



Utbytessidor till rapport Flygskjutmålet Hammaren Utredning för  
komplettering av limniska naturförhållanden, Bilaga 1 FM2017-2543:9.  
Utbytessidor som här översänds är för sida 7, 12, 13 samt 15.

### 2.2.3 Metaller

I Tabell 1 redovisas uppmätta halter av metaller i dagvatten från Karlsborgs flygplats via Kärnebäcken. Halterna har tidigare redovisats i ansökningshandlingarna i rapport "Karlsborg flygplats, Teknisk Bilaga 3. Mark-Vatten. Dt. 2010-10-29, reviderad 2011-05-12".

Tabell 1. Halter av metaller i dagvatten från Karlsborgs flygplats

Metall	Karlsborgs flygplats (µg/l)
Arsenik	0,29 - 1,7
Bly	<0,05 - <1,2
Kadmium	<0,02 - <0,12
Kobolt	<0,2 - 3,4
Koppar	2,6 - 5,6
Krom (tot)	0,25 - 1,6
Nickel	0,78 – 2
Vanadin	0,39 - 2,5
Zink	2,6 – 15
Kvicksilver	<0,1 - <0,13

Från samma rapport har flöde av dagvatten hämtats. I rapporten anges uppmätta halter av metaller i dagvatten inom ett intervall. Vid beräkningar av totala utsläpp från flygplatsen har de högre halterna i intervallet använts. Vid värden redovisade som "mindre än" har rapporteringsgränsen använts som halt. Redovisning ska ses som en indikation då den bara bygger på stickprov. I Tabell 1 redovisas beräknade utsläpp av metaller i dagvatten per år.

Tabell 2. Beräknade årliga utsläpp av metaller från Karlsborgs flygplats.

Metall	Karlsborgs flygplats (g/år)
Arsenik	957
Bly	68
Kadmium	68
Kobolt	1 915
Koppar	3 154
Krom (tot)	901
Nickel	1 126
Vanadin	1 408
Zink	8 448
Kvicksilver	73

## 2.3 MILJÖKONSEKVENSER AV UTSLÄPP AV KVÄVE

### 2.3.1 Egenskaper hos föroreningarna - ammoniumkväve

Urea från halkbekämpningen avrinner till dagvattensystemet och omvandlas primärt till ammonium. Nedbrytning av ammonium till nitrat sker naturligt i dagvattensystemet och i recipienten (nitrifikation). Omvandlingen från ammoniumkväve till nitratkväve förbrukar stora mängder syre, 1,0 kg ammoniumkväve

Utsläppen av metaller via dagvattnet från Karlsborgs flygplats kan betraktas som marginella. Ytterligare redovisning och bedömning i denna komplettering görs därför enbart avseende sådana metaller som också sprids via verksamheten vid flygskjutmålet Hammaren. Projektilerna består främst av järn, koppar, zink, bly och antimon. Här redovisas de miljömässigt mest betydelsefulla metallerna koppar, zink och bly.

I Tabell 5 redovisas maximala årliga utsläpp av från Flygskjutmålet Hammaren vid sökt skjutverksamhet samt utsläppen från Karlsborgs flygplats enligt tidigare redovisning i Tabell 2.

Tabell 5. Årliga utsläpp vid sökt verksamhet av metaller från Flygskjutmålet Hammaren och Karlsborgs flygplats

Metall	Hammaren (kg/år)	Karlsborgs flygplats (kg/år)
Koppar	775	3
Zink	14	8
Bly	217	0,07

### 2.5.2 Egenskaper hos föroreningarna - metaller

Metaller finns naturligt i mark och vatten. När onaturligt höga halter förekommer kan metallerna vara skadliga för levande organismer. Måttligt höga halter av metaller i vatten kan vara skadliga främst för växt- och djurplankton och andra organismer i de nedre delarna av näringskedjorna. Detta förutsätter dock att metallerna förekommer i fri jonform. När metaller binder till partiklar och lösta organiska ämnen (t.ex. humusämnen) minskar metallernas giftighet. Under fortplantnings- och yngelstadierna kan även fisk vara känslig. Risken för skador är störst vid långvarig exponering (veckor eller månader). Halter av metaller motsvarande "måttligt hög halt" (Naturvårdsverkets bedömningsgrunder, 1999) kan ge risk för biologiska effekter, men risk föreligger främst i mjuka, närings- och humusfattiga vatten samt i sura vatten.

Vätterns vatten är ej försurat vilket innebär att risken för biologiska effekter är liten. Det som är intressant är snarare den totala belastningen på miljön över lång tid och stora områden, för att halterna av tungmetaller i t.ex. skogsmark och i fisk ska kunna fortsätta att minska. Både nationell och regional miljögiftsövervakning av havsmiljön och sjöar visar att halterna av de flesta metaller har sjunkit påtagligt i fiskar under senare år ([www.naturvardsverket.se](http://www.naturvardsverket.se)), undantaget kvicksilver och kadmium.

Kvicksilver skiljer sig från de övriga tungmetallerna genom att det kan omvandlas till en organisk form, metylkvicksilver, och på så sätt bli betydligt mer toxiskt (giftigt) och mer biotillgängligt. Metylkvicksilver bioackumuleras och biomagnifieras i akvatiska näringsvävar och det kvicksilver som finns i fisk är nästan uteslutande metylkvicksilver. Kvicksilverhalterna i miljön i stort visar inte samma positiva trend som för övriga tungmetaller. Trots att nedfallet av atmosfäriskt kvicksilver minskat successivt i Sverige sedan slutet av 1960-talet så ökade halterna i insjöfisk i många sjöar ända fram till början av 1990-talet. Därefter är halterna oförändrade eller möjligen kan en minskning skönjas. ([www.naturvardsverket.se](http://www.naturvardsverket.se)).

### 2.5.3 Beräkning av haltbidrag metaller

Beräkningar har genomförts för att uppskatta vilket haltbidrag av metaller som verksamheten vid flygskjutmålet Hammaren respektive Karlsborgs flygplats bidrar med till Vättern. Flödet i Vättern har hämtats från SMHIs HYPE-modell, och därefter har haltbidraget av metaller i sjön beräknats. Haltbidraget har beräknats för medelflöde under åren 1999-2015. Vid beräkningarna har maximala årliga utsläpp av metaller (Tabell 5) använts, där mängderna för flygskjutmålet Hammaren avser den totala tillförseln via projektiler.

I Tabell 6 redovisas beräknade haltbidrag. I beräkningarna antas fullständig omblandning i sjön. I tabellen finns också uppmätta metallhalter vid Jungfrun, Vättern utanför Vadstena med som jämförelse (Källa SLU).

Tabell 6. Haltbidrag (µg/l) till Vättern av metaller från flygskjutmålet Hammaren och Karlsborgs flygplats. I tabellen redovisas även halter vid Jungfrun (Vättern, 2013-2016), Bedömningsgrunder metaller, "måttligt hög halt"<sup>2</sup>, Förslag till gränsvärden för särskilda förorenande ämnen (underlag för bedömning av ekologisk ytvattenstatus)<sup>3</sup> samt Miljökvalitetsnormer (god kemisk ytvattenstatus)<sup>4</sup>

	Haltbidrag Hammaren *	Haltbidrag Karlsborgs flygplats	Måttligt hög halt (1999)	Förslag till gränsvärden (2008)	Miljökvalitetsnorm (årsmedel)	Miljökvalitetsnorm (max konc.)	Vättern Jungfrun
Koppar (µg/l)	0,59	0,0024	3-9	4**	--	--	0,80
Zink (µg/l)	0,01	0,006	20-60	3**	--	--	2,94
Bly (µg/l)	0,17	0,00005	1-3	--	1,2	14	0,11

\* Haltbidrag konservativt beräknat utifrån årlig tillförd mängd metall via projektiler, utan hänsyn till hur fort metallerna går i lösning.

\*\* Avser den totala halten löst metall, dvs. mätt efter filtrering

Det är viktigt att poängtera att det främst är den del av metallerna som går i lösning (förekommer i fri jonform) som kan vara skadliga för djur och växter. Därutöver kan partikulär spridning ske av metaller vilket dock inte berör miljökvalitetsnormen. Tidigare utredningar för flygskjutmålet Hammaren (Bilaga 5 Kap 3, MKB Hammaren 2012-04-13) har visat att ca 0,1 % av tillförd mängd bly årligen går i lösning i akvatiska miljöer. Även för övriga metaller är det endast en begränsad andel som årligen går i lösning. Detta medför att halterna av lösta metaller från flygskjutmålet Hammaren kommer att vara betydligt lägre än de halter som redovisas i Tabell 6.

Även med dessa förutsättningar utgör tillskotten av metaller från Karlsborgs flygplats en marginell andel av metalltillförseln via flygskjutmålet Hammaren.

### 2.5.4 Konsekvensbedömning metaller

De beräknade haltbidragen till Vättern enligt föregående text blir betydligt lägre än gränsen för "måttligt hög halt" för samtliga metaller där gränsvärden finns angivna.

<sup>2</sup> Bedömningsgrunder för miljökvalitet, sjöar och vattendrag, Naturvårdsverket Rapport 4913. 1999

<sup>3</sup> Förslag till gränsvärden för särskilda förorenande ämnen. Naturvårdsverket Rapport 5799. 2008

<sup>4</sup> Europaparlamentets och rådets direktiv 2013/39/EU. Om miljökvalitetsnormer inom vattenpolitikens område

### 2.6.2 Glykol

För att möjliggöra att God ekologisk status även fortsättningsvis uppnås bör bl.a. utsläpp som indirekt bidrar till övergödning inte öka. Som framgår av 2.4.2 *Beräkning av haltbidrag glykol* bör inte utsläppen av glykol bidra till haltbidrag som medför att statusen förändras. I sammanhanget kan man också förvänta sig att verkligt haltbidrag blir lägre än de beräknade beroende på självrening.

Utsläppet av dagvatten från flygplatsen innehållande syretärande ämnen innebär således en viss belastning på Bottensjön och Vättern men bedöms inte medföra några betydande negativa miljöeffekter. Det bör heller inte medföra att miljökvalitetsnormerna för vattenförekomsten överskrids.

### 2.6.3 Metaller

För att säkerställa en god kemisk ytvattenstatus ska halterna av bly vara låga<sup>5</sup>. För att säkerställa god ekologisk status ska halterna av koppar och zink vara låga<sup>6</sup>. Som framgår av avsnitt 2.5.3 *Beräkning av haltbidrag metaller* bör inte de totala utsläppen från flygskjutmålet Hammaren samt dagvatten från flygplatsen bidra till haltbidrag som medför att gränsvärdena överstigs.

Utsläppen via dagvatten från flygplatsen bidrar med små mängder metaller till Vättern. Sökt verksamhet innebär fortsatt tillförsel av metaller, utsläppen är dock inte så stora att de kan förväntas ge någon mätbar skillnad på halterna i Vättern. Det innebär även att målet att halterna av dessa metaller i vattenförekomster inte bör öka i förhållande till de halter som har legat till grund för vattenmyndighetens statusklassificering 2015 bör uppfyllas. Verksamheten vid flygskjutmålet Hammaren medför tillförsel av zink i samma storleksordning som från Karlsborgs flygplats men betydligt högre tillförsel av koppar och bly, dock inte med så stora haltbidrag att gränsvärdena överstigs.

Sammantaget riskerar inte utsläppen av metaller att påverka Vätterns ekologiska eller kemiska status.

## 3 PFAS-FÖRORENINGAR INOM OMRÅDET

Försvarsmakten utreder sedan flera år tillbaka i vilken omfattning det brandsläckningsskum som använts vid flygplatsen kan ha gett upphov till förorening av perfluorerade alkylsyror (PFAS) i mark- och grundvatten. Försvarsmakten har också låtit genomföra miljötekniska markundersökningar avseende förekomst av PFAS vid flygplatsen. Undersökningarna har omfattat jord, yt- och grundvatten samt sediment. Resultaten finns redovisade i rapporten "PFAS vid Karlsborgs flygplats", Niras, 2017-05-16. Dnr FM2015-22079:5.

Höga halter av PFOS och andra PFAS har uppmätts i grundvattnet kring den nyare brandövningsplatsen. Halterna av PFOS har kraftigt överskridit SGI:s preliminära riktvärde för mindre känslig markanvändning (MKM). PFAS har

<sup>5</sup> Europaparlamentets och rådets direktiv 2013/39/EU. Om miljökvalitetsnormer inom vattenpolitikens område

<sup>6</sup> Förslag till gränsvärden för särskilda förorenande ämnen. Naturvårdsverket Rapport 5799. 2008