01	<0,009
Zn	mg/kg	5,54	4,32	3,89

7.5 PCB i fisk 2006

Vid provtagningarna år 2006 hade fisk fångad nedströms utsläppskällorna de högsta halterna av summaPCB7. Abborre fångad vid provtagningsområde Abborre M uppmätte en summaPCB7-halt som var drygt 14 gånger högre än i fisk fångad i referensområdet Åketorpeviken. I fisk från Byngaren var halterna av summaPCB7 högre i relation till referenspunkten Åketorpeviken, men mellan Gusumsån och Byngaren var det de olika kongenerna som skiljde sig åt. Figur 24 visar att de högklorerade kongenerna var högst i fisk fångad i Byngaren och att de lågklorerade kongenerna var som högst i fisk fångad i Gusumsån nedströms PCB-deponin (Bruket-Ursätter). Kongensammansättningen skiljer lite mellan provtagningsåren i Gusumsån 4 (Bruket-Ursätter), men den lågklorerade kongenen PCB52 dominerade båda gångerna (figur 23-24). I Yxningen och Byngaren dominerade PCB153. Generellt var de uppmätta PCB-halterna en tiopotens högre i alla prover år 2010 jämfört med analyserna år 2006. Orsaken till detta är oklar. Nivån av dioxinlika PCBer låg däremot på ungefär samma nivå som år 2006 (Bruket-Ursätter; 3,3 pg/g WHO-PCB-TEQ färskvikt, Byngaren; 2,5 pg/g WHO-PCB-TEQ färskvikt) som år 2010.



Figur 24. Kongensammansättningen från analys av abborre år 2006 som ingår i PCB 7 samt hur halterna för varje kongen är fördelade i fisk fångad på respektive plats. Bruket-Ursätter motsvarar Gusumsån 4 i 2010 års analys.

8 Diskussion

Det finns flera faktorer som kan påverka resultaten, bland annat val av provtagningsplats och val av vilka arter som ska ingå i provtagningen, antal prover, sköljning, hantering av provmaterial, analys etc. Olika arter har olika förmåga att ta upp och bioackumulera metaller och organiska miljögifter. Ålder, storlek och fetthalt hos fisk har betydelse för halten kvicksilver och organiska miljögifter.

8.1 Vegetabilier

8.1.1 Metallhalter och jämförelse mot gränsvärden

Likt tidigare undersökningar i Gusum uppvisade denna studie resultat av förhöjda koncentrationer av bly i sallad och lingon, förhöjda koncentrationer av kadmium och zink i sallad, förhöjda koncentrationer av kadmium och koppar i svamp jämfört med vanligt förekommande i dessa vegetabilier. Gränsvärdet för kadmium i svamp överstegs mycket från provtagningsplatsen vid vattentornet.

8.1.2 Metallhalter i olika lokaler och i olika sorters vegetabilier

De uppmätta metallhalterna vid undersökningen år 2010 gav ingen entydig bild av huruvida en provlokal hade högre halter än andra, men vissa skillnader sågs i resultaten. De tydligaste skillnaderna mellan provtagningsplatserna kunde avläsas av halterna uppmätta i svamp- och salladsprover. Ett exempel är att kadmiumhalterna i sallad var ca tio gånger högre från trädgård 2 jämfört med trädgård 1, men enligt bakgrundsdata av kadmium i sallad är det inte ovanligt att halterna kan skilja sig mellan olika prover (Jorhem & Sundström, 1993). I en undersökning av Jonnalagadda & Pillay (2007) finner man att olika vegetabilier kan fungera som ackumulatörer, indikatorer eller exkluderare för specifika metaller. Man anser att bladgrönsaker som sallad har ett högt upptag av bly, zink och mangan.

Skillnaderna i uppmätta metallhalter kan alltså förklaras av de olika vegetabiliernas förmåga att ackumulera specifika metaller. Även metallernas mobilitet i marken samt jordens beskaffenhet kan vara avgörande faktorer för upptaget av metaller (Auerbach, 2009; Berggren Kleja *et al*, 2006). Biotillgängligheten av metaller för vegetabilierna kan skilja mellan provtagningsplatser på grund av bland annat olikheter i jordmån och surhetsgrad.

Kvicksilver detekterades i svamp men inte i övriga vegetabilier, vilket kan förklaras av att svampar i större utsträckning än andra vegetabilier tar upp olika ämnen (Isildak *et al*, 2007). Halterna i svamp översteg gränsvärdet för kadmium vid provtagningsplatsen vattentornet. Halterna av kadmium var 55 gånger högre vid vattentornet än i svamp från Dalängsskogen. Vid provtagningarna år 2010 från samma plats var kadmiumhalterna i svamp ca 20 gånger högre än vid provtagningarna år 2006, vilket kan bero på flera faktorer. År 2006 togs enbart prov på kantareller. År 2010 kompletterades kantarellproverna med Karl-Johansvamp vid vattentornet och med svart trumpetsvamp i Dalängsskogen. Att det plockades andra

svampsorter än kantarell kan påverka resultatet då vissa svampsorter lättare tar upp metaller än andra (Isildak *et al*, 2007). De skriver också i sin studie att svampar kan ackumulera ämnen via mykorrhizan och via den ge höga koncentrationer till fruktkroppen. En del svampsorter tar upp atmosfäriska partiklar i högre grad än andra, ett exempel på en sådan svampsort är Karl-Johan (Chrastný *et al*, 2007). Det föreligger enskilda skillnader i upptaget av metaller i olika svampsorter menar Jorhem & Sundström (1995) i sin studie av bakgrundsdata för olika svampsorter. Enligt deras bakgrundsdata av Karl-Johansvamp och kantareller var halterna fem till sex gånger lägre än vad som uppmättes i svamp från vattentornet vid denna provtagning. En annan förklaring till skillnaderna i halter mellan vattentornet och Dalängsskogen kan vara val av provtagningsplats. Provlokalerna är lokaliserade på vardera sidan om det gamla bruket och kan, beroende av vindriktningen, ha exponerats olika mycket för rökgaser från industrin. Det förklarar dock inte skillnaderna mellan de olika provtagningsåren.

Vegetabilierna odlade i trädgårdar i Gusums samhälle visade inte heller på någon entydig skillnad i halter mellan de olika provtagningsplatserna, med undantag av metaller i sallad. Halterna av kadmium och zink var högre i trädgård 2, medan halterna av bly och krom i osköld sallad var högre i trädgård 1. De skillnader som sågs i resultaten kan bero på tillgängligheten av metaller i olika odlingsjordar från provlokal 1 och 2 och damning från jorden (Jonnalagadda & Pillay 2007; Auerbach, 2009).

8.1.3 Val av provlokal och jämförelse med 2006

Vid provtagningen år 2010 valdes två provtagningsplatser per vegetabilie där Gusumsbor plockar svamp, blåbär och lingon. Vid undersökningarna 2006 valdes fem provtagningsplatser per vegetabilie. Begränsningen av provtagningslokaler kan innebära att något eller några värden kan falla utanför ramarna för undersökningen på grund av att provlokalerna skiljer sig vid 2010 års provtagningar jämfört med tidigare mätningar år 2006. Detta innebär svårigheter att jämföra resultaten eftersom olika halter kan återfinnas vid olika lokaler. Resultaten vid denna undersökning påvisar dock liknande antal uppmätta halter över gräns- eller normalvärde som år 2006 trots färre provpunkter. Detta kan förklaras av metallernas mobilitet i marken (Berglund Kleja *et al*, 2006). Under alla år av undersökningar och studier av Gusums förorenade mark är vetskapen tydlig i att det föreligger höga metallkoncentrationer i vegetabilier (Länsstyrelsen Östergötland, 2003; Valdemarsviks kommun, 2011). De nya resultaten tyder på att problematiken med förhöjda metallhalter i vegetabilier i Gusum kvarstår.

8.1.4 Effekt av sköljning

Resultaten visade inte att sköljning av vegetabilier gav generellt minskade metallhalter. Något lägre halter av metaller uppvisades i sköljda lingon från provtagningsplats vattentornet. Vid samma provtagningsplats var halterna av koppar och kadmium högre i sköljd svamp än i osköld, medan övriga metallhalter var lägre i sköljd svamp. Det är inte ovanligt att enskilda prov taget vid samma provpunkt kan variera på grund av individuella skillnader mellan

växterna (Jorhem och Sundström, 1995; Isildak *et al*, 2007). Att sallad visade en liten effekt av sköljningen i större utsträckning än övriga vegetabilier kan bero på att salladens bladyta är större i relation till exempelvis bär (Jonnalagadda & Pillay, 2007).

Att sköljningen inte uppvisade någon stor effekt på samtliga vegetabilier kan dels bero på att det inte föreligger någon stark luftförorening via damning i området, dels att de föroreningar som finns är upptagna i vegetabilierna genom markföroreningarna (Jonnalagadda & Pillay, 2007).

8.2 Fisk

8.2.1 Påverkansfaktorer till halter i fisk

Resultaten i fiskproverna kan vara beroende av ett antal faktorer. Fiskarnas ålder, storlek och fetthalt har betydelse för hur mycket gifter de ackumulerat. Andra aspekter kan vara vilken mängd fisk som man lyckats fånga vid varje fångstplats under provtagningstillfället. Halter av exempelvis kvicksilver kan också skilja sig hos olika fiskarter på grund av ackumulering av metaller och organiska miljögifter över tid samt uppåt i näringskedjan (Jorhem & Sundström, 2010).

De högsta värdena i fisk uppmättes vid provlokalerna Gusumsån 2, Gusumsån 3, Gusumsån 4 och Byngaren belägna nedströms utsläppskällorna. Fisk som fångats vid lokalerna belägna uppströms utsläppskällorna påvisade lägre halter. I Strolången fångades inga abborrar, i stället analyserades gös. Gösen är naturligt en större fisk än abborren. Gös av ungefär samma storlek som abborren är yngre, vilket innebär att den inte lagrat metaller och organiska miljögifter under lika lång tid som de provtagna abborrarna (Naturvårdsverket, 2011 a & Naturvårdsverket 2011 b). Gösarna är runt två år och abborrarna från Gusumsån 3, Gusumsån 4 och Byngaren är runt 10 år gamla. I Gusumsån 4 provtogs endast en abborre och den var 13 år gammal (tabell 2). Fisk som fångades vid provlokal Gusumsån 4 har alltså exponerats för miljögifter i ett decennium längre än fisken i Strolången. Denna abborre innehöll högre kvicksilverhalt än fisk från övriga fångstplatser. Detta förklaras till viss del av fiskens höga ålder samt en fisk ingick i provet. Om provet bestod av fler fiskar i mindre storlek och ålder fanns möjligheten att resultatet sett annorlunda ut.

Fiskens fetthalt har betydelse för hur mycket miljögifter den ackumulerat. Ju fetare fisken är desto större mängd fettlösliga ämnen kan ackumuleras i dess fettvävnad (Naturvårdsverket, 2011 b; Bydén *et al*, 2003). Exempel på fettlösliga ämnen är PCB och dioxin. Fisk fångad i Åketorpeviken var fetast vilket kan förklara varför kongenmönsterdiagrammet för dessa uppvisar högre halter för kongenerna PCB 153, PCB 180 och PCB 138 (figur 22) då högklorerade kongener även är mer fettlösliga än de lågklorerade (Sterner, 2010). Ytterligare en orsak till halterna som uppmättes i fisk från Åketorpeviken kan vara att PCB kongen 153 och de andra högklorerade kongenerna är vanligt förekommande i fisk från svenska bakgrundslokaler (Adolfsson-Erici *et al*, 2004) och Åketorpsviken utgjorde referensområde. Nedströms punktutsläppet dominerade de lågklorerade kongenerna PCB 28, 52 och 101 i

sediment (Envipro 2007). Detta kongenmönster avspeglas till viss del i fiskmuskel, främst var det PCB52 som dominerade i fisk fångad i Gusumsån 4 och PCB 101 dominerade i fisk fångad i Byngaren. Kongenmönstret i Gusum ter sig annorlunda ut i jämförelse med bakgrundslokalerna, vilket avspeglar de lokala kontamineringsarna via PCB-haltiga oljor (Helmfrid *et al*, 2007). Vid beräkningar på fettvikt påvisade de stora skillnaderna i fetthalt av fisken fångad i Åketorpeviken samt fisken från Strolången att det föreligger förhöjd exponering av dioxin och PCB även i Strolången (Abrahamsson *et al*, 2011).

Med tanke på att fisken i Åketorpeviken var mycket fetare än fisken i Gusumsån och att fisken i Gusumsån efter utsläppspunkterna ändå uppvisade de högsta halterna av både dioxin, PCB, dioxinlika PCB och metaller, påvisade detta att fisken i Gusumsån fortfarande är påverkad av tidigare utsläpp.

9 Riskbedömning

I detta avsnitt ställs de uppmätta halterna i denna studie mot TDI-värden och de generella hälsoriskerna kopplade till en viss metall eller ett specifikt ämne.

9.1 Kadmium

Svamp plockade vid vattentornet och sallad plockad i trädgård 2 innehöll höga halter av kadmium och kan medföra negativa hälsorisker för riskgrupper såsom barn, kvinnor och gravida. Svampen vid vattentornet hade halter (2,22 mg/kg färskvikt) överstigande gränsvärdet (0,20 mg färskvikt) för kadmium och salladsproverna uppmätte halter strax under gränsvärdet. För högt kadmiumintag kan innebära störningar i njurfunktion och kadmium klassas också som ett cancerogent ämne. WHO:s expertgrupp fastställde på 70-talet PTWI för kadmium till 7 µg/kg kroppsvikt och vecka, dvs. 1 µg/kg kroppsvikt per dag (Miljöhälsorapport, 2009).

TDI-värdet för en vuxen person på 70 kg motsvarar 0,07 mg kadmium/dag. Detta medför att det räcker med 32 g svamp innan TDI-värdet överskrids för en vuxen person vid konsumtion av Karl-Johansvamp och kantareller från provtagningsplats vattentornet med den högsta uppmätta kadmiumhalten (2,22 mg/kg). För ett barn på 10 kg är TDI-värdet motsvarande 0,01 mg kadmium/dag. Ett barn kan konsumera högst 4,5 g svamp med uppmätta kadmiumhalter innan TDI-värdet överstigs. Den uppmätta kadmiumhalten var mer än 20 gånger högre än högsta uppmätta halten år 2006. Svenskar har redan ett stort intag av kadmium via den valiga kosten, främst spannmålsprodukter, rotfrukt, grönsaker som står för ca 75 % av den totala kadmiumexponeringen. Kadmiumintaget beräknas vara ungefär 15 µg/dag (medelvärde), vilket motsvarar 1,5 µg/vecka och kg kroppsvikt (Miljöhälsorapport 2009). Halterna i svamp kan variera mycket, beroende på växtplats och sort. Baserat på uppmätta halter i svamp och det redan höga intaget av kadmium från andra källor bör man undvika att äta svamp från det förorenade området.

9.2 Koppar

Höga kopparhalter är bara hälsoskadliga för personer med ämnesomsättningssjukdomar, eller för små barn (EFSA, 2006). Genom de uppmätta halterna hos svamp i Gusum (2,5–18 mg/kg färskvikt) medför konsumtion av 0,1 kg svamp från vattentornet innebär ett intag av ca 1,8 mg koppar, vilket inte överstiger TDI-värdet för vuxna. Man bör ändå ha i åtanke att kopparintag också sker från andra livsmedelskällor som exempelvis vatten, ost, kött och fisk.

9.3 Kvicksilver

Kvicksilverhalten i svampen plockad vid vattentornet uppmätte 0,09-0,10-mg/kg färskvikt och halten i svamp var högre än i övriga vegetabilier. I fiskproverna var koncentrationen av kvicksilver högre än i svampen, vilket är väntat då kvicksilver ackumuleras i näringskedjan framförallt i rovfiskar som abborre, gädda och gös (Statens Livsmedelsverk, 2011). Den högsta kvicksilverhalten (0,57 mg/kg färskvikt) uppmättes i abborre från Gusumsån 4. Vid ett intag av 0,1 kg fisk från Gusumsån 4 innebär detta ett intag av 0,057 mg kvicksilver. TDI-värdet för en person på 70 kg motsvarar 0,016 mg kvicksilver, vilket medför att en vuxen kan äta 28 g fisk (vid ett tillfälle, gällande fisk med den högsta uppmätta kvicksilverhalten) utan att överstiga gränsvärdet. TDI-värdet för ett barn på 10 kg motsvarar 0,0023 mg kvicksilver vilket medför att ett barn kan äta 4 g fisk. En vuxenportion består vanligen av ca 120 g fisk (Statens Livsmedelsverk, 2011).

Även låg kvicksilverexponering kan medföra skador i centrala nervsystemet framförallt effekter på hjärnans utveckling hos foster och små barn. Känsliga grupper för exponering är foster och små barn, då deras hjärnor är under utveckling. Halterna uppmätta i Gusum innebär en förhöjd exponering av kvicksilver vid konsumtion av fisk fångad vid dessa tre lokaler. Livsmedelsverkets generella kostråd bör kvarstå.

”Kvinnor som är eller försöker bli gravida eller som ammar bör även vara försiktiga med fisk som kan innehålla kvicksilver. Kvicksilver lagras i kroppen under några månaders tid och förs över till barnet via moderkakan och bröstmjölken. Därför bör man inte äta fisk som kan innehålla kvicksilver oftare 2-3 gånger per år under tiden man försöker bli gravid, liksom under graviditet och amning. Det gäller abborre, gädda, gös och lake. Personer som äter egenfångad abborre, gädda, gös eller lake oftare än en gång per vecka, kan få i sig kvicksilvermängder som på sikt kan skada hälsan.” (Statens Livsmedelsverk, 2011).

9.4 Bly

Blyhalterna i svamp som plockades vid vattentornet i Gusum uppmättes under gränsvärdet (0,30 mg/kg färskvikt för bly i svamp). Uppmätta blyhalter (0,27 mg/kg färskvikt) innebär att konsumtion av 0,1 kg svamp som plockades vid vattentornet ger en exponering av bly på 0,027 mg. TDI-värdet gällande bly är 3,6 µg/kg kroppsvikt och dag. För en vuxen person på 70 kg motsvarar TDI-värdet 0,25 mg/dag, vilket medför att 930 g svamp från området kan

konsumeras per dag och ett barn på 5 kg kan konsumera 66 g per dag. Normalt exponeras människor för 0,3 µg bly/dag via kosten och sammantaget kan detta innebära att TDI-värdet överskrids.

9.5 Zink

Fisk från provtagningsplatserna Gusumsån 4, sallad 2, svamp som plockades vid vattentornet samt jordgubbar uppmätte zinkhalter överstigande vad som normalt påträffas i dessa livsmedel. Halterna i jordgubbar var dock inte mycket högre än normalvärde. Zinkhalterna i sallad 2 och svamp som vuxit vid vattentornet var ca 16 mg/kg färskvikt och i fisk 6,5 mg/kg färskvikt. Kroppen behöver zink som byggstenar i flertalet enzym, zinkbrist hos barn kan leda till tillväxthämningar. RDI för zink är 7-11 mg/dag och halterna uppmätta hos sallad 2 och fisk fångad i Gusumsån 4 innebär inget överintag av zink då man måste äta 600 g sallad, fisk och jordgubbar dagligen för att nå RDI värdet. Intaget av zink kommer också från konsumtion av kött och fågel, ca 31 % av RDI, samt mejeriprodukter, ca 22 % av RDI (Statens Livsmedelsverk, 2011).

9.6 Dioxiner, PCB och dioxinlika PCB

I Byngaren och de nedre delarna av Gusumsån uppmättes förhöjda halter av både PCB och dioxiner. Abrahamsson *et al* anger i sin rapport 2011 att fettviktshalterna påvisade högre halter av de organiska miljögifterna i relation till fiskens fetthalt än i vad som kunde tydas av resultaten angivna i färskvikt. Koncentrationerna i fisk fångad vid Byngaren uppmätte 2,5 – 11 pg TEQ/g vilket kan jämföras med EUs gränsvärde för dioxin inklusive dioxinlika PCB på 8,0 pg TEQ/g (Europeiska kommissionen, 2006). Riskgrupper är personer med nedsatt immunförsvar samt foster och spädbarn. Ämnena överförs via moderkakan och bröstmjölken. Till riskgrupper hör även personer med ett högt dioxin- och PCB-intag (storkonsumenter av kött, fisk och mejeriprodukter). För riskgrupperna finns inga säkra nivåer av intag av uppmätta PCB- och dioxinhalter i fiskmuskel, därför bör Livsmedelsverkets generella kostråd om dioxin och PCB i fisk kvarstå (Helmfrid muntligt, 2011).

”Barn, både flickor och pojkar, kvinnor i barnafödande ålder, gravida och ammande rekommenderas att inte äta fisk som kan innehålla höga halter dioxin och PCB oftare än 2-3 gånger per år. Övriga bör inte äta sådan fisk oftare än en gång per vecka.”(Statens Livsmedelsverk, 2011)

10 Slutsats

Undersökningarna som utfördes i Gusum under hösten år 2010 visade fortfarande förhöjda halter av metaller och organiska miljögifter, vilket innebär att tidigare kostråd fortfarande bör gälla i likhet med studien utförd år 2006. Skillnaden i denna studie, jämfört med 2006, är tillägget av analysen sköljda vegetabilier som inte uppvisar större skillnader och därmed heller inte förändrar kostråden. Försiktighetsprincipen bör tillämpas.

- De mest toxiska metallerna är kadmium och bly. Högsta bly- och kadmiumhalterna uppmättes i svamp och i sallad. I svamp plockade vid vattentornet förekom båda metallerna i högre halter, vilket kan medföra samverkans effekter. Halterna kan skilja mycket mellan olika arter av svamp, växtställe och mellan olika år, vilket medför att det inte går att ange en säker konsumtionsmängd. Svamp bör därför plockas utanför Gusums samhälle för att vara på säkra sidan.
- Vid odling bör kontrollerad matjord användas. Egen kompostjord kan innehålla metalljoner som går i omlopp och som lätt tas upp av växterna (Helmfrid *et al*, 2007).
- Analysresultaten av sköljda vegetabilier i denna undersökning påvisade ingen minskning av metallerna jämfört med osköljda vegetabilier, med undantag av sallad. Sköljning av vegetabilier bör dock alltid ske av andra orsaker än att minska metallhalten.
- Fisk nedströms utsläppskällorna (Gräsdalenanläggningen, PCB-deponin och det gamla bruksområdet) var fortfarande påverkad av utsläppen. För att minska exponeringen av kvicksilver och PCB bör fisk inte fångas i Gusumsån och i Byngaren samt att man för övrigt följer Livsmedelsverkets nationella kostråd. Personer som tillhör riskgrupper bör inte alls konsumera fisk från Gusumsån eller Byngaren.

**Livsmedelsverkets
generella kostråd
2011 gällande PCB
och dioxiner:**

”Barn, både flickor och pojkar, kvinnor i barnafödande ålder, gravida och ammande rekommenderas att inte äta fisk som kan innehålla höga halter dioxin och PCB oftare än 2-3 gånger per år. Övriga bör inte äta sådan fisk oftare än en gång per vecka.”

**Livsmedelsverkets generella kostråd
2011 gällande kvicksilver:**

”Kvinnor som är eller försöker bli gravida eller som ammar bör även vara försiktiga med fisk som kan innehålla kvicksilver. Kvicksilver lagras i kroppen under några månaders tid och förs över till barnet via moderkakan och bröstmjölken. Därför bör man inte äta fisk som kan innehålla kvicksilver oftare 2-3 gånger per år under tiden man försöker bli gravid, liksom under graviditet och amning. Det gäller abborre, gädda, gös och lake. Personer som äter egenfångad abborre, gädda, gös eller lake oftare än en gång per vecka, kan få i sig kvicksilverb mängder som på sikt kan skada hälsan.”

11 Referenser

- Abrahamsson I, Christensson M, Liungman M, Rådén R (2011). Projekt Gusum - Biologiska undersökningar i Yxningen, Gusumsån, Byngaren och Strolången. [Preliminär Rapport 2011-03-16]. Medins Biologi AB, Mölnlycke.
- Adolfsson-Erici M, Asplund L, Bignert A, Haglund P, Junedahl E, Kaj L, Nylund K, Palm A, Remberger M, Sternbeck J. (2004). Organiska miljögifter i fisk från svenska bakgrundslokaler. Rapport B1576, IVL Svenska miljöinstitutet AB, Stockholm.
- Almqvist, H (2010). The legacy of the mill: a metal polluted forest soil in Gusum. Institutionen för mark och miljö, SLU, Uppsala.
- ALS Scandinavia AB (2010). Laborationsrapporter-vegetabilier Gusum.
- ALS Scandinavia AB (2011). Rapporteringsgräns.[Elektronisk] <<http://www.analytica.se/hem2005/sv/analytica/kvalitet.asp>> (Tillgänglig 2011-04-25)
- Anderstedt C (2008). Gusuminfo. [Elektronisk] <[http:// www.gusum.info/](http://www.gusum.info/)> (tillgänglig 2011-03-25)
- Auerbach R, Sipter E, Gruiz K, Mathe-Gaspar G (2009). Change of Bioaccumulation of Toxic Metals in Vegetables. Communications in Soil Science and Plant Analysis 40: 285–293.
- Berggren Kleja D, Elert M, Gustafsson J P, Jarvis N, Norrstöm A-C (2006). Metaller mobiliter i mark. Naturvårdsverket, rapport 5536, Stockholm.
- Busk L (2010). Arbets- och Miljömedicin – en lärobok om hälsa och miljö, Kap 22 Livsmedel. Studentlitteratur AB, Lund.
- Bydén S, Larsson A M, Olsson M (2003). Mäta vatten – Undersökningar av sött och salt vatten. Institutionen för miljövetenskap och kulturvård, Bohuslän.
- Chrastný V, Komárek M, Jana ŠtíhováChrastný J (2007). Metal/metalloid contamination and isotopic composition of lead in edible mushrooms and forest soils originating from a smelting area. Environment International 33:677–684.
- EFSA (2006). Tolerable Upper Intake Levels for Vitamins and Minerals by the Scientific Panel on Dietetic products, nutrition and allergies (NDA) and Scientific Committee on Food (SCF). European Food Safety Authority. ISBN: 92-9199-014-0.
- Eriksson H (2011). Teknisk PM – Uppdragsbeskrivning: Provtagning av bär, svamp och grönsaker Miljöprojekt Gusum. Golder Associates AB, Stockholm.
- Eriksson M, von Mecklenburg C (2007). Miljöteknisk undersökning och inventering med avseende på föroreningsituationen, av fastigheterna Gusum 6:156 och 5:253, Valdemarsviks kommun, oktober 2007. Allren AB – Miljöteknik, Söderköping.
- Esh T (2003). Gusum: ett brukssamhälle under 350 år. Gusums hembygdsförening

Europeiska kommissionen (2006) Kommissionens förordning (EG) nr 1881/2006 om fastställande av gränsvärden för vissa främmande ämnen i livsmedel

Helmfrid I, Hällsten A-L, Hällström L, Ståhlbom B (2007). Miljömedicinsk riskbedömning med avseende på konsumtion av analyserade vegetabilier, fisk och kräftor från Gusum. Yrkes- och Miljömedicinskt centrum, Universitetssjukhuset, Linköping.

Helena Holgerson, Henrik Eriksson, Pär Elander (2007). Sammanställning av tidigare undersökningar och resultat från förnyad provtagning av sediment och ytvatten i Yxningen, Gusumsån, Byngaren, Byngsboån och Strolången. Hifab AB/Envipro Miljöteknik. Göteborg och Linköping

Isildak O, Turkekul I, Elmastas M, Aboul-Enein (2007). Bioaccumulation of Heavy Metals in Some Wild-Grown Edible Mushrooms. *Analytical Letters* 40:1099–1116.

Jorhem L, Sundström B (1993). Level of lead, cadmium, zink, copper, nickel, chromium, manganese, and cobalt in food in the Swedish market, 1983-1990. *Journal of food composition and analysis* 6:223-241.

Jorhem L, Sundström B (1995). Levels of some trace elements in edible fungi. *Z lebensm unters forch* 201:311-316.

Jorhem L, Sundström B (2010). Metaller i fisk - Sammanställning av analysdata 2001-2005. Livsmedelsverkets rapportserie nr 14/2010.

Jonnalagadda S B, Pillay V (2007). Elemental uptake by edible herbs and lettuce (*Lactuca sativa*). *Journal of Environmental Science and Health Part B*: 42:423–428.

Källman A, Eriksson H, Hübinette P (2009). Huvudstudie Gusums bruk – Riskvärdering. Tekniska Förvaltningen, Valdemarsvik.

Länsstyrelsen Stockholms Län (2011) MIFO – Metodik för inventering av förorenade områden. [Elektronisk]
<http://projektwebbar.ab.lst.se/templates/InformationPage____5723.asp> (Tillgänglig 2011-04-18)

Länsstyrelsen Östergötlands Län (2003). Bidragsansökan för huvudstudie i Gusums bruk, Valdemarsviks kommun. Länsstyrelsen Östergötlands Län, Miljövårdsenheten.

Miljöhälsorapport (2009). Miljöhälsorapport. Edita Västra Aros, Västerås.

Naturvårdsverket (2009). Handledning för miljöövervakning. Metaller och miljögifter i fisk från sjöar och vattendrag. Naturvårdsverket, 2009-07-09.

Naturvårdsverket (2011) a. [Elektronisk] Kvicksilver i abborre i sjöar.
<<http://www.naturvardsverket.se/sv/Start/Statistik/Officiell-statistik/Statistik-efter-amne/Miljotillstandet-i-sotvatten/Kvicksilver-i-abborre-i-sjoar/>> (Tillgänglig 2011-04-19)

Naturvårdsverket (2011) b. [Elektronisk] PCB i fisk i sjöar.
<<http://www.naturvardsverket.se/sv/Start/Statistik/Officiell-statistik/Statistik-efter-amne/Miljotillstandet-i-sotvatten/PCB-i-fisk-i-sjoar/>> (Tillgänglig 2011-04-19)

SLVFS 1993:36 (1993). Livsmedelsverkets föreskrifter om vissa främmande ämnen i livsmedel.

Statens Livsmedelsverk (2011). [Elektronisk] <<http://www.slv.se/>> (Tillgänglig 2011-02-10)
Sternér, O (2003) Förgiftningar och Miljöhot. Studentlitteratur AB, Lund

Valdemarsviks kommun (2011). Miljöprojekt Gusum. [Elektronisk]
<<http://valdemarsvik.se/sv/Publik/Boende--Miljo/Miljoprojekt-Gusum--Valdemarsviken/Miljoprojekt-Gusum/>> (Tillgänglig 2011-02-14)

Wadstein E (2006). Gusumprojektet – Undersökning av mark, fisk, kräftor och utvalda vegetabilier i och omkring Gusums samhälle. Statens Geotekniska Institut, Linköping.

WHO (2004). Manganese in Drinking-water - Background document for development of WHO Guidelines for Drinking-water Quality.

Yman B (1982). Information angående genomförd undersökning beträffande halter av tungmetaller i bär, frukt, grönsaker, rotfrukter, svamp och spannmål. Hälsovårdschef, Valdemarsviks kommun.

Bilaga 1

Metallhalt vegetabilier

Uppmätta metallhalter (mg/kg) gällande undersökningen av metaller i vegetabilier i Gusum, 2010. De värden som är markerade i rosa är de som överstiger gränsvärden för Pb och Cd i livsmedel enligt Europeiska Unionens kommission 1881/2006. Markerade värden i blått anger förhöjda värden i relation till vad som är normalt förekommande i vegetabilier (Jorhem & Sundström, 1993; Jorhem & Sundström 1995) Samlingsproverna utgörs av 3 dl svamp (Sv1 & Sv2), 2 dl blåbär (B1 & B2), 2 dl lingon (L1), 5 normalstora potatisar (P1 & P2), 2 dl jordgubbar (J1 & J2) och 2 dl sallad (S1 & S2). Ett av proverna sköljs innan analys och ett lämnas osköljt. Mindre än (<) anger att ämnet kunde detekteras men låg under laboratoriets rapporteringsgräns.

Metall	S1 osköljd	S2 osköljd	S1 sköljd	S2 osköljd	P1 osköljd	P2 osköljd	J1 osköljd	J2 osköljd	J1 sköljd	J2 sköljd
Cd	0,0166	0,183	0,0103	0,166	0,0093	0,0063	0,0033	x	0,0027	0,0094
Cr	0,557	0,0277	<0,01	0,0177	<0,01	0,0137	<0,01	x	<0,01	<0,01
Cu	0,645	0,847	0,391	0,633	1,01	1,37	0,486	x	0,348	0,631
Hg	<0,004	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,004	<0,005	x	<0,005	<0,005
Mn	1,79	3,21	0,796	3,49	0,953	1,12	2,21	x	1,74	1,26
Pb	0,0886	0,0618	0,0177	0,0296	0,01	0,01	0,01	x	0,01	0,01
Zn	2,36	16,7	1,76	15,4	3,11	3,06	1,71	x	1,49	1,39
Metall	B1 osköljd	B2 osköljd	B1 sköljd	B2 sköljd	L1 osköljd	L1 sköljd	Sv1 osköljd	Sv2 osköljd	Sv1 sköljd	Sv2 sköljd
Cd	<0,002	<0,003	<0,003	<0,003	0,0035	<0,002	1,98	0,0422	2,22	0,0394
Cr	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Cu	1,1	0,96	1,14	0,929	1,21	0,792	16,7	2,64	18,4	2,5
Hg	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,04	<0,03	0,093	<0,05	0,101	<0,05
Mn	21,1	46,5	24,4	39,3	10,5	7,92	1,16	3,74	0,858	5,63
Pb	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,0796	0,0184	0,274	0,0958	0,2	0,0885
Zn	1,82	1,66	1,81	1,41	2,73	1,48	16,2	10,3	15	10,8

Bilaga 2

Metall-, PCB- och dioxinhalt i "stor fisk"

Uppmätta metallhalter (mg/kg) i muskel och lever hos stor fisk (färskvikt). Markerade (blå) värden uppvisar högre halter jämfört med referenspunkten Åketorpeviken. Fisken är fångad i Åketorpeviken (n=6), Gusumsån 2 (n=5), Gusumsån 3(n=3), Gusumsån 4(n=1), Byngaren(n=6) och Strolången(n=5) Ett samlingsprov avseende muskel och ett avseende lever togs från respektive provpunkt I Strolången fångades endast gös men övriga är abborrar. Ursprungsdata hämtad från Abrahamsson et al (2011)

Metall (muskel)	Enhet	Åketorpeviken n=6	Gusumsån2 n=5	Gusumsån3 n=3	Gusumsån4 n=1	Byngaren n=6	Strolången n=5
As	mg/kg	<0,04	0,03	0,0367	<0,04	<0,03	<0,04
Cd	mg/kg	<0,002	<0,002	<0,002	0,0049	<0,002	<0,002
Co	mg/kg	0,004	0,0036	0,0032	0,0084	0,0041	<0,002
Cr	mg/kg	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Cu	mg/kg	0,247	0,293	0,197	0,843	0,434	0,178
Hg	mg/kg	0,144	0,118	0,327	0,565	0,367	0,105
Mn	mg/kg	0,13	0,295	0,106	0,0825	0,0838	0,11
Ni	mg/kg	<0,02	<0,01	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
Pb	mg/kg	<0,02	<0,01	0,0227	<0,02	0,0167	<0,02
Zn	mg/kg	4,67	6	3,6	5,55	6,62	4,12
Sb	mg/kg	0,002	0,002	0,002	<0,002	<0,002	<0,002
Sn	mg/kg	<0,01	0,0089	0,0108	<0,009	<0,008	<0,009
Metall (lever)	Enhet	Åketorpeviken n=6	Gusumsån2 n=5	Gusumsån3 n=3	Gusumsån4 n=1	Byngaren n=6	Strolången n=5
As	mg/kg	<0,04	<0,04	<0,03	0,04	0,04	0,04
Cd	mg/kg	0,482	0,358	0,343	1,58	0,237	0,327
Co	mg/kg	0,145	0,133	0,29	0,174	0,0938	0,067
Cr	mg/kg	<0,01	<0,01	0,065	<0,01	0,0169	0,0262
Cu	mg/kg	1,16	3,11	8,83	2,48	2,23	1,81
Hg	mg/kg	0,0637	0,0354	0,145	0,172	0,11	0,0611
Mn	mg/kg	0,801	5,82	2,58	1,33	2,3	1,29
Ni	mg/kg	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
Pb	mg/kg	<0,02	0,0394	0,0297	0,0208	0,0292	<0,02
Zn	mg/kg	16,7	24,3	27,9	24,9	24,4	14,4
Sb	mg/kg	<0,002	<0,002	0,003	<0,002	<0,002	<0,002
Sn	mg/kg	0,0115	<0,009	0,0099	<0,0136	<0,01	<0,009

Färskviktshalter av PCB, dioxiner i muskel från fisk >21 cm och >24 cm Fisken är fångad i Åketorpeviken (n=6), Gusumsån 2 (n=5), Gusumsån 4(n=1), Byngaren(n=6) och Strolången(n=5) Ett samlingsprov avseende muskel och ett avseende lever togs från respektive provpunkt. Värden i markerade i blått anger förhöjda halter i jämförelse med referenspunkten Åketorpeviken.

Halter i muskel från fisk >21 cm		Åketorpeviken n=6	Gusumsån 2 n=5	Gusumsån 4 n=1	Byngaren n=6	Strolången n=5
Fetthalt i fisken	%	1,98	0,97	0,75	0,72	0,43
Dioxiner ¹	pg/g	0-0,13	0-0,16	0,048-0,14	0,14-0,23	0,057-0,12
Dioxinlika PCB ²	pg/g	0,41	1,2	2,6	2,5	0,39-0,4
PCB 7	pg/g	19300	31820	70500	89300	19900
Halter i lever från fisk >24 cm		Åketorpeviken n=6	Gusumsån 2 n=5	Gusumsån 4 n=1	Byngaren n=6	Strolången n=5
Fetthalt i fisken	%	4,29	-	-	3,55	-
Dioxiner ¹	pg/g	0,66-1,0	-	-	0,95-1,1	-
Dioxinlika PCB ²	pg/g	4	-	-	11	-
PCB 7	pg/g	11300	-	-	283000	-

1. Summa WHOPCDD/F-TEQ: lägsta respektive högsta värde. 2. Summa WHO-PCB-TEQ lägsta respektive högsta värde