

PM

Referenshalter av koppar i svenska ytvattenförekomster och förutsättningar för överskridanden av bedömningsgrund 0,5 µg/L biotillgänglig koncentration enligt HaVs föreskrift 2015:4.

BAKGRUND OCH SYFTE

Med anledning av HaVs nya föreskrift 2015:4 och HaVs arbete med en vägledning för tillämpning av biotillgängliga halter som grund för statusbedömning enligt vattendirektivet har en diskussion förts (SCDA, MITF, HaV, Naturvårdsverket) kring hur värden utanför valideringsgränser av BLM-modeller bör hanteras. I maj 2016 utförde Envix på uppdrag av SCDA beräkningar i BLM (Bio-met v 3.04) för ett stort dataset från nationella miljöövervakningen (SLU år 2013) av sjöar och vattendrag för att illustrera fördelning av känsliga vattenförekomster och mindre känsla vattenförekomster i landet när biotillgänglighetsaspekten beaktas. Fokus i detta var på utfallet i lokala EQS-värden och inte på bakgrundshalter utan all data som innehöll underlag för Ca^{2+} , DOC och pH modellerades i BLM Bio-Met v.3.04. Jämförelse gjordes även för modellering i en "full BLM" för koppar (v.2.3). Resultaten presenterades för HaV vid ett skypemöte 19 maj 2016.

Envix har på uppdrag av SCDA i föreliggande PM gjort en genomgång avseende rådande bakgrunds-/referenshalter av koppar i Sverige. På tillgängliga data från några stora dataset och där adekvat data funnits, har modellering utförts för att beräkna biotillgänglig koncentration av koppar i svenska sjöar och vattendrag. Mest representativt för beräkningsövningen bedöms vara 1 stort dataset från flera år i den nationella miljöövervakningen, SLU 2009 (referenshalter i Sjöar och vattendrag 1996-2007). Syftet har varit att ta fram underlag avseende andelen vattenförekomster som kan utmynna i eventuella överskridanden av 0,5 µg/l biotillgänglig koncentration koppar enligt aktuella bedömningsgrunder i HaV 2015:4.

I pågående nationella övervakningsprogram ingår provtagningspunkter som är påverkade av mänskliga aktiviteter i olika grad. Även referenslokaler och ostörda områden helt utan bebyggelse eller andra verksamheter som kan medföra emissioner till miljön är påverkade mer eller mindre från atmosfäriskt nedfall. Analyser som utförs idag kan därmed inte anses utgöra sant naturliga bakgrundshalter dvs innehåller både provpunkter med antropogen påverkan (närhet till förorenande verksamhet, förorenat område etc.) och ostörda områden som kan anses utgöra en god referensnivå för naturliga förhållanden och bakgrundshalter. Likaledes är antalet provpunkter med förhöjda bakgrundshalter, t.ex. från naturligt mineraliserade områden, sannolikt underrepresenterade.

Det finns flera utmaningar i att göra beskriven beräkningsövning och utgå från ett adekvat dataset:

- Vilka årtal och avgränsningar ska göras i dataset (representativitet)
- Tillgång på lämpligt utgångsmaterial med tillräckligt statistiskt underlag för kopparhalter. Underlaget för kopparhalter är t.ex. väsentligt mindre än antal vattenförekomster som data för pH och koncentration av DOC och Ca^{2+} om man utgår från SLUs databas för miljöövervakning i Sverige. För beräkning i Bio-Met av biotillgängliga halter krävs därför alltid viss bearbetning av ursprungsdata och en beskrivning av det nya datasetet som man utgår ifrån vid beräkning.
- Hur ska naturligt mineraliserade områden hanteras för bedömning. Lokalt naturligt förhöjda halter kan förekomma där inte regionspecifika referenshalter utgör en representativ bakgrund-/referenshalt som i det lokala fallet bör beaktas.

DATAUNDERLAG

Totalt har 4 olika dataset av olika ursprung och omfattning genomgått beräkning av biotillgängliga halter i Bio-Met v3.04. Nedan ges en beskrivning av respektive dataset och vilka eventuella modifieringar de genomgått för att anpassas för vidare beräkning.

SLU 2009 - Bakgrundshalter av metaller i Svenska inlands- och kustvatten

2009 presenterades Sveriges Lantbruksuniversitet (SLU) rapporten "Bakgrundshalter av metaller i Svenska inlands- och kustvatten"¹. Där utgår man ifrån nationella övervakningsdata under åren 1996 - 2007, men har via MIFO databasen exkluderat alla vattenförekomster som ligger nedströms konstaterat förorenade eller potentiellt förorenade områden. Underlaget utgör representativa referenshalter med geografisk täckning över hela Sverige.

I rapporten anges statistik för de olika ekoregionerna som indelas i rapporten, men det fullständiga data för respektive lokal finns ej med i rapport eller i bilaga. Utgångsantalet i detta dataset var 613 st vattendrag och 454 st sjöar. Efter exklusion av MIFO-objekt ingick 438 vattendragsstationer och 430 sjöar i slutlig sammanställning av aktuella bakgrundshalter/referenshalter. Detta underlag är ett stort och lämpligt dataset för beräkning av andelen eventuella överskridanden av bedömningsgrunden för koppar på 0,5 µg/l biotillgänglig koncentration. Datasetet har erhållits i original från Roger Herbert på SLU, Uppsala och har genomgått ytterligare bearbetning enligt beskrivning nedan.

Statistik för SLU rapporten ursprungliga dataset efter exklusion av lokaler med koppling till MIFO-objekt presenteras i tabell 1.

Tabell 1a. Översikt statistik för SLU data¹ över sjöar åren 1997-2007. Antalet unika lokaler var 423 st.

	Parametrar för Bio-Met				Urval av övriga parametrar								
	Cu µg/l	pH	DOC mg/l	Ca mg/l	Mg mekv/l	Na mekv/l	K mekv/l	SO4_IC mekv/l	Cl mekv/l	TOC mg/l	Zn µg/l	Pb µg/l	Ni µg/l
Min	0,04	4,14	0,08	0,10	0,001	0,005	0,001	0,001	0,004	0,1	0,2	0,02	0,03
5e Perc.	0,22	4,92	2	0,90	0,025	0,037	0,006	0,024	0,016	2,6	0,7	0,05	0,09
10e Perc.	0,3	5,28	3,12	1,26	0,033	0,048	0,007	0,033	0,02	4	1	0,09	0,15
50e Perc	0,71	6,53	7,44	3,32	0,077	0,14	0,014	0,097	0,111	9,3	4,7	0,46	0,39
90e Perc.	2,6	7,43	13,92	13,46	0,227	0,365	0,043	0,271	0,34	17,4	11	1,72	0,87
Max	26	9,69	59,84	82,82	1,54	2,393	0,187	3,18	2,603	74,8	39	11,5	12,8
Antal (n)	1865	9706	9744	9744	9731	9731	9731	9723	9723	9724	1866	1830	1831

¹ SLU 2009 - Bakgrundshalter av metaller i Svenska inlands- och kustvatten, SLU rapport 2009:12

Tabell 1 b. Tabell 1a. Översikt statistik för SLU data¹ över vattendrag åren 1996-2007. Antal unika lokaler var 447 st.

	Parametrar för Bio-Met				Urval av övriga parametrar								
	Cu µg/l	pH	DOC mg/l	Ca mg/l	Mg mekv/l	Na mekv/l	K mekv/l	SO4_IC mekv/l	Cl mekv/l	TOC mg/l	Zn µg/l	Pb µg/l	Ni µg/l
Min	0,02	3,73	0,08	0,16	0,006	0,014	0,001	0,006	0,004	0,1	0,1	0,01	0,01
5e Perc.	0,18	4,56	1,92	0,78	0,022	0,035	0,004	0,023	0,012	2,4	0,6	0,03	0,12
10e Perc.	0,23	4,79	2,8	1,12	0,028	0,041	0,006	0,028	0,016	3,5	0,9	0,05	0,17
50e Perc	0,7	6,72	7,6	3,56	0,072	0,092	0,014	0,074	0,051	9,5	3,1	0,26	0,57
90e Perc.	2,1	7,38	14,72	16,74	0,25	0,44	0,055	0,34	0,39	18,4	9,4	0,85	1,6
Max	270	9,2	1867,2	128,8	5,01	19,64	1,15	12,9	29,6	2334	2300	24,6	450
Antal (n)	13874	22747	21176	22353	22318	22318	22299	22308	22310	21176	14156	13683	10501

Tillgänglighet av data där Ca²⁺, DOC och pH samt kopparkoncentration finns för samma mätillfälle har avgjort hur många punkter som kunnat beräknas avseende biotillgänglig kopparkoncentration med Bio-Met. Därav har ytterligare reduktion i antal lokaler för beräkning i Bio-Met från det ursprungliga datasetet. Översiktlig statistik för det för Bio-Met anpassade datasetet framgår av tabell 2 för sjöar och vattendrag.

Tabell 2. Översikt statistik för urval av data från SLU 2009¹ för biotillgänglighetsberäkning i Bio_Met för både sjöar och vattendrag.

	Data för Bio-Met – Sjöar (242 st)				Data för Bio-Met – Vattendrag (227 st)			
	Cu µg/l	pH	DOC mg/l	Ca mg/l	Cu µg/l	pH	DOC mg/l	Ca mg/l
Min	0,04	4,16	0,32	0,1	0,02	3,73	0,08	0,20
5e Perc.	0,22	4,78	2,72	0,5	0,18	4,56	2,0	0,80
10e Perc.	0,29	5,08	3,6	1,2	0,24	4,89	2,8	1,3
50e Perc	0,71	6,43	7,92	3,3	0,73	6,85	7,12	4,2
90th	2,7	7,45	16,48	14,6	2,1	7,46	13,76	23,5
Max	26	9,24	59,84	82,82	18,7	9,2	1867,2	126,1
Antal (n)	1851	1851	1851	1851	12372	12372	12372	12372

Utöver provpunkter som inte innehöll alla parametrar uteslöts även 2 lokaler från gruvavfallsinventering i dalarna vilka inte utesluts i ursprungligt dataset för referenshalter. Halten koppar låg på 150- respektive 270 µg/l och även om naturligt höga halter kan förekomma i mineraliserade områden bedömdes dessa inte utgöra goda referenslokaler och uteslöts därmed för vidare beräkning i Bio-Met. Totalt uppgick antalet datapunkter till 1851 st för sjöar och 12372 st för vattendrag. Antalet provtagningslokaler uppgick till 423 sjöar och 447 vattendrag i ursprungsdata. Vid selektion av data som genomgick Bio-Met reducerade antalet unika lokaler till 242 sjöar och 227 vattendrag. Antalet data från samma lokal varierar från 1 datapunkt till mer än 100 data från samma lokal där fler data generellt för samma lokal fanns bland vattendrag som utgjorde ett betydligt större underlag.

SLU data från 2013

Beräkning av biotillgängliga halter koppar har utförts på SLUs dataset sammanställt från nationella övervakningsprogram. SLUs dataset från 2013 innehåller 1306 datapunkter från sjöar och vattendrag inkl. upprepade provtagningar för samma lokaler vid olika årstider och kan laddas ner från (<http://miljodata.slu.se/mvm/?epslanguage=sv>). Av totalt 1306 mätpunkter (observationer) fanns 524 observationer där data för pH, Ca²⁺, DOC samt kopparkoncentration ingick. Av dessa var 114 sjöar och 410

vattendrag. Statistik för dataset för sjöar och vattendrag i dataseten som nyttjats för beräkning i Bio-Met redogörs i tabell 3.

Tabell 3 a. Översiktlig statistik för ingångsdata för biotillgänglighetsberäkning av SLU data för sjöar från 2013.

SLU 2013 Sjöar	Alla data 2013			Urval SLU 2013 för beräkning av biotillgänglig koppar			
	pH	DOC (mg/L)	Ca (mg/L)	Cu (µg/l)	pH	DOC (mg/L)	Ca (mg/L)
Min	4,39	0,4	0,3	0,06	5,01	0,5	0,3
5e Perc.	5,32	1,4	0,8	0,15	5,68	2,2	0,9
10e Perc.	5,51	3,2	1,0	0,19	5,85	3,1	1,0
50e Perc.	6,45	7,7	2,6	0,45	6,65	7,3	2,5
90e Perc.	7,20	15,0	7,2	1,67	7,26	12,8	7,2
Max	8,86	41,4	74,3	6,9	8,20	41,4	52,0
Antal	634	634	471	114	114	114	114

Tabell 3b. Översiktlig statistik för ingångsdata för biotillgänglighetsberäkning av SLU data för vattendrag från 2013.

SLU 2013 Vattendrag	Alla data 2013			Urval SLU 2013 för beräkning av biotillgänglig koppar			
	pH	DOC (mg/L)	Ca (mg/L)	Cu (µg/l)	pH	DOC (mg/L)	Ca (mg/L)
Min	4,42	0,5	0,2	0,08	4,42	0,6	0,2
5e Perc.	4,86	1,3	0,7	0,15	4,59	1,4	0,4
10e Perc.	5,46	2,0	1,1	0,19	4,87	2,0	0,8
50e Perc.	6,87	7,1	3,7	0,46	6,64	7,4	2,7
90e Perc.	7,57	14,2	18,1	1,21	7,63	14,4	18,5
Max	8,35	23,7	117,4	12	8,35	22,9	117,4
Antal	845	835	835	410	410	410	410

Jämförs dataseten för sjöar och vattendrag avseende alla mätdata och de som nyttjats för BLM beräkning ser man att parametrarna har en liknande statistik. De 114 respektive 410 datapunkterna för sjöar och vattendrag anses därför likvärdiga och representerar hela datasetet. I de reducerade dataseten ingick 104 st unika sjöar och 32 st vattendrag.

FOREGS databas

Beräkningar i Bio-Met v.3.04. har även utförts på data från Forum of the European Geological Surveys (FOREGS, 2007) över Sverige. Datasetet ska täcka hela landets och utgöra ett snitt av geologiska bakgrundsförutsättningar som avspeglas i ytvatten avseende bakgrundshalter. Motsvarande data finns för andra europeiska länder. Datasetet i sin helhet kan laddas ner från FOREGS websida, se <http://weppi.gtk.fi/publ/foregsatlas/disclaimer.php>. Statistik för datasetet redogörs i Tabell 4. Av alla datapunkter saknades data för DOC i en punkt där pH var lägst (pH =5) och innehöll även ca 3 mg/L kalcium. DOC antogs i denna punkt till 1 mg/L.

Tabell 4. Översikt statistik FOREGS dataset

	Cu µg/L	pH	DOC mg/L	Ca mg/L
Min	0,11	5	1	1,63
5e Perc.	0,16	5,6	5,10	1,89
10e Perc.	0,17	5,8	5,83	2,36
50e Perc	0,48	6,7	10,32	4,16
90e Perc.	1,18	7,3	17,68	13,17
Max	6,12	7,7	21,68	47,67
Antal (n)	51	51	51	51

AITIKOMRÅDET, GÄLLIVARE, RECIPIENTKONTROLL

Det är oklart hur väl mineraliserade områden är lokaler som ingår i det svenska övervakningsprogrammet. Därför har ett exempel på mätningar från mineraliserade områden inkluderats i denna sammanställning. Området runt Aitikgruvan vid Gällivare kan anses utgöra representant för ett lågmineraliserat område avseende koppar. Datasetet som använts vid beräkning i Bio-met utgör Bolidens referenslokaler i lokalt recipientkontrollprogram för området som provtagits under åren 2015 och 2016. Data har tillhandahållits av Boliden genom Sweco Environment. I tabell 5 ges en översikt på statistik för dataset som ingått vid beräkning i Bio-Met för biotillgängliga halter koppar.

Tabell 5. Översikt statistik dataset Aitik recipientkontroll referenslokaler

	Cu (löst) (µg/l)	pH	DOC (mg/l)	Ca (mg/l)
Min	0,05	6,1	1,22	1,16
5e Perc.	0,29	6,5	2,51	1,76
10e Perc.	0,32	6,7	2,84	1,98
50e Perc.	0,49	7	4,76	2,80
90e Perc.	0,91	7,4	7,03	8,94
Max	3,56	8,1	11	22
Antal (n)	303	303	303	303

RESULTAT BIOTILLGÄNGLIGHETSBERÄKNING FÖR KOPPAR

SLU data 1996-2007

Sjöar SLU data 1997-2007

Utfall av biotillgänglighetsberäkning i Bio-Met för sjöar redovisas i Tabell 6.

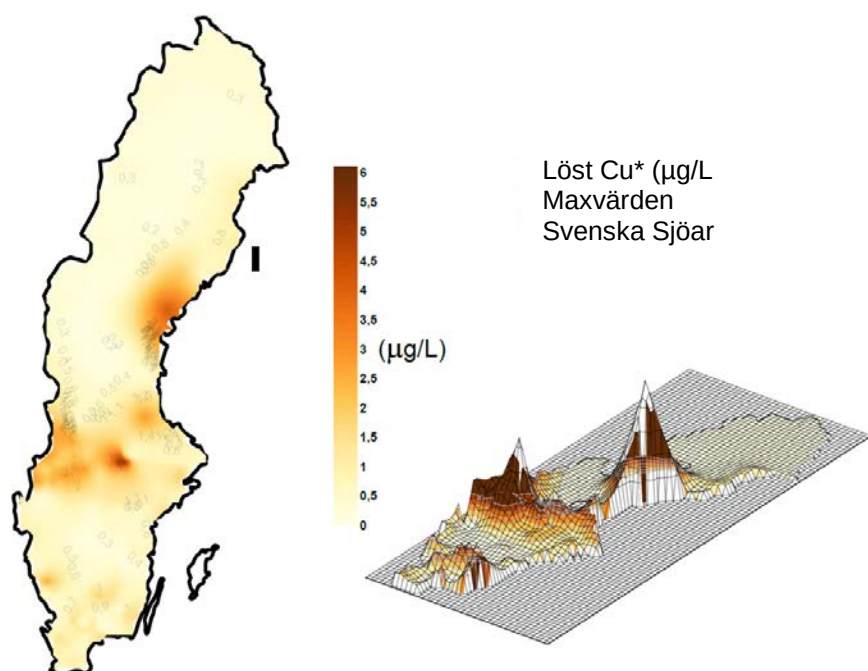
Tabell 6. Resultat biotillgänglighetsberäkning i Bio-Met för sjöar på SLU data 1997-2007.

	Cu µg/l	pH	DOC mg/l	Ca mg/l	EQS Cu (µg/L)	BioF	Biotillgänglig Cu (µg/L)	RCR Riskkvot
Min	0,04	4,16	0,32	0,10	1	0,005	0,001	0,001
1a Perc.	0,1	4,27	1,68	0,32	2,8	0,009	0,004	0,004
2a Perc.	0,16	4,35	2	0,36	3,9	0,013	0,006	0,006
5e Perc.	0,22	4,78	2,72	0,5	5,6	0,017	0,009	0,009
10e Perc.	0,29	5,08	3,6	1,2	7,5	0,025	0,012	0,012
50e Perc.	0,71	6,43	7,92	3,3	17,7	0,056	0,042	0,042
90e Perc.	2,7	7,45	16,48	14,6	40,8	0,13	0,19	0,19
95e Perc.	4	8,01	21,8	29,6	59,3	0,18	0,32	0,32
98e Perc.	6,8	8,28	29,8	51,9	74,7	0,26	0,59	0,59
99e Perc.	8,2	8,48	35,1	59,9	106,3	0,36	0,98	0,98
Max	26	9,24	59,8	82,8	211,9	1	4,18	4,18
Antal (n)	1851	1851	1851	1851	1851	1851	1851	1851

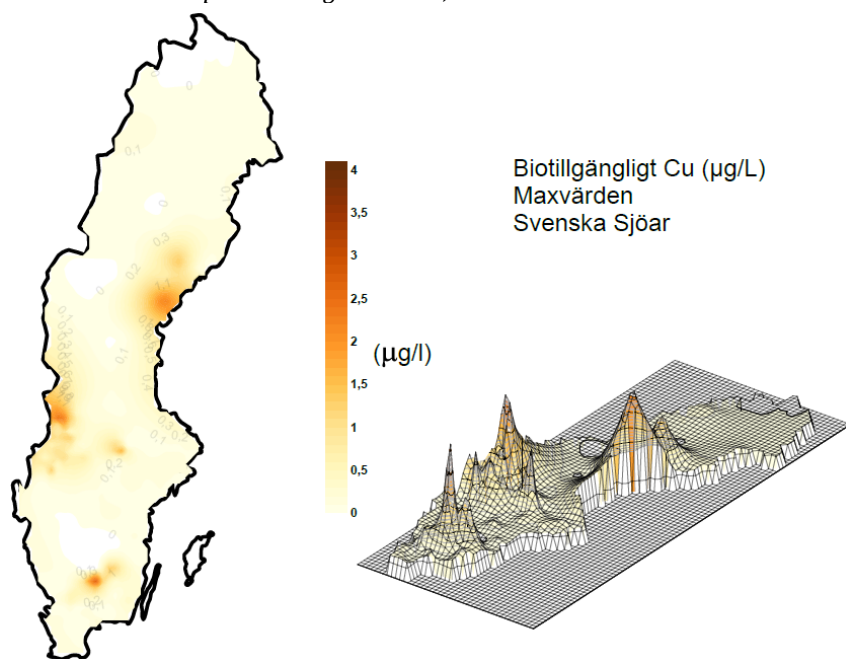
Av tabell 6 framgår att mer än 2 % av data överskrider en biotillgänglig halt för koppar av ingående sjöar (98e percentil = 0,59 µg/L biotillgänglig Cu). Mer specifikt räknat uppgår antalet till 48 st datapunkter fördelat på 28 unika sjölokaler. 48 st utgör 2,59 % av 1851 datapunkter eller 11,6 % av antalet sjöar (242 st) som vid något tillfälle överskrider normen. I det svenska bedömningsgrunden för koppar i HaVs föreskrift (2015:4) ingår en säkerhetsfaktor om 2 jämförts med det generella EQS-värdet för koppar som föreslagit för Europas ytvatten². Detta uppgår till ett PNEC (EQS) om 7,8 µg/l löst halt koppar utifrån ett sk reasonable worst case scenario med generellt antagna vattenkemiska förhållanden. Ställs ovan statistik och utfall mot den Europeiska generella normen räknat utifrån utfall i riskkvoter är motsvarande där normen överskrids 18 observationer av 1851 (0,97 %) fördelat på 13 unika lokaler av 242 (5,35 %).

En kartöversikt för lösta respektive biotillgängliga halter koppar i Svenska sjöar visas i figur 1. En förstorad version av figur 1 återfinns i bilaga 1. I bilaga 1 redovisas även tabell över lokaler där överskridande av bedömningsgrunden för koppar beräknats.

²European Copper Institute 2008, European Union Risk Assessment Report, VOLUNTARY RISK ASSESSMENT OF COPPER, COPPER II SULPHATE PENTAHYDRATE, COPPER(I)OXIDE, COPPER(II)OXIDE, DICOPPER CHLORIDE TRIHYDROXIDE.



Figur 1a. Översikt lösta halter koppar i svenska sjöar baserat på maxvärden under åren 1997-2007. *Löst halt eller dekanterade prover enligt metodik, se Köhler 2010³



Figur 1b. Översikt biotillgängliga halter koppar i svenska sjöar. 28 st unika lokaler med totalt 48 observationer överskred bedömningsgrunden 0,5 µg/L biotillgänglig koppar baserat på max-värden vid något tillfälle åren 1996-2007.

³ S. Köhler 2010 - COMPARING FILTERED AND UNFILTERED METAL CONCENTRATIONS IN SOME SWEDISH SURFACE WATERS, SLU Rapport 2010:04

Vattendrag SLU data 1996 -2007

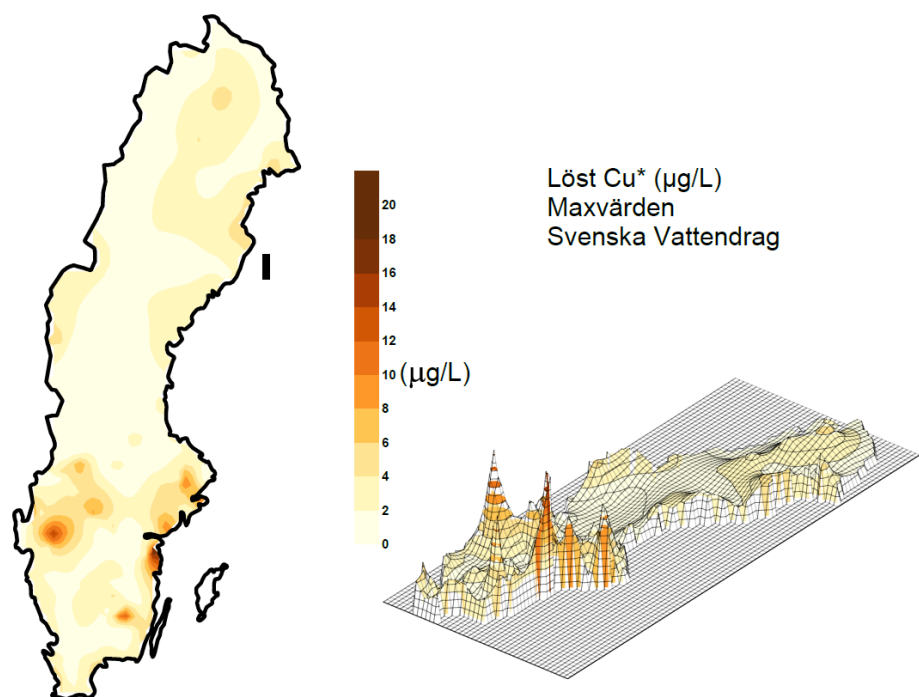
Utfall av biotillgänglighetsberäkning i Bio-Met för vattendrag redovisas i Tabell 7.

Tabell 7. Resultat och statistik för biotillgänglighetsberäkning i Bio-Met för vattendrag på SLU data 1996-2007.

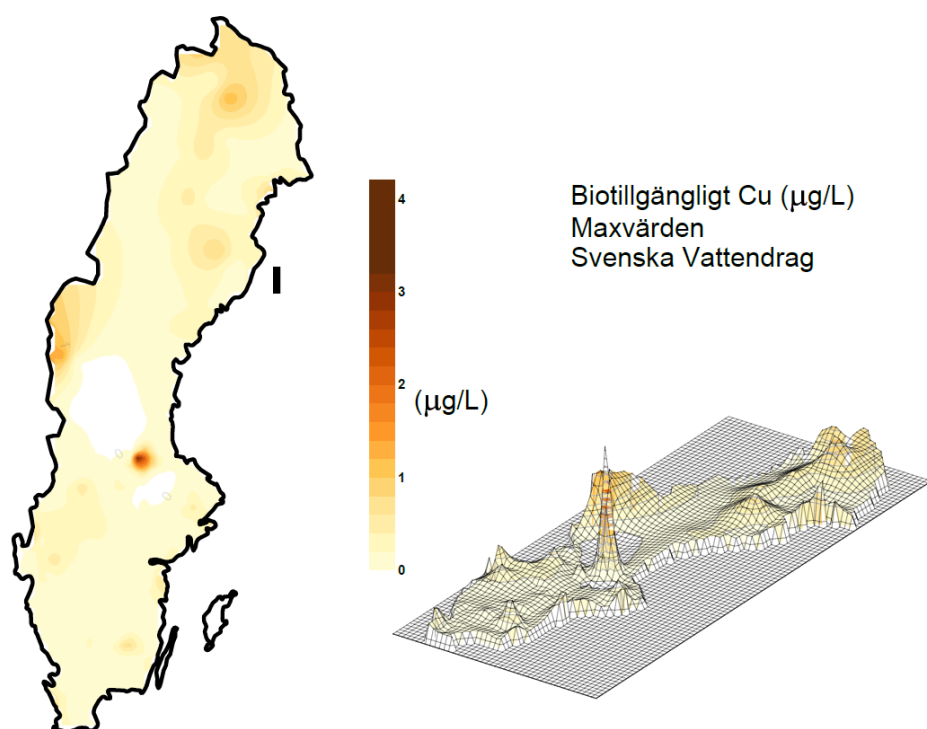
	Cu µg/l	pH	DOC mg/l	Ca mg/l	EQS Cu µg/L	BioF	Biotillgänglig Cu µg/L	RCR Riskkvot
Min	0,02	3,73	0,08	0,2	1,00	0,00	0,00	0,00
1a Perc.	0,12	4,39	1,04	0,4	3,8	0,014	0,007	0,007
2a Perc.	0,14	4,44	1,36	0,5	4,9	0,016	0,008	0,008
5e Perc.	0,18	4,56	2	0,8	6,3	0,019	0,011	0,011
10e Perc.	0,24	4,89	2,8	1,3	8,2	0,023	0,014	0,014
50e Perc.	0,73	6,85	7,1	4,2	19,7	0,051	0,036	0,036
90e Perc.	2,1	7,46	13,8	23,5	43,1	0,12	0,11	0,11
95e Perc.	2,9	7,67	16,9	55,8	51,8	0,16	0,15	0,15
98e Perc.	4	7,86	22,2	80,3	62,3	0,21	0,22	0,22
99e Perc.	4,9	7,95	27,6	90,3	73,3	0,26	0,29	0,29
Max	18,7	9,2	1867,2	126,1	340,2	1,0	3,9	3,9
Antal (n)	12372	12372	12372	12372	12372	12372	12372	12372

Av tabell 7 framgår att mindre än 1 % av datapunkterna överskrider en biotillgänglig halt om 0,5 µg/L för koppar av ingående vattendrag (99e percentil = 0,28 µg/L biotillgänglig Cu). Mer specifikt räknat uppgår antalet till 34 st observationer fördelat på 18 unika lokaler. 34 st observationer utgör 0,27% av 12 372 datapunkter och 18 st unika lokaler 7,9 % av totala antalet vattendrag i datasetet (227 st) som vid något tillfälle överskrider normen. Jämfört med det generella Europeiska EQS-värdet för koppar² (7,8 µg/l löst halt koppar och beräknad riskkvot > 1 är motsvarande andel där normen överskrids 6 punkter av 12372 (0,05 %) fördelat på 6 unika lokaler av 227 (2,64 %) som vid något tillfälle haft en riskkvot (RCR) > 1.

En kartöversikt för lösta respektive biotillgängliga halter koppar i Svenska vattendrag presenteras i figur 2. En förstorad version av figur 2 återfinns i bilaga 2 . I bilaga 2 presenteras även tabell över lokaler för vattendrag där överskridande av bedömningsgrunden för koppar beräknats.



Figur 2a. Översikt lösta halter koppar i svenska vattendrag baserat på maxvärden under åren 1996-2007.
 *Löst halt eller dekanterade prover enligt metodik, se Köhler 2010³



Figur 2b. Översikt biotillgängliga halter koppar i svenska vattendrag. 18 st unika lokaler med totalt 34 st observationer) överskrider bedömningsgrunden 0,5 µg/L biotillgänglig koppar vid något tillfälle under mätperioden 1996-2007.

SLU data 2013

Sjöar

I tabell 8 redovisas resultaten av beräkning i Bio_Met av SLU data från 2013 för sjöar.

Tabell 8. . Resultat och statistik för biotillgänglighetsberäkning i Bio-Met för sjöar på SLU data 2013.

	Cu µg/l	pH	DOC mg/l	Ca mg/l	EQS Cu (µg/L)	BioF	Biotillgänglig Cu (µg/L)	RCR Riskkvot
Min	0,06	5,01	0,48	0,34	1,0	0,01	0,00	0,00
1st p	0,10	5,08	0,73	0,44	1,2	0,01	0,01	0,01
2nd p	0,11	5,33	0,88	0,65	1,4	0,02	0,01	0,01
5th P	0,15	5,68	2,2	0,88	5,6	0,02	0,01	0,01
10th	0,19	5,85	3,1	1,01	10,2	0,03	0,01	0,01
50th	0,45	6,65	7,3	2,5	17,7	0,06	0,03	0,03
90th	1,67	7,26	12,8	7,2	36,7	0,10	0,10	0,10
95th	2,68	7,77	14,8	25,9	47,4	0,18	0,17	0,17
98th	5,88	8,18	16,3	41,3	59,5	0,71	0,29	0,29
99th	6,84	8,20	17,2	43,7	71,8	0,86	0,35	0,35
Max	6,90	8,20	41,4	52,0	98,2	1,00	0,58	0,58
Antal (n)	114	114	114	114	114	114	114	114

Av 114 mätpunkter överskreds bedömningsgrunden 0,5 µg/l biotillgänglig koncentration koppar i 1 st observation/1 lokal vilket utgör 0,88 % av datapunkterna. 1 lokal av totalt 114 st unika lokaler i datasetet utgör 0,96 % av sjöarna som under 2013 överskred bedömningsgrunden.

Vattendrag

I tabell 9 redovisas resultaten av beräkning i Bio-Met av SLU data från 2013 för vattendrag.

Tabell 9. Resultat och statistik för biotillgänglighetsberäkning i Bio-Met för vattendrag på SLU data 2013.

	Cu µg/l	pH	DOC mg/l	Ca mg/l	EQS Cu (µg/L)	BioF	Biotillgänglig Cu (µg/L)	RCR Riskkvot
Min	0,08	4,42	0,64	0,24	2,3	0,01	0,004	0,00
1st p	0,10	4,47	0,89	0,28	2,8	0,02	0,006	0,01
2nd p	0,12	4,50	0,96	0,29	3,8	0,02	0,008	0,01
5th P	0,15	4,59	1,4	0,42	5,5	0,02	0,010	0,01
10th	0,19	4,87	2,0	0,82	7,0	0,03	0,011	0,01
50th	0,46	6,64	7,4	2,7	17,7	0,06	0,027	0,03
90th	1,21	7,63	14,4	18,5	32,9	0,14	0,12	0,12
95th	1,80	7,89	16,0	76,4	40,2	0,18	0,16	0,16
98th	2,78	8,05	18,4	104,2	42,9	0,27	0,22	0,22
99th	3,12	8,21	20,1	112,7	49,4	0,36	0,29	0,29
Max	12,00	8,35	22,9	117,4	80,1	0,43	0,93	0,93
Antal (n)	410	410	410	410	410	410	410	410

Av 410 observationer överskreds bedömningsgrunden 0,5 µg/l biotillgänglig koncentration koppar i 3 st observationer (3 unika lokaler) vilket utgör 0,72 % av datapunkterna. 3 lokaler av totalt 32 st i datasetet utgör 9,4 % av vattendragen som under 2013 överskred bedömningsgrunden.

Foregs databas

Resultatet av Foregs data anger att 1 provpunkt/lokal av 51 st resulterar i en biotillgänglig koncentration koppar över bedömningsgrunden 0,5 µg/l i HaV 2015:4. Detta utgör knappt 2 %. Sammanställda resultat återfinns i Tabell 10.

Tabell 10. Resultat och statistik för biotillgänglighetsberäkning i Bio-Met för data för Sverige från Foregs.

	Cu µg/L	pH	DOC mg/L	Ca mg/L	EQS µg/L	BioF	Biotillg. Cu µg/L	RCR
Min	0,11	5	1	1,63	1,13	0,011	0,002	0,002
5e Perc.	0,16	5,6	5,10	1,89	10,81	0,015	0,004	0,004
10e Perc.	0,17	5,8	5,83	2,36	13,90	0,02	0,006	0,006
50e Perc.	0,48	6,7	10,32	4,16	28,22	0,04	0,02	0,02
90e Perc.	1,18	7,3	17,68	13,17	62,23	0,07	0,04	0,04
Max	6,12	7,7	21,68	47,67	89,69	0,89	5,44	5,44
Antal (n)	51	51	51	51	51	51	51	51

För den lokal där bedömningsgrunden 0,5 µg/L överskrids i Foregs dataset (#13, N39E07W3) uppgår pH till 5,4, koncentrationen Ca²⁺ till 3,4 mg/L, men där data för DOC saknas. Därför antogs DOC konservativt till 1 mg/L vilket utgör en låg halt för svenska förhållanden. Löst kopparhalt i samma punkt uppgick till 6,12 µg/L. Biotillgänglig halt uppgick till 5,44 µg/L under givna förhållanden. Vid kontroll visar beräkning att även vid en antagen DOC halt om 10 mg/L skulle halten biotillgänglig koppar överskrida bedömningsgrunden 0,5 µg/L. Därför antas utifrån Foregsdata att 1 lokal/mät punkt av 51 (2 %) överskrider 0,5 µg/L biotillgänglig koppar.

Aitik dataset.

I tabell 11 redovisas resultaten för beräkningar i Bio_Met för Aitik's referenslokaler under 2015-2016.

Tabell 11. Resultat och statistik för biotillgänglighetsberäkning i Bio-Met för data från recipientkontroll av referenslokaler runt Aitik's koppargruva.

	Cu (löst) (µg/l)	pH	DOC (mg/l)	Ca (mg/l)	EQS (µg/l)	BioF	Biotillgänglig Cu (µg/l)	RCR Cu Riskkvot
Min	0,05	6,1	1,22	1,16	2,89	0,020	0,005	0,005
5e Perc.	0,29	6,5	2,51	1,76	9,03	0,029	0,011	0,011
10e Perc.	0,32	6,7	2,84	1,98	10,17	0,030	0,014	0,014
50e Perc.	0,49	7	4,76	2,80	18,52	0,054	0,029	0,029
90e Perc.	0,91	7,4	7,03	8,94	32,93	0,098	0,059	0,059
Max	3,56	8,1	11	22	50,71	0,346	0,18	0,18
Antal (n)	303	303	303	303	303	303	303	303

Ingen lokal eller enskild mätning uppvisar värden av biotillgänglig koppar som överskrider normen 0,5 µg/L biotillgänglig koppar. Högsta värdet av biotillgänglig koppar under mätperioden uppgår till 0,18 µg/L.

DISKUSSION

Resultaten av utförda beräkningar i Bio-Met visar att antalet observationer där bedömningsgrunden 0,5 µg/L biotillgänglig halt koppar överskrids är få sett till antalet observationer i de presenterade dataseten, men att en relativt stor andel av lokalerna där provtagning utförts vid något tillfälle överskrider bedömningsgrunden. En summerande tabell över andel mätningar/lokaler där bedömningsgrunden överskrids ges i tabell 11.

Tabell 11. Summering av utfall för 4 olika dataset avseende frekvens för överskridande av 0,5 µg/L biotillgänglig koncentration koppar efter beräkning i Bio-Met v.3.04.

Dataset	Typ av vatten	antal datapunkter/observationer	antal unika lokaler	andel observationer > 0,5 µg/L biotillgänglig konc. Cu %	andel lokaler > 0,5 µg/L %	Andel lokaler med riskkvot (RCR) > 1 %
SLU 2009 (1997-2007)	sjö	1851	242	2,59	11,6	5,35
SLU 2009 (1996-2007)	Vattendrag	12372	227	0,27	7,9	2,64
SLU 2013	Sjö	114	104	0,88	0,96	0
SLU 2013	Vattendrag	410	32	0,72	9,4	0
Foregs	Sjö/vattendrag	51	51	2	2	2
Aitik dataset 2015-2016	Vattendrag	303	4	0	0	0

Då återstår frågan om dessa lokaler utgör "falska positiva" eller har en förhöjd kopparbelastning från en verksamhet vid platsen. I några fall kan det säkert vara så då dataunderlaget är stort och det är svårt att utesluta alla lokaler med potentiellt förorenande verksamheter finns nära. Men för flertalet handlar det sannolikt om en överskriden norm p.g.a. lokala referenshalter kombinerat med en naturligt rådande vattenkemi som medför högre biotillgänglighet och resulterar i en biotillgänglig koncentration över 0,5 µg/L. Underlaget för SLU 2009 ska utgöra referensdata som inte har uppenbar påverkan från mänskliga aktiviteter och där kända lokaler med påverkan har uteslutits i största möjliga mån.

Extrapoleras procentuella överskridanden till Sveriges totala antal sjöar kan en uppskattning erhållas i absoluta tal om antalet sjöar där överskridanden kan förväntas vid något mättillfälle. I Sverige uppgår antalet sjöar större än 1 ha till 95 700 st⁴ och antalet vattendrag till 27 663⁵. Utgående från de större dataseten SLU 2009 och SLU 2013 görs i tabell 12 en översikt om förväntat antal sjöar och vattendrag där biotillgänglig koncentration koppar överskrider normen 0,5 µg/L.

Tabell 12. Uppskattning av antalet sjöar och vattendrag i Sverige som potentiellt kan överskrida 0,5 µg/L biotillgänglig koppar.

Dataset	Typ av vatten	Antal i Sverige	andel lokaler > 0,5 µg Cu/L biotillgänglig konc. %	Uppskattning av antal lokaler > 0,5 µg Cu/L biotillgänglig koncentration %
SLU 2009 (1997-2007)	sjö	95 700	11,6	11 101
SLU 2009 (1996-2007)	Vattendrag	27 663	7,9	2 185
SLU 2013	Sjö	95 700	0,96	919
SLU 2013	Vattendrag	27 663	9,4	2 600

⁴ <http://www.smhi.se/kunskapsbanken/hydrologi/sveriges-sjoar-1.4221>

⁵ SMHI 2010 – Faktablad nr 44 – Sveriges vattendrag

För sjöar är antalet som vid något tillfälle kan förväntas överskridas 0,5 µg/L biotillgänglig koppar mellan ca 900 (SLU 2013) och 11 000 (SLU 2009) st beroende på vilket dataset man utgår ifrån. Motsvarande beräkning för vattendrag visar på ett intervall mellan ca 2200 (SLU 2009) och 2600 vattendrag (SLU 2013), se tabell 12.

Det finns såklart osäkerheter i den här typen av uppskattning, men det får anses som ett betydande antal sjöar och vattendrag i Sverige där bedömningsgrunden 0,5 µg/L biotillgänglig koppar kan överskridas som följd av halter som utgör referenshalter.

En nyligen presenterad rapport utgående från Bio-Met beräkningar och hänsyn tagen till biotillgänglighet har visat på försumbara risker med koppar i ytvatten om riskkvoter beräknas utgående från varje enskild plats och dess rådande vattenkemi⁶. SLU dataset från 2013 har nyttjats i nämnd rapport där resultat representerar Sverige i ett Europaperspektiv avseende risker för koppar i ytvatten. Utifrån lokalspecifika PNEC (HC5-50) värden som beräknats i Bio-Met uppvisade 0 st värden med RCR>1 för SLU data 2013 vilket är i likhet med resultat i denna PM om man utgår från ett generellt PNEC utan AF = 2.

Utgår man ifrån det generiska PNEC-värdet (7,8 µg/L löst halt koppar) blir antalet platser där riskkvoten överskrider 1 färre. Vidare, p.g.a. av SLU datasetens omfattning och heterogena sammansättning har ingen bearbetning gjorts för att beräkna årsmedelvärden för respektive lokal.

Det vore däremot önskvärt om rapportering för svenska miljöövervakningsdata redan från början skulle anpassas till att automatiskt beräknas och ge sådan överblick för att kunna sortera fram data som håller tillräckligt kvalitet och mätfrekvens för att kunna beräkna adekvata årsmedelvärden för respektive lokal.

Under 2016 utkom HaV med vägledning till hur biotillgängliga halter av koppar m.fl. metaller ska beaktas vid bedömning av kemisk och ekologisk status i ytvatten⁷. En utförlig genomgång görs i vägledningen hur Bio-Met ska användas och hur bedömning ska utföras av användaren i olika fall inkl. då mätdata inte ligger inom validerade intervall för pH och kalcium. En lathund ges för olika undantag och hur användaren inbjudas att nyttja både biotillgängliga halter och generiska EQS-värden baserat på lösta haltkriterier framräknat ur ett stort dataunderlag från svensk miljöövervakning åren 2007 - 2014. Utgångsdata för beräkningar i vägledningen återges i tabell nedan. Data från åren 2007 och framåt ingår (trendvattendrag: t.o.m. 2014; trendsjöar: t.o.m. 2010; omdrevssjöar: t.o.m. 2012 och flodmynningar: t.o.m. 2015, källa SLU). Äldre data än från 2007 utesluts för att få ökad homogenitet hos tidsspannet hos underlaget samt att undersökningar visat halten TOC i sjöar och vattendrag verkar öka¹.

Underlaget från HaV 2016 kan med fördel jämföras med presenterade data i denna PM. Bedömning av likheter i utgångsdata för de olika dataseten kan ge indikation om redovisade resultat i föreliggande PM är representativa för HaV dataset 2016 från åren 2007 - 2014. I tabell 13 jämförs ingångsparametrar för pH, DOC och kalciumkoncentration för de stora dataseten SLU 2009 och HaV 2016 för 5e-, 10e-, 50e- och 90e percentilen.

Vad som framgår är att jämförda parametrar får anses mycket lika varandra utifrån statistisk fördelning för dataseten. Det HaV anger i sin rapport⁶ ang. ökning av innehåll av organiskt material ser ut att stämma för de högre percentilerna, men inte för 5e och 10e percentilen där DOC/TOC är närmast identiska. Vid beräkning med Bio-Met är det de lägre percentilerna med lägst DOC som främst resulterar i högre biotillgänglig

⁶D.Heijerick, I.Vercaigne, P.Van Sprang, A. Peters and I. Wilson February 2017 - Risk assessment of ambient copper concentrations in European surface waters, taking bioavailability into account (BIO-MET-approach).

⁷ Miljögifter i vatten – klassificering av ytvattenstatus; Vägledning för tillämpning av HVMFS 2013:19, Havs- och vattenmyndighetens rapport 2016:26.

koncentration koppar. Därför är sannolikt ovan presenterade storleksordningar för överskridanden av normen 0,5 µg/L biotillgänglig koppar är representativa även för data för sjöar och vattendrag åren 2007-2014. Det skulle således innebära att åtminstone ett stort antal observationer och många lokaler därmed åtminstone vid något tillfälle riskerar överskrida normen 0,5 µg/L biotillgänglig koppar. Detta är något som både myndigheter, verksamhetsutövare och konsulter måste vara medveten om när risker för koppar i ytvatten ska bedömas.

Tabell 13. Jämförande statistik mellan dataset SLU 2009 och HaV 2016 avseende pH, DOC och kalciumkoncentration i sjöar och vattendrag.

Sjöar	SLU 2009			HaV 2016		
	pH	DOC mg/l	Ca mg/l	pH	TOC mg/l	Ca mg/l
5e Perc.	4,92	2	0,90	5,0	2,0	0,76
10e Perc.	5,28	3,12	1,26	5,4	3,6	1,10
50e Perc	6,53	7,44	3,32	6,7	11,0	3,30
90e Perc	7,43	13,92	13,46	7,3	23,0	11,00
Vattendrag	SLU 2009			HaV 2016		
	pH	DOC mg/l	Ca mg/l	pH	TOC mg/l	Ca mg/l
5e Perc.	4,6	1,9	0,8	4,7	1,8	1,0
10e Perc.	4,8	2,8	1,1	5,2	2,7	1,7
50e Perc	6,7	7,6	3,6	6,8	9,7	4,6
90e Perc	7,4	14,7	16,7	7,5	20,0	21,0

Kärnfrågan är såklart om det förhöjda halterna över den svenska bedömningsgrunden utgör en risk och det finns förutsättningar för skador på akvatiskt liv vid dessa lokaler. Intressant är också att många observationer och lokaler faller bort om man utgår från den av EU accepterade normen.

Det blir därför viktigt att diskutera bakgrunden till den svenska bedömningsgrunden jämfört den generella EU normen avseende koppar på 7,8 µg/ L löst halt. Ursprunget till det EQS-värdet 7,8 µg/L löst halt koppar är från den frivilliga riskbedömningen för koppar VRAR². Slutsatserna i riskbedömningen inkl. formulerade PNEC värden med en assessment factor (AF) =1 utifrån ett rimligt värsta fallet scenario för olika medier godkändes 2008 i EU:s tekniska kommitté för nya och existerande ämnen (TCNES), och under 2009 i EU:s vetenskapliga kommitté för hälso- och miljöriskbedömningar, SCHER⁸. Svenska myndigheter har valt att inte acceptera alla slutsatser i VRAR däribland PNEC värden som ligger till grund för bedömningsgrunden för koppar i sötvatten eller marint vatten. Detta grundar sig primärt på att det bedöms finnas osäkerheter med Bio-Met då modellen för koppar inte är validerad för pH <6,0 och >8,5 och koncentration Ca²⁺ <3,1 och >93,0 mg/l. I föreliggande PM har beräkning utförts oavsett om respektive parameter varit utanför validerade intervall. Vad Bio-Met programmet gör automatiskt i sådana fall är att anta ett värde som ligger

⁸ Scientific Committee on Health and Environmental Risks (SCHER) 2009, Voluntary Risk Assessment Report on Copper and its compounds - Environmental Part. SCHER adopted this opinion by written procedure on 12 February 2009.

närmast inom validerat intervall, men det gör att beräknat utfall får anses ha större osäkerhet jämfört med beräkningar som faller ut från data som ligger inom validerade intervall.

Naturvårdsverket har tidigare använt VRARs slutsatser för att föreslå ett generellt gränsvärde för halten löst koppar ($4 \mu\text{g/l}$) i ytvatten. Naturvårdsverket har i förslaget till generell bedömningsgrund för koppar i ytvatten använt en säkerhetsfaktor (AF) på 2 jämfört med VRAR som använt $\text{AF} = 1$ p.g.a. små osäkerheter och högkvalitativt dataunderlag. I nya föreskriften som förordar användning av Bio-Met för beräkning av biotillgängliga halter ville man inte undvika att nyttja ett beräknat EQS värde som skulle divideras med 2 av användartekniska skäl. HaV valde därför att sätta en bedömningsgrund för koppar utifrån Bio-Mets lägsta nivå som kan beräknas som PNEC/EQS vilket är $1 \mu\text{g/L}$ samt en $\text{AF} = 2$. Detta ligger till grund för nuvarande bedömningsgrund för koppar på $0,5 \mu\text{g/L}$.

Ursprunget till nivån på Bio-Met är en avvägning mellan olika länders beräknade PNEC värden med hänsyn tagen till biotillgänglighet och BLM modellering. Flera länder har inte ett PNEC utan ett intervall för PNEC beroende på vilken biotillgänglighet som råder lokalt samt vilka bakgrundshalter som uppmätts i landet. T.ex. beräknades i VRAR PNECs i Spanien, Österrike, Belgien och Storbritannien till intervallen $5\text{--}120 \mu\text{g Cu/L}$; $1,6\text{--}9,3 \mu\text{g Cu/L}$; $5\text{--}112 \mu\text{g Cu/L}$ respektive $1\text{--}28 \mu\text{g Cu/L}$. Intervallen i PNEC kan relateras till olika biotillgänglighet och/ eller omgivande bakgrunds nivåer som observerades i EU-länderna. I parallella studier t.ex. Bossoyt mfl 2004⁹ (fler referenser i VRAR²) studerades nivån för akvatiska organismer där brist på koppar uppträder sett till när organismer inte kan upprätthålla normala homeostatiska funktioner. Lägsta nivå bestämdes till $1 \mu\text{g Cu/L}$ dvs under denna börjar fysiologiska funktioner påverkas negativt p.g.a. kopparbrist. Storbritanniens lägsta nivå för PNEC var också $1 \mu\text{g Cu/L}$ vilket var lägst i EU. I Bio-Met valdes nivå $1 \mu\text{g Cu/L}$ som ett lägsta möjliga EQS som kunde beräknas i Bio-Met när biotillgängligheten var maximal. Denna nivå får ses som ett extremvärde med hänsyn tagen till både lägsta beräknade PNEC inom EU och lägsta nivån där kopparkoncentration som riskerar ge symptom från kopparbrist ska uppstå.

Värdet $1 \mu\text{g Cu/L}$ som kan är lägsta EQS som kan beräknas i Bio-Met har därmed ingen direkt koppling till det inom EU generiska EQS värdet på $7,8 \mu\text{g Cu/L}$ som beskrivits ovan.

Med en $\text{AF} = 2$ på Bio-Mets lägsta nivå $1 \mu\text{g Cu/L}$ sattes således bedömningsgrunden till $0,5 \mu\text{g/L}$ biotillgänglig koppar som införlivats i föreskriften HaV 2015:4 för SFÅ (särskilt förorenande ämnen). Beräknade resultat i Bio-Met kan då direkt jämföras med SFÅ-bedömningsgrunden utan att omräkning behöver genomföras av användaren.

Med tanke på det relativt stora antalet sjöar och vattendrag som verkar kunna överskrida bedömningsgrunden för koppar är det viktigt att diskutera i vilken mån bakgrundshalten beaktats vid ansättande av riktvärdet för koppar.

Metaller inkl. koppar förekommer naturligt i miljöns alla medier. Naturligt förekommande nivåer varierar med lokal/regional geologi, geokemi och fysikalisk kemiska förhållanden som styr frisättning och speciering av metallerna. Vid riskbedömning av metaller är det därför en utmaning att ta hänsyn till bakgrundshalter. Organismer för vilka risken för skada från metaller ska bedömas kan inte skilja på den koncentration av metaller som förekommer naturligt och den koncentration som tillförts genom mänsklig aktivitet. Två olika koncept för att tackla detta vid miljöriskbedömning finns framtagna, dels den sk Total Risk Approach (TRA) och dels den sk Added Risk Approach, bägge med sina fördelar och nackdelar.

⁹ Bossoyt B.T.A. and Janssen C.R. 2004. Influence of multi-generation acclimation to copper on tolerance, energy reserves and homeostasis of *Daphnia magna*. Environmental Toxicology and Chemistry, 23(8), 2029-2037

Vid TRA antas att exponering och effektanalys ska göras utifrån halter som innefattar både den naturliga och den tillförda antropogena andelen metall. Tillämpas ARA utgår man ifrån att endast den antropogent tillförda halten/dosen av det naturliga ämnet bidrar till att öka risken för toxiska effekter. ARA har bl.a. tillämpats vid riskbedömning av zink. För ARA krävs god kvalitet på indata för bakgrundshalter vilket kan vara mycket svårt att erhålla för många ämnen då variationen kan vara stor lokalt och regionalt. Vid jämförelse visar också TRA något högre riskkvoter utgående från samma dataunderlag vid jämförelse och kan således sägas vara mer konservativ i sin utformning.

TRA-konceptet för riskbedömning har tillämpats i den frivilliga riskbedömningen för koppar (VRAR, 2008). Riskkaraktärisering vid TRA kan göras utifrån flera nivåer som innefattar både totalhalter, lösta halter eller biotillgängliga halter. I den frivilliga riskbedömningen för koppar VRAR utgår riskkaraktärisering från PECs (predicted environmental concentrations) för olika medier som jämförs mot korresponderande fastställda PNECs (predicted no effect concentration). Vid PECs beräkning har man i första hand utgått ifrån PECs som beräknats lokalt från miljöövervakning för att beakta regionala skillnader i bakgrundshalter inom och mellan länder i Europa för att hitta det känsligaste scenariot i syfte att ta fram ett skyddande generiskt PNEC för Europa utifrån ett sk reasonable worst case scenario (RWC).

Biotillgänglighetsberäkningar med hjälp av BLM (biotisk ligand modell) utfördes för alla Europeiska länder när både regionala och ett generiskt PNEC för sötvatten skulle beräknas. Ett slutligt generiskt RWC PNEC för koppar i sötvatten bestämdes till 7,8 µg/L löst halt koppar utifrån den 10e percentilen för de känsligaste förhållandena i Europa vid jämförelse av samtliga framtagna ländervärden. Detta PNEC förslogs därför som ett generiskt EQS-värde med syfte att ge ett acceptabelt skydd för alla Europas ytvatten

För Sverige ingår i VRAR nationella övervakningsdata från SLU (institutionen för miljöanalys) år 1999-2001 (n=4037) där data för både koppar (för beräkning av PECs) samt pH, DOC och kalciumhalter fanns tillgängligt för beräkning av biotillgängliga halter i BLM. Vid summering av Sveriges statistiskt beräknade PNEC-värden för hela landet uppgick i VRAR PNECs till 13,8 -, 18,0 - och 23,3 µg/L löst koppar för den 10e, 50e respektive 90e percentilen. Underlaget från Sverige som ingick i underlaget för framtagande av ett EU generiskt PNEC, var således inte styrande för det framtagna värdet 7,8 µg/L, dvs Sverige befanns ej ha de mest känsliga förhållandena inom Europa. Utifrån motsvarande statistik som ovan redogjordes Österrike, Spanien och Frankrike som de länder med känsligaste förhållandena i Europa för kopparbelastning utöver rådande bakgrundshalt¹⁰. I de fall dataunderlag saknats har avvägda snittvärden av mer EU generisk karaktär från större punktdataset nyttjats för beräkningar. För Sverige där lokala PECs nyttjats då dataunderlaget ansågs tillräckligt gott och likaså fanns bra underlag avseende pH, DOC och kalcium för beräkning av lokala PNEC (HC5-50) utifrån rådande förhållanden.

Bakgrundsnivåer som inkorporerades PECs i TRA konceptet vid framtagande riskkvoter för Sverige i riskkaraktäriseringen uppgick till 90e percentilen av all mätdata för att göra ett RWC PEC för respektive land. RWC PEC baserades på 90e percentilen av region eller platsspecifika dataunderlag för att minska risken för att enskilda höga mätvärden ger ett felaktigt värde för RWC PEC. För Sverige uppgick RWC PEC baserat på totalhalter (ej filtrerade prover) slutligen till 1,8 µg/L. Eftersom data för filtrerade prover ansågs saknas för Sverige utgick man istället från 90e percentilen för samtliga länder vilket motsvarade 2,9 µg/L löst koppar. Detta är den bakgrundnivå som då kan anses finns inbyggd i ett PNEC för svenska förhållanden vid tillämpning av Total risk approach – konceptet. Mer detaljer om framtagande av svensk RWC PEC kan läsas i VRAR (CHAPTER3 – ENVIRONMENTAL EXPOSURE – PART 2).

¹⁰ En mer omfattande känslighetsanalys för koppar i ett Europa perspektiv redovisas i nämnd rapport från Arche/WCA från 2017, se referens under fotnot 5.

Om det generiska RWC PNEC eller de inbyggda nivåer för beräkning av riskkvoter i BLM tillämpas med en assessment factor = 2 kan rimligen inte den inbyggda bakgrundshalten vid total risk approach anses beaktas fullt ut. För det generiska PNEC-värdet avseende löst halt, 7,8 µg/L utgör 2,9 µg/l löst halt som står för bakgrundsnivån i total risk approach, 37 %. Om samma förhållande antas råda vid halvering av det generiska PNEC värdet (AF=2) utgör bakgrunden 1,43 µg/l löst koppar.

För de lokaler föremål för riskbedömning som ligger i denna storleksordning eller under kan isåfall anses att bakgrundshalter betraktas vid tillämpning av stipulerade PNEC värden, men inte för de lokaler där uppmätt löst kopparhalt ligger väl över detta. I dylika fall bör lokalt rådande bakgrunds/referenshalter kunna beaktas vid sammanvägd riskbedömning. Ev. behöver mer specifika biologiska analyser göras avseende effekter för att kunna bedöma om de är påverkade och stressade än icke exponerade kontroller av metaller för att öka precisionen i riskbedömningen. Detta är viktigt då organismers förmåga att anpassa sig till högre bakgrundshalter är ett känt fenomen. I synnerhet gäller detta essentiella metaller som koppar som det vanligen finns en större förmåga att reglera både för upptag och intern lagring för att inte toxiska nivåer ska uppstå i cellen. I en nyligen avslutad svensk studie¹¹ på en metallpåverkad gruvrecipient där Bio-Met nyttjades för att uppskatta biotillgänglighet och lokalspecifik PNEC överskattades risken (Bio-Met var konservativ) vid jämförelse med uppmätta effekter i vid bioanalys för metallstress-specifika biomarkörer.

Eftersom referenshalter i Sverige kan variera kraftigt (mer än en tiopotens) bör det ses över hur även bakgrunds-/referenshalt för koppar kan beaktas vid riskbedömning och fastställande av status enligt HaVs nya föreskrifter.

En statistisk översikt för Sveriges ytvatten visar att få vattendrag uppvisar lösta halter över 1,43 µg/l. Dock så kommer bedömningar om eventuella risker sannolikt handla just om de sjöar och vattendrag som har högre kopparhalter än så. Då kan det ifrågasättas i vilken grad bakgrundshalten beaktas om man utgår från ovan nämnda generella PNEC med givna förutsättningar.

SLUTSATSER

Ovan nämnda dataset är av stor omfattning och heterogena i sin sammansättning vad gäller observationer/år för respektive lokal. Eftersom bedömningsgrunder baseras på främst årsmedelvärden är det viktigt att nuvarande rapporteringssystem av miljöövervakningsdata anpassas så att årsmedelvärden skickas in till databasen eller automatiskt kan beräknas i databasen och därmed enklare kunna laddas hem av en användare av data. Genomförd beräkningsövning har utmynnat i ett relativt stort antal observationer och lokaler bland sjöar och vattendrag som skulle överskrida SFÅ-normen för koppar i Hav 2015:4 om 0,5 µg/L biotillgänglig koppar. Sett till de rådande låga koncentrationerna av koppar som finns i svenska ytvatten är det inte troligt att överskridande representerar den sanna risk som koppar utgör i svenska ytvatten. Därav går det diskutera både om bedömningsgrunden är rätt satt och om den fullt ut beaktar rådande bakgrunds-/referenshalter i Sverige. Man kan förvänta sig att tillämpning av Bio-Met och en bedömningsgrund för koppar om 0,5 µg/L biotillgänglig koppar i de flesta fallen kommer visa värden under normen, men i ett högst relevant antal fall kommer normen överskridas p.g.a. rådande

¹¹ A Pradhan, P Ivarsson, D Ragnvaldsson, H Berg, J Jass och P-E Olsson 2017, Transcriptional responses of zebrafish to complex metal mixtures in laboratory studies overestimates the responses observed with environmental water- Science of The Total Environment , in press 2017, <http://dx.doi.org/10.1016/j.scitotenv.2017.01.174>

referenshalter och utan att uppenbar antropogen verksamhet kan kopplas till överskridandet. Detta riskerar leda till förvirring och problem hos riskbedömaren i det enskilda fallet. Tillämpas det EU-generella gränsvärdet utan $AF = 2$ för koppar kommer antalet överskridanden minska betydligt, men sannolikt fortfarande vara aktuellt för ett icke försumbart antal fall, ca 2,5 och 5 % av antalet lokaler för vattendrag respektive sjöar, se tabell 11. Det stora datasetet från SLU 2009 anses liknande som HaV 2016 (SLU data 2007- 2014) och samma storleksordningar på överskridanden av bedömningsgrunden för koppar förutspås gälla för dessa data om man utgår överskridanden för enskilda observationer och vid unika lokaler åtminstone vid något mättillfälle. Därav går det diskutera både om bedömningsgrunden är rätt satt och om den fullt ut beaktar rådande bakgrunds- och /referenshalter i Sverige

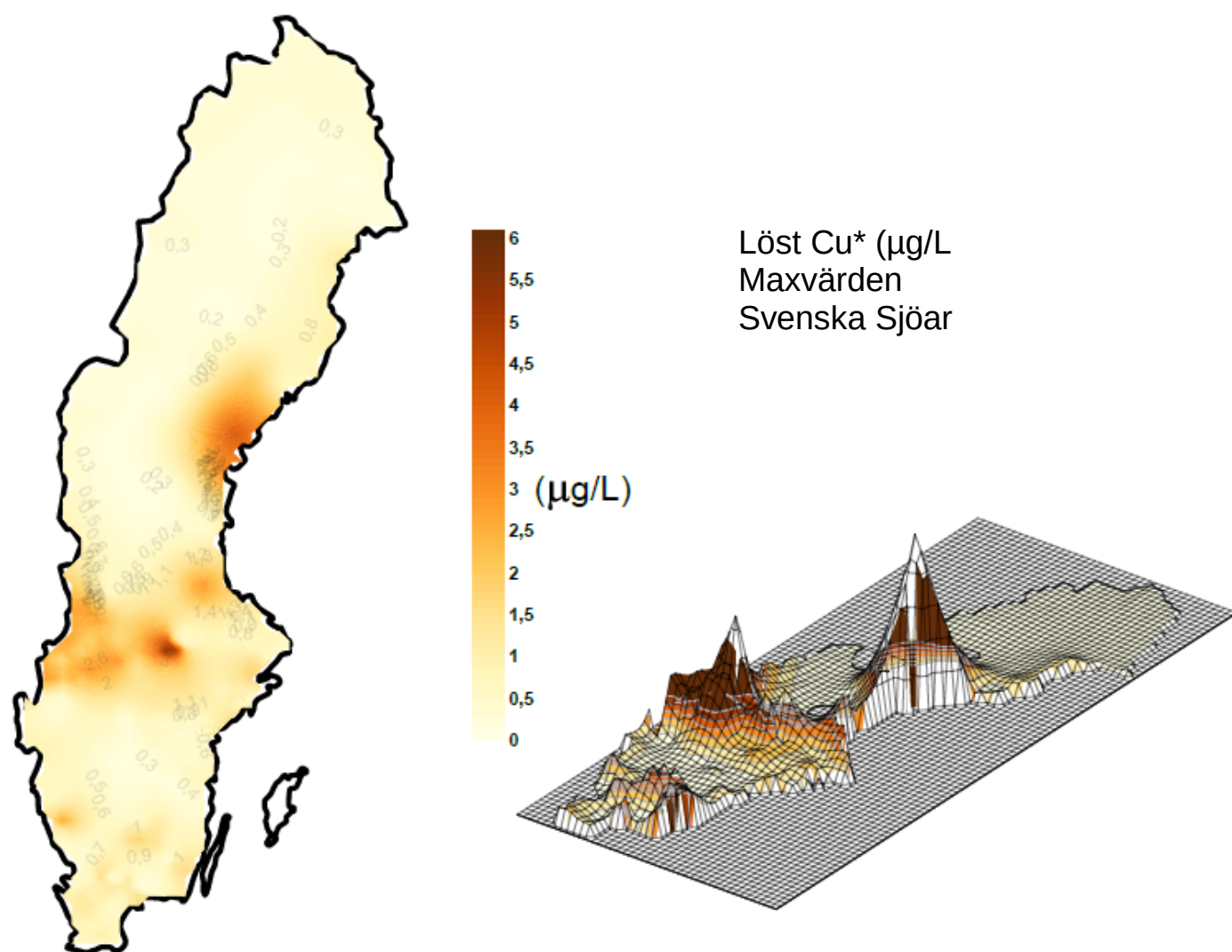
Envix Nord AB

Upprättat av

Daniel Ragnvaldsson

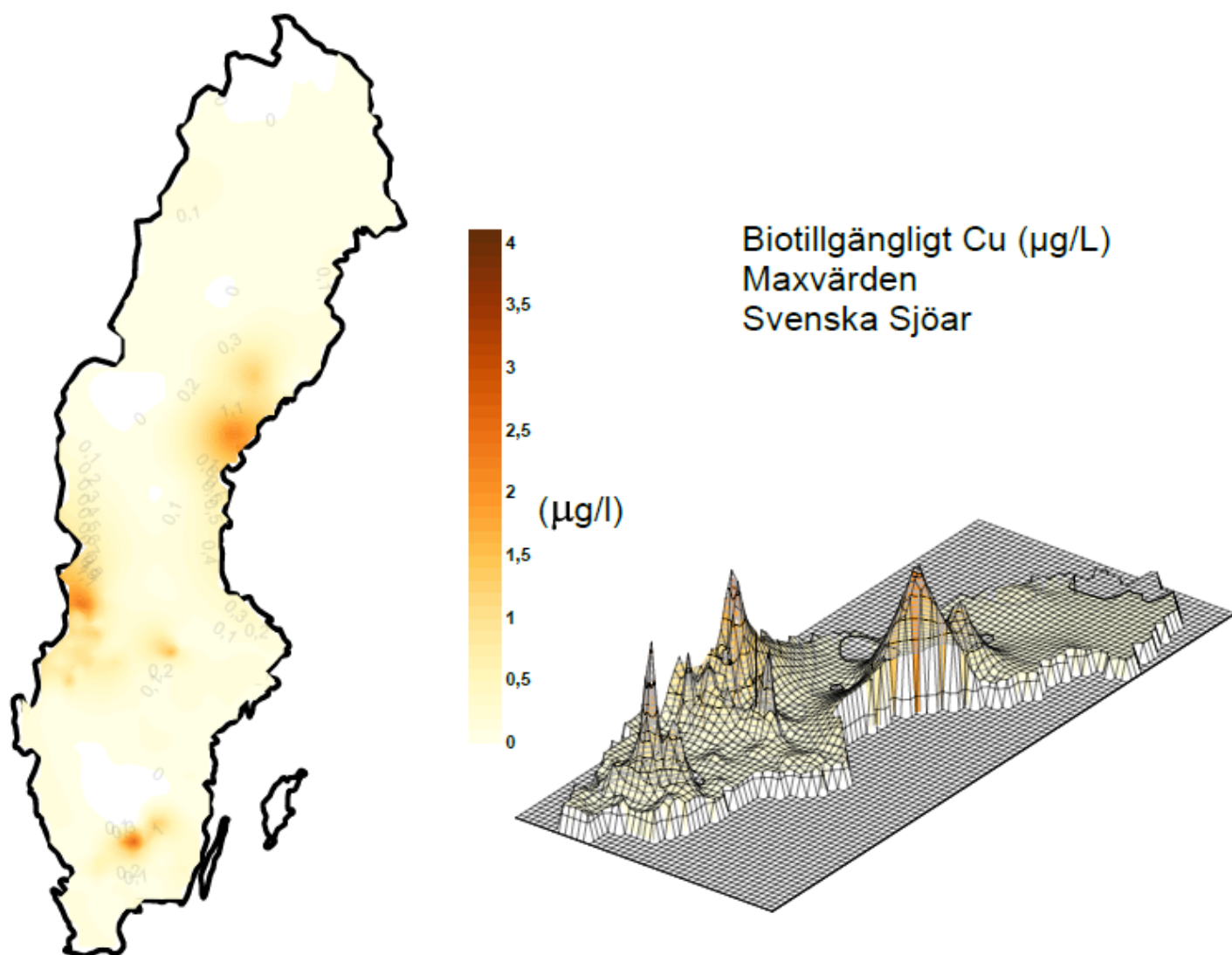
Kartfigurer av

Peder Englund



Figur 1a. Översikt lösta halter koppar i svenska sjöar baserat på maxvärden under åren 1997-2007.

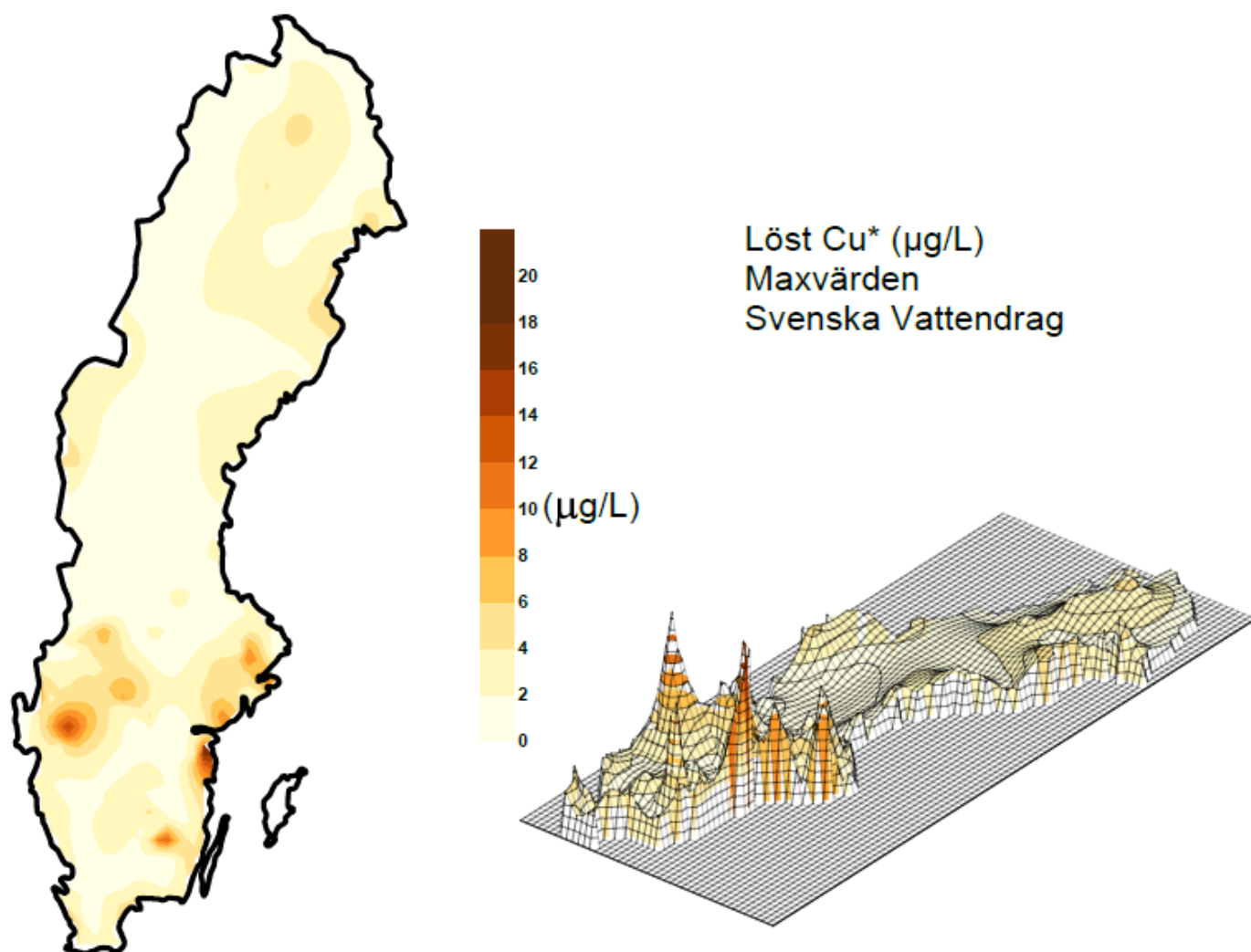
*Löst halt eller dekanterade prover enligt metodik, se Köhler 2010³



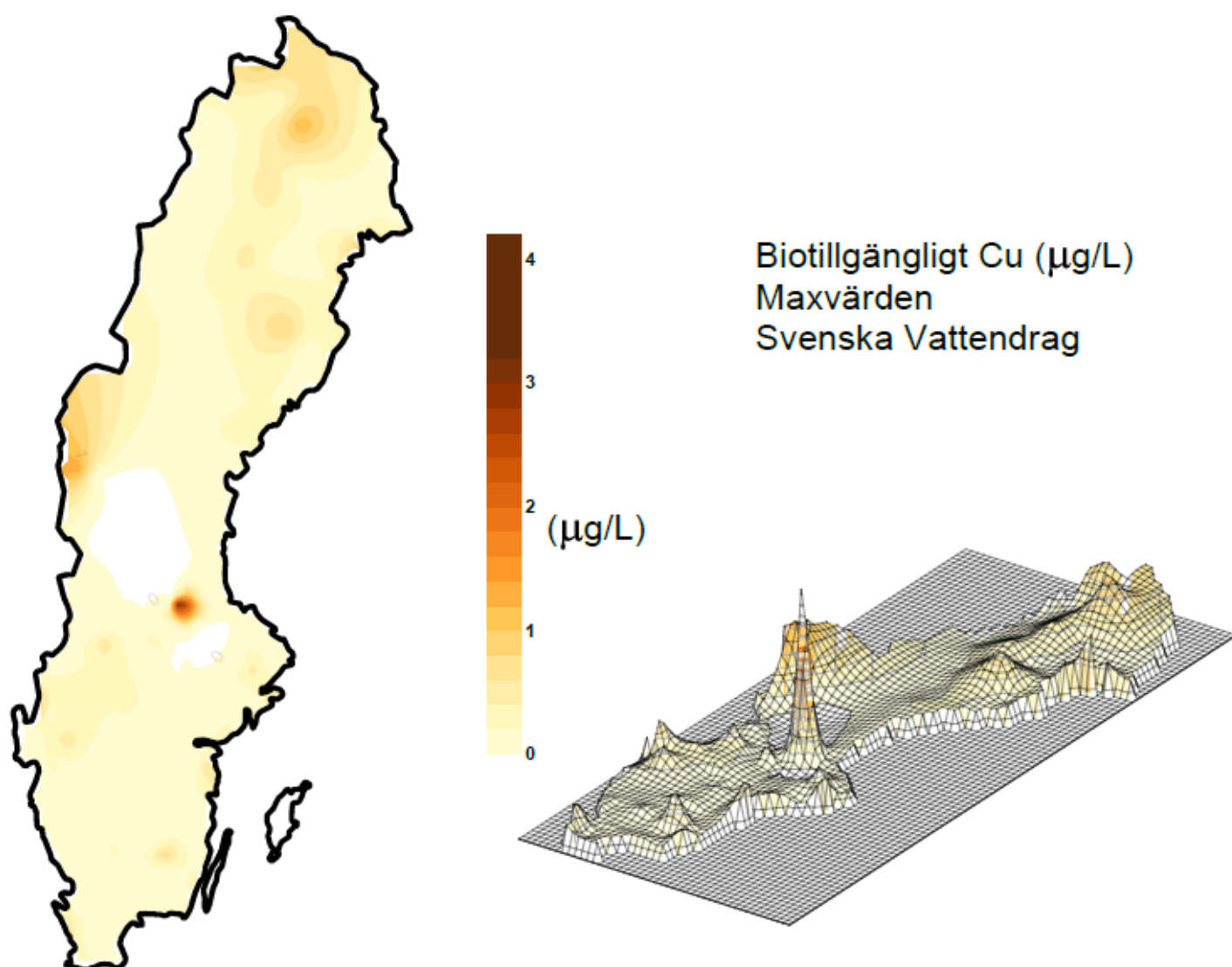
Figur 1b. Översikt biotillgängliga halter koppar i svenska sjöar. 28 st unika lokaler med totalt 48 observationer överskred bedömningsgrunden 0,5 µg/L biotillgänglig koppar baserat på max-värden vid något tillfälle åren 1997-2007.

Tabell 1. Svenska sjöar där bedömningsgrunden 0,5 µg Cu/L överskridits vid beräkning av biotillgänglig koncentration i Bio-Met för. Data från SLU 2009, svenska sjöar åren 1997-2007.

Namn Sjö	X_SMHI	Y_SMHI	Cu µg/l	pH	DOC mg/l	Ca mg/l	EQS Cu µg/L	BioF	Biotillgänglig Cu µg/L	RCR Riskkvot
Fiolen	633025	142267	7,8	6,52	5,92	2,68	1,87	0,54	4,18	4,18
Rattsjön	669683	134000	17	6,34	4,8	1,36	5,62	0,18	3,03	3,03
Valasjön	698918	158665	26	6,33	9,44	2,68	11,38	0,09	2,28	2,28
Övre Skärsjön	663532	148571	8,3	5,62	5,92	1,44	3,87	0,26	2,14	2,14
Björnklammen	658566	131495	8,8	6,75	4,8	3,38	4,61	0,22	1,91	1,91
Vrången	634496	146157	6,9	4,83	16,56	2,08	3,87	0,26	1,78	1,78
Björklången	666699	136103	13	7,09	9,2	6,34	7,79	0,13	1,67	1,67
Övre Skärsjön	663532	148571	9	5,31	6,8	1,44	5,62	0,18	1,60	1,60
Övre Skärsjön	663532	148571	13	5,93	6,4	1,56	8,18	0,12	1,59	1,59
Övre Skärsjön	663532	148571	12	5,51	4,72	1,06	8,18	0,12	1,47	1,47
Remmarsjön	708619	162132	6,4	6,35	6,64	2,30	4,54	0,22	1,41	1,41
Övre Skärsjön	663532	148571	7,3	5,54	6,56	1,46	5,62	0,18	1,30	1,30
Övre Skärsjön	663532	148571	7,3	5,41	7,12	1,30	5,62	0,18	1,30	1,30
Rinnen	661566	134372	11	6,65	7,52	3,68	9,03	0,11	1,22	1,22
Tvällen	666023	132287	8,3	5,99	7,2	1,48	7,04	0,14	1,18	1,18
Örvattnet	662682	132860	2,9	5,43	3,2	0,82	2,68	0,37	1,08	1,08
Gölasjön	630549	140714	2,7	4,45	22,48	2,04	2,68	0,37	1,01	1,01
Lill-Jangen	665503	136284	1,3	6,1	5,04	1,00	1,30	0,77	1,00	1,00
Mögesjön	661336	127628	7,8	6,43	7,04	2,24	7,94	0,13	0,98	0,98
Övre Skärsjön	663532	148571	6,9	5,89	5,44	1,24	7,04	0,14	0,98	0,98
Örvattnet	662682	132860	0,93	5,25	2,8	0,80	1,00	1,00	0,93	0,93
Alstern	662322	139339	13	6,85	4,72	2,76	14,57	0,07	0,89	0,89
Örvattnet	662682	132860	1	5,41	2,8	0,58	1,14	0,87	0,87	0,87
Lill-En	664603	136484	4,7	5,2	8	0,78	5,62	0,18	0,84	0,84
Skärten	633959	144217	7,5	6,25	2,96	2,28	9,32	0,11	0,81	0,81
Övre Skärsjön	663532	148571	4,37	5,39	4,24	0,82	5,62	0,18	0,78	0,78
Övre Skärsjön	663532	148571	9,3	5,66	6,32	1,46	12,00	0,08	0,78	0,78
Övre Skärsjön	663532	148571	7,8	5,94	5,76	1,42	10,23	0,10	0,76	0,76
V. Rännöbodsjön	691365	156127	7,2	6,84	7,28	5,52	9,58	0,10	0,75	0,75
Stavsjön	628086	136430	1,2	4,22	13,68	0,50	1,63	0,61	0,74	0,74
Ämten	665207	132083	2,8	5,79	8,96	1,22	3,87	0,26	0,72	0,72
Örvattnet	662682	132860	4	5,3	5,6	0,82	5,62	0,18	0,71	0,71
Klintsjön	633437	143286	3,9	5,46	3,76	1,42	5,62	0,18	0,69	0,69
Hällvattnet	704955	159090	6,8	6,25	7,68	1,94	10,23	0,10	0,66	0,66
Lill-En	664603	136484	3,7	5,16	19,2	0,86	5,62	0,18	0,66	0,66
Skärdalsvattnet	658578	128004	9,7	6,01	7,92	1,94	14,98	0,07	0,65	0,65
Hojagöl	634057	144257	4,2	5,83	5,76	2,96	6,63	0,15	0,63	0,63
Alstern	662322	139339	7	6,96	2,96	2,58	11,90	0,08	0,59	0,59
Tvällen	666023	132287	2,2	5,87	10,32	1,50	3,87	0,26	0,57	0,57
Norra Örsjön	661866	130674	11	6,93	4,32	4,30	19,60	0,05	0,56	0,56
V. Rännöbodsjön	691365	156127	5,3	6,56	7,68	4,26	9,52	0,11	0,56	0,56
Stor-En	664614	136702	5,6	6,9	9,36	5,38	10,17	0,10	0,55	0,55
Övre Skärsjön	663532	148571	4,5	5,6	2,16	0,82	8,18	0,12	0,55	0,55
Ämten	665207	132083	8,1	5,94	6,88	1,32	14,98	0,07	0,54	0,54
Farlängen	624511	140583	3,9	6,01	8,8	3,78	7,49	0,13	0,52	0,52
Örvattnet	662682	132860	0,96	5,33	3,68	0,86	1,86	0,54	0,52	0,52
Stor-En	664614	136702	3,4	6,85	7,92	4,14	6,63	0,15	0,51	0,51
Trehörningen	664621	132502	8,1	6,78	4,24	3,00	16,06	0,06	0,50	0,50



Figur 2a. Översikt lösta halter koppar i svenska vattendrag baserat på maxvärden under åren 1996-2007. *Löst halt eller dekanterade prover enligt metodik, se Köhler 2010³



Figur 2b. Översikt biotillgängliga halter koppar i svenska vattendrag. 18 st unika lokaler med totalt 34 observationer överskred bedömningsgrunden $0,5 \mu\text{g/L}$ biotillgänglig koppar baserat på max-värden vid något tillfälle åren 1996-2007.

Tabell 2. Svenska vattendrag där bedömningsgrunden 0,5 µg Cu/L överskridits vid beräkning av biotillgänglig koncentration i Bio-Met för data från SLU 2009, svenska vattendrag åren 1996-2007.

Namn Vattendrag	X_SMHI	Y_SMHI	Cu µg/l	pH	DOC mg/l	Ca mg/l	EQS Cu µg/L	BioF	Biotillgänglig Cu µg/L	RCR Riskkvot
bäck ns Finnbo Domän3	672194	149556	3,9	7,12	0,08	10,12	1,00	1,00	3,90	3,90
Ringsmobäcken	654845	126685	8,9	5,15	3,2	0,98	5,62	0,18	1,58	1,58
Ljusnan Funäsdalen	694231	133350	4,7	7,54	0,88	18,70	3,50	0,29	1,34	1,34
Killingi	749870	169055	3,3	6,47	1,36	5,04	2,71	0,37	1,22	1,22
Lule älv Luleå	729186	178575	5	6,95	0,96	3,34	4,40	0,23	1,14	1,14
Killingi	749870	169055	2,9	6,58	1,28	3,52	2,71	0,37	1,07	1,07
Ringsmobäcken	654845	126685	16,7	4,31	12,56	0,68	17,74	0,06	0,94	0,94
Pite älv Bölebyn	726410	175525	1,5	6,51	0,96	1,44	1,63	0,61	0,92	0,92
Dammån	632137	147160	16	5,87	11,76	2,64	17,74	0,06	0,90	0,90
Abiskojokk Röda Bron	758793	162214	1	7,41	0,24	4,52	1,12	0,89	0,89	0,89
Vindelälven Maltbrännan	716805	166700	1,6	6,46	1,12	1,24	1,86	0,54	0,86	0,86
Ringsmobäcken	654845	126685	4,7	4,76	4,16	0,76	5,62	0,18	0,84	0,84
Ringsmobäcken	654845	126685	10	4,65	7,6	0,94	12,00	0,08	0,83	0,83
Pite älv Bölebyn	726410	175525	1,8	6,43	1,28	3,36	2,23	0,45	0,81	0,81
Lilltjärnsbäcken	707822	133430	3,8	6,41	2,96	1,90	4,86	0,21	0,78	0,78
Killingi	749870	169055	2,4	6,62	1,36	4,68	3,25	0,31	0,74	0,74
Pite älv Bölebyn	726410	175525	5,3	6,8	2,24	2,60	7,83	0,13	0,68	0,68
Stormyra (huvudfåra)	656619	164436	8,9	5,6	17,44	7,18	13,90	0,07	0,64	0,64
Killingi	749870	169055	5	6,6	3,28	5,16	7,94	0,13	0,63	0,63
Ringsmobäcken	654845	126685	11,1	4,71	9,2	1,00	17,74	0,06	0,63	0,63
Gusumån, Gusum	646078	154081	18,7	7,08	6,88	10,52	29,95	0,03	0,62	0,62
Ringsmobäcken	654845	126685	11	4,72	9,2	1,94	17,74	0,06	0,62	0,62
Utl Vat.f.gr.bäc till Sa	667074	145397	4,3	6,49	3,2	48,96	7,01	0,14	0,61	0,61
Ringsmobäcken	654845	126685	5	4,44	5,92	1,06	8,18	0,12	0,61	0,61
Pite älv Bölebyn	726410	175525	3,9	6,4	3,84	2,20	6,50	0,15	0,60	0,60
Ringsmobäcken	654845	126685	4,7	4,82	6,08	0,68	8,18	0,12	0,57	0,57
Dalbergsån Dalbergså	650164	131327	13,1	6,72	8	8,80	23,05	0,04	0,57	0,57
Alep Uttjajåkkå	739283	163835	3,1	6,5	2,56	2,76	5,55	0,18	0,56	0,56
Klarälven Edsforsen	666294	137309	8,3	6,32	7,76	2,32	14,98	0,07	0,55	0,55
Pite älv Bölebyn	726410	175525	6,1	6,83	2,96	3,42	11,21	0,09	0,54	0,54
Märstaån	661195	161511	10	7,41	5,28	82,30	18,48	0,05	0,54	0,54
Utl Vat.f.gr.bäc till Sa	667074	145397	8,4	6,31	9,84	17,28	15,55	0,06	0,54	0,54
Abiskojokk Röda Bron	758793	162214	0,7	6,77	0,48	7,96	1,31	0,76	0,54	0,54
Råån Helsingborg	621205	131122	2,8	7,57	1,6	114,44	5,50	0,18	0,51	0,51