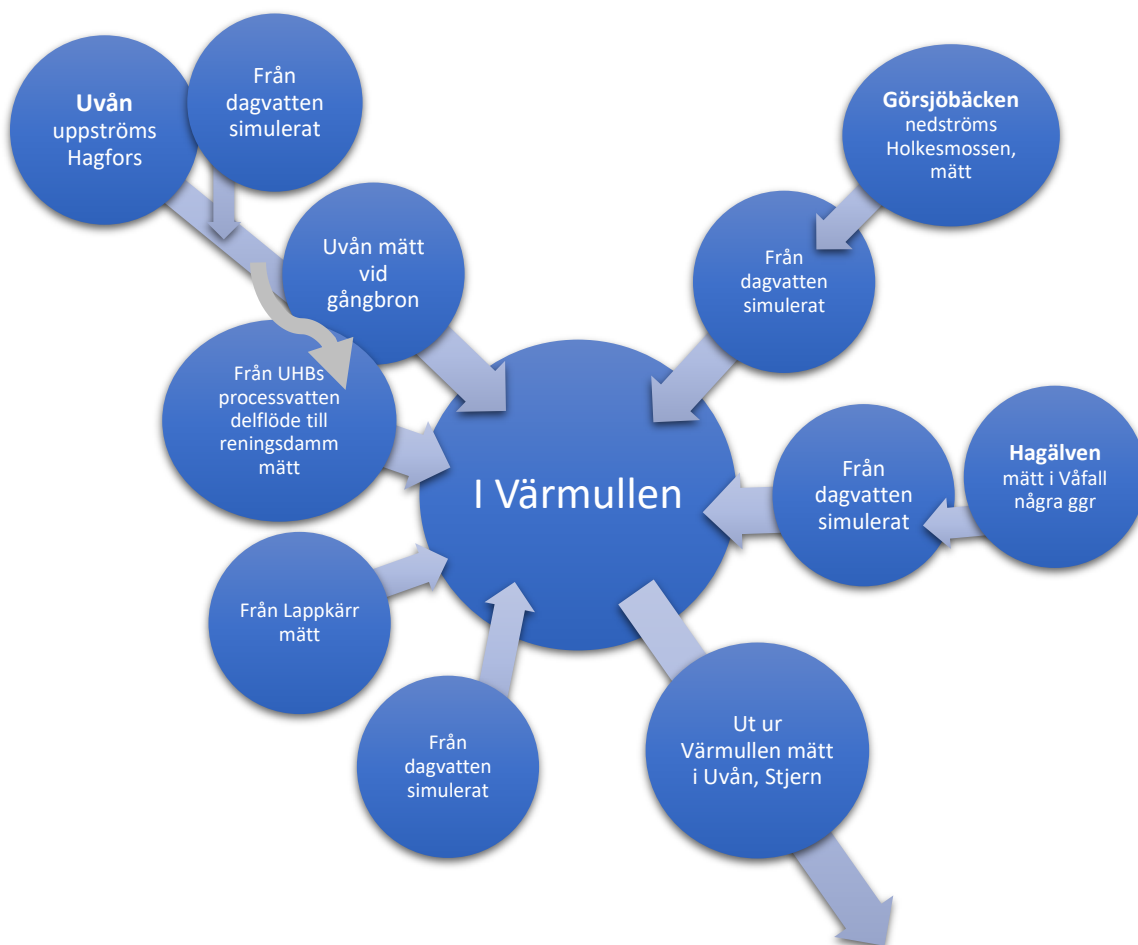


# Kap 8 Ämnestransporter och massbalanser

## Sammanfattning

Till Värmullen kommer Uvån, Görsjöbäcken, Hagälven samt mindre flöden från Värmullens eget avrinningsområde. **Dagvatten** kommer från staden och industriområdet vid järnverket via alla dessa flöden. Järnverket tar in **processvatten** från Uvån innan Hagfors kraftverk, en del av detta renas i reningsdammen. Den **kommunala reningsverket** Lappkärr renar vatten som ursprungligen kommer från råvattentäkten Stora Ullen. Varje ring i nedan figur tillför Värmullen näringsämnen, metaller och andra ibland oönskade ämnen. I det här kapitlet görs ett försök att sammanställa dessa flöden (ämnestransporter) och se hur mycket som lämnar Värmullen och hur mycket som stannar i sjön (massbalans eller ämnesbudget). Försök görs att ur dessa flöden specificera det som är urbant, dvs det som människan tillför Värmullen.



## Lokal åtgärdsplan för Värmullen kap 8

### Näringsämnen

Över 80 % av alla näringsämnen som finns i Värmullen kommer från naturliga källor – skog, myr och lite jordbruk. Av fosfor som finns i Värmullen är 18 % urban, motsvarande siffra för kväve är 15 %. Några % av det fosfor som tillförs Värmullen lämnar eller stannar i sjön- olika varje år - medan kväve lagras in i Värmullen i stort sett varje år.

Av det urbana fosfor som finns i Värmullen kommer en tredjedel från reningsverk, en tredjedel från fiskodlingen och resten fördelar sig på dagvatten och utsläpp från enskilda avlopp, Holkesmossens deponi samt något lite från Uddeholms reningsdamm. Bilden är något annorlunda för kväve – där är reningsverken den absolut största källan – 70 %. Resten av kvävet fördelar sig ungefär lika för dagvatten, Holkesmossen, UHBs reningsdamm samt från enskilda avlopp.

Uddeholms reningsdamm och kylvatten har sitt ursprung från Uvån. De näringsämnen som kommer från reningsdammen har alltså inte sin huvudsakliga källa från järnverket.

Massbalanser för näringsämnena fosfor och kväve under perioden 2015-2019 har beräknats på månadsvis som summerats till en månads och sedan en årsbalans, De månadsvisa balanserna visar en stor skillnad mellan olika perioder beroende på flödet genom sjön och verkar även bero på när på året genomströmningen startar. Beräkningarna visar att fosfor stannar i Värmullen år med en lång sommarperiod som medfört syrebrist t.ex. år 2017 och 2018 lagras c:a 150-200 kg in i Värmullen på årsbasis, medan år med höga flöden sommartid, t.ex. 2015 bidrar Värmullen med c:a 400 kg fosfor till nedströms liggande Rådasjön. De olika beräkningarna visar att alla år ökas Värmullens kväveinnehåll, beroende på genomströmningen stanna mellan 3 och 20 ton kväve i sjön vilket är mellan 2 och 15 % av kväveflödet. Det är hela tiden mycket osäkra beräkningar då endast 6 analyser/år görs i Uvån upp och nedströms Värmullen.

### Metaller

Metaller som zink, nickel, krom och molybden kommer huvudsakligen från utsläpp av järnverket, via luft och vatten. Bly, kadmium, koppar, arsenik och kobolt tillförs Värmullen främst från dagvatten. Budget över metaller har beräknats från 2015-2019. Utflödet av metaller nedströms Värmullen beräknat från medianvärden och uppmätt/beräknat medelföde.

Medelvärden 2015-2019 Metall kg/år	Zn	Cr	Ni	Pb	Cd	Cu	As	Co	Mo
Urbant ursprung	3 319	40	42	33	1	59	7,49	13,93	862
Utflöde av metaller i Uvån	4 589	149	147	128	3	213	117	48	800
% urbant	72%	27%	28%	26%	38%	27%	6%	29%	108%
Från UHB i % av urbant	91%	72%	79%	51%	25%	35%	67%	66%	96%
Från kommunens dagvatten i % av urbant	5%	26%	12%	35%	58%	37%	20%	22%	1%

## Lokal åtgärdsplan för Värmullen kap 8

### Syfte

En beräkning av varifrån näringsämnen och metaller kommer in i Värmullen är viktig för att kunna sätta in åtgärder på rätt ställen. Syftet med att beräkna massbalanser (ämnesbudget) för ett ämne är att se om det fastnar i Värmullen eller om ämnet transporteras vidare ut i Uvån ner till Rådasjön, Klarälven, Vänern och till slut havet. På vägen används förstås en del i biologiska kretslopp, ny kommer till från nedströms källor och en del fastnar på vägen i sediment och försvinner temporärt. Det som "försvinner" kallas retention och brukar anges i %. I ett nationellt perspektiv är det viktigt att se om ett visst område "läcker" ut näring eller metaller. Man använder begreppet arealspecifik förlust och mäter det i kg/ha och år. Dessa beräkningar görs nationellt.

### Ämnen

För de ämnen som är viktiga- alternativt mindre bra- för ekosystemet Värmullen har ursprung, transporter och massbalanser beräknats eller uppskattat. Dessa ämnen är

- Fosfor
- Kväve
- Metaller: zink, krom, nickel, bly, kadmium, koppar, arsenik, kobolt samt molybden.

### Metod

Ämnestransporter i årsmedelvärden (kg) beräknade utifrån uppmätta värden av halter från kända källor; månadsvis för näringsämnen samt på årsbasis för metaller. Som källor för haltberäkningar har använts Klarälvens recipientkontroll, Uddeholm och Hagfors kommuns utsläppskontroll kompletterade med nya mätningar under projektperioden 2017-2019. Medelvärden för vattenflöden har hämtats från Fortum (Uvån och Ullendammen) samt från SMHIs beräkningar för Hagälven och Görsjöbacken och Värmullens eget avrinningsområde.

Årsmedelvärdesberäkningar (2015-2019) har jämförts med månadsvärden (extrapolering från uppmätta halter) av utsläppsmängder när det varit möjligt. Metoden linjär extrapolering, som används i Klarälvens vattenvårdsförbunds recipientkontroll, har inte kunnat tillämpas.

### Källor

- Icke-urbana källor (skog, myr jordbruk) har hämtats från nationella beräkningar (S-Hype SMHIs vattenwebb). Det lilla aktiva jordbruk som finns uppströms och runt Värmullen har en väldigt marginell påverkan, då den mesta brukade marken idag är ett icke-intensivt slåtter. Jordbrukets påverkan räknas därför här in i de Icke-urbana källorna.
- Miljörapporter för kända källors årliga punktutsläpp har använts (Lappkärr, Gustavfors fiskodling, Uddeholms AB metaller) alt beräknats från mätta utsläppshalter (Gustavfors reningsverk, Holkesmossens deponi).
- Utsläpp från enskilda avlopp har beräknats utifrån antalet verkligt aktiva brunnar (tömningar från 2016-2019). Utsläppen har beräknats från schablonvärden angivna i Naturvårdsverkets rapport 4425, med en reduktion innan avloppsvatten når recipient då de flesta fastigheterna ligger en bit från vatten.
- Dagvattenutsläpp har beräknats utifrån schablonvärden till viss del korrigerade för uppmätta värden under projektperioden. Här har en GIS-indelning gjorts med avseende på verksamhet i dagvattenområdet och schablonhalter resp. utsläpp har korrigerats för detta.

## Lokal åtgärdsplan för Värmullen kap 8

### Näringsämnen fosfor och kväve

De största urbana källorna till näringsämnen är utsläpp från reningsverken, från enskilda avlopp samt från dagvatten. För att göra en jämförelse möjlig med nationella beräkningar har uppmätta totalfosforhalter korrigerats upp med 1,12 enligt rekommendation från SYNLAB för att göra nationella jämförelser möjliga.

### Metaller

Utsläpp av metaller från större punktkällor till vatten mäts mer eller mindre frekvent. Uddeholm mäter utsläppen varje vecka från reningsanläggningen. Dagvattenutsläpp är en relativt stor källa till metallutsläpp som är svår att uppskatta rätt. Schablonvärden har använts, korrigerade efter våra mätningar. Luftburna metaller från järnverket hamnar i skog och mark samt över sjötor, vilket syns i förhöjda värden uppströms Värmullen. **Det tillskott av metaller som sker via luftnedsläpp direkt över Värmullen är svåra att beräkna, men den mossundersökning vi gjort hösten 2019 ger vägledning.**

### Vattenflöden

Det är givetvis mycket viktigt att ha rätta flöden vid beräkningar av årstransporter. Vi har använt Fortums medeldygnsvärden från kraftverken Hagfors och Stjern under 5 års tid, summerat dessa vilket blir mycket exakt. För årsberäkningarna har medelvärdet för 5 år använts. Detta värde var för perioden 2015-2019 0,23 % högre än SMHIs simulerade värden, och denna faktor har använts vid uppräknings av SMHI:S värden i systemet. Fortum mäter utflödet från Stora Ullen och det vatten som tillkommer till Hagälven nedströms erhålls från SMHI. Uddeholms använder kylvatten från Uvån som inte passerar kraftverket utan går direkt ut i Värmullen. Dagvattenflöden har beräknats utifrån kategorisering av olika ytor. Månadsnederbörd från SMHI (Gustavsfors) har använts för att räkna ut flöden från vägar, hustak resp. grönytor efter olika schabloner på avdunstning mm. Avdunstningen från Värmullen yta har satts till 422 mm per år enl. SMHI. En liten justering har gjorts på Hagälvens inflöde i avrinningsområdet nedströms Stora Ullen för att få summan i Värmullen lika som utflödet.

<b>Medelvattenflöden</b> som använd i beräkningarna 2015-2019	kbm/år
Uvån inflöde i Värmullen mätt vid Hagfors kraftverk	488 741 818
Hagälven (Mätt vid Ullendammen + SMHIs värde nedströms avr, justerat med +7%)	18 939 267
Görsjöbäckens inflöde i Värmullen (SMHI, justerat)	4 992 292
Dagvatten till Värmullen (uppskattat)	619 661
Järnverkets reningsdamm (mätt)	2 780 724
Råvatten som passerar UHB mätt minus flödet genom reningsdammen (mätt)	8 177 124
Lappkärrs utsläpp till Värmullen (mätt och uppskattat)	1 139 831
Från Värmullens omgivning (SMHI beräkningar minus dagvattnet till Värmullen, justerat för avdunstning)	8 172 138
Summa vatten i Värmullen	533 562 854
Utflöde mätt vid Stjerns kraftverk	533 562 854

### Verifiering

Vi har jämfört våra beräkningar med SMHIs nationella HYPE-modell modellen för kväve och fosfor. För beräkning av metaller finns inga nationella simuleringar gjorda.



## Lokal åtgärdsplan för Värmullen kap 8

### Näringsämnen fosfor och kväve

#### Utsläppskällor till Värmullen

##### *Jordbruk*

Jordbruket är den största urbana källan av utsläpp av näringsämnen till vatten i Sverige. Då det tyvärr inte finns mycket jordbruk i Värmullens avrinningsområde tas problematiken inte upp här. Markernas bidrag beräknas från SMHIs simulering, som antagligen ligger i överkant.

##### *Skogsbruk*

Skogsbruket bidrar till fosforbelastningen på vatten främst genom körskador vid avverkningar och utdikning av skogsmark. Halterna i bäckar ökar under några år efter avverkning. Läckaget från slutna skog är lågt och räknas som bakgrundsläckage. Förlusterna från torvmark är högre än från fastmark. Utdikning sker idag i en begränsad omfattning till skillnad mot på 1970-talet. Utsläppen beräknas från SMHIs simulering.

##### *Fekalier och gödsel*

Fosfor och kväve är en livsviktig och naturlig del i levande materia. De utsöndras från kroppen via avföring och frigörs vid nedbrytning av allt dött material. Oftast är det tillgången på fosfor som begränsar produktionen i en sjö – kväve finns nästa alltid i överskott. Extra fosfor till vatten kan ge en explosion i utvecklingen av växtplankton – sjön blommar. Problemet med fosforöverskott i vatten har uppstått genom ansamling från sanitärt avloppsvatten till sjöar – något som uppstod först kring 1950 i Värmullen då vattenklosetter blev allmänt. Krav på rening av avloppet kom först 20 år senare.

Belastningen av fosfor från reningsverk beror på typ av rening. I Sverige är kraven på de större verken över 90 % rening, många verk ligger högre. Lappkärr har i snitt 93% fosforrening under perioden 2015-2019. Gustavfors som är ett biorotorverk, har en mycket lägre grad av fosforrening, 34 %. Reningen av kväve är det motsatta – Lappkärr renar 15 % av inkommer kväve, Gustavfors 58 %.

Belastningen från enskilda avlopp är osäker. Beräkningarna avser utsläpp i mark vid anläggningen utan hänsyn till den enskilda anläggningens avstånd fram till närmaste sjö eller vattendrag. Fosforreduktionen i anläggningen kan variera mellan 10 % och 90 % beroende på anläggningstyp. Utifrån naturvårdsverkets schablonvärden har en reducering skett olika för olika områden.

##### *Fiskodling*

Fosfor och kväve kommer från fiskodlingar genom fiskarnas avföring samt ev. överskott av mat som rasar ur nätkassarna. Odlarna har blivit bättre på att balansera utfodringen så att det blir mindre spill. *Förlusterna* per ton producerad fisk har successivt sjunkit från ca 30 kg P/ton under 1970-talet till 7 kg P/ton. Fiskodlingen vid Gustavfors uppger en siffra på 6,25 kg P/ton och 41 kg N/ton fisk för 2018. (ej uppdaterat för 2019 än)

##### *Rengöringsmedel:*

För att få en bra effekt av tensider i hårt vatten tillsatte man förr fosfat i tvättmedel. I Sverige stoppades fosfater i tvättmedel 2008 och i maskindiskmedel 2011. Fosfater kan fortfarande finnas i andra rengöringsmedel, t.ex. bilvårdsmedel.

## Lokal åtgärdsplan för Värmullen kap 8

### Dagvatten

Belastningen av fosfor i dagvatten kommer främst från fosfatering som rostskyddsbehandling av bilar, samt från naturlig nedbrytning i flisupplag och parker. Kväveutsläppen i dagvatten är oftast från naturliga källor som grönytor. Schablonhalter används, delvis justerade från uppmätta halter.

### Årstransporter från olika källor

Projektet har gjort beräkningar utifrån uppmätta halter under perioden 2005-2018 då det varit möjligt och multiplicerats med månadsmedelflöden från de olika avrinningsområden, samma tid. I HYPE-modelleringen skiljs ej på Hagälven och Görsjöbäcken, då de har samma utsläppspunkt nere vid järnverket. Vi har valt att separera detta, då mätningar regelbundet görs i Görsjöbäcken som en del i kontrollen av Holkesmossens avfallsdeponi. Halter i Hagälven mäts inte utan där har vi gått på data från en nationell övervakningspunkt vid Våfall, där endast två värden finns att tillgå. Månadshalter har interkalibrerats mellan de halter som är uppmätta, oftast varannan månad. Osäkerheten i siffrorna är alltså stor. Vi har korrigerat fosfor och kvävehalter mot den kalibrering som SYNLAB gör varje år mot SLU som rekommenderas vid transportberäkningar för att göra nationella jämförelser.

### Fosforbudget via olika vattensystem

Uppmätta halter av Tot-P har korrigerats med \* 1,12 efter rekommendation från SYNLAB för att göra det möjligt att jämföra med nationella modeller. Beräkningarna visar att Värmullen "släpper" fosfor nedströms, olika mängder olika år. Medelvärdesberäkningar utifrån årshalter 2015-2019 gav att nästan 400 kg fosfor transporteras nedströms. Det är 7 % av hela den beräknade fosforbudgeten.

Avrinningsområden/ tillförsel fosfor kg/år	Våra beräkningar 2015-2019 kg/år	HYPE-modellering Kg/år	Fördelning våra beräkningar jmf med HYPE-modellen	
Uvån mätt	3 846	5544	82%	85%
Görsjöbäcken mätt	82	ingår i nedan	2%	ingår i nedan
Hagälven uppskattat	171	282	3%	4%
Värmullen uppskattat	594	725	13%	11%
Totalt in i Värmullen	4 694	6551	100%	100%
Totalt ut ur Värmullen mätt	4 829	6617		
Retention (- lämnar sjön)	-135 (3 %)	- 66		

### Kvävebudget via olika vattensystem

Den största mängden kväve kommer naturligt ner till Värmullen via Uvån. En större del av kvävebelastningen på Värmullen kommer direkt i sjön än vad HYPE-modellen simulerat. Våra beräkningar visar att drygt 6 ton kväve/år stannar i sjön varje år.

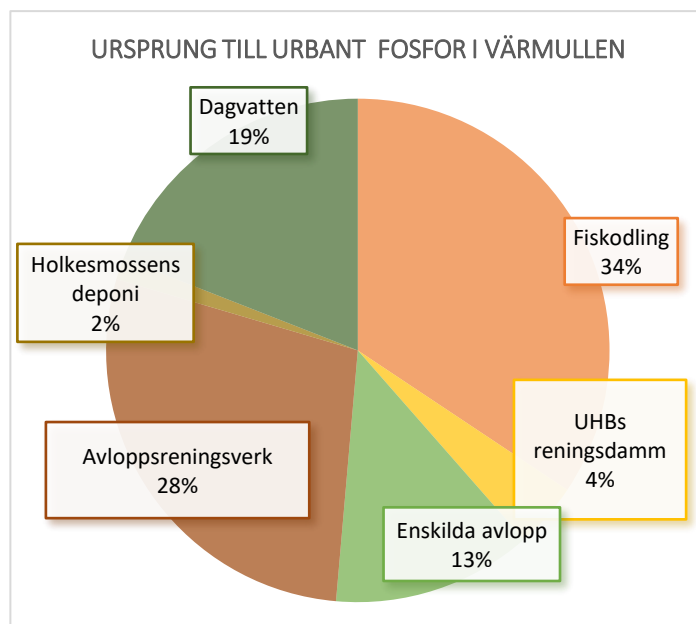
Avrinningsområden/tillförsel Kväve kg/år	Våra beräkningar 2015.2019	HYPE-modellering	Fördelning våra beräkningar jmf med HYPE-modellen	
Uvån mätt	148 016	185 822	78%	83%
Görsjöbäcken mätt	4 515	0	2%	ingår i nedan
Hagälven uppskattat	6 470	9 624	3%	4%
Värmullen uppskattat	31 694	29 060	17%	13%
Totalt in i Värmullen	190 694	224 506	100%	100%
Totalt ut ur Värmullen mätt	193 070	225 750		
Retention - lämnar sjön)	-2 375 (1%)	-1 244		

## Lokal åtgärdsplan för Värmullen kap 8

### Urbana fosforkällor

Hype-modellen jämförs med våra beräkningar:

Urbana källor, tillförsel av fosfor kg/år till Värmullen	Våra beräkningar medel 2015-2019	HYPE-modellen
Fiskodling	360	390
UHBs reningsdamm	44	
Enskilda avlopp	135	109
Avloppsreningsverk	295	565
Holkesmossens deponi	14	Ingår i nedan
Dagvatten	200	186
Summa ovan	1 048	1 250
Allt fosfor i sjön	4 694	6 551
Andel urbant	22 %	19 %



Från fiskodlingen i Gustavsfors kommer ungefär lika mycket fosfor som från reningsverken Lappkärr och Gustavsfors RV tillsammans. Enskilda avlopps bidrag är mycket osäkert, liksom dagvatten.

Tillflödet av urban fosfor fördelar sig enl. nedan tabell. Osäkra siffror är skrivna kursivt.

Tot-P, kg/år från urbana källor	Urbana källor, medelvärden 2015-2019	Våra beräkningar	HYPE-modellens beräkningar
Vid Uvåns inlopp i Värmullen	<i>Enskilda avlopp</i>	97	81
	<i>Gustavsfors Reningsverk</i>	27	75*
	<i>Fiskodling i Knon medel</i>	360	390*
	<i>Dagvatten uppströms</i>	89	105
Vid Görsjöälvens utlopp i Värmullen	<i>Holkesmossen</i>	14	
	<i>Dagvatten från staden och UHB</i>	26	22
	<i>Enskilda avlopp</i>	0,2	1
Vid Hagälvens utlopp i Värmullen	<i>Dagvatten från staden</i>	21	12
	<i>Enskilda avlopp</i>	2	5
Värmullen egna källor	<i>Dagvatten direkt ut i Värmullen</i>	64	47
	<i>Enskilda avlopp</i>	36	22
	<i>Lappkärrs reningsverk medel</i>	268	490*
	<i>Uddeholms reningsdamm</i>	44	
Summa URBANA KÄLLOR		1 048	1 250

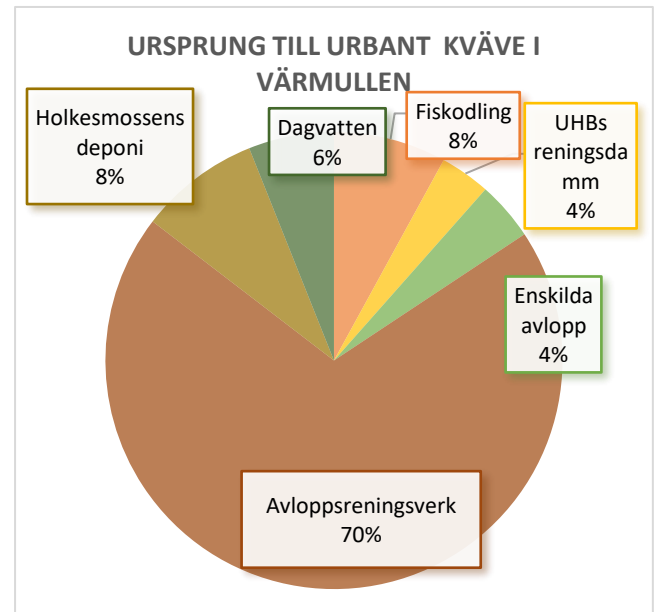
\*HYPE-modellen använder ett värde från 2011 på utsläpp från punktkällor

## Lokal åtgärdsplan för Värmullen kap 8

### Urbana kvävekällor

Bortser man från den "naturliga" tillförseln från skog och mark (inklusive jordbruk) får vi följande bild av källor till kväve i Värmullen:

Urbana källor, tillförsel av kväve kg/år till Värmullen	Våra beräkningar	HYPE-modellen
Fiskodling	2 788	2 569
UHBs reningsdamm	1 245	
Enskilda avlopp	1 452	1 216
Avloppsreningsverk	23 497	24 053
Holkesmossens deponi	2 986	
Dagvatten	2 114	2 440
Summa	34 082	30 278
Allt kväve i sjön	190 694	224 506
Andel urbant	18 %	13 %



Reningsverken står för 70 % av den urbana

kvävetillförseln i sjön. Det är både Lappkärr och Gustavfors som bidrar till detta kväve. Kvävehalten i reningsdammen på har mätts under 7 veckor hösten 2019 med liknande resultat vid varje mätning och kan betraktas som mer säkert. Det mesta av det kvävet kommer från Uvåns vatten och härrör bara till viss liten del från urbana källor

Till skillnad mot HYPE modellen ger våra beräkningar att ett större tillskott av urbant kväve. Det är främst tillskottet från Holkesmossens deponi som HYPE-modellen "missar".

Tot-N, kg/år från urbana källor	Urbana källor, medelvärden 2015-2019	Våra beräkningar	HYPE-modellens beräkningar
Vid Uvåns inlopp i Värmullen	Enskilda avlopp	1 106	895
	Gustavfors Reningsverk	122	565*
	Fiskodling i Knon	2 788	2 569*
	Dagvatten uppströms	869	1136
Vid Görsjöälvens utlopp i Värmullen	Holkesmossen	2 986	Ingår i nedan
	Dagvatten	228	367
	Enskilda avlopp	2	8
Vid Hagälvens utlopp i Värmullen	Enskilda avlopp	26	69
	Dagvatten	180	169
Värmullen egna källor	Dagvatten	837	768
	Enskilda avlopp	319	244
	Lappkärrs reningsverk	23 375	23 488
	Uddeholms reningsdamm	1 245	
<b>Summa URBANA KÄLLOR</b>		<b>34 082</b>	<b>30 278</b>

\*HYPE-modellen använder ett värde från 2011 på utsläpp från punktkällor.

## Lokal åtgärdsplan för Värmullen kap 8

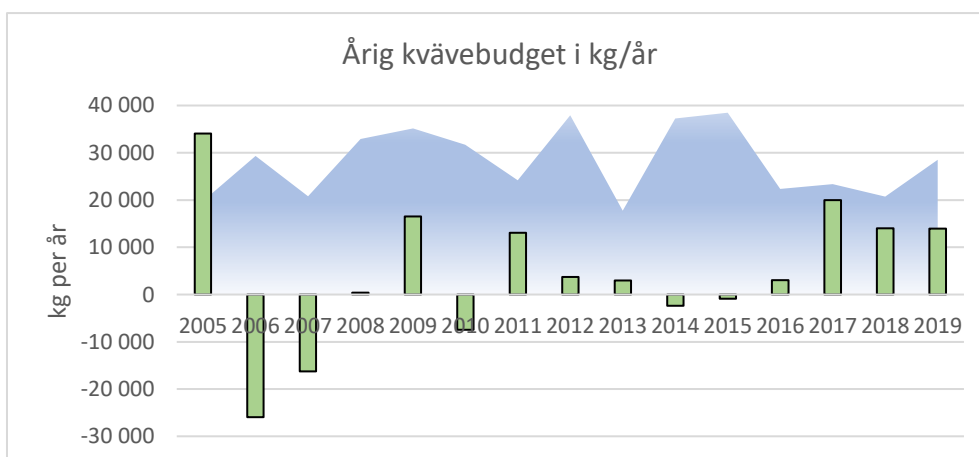
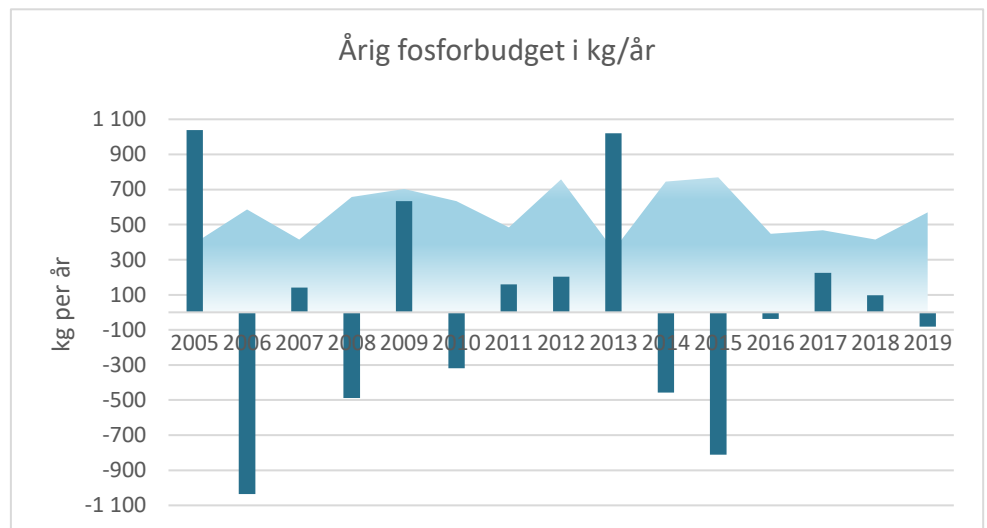
### Näringsens årsbudget

Hur mycket av all näring som kommer ut i Värmullen stannar i sjön? Våra och andra beräkningar visar att det sker en liten urlakning av fosfor och kväve ur sjön i genomsnitt under femårsperioden 2015-2019. Detta styrkas av andra beräkningar gjorda genom recipienkontrollen och nationella beräkningar. Den analys av mobiliteten av fosfor i slammet styrker detta då den visar på att det sker en viss (liten) urlakning av fosfor från sedimentet.

Årsbudget	Våra månadsberäkningar för 2015-2019	S-Hype modellering	SYNLABs beräkningar, årsmedel 2010-2014
Fosfor	3 % lämnar sjön	0 % -	4 % stannar i sjön
Kväve	1 % lämnar i sjön	0,3 % stannar i sjön	1 % lämnar sjön

Olika beräkningar ger olika svar och varje års näringstransporter är unikt. I diagrammen över

näringsbudget för olika år visar positiva staplar då näringen stannar i sjön. År med låga flöden verkar hänga ihop med en högre retention (fastläggande i sjön) för fosfor men det är ingen entydig bild av de ämnen som tillförs Värmullen är den allra största delen att härleda från utläckage från naturen uppströms Värmullen- mellan 80-



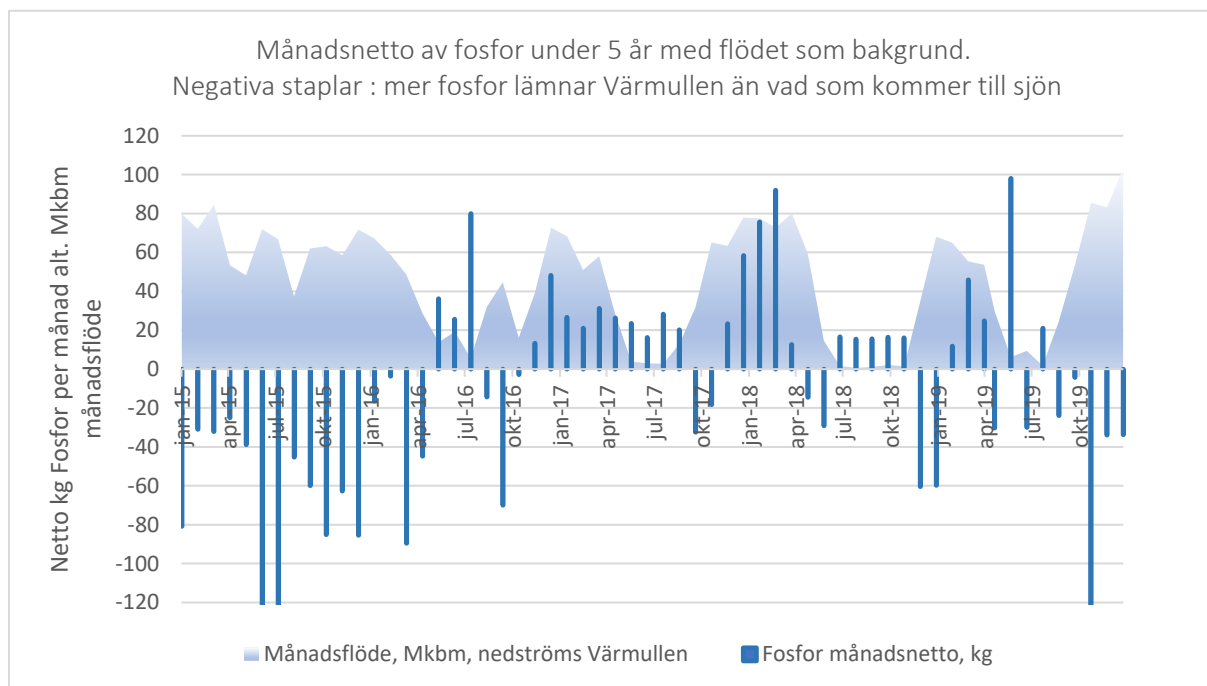
85 %. Här finns ett klart samband mellan regniga år då urlakningen blir som störst och transporten av näringsämnen genom Värmullen som högst. Av den näring som kommer från

urbana källor är dagvatten också flödesberoende, medan tillförseln från punktkällor som reningsverk, Uddeholms reningsdamm, fiskodling samt enskilda avlopp inte är flödesberoende. Lappkärrs reningsverks utsläpp varierar också kraftigt med flödet då mycket ovidkommande vatten kommer in i ledningarna vid häftiga regn. Det finns mycket osäkerhet kring ämnens årsbudget – vid en närmare undersökning månadsvis så får man möjligen en mer korrekt bild.

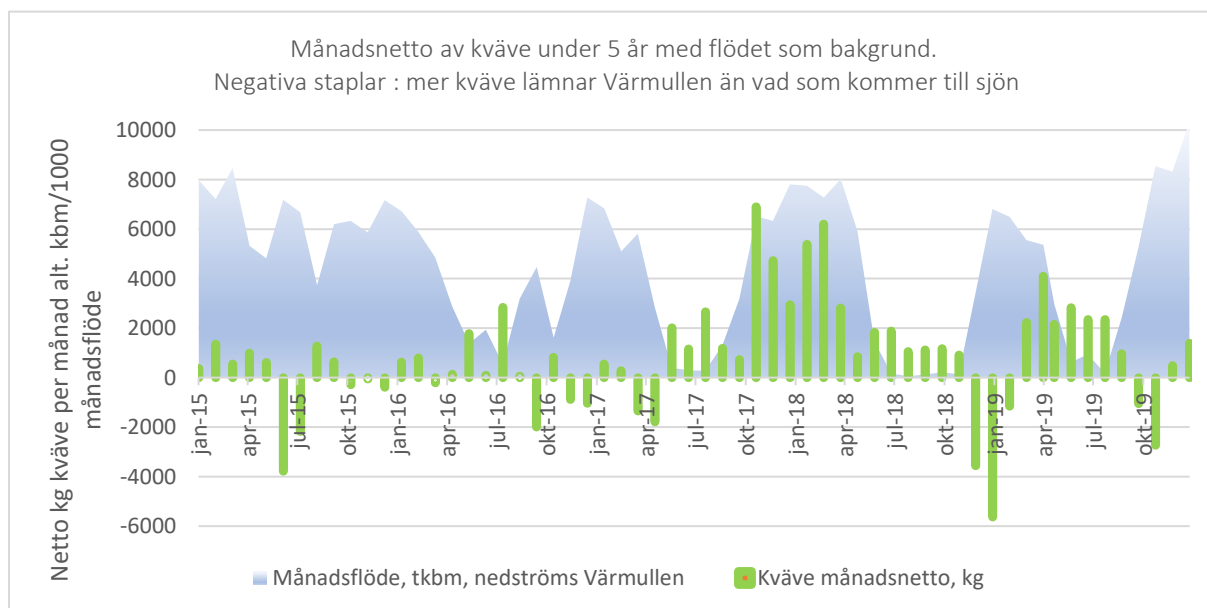
## Lokal åtgärdsplan för Värmullen kap 8

### Månadsberäkningar

Detaljerade månadsberäkningar har gjorts för perioden 2015-2019. Under sommarperioden 2017-2018 lagrades fosfor in i sjön för att sedan under höst och vinter följa med de höga flöden nedströms, År med höga flöden (t.ex. 2015) stannar ingen fosfor i sjön.



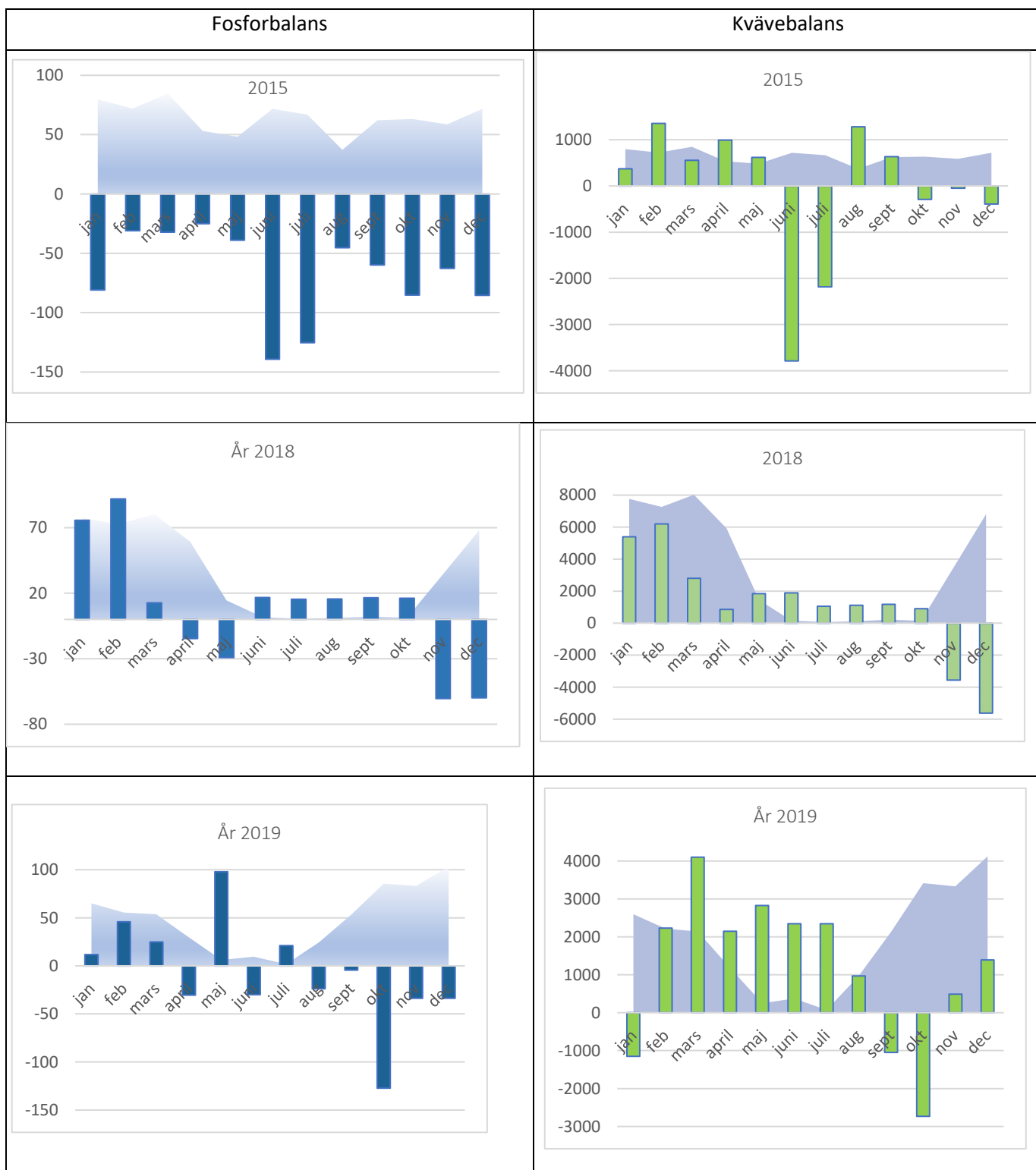
För kväve ser det något annorlunda ut än för fosfor. Det är inte många månader då kvävebudgeten är negativ, dvs oftast stannar kvävet kvar i Värmullen.



## Lokal åtgärdsplan för Värmullen kap 8

## Månadsvariationer olika år.

Några exempel: 2015 med mycket sommarregn, 2018 med torrsommar och sent höstflöde samt 2019 med tidigt kraftigt höstflöden. Staplarna visar näringsbudgeteten, i kg per månad med bakgrund månadsflöde nedströms Värmullen vid Stjern. Negativa staplar näringsmängder som lämnar sjön



## Lokal åtgärdsplan för Värmullen kap 8

### Metaller

#### Utsläppskällor till Värmullen

Metaller finns naturligt bundna till mineraler i berggrunden och i jordarter. Genom påverkan av grundvatten kan en del metaller lösas ut i vattenfasen. Detta är pH-beroende – oftast medför surt regn att mer metaller löses ut. Många metaller finns även naturligt i allt levande material. De kommer in i kretsloppet via födan och vid nedbrytning frigörs de igen. Metaller kan lätt bindas i sediment i enkla eller komplexa föreningar och "försvinner" då ut kretsloppen. Genom att se halter i sediment på olika djup i Värmullen och andra sjöar kan man se bakåt i historien och kartlägga tidigare utsläpp. Se kap 6 Miljöbelastande ämnen.

Oönskade metaller kommer från tillsatser – t.ex. bly i bensin, kadmium i färger, krom i legeringar – där de gör nytta men inte bör sippra ut i kretsloppet. Oönskade metaller når Värmullen via luft – från långväga eller närliggande utsläpp. En stor källa är givetvis metallindustrin där röken från de olika processerna innehåller metallstoft. Därför har Uddeholm installerat filter för att fånga in metaller redan innan de når luften. Stofthalten från Uddeholm beräknas ha minskat under perioden och 2018 släpps endast 400 kg stoft ut. Trafiken släpper ut metaller genom bromsar och däck som fastnar på vägbeläggning. Vid regn kommer metallerna ut i dagvatten.

Förbränning av olika typer släpper också ut metaller. Om man eldar t.ex. läder kommer krom ut med röken. Edlas elektronik frigörs många farliga metaller ut, bland många andra farliga ämnen som dioxin. Det är därför förbjudet att elda sopor hemma. Skogsflis som eldas – vilket är det enda man får elda i fjärrvärmeverken i Hagfors och Ekshärad släpper ifrån sig metaller som zink och kadmium. Därför finns filter som fångar in det mesta av stoftet. I Munkfors eldas rivningsvirke som innehåller metaller, t.ex. koppar. Genom att mäta metallhalterna i mossor runt olika anläggningar kan man spåra deras ursprung.

Luftnedfallet av metaller till Värmullen är svårt att beräkna. Genom att halter uppströms Värmullen mäts och vi vet metallnedfallets spridning genom mossanalyser kan man uppskatta det ungefärliga nedfallet på Värmullens yta,

#### Årstransporter

Tillförsel via olika vattensystem – obs räknat utifrån medianhalter

kg/år 2015-2019	Zn	Cr	Ni	Pb	Cd	Fe	Mn	Al	Cu	As	Co	Mo
Från Uvån	1 349	108	73	103	3,4	284 448	20 561	55 849	166	103	34	44
Från Görsjöbacken	26	2,6	2,1	3	0,1	2 084	199	988	6	2	3	3
Från Hagälven	33	1,9	4,0	5	0,2	17 205	1 324	4 596	10	3	2	4
Från Värmullens egna avr	3 137	35	37	22	1	10 186	797	2 783	36	6	12	814
Från luftnedfall till Värmullens yta	18	0,6	0,5					okänt				
Summa ovan	4 545	147	116	132	5	313 923	22 881	64 215	219	113	51	865
Ut ur Värmullen	4 589	149	147	128	3	288 124	17 074	61 429	213	117	48	800
Felar, ej spårat eller dåligt underlag - fattas	44	3	31	-4	-3	-25 799	-5 807	-2 785	-5	4	-3	-65
Fel i %	1%	2%	21%	-3%		-9%	-34%	-5%	-2%	4%	-7%	-8%

## Lokal åtgärdsplan för Värmullen kap 8

### Metallernas budget

Zinks budget – att drygt 99 % är spårat - visar att det inte finns något systematiskt fel i beräkningarna, men t.ex. nickel har inte spårats till mer än 80 %. Felprocenten är både negativ och positiv, dvs ibland är flödet ut större än vad som är spårat i sjön – negativt fel - och ibland är det tvärt om. Vår slutsats är att siffrorna är så osäkra så man bör inte dra någon slutsats om metaller lämnar eller fastnar i Värmullen.

### Urban tillförsel

Arsenik, kobolt och molybden finns inte med i standardsimuleringarna för dagvatten. För koppar och kobolt saknas även långvariga mätserier från UHB. Data har här använts från dagvattenmätningarna alt för kylvattnet data för från Uvån uppströms intagskanalen. Slutsats: Dagvattennätet är en stor källa till metallutsläpp.

Urbant	Zn	Cr	Ni	Pb	Cd	Cu	As	Co	Mo
Holkesmossen	2,8	0,6	2,1	0,5	0,0	1,7	0,4	0,9	22,7
Från stadens dagvatten till Uvån	83	2,68	1,15	5,11	0,31	8,85	0,67	0,71	0,86
Från stadens dagvatten till Görsjöbäcken	18	1,61	0,69	2,11	0,08	4,60	0,57	2,12	2,33
Från stadens dagvatten till Hagälven	21	0,11	0,76	3,75	0,11	5,66	0,22	0,18	3,28
Från stadens dagvatten till Värmullen	55	6,00	3,04	4,43	0,20	8,03	0,25	0,24	3,00
Uddeholms reningsdamm faktiska värden kg från UHB om möjligt	2 710	9,79	12,45	11,63	0,15	10,98	0,12	0,86	262,09
Uddeholms kylvatten	55	1,64	1,27	1,39	0,04	2,13	1,72	0,57	0,98
Annat UHBs dagvatten (ej via reningsdammen)	249	16,26	16,36	3,27	0,04	1,91	3,16	7,77	63,29
Från grundvattenläckage under järnverket	4	0	2						480
Lappkärrs utgående	103	0,30	1,21	0,33	0,03	9,36	0,34	0,57	5,70
Luftburet beräknat nedfall över Värmullen	18	0,63	0,53	0,50	0,03	5,40	0,02	0,00	18,40
<b>Summa urbant</b>	<b>3 319</b>	<b>40</b>	<b>42</b>	<b>33</b>	<b>1,00</b>	<b>59</b>	<b>7,49</b>	<b>13,93</b>	<b>862</b>
<b>Allt utgående</b>	<b>4 589</b>	<b>149</b>	<b>147</b>	<b>128</b>	<b>3</b>	<b>213</b>	<b>117</b>	<b>48</b>	<b>800</b>
<b>% urbant</b>	<b>72%</b>	<b>27%</b>	<b>28%</b>	<b>26%</b>	<b>38%</b>	<b>27%</b>	<b>6%</b>	<b>29%</b>	<b>108%</b>
<i>Fördelning i % av det urbana tillflödet till Värmullen</i>									
	<b>Zn</b>	<b>Cr</b>	<b>Ni</b>	<b>Pb</b>	<b>Cd</b>	<b>Cu</b>	<b>As</b>	<b>Co</b>	<b>Mo</b>
Från UHB i % av urbant	91%	72%	79%	51%	25%	35%	67%	66%	96%
Från Lappkärr i % av urbant	3%	1%	3%	1%	3%	16%	5%	4%	1%
Från Holkesmossen i %	0%	2%	5%	1%	2%	3%	6%	7%	3%
Från kommunens dagvatten i %	5%	26%	12%	35%	58%	37%	20%	22%	1%