

Metalltransport genom Värmullen

DELRAPPORT 2: KÄLLFÖRDELNING AV URBANA METALLER I DE FYRA RECIPIENTERNA

Uppdrag

Uddeholms AB och Hagfors kommun har beslutat att gemensamt arbeta med problematiken kring metallhalter i dagvatten som går ut i Värmullen. Projektets syfte är att ge en bakgrund som kan vara till hjälp för kommande arbete med dagvattenproblematiken både i industrin och staden. Arbetet presenteras i en huvudrapport och 8 delrapporter. Allt finns tillgängligt på Klarälvens vattenråds hemsida under fliken Dokument/Värmullen/dagvatten www.klaralvensvattenrad.se.

Den här delrapporten redovisar metoden för hur metaller spåras, hur transportberäkningar i tillförande vattendrag beräknas, hur dagvattenvolymer beräknats och de metallhalter som använts vid beräkningarna. Metalltransporten redovisas sedan totalt och per recipientområde.





Metalltransporter genom Värmullen, Delrapport 2 Beräkning av transporter

Innehåll

Uppdrag	1
Metod.....	2
Hur spåras metallernas källa?.....	2
Beräkning av metalltransporter i recipient.....	3
Beräkning av transporter via dagvatten	4
Volymen dagvatten	4
Metallhalter som används vid beräkningarna av dagvattentransporter	5
Beräknade transporter per år genom Värmullen.....	6
Beräkning av uppströmstransporter.....	7
Urban metalltransport uppdelat per recipientområde.....	9
Hagälven	9
Görsjöbäcken	11
Uvån uppströms Värmullen	13
Till sjön Värmullen direkt från dagvatten	15
Källfördelning alla urbana metaller som beräknas komma till Värmullen	17

Metod

Hur spåras metallernas källa?

För att lokalisera metallernas ursprung har följande tillämpats:

1. Traditionell baklängesberäkning ger en grov bild utifrån transportberäkningar i varje vattendrag uppströms och nedströms kända utsläpp. Linjär interpolering med vissa justeringar har använts för att beräkna transporter in i Värmullen från de tre tillförande vattendragen. Metoden har även använts på delsträckor. T.ex. har deponins påverkan tagits fram med denna metod (baklängesberäkning mellan stationen YV2 och YV21 i Görsjöbäcken). För Hagälven har detta inte varit möjligt då ingen regelbunden provtagning skett uppströms staden.
2. För att få en uppskattning av metallinnehållet i Värmullens vattenvolym finns möjlighet att beräkna volymen vid varje provtagningstillfälle. Dygnsvärden på Värmullens ytnivåer från Fortum har använts. Värmullen regleras vid kraftverket Stjern i Uvån några km nedströms Värmullen. Sjöns yta varierar normalt inte med än högst 0,5 meter. Skillnaden mellan 1 jan 2020 och 31 mars 2023 var + 0,01 m, vilket motsvarar volymen 15 947 kbm. Mängden metaller i den volymen räknas utifrån analysen i ytvattnet 25 mars 2023 och är väldigt försumbar.
3. Från de 10 provtagna dagvattenlokalerna beräknas metalltransporterna så här: Periodens nederbörd har hämtats från SMHIs GRIDD-data och multipliceras med hela ytan. Volymen dagvatten beräknas sedan med STORM-TACs avrinningskoefficienter. Beräkning av metallmängder från de provtagna dagvattenutsläppen har gjorts utifrån medelvärden som multipliceras med dagvattenvolymen justerar till normalåret under projektperioden.
4. För de ytor varifrån dagvatten inte analyserats har schablonberäkningar fått göras efter ytornas beskaffenhet och därefter val av metallhalter. Här finns förstås en stor osäkerhet. Här har specifika källor alltså inte kunnat spåras. Ytor har delats in i två grupper där olika metallhalter sedan använts. Se sid 5.
5. Slutligen kan nämnas att kylvatten har spårats genom temperaturmätning av provet vid varje tillfälle

Metalltransporter genom Värmullen, Delrapport 2 Beräkning av transporter

Beräkning av metalltransporter i recipient

Metalltransporter genom Uvån och Gör sjöbäckens har beräknats med linjär interpolering, vilket är den metod som rekommenderas. I recipientkontrollen tas 6 analyser i Uvån upp och nerströms Värmullen varannan månad vilket normalt är grund för beräkningarna. Sedan interpoleras ett tänkt halt fram varje dygn mellan provtillfällena. Denna halt multipliceras sedan med dygnsflödet. På så sätt beräknas transporten. Under projektet har tätare provtagning skett.

På grund av stora förändringar i flödet i Uvån genom regleringen av uppströms vatten samt påverkan av tillfälliga utsläpp bl.a. orsakat av kraftiga lokala regn (first flush-effekten) kan detta sätt att räkna ge stora felaktigheter. Justeringar har därför måst göras. En utredning av detta har gjorts, med förslag på nya provtagningsrutiner för att göra långsiktigt miljöuppföljning möjlig, redovisas i delrapport 7.

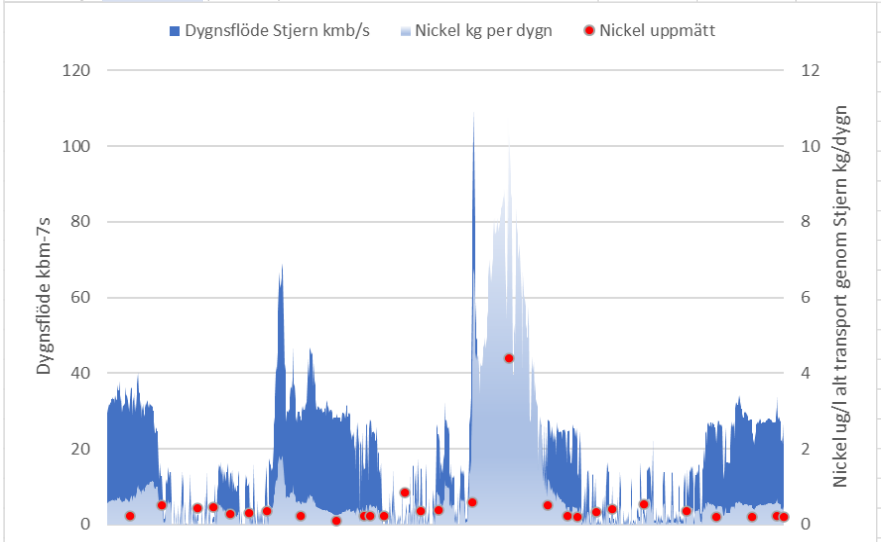
För att kunna beräkna transporter från uppströms områden har analyser tagit i Gata-badet som använts vid beräkningarna och transporter av metaller från uppströms områden. Detta beräkningsätt har även tillämpats på Gör sjöbäckens olika sträckor.

För alla metaller utom zink och molybden utgör den "naturliga" transporten in i Värmullen den absolut största mängden. Uvån uppströms Värmullen är ett mycket stort avrinningsområde och transportererna är stora. Zink kommer från dagvatten och stålindustrins processvatten. Molybden finns endast i små mängder i naturen och är en metall som ingår i många stållegeringar.

LINJÄR INTERPOLERING kan visa väldigt olika transporter

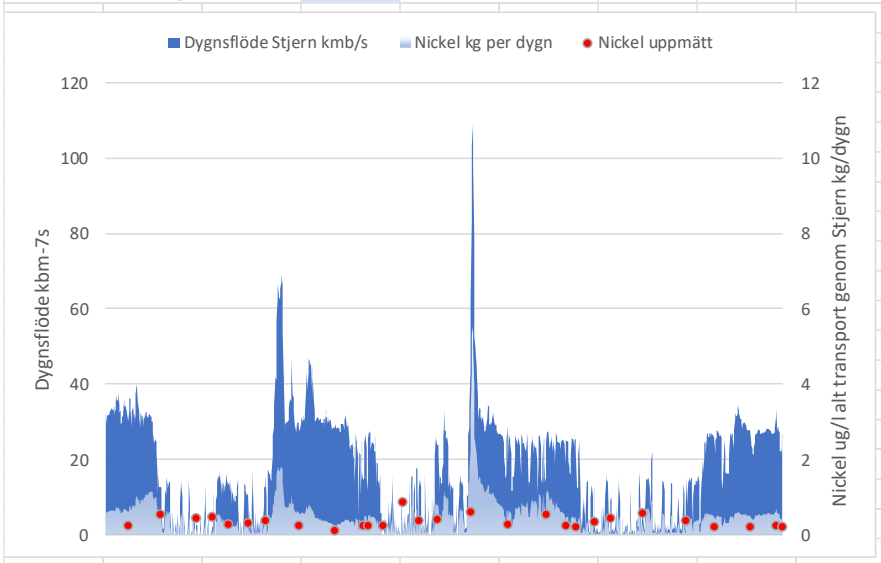
Bild 1 Ett värde på 4,4 under högflödesperioden ger väldigt mkt znickel

Totalt kg: 1157 på hela perioden 3 år och 1 kvartal.



Om man sätter Median 0,27 ug/l i stället för extremvärdet

blir den totalt mängden Ni 571,38 en avsevärd skillnad!



Beräkning av transporter via dagvatten

Vid den simulering av totala flöden av dagvattnet har "Markanvändningsmodell" beskriven i Svenskt vattens utvecklings rapport 2019:2 använts. Genom att identifiera dagvattennätets utsläppspunkter och kartlägga uppströms ytor har dagvattenflödet simulerats utifrån nederbörd angivet av SMHIs Griddfunktion PTHBV och STORM-TACs avrinningskoefficienter, den senare varierar med typer av ytor.

Principen är att utifrån karaktistiken på varje yta beräknas hur stort flöde dagvatten de ger upphov till. Nationella beräkningar visar att av det regn som faller ner över parkmark kommer c:a 25 % att dräneras bort genom dagvattnet, medan från ett tak går i princip allt regnvatten ut i dagvatten-ledningen. Här finns förstås stora felkällor – allt takvatten går inte ut i dagvattennätet, utan en del dräneras ut i spillvattennätet (felaktig påkoppling) och en del takvatten används till bevattningar på egna tomten (bra) – och snö blir kvar på taken som kan dunsta bort. StormTac Web Modellen baseras på flödesproportionella mätningar på olika platser i Sverige och i länder med liknande klimatförhållanden.

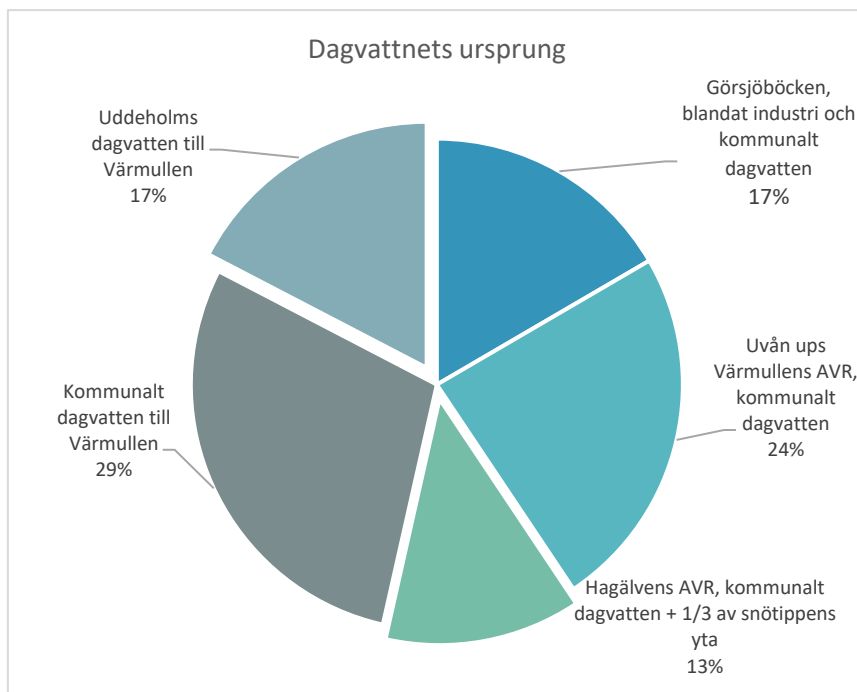
Tabell: Storm-TACs avrinningskoefficienter

Områdestyp	Total del av årsnederbörden som går ut i dagvattennätet
Parkområde	25 %
Kvartersmark	50 %
Gator/asfalterade ytor	80 %
Byggnader (tak)	90 %
Grusade ytor	45 %

Volymer dagvatten

En detaljerad uppdelning av ytor har därför gjorts, ett delområde för varje dagvattenutsläppspunkt. UHB har 20 sådana delområden och i Hagfors stad 36 delområden identifierats. Dagvatten utgör som förväntat en relativt stor andel av vattenflödet från Värmullens **lokala** AVR, 10 % men endast 0,3 % av hela vattenomsättningen.

Störst påverkan av dagvatten på vattenkvaliteten är i Görsjöbäcken, med hela 5 % dagvatten, exklusive lakvattnet från Holkesmossen.



Metalltransporter genom Värmullen, Delrapport 2 Beräkning av transporter

Metallhalter som används vid beräkningarna av dagvattentransporter

De halter som använts vid beräkningar av transporter beror på vilken typ av yta som dagvattnet kommer från – det är förstås stor skillnad mellan dagvatten från parkmark och dagvatten från en parkeringsyta. Det finns en väldigt komplett nationell databas – STORM-TAC - med medelvärden som mätts upp i dagvatten. För varje typ av yta finns dagvattnets medelvärden för många metaller beroende på ytans beskaffenhet. Sedan viktas halterna ihop till ett lvärde för den specifika ytan enligt % tak, % hårdgjord yta osv.

STORM-TACs halter har jämförts med våra uppmätta halter som – undantaget zink och även vid vissa lokaler undantaget krom och nickel - är betydligt lägre än de av STORM angivna. Därför har våra uppmätta medelhalter använts för beräkning av utsläpp från det kommunala ledningsnätet. Dessa kan vara högre än STORM-TAC för vissa områden, men är det oftast inte. Beräknade STORM-TAC halter kan jämföras med de uppmätta, detta redovisas i delrapport 1.

Metalltransporten från de dagvattentytorna på kommunen där ingen provtagning har skett har delats in i två grupper där ytans % hårdgjord yta avgör – över 20 % väg eller parkeringsyta räknas in i den mer förorenade gruppen.

För Uddeholms dagvatten avviker medianhalterna för Zn och Cr uppåt från de värden som redovisas för mer förorenat industriområde (STORM-TAC 2018) vilket är förväntat. På samma sätt som för kommunens ytor delas de 20 ytor in i mer eller mindre förorenade enl. uppgift från verksamheten.

Tabellen visar de halter som använts vid beräkningarna och STORM-TACs halter för motsvarande ytor.

MEDELVÄRDEN	As	Pb	Cd	Cu	Cr	Ni	Zn	Fe mg/l	Susp mg/l	TOC mg/l
STADEN										
Ex. STORM-TAC Flerfamiljs områden	3	15	0,70	30	12	9	130	5,6	100	20
Hgf <20 % hårdgjord yta (sätts till medel N=49)	1,3	2,9	0,34	13,4	6,3	3,4	150	1,6	66	18
Ex. STORM-TAC gles stadsbebyggelse (parkeringsyta inom parentes)	3	18 (20)	0,85 (0,45)	26 (40)	8,5 (15)	8,8 (6)	120 (140)	4,9 (15)	85 (149)	15 (22)
Hgf >20 % gata, parkering, industriyta	1,2	6,9	0,60	32	13	5,8	399	6,8	68	31
JÄRNVERKSOMRÅDET										
Ex STORM-TAC Industriomr. mer förorenat	4	40	2,1	79	16	22	400	8	220	24
UHB dagvatten Medel alla analyser N=27, används till "snälla ytor"	2,5	12	0,2	44	141	58	2 190	16	275	17
UHB dagvatten Medel analyser exklusive UHB3 (som är utspädd med kylvatten) Övervikt av UHB1, N=15, men varierar för de olika metallerna	3,8	18	0,3	55	223	95	3 113	21	362	20

Fet stil: halter över STORM-TAC databas för motsvarande ytor.

Metalltransporter genom Värmullen, Delrapport 2 Beräkning av transporter

Beräknade transporter per år genom Värmullen

Tabellen visar resultatet av transportberäkningarna

Källa/Kg per år medelåret	As Kg	Pb kg	Cd kg	Co kg	Cu kg	Cr kg	Mo kg	Ni kg	Zn kg
Staden till Görsjöbacken exkl. Valmet/Uddeholm (bl.a.UHB3)	0,28	0,62	0,02	0,47	3,1	1,4	4	0,77	36
Staden till Uvån	0,45	2,00	0,18	1,15	8,3	3,4	3	1,84	126
Staden till Hagälven	0,38	0,71	0,02	0,51	3,2	1,5	4	0,83	37
Staden direkt till Värmullen	0,65	1,65	0,06	1,19	7,7	3,5	6	1,87	98
Summa urbana metaller från stadens dagvattennät	1,76	4,98	0,29	3,33	22,3	9,7	17	5,31	297
UHBs dagvatten till Värmullen (ej ytan till Reningsdammen)	0,59	2,87	0,05	1,94	9,0	31,7	453	16,4	491
UHB dagvatten till Görsjöbacken	0,10	0,45	0,01	0,37	2,4	8,4	53	2,4	49
Beräknat UHB dagvatten	0,69	3,33	0,06	2,30	11,4	40,1	505	18,8	540
Summa allt dagvatten	2,45	8,30	0,35	5,63	34	50	523	24	836
UHBs reningsdamm	0,8*	7,63	0,10	1,7*	12*	6,3	270	10,0	2 869
Utströmmat grundvattnet under UHBs yta	0,8*	1,6	1,0	0,8*	4,8	0,333	479	2,16	4
Från Lappkärrs reningsverk	0,7*	0,28	0,04	0,7*	14,2	0,7	0	1,2	18
Från Holkesmossens deponi ***	0,80	0,95	0,00	0,78	1,0	1,24	40	2,15	7
SUMMA beräknade urbana metaller	6	19	2	10	66	58	1 312	40	3 734
Beräknade summa 1"icke-urbana"metallerfrån uppströms vattendrag**	113	106	5,0	35	207	89	24	122	1043
Summa transporter med känd källa ut från Värmullen	119	125	6,5	44	272	148	1 336	162	4 777
Summa vid utloppet Stjern	121	127	5,4	48	286	146	924	176	4 845
Atm. nedfall + "finns i sjön" **** + okänt	2	2	-1	4	14	-2	-412	14	68
Andel av metallen vid utloppet vid Stjern som har en känd lokal urban källa	5%	15%	28%	20%	23%	40%		23%	77%

* uppskattade transporter då metallen ej mäts regelbundet.

** Icke urbana metalltransporter har beräknats utifrån de metallhalter som uppmätts uppströms staden i de tre vattendragen Uvån (vid Gatta) , Hagälven (vid UHBs gamla damm)och Görsjöbacken (vid YV21) med linjär interpolering. Se sid 7

***Holkesmossens bidrag är en "baklängesberäkning" av skillnaden mellan två mätpunkter i Görsjöbacken före och efter deponin (YV21 resp. YV2), mängder beräknade med linjär interpolering.

**** Nivåskillnad mellan projektstart och projektslut,.

Sammantaget beräknas nästan 4 ton zink komma från kända urbana källor varje år, varav c:a 850 kg från dagvatten. 77 % av det totala mängden zink som rinner ut vid Stjern kommer från kända **lokala urbana** källor. För krom är motsvarande siffra 40 % och för nickel 23%. Alla metaller har inte analyserats lika frekvent. De siffror som är gulmarkerade i tabellen bör betraktas som mycket osäkra.

Metalltransporter genom Värmullen, Delrapport 2 Beräkning av transporter

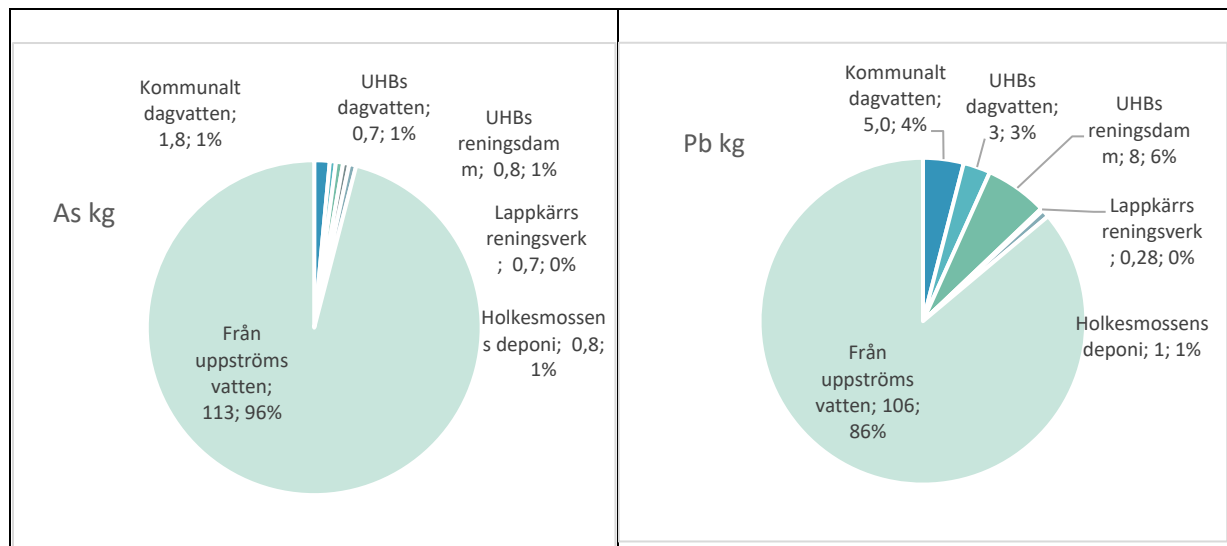
Beräkning av uppströmstransporter

Tabellen visar beräkning av "icke-urbana" metaller som kommer med vattendrag uppströms Hagfors stad

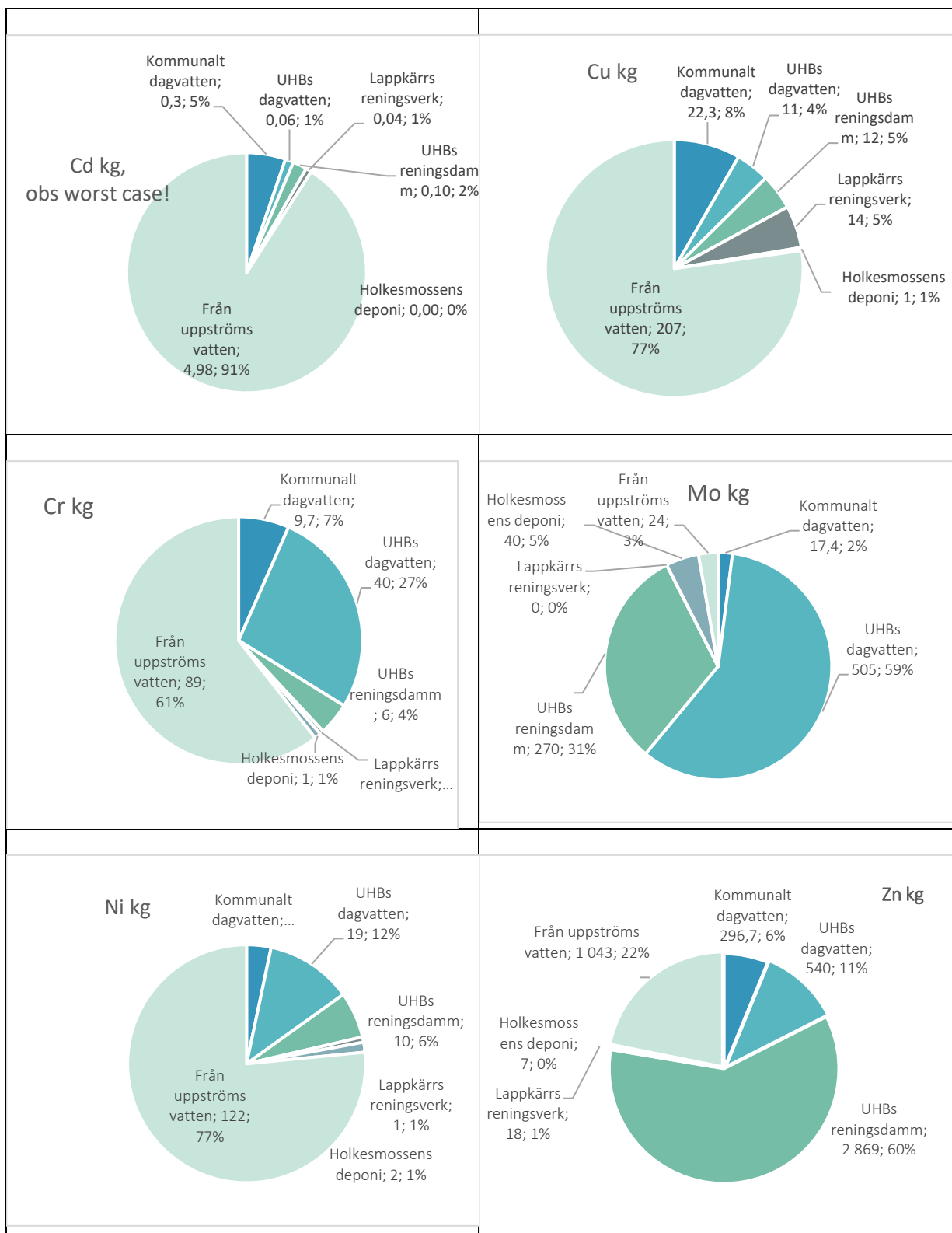
Källa	As Kg	Pb kg	Cd kg	Co kg	Cu kg	Cr kg	Mo kg	Ni kg	Zn kg
Från Uvån uppströms staden (beräknat ups lokal Gatabadet)	106	100	5	32	200	82	22	115	971
Från Görsjöbacken uppströms deponin (beräknat vid YV21)	0	1	0	1	1	1	0	1	7
Från Hagälven ups Dalavägen *	5	4	0	1	4	5	1	5	44
Från Värmullens eget AVR, småbäckar *	2	2	0	1	2	2	0	2	20
Summa uppströms	113	106	5,0	35	207	89	24	122	1043
Summa vid beräknade vid utloppet Stjärn	121	127	5,44	48	286	146	924	176	4 845
Urbana metaller + okänt	8	21	0	13	79	57	900	54	3 802
% av metallen som spårats uppströms Hagfors stad och UHBs verksamhetsområde	94%	84%	92%	72%	72%	61%	3%	70%	22%

*Från Hagälven uppströms staden finns inte tillräckligt med data för att linjär interpolering ska tillämpas. Från opåverkade områden kring Värmullen har SMHIs transporter från ytan beräknats minus dagvatten. Uvåns halter uppströms staden har använts för att beräkna transportererna. Då dessa tillflöden är tämligen små i förhållande till Uvåns, så kanske man kan acceptera felet.

Återigen ska påpekas att alla beräkningar av transporter är osäkra.



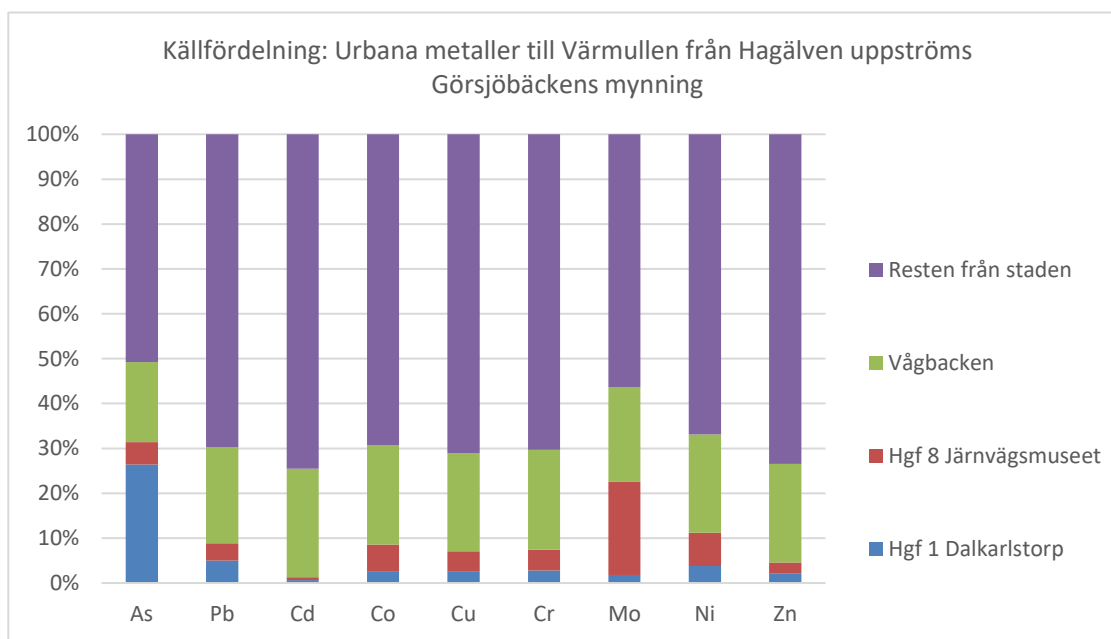
Metalltransporter genom Värmullen, Delrapport 2 Beräkning av transporter



Urban metalltransport uppdelat per recipientområde

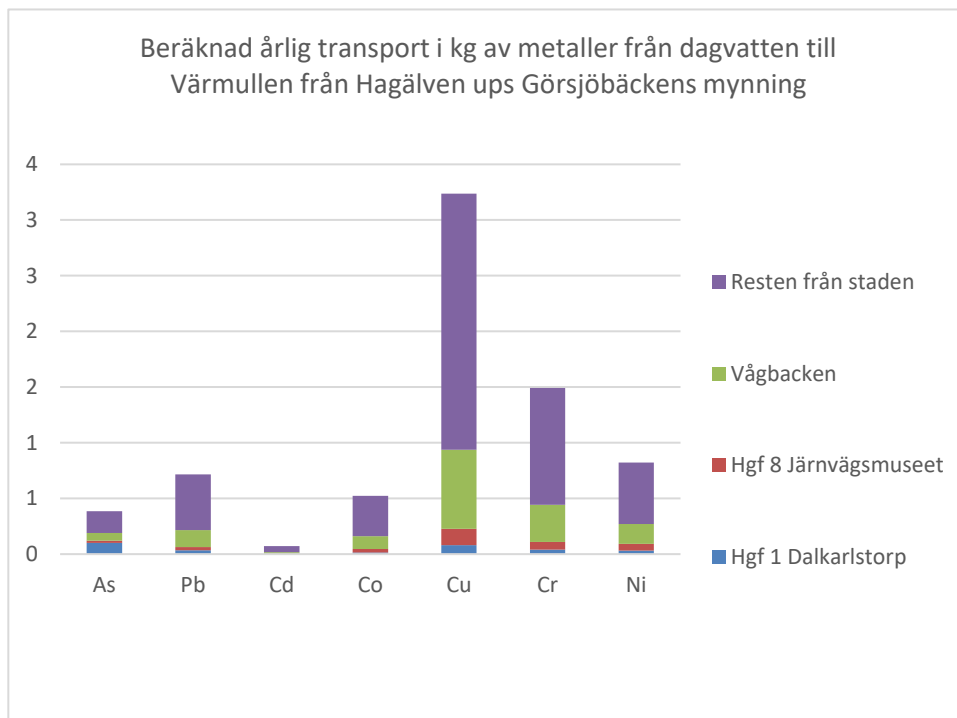
Hagälven

Hagälven belastas endast av kommunens dagvattennät, men i lokal Hgf 8, Järnvägmuseet kommer en del smältvatten från Uddeholms snötipp. Det syns i att den lokalen bidrar med en del molybden. Något oväntat kommer en hela 25 % av arseniken från ett villaområde, mätt i Hgf 1, Dalkarlstorp.



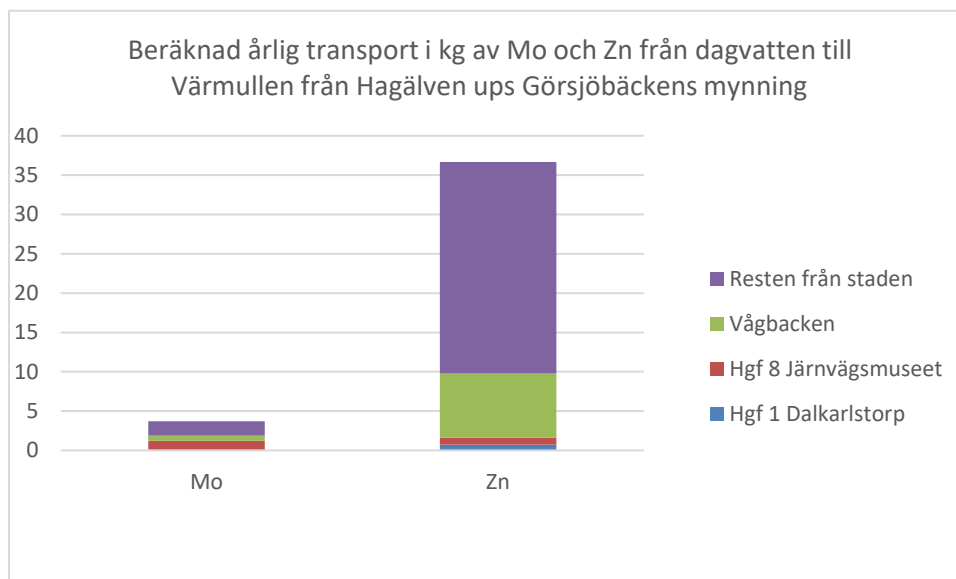
Kg per år till Värmullen från dagvatten mynnande i Hagälven	Hgf 1			Övrigt beräknat
	Dalkarlstorp	Hgf 8 Järnvägmuseet	Vågbacken	från stadens dagvattennät
As	0,10	0,02	0,07	0,20
Pb	0,04	0,03	0,15	0,50
Cd	0,00	0,00	0,02	0,05
Co	0,01	0,03	0,12	0,36
Cu	0,08	0,15	0,71	2,30
Cr	0,04	0,07	0,33	1,05
Mo	0,10	1,13	1,13	3,04
Ni	0,03	0,06	0,18	0,55
Zn	0,76	0,89	7,92	26,42

Metalltransporter genom Värmullen, Delrapport 2 Beräkning av transporter



Som väntat kommer mer koppar än krom och nickel från det kommunala dagvattennätet.

Det är små mängder.

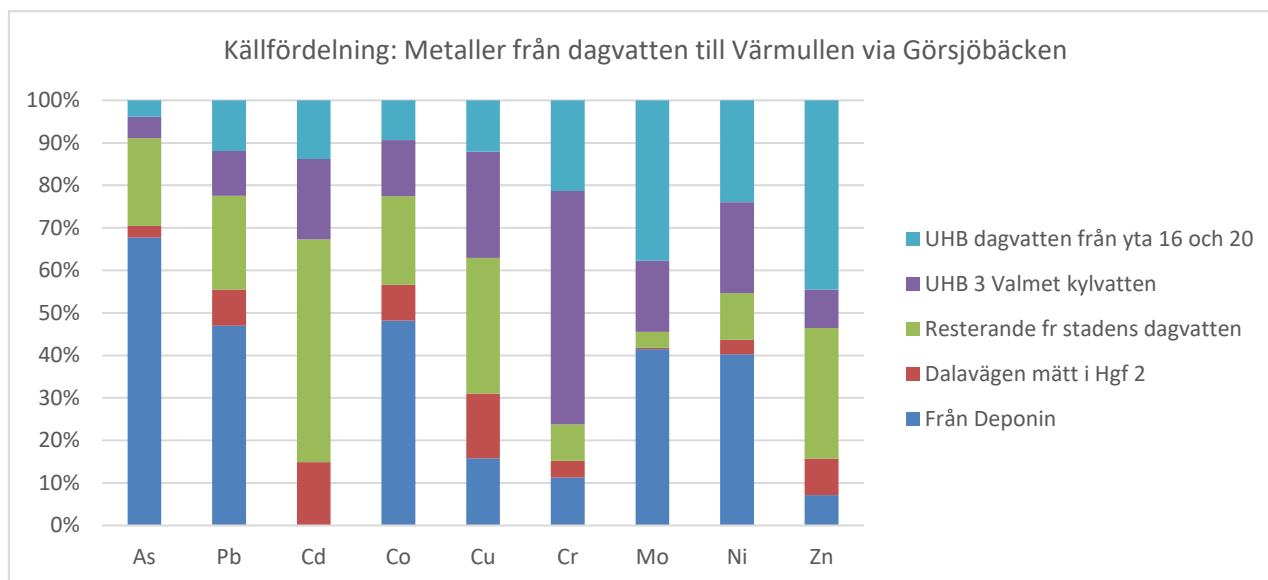


Metalltransporter genom Värmullen, Delrapport 2 Beräkning av transporter

Görsjöbäcken

Källfördelningen visar att merparten av den lilla transport som sker av arsenik, bly, kobolt och nickel härrör från deponin. En något större mängd molybden kommer även den från deponin. Dagvatten och kylvatten mätt i UHB 3, S Parkeringen bidrar med mest krom. Övrigt dagvatten från industriytor bidrar med mest zink.

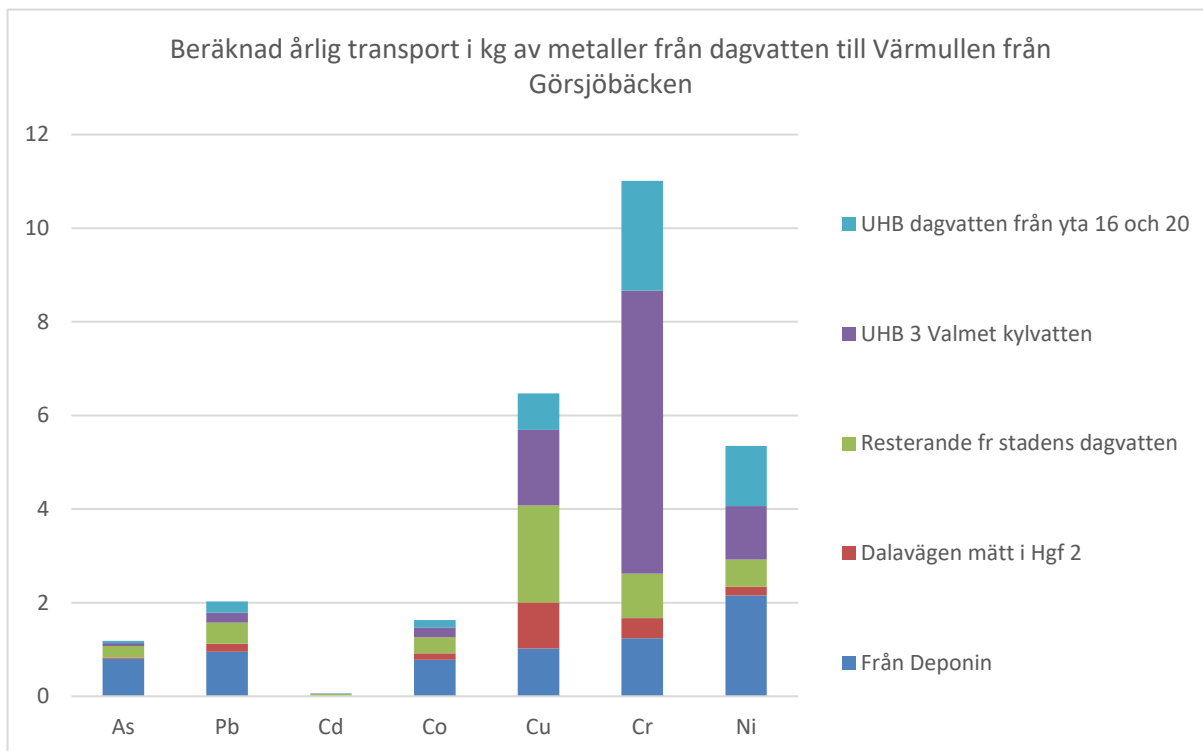
Från Dalavägen kommer bly, kadmium, koppar och zink i ganska stor utsträckning i förhållande till sin yta,



**Kg per år,
dagvatten
från**

Görsjöbäcken till Värmullen	Från Deponin	Dalavägen mätt i Hgf 2	Resterande fr stadens dagvatten	UHB 3 Valmet kylvatten	UHB dagvatten från yta 16 och 20
As	0,80	0,03	0,25	0,06	0,05
Pb	0,95	0,17	0,45	0,21	0,24
Cd	0,00	0,00	0,04	0,01	0,00
Co	0,78	0,14	0,34	0,21	0,15
Cu	1,02	0,98	2,07	1,62	0,78
Cr	1,24	0,43	0,95	6,05	2,34
Mo	40,29	0,28	4,55	16,23	36,60
Ni	2,15	0,18	0,59	1,14	1,28
Zn	6,52	7,86	27,60	8,26	40,80

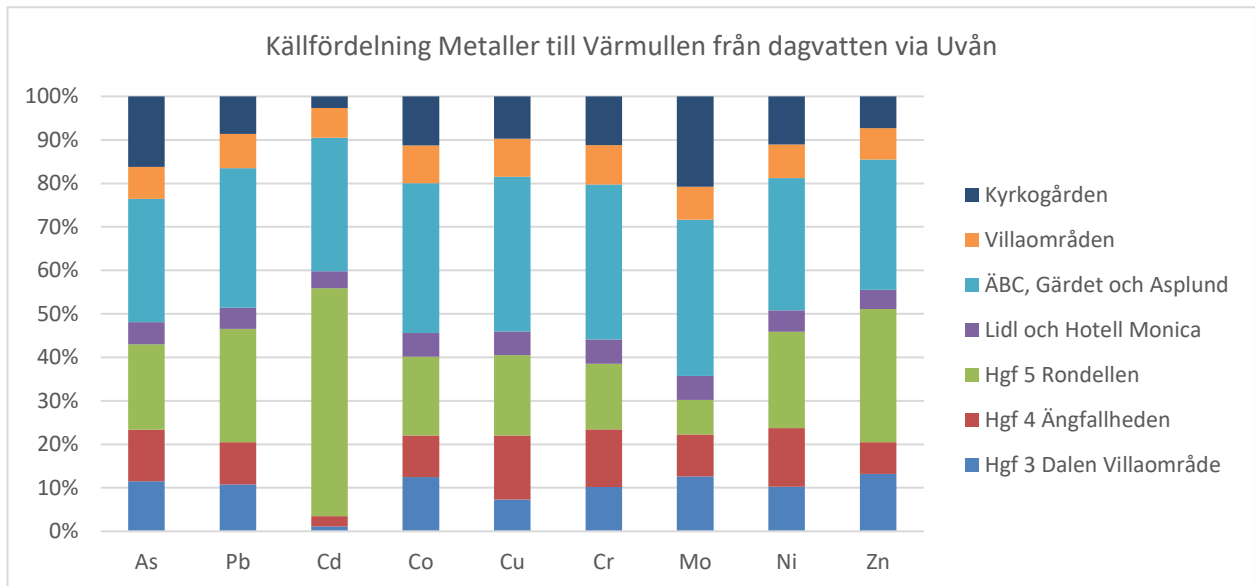
Metalltransporter genom Värmullen, Delrapport 2 Beräkning av transporter



Metalltransporter genom Värmullen, Delrapport 2 Beräkning av transporter

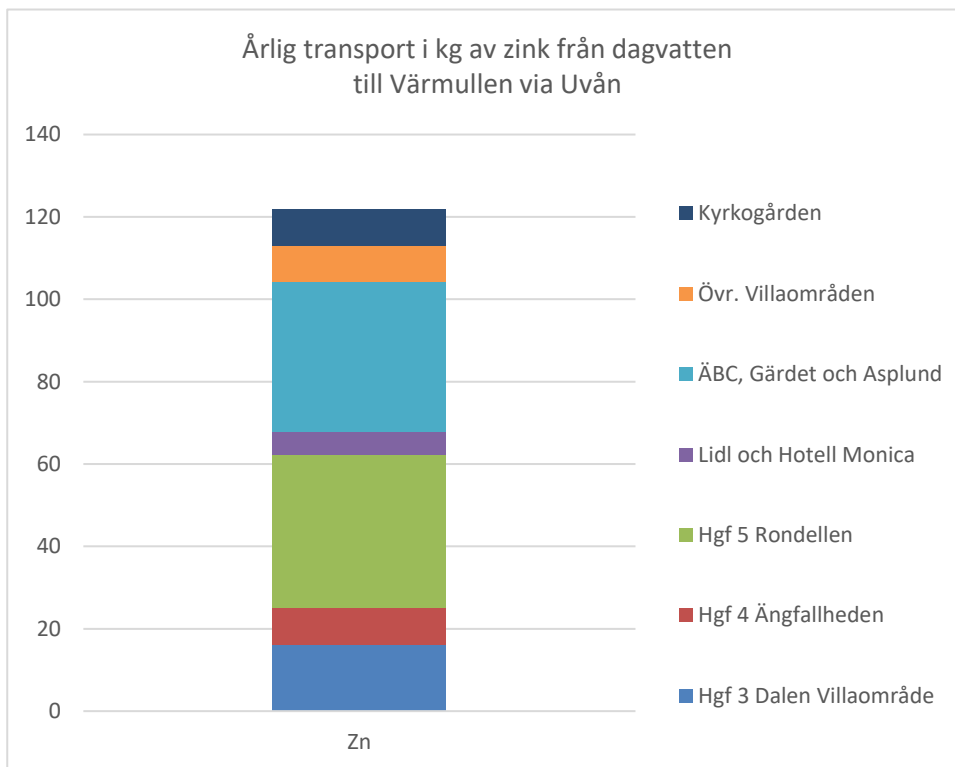
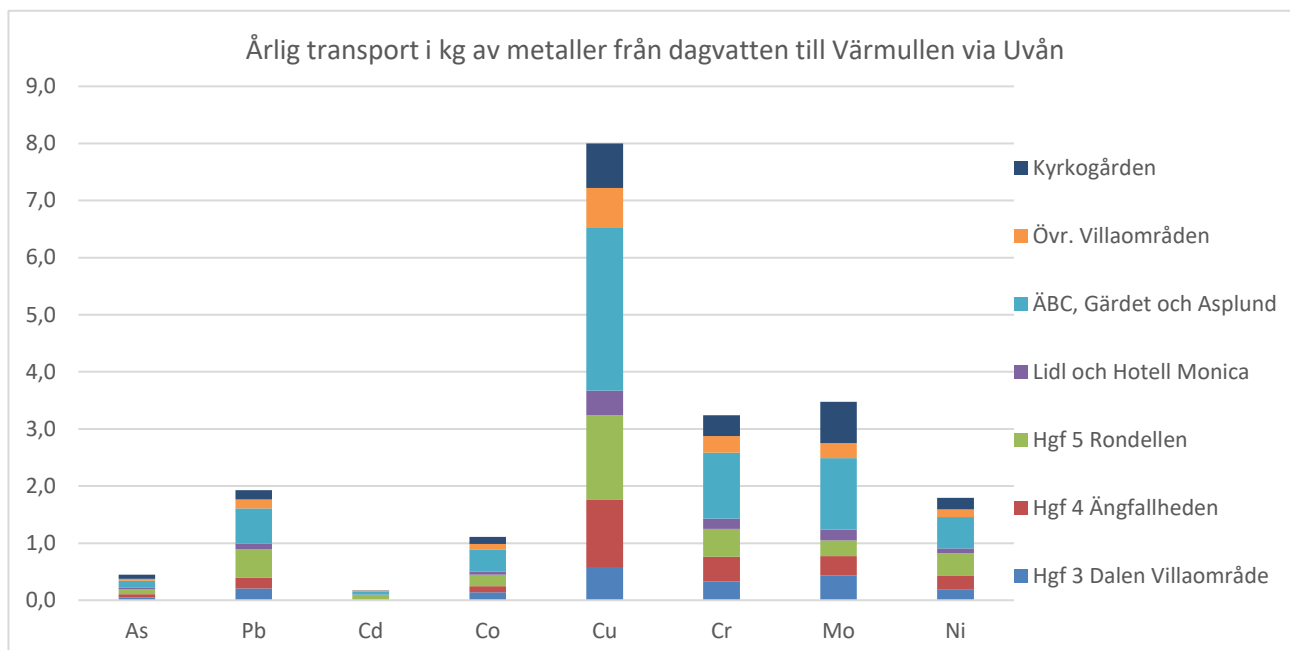
Uvån uppströms Värmullen

Dagvatten från kommunens dagvattennät kommer till Uvån. Stadens ytor har här delats in i 7 grupper.



kg per år från dagvatten till Värmullen från Uvån	Hgf 3 Dalen Villaområde	Hgf 4 S Ängfallheden, småindustriområde	Hgf 5 Rondellen med fliseldade värmeverket och småindustri	Beräknat från Lidl och Hotell Monica	Beräknat från ÄBC, Asplund och Gärdet	Beräknat övriga villaområden	Kyrkogården
As	0,05	0,05	0,09	0,02	0,13	0,03	0,07
Pb	0,21	0,19	0,50	0,09	0,62	0,15	0,17
Cd	0,00	0,00	0,09	0,01	0,05	0,01	0,00
Co	0,14	0,11	0,20	0,06	0,38	0,10	0,12
Cu	0,59	1,18	1,48	0,43	2,84	0,70	0,78
Cr	0,33	0,43	0,49	0,18	1,15	0,29	0,36
Mo	0,44	0,34	0,28	0,19	1,25	0,26	0,72
Ni	0,18	0,24	0,40	0,09	0,55	0,14	0,20
Zn	16,08	8,87	37,42	5,32	36,61	8,75	8,92

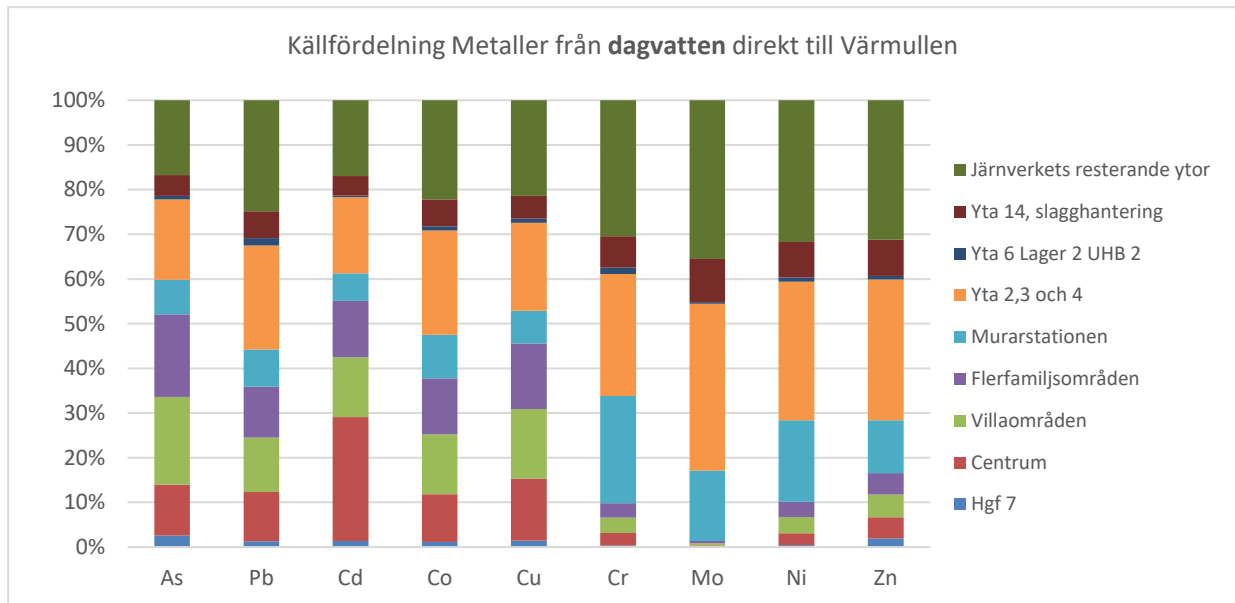
Metalltransporter genom Värmullen, Delrapport 2 Beräkning av transporter



Metalltransporter genom Värmullen, Delrapport 2 Beräkning av transporter

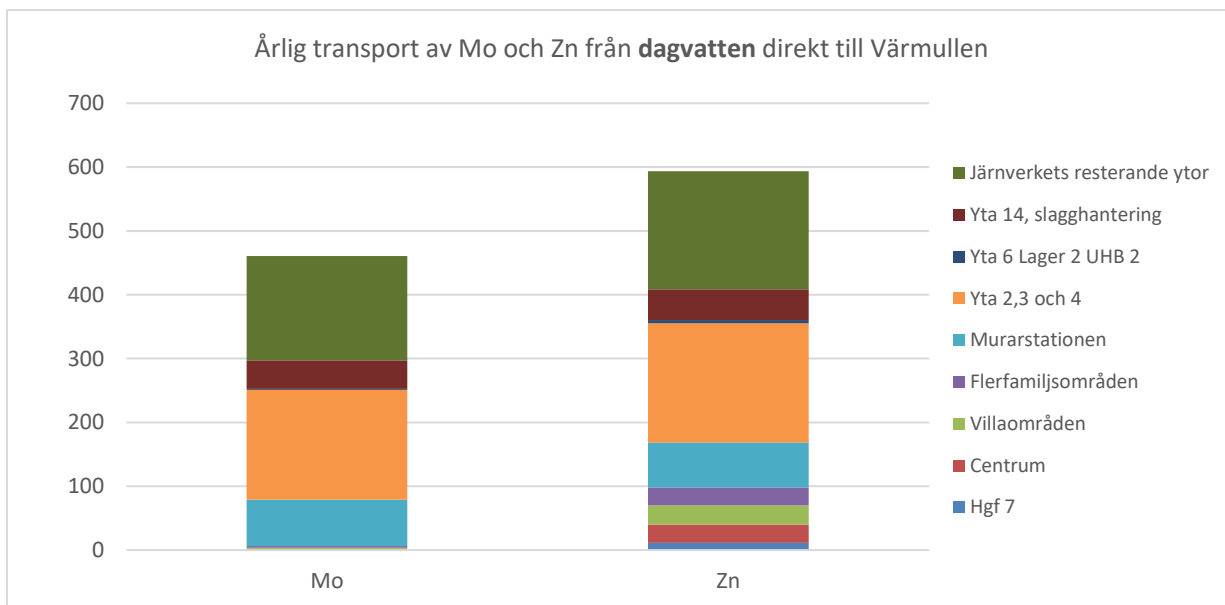
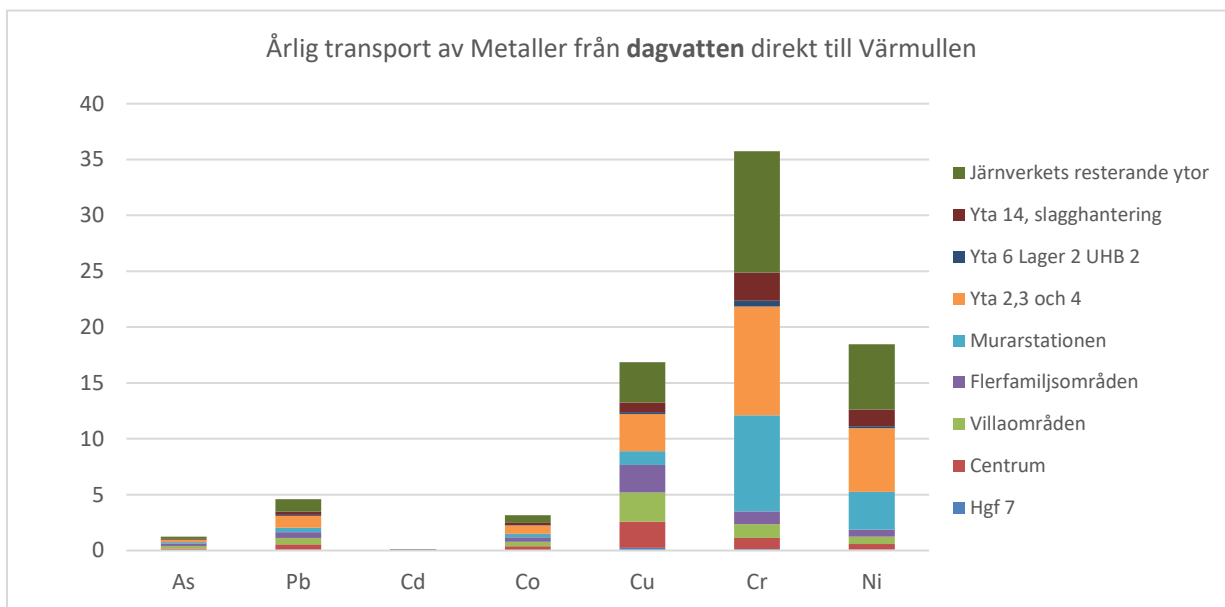
Till sjön Värmullen direkt från dagvatten

Både kommunalt dagvatten och dagvatten från stålverkets industriytor mynnar direkt i Värmullen. Ytorna har delats in i lämpliga grupper, allt efter deras karaktär.

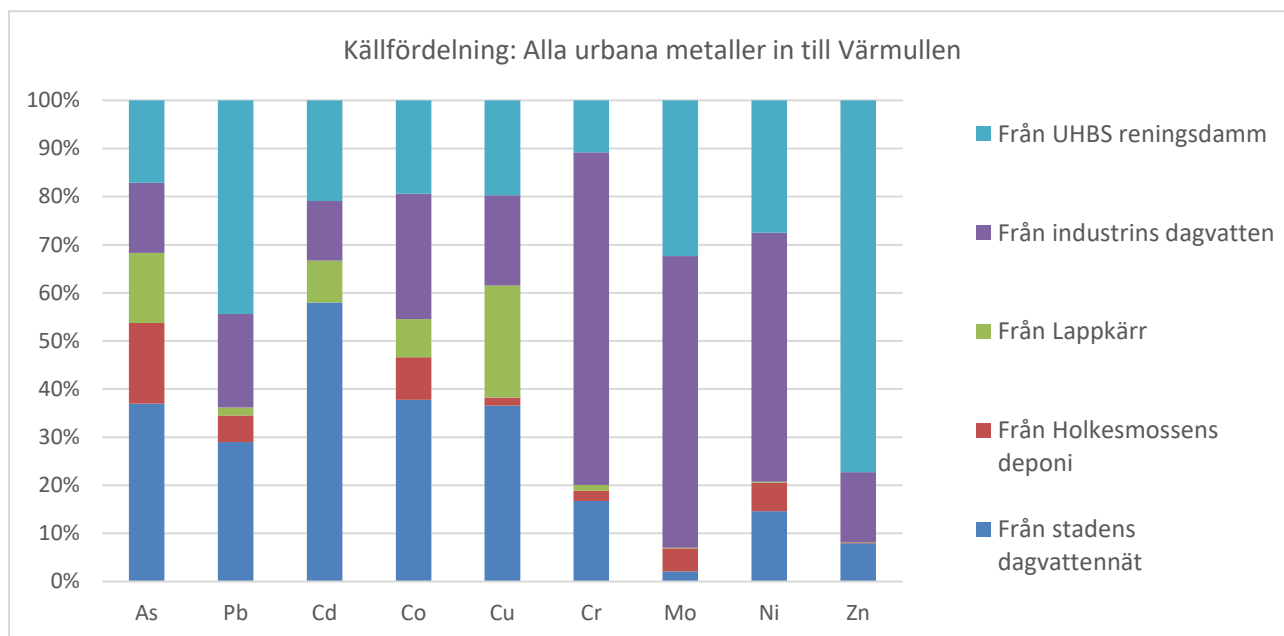


Dagvatten direkt till Värmullen kg/år	FRÅN STADENS DAGVATTENNÄT				FRÅN UDDEHOLMS DAGVATTENNÄT			
	Hgf 7, flerfamiljsområde	Centrum	Från villaområden Sund, Sundfall mm	Flerfamiljsområden, Sättra Blinkenberg m.fl.	Murarstationen	Yta 2,3 och 4	Yta 6 Lager 2 UHB 2	Yta 14, slagghantering
As	0,03	0,14	0,25	0,23	0,10	0,23	0,01	0,06
Pb	0,06	0,51	0,56	0,53	0,38	1,07	0,08	0,28
Cd	0,00	0,03	0,02	0,01	0,01	0,02	0,00	0,01
Co	0,04	0,34	0,42	0,40	0,31	0,74	0,03	0,19
Cu	0,24	2,34	2,63	2,47	1,23	3,32	0,16	0,86
Cr	0,13	1,01	1,23	1,15	8,58	9,76	0,50	2,52
Mo	0,32	1,26	2,44	2,29	72,46	172,11	1,67	44,52
Ni	0,08	0,50	0,67	0,63	3,37	5,71	0,17	1,48
Zn	11,33	28,42	30,12	28,29	70,33	186,89	4,71	48,34

Metalltransporter genom Värmullen, Delrapport 2 Beräkning av transporter



Källfördelning alla urbana metaller som beräknas komma till Värmullen



kg urbana metaller in till Värmullen varje år	Från stadens dagvattennät	Från Holkesmossens deponi	Från Lappkärr	Från industrins dagvatten	Från UHBS reningsdamm
As	1,76	0,80	0,69	0,69	0,81
Pb	4,98	0,95	0,28	3,33	7,63
Cd	0,29	0,00	0,04	0,06	0,10
Co	3,33	0,78	0,69	2,30	1,71
Cu	22,3	1,0	14,2	11,4	12,0
Cr	9,7	1,2	0,7	40,1	6,3
Mo	17	40	0,7	505	270
Ni	5,3	2,2	0,1	18,8	10,0
Zn	297	7	1,2	540	2869

Metalltransporter genom Värmullen, Delrapport 2 Beräkning av transporter

