

DGE Mark och Miljö | **RAPPORT**



Låga risker med kopparutsläpp i småbåtshamnar. Resultat av fyra års mätningar i vattnet.

Västkustens Båtförbund och Svenska Kryssarklubben, Göteborg

2021-01-25

Uppdragsnr:	414754		
Dokumentnr:	12410-21		
	Rapport upprättad av		Kvalitetssäkrare
Namn:	Per Ivarsson		Henrik Nilsson
Tel:	073 407 34 75		076 852 88 38
E-post:	per.ivarsson@dge.se		henrik.nilsson@dge.se

Denna rapport får endast återges i sin helhet, om inte utfärdat laboratorium i förväg skriftligt godkänt annat.

DGE Mark och Miljö AB
Tel: +46 (0)771 48 00 48
E-post: info@dge.se
Hemsida: www.dge.se

Kalmar
Norra Långgatan 1
Box 258, 391 23 Kalmar
Tel: +46 (0)480 47 71 15

Göteborg
Gullbergs Strandgata 9
411 04 Göteborg
Tel: +46 (0)31 18 30 15

Malmö
Husargatan 3
211 28 Malmö
Tel: +46 (0)40 685 89 90

Uppsala
Kungsgatan 16
753 32 Uppsala
Tel: +46 (0)70 948 83 75

Sammanfattning

Rapporten redovisar fyra års undersökningar av kopparhalten i vattnet i några svenska småbåtshamnar runt Göteborg samt Kalmar och Karlstad. Undersökningen visar att den koppar som går in i hamnbassängen snabbt omvandlas till en form som inte är tillgänglig för levande organismer och därmed inte giftig. Läckage från båtottenfärg (antifouling färg) är inte heller den största källan till biotillgänglig koppar i vattnet utan nederbörd och dagvatten är viktigare källor. Den giftverkan som behövs för att hindra påväxt sker omedelbart vid skrovytan men när kopparn möter det salta havsvattnet ombildas den till former som inte är biotillgängliga. I Östersjön och Vänern är halten biotillgänglig koppar också mycket låg även om andelen biotillgänglig koppar utgör en större del av totalhalten jämfört med västerhavet. Det närmast neutrala pH:t är orsaken till detta. Resultaten visar att halten biotillgänglig koppar i de undersökta miljöerna ligger under gränsvärden för biologisk påverkan på vattenlevande organismer. För att förhindra påväxt framstår därför koppar som ett bra alternativ när beväxningstrycket är högt och andra metoder fungerar dåligt.

DGE Mark och Miljö AB

Upprättad av

Kvalitetsgranskare

Per Ivarsson

Henrik Nilsson

Denna rapport är digitalt signerad

Innehållsförteckning

1	Inledning	3
1.1	Toxicitet och gränsvärden	4
2	Metoder	4
3	2020 års mätningar.....	6
3.1	Provtagningsplatser	6
3.1.1	Provtagningsplatser Göteborg	6
3.1.2	Provtagningsplatser Kalmar	7
3.1.3	Provtagningsplats Karlstad.....	10
3.2	Provtagning.....	10
3.3	Biotillgänglig halt med DGT	11
3.4	Biotillgänglig halt med geokemisk modell samt totalhalt	11
4	Sammanfattning och diskussion av mätresultaten 2017–2020	16
4.1	Variation i biotillgänglig halt och totalhalt.....	16
4.2	Andra källor till koppar i hamnbassängvattnet.....	17
4.3	Skillnader i biotillgänglighet mellan salt- bräckt- och sötvatten.....	19
5	Miljökonsekvenser av att använda kopparhaltig båt bottenfärg	20
6	Slutsatser	21
7	Referenser	24

Bilagor

Bilaga 1. Analysrapporter från ackrediterade laboratorier (Göteborgs Kemanalys, Västra Frölunda, och ALS Scandinavia, Luleå).

Versionsförteckning

Nr	Datum	Kommentar
1	2020-12-16	Originalrapport
2	2021-01-25	Reviderad med kundens kommentarer

1 Inledning

Småbåtar har länge målats med antifoulingfärg som hindrar påväxt på skroven. På västkusten är det framförallt havstulpaner och musslor som sätter sig på de omålade skroven. Detta ökar vattenmotståndet vilket ökar bränsleförbrukningen och försämrar manövrerbarheten. Underhållet av båtskroven ökar också med rikligare påväxt. Tidigare använde man färg som innehöll tributyltenn (TBT) men efter att man konstaterat stora negativa effekter på vattenlevande organismer förbjöds denna kemikalie på mindre båtar 1989 med totalförbud 2003.. Även biociden irgarol, som använts i mindre omfattning, har negativa miljöeffekter och är nu förbjuden.

Den vanligaste biociden i båtbottnfärg är olika kopparföreningar, främst dikopparoxid som är mycket effektivt mot havstulpaner. Denna användning kan påverkas av Sveriges av riksdagen beslutade miljömål särskilt inriktningen på målet en giftfri miljö. Därför förkommer det för tillfället en intensiv debatt om att även denna biocid bör förbjudas.

Just koppar är speciellt eftersom det är naturligt förekommande och ett av våra viktigaste grundämnen. Den finns överallt i omgivningen, i jordskorpan, i havet och i sjöar och vattendrag. Koppar ingår i naturens kretslopp och är ett livsnödvändigt ämne för de flesta levande organismer. Vi människor har en viss mängd koppar i oss och behöver det dagligen för att överleva (se broschyren Fakta om koppar). På grund av sina goda egenskaper har koppar ett brett användningsområde som metall och som kemisk förening i olika former. Som metall i vattenledningsrör, på tak och som elektrisk ledare. Koppar är en halvådel metall med stor motståndskraft mot korrosion och det har en bakteriedödande verkan av stor betydelse i vattenledningsrör. Vissa kopparföreningar är giftiga och används därför som växtskyddsmedel och som biocid för att minska skadlig påverkan från djur, växter och mikroorganismer. Den samlade bilden visar att de kopparprodukter som används idag har mycket liten miljöpåverkan (Landner och Reuther, 2004).

För att kunna påverka eller tas upp av levande organismer måste koppar föreligga i form av tvåvärda joner (Cu^{2+}) som alltså är den biotillgängliga formen, Denna kopparjon är dock väldigt reaktiv, dvs. den binds mycket snabbt till andra material och är då inte längre biotillgänglig och har därmed inte någon negativ effekt på vår miljö.

För att få mer data som underlag till diskussionen om risker med koppar ville vi göra egna mätningar av förekomst av koppar i vattnet i några fritidsbåthamnar i göteborgsområdet. Avsikten var att ge underlag till fortsatt diskussion baserat på fakta. I tidigare mätningar har halten koppar i fritt vatten inte mätts utan mätningarna har gjorts i lakvatten från spolplattor, i bottensediment samt i mark på båtuppställningsplatser. Mätningarna har genomförts under fyra år med ekonomiskt stöd från Västkustens Båtförbund, Svenska Kryssarklubben och från Svenska Båtunionens Miljökommitté.

1.1 Toxicitet och gränsvärden

Gränsvärden för olika ämnen, substanser och även organismer är viktiga i arbetet för att nå en giftfri miljö. Med gränsvärde för ett kemiskt ämne menas en halt eller koncentration under vilken någon negativ påverkan på organismer i miljön inte finns. Gränsvärden baseras på en lång rad toxikologiska undersökningar där man bestämmer hur giftigt ett ämne är för olika organismer i näringskedjan. Det finns olika sätt att bestämma gränsvärden beroende på vilket ämne och vilken miljö det gäller och samma regler gäller nationellt och inom EU. För ett ämne bestämmer man den predikterade koncentration av ämnet under vilken man inte ser någon påverkan på omgivningen, den s.k. Predicted No-Effect Concentration (PNEC). PNEC beräknas vanligtvis genom att dela toxikologiska exponeringsnivå (dosbeskrivare) med en bedömningsfaktor (säkerhetsfaktor). Som exponeringsnivå för att härleda PNEC används ofta den koncentration under vilken man inte ser någon påverkan, den s.k. No Observable Effect Concentration (NOEC). Ett ämnes biotillgänglighet ingår i riskvärderingen eftersom ett ämne som inte är tillgängligt inte heller kan utöva någon giftverkan oavsett hur giftigt det är i sin biotillgängliga form. EU:s gränsvärde för biotillgänglig koppar är 5,2 µg/l. Under denna nivå har man inte observerat någon negativ påverkan på alla de organismer som undersökts. I Sverige har man velat vara mera försiktig och därför reducerat EU:s gränsvärde ytterligare i olika miljöer.

För toxiska ämnen i vattenmiljön klassificerar de svenska vattenmyndigheterna ekologisk status för ytvattenförekomster och fastställer miljö kvalitetsnormer samt när god status ska vara uppnådd.

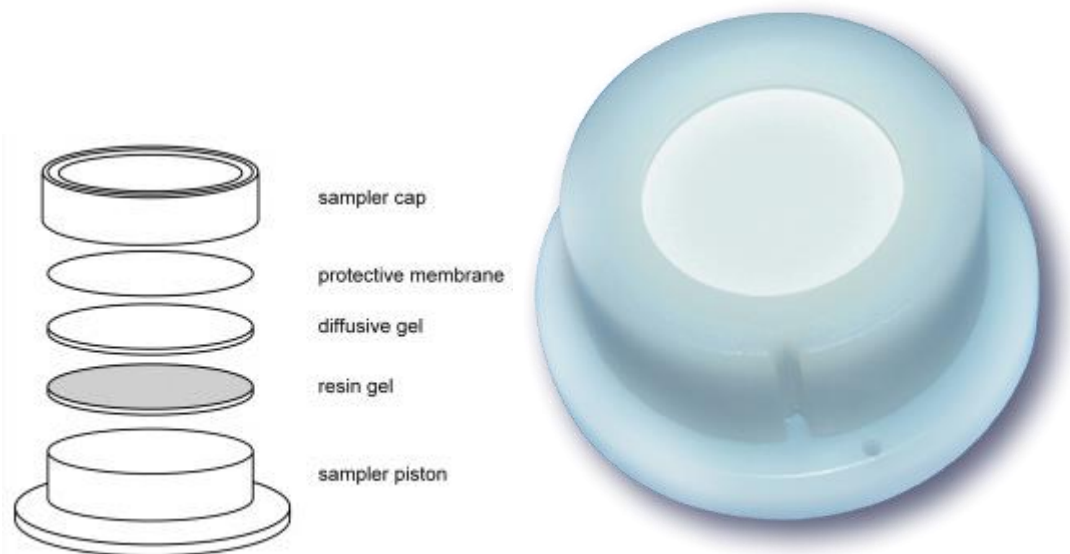
God kemisk ytvattenstatus innebär att halterna av giftiga ämnen i en vattenförekomst inte får vara högre än vad som anges i bilaga 6 till Havs- och vattenmyndighetens föreskrifter om klassificering och miljö kvalitetsnormer avseende ytvatten, [HVMFS 2019:25](#).

I föreskriften anges som gränsvärde för god status avseende årsmedelvärden för biologiskt tillgänglig koppar i Västerhavet 2,6 µg/l, i Östersjön 0,87 µg/l och i inlandsytvatten 0,5 µg/l. För zink är motsvarande gränsvärden 3,4 µg/l för Västerhavet, 1,1 µg/l för Östersjön respektive 5,5 µg/l i inlandsytvatten.

2 Metoder

Vi har undersökt kopparhalten i vattnet i ett antal småbåtshamnar i syfte att kartlägga vilka miljörisiker användning av kopparhaltig båtbottnfärg kan innebära. En förutsättning för att ett ämne kan utöva sin giftverkan är att den är biotillgänglig, dvs att den kan tas upp eller diffundera in i de organismer där man befärrar en skadlig inverkan. För koppar är det endast i dess jonform (Cu^{2+}) som tas upp av organismer (Sternbeck 2000, sid 13). Halten av kopparjoner Cu^{2+} kan inte mätas direkt i vattnet. Vi har därför undersökt kopparförekomsten på två sätt: 1) dels som den del av kopparmängden som är biotillgänglig, dvs jonformen, med hjälp av DGT-provtagare, och 2) dels som stickprov på vattnet för totalanalys och modellberäkning. För modellberäkningen behöver fler parametrar vara kända i stickproven och därför har vi tagit med dessa i de resultat som redovisas i tabellerna nedan

- 1) Upptag i en DGT-provtagare (Diffusive Gradients in Thin films). Detta är en s.k. passiv provtagare som ackumulerar metaller i dess jonform. Passiv provtagning är en etablerad metod för att bland annat undersöka förekomst och koncentrationer av miljögifter i vatten (t.ex. HaV 2016, Knutsson 2013). Provtagaren ligger i vattnet under c:a 2 veckor och genom att utgå från exponeringstiden och vattentemperaturen kan den biotillgängliga halten i vattnet beräknas i samband med analysen (som gjorts av ett speciallaboratorium ALS i Luleå). Fördelen är också att man får ett medelvärde under exponeringstiden. Även halter av andra metaller erhålls vid analysen (se tabell 1).



- 2) Analys av vatten taget som stickprov på flera grundämnen inklusive Mg, Ca och Na, totalt organiskt kol, pH, anjoner och konduktivitet. De halter vi uppmätt har sedan använts för att beräkna hur stor del av kopparn som är i jonform med hjälp av ett datorbaserat geokemiskt modelleringsverktyg. Med detta beräknar man med hjälp av kända jämviktskonstanter hur de oorganiska ämnena föreligger i det aktuella vattnet. Beräkningen visar vilka salter som bildas vid aktuella värden på pH, redoxpotential, temperatur, metall- och anjonhalter. Salter och oorganiska specier går inte att mäta direkt med kommersiella analysinstrument och därför används denna väl beprövade metod.

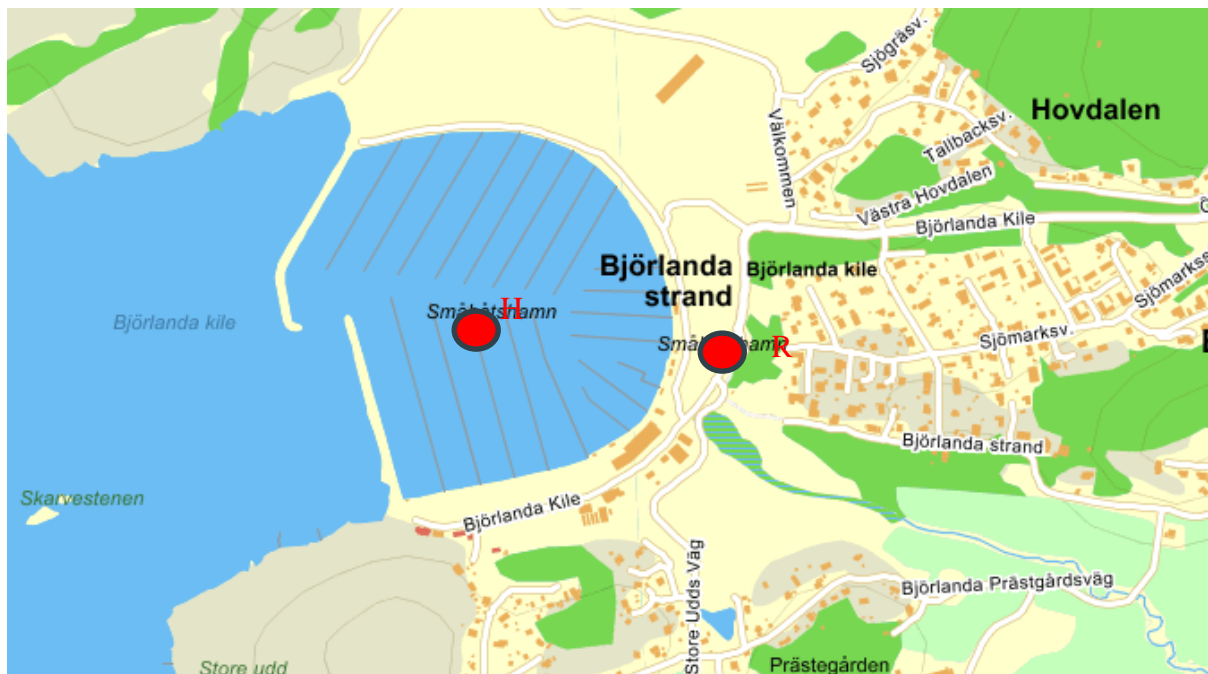
Mätningar har utförts under fyra år, 2017-2020. Denna rapport redovisar framför allt 2020 års mätningar samt ger en sammanfattning av tidigare års mätningar. I år har utöver tidigare valda småbåtshamnar, provtagning även skett i Vänern (Karlstad) och i södra Östersjön (Kalmar) för att kunna avgöra om koppar är mer biotillgänglig vid lägre salthalt i vattnet.

3 2020 års mätningar

3.1 Provtagningsplatser

Provtagning skedde i de centrala delarna av småbåtshamnarna. I Göteborg provtogs tre olika småbåtshamnar, i Kalmar två och i Karlstad en småbåtshamn.

3.1.1 Provtagningsplatser Göteborg



Figur 1. Provtagningsplatser Björlanda Kile. H betecknar provtagningsplats i hamnen på c:a 80 cm djup och R betecknar positionen av regnmätaren med en DGT-sond i.



Figur 2. Provtagningsplats Hinsholmen, brygga X 25. H=provtagningsplats



Figur 3. Provtagningsplats Fiskebäck. H=provtagningsplats.

3.1.2 Provtagningsplatser Kalmar



Figur 4. Kalmar Gästhamn.



Figur 5. Stensö småbåtshamn, Tegelviken, Kalmar

3.1.3 Provtagningsplats Karlstad



Figur 6. Karlstads Segelsällskaps hamn i Karlstad

3.2 Provtagning

DGT-sonderna lades i rena, uppskurna innebandybollar som knöts fast i bryggan med ett snöre. Sonderna lades på 80-100 cm under ytan för att ligga på ett relativt ostört djup. Vid samma position togs vattenprov ut för analys av totalhalter. Temperaturen och den tid (c:a 2 veckor) som sonderna låg i vattnet användes för att beräkna den biotillgängliga metallhalten i vattnet

3.3 Biotillgänglig halt med DGT

Tabell 1. Resultat från mätningar med DGT, 2020. Provsonderna exponerades under två veckors tid. I Göteborg 21 sept-5 okt., Kalmar 2 okt-16 okt och i Karlstad 1 okt-14 okt. Tecknet < före siffran betecknar att halten är under den analyserbara mätgränsen. Värdet för koppar och zink som överskrider respektive gränsvärde (se avsnitt 1.1, sid 4) har markerats med rött i tabellen.

Parameter	Enhet	Göteborg, Björlandakile	Göteborg, Fiskebäck	Göteborg, Regnmätare	Göteborg, Hinsolmen	Kalmar Gästhamn	Kalmar, Stensö	Karlstad, KSS bryggpl C19
Temp	°C	14,0	14,0	14,0	14,0	13,8	13,2	10,6
Tid	h	335,33	333,92	334,75	333	335,13	334,75	335,25
pH		8,1	8,0		8,1	7,8	7,8	7,1
Al	µg/l	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
Cd	µg/l	0,0010	0,012	0,13	0,012	0,024	0,0039	0,0024
Co	µg/l	0,024	0,031	0,026	0,028	0,036	0,02	0,0069
Cr	µg/l	<0.1	<0.1	0,156	<0.1	<0.1	<0.1	0,132
Cu	µg/l	1,91	2,48	3,5	0,882	0,83	0,137	0,049
Fe	µg/l	1,96	1,06	1,42	1,23	<1	2,05	<1
Mn	µg/l	2,5	2,04	0,814	1,49	10,6	7,06	4,5
Ni	µg/l	0,23	0,23	0,26	<0.2	<0.2	0,25	<0.2
Pb	µg/l	0,0063	0,011	0,059	0,0073	0,012	<0.004	<0.004
U	µg/l	0,098	0,11	0,00082	0,086	0,30	0,18	0,0012
Zn	µg/l	2,94	6,23	8,25	1,66	4,68	1,16	2,45

Den biotillgängliga formen av koppar (Cu^{2+}) ligger under gränsvärdet i samtliga hamnar. Det ska tilläggas att även om det var sent på säsongen var det fortfarande många båtar som låg kvar i vattnet. Den enda provpunkten där gränsvärdet överskreds var i regnmätaren vilket innebär att det finns högre halt av biotillgänglig koppar i regnvattnet än i själva hamnbassängen. Regnvatten är mycket jonsvagt och vi kan finna en förklaring till detta när vi studerar resultaten från den geokemiska modellen nedan. Värt att notera är också att pH låg i intervallet 7 - 8 i samtliga provpunkter. För zink överskreds gränsvärdet i Fiskebäck, Kalmar gästhamn och i regnvattnet. I den här miljön är det inte båt bottenfärg som är den viktigaste källan till zink utan snarare regn och varmförzinkat stål som t.ex. ankare, vajrar, bryggbeslag, offeranoder etc.

3.4 Biotillgänglig halt med geokemisk modell samt totalhalt

För att kunna räkna ut den del av koppar som är biotillgänglig togs ett vattenprov som stickprov i varje hamnbassäng. Detta analyserades för en lång rad olika grundämnen och föreningar. Denna karaktärisering av vattenprovet matades sedan in i en geokemisk datormodell. Vi använde ett program som utvecklats av det amerikanska geologiska institutet USGS, United States Geological Survey. Programmet heter PHREEQC (ska utläsas som PH (pH), RE (redox), EQ (equilibrium), C (programspråket C) och finns fritt att ladda ner från USGS hemsida. Programmet räknar via kända jämvikts- och fördelningskonstanter ut vilken sammansättning ett vatten har vid det aktuella pH, DOC (löst kol) anjoner och metallhalter (totalhalt). Programmet är väl etablerat och används av forskare runt om i världen

(t.ex Gustafsson *et al.* 2009; Crawford 1999). De parametrar som matades in i programmet framgår av tabell 2.

Tabell 2. Resultat av analysen av stickproven från de olika mätstationerna. Totalhalter av metaller. Denna data användes för beräkningarna i den geokemiska modellen.

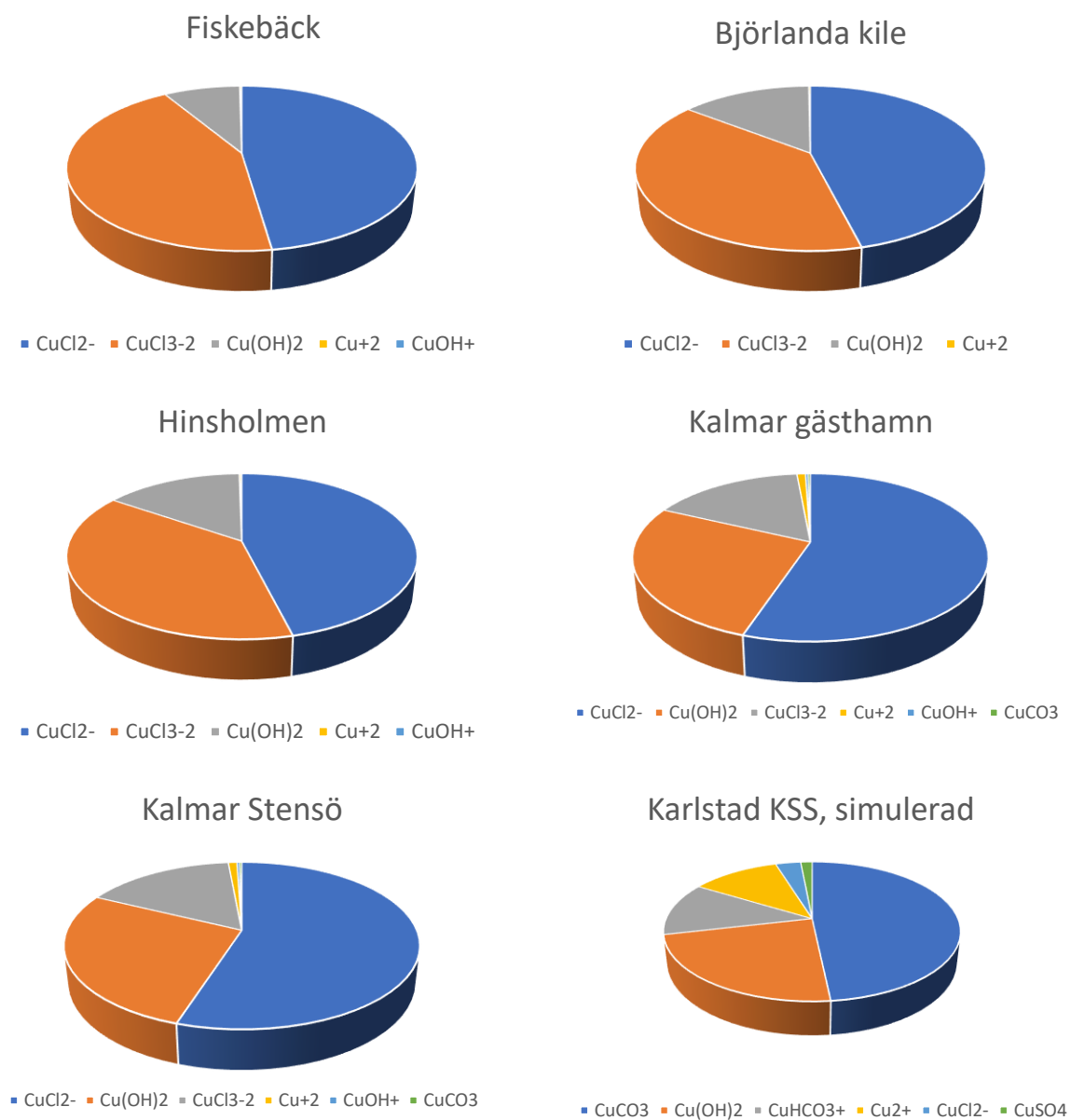
Parameter	Enhet	Göteborg Fiskebäck	Göteborg Björlanda	Göteborg Hinsholmen	Kalmar Gästhamn	Kalmar Stensö	Karlstad, KSS
Provtagningsdatum		20-10-05	20-10-05	20-10-05	20-10-16	20-10-16	20-09-17
Temperatur	□C	14	14	14	15,5	16	10,6
pH-värde		8,0	8,1	8,1	7,8	7,8	7,1
Konduktivitet	mS/m	3290	3130	3060	1280	1280	<5
DOC	mg/l	3,0	3,2	3,4	4,9	4,9	4,4
Fluorid	mg/l	1,9	1,8	1,9	0,028	0,028	0,05
Klorid	mg/l	11400	10800	10500	4190	4190	6,0
Nitrat	mg/l	0,21	0,29	0,32	0,21	0,21	0,2
Fosfat	mg/l	<0,02	<0,02	<0,02	0,11	0,11	<0,005
Sulfat	mg/l	1630	1540	1490	794	794	2,4
Fe 2+	mg/L	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	-	0,31
Mn 2+	mg/L	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	-	-
Al, aluminium	µg/L	10,9	37	14,7	11,4	5,35	<60
Ba, barium	µg/L	6,1	7,34	6,81	19,6	20,4	22,3
Ca, kalcium	mg/L	244	226	230	104	104	3,04
Cd, kadmium	µg/L	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<20
Co, kobolt	µg/L	<0,05	0,070	<0,05	0,091	0,094	<20
Cr, krom	µg/L	0,18	0,16	0,13	<0,1	<0,1	<20
Cu, koppar	µg/L	5,08	4,47	2,04	2,52	1,2	<7
Fe, järn	mg/L	0,024	0,073	0,022	0,046	0,021	0,35
Hg, kvicksilver	µg/L	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	
K, kalium	mg/L	242	225	228	86	85,8	0,77
Mg, magnesium	mg/L	718	673	680	265	265	0,892
Mn, mangan	µg/L	3,82	9,84	3,55	18,4	13,8	24,7
Mo, molybden	µg/L	6,22	6,29	6,3	1,95	1,74	<20
Na, natrium	mg/L	6340	5970	5990	2260	2250	4,25
Ni, nickel	µg/L	<0,5	<0,5	0,56	1,11	0,81	<20
P, fosfor	µg/L	<40	<40	<40	53,3	<40	<200
Pb, bly	µg/L	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<100
Si, kisel	mg/L	<0,3	<0,3	<0,3	0,96	0,81	1,69
Sr, strontium	µg/L	4900	4570	4630	1780	1780	17,7
Zn, zink	µg/L	8,62	3,43	<2	8,46	2,37	<10

Mätvärdena i tabell 2 visar vattnets sammansättning och egenskaper vid det aktuella provtagningstillfället. Dessa mätvärden användes sedan för att beräkna i vilken form (specie) koppar förekommer med hjälp av den geokemiska modellen. Sammansättningen hos vattnet med avseende på vilka andra joner och ämnen som finns samt pH, påverkar i vilken form som koppar förekommer när jämvikt uppnåtts. Resultatet från beräkningarna visas i tabell 3. Resultaten är uttryckta som procent av totalhalten koppar. Samma resultat visas som cirkeldiagram i figur 7.

Tabell 3. Resultatet för koppar från den geokemiska modellen. Tabellen visar i vilken form som koppar (i procent av totalhalten) förekommer vid jämvikt i den aktuella vattenkemin.

Koppar-förening (specie)	Fiskebäck	Björlanda	Hinsholmen	Kalmar Gästhamn	Kalmar Stensö	Karlstad KSS
CuCl_2^-	47,67%	46,00%	46,05%	55,02%	54,84%	3,22%
CuCl_3^{2-}	43,64%	39,36%	38,45%	16,51%	16,24%	0,04%
$\text{Cu}(\text{OH})_2$	8,39%	14,32%	15,14%	26,78%	27,23%	22,63%
Cu^{2+}	0,16%	0,17%	0,18%	0,92%	0,94%	11,31%
CuOH^+	0,07%	0,09%	0,09%	0,28%	0,29%	0,99%
CuCO_3	<0,00%	0,03%	0,04%	0,25%	0,23%	47,58%
CuHCO_3^+	<0,00%	<0,00%	<0,00%	0,01%	0,01%	12,22%
CuSO_4	0,02%	<0,00%	0,02%	0,12%	0,12%	1,46%

Figur 7. Cirkeldiagram som visar den relativa sammansättningen av kopparföreningar i de aktuella småbåtshamnarna. Data från tabell 3.



I de salta vattnen på västkusten så dominerar kopparklorider. Detta är inte så förvånande eftersom halten kloridjoner i dessa vatten är över 10 000 mg klorid/liter. Den fria biotillgängliga kopparjonen utgör här mindre än 0,2 % av totalkopparhalten. I det mer bräckta Östersjövattnet i Kalmar dominerar också kopparkloriderna men kopparhydroxiderna utgör en större del av totalhalten. Den biotillgängliga delen av totalkopparhalten är något högre här men utgör endast knappt 1 % av totalhalten, resten är salter som inte tas upp av levande organismer.

I Karlstad var kopparhalten så låg att totalhalten hamnade under rapporteringsgränsen. En simulering gjordes ändå där en vi antog kopparhalt på 0,12 µg/l. I Väneren är situationen till stor del en annan jämfört med kustvattnen. Kopparsammansättningen domineras av kopparkarbonat (CuCO₃) och kopparhydroxider. Den del av totalhalten som utgörs av den biotillgängliga kopparjonen är också större här, 11,3 %. Totalhalten koppar är emellertid lägre här. Tabell 4 visar vilka halter av totalkoppar och kopparjonen som finns i de olika småbåtshamnarna med de olika metoderna. Det är viktigt att komma ihåg att den geokemiska modellen visar halterna när systemet kommit till jämvikt och att verkligheten är mer dynamiskt eftersom ny koppar hela tiden tillförs, inte minst via regn- och dagvatten samt bidrag från vattendrag i närheten.

Tabell 4. Halter av koppar i de olika småbåtshamnarna som undersökts (µg/l).
B=biotillgänglig

ELEMENT	Göteborg, Björlanda-kile	Göteborg, Fiskebäck	Göteborg, Hins-holmen	Kalmar, Gästhamn	Kalmar, Stensö	Karlstad, KSS bryggpl C19
Cu, totalhalt	5,08	4,47	2,04	2,52	1,2	<7
Cu ²⁺ (B), DGT	1,91	2,48	0,882	0,83	0,137	0,0488
Cu ²⁺ (B), geokemisk modell*	0,0081	0,0076	0,0037	0,0232	0,0113	

*Beräknad halt baserad på totalhalterna i tabell 2.

Skillnaden mellan totalhalt och DGT värdena ligger mellan en faktor 2 och 9. Mellan DGT-värdena och den geokemiska modellen är skillnaden mycket större. Till skillnad från DGT-värdena tar den geokemiska modellen också hänsyn till halten löst organiskt kol i vattnet (DOC, dissolved organic carbon). Metaller adsorberar på kol och denna effekt betyder så mycket för biotillgängligheten att myndigheterna gett ut instruktioner om hur denna ska hanteras i HVMFS 2019:25. Relationen mellan löst organiskt kol (DOC) och biotillgänglig koppar är sådan att man dividerar den lösta halten av koppar (Cu) med med $(DOC/2)^{0,6136}$. Högre kolhalt (DOC innebär alltså att en mindre del av den lösta kopparen är biotillgänglig. Den geokemiska modellen visar halten när jämvikt ställt in sig medan DGT-provtagaren ackumulerar koppar under två veckors tid. Den geokemiska modellen visar ett ostört idealt system där alla jämvikter ställt in sig. Därför är det denna låga halt man skulle finna vid ett ostört system och därmed kommer halten koppar(II) joner obevekligt att minska pga. naturlagsbunden jämvikt kemi. Vattnet i en havsvik skulle alltså med tiden få låga kopparhalter om den lämnades ostörd, t.ex en nedlagd marina utan dagvattenutsläpp. Detta bekräftas också av de låga halterna under vinterhalvåret (Fig. 8).

4 Sammanfattning och diskussion av mätresultaten 2017–2020

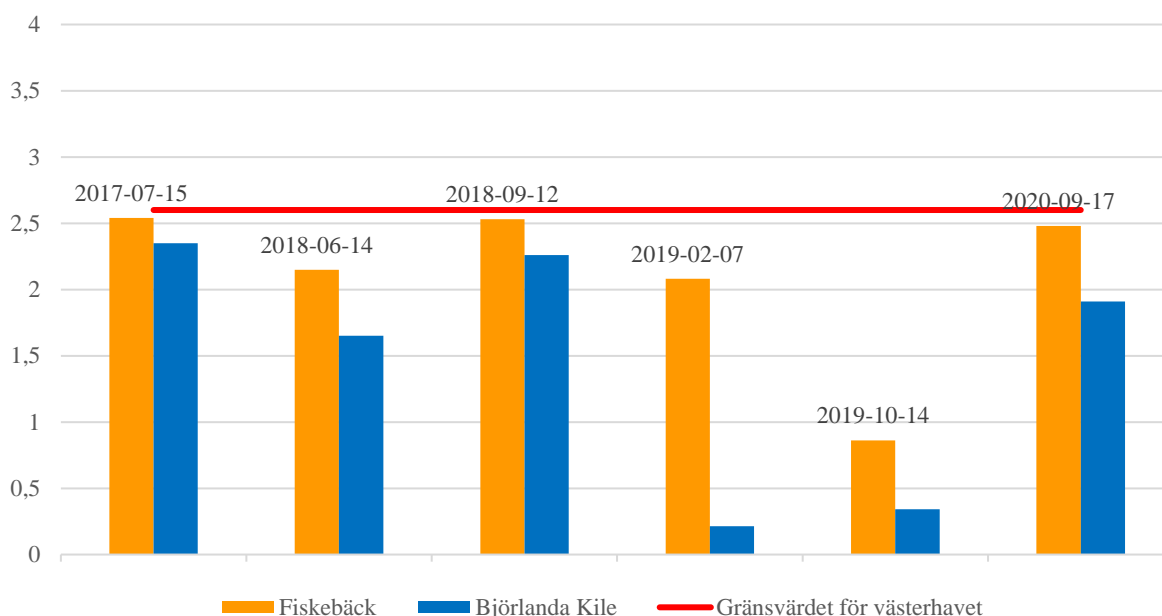
DGE har tillsammans med Västkustens Båtförbund, Svenska Kryssarklubben och Svenska Båtunionen genomfört mätningar i småbåtshamnar på västkusten under fyra år (2017-2020). Tidigare har en mängd undersökningar gjorts där man studerat kopparhalter i sediment och mark. Undersökningar i ytvatten är relativt få och studier av biotillgänglig koppar ännu färre.

Vårt moderna samhälle använder koppar i allt från vattenledningar, takbeklädnader till bromsklossar på bilar. Den naturliga tillförseln är också betydande från nederbörd, annat nedfall från atmosfären samt vattendrag. Man har gjort en mängd inventeringar av koppar användningen i samhället och försökt koppla detta till miljöpåverkan via massbalansberäkningar.

Det vi funnit i våra undersökningar är emellertid att en mycket liten del av den koppar som läcker ut i havet är biotillgänglig. Detta överensstämmer också med tidigare undersökningar av koppar i samhället (Landner och Reuther, 2004) Man har skjutit in sig på att användningen av kopparhaltig båtottenfärg skulle vara ett miljöproblem eftersom färgen är konstruerad för att läcka ut koppar. Våra undersökningar visar emellertid att koppars giftverkan är begränsad till ett mycket lokalt område alldeles nära båtskroven (Ivarsson, 2019) och att den biotillgängliga halten (kopparjonen, Cu^{2+}) i småbåtshamnarnas vatten når inte upp till gällande gränsvärden. När kopparjonerna blandas med havsvatten bildar de mycket snabbt salter som blir otillgängliga för levande organismer och halten biotillgängliga joner sjunker till låga ofarliga nivåer. Detta stöds också av undersökningar där man studerat kopparhalten i biologiskt material (Bergkvist & Magnusson 2017)

4.1 Variation i biotillgänglig halt och totalhalt

De DGT- undersökningar som genomförts under 4 år framgår av tabell 7 på sid 24 och figur 8 nedan. Halterna varierar under åren. Mätningen från juni 2019 har inte tagits med i figur 8 eftersom den verkar ha utsatt för någon störning. Den visar ett DGT-värde som är högre än totalhalten vilket är orimligt. Notera även att halten sjunker under vinterhalvåret. Man kan spekulera i om jämvikterna har mer tid att ställa in sig då och om det inte tillförs lika mycket koppar under vinterhalvåret.

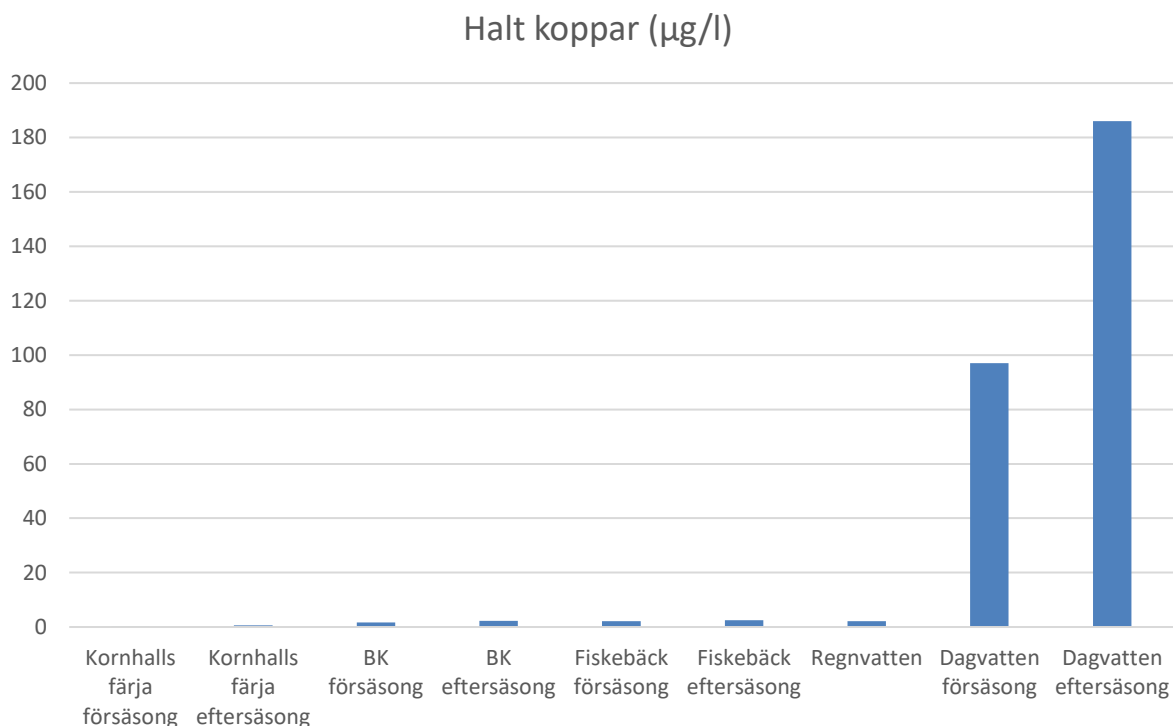


Figur 8. Sammanställning av fyra års mätningar av biotillgänglig koppar i de två småbåtshamnarna Fiskebäck och Björlanda Kile utanför Göteborg. Mätningarna är gjorda med DGT-provtagare och utgör ett medelvärde över två veckor. Datum markerar provtagningsdatum.

4.2 Andra källor till koppar i hamnbassängvattnet

I 2020 års resultat fann vi den högsta halten biotillgänglig koppar i regnvattnet. I ett såjontsvagt vatten som regnvatten kommer en större del av kopparn vara löst som joner eftersom det inte finns så mycket andra joner att bilda salter med. 2020 innehöll regnvattnet 3,5 µg/l och 2018 var halten 2,1 (försäsong) och 2,2 (eftersäsong). Mätningarna 2019 gav ett kopparinnehåll på 2,2. Tillförseln av koppar via atmosfäriskt nedfall är alltså betydande med tanke på vilka stora ytor som begjuts med regnvatten varje år.

År 2017 och 2018 gjordes också undersökningar (med DGT) av det dagvatten som rinner ut i Björlanda Kiles hamnbassäng och jämfört med de halter vi fann i hamnbassängerna var det dramatiskt höga halter (Fig. 9). Vattnet hade runnit längs parkeringsplatsen där många båtar står uppställda utanför säsongen.



Figur 9. Halter av biotillgänglig koppar i Nordre älv (Kornhalls färja), hamnbassängerna i Björlanda Kile (BK) och Fiskebäck samt regnvatten och dagvatten. Provtagning med DGT. Försäsong avser tiden 2018-06-14 till 2018-06-28 och eftersäsong 2018-09-12 till 2018-09-27

De höga halterna av biotillgängligt koppar i dagvattnet ombildas alltså snabbt i det salta hamnbassängvattnet och ombildas till icke biotillgängliga former. Vattenkemin i hamnbassängen reducerar alltså biotillgängligheten hos koppar mycket effektivt.

Flera undersökningar har visat på höga halter koppar i bottensedimenten och det är känt att spolplattor och uppställningsplatser genererar höga halter koppar när båtarna skrapas och görs i ordning inför nästa säsong. Båtklubbarna är ålagda att samla upp och rena vattnet från färgrester men en del kommer ändå ut. Man kan då fråga sig om sedimenten kan läcka ut koppar till vattnet när båtpropellrar river upp sedimenten och de blandas med vattnet.

För att undersöka detta gjordes ett sådant försök i mars 2019. En fiskebåt med stark motor (300 hk) fick köra fram och tillbaka över tre grunda områden i Fiskebäcks småbåtshamn tills vattnet var helt grumlat med sediment. Vattenprover togs sedan ut och analyserades med avseende på totalhalten av koppar och zink (Ivarsson 2019). Inga prover visade kopparhalter över rapporteringsgräns och endast låga halter zink kunde påvisas (Tab. 5)

Tabell 5. Resultat av sedimentinnehållande vatten. Totalhalter

Parameter	Enhet	F1	F2	F3
Zink Zn	mg/l	0,014	0,012	0,016
Koppar Cu	mg/l	<0,01	<0,01	<0,01

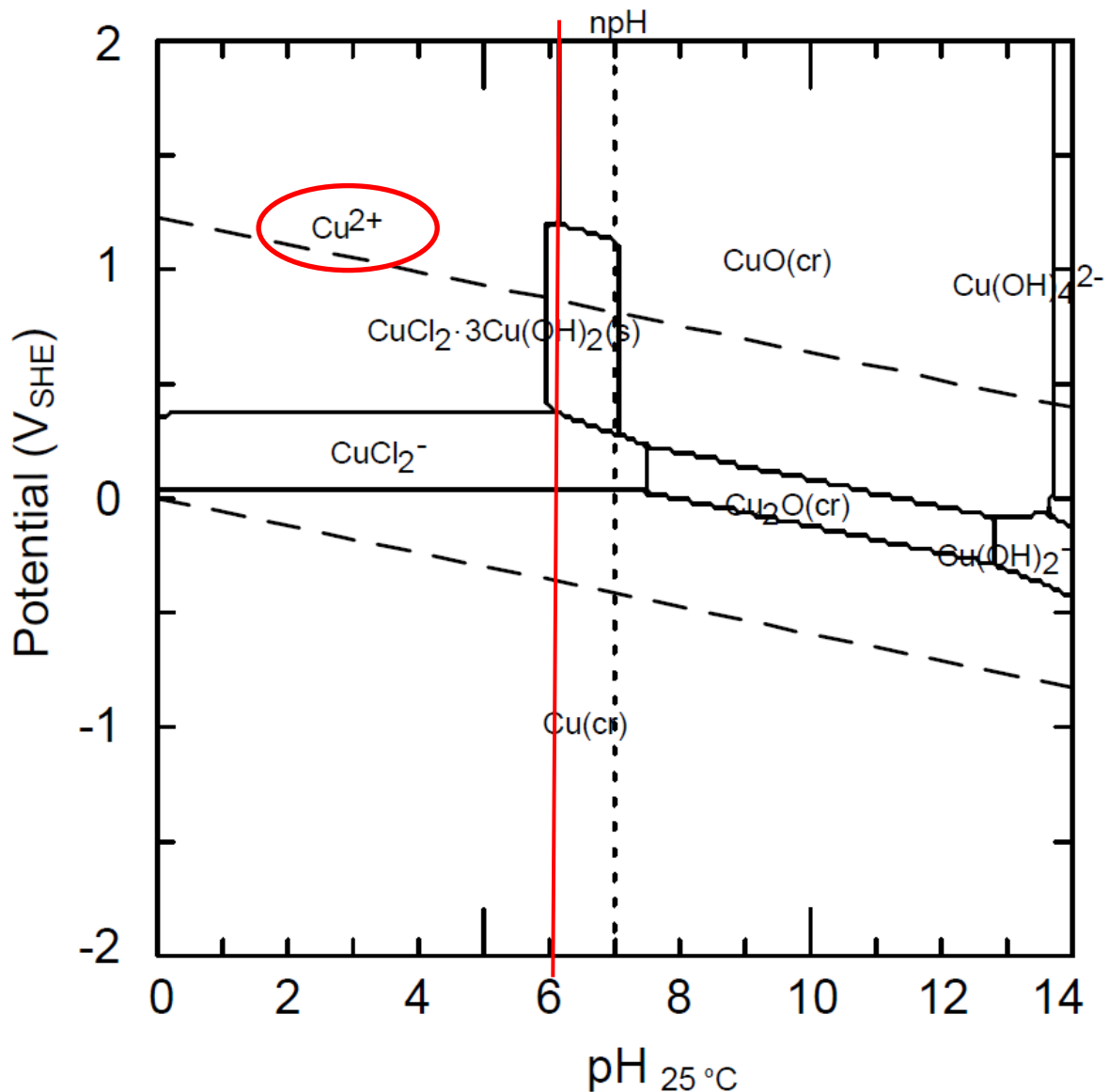
Mot bakgrund av resultaten från beräkningarna med den geokemiska modellen är detta inte så förvånande. De kopparsalter som bildas i havsvattnet (Fig. 11) bör inte återlösas i någon utsträckning utan till stor del vara fastlagda mot sedimentpartiklarna.

4.3 Skillnader i biotillgänglighet mellan salt- bräckt- och sötvatten

Koppar bildar snabbt kloridsalter i havsvatten på Sveriges västkust. Exemplet ovan visar att dagvattnet har en kopparjonhalt av 97 respektive 186 µg/l men i själva hamnbassängen kan endast 1,65 respektive 2,26 µg/l uppmätas vid samma tidpunkt. Den koppar som gick in i hamnbassängen blandades snabbt med det salta havsvattnet och koncentrationen fria kopparjoner minskade till under gränsvärdet (Fig. 9).

I bräckt vatten i Östersjön är salthalten lägre men även här ser vi en stor mängd kopparklorider och en större halt olösliga kopparhydroxidsalter (Tab. 3). Den fria kopparjonhalten är något högre än på västkusten men håller sig ändå under en procent av totalkopparhalten.

I sötvatten kan man föreställa sig att situationen är en annan. Här dominerar kopparkarbonater och -hydroxider. Teoretiskt bör också den fria kopparjonhalten utgöra c:a 10 % av den totala kopparhalten (Tab. 3) men DGT-mätningarna visade förvånansvärt låga halter i Karlstad, 0,05 µg/l (Tab. 1). Man kan tänka sig flera anledningar till detta. En är att man inte målar båtarna med kopparhaltig bottenfärg i samma utsträckning i Karlstad men dag- och regnvattnet bör ändå betyda att koppar tillförs hamnbassängen. En annan förklaring kan vara att pH ligger över 7 och kopparjonen existerar endast sparsamt vid ett pH över 6 (Fig. 10).



Figur 10. Pourbaixdiagram över de olika kopparspecierna.

5 Miljökonsekvenser av att använda kopparhaltig båtbottnfärg

Koppar är giftigt i höga halter men alla organismer behöver koppar för att kunna leva. Det ingår i en rad enzymer som hjälper ämnesomsättningen samt omsättningen av järn i kroppen. För att vi ska må bra behöver vi alltså få i oss en viss mängd koppar – men inte för mycket. Brist på koppar är ovanligt och uppstår mest vid vissa tarmsjukdomar. Brist på koppar kan ge anemi, blodbrist, och störd benbildning hos barn, liksom störd hjärnfunktion hos vuxna. Rekommenderat intag är 0,9 mg/dag. Gränsvärdet för koppar i dricksvatten är inom EU 2 mg/l och det svenska nationella gränsvärdet är 0,2 mg/l. Negativa hälsoeffekter kan uppstå vid ett intag över 5 mg/l (SLV 2020).

Denna halt motsvarar 5 000 µg/l som är mer än 500 ggr högre än Göteborg kommuns riktvärde för koppar i dagvatten på 10 µg/l.

Giftigheten hos koppar är alltså koncentrationsberoende. Får vi för lite koppar (under 900 µg/dag) riskerar vi att bristsjukdomar uppstår och får vi för mycket (mer än 5000 µg/l) uppkommer blir vi förgiftade.

Att riktvärdena för miljöutsläpp är lägre än för mänsklig konsumtion är inte konstigt eftersom det finns mer känsliga organismer i miljön än vi människor. ECHA (Europeiska kemikaliemyndigheten) klassar koppar som toxiskt för vattenlevande organismer (H400/410)

En förutsättning för att giftverkan för ett ämne ska vara negativt i miljön är ändå att det är biotillgängligt, dvs att biologiska djur och växter kan ta upp ämnet ifråga, och att det förekommer i en koncentration som kan påverka. Detta ligger till grund för de gränsvärden för biotillgänglig halt som tagits fram inom EU. För ytvatten i havet är har EU, från en lång rad undersökningar funnit ett NOEC värde på 5,2 µg/l och därefter lagt på en säkerhetsfaktor på 2. EU:s riktvärde för biotillgänglig halt av koppar är därför 2,6 µg/l som i Sverige har antagits som nationellt gränsvärde för västkusten och 0,87 µg/l (ytterligare säkerhetsfaktor på 3) för Östersjön med hänvisning till en ökad känslighet i den svenska miljö.

6 Slutsatser

Koppar är ett essentiellt spårämne som behövs för uppbyggnad av proteiner, enzymer, immunsystemet och nervsystemet. I höga nivåer blir det giftigt och kan orsaka problem med t.ex. sköldkörteln och hormonbalansen i kroppen.

Användandet av koppar i båtbottenfärg fungerar avskräckande för havstulpaner och andra invertebrater. Det minskar påväxten på båtskrovet vilket ger en lägre bränsleförbrukning och ökad manövrerbarhet.

Läckaget av koppar från båtbottenfärger bidrar mycket lite till halten biotillgänglig koppar i hamnbassängerna, särskilt i det salta västerhavet. I Östersjön (Kalmar) och Vänern (Karlstad) är andelen fri biotillgänglig koppar högre men även här är halten av fria kopparjoner mycket låg. De största bidragen kommer från kopparinnehållande nederbörd och dagvatten (Tröjbom *et al.* 2015).

Tillförseln av koppar från fritidsbåtarnas botten utgör en liten del av den totala tillförseln till havet. En sammanställning av källor till koppartillförsel för hela Östersjön baserad på HELCOM (Progress Report No. 24, 1987) och den s.k. SHEBA-undersökningen (SHEBA, 2018) visar att koppar från fritidsbåtar utgör 1, 7 procent av den totala tillförseln.

Den koppar som läcker ut från båtskroven bildar snabbt klorid-, hydroxid- och karbonatsalter som inte är biotillgängliga, dvs de kan inte tas upp av levande organismer i den formen (Fig. 11).

Enligt EU:s ramdirektiv för vatten så ska alla medlemsstater kartlägga och klassa sina vattenförekomster med avseende på biologisk och kemisk status. I Sverige pågår detta arbete och Vattenmyndigheterna har sammanställt undersökningarna och statusklassningarna i en

databas som heter VISS (VattenInforrmationsSystem Sverige). Denna administreras av Länsstyrelsen i Jönköping. En del debattörer framför att höga kopparhalter är anledningen till att ett 20-tal vattenförekomster inte uppnår god miljöstatus. Vi har kontrollerat dessa uppgifter och funnit att i 26 vattenförekomster (av totalt mer än 37 000 st) har klassificeringen resulterat i måttlig status (Fransson 2020). Halterna för biotillgänglig koppar ligger i spannet 1–1,45 µg/l. De flesta av dessa vatten återfinns i Norrland (Tab. 6). Ingen vattenförekomst i VISS-databasen har försämrad ekologisk status pga. kopparhalten utan det är alltid något annat som resulterat i sämre kemisk status såsom bromerade difenyletrar kvicksilver, kväve eller fosfor.

Tabell 6. Vattenförekomster där halten koppar resulterat i klassningen ”måttlig status”

Vattenförekomstens namn	Ansvarigt län
Alnösundet	Västernorrland
Baggholmsdraget	Norrbottn
Brunsviken	Stockholm
Burefjärden	Västerbotten
Draget	Västernorrland
Hemsösundet sek namn	Västernorrland
Hudiksvallsfjärden	Gävleborg
Inre Fjärden	Gävleborg
Inre Oskarshamnsområdet	Kalmar
Inrefjärden	Norrbottn
Nätrafjärden	Västernorrland
Sandarnesfjärden sek namn	Gävleborg
Simpan	Västerbotten
Skelleftebukten	Västerbotten
Skelleftehamnsfjärden (Kallholmsfjärden)	Västerbotten
Strömmen	Stockholm
Sundsvallsfjärden	Västernorrland
Svartviksfjärden	Västernorrland
Söderhamnsfjärden	Gävleborg
Ursviksfjärden	Västerbotten
Vargödraget	Norrbottn
Yttre Fjärden	Gävleborg
Yttrefjärden	Norrbottn
Älandsfjärden	Västernorrland
Örnsköldsviksfjärden	Västernorrland
Österfjärden	Västerbotten

Mot bakgrund av andra antifoulingtekniker ofta inte fungerar särskilt bra framstår användningen av kopparhaltig färg för att förhindra påväxt som ett bra alternativ när

beväxningstrycket är högt och andra metoder fungerar dåligt. Den viktiga förklaringen till detta är dels att antifoulingeffekten sker vid skrovytan, dels att naturen har förmåga att minska biotillgängligheten för den koppar som frisätts från ytan genom de jämviktsreaktioner som äger rum i olika typer av ytvatten, i västerhavet, i Östersjön och i sjöar och vattendrag.

Även de alternativa metoderna påverkar miljön negativt. Borsttvätt sprider stora mängder mikroplaster i havet och nya oprövade organiska gifter och andra typer av bottenfärger kan skapa miljöproblem i framtiden.

Minskad påväxt innebär också att invasiva arter inte sprids i samma utsträckning som fallet skulle vara om man helt undviker antifoulingbehandling.

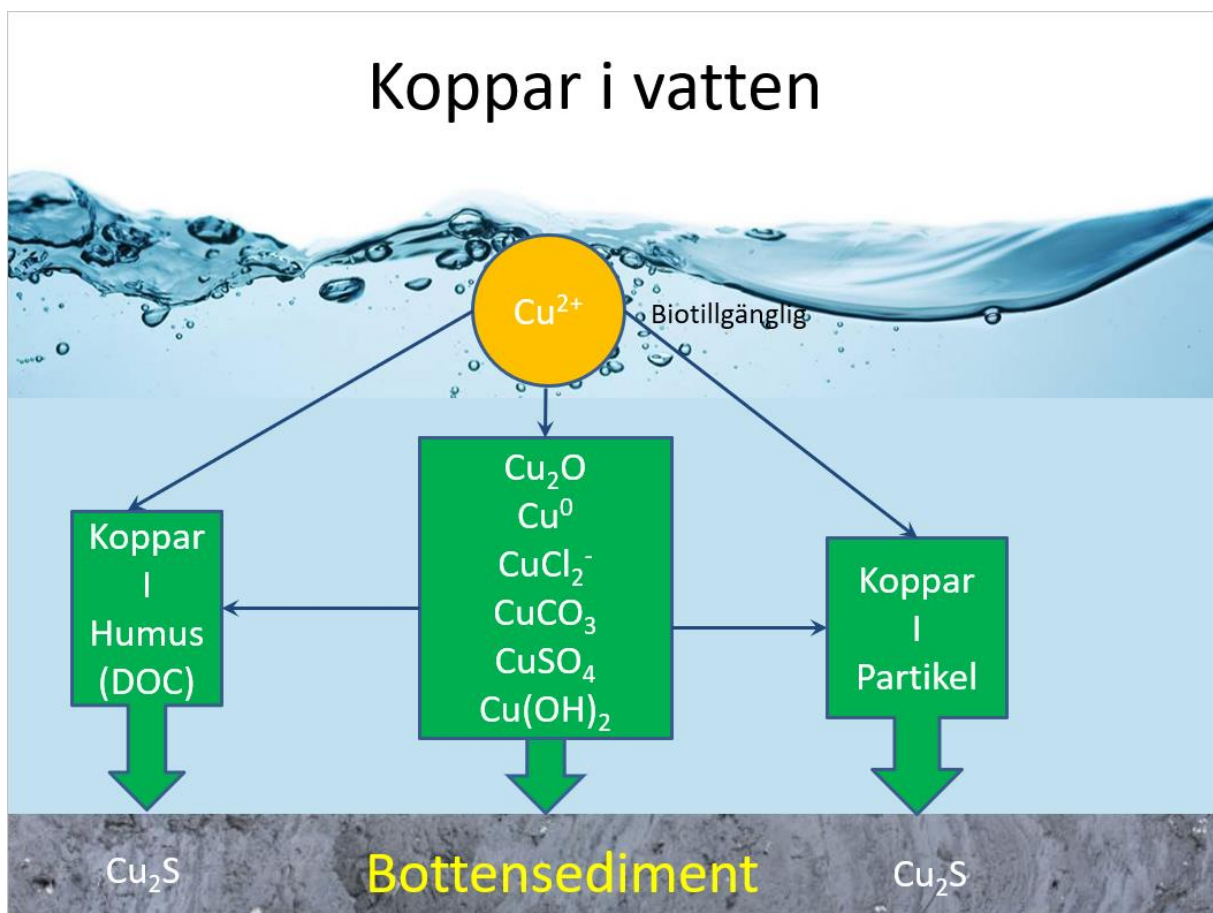


Fig 11. Schematisk bild av hur biotillgänglig koppar (Cu^{2+}) ombildas och går ur vattenmassan genom att bilda salter och immobiliseras i bottensedimenten där den blir otillgänglig för vattenlevande organismer.

Tabell 7. Sammanställning av DGT-värden och totalvärden från de olika mätplatserna under åren 2017 till 2020. DGT-värden som överstiger gränsvärdet för biotillgänglig halt 2,6 µg/l har markerat med rött. DGT-värdet från Hinsholmskilen X25 i juni på 9,52 µg/l har förmodligen utsatts för störning eller annat fel eftersom det överstiger totalvärdet före och efter DGT-perioden vilket är orimligt. Om man bortser från det värdet är det endast tre värden som överstiger gränsvärdet: Torslanda Lagun 2017, Fiskebäck och Björlanda Kile 2019. Även dessa två värden kan ha utsatts för störningar från bryggunderhåll eller liknande under mätperioden.

		2017	2018 juni	2018 sept	2019 feb	2019-06-20	2019 juni	2019-07-04	2019 okt	2020 okt	Medelv
St Rödskår	DGT	0,11									0,11
Gottskår	DGT	0,19									0,19
H-kilen G1	DGT						1,4				1,4
H-kilen X25	Tot					1,4		3,5			2,5
H-kilen X 25	DGT						9,5		0,38	0,88	3,6
Fiskebäck	Tot		4,8*	5,4*		5,4		2,6			4,6
Fiskebäck	DGT	2,5	2,2	2,5	2,1		4,0		0,86	2,5	2,4
Torslanda L	DGT	3,4									3,4
Björlanda Kile	Tot		4,0*	5,5*		10,1		5,4			6,3
Björlanda Kile	DGT	2,4	1,7	2,3	0,21		4,1		0,34	1,9	1,8
Osbäcken	DGT					<		<			<
Kornhalls färja	Tot		1,4*	1,2*							1,3
Kornhalls färja	DGT		0,23	0,57							0,40
Kalmar gästb	DGT								0,83		0,83
Kalmar gästb	Tot								2,5		2,5
Kalmar Stensön	DGT								0,14		0,14
Kalmar Stensön	Tot								1,2		1,2
Karlstad KSS	DGT								0,049		0,049

*Dessa värden är medelvärdet av tre totalvärden tagna i början, mitt i och i slutet av DGT-perioden

7 Referenser

Bergkvist J. Magnusson M. (2017). Miljögifter i biota. Bohuskustens Vattenvårdsförbund. Marine Monitoring AB, Lysekil, Sweden. ISBN: 978-91-87107-31-3

Crawford, J (1999). Geochemical Modelling – A Review of Current Capabilities and Future Directions. Naturvårdsverket SNV Report 262. ISRN SNV-R--262--SE

Fransson, M. (2020). VISS-administratör, Länsstyrelsen i Jönköping. *Pers. comm.*

- Gustafsson, J. P. , Dässman, E. & Bäckström, M. (2009). Towards a consistent geochemical model for prediction of uranium(VI) removal from groundwater by ferrihydrite. *Applied Geochemistry*, 24 (3), 454-462.
- Havs- och vattenmyndigheten (2016). Miljögifter i vatten – klassificering av ytvattenstatus. Vägledning för tillämpning av HVMFS 2013:19. Rapport 2016:26
- Havs- och vattenmyndighetens föreskrifter om klassificering och miljökvalitetsnormer avseende ytvatten HVFMVS 2019:25.
- Knutsson, J. (2013) [Passive sampling for monitoring of inorganic pollutants in water. Thesis. Chalmers University of Technology.](http://publications.lib.chalmers.se/records/fulltext/176403/176403.pdf)
<http://publications.lib.chalmers.se/records/fulltext/176403/176403.pdf>
- Landner, L., and Reuther, R (2004) *Metals in the Society and in the Environment. A Critical Review of Current Knowledge on Fluxes, Speciation, Bioavailability, and Risk for Adverse Effects of Copper, Chromium, Nickel and Zinc.* Kluwer Academic Publishers, Dordrecht.
- Livsmedelverket (2020). <https://www.livsmedelsverket.se/livsmedel-och-innehall/oonskade-amnen/metaller1/koppar>
- Ivarsson, P. (2017). Provtagningar i havet. DGE Rapport nr 8658-17
- Ivarsson, P. (2018). Halter av koppar och zink i två småbåtshamnar. DGE Rapport nr 9585-18
- Ivarsson, P. (2019). Halter av biotillgänglig koppar och zink i småbåtshamnar. DGE Rapport nr 10859-19
- SHEBA (2018) EU-BONUS SHEBA Sustainable Shipping and Environment of the Baltic Sea region. Final report. D 7.5. Available at <https://www.sheba-project.eu/deliverables/index.php.en>.
- Sternbeck, J. (2000): Uppträdande och effekter av koppar i vatten och mark. IVL Rapport/report B1349
- Tröjbom, M., Grolander, S., Lindeström, L. (2015) *Metaller i Vätterns Avrinningsområde. Vätterns vattenvårdsförbund, rapport nr 123.* www.vattern.org



Ankomstdatum **2020-10-09**
 Utfärdad **2020-10-28**

DGE Mark & Miljö AB
Per Ivarsson

Gullbergs Strandgata 9
411 04 Göteborg
Sweden

Projekt **414754**

Analys: SM1

Er beteckning	Björlanda kile				
Labnummer	U11768581				
Parameter	Resultat	Enhet	Metod	Utf	Sign
Temp *	14	°C	1	I	ANER
Timme *	335.33	h	2	I	ANER
Al *	<1	µg/l	2	S	SVS
Cd *	0.00997	µg/l	2	S	SVS
Co *	0.0240	µg/l	2	S	SVS
Cr *	<0.1	µg/l	2	S	SVS
Cu *	1.91	µg/l	2	S	SVS
Fe *	1.96	µg/l	2	S	SVS
Mn *	2.50	µg/l	2	S	SVS
Ni *	0.234	µg/l	2	S	SVS
Pb *	0.00634	µg/l	2	S	SVS
U *	0.0979	µg/l	2	S	SVS
Zn *	2.94	µg/l	2	S	SVS

Er beteckning	Fiskebäck				
Labnummer	U11768582				
Parameter	Resultat	Enhet	Metod	Utf	Sign
Temp *	14	°C	1	I	ANER
Timme *	333.92	h	2	I	ANER
Al *	<1	µg/l	2	S	SVS
Cd *	0.0123	µg/l	2	S	SVS
Co *	0.0309	µg/l	2	S	SVS
Cr *	<0.1	µg/l	2	S	SVS
Cu *	2.48	µg/l	2	S	SVS
Fe *	1.06	µg/l	2	S	SVS
Mn *	2.04	µg/l	2	S	SVS
Ni *	0.228	µg/l	2	S	SVS
Pb *	0.0106	µg/l	2	S	SVS
U *	0.111	µg/l	2	S	SVS
Zn *	6.23	µg/l	2	S	SVS



Er beteckning	Regnmätare				
Labnummer	U11768583				
Parameter	Resultat	Enhet	Metod	Utf	Sign
Temp *	14	°C	1	I	ANER
Timme *	334.75	h	2	I	ANER
Al *	<1	µg/l	2	S	SVS
Cd *	0.126	µg/l	2	S	SVS
Co *	0.0261	µg/l	2	S	SVS
Cr *	0.156	µg/l	2	S	SVS
Cu *	3.50	µg/l	2	S	SVS
Fe *	1.42	µg/l	2	S	SVS
Mn *	0.814	µg/l	2	S	SVS
Ni *	0.263	µg/l	2	S	SVS
Pb *	0.0593	µg/l	2	S	SVS
U *	0.00082	µg/l	2	S	SVS
Zn *	8.25	µg/l	2	S	SVS

Er beteckning	Hinsholmen				
Labnummer	U11768584				
Parameter	Resultat	Enhet	Metod	Utf	Sign
Temp *	14	°C	1	I	ANER
Timme *	333.0	h	2	I	ANER
Al *	<1	µg/l	2	S	SVS
Cd *	0.0124	µg/l	2	S	SVS
Co *	0.0283	µg/l	2	S	SVS
Cr *	<0.1	µg/l	2	S	SVS
Cu *	0.882	µg/l	2	S	SVS
Fe *	1.23	µg/l	2	S	SVS
Mn *	1.49	µg/l	2	S	SVS
Ni *	<0.2	µg/l	2	S	SVS
Pb *	0.00732	µg/l	2	S	SVS
U *	0.0862	µg/l	2	S	SVS
Zn *	1.66	µg/l	2	S	SVS



	Metod
1	Analys enligt egen metod. Utförts av kund.
2	<p>Adsorptionsgel har lakats med 10 % HNO₃ (suprapur).</p> <p>Halterna motsvarar den genomsnittliga halten under provtagningsperioden. Provtagningsperiodens längd och vattentemperaturen har använts för dessa beräkningar.</p> <p>Analys med ICP-SFMS har skett enligt SS EN ISO 17294-1, 2 (mod) samt EPA-metod 200.8 (mod).</p> <p>Notera att rapporteringsgränser kan påverkas om det t.ex. finns behov av extra spädning pga provmatrisen men även om provmängden är begränsad.</p>

	Godkännare
ANER	Anna Varg
SVS	Svetlana Senioukh

	Utf ¹
I	Man.Inm.
S	ICP-SFMS

* efter parameternamn indikerar icke ackrediterad analys.

Denna rapport får endast återges i sin helhet, om inte utfärdande laboratorium i förväg skriftligen godkänt annat. Resultaten gäller endast det identifierade, mottagna och provade materialet.

Beträffande laboratoriets ansvar i samband med uppdrag, se aktuell produktkatalog eller vår webbplats www.alsglobal.se

Den digitalt signerade PDF filen representerar originalrapporten. Alla utskrifter från denna är att betrakta som kopior.

¹ Utförande teknisk enhet (inom ALS Scandinavia) eller anlitat laboratorium (underleverantör).



Ankomstdatum **2020-10-23**
 Utfärdad **2020-10-29**

DGE Mark & Miljö AB
Per Ivarsson

Gullbergs Strandgata 9
411 04 Göteborg
Sweden

Projekt **414754**

Analys: SM1

Er beteckning	Kalmar Gästhamn				
Labnummer	U11771632				
Parameter	Resultat	Enhet	Metod	Utf	Sign
Temp *	13.80	°C	1	I	MASB
Timme *	335.13	h	2	I	MASB
Al *	<1	µg/l	2	S	SVS
Cd *	0.0241	µg/l	2	S	SVS
Co *	0.0359	µg/l	2	S	SVS
Cr *	<0.1	µg/l	2	S	SVS
Cu *	0.830	µg/l	2	S	SVS
Fe *	<1	µg/l	2	S	SVS
Mn *	10.6	µg/l	2	S	SVS
Ni *	<0.2	µg/l	2	S	SVS
Pb *	0.0116	µg/l	2	S	SVS
U *	0.297	µg/l	2	S	SVS
Zn *	4.68	µg/l	2	S	SVS

Er beteckning	Stensö				
Labnummer	U11771633				
Parameter	Resultat	Enhet	Metod	Utf	Sign
Temp *	13.20	°C	1	I	MASB
Timme *	334.75	h	2	I	MASB
Al *	<1	µg/l	2	S	SVS
Cd *	0.00389	µg/l	2	S	SVS
Co *	0.0200	µg/l	2	S	SVS
Cr *	<0.1	µg/l	2	S	SVS
Cu *	0.137	µg/l	2	S	SVS
Fe *	2.05	µg/l	2	S	SVS
Mn *	7.06	µg/l	2	S	SVS
Ni *	0.247	µg/l	2	S	SVS
Pb *	<0.004	µg/l	2	S	SVS
U *	0.179	µg/l	2	S	SVS
Zn *	1.16	µg/l	2	S	SVS



	Metod
1	Analys enligt egen metod. Utförts av kund.
2	<p>Adsorptionsgel har lakats med 10 % HNO₃ (suprapur).</p> <p>Halterna motsvarar den genomsnittliga halten under provtagningsperioden. Provtagningsperiodens längd och vattentemperaturen har använts för dessa beräkningar.</p> <p>Analys med ICP-SFMS har skett enligt SS EN ISO 17294-1, 2 (mod) samt EPA-metod 200.8 (mod).</p> <p>Notera att rapporteringsgränser kan påverkas om det t.ex. finns behov av extra spädning pga provmatrisen men även om provmängden är begränsad.</p>

	Godkännare
MASB	Marlene Sundberg
SVS	Svetlana Senioukh

	Utf ¹
I	Man.Inm.
S	ICP-SFMS

* efter parameternamn indikerar icke ackrediterad analys.

Denna rapport får endast återges i sin helhet, om inte utfärdande laboratorium i förväg skriftligen godkänt annat. Resultaten gäller endast det identifierade, mottagna och provade materialet.

Beträffande laboratoriets ansvar i samband med uppdrag, se aktuell produktkatalog eller vår webbplats www.alsglobal.se

Den digitalt signerade PDF filen representerar originalrapporten. Alla utskrifter från denna är att betrakta som kopior.

¹ Utförande teknisk enhet (inom ALS Scandinavia) eller anlitat laboratorium (underleverantör).



Ankomstdatum **2020-10-19**
Utfärdad **2020-10-29**

DGE Mark & Miljö AB
Per Ivarsson

Gullbergs Strandgata 9
411 04 Göteborg
Sweden

Projekt **414754**

Analys: SM1

Er beteckning	KSS bryggpl C19				
Labnummer	U11770548				
Parameter	Resultat	Enhet	Metod	Utf	Sign
Temp*	10.6	°C	1	I	MASB
Timme*	335.25	h	2	I	MASB
Al*	<1	µg/l	2	S	SVS
Cd*	0.00241	µg/l	2	S	SVS
Co*	0.00690	µg/l	2	S	SVS
Cr*	0.132	µg/l	2	S	SVS
Cu*	0.0488	µg/l	2	S	SVS
Fe*	<1	µg/l	2	S	SVS
Mn*	4.50	µg/l	2	S	SVS
Ni*	<0.2	µg/l	2	S	SVS
Pb*	<0.004	µg/l	2	S	SVS
U*	0.00122	µg/l	2	S	SVS
Zn*	2.45	µg/l	2	S	SVS



Metod	
1	Analys enligt egen metod. Utförts av kund.
2	<p>Adsorptionsgel har lakats med 10 % HNO₃ (suprapur).</p> <p>Halterna motsvarar den genomsnittliga halten under provtagningsperioden. Provtagningsperiodens längd och vattentemperaturen har använts för dessa beräkningar.</p> <p>Analys med ICP-SFMS har skett enligt SS EN ISO 17294-1, 2 (mod) samt EPA-metod 200.8 (mod).</p> <p>Notera att rapporteringsgränser kan påverkas om det t.ex. finns behov av extra spädning pga provmatrisen men även om provmängden är begränsad.</p>

Godkännare	
MASB	Marlene Sundberg
SVS	Svetlana Senioukh

Utf ¹	
I	Man.Inm.
S	ICP-SFMS

* efter parameternamn indikerar icke ackrediterad analys.

Denna rapport får endast återges i sin helhet, om inte utfärdande laboratorium i förväg skriftligen godkänt annat. Resultaten gäller endast det identifierade, mottagna och provade materialet.

Beträffande laboratoriets ansvar i samband med uppdrag, se aktuell produktkatalog eller vår webbplats www.alsglobal.se

Den digitalt signerade PDF filen representerar originalrapporten. Alla utskrifter från denna är att betrakta som kopior.

¹ Utförande teknisk enhet (inom ALS Scandinavia) eller anlitat laboratorium (underleverantör).

DGE Mark & Miljö AB
Gullbergs Strandgata 9

411 04 GÖTEBORG

Uppdragsnummer 7224
Ankomst datum 20.10.05
Provtagningsdatum 20.10.05
Analys/konserv datum 20.10.06
Provtagare DGE Mark & Miljö AB, ackrediterad provtagning, ack nr 1940, provet analyserat i det skick det ankom lab.
Referens Per Ivarsson
Provmärkning
Provtyp enl kund Vatten
laktagelser -
Klockan -

Undersökningsresultat

Provmärkning

Analys	Metodreferens	Enhet	Fiskebäck	Mätosäkerhet ±%	Hinsholmen	Mätosäkerhet ±%	Björlanda kile	Mätosäkerhet ±%
pH-värde (22 ± 3°C)	SS-EN ISO 10523:2012		8,0	0,04	8,1	0,04	8,1	0,04
Konduktivitet (25°C)	SE-EN 27888, utg 1	mS/m	3290	5	3130	5	3060	5
DOC	SS-EN 1484, utg 1	mg/l	<5		<5		<5	
DOC under rapporteringsgräns			3,0		3,2		3,4	
Fluorid	SS-EN ISO 10304-1	mg/l	1,9	10	1,8	10	1,9	10
Klorid	SS-EN ISO 10304-1	mg/l	11400	25	10800	25	10500	25
Nitrat	SS-EN ISO 10304-1	mg/l	0,21	25	0,29	25	0,32	25
Fosfat	SS-EN ISO 10304-1	mg/l	<0,02		<0,02		<0,02	
Sulfat	SS-EN ISO 10304-1	mg/l	1630	20	1540	20	1490	20

*Analysen utförd av annat ackrediterat laboratorium, 2030

Ersätter attest 12 okt p g a felaktigt värde Konduktivitet

Göteborg den 15 okt 2020


Vivika Raumanni
Kvalitetsansvarig

Rapporteringsgränsen kan påverkas av extra spädning p g a provmatrix/begränsad provmängd.

Mätosäkerheten anges som en expanderad osäkerhet med en täckningsfaktor 2 vilken motsvarar en konfidensnivå på ca 95%.

Mätosäkerhet anges i ±%, utom för pH-värde där det anges som pH-enheter, endast halter över rapporteringsgräns.

Denna rapport får endast återges i sin helhet, om inte utförande laboratorium i förväg skriftligen godkänt annat.

Adress

Svalörtsgatan 14

426 68 VÄSTRA FRÖLUNDA

Telefon

031-530170

Mail

kemanalys@kemanalys.se



Analyscertifikat

Ordernummer	: ST2014916	Sida	: 1 av 5
Kund	: DGE Mark och Miljö AB	Projekt	: 414754
Kontaktperson	: Per Ivarsson	Beställningsnummer	: 414754
Adress	: Gullbergs Strandgata 9 416 64 Göteborg Sverige	Provtagare	: Per Ivarsson, Per Ivarsson
E-post	: per.ivarsson@dge.se	Provtagningspunkt	: ---
Telefon	: ---	Ankomstdatum, prover	: 2020-10-07 00:00
C-O-C-nummer	: ---	Analys påbörjad	: 2020-10-12
(eller		Utfärdad	: 2020-10-21 17:34
Orderblankett-num		Antal ankomna prover	: 3
mer)			
Offertnummer	: HL2020SE-DGE-MOM0001 (OF190203)	Antal analyserade prover	: 3

Generell kommentar

Denna rapport får endast återges i sin helhet, om inte utfärdande laboratorium i förväg skriftligen godkänt annat. Laboratoriet tar inget ansvar för information i denna rapport som har lämnats av kunden, eller resultat som kan ha påverkats av sådan information. Beträffande laboratoriets ansvar i samband med uppdrag, se aktuell produktkatalog eller vår webbplats www.alsglobal.se

Signatur

Position

Niels-Kristian Terkildsen

Laboratoriechef



Laboratorium	: ALS Scandinavia AB	hemsida	: www.alsglobal.com
Adress	: Rinkebyvägen 19C 182 36 Danderyd Sverige	E-post	: info.ta@alsglobal.com
		Telefon	: +46 8 5277 5200



Analysresultat

Parameter	Resultat	Fiskebäck						Utf.
		Laboratoriets provnummer						
		2020-10-05						
Matris: VATTEN		Provbeteckning		ST2014916-001				
		Laboratoriets provnummer		2020-10-05				
		Provtagningsdatum / tid						
Parameter	Resultat	MU	Enhet	LOR	Analys paket	Metod	Utf.	
Metaller och grundämnen								
Fe 2+	<0.10	----	mg/L	0.1	Fe2+,Mn2+	W-PHOMET-1/GBA	GX	
Mn 2+	<0.010 *	----	mg/L	0.01	Fe2+,Mn2+	W-PHOMET-2/GBA	GX	
Metaller och grundämnen								
Al, aluminium	10.9	± 1.2	µg/L	0.70	V-5	W-SFMS-5C	LE	
Ba, barium	6.10	± 0.76	µg/L	0.10	V-5	W-SFMS-5C	LE	
Ca, kalcium	244	± 24	mg/L	0.1	V-5	W-AES-1A	LE	
Cd, kadmium	<0.05	----	µg/L	0.050	V-5	W-SFMS-5C	LE	
Co, kobolt	<0.05	----	µg/L	0.050	V-5	W-SFMS-5C	LE	
Cr, krom	0.180	± 0.055	µg/L	0.10	V-5	W-SFMS-5C	LE	
Cu, koppar	5.08	± 0.59	µg/L	0.50	V-5	W-SFMS-5C	LE	
Fe, järn	0.0239	± 0.0025	mg/L	0.0040	V-5	W-SFMS-5C	LE	
Hg, kvicksilver	<0.002	----	µg/L	0.002	V-5	W-AFS-17V2	LE	
K, kalium	242	± 24	mg/L	0.4	V-5	W-AES-1A	LE	
Mg, magnesium	718	± 72	mg/L	0.09	V-5	W-AES-1A	LE	
Mn, mangan	3.82	± 0.41	µg/L	0.10	V-5	W-SFMS-5C	LE	
Mo, molybden	6.22	± 0.64	µg/L	0.10	V-5	W-SFMS-5C	LE	
Na, natrium	6340	± 634	mg/L	0.1	V-5	W-AES-1A	LE	
Ni, nickel	<0.5	----	µg/L	0.50	V-5	W-SFMS-5C	LE	
P, fosfor	<40	----	µg/L	40	V-5	W-SFMS-5C	LE	
Pb, bly	<0.3	----	µg/L	0.30	V-5	W-SFMS-5C	LE	
Si, kisel	<0.3	----	mg/L	0.03	V-5	W-AES-1A	LE	
Sr, strontium	4900	± 490	µg/L	2	V-5	W-AES-1A	LE	
Zn, zink	8.62	± 1.25	µg/L	2.0	V-5	W-SFMS-5C	LE	



Parameter	Resultat	Björlanda						Utf.
		Laboratoriets provnummer						
		2020-10-05						
Parameter	Resultat	MU	Enhet	LOR	Analys paket	Metod	Utf.	
Metaller och grundämnen								
Fe 2+	<0.10	----	mg/L	0.1	Fe2+,Mn2+	W-PHOMET-1/GBA	GX	
Mn 2+	<0.010 *	----	mg/L	0.01	Fe2+,Mn2+	W-PHOMET-2/GBA	GX	
Metaller och grundämnen								
Al, aluminium	37.0	± 3.9	µg/L	0.70	V-5	W-SFMS-5C	LE	
Ba, barium	7.34	± 0.92	µg/L	0.10	V-5	W-SFMS-5C	LE	
Ca, kalcium	226	± 23	mg/L	0.1	V-5	W-AES-1A	LE	
Cd, kadmium	<0.05	----	µg/L	0.050	V-5	W-SFMS-5C	LE	
Co, kobolt	0.0698	± 0.0289	µg/L	0.050	V-5	W-SFMS-5C	LE	
Cr, krom	0.161	± 0.054	µg/L	0.10	V-5	W-SFMS-5C	LE	
Cu, koppar	4.47	± 0.52	µg/L	0.50	V-5	W-SFMS-5C	LE	
Fe, järn	0.0731	± 0.0073	mg/L	0.0040	V-5	W-SFMS-5C	LE	
Hg, kvicksilver	<0.002	----	µg/L	0.002	V-5	W-AFS-17V2	LE	
K, kalium	225	± 23	mg/L	0.4	V-5	W-AES-1A	LE	
Mg, magnesium	673	± 67	mg/L	0.09	V-5	W-AES-1A	LE	
Mn, mangan	9.84	± 1.04	µg/L	0.10	V-5	W-SFMS-5C	LE	
Mo, molybden	6.29	± 0.64	µg/L	0.10	V-5	W-SFMS-5C	LE	
Na, natrium	5970	± 597	mg/L	0.1	V-5	W-AES-1A	LE	
Ni, nickel	<0.5	----	µg/L	0.50	V-5	W-SFMS-5C	LE	
P, fosfor	<40	----	µg/L	40	V-5	W-SFMS-5C	LE	
Pb, bly	<0.3	----	µg/L	0.30	V-5	W-SFMS-5C	LE	
Si, kisel	<0.3	----	mg/L	0.03	V-5	W-AES-1A	LE	
Sr, strontium	4570	± 457	µg/L	2	V-5	W-AES-1A	LE	
Zn, zink	3.43	± 0.75	µg/L	2.0	V-5	W-SFMS-5C	LE	



Parameter	Resultat	Hinsholmen						Utf.
		Laboratoriets provnummer						
		2020-10-05						
Parameter	Resultat	MU	Enhet	LOR	Analys paket	Metod	Utf.	
Metaller och grundämnen								
Fe 2+	<0.10	----	mg/L	0.1	Fe2+,Mn2+	W-PHOMET-1/GBA	GX	
Mn 2+	<0.010 *	----	mg/L	0.01	Fe2+,Mn2+	W-PHOMET-2/GBA	GX	
Metaller och grundämnen								
Al, aluminium	14.7	± 1.6	µg/L	0.70	V-5	W-SFMS-5C	LE	
Ba, barium	6.81	± 0.85	µg/L	0.10	V-5	W-SFMS-5C	LE	
Ca, kalcium	230	± 23	mg/L	0.1	V-5	W-AES-1A	LE	
Cd, kadmium	<0.05	----	µg/L	0.050	V-5	W-SFMS-5C	LE	
Co, kobolt	<0.05	----	µg/L	0.050	V-5	W-SFMS-5C	LE	
Cr, krom	0.125	± 0.053	µg/L	0.10	V-5	W-SFMS-5C	LE	
Cu, koppar	2.04	± 0.26	µg/L	0.50	V-5	W-SFMS-5C	LE	
Fe, järn	0.0215	± 0.0022	mg/L	0.0040	V-5	W-SFMS-5C	LE	
Hg, kvicksilver	<0.002	----	µg/L	0.002	V-5	W-AFS-17V2	LE	
K, kalium	228	± 23	mg/L	0.4	V-5	W-AES-1A	LE	
Mg, magnesium	680	± 68	mg/L	0.09	V-5	W-AES-1A	LE	
Mn, mangan	3.55	± 0.38	µg/L	0.10	V-5	W-SFMS-5C	LE	
Mo, molybden	6.30	± 0.65	µg/L	0.10	V-5	W-SFMS-5C	LE	
Na, natrium	5990	± 599	mg/L	0.1	V-5	W-AES-1A	LE	
Ni, nickel	0.555	± 0.132	µg/L	0.50	V-5	W-SFMS-5C	LE	
P, fosfor	<40	----	µg/L	40	V-5	W-SFMS-5C	LE	
Pb, bly	<0.3	----	µg/L	0.30	V-5	W-SFMS-5C	LE	
Si, kisel	<0.3	----	mg/L	0.03	V-5	W-AES-1A	LE	
Sr, strontium	4630	± 463	µg/L	2	V-5	W-AES-1A	LE	
Zn, zink	<2	----	µg/L	2.0	V-5	W-SFMS-5C	LE	

Metodsammanfattningar

Analysmetoder	Metod
W-AES-1A	Analys av metaller i sötvatten med ICP-AES enligt SS-EN ISO 11885:2009 och US EPA Method 200.7:1994. Provet är surgjort med 1 ml HNO ₃ (suprapur) per 100 ml före analys. Detta gäller ej prov som varit surgjort vid ankomst till laboratoriet.
W-AFS-17V2	Analys av kvicksilver (Hg) i naturliga vatten med AFS enligt SS-EN ISO 17852:2008. Provet är surgjort med 1 ml HNO ₃ (suprapur) per 100 ml före analys. Detta gäller ej prov som varit surgjort vid ankomst till laboratoriet.
W-SFMS-5C	Analys av metaller i havsvatten med ICP-SFMS enligt SS-EN ISO 17294-2:2016 och US EPA Method 200.8:1994. Provet är surgjort med 1 ml HNO ₃ (suprapur) per 100 ml före analys. Detta gäller ej prov som varit surgjort vid ankomst till laboratoriet.
W-PHOMET-1/GBA	Fotometrisk bestämning enligt metod DIN 38406-1
W-PHOMET-2/GBA	Fotometrisk bestämning enligt metod DIN 38406-2



Nyckel: **LOR** = Den rapporteringsgräns (LOR) som anges är standard för respektive parameter i metoden. Rapporteringsgränsen kan påverkas vid t.ex. spädning p.g.a. matrisstörningar, begränsad provmängd eller låg torrsbstanshalt.

MU = Mätosäkerhet

* = Asterisk efter resultatet visar på ej ackrediterat test, gäller både egna lab och underleverantör

Mätosäkerhet:

Mätosäkerheten anges som en utvidgad osäkerhet (enligt definitionen i "Evaluation of measurement data- Guide to the expression of uncertainty in measurement", JCGM 100:2008 Corrected version 2010) beräknad med täckningsfaktor lika med 2 vilket ger en konfidensnivå på ungefär 95%.

Mätosäkerhet anges endast för detekterade ämnen med halter över rapporteringsgränsen.

Mätosäkerhet från underleverantör anges oftast som en utvidgad osäkerhet beräknad med täckningsfaktor 2. För ytterligare information kontakta laboratoriet.

Utförande laboratorium (teknisk enhet inom ALS Scandinavia eller anlitat laboratorium (underleverantör)).

	Utf.
GX	Analys utförd av GBA Gesellschaft für Bioanalytik mbH, Flensburger Strasse 15 Pinneberg Tyskland 25421 Ackrediterad av: DAkkS Ackrediteringsnummer: D-PL-14170-01-00
LE	Analys utförd av ALS Scandinavia AB, Aurorum 10 Luleå Sverige 977 75 Ackrediterad av: SWEDAC Ackrediteringsnummer: 2030

DGE Mark & Miljö AB
Gullbergs Strandgata 9

411 04 GÖTEBORG

Uppdragsnummer 7111
Ankomst datum 20.09.21
Provtagningsdatum 20.09.17
Analys/konserv datum 20.09.22
Provtagare DGE Mark & Miljö AB, ackrediterad provtagning, ack nr 1940, provet analyserat i det skick det ankom lab.
Referens Per Ivarsson
Provmärkning 414754
Provtyp enl kund Vatten
laktagelser -
Klockan -

Undersökningsresultat

Provmärkning

Analys	Metodreferens	Enhet	Mätosäkerhet ±%
pH-värde (22 ± 3°C)	SS-EN ISO 10523:2012		7,1 0,04
Konduktivitet (25°C)	SE-EN 27888, utg 1	mS/m	<5
DOC	SS-EN 1484, utg 1	mg/l	<5
**DOC	SS-EN 1484, utg 1	mg/l	4,4
Fluorid	SS-EN ISO 10304-1	mg/l	0,05 20
Klorid	SS-EN ISO 10304-1	mg/l	6,0 25
Nitrat	SS-EN ISO 10304-1	mg/l	0,2 25
Sulfat	SS-EN ISO 10304-1	mg/l	2,4 20
Fosfat	SS-EN ISO 10304-1	mg/l	<0,005
*V1 + Fe2+, 3+		se bilaga	

*Analysen utförd av annat ackrediterat laboratorium, 2030

**Under ackrediteringsgräns, ej ackrediterat

Göteborg den 8 okt 2020


Vivika Raumanni
Kvalitetsansvarig

Rapporteringsgränsen kan påverkas av extra spädning p g a provmatrix/begränsad provmängd.

Mätosäkerheten anges som en expanderad osäkerhet med en täckningsfaktor 2 vilken motsvarar en konfidensnivå på ca 95%.

Mätosäkerhet anges i ±%, utom för pH-värde där det anges som pH-enheter, endast halter över rapporteringsgräns.

Denna rapport får endast återges i sin helhet, om inte utförande laboratorium i förväg skriftligen godkänt annat.

Adress

Svalörtsgatan 14

426 68 VÄSTRA FRÖLUNDA

Telefon

031-530170

Mail

kemanalys@kemanalys.se



Analyscertifikat

Ordernummer	: ST2013447	Sida	: 1 av 3
Kund	: Göteborgs Kemanalys AB	Projekt	: 47
Kontaktperson	: Vivika Raumann	Beställningsnummer	: ---
Adress	: Svalörtsgatan 14	Provtagare	: ---
	: 426 68 Västra Frölunda	Provtagningspunkt	: ---
	: Sverige	Ankomstdatum, prover	: 2020-09-23 08:00
E-post	: kemanalys@kemanalys.se	Analys påbörjad	: 2020-09-25
Telefon	: 031-53 01 70	Utfärdad	: 2020-10-08 10:17
C-O-C-nummer	: ---	Antal ankomna prover	: 1
(eller			
Orderblankett-num			
mer)			
Offertnummer	: HL2020SE-GÖT-KEM0001 (OF190203)	Antal analyserade prover	: 1

Orderkommentarer

Denna rapport får endast återges i sin helhet, om inte utfärdande laboratorium i förväg skriftligen godkänt annat. Laboratoriet tar inget ansvar för information i denna rapport som har lämnats av kunden, eller resultat som kan ha påverkats av sådan information. Beträffande laboratoriets ansvar i samband med uppdrag, se aktuell produktkatalog eller vår webbplats www.alsglobal.se

Signatur

Position

Niels-Kristian Terkildsen

Laboratoriechef



Laboratorium	: ALS Scandinavia AB	hemsida	: www.alsglobal.com
Adress	: Rinkebyvägen 19C	E-post	: info.ta@alsglobal.com
	: 182 36 Danderyd	Telefon	: +46 8 5277 5200
	: Sverige		



Analysresultat

Parameter	Resultat	7111						Metod	Utf.
		ST2013447-001							
		2020-09-22							
Parameter	Resultat	MU	Enhet	LOR	Analys paket	Metod	Utf.		
Metaller och grundämnen									
Fe, järn	0.42	0.067	mg/L	0.005	Fe3+,Fe2+,Fe	W-ICPMS-1/GBA	GX		
Fe 2+	0.31	0.015	mg/L	0.1	Fe3+,Fe2+,Fe	W-PHOMET-1/GBA	GX		
Fe 3+	0.11 *	----	mg/L	0.1	Fe3+,Fe2+,Fe	W-ICPMS-1/GBA	GX		
Metaller och grundämnen									
Al, aluminium	<60	----	µg/L	60	V-1	W-AES-1A	LE		
As, arsenik	<100	----	µg/L	100	V-1	W-AES-1A	LE		
B, bor	<10	----	µg/L	10	V-1	W-AES-1A	LE		
Ba, barium	22.3	± 4	µg/L	4	V-1	W-AES-1A	LE		
Ca, kalcium	3.04	± 0.3	mg/L	0.1	V-1	W-AES-1A	LE		
Cd, kadmium	<20	----	µg/L	20	V-1	W-AES-1A	LE		
Co, kobolt	<20	----	µg/L	20	V-1	W-AES-1A	LE		
Cr, krom	<20	----	µg/L	20	V-1	W-AES-1A	LE		
Cu, koppar	<7	----	µg/L	7	V-1	W-AES-1A	LE		
Fe, järn	0.346	± 0.03	mg/L	0.02	V-1	W-AES-1A	LE		
K, kalium	0.770	± 0.08	mg/L	0.4	V-1	W-AES-1A	LE		
Li, litium	<4	----	µg/L	4	V-1	W-AES-1A	LE		
Mg, magnesium	0.892	± 0.09	mg/L	0.09	V-1	W-AES-1A	LE		
Mn, mangan	24.7	± 2	µg/L	3	V-1	W-AES-1A	LE		
Mo, molybden	<20	----	µg/L	20	V-1	W-AES-1A	LE		
Na, natrium	4.25	± 0.4	mg/L	0.1	V-1	W-AES-1A	LE		
Ni, nickel	<20	----	µg/L	20	V-1	W-AES-1A	LE		
P, fosfor	<200	----	µg/L	200	V-1	W-AES-1A	LE		
Pb, bly	<100	----	µg/L	100	V-1	W-AES-1A	LE		
Si, kisel	1.69	± 0.17	mg/L	0.03	V-1	W-AES-1A	LE		
Sr, strontium	17.7	± 2	µg/L	2	V-1	W-AES-1A	LE		
V, vanadin	<9	----	µg/L	9	V-1	W-AES-1A	LE		
Zn, zink	<10	----	µg/L	10	V-1	W-AES-1A	LE		

Metodsammanfattningar

Analysmetoder	Metod
W-AES-1A	Analys av metaller i sötvatten med ICP-AES enligt SS-EN ISO 11885:2009 och US EPA Method 200.7:1994. Provet är surgjort med 1 ml HNO ₃ (suprapur) per 100 ml före analys. Detta gäller ej prov som varit surgjort vid ankomst till laboratoriet.
W-ICPMS-1/GBA	Bestämning enligt metod DIN EN ISO 17294-2. Fe ₃₊ -beräknas som differensen mellan Fe-total och Fe ₂₊ .
W-PHOMET-1/GBA	Fotometrisk bestämning enligt metod DIN 38406-1



Nyckel: **LOR** = Den rapporteringsgräns (LOR) som anges är standard för respektive parameter i metoden. Rapporteringsgränsen kan påverkas vid t.ex. spädning p.g.a. matrisstörningar, begränsad provmängd eller låg torrsbstanshalt.

MU = Mätosäkerhet

* = Asterisk efter resultatet visar på ej ackrediterat test, gäller både egna lab och underleverantör

Mätosäkerhet:

Mätosäkerheten anges som en utvidgad osäkerhet (enligt definitionen i "Evaluation of measurement data- Guide to the expression of uncertainty in measurement", JCGM 100:2008 Corrected version 2010) beräknad med täckningsfaktor lika med 2 vilket ger en konfidensnivå på ungefär 95%.

Mätosäkerhet anges endast för detekterade ämnen med halter över rapporteringsgränsen.

Mätosäkerhet från underleverantör anges oftast som en utvidgad osäkerhet beräknad med täckningsfaktor 2. För ytterligare information kontakta laboratoriet.

Utförande laboratorium (teknisk enhet inom ALS Scandinavia eller anlitat laboratorium (underleverantör)).

	Utf.
GX	Analys utförd av GBA Gesellschaft für Bioanalytik mbH, Flensburger Strasse 15 Pinneberg Tyskland 25421 Ackrediterad av: DAkkS Ackrediteringsnummer: D-PL-14170-01-00
LE	Analys utförd av ALS Scandinavia AB, Aurorum 10 Luleå Sverige 977 75 Ackrediterad av: SWEDAC Ackrediteringsnummer: 2030



Analyscertifikat

Ordernummer	: ST2016205	Sida	: 1 av 4
Kund	: DGE Mark och Miljö AB	Projekt	: ---
Kontaktperson	: Per Ivarsson	Beställningsnummer	: 414754
Adress	: Box 258 391 23 Kalmar	Provtagare	: Adam Gustafsson
E-post	: per.ivarsson@dge.se	Provtagningspunkt	: ---
Telefon	: ---	Ankomstdatum, prover	: 2020-10-21 08:00
C-O-C-nummer	: ---	Analys påbörjad	: 2020-10-26
(eller		Utfärdad	: 2020-11-04 15:27
Orderblankett-num		Antal ankomna prover	: 2
mer)			
Offertnummer	: HL2020SE-DGE-MOM0001 (OF190203)	Antal analyserade prover	: 2

Generell kommentar

Denna rapport får endast återges i sin helhet, om inte utfärdande laboratorium i förväg skriftligen godkänt annat. Laboratoriet tar inget ansvar för information i denna rapport som har lämnats av kunden, eller resultat som kan ha påverkats av sådan information. Beträffande laboratoriets ansvar i samband med uppdrag, se aktuell produktkatalog eller vår webbplats www.alsglobal.se

Signatur

Position

Niels-Kristian Terkildsen

Laboratoriechef



Laboratorium	: ALS Scandinavia AB	hemsida	: www.alsglobal.com
Adress	: Rinkebyvägen 19C 182 36 Danderyd Sverige	E-post	: info.ta@alsglobal.com
		Telefon	: +46 8 5277 5200



Analysresultat

Parameter	Resultat	MU	Enhet	LOR	Analys paket	Stensö	
						ST2016205-001	
						2020-10-16	
Matris: VATTEN		Provbeteckning		Laboratoriets provnummer		Provtagningsdatum / tid	
Metaller och grundämnen							
Al, aluminium	5.35	± 0.69	µg/L	0.70	V-5	W-SFMS-5C	LE
Ba, barium	20.4	± 2.6	µg/L	0.10	V-5	W-SFMS-5C	LE
Ca, kalcium	104	± 10	mg/L	0.1	V-5	W-AES-1A	LE
Cd, kadmium	<0.05	----	µg/L	0.050	V-5	W-SFMS-5C	LE
Co, kobolt	0.0938	± 0.0297	µg/L	0.050	V-5	W-SFMS-5C	LE
Cr, krom	<0.1	----	µg/L	0.10	V-5	W-SFMS-5C	LE
Cu, koppar	1.20	± 0.18	µg/L	0.50	V-5	W-SFMS-5C	LE
Fe, järn	0.0214	± 0.0022	mg/L	0.0040	V-5	W-SFMS-5C	LE
Hg, kvicksilver	<0.002	----	µg/L	0.002	V-5	W-AFS-17V2	LE
K, kalium	85.8	± 8.6	mg/L	0.4	V-5	W-AES-1A	LE
Mg, magnesium	265	± 27	mg/L	0.09	V-5	W-AES-1A	LE
Mn, mangan	13.8	± 1.5	µg/L	0.10	V-5	W-SFMS-5C	LE
Mo, molybden	1.74	± 0.18	µg/L	0.10	V-5	W-SFMS-5C	LE
Na, natrium	2250	± 225	mg/L	0.1	V-5	W-AES-1A	LE
Ni, nickel	0.812	± 0.147	µg/L	0.50	V-5	W-SFMS-5C	LE
P, fosfor	<40	----	µg/L	40	V-5	W-SFMS-5C	LE
Pb, bly	<0.3	----	µg/L	0.30	V-5	W-SFMS-5C	LE
Si, kisel	0.812	± 0.082	mg/L	0.03	V-5	W-AES-1A	LE
Sr, strontium	1780	± 178	µg/L	2	V-5	W-AES-1A	LE
Zn, zink	2.37	± 0.68	µg/L	2.0	V-5	W-SFMS-5C	LE



Parameter	Resultat	Kalmar Gästhamn					Metod	Utf.
		Provbeteckning						
		Laboratoriets provnummer						
		ST2016205-002						
		2020-10-16						
Parameter	Resultat	MU	Enhet	LOR	Analys paket	Metod	Utf.	
Metaller och grundämnen								
Fe 2+	<0.10	----	mg/L	0.1	Fe2+,Mn2+	W-PHOMET-1/GBA	GX	
Mn 2+	<0.010 *	----	mg/L	0.01	Fe2+,Mn2+	W-PHOMET-2/GBA	GX	
Metaller och grundämnen								
Al, aluminium	11.4	± 1.3	µg/L	0.70	V-5	W-SFMS-5C	LE	
Ba, barium	19.6	± 2.5	µg/L	0.10	V-5	W-SFMS-5C	LE	
Ca, kalcium	104	± 10	mg/L	0.1	V-5	W-AES-1A	LE	
Cd, kadmium	<0.05	----	µg/L	0.050	V-5	W-SFMS-5C	LE	
Co, kobolt	0.0908	± 0.0296	µg/L	0.050	V-5	W-SFMS-5C	LE	
Cr, krom	<0.1	----	µg/L	0.10	V-5	W-SFMS-5C	LE	
Cu, koppar	2.52	± 0.31	µg/L	0.50	V-5	W-SFMS-5C	LE	
Fe, järn	0.0462	± 0.0047	mg/L	0.0040	V-5	W-SFMS-5C	LE	
Hg, kvicksilver	<0.002	----	µg/L	0.002	V-5	W-AFS-17V2	LE	
K, kalium	86.0	± 8.6	mg/L	0.4	V-5	W-AES-1A	LE	
Mg, magnesium	265	± 27	mg/L	0.09	V-5	W-AES-1A	LE	
Mn, mangan	18.4	± 1.9	µg/L	0.10	V-5	W-SFMS-5C	LE	
Mo, molybden	1.95	± 0.21	µg/L	0.10	V-5	W-SFMS-5C	LE	
Na, natrium	2260	± 226	mg/L	0.1	V-5	W-AES-1A	LE	
Ni, nickel	1.11	± 0.17	µg/L	0.50	V-5	W-SFMS-5C	LE	
P, fosfor	53.3	± 6.0	µg/L	40	V-5	W-SFMS-5C	LE	
Pb, bly	<0.3	----	µg/L	0.30	V-5	W-SFMS-5C	LE	
Si, kisel	0.963	± 0.097	mg/L	0.03	V-5	W-AES-1A	LE	
Sr, strontium	1780	± 178	µg/L	2	V-5	W-AES-1A	LE	
Zn, zink	8.46	± 1.23	µg/L	2.0	V-5	W-SFMS-5C	LE	

Metodsammanfattningar

Analysmetoder	Metod
W-AES-1A	Analys av metaller i sötvatten med ICP-AES enligt SS-EN ISO 11885:2009 och US EPA Method 200.7:1994. Provet är surgjort med 1 ml HNO ₃ (suprapur) per 100 ml före analys. Detta gäller ej prov som varit surgjort vid ankomst till laboratoriet.
W-AFS-17V2	Analys av kvicksilver (Hg) i naturliga vatten med AFS enligt SS-EN ISO 17852:2008. Provet är surgjort med 1 ml HNO ₃ (suprapur) per 100 ml före analys. Detta gäller ej prov som varit surgjort vid ankomst till laboratoriet.
W-SFMS-5C	Analys av metaller i havsvatten med ICP-SFMS enligt SS-EN ISO 17294-2:2016 och US EPA Method 200.8:1994. Provet är surgjort med 1 ml HNO ₃ (suprapur) per 100 ml före analys. Detta gäller ej prov som varit surgjort vid ankomst till laboratoriet.
W-PHOMET-1/GBA	Fotometrisk bestämning enligt metod DIN 38406-1
W-PHOMET-2/GBA	Fotometrisk bestämning enligt metod DIN 38406-2



Nyckel: **LOR** = Den rapporteringsgräns (LOR) som anges är standard för respektive parameter i metoden. Rapporteringsgränsen kan påverkas vid t.ex. spädning p.g.a. matrisstörningar, begränsad provmängd eller låg torrsbstanshalt.

MU = Mätosäkerhet

* = Asterisk efter resultatet visar på ej ackrediterat test, gäller både egna lab och underleverantör

Mätosäkerhet:

Mätosäkerheten anges som en utvidgad osäkerhet (enligt definitionen i "Evaluation of measurement data- Guide to the expression of uncertainty in measurement", JCGM 100:2008 Corrected version 2010) beräknad med täckningsfaktor lika med 2 vilket ger en konfidensnivå på ungefär 95%.

Mätosäkerhet anges endast för detekterade ämnen med halter över rapporteringsgränsen.

Mätosäkerhet från underleverantör anges oftast som en utvidgad osäkerhet beräknad med täckningsfaktor 2. För ytterligare information kontakta laboratoriet.

Utförande laboratorium (teknisk enhet inom ALS Scandinavia eller anlitat laboratorium (underleverantör)).

	Utf.
GX	Analys utförd av GBA Gesellschaft für Bioanalytik mbH, Flensburger Strasse 15 Pinneberg Tyskland 25421 Ackrediterad av: DAkkS Ackrediteringsnummer: D-PL-14170-01-00
LE	Analys utförd av ALS Scandinavia AB, Aurorum 10 Luleå Sverige 977 75 Ackrediterad av: SWEDAC Ackrediteringsnummer: 2030

DGE Mark & Miljö AB
Gullbergs Strandgata 9

411 04 GÖTEBORG

Uppdragsnummer 7303
Ankomst datum 20.10.19
Provtagningsdatum 20.10.16
Analys/konserv datum 20.10.19
Provtagare DGE Mark & Miljö AB, ackrediterad provtagning, ack nr 1940, provet analyserat i det skick det ankom lab.
Referens Per Ivarsson
Provmärkning Kalmar Gästhamn
Provtyp enl kund Vatten
laktagelser -
Klockan -

Undersökningsresultat

Analys	Metodreferens	Enhet		Mätosäkerhet ±%
pH-värde (22 ± 3°C)	SS-EN ISO 10523:2012		7,8	0,04
Konduktivitet (25°C)	SE-EN 27888, utg 1	mS/m	1280	5
DOC	SS-EN 1484, utg 1	mg/l	<5	
DOC under rapporteringsgräns			4,9	
Fluorid	SS-EN ISO 10304-1	mg/l	0,028	20
Klorid	SS-EN ISO 10304-1	mg/l	4190	25
Nitrat	SS-EN ISO 10304-1	mg/l	0,21	25
Fosfat	SS-EN ISO 10304-1	mg/l	0,11	
Sulfat	SS-EN ISO 10304-1	mg/l	794	20

*Analysen utförd av annat ackrediterat laboratorium, 2030

Göteborg den 26 okt 2020



Per Ivarsson
Laboratoriechef

Rapporteringsgränsen kan påverkas av extra spädning p g a provmatrix/begränsad provmängd.
Mätosäkerheten anges som en expanderad osäkerhet med en täckningsfaktor 2 vilken motsvarar en konfidensnivå på ca 95%.
Mätosäkerhet anges i ±%, utom för pH-värde där det anges som pH-enheter, endast halter över rapporteringsgräns.
Denna rapport får endast återges i sin helhet, om inte utförande laboratorium i förväg skriftligen godkänt annat.

Adress

Svalörtsgatan 14

426 68 VÄSTRA FRÖLUNDA

Telefon

031-530170

Mail

kemanalys@kemanalys.se

Rapporteringsgränsen kan påverkas av extra spädning p g a provmatris/begränsad provmängd.
Mätosäkerheten anges som en expanderad osäkerhet med en täckningsfaktor 2 vilken motsvarar en konfidensnivå på ca 95%.
Mätosäkerhet anges i $\pm\%$, utom för pH-värde där det anges som pH-enheter, endast halter över rapporteringsgräns.
Denna rapport får endast återges i sin helhet, om inte utförande laboratorium i förväg skriftligen godkänt annat.

Adress

Svalörtsgatan 14
426 68 VÄSTRA FRÖLUNDA

Telefon

031-530170

Mail

kemanalys@kemanalys.se