

Oskarshamns kommun

OSKARSHAMNS HAMNBASSÄNG

Beräkning av transport av tungmetaller från Oskarshamns hamnbassäng

Stockholm 2000-05-18
VBB VIAK AB

Uppdragsnummer 1154138100

VBB VIAK
Gjörwellsгатan 22
Box 34044, 100 28 Stockholm
Telefon 08-695 60 00
Telefax 08-695 60 10

Uppdrag 1154138100; ilsg
g:\113\1154138000 oskarshamn, etapp
3\1154138100\rapport_transportberäkningar.doc



Innehåll

1	Beräkning av masstransporter	2
1.1	Provtagningsdata	2
1.2	Regressionsanalys	3
1.2.1	Analysmetod	3
1.2.2	Analysresultat	3
1.3	Transportberäkning	4
1.3.1	Beräkningsmetod för transporter	4
1.3.2	Resultat	5
1.4	Diskussion	5

Bilagor

- Bilaga 1 Skisser över modellområdet med provtagningspunkter och tvärsnitt för beräkning av vattenutbyte (flöde) 3 sidor
- Bilaga 2 redovisning av de framtagna koncentrationsmodellerna och jämförelser mellan beräknade och uppmätta halter. 8 sidor
- Bilaga 3 redovisning av beräknade månadsvärden för varje ämne under 1999. 3 sidor
- Bilaga 4 redovisning av beräknade nettotransporter för 1997 och 1999. 1 sida.

1 Beräkning av masstransporter

På uppdrag av Oskarshamns kommun har VBB VIAK utfört beräkningar av transporten av metaller från de yttre och de inre hamnbassängerna i Oskarshamns hamnbassäng. Beräkningarna baseras på koncentrationsmodeller för provtagningsresultatet i ytvatten från 1997 och samt yt- och bottenvatten för 1999. En liknande studie utfördes av VBB VIAK 1998, men då användes endast mätvärdena från 1997. Syftet med den utökade provtagningen har varit att erhålla bättre underlag för uppskattning om storleken av metalltransporten från hamnområdet.

De studerade ämnena är Cu, As, Ni, Zn, Hg, Co, Cd och Pb.

1.1 Provtagningsdata

Analysresultaten som använts i studien härrör från provtagning vid fem tillfällen under 1997 och vid tretton tillfällen under 1999. Proverna tagna under 1997 togs endast vid ytan medan man vid 1999 års provtagning tog ut prover både ytligt och djupt. Proverna har ej filtrerats innan analys, vilket innebär att halten representeras av metaller både i partikulär och löst form. Eftersom skillnaden i halt har visats vara liten mellan yt- och bottenprover, har ett medelvärde framräknats som representerar hela djupet i provtagningspunkten.

Provtagningspunkterna redovisas i bilaga 1. Under 1999 togs prover i inre hamnbassäng i provpunkt I1 och i yttre hamnbassäng i provpunkt Y2, Y3 och Y4. Under 1997 representerades den yttre hamnbassängen endast av en provpunkt.

Flödet är beräknat av SMHI över följande tvärsnitt (se bilaga 1).

Flödestvärsnitt	Läge
1	Inlopp inre hamnbassäng
2	Yttre bassäng söder om Grimskallen (N Inloppet)
3	Yttre bassäng, mellan vågbrytarna
4	Yttre bassäng, öster om Tälleskår (S Inloppet)

1.2 Regressionsanalys

1.2.1 Analysmetod

Det har vid regressionanalysen antagits att halten av respektive ämne har kunnat beskrivas som en funktion av två sinsemellan oberoende parametrar; vattenomsättningen under provtagningsdygnet i inre respektive yttre hamnbassängen, samt vattentemperaturen vid respektive provtagningspunkt.

Funktionen kan beskrivas enligt nedanstående generella formulering

$$\ln(c) = \ln(a_{Q,T}) + b_Q \cdot \ln(Q) + b_T \cdot T \quad \dots (1)$$

där c är halten av ämnet, $a_{Q,T}$, b_Q , b_T är konstanter samt Q är vattenomsättningen och T är temperaturen. $a_{Q,T}$, b_Q och b_T bestäms genom regressionsanalys.

Som temperaturvärden har de uppmätta temperaturerna vid provtagningsstillfällena använts. För inre hamnbassäng användes medeltemperaturen av yt- och vid bottenprovet vid provpunkt I1. För yttre hamnbassäng användes medeltemperaturen för yt- och bottenproverna vid provpunkterna Y2, Y3 och Y4. Som Q -värden har den beräknade omsättningen i bassängerna bestämts på följande sätt:

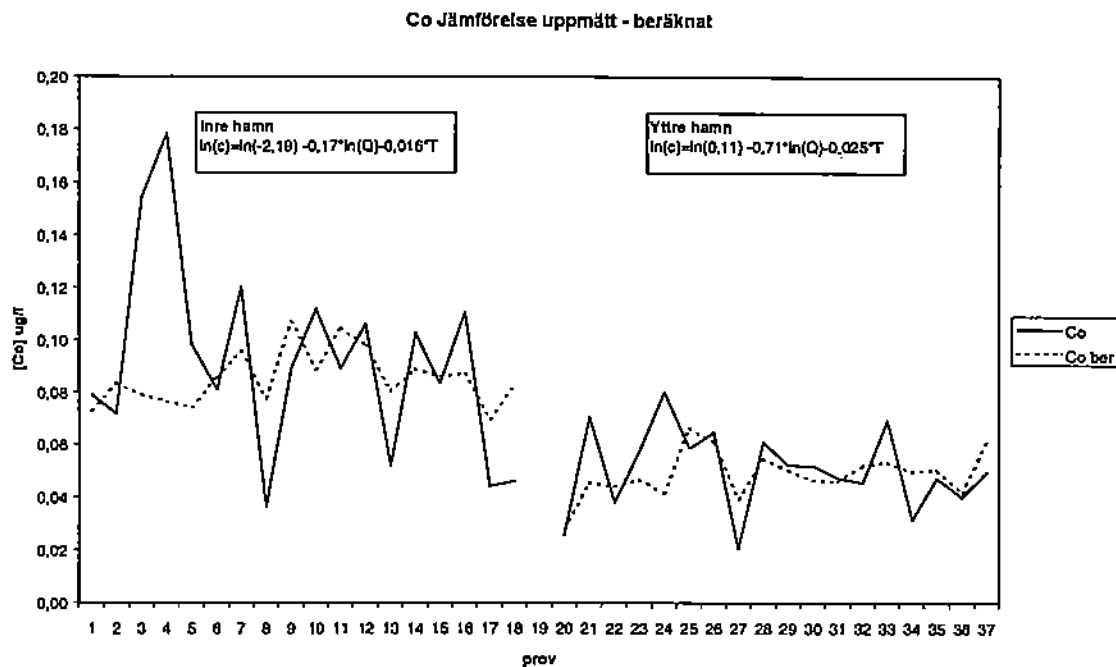
Inre hamnbassäng	Yttre hamnbassäng
Q_{UT1}	$Q_{UT1} + Q_{IN2} + Q_{IN3} + Q_{IN4}$

Konstanterna $a_{Q,T}$, b_Q , b_T bestämdes med en multipel regressionsanalys varefter en koncentrationsmodell för varje ämne sammanställdes i enlighet med ekvation 1 ovan.

Koncentrationsmodellen testades genom att jämföra beräkningen av halt för respektive provtagningsstillfälle, punkt och ämne med de uppmätta värdena.

1.2.2 Analysresultat

I bilaga 2 redovisas de framtagna koncentrationsmodellerna och jämförelser mellan beräknade och uppmätta halter. Ett exempel visas nedan i figur 1.



Figur 1. Jämförelse mellan koncentrationsmodellen och uppmätta halter för kobolt

1.3 Transportberäkning

1.3.1 Beräkningsmetod för transporter

För att beräkna transporterna ut och in i de inre respektive yttre hamnbassängerna har följande metod använts.

1. Koncentrationen för varje ämne i inre och yttre bassängerna har beräknats mha koncentrationsmodellerna för varje dygn under 1997 samt 1999. Indata har varit dygnstemperaturer samt beräknad vattenomsättning för varje dygn i bassängerna enligt metod beskriven ovan. För 1997 användes de av SMHI framräknade temperaturerna. Då dessa saknades för 1999 användes uppmätta temperaturer i inre och yttre hamn samt i Kalmar sund. Temperaturer interpolerades fram de dagar då inga mätningar gjordes.
2. Uttransporten dygnsvis från inre bassängen har beräknats såsom $\text{Massa ut} = c_{\text{BER, INRE}} * Q_{\text{UT1}}$.
3. Uttransporten dygnsvis från yttre bassängen har beräknats såsom $\text{Massa ut} = c_{\text{BER, YTTRE}} * (Q_{\text{UT2}} + Q_{\text{UT3}} + Q_{\text{UT4}})$

4. Intransporten dygnsvis till inre bassängen har beräknats såsom
 $Massa_{in} = C_{BER, YTTRE} \cdot Q_{in1}$
5. Intransporten dygnsvis till yttre bassängen har beräknats såsom;
 $Massa_{in} = \text{medelhalten vid F6} \cdot (Q_{in2} + Q_{in3} + Q_{in4})$.
6. Nettotransporten dygnsvis har beräknats såsom
 $Massa_{NETTO} = M_{UT} - M_{IN}$

1.3.2 Resultat

I tabellen nedan sammanställs de beräknade årstransporten för varje ämne under 1999 och i bilaga 3 redovisas de beräknade månadsvärden för transporten av varje ämne under 1999. Resultaten för 1997 redovisas i bilaga 4.

	Inre hamn netto (kg/år)	Yttre hamn netto (kg/år)
As	90	66
Cd	28	20
Co	15	42
Cu	276	835
Pb	166	200
Zn	2266	729
Hg	0,3	0,8
Ni	31	262

Tabell 2a. Beräknade årstransporter för 1999.

1.4 Diskussion

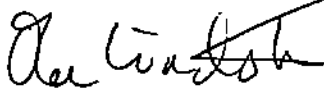
Jämfört med de beräkningar som gjordes 1998, då enbart mätvärden från 1997 (och 1998) användes i regressionsanalysen, är denna omgångs beräkningsresultat betydligt lägre (se bilaga 4). Skillnaden kan förklaras av mer omfattande provtagningsdata, till viss del andra lägen på provtagningspunkterna samt att provtagningsdatan inte enbart är baserat på ytvatten. Intransporten till inre hamnbassäng baseras dessutom denna gång på halterna i yttre hamnbassäng och inte som förut av ett shablonmässigt "kustvärde".

När det gäller intransporten till yttre hamn (punkt 5 ovan) så användes också medelvärdet för provtagningen vid provpunkt G5 i beräkningarna (Grimskalledjupet utanför hamnen) för möjlighet till jämförelse. Generellt så är halterna vid G5 något högre än F6, varför nettotransporten ut från yttre hamn för de flesta metaller blir något lägre

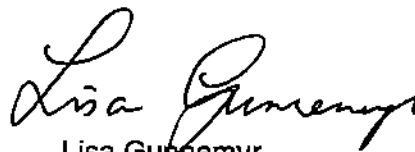
än om F6 används. För jämförelse beräknades också intransporten till yttre hamn baserat på det "kustvärde" som användes under 1998 års beräkningar. Resultaten av beräkningarna då "kustvärdet" använts, (återfinns i bilaga 4), visar att nettotransporten från yttre hamn är beroende av vilket värde som väljs för att för representera intransport.

Man ska vara medveten om att stora osäkerheter finns både i framställandet av koncentrationsmodellen och i själva beräkningsförfarandet. Det mer omfattande dataunderlaget medför dock att resultatet av dessa beräkningar med stor sannolikhet bättre representerar verkliga förhållanden än tidigare beräkningsresultat.

VBB VIAK AB
Vatten & Miljö

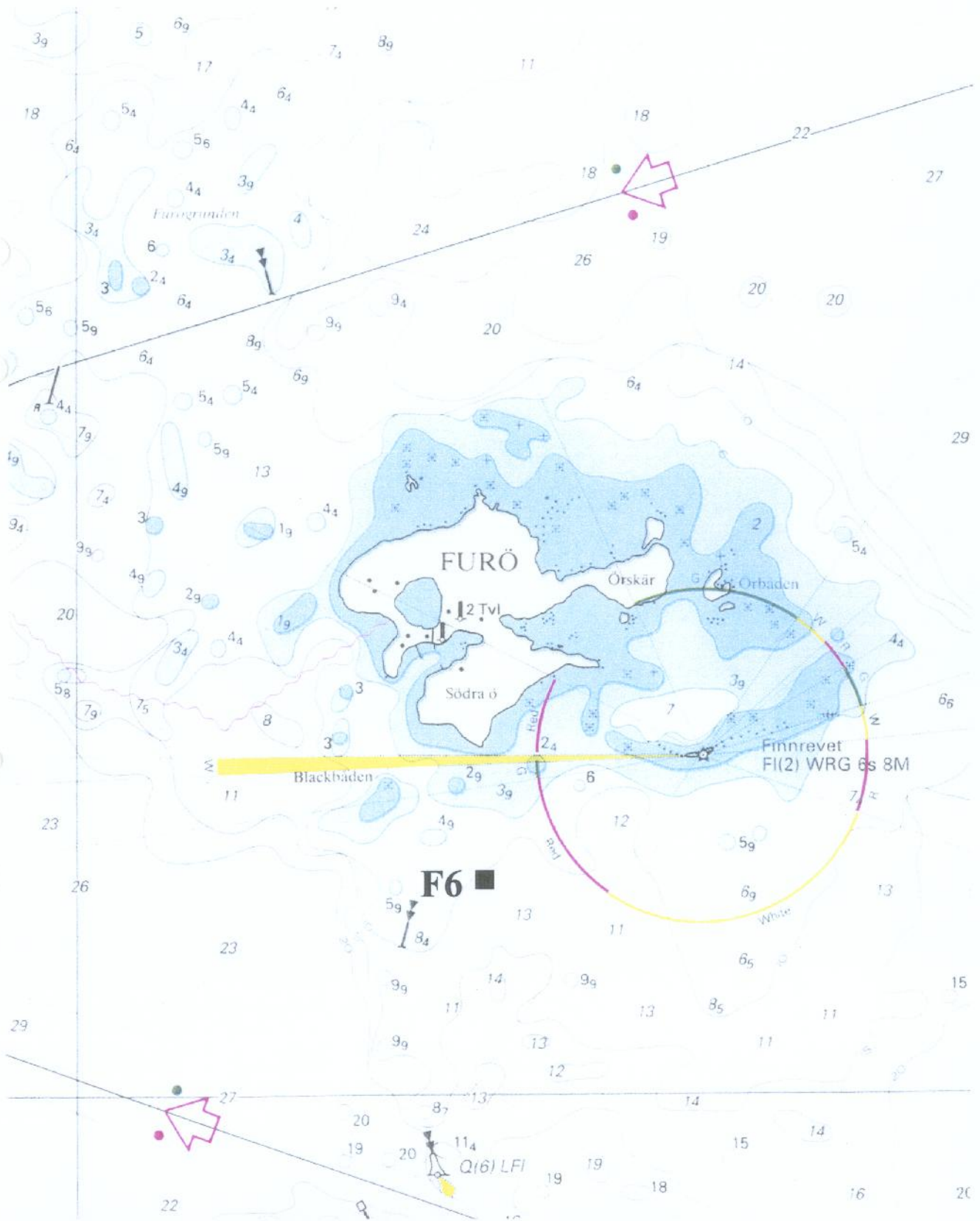


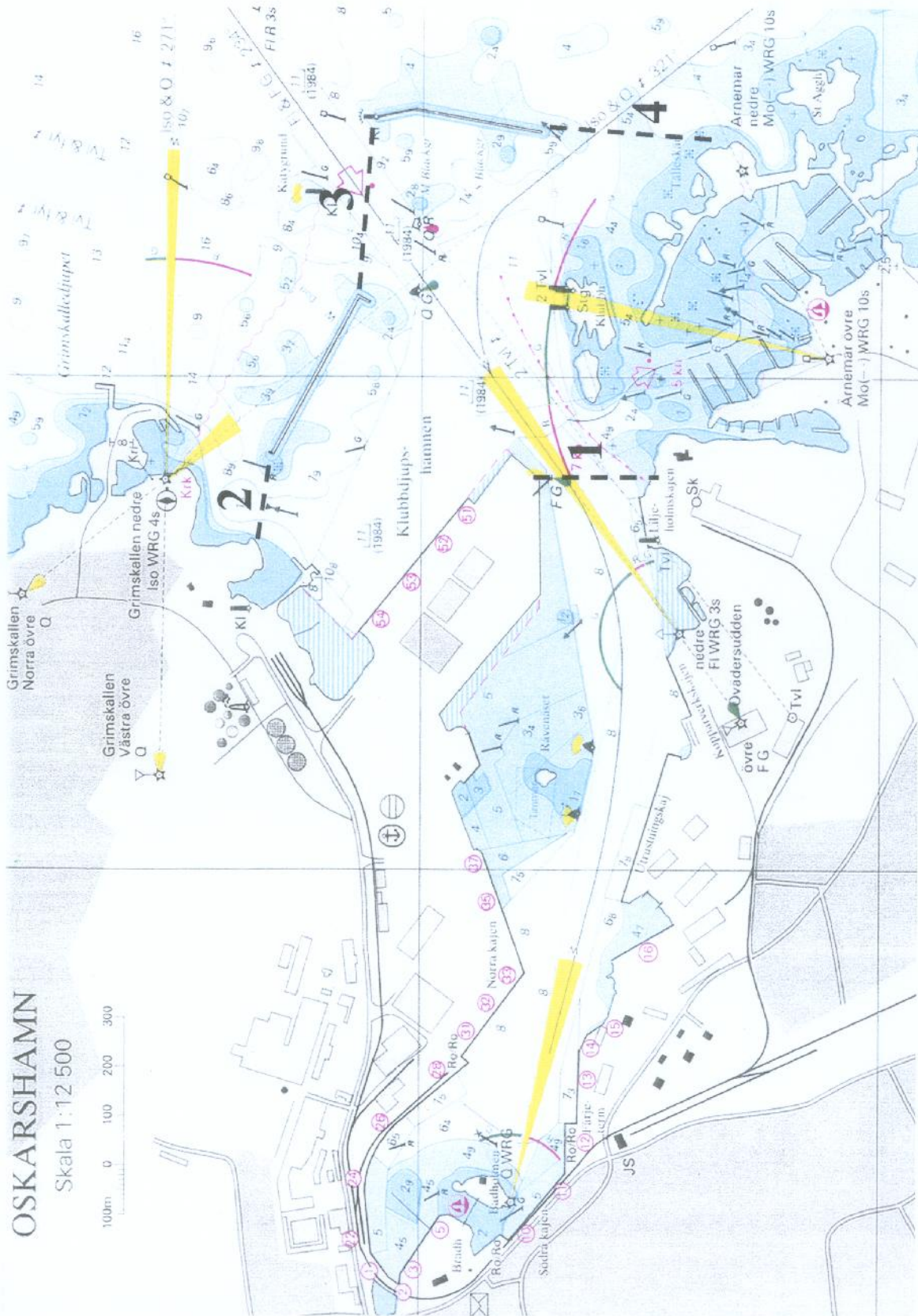
Ola Lindstrand



Lisa Gunnemyr

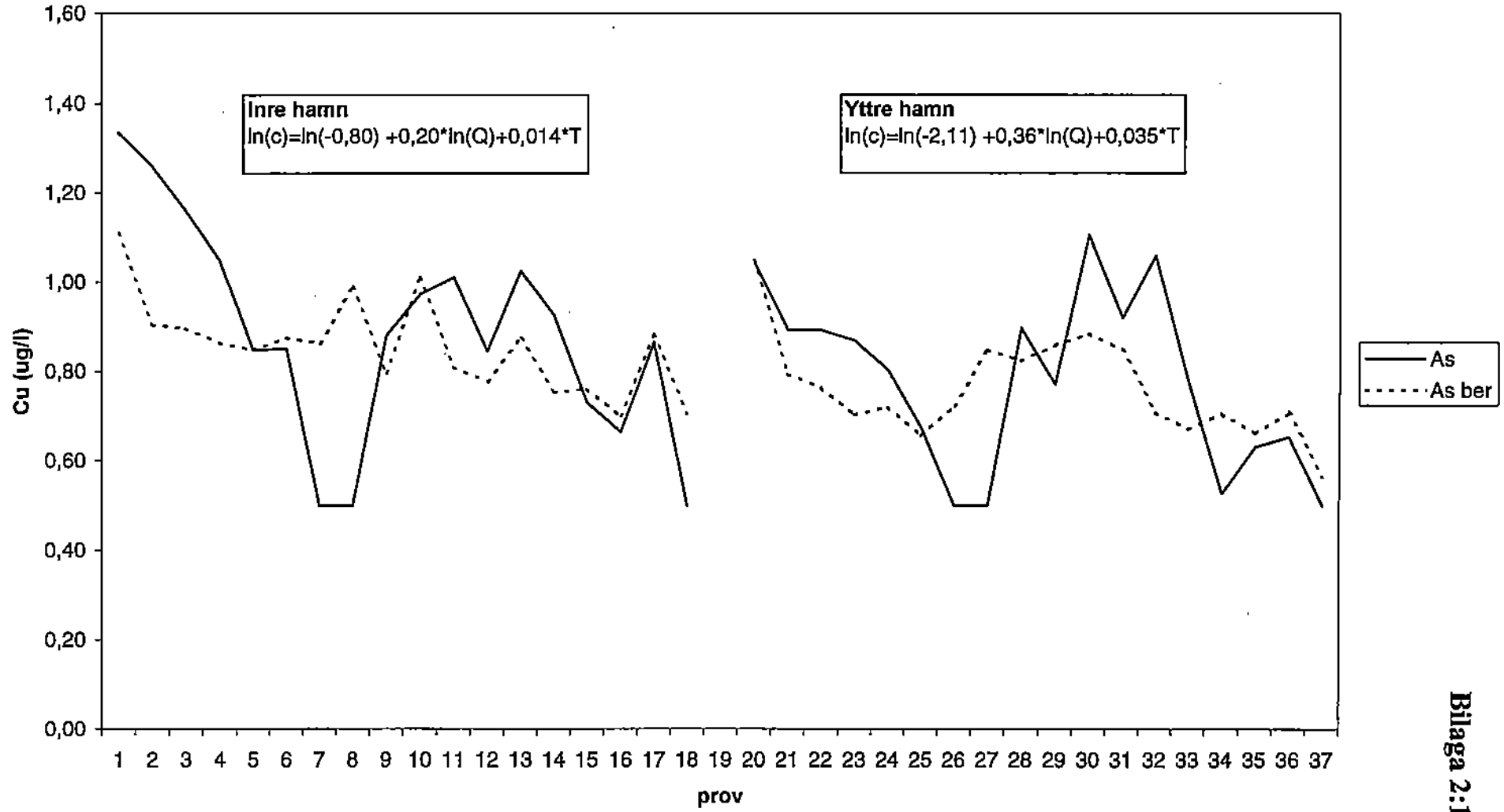
Provtagningspunkt F6





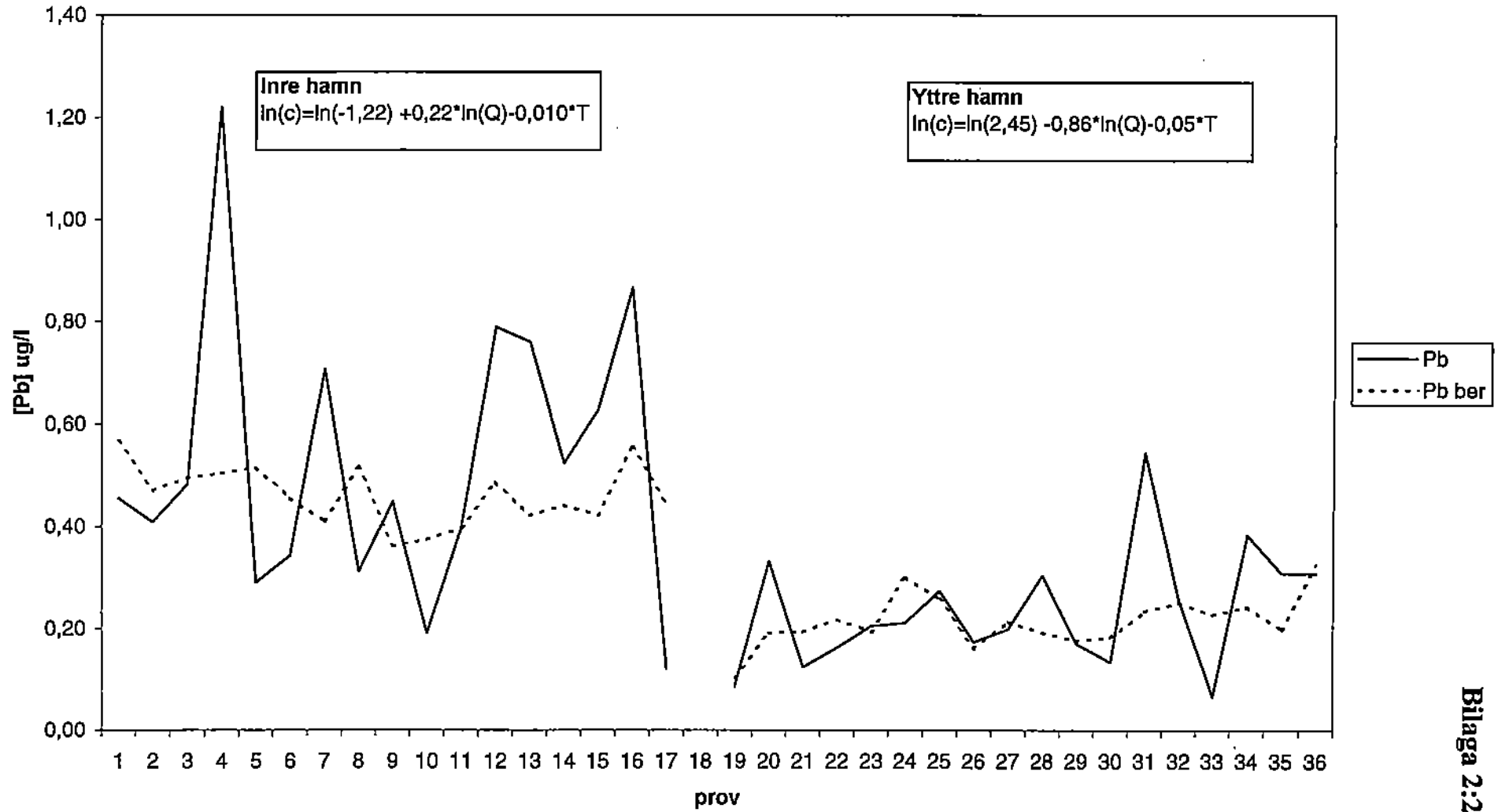
Flödestvärsnitt

As Jämförelse uppmätt - beräknat



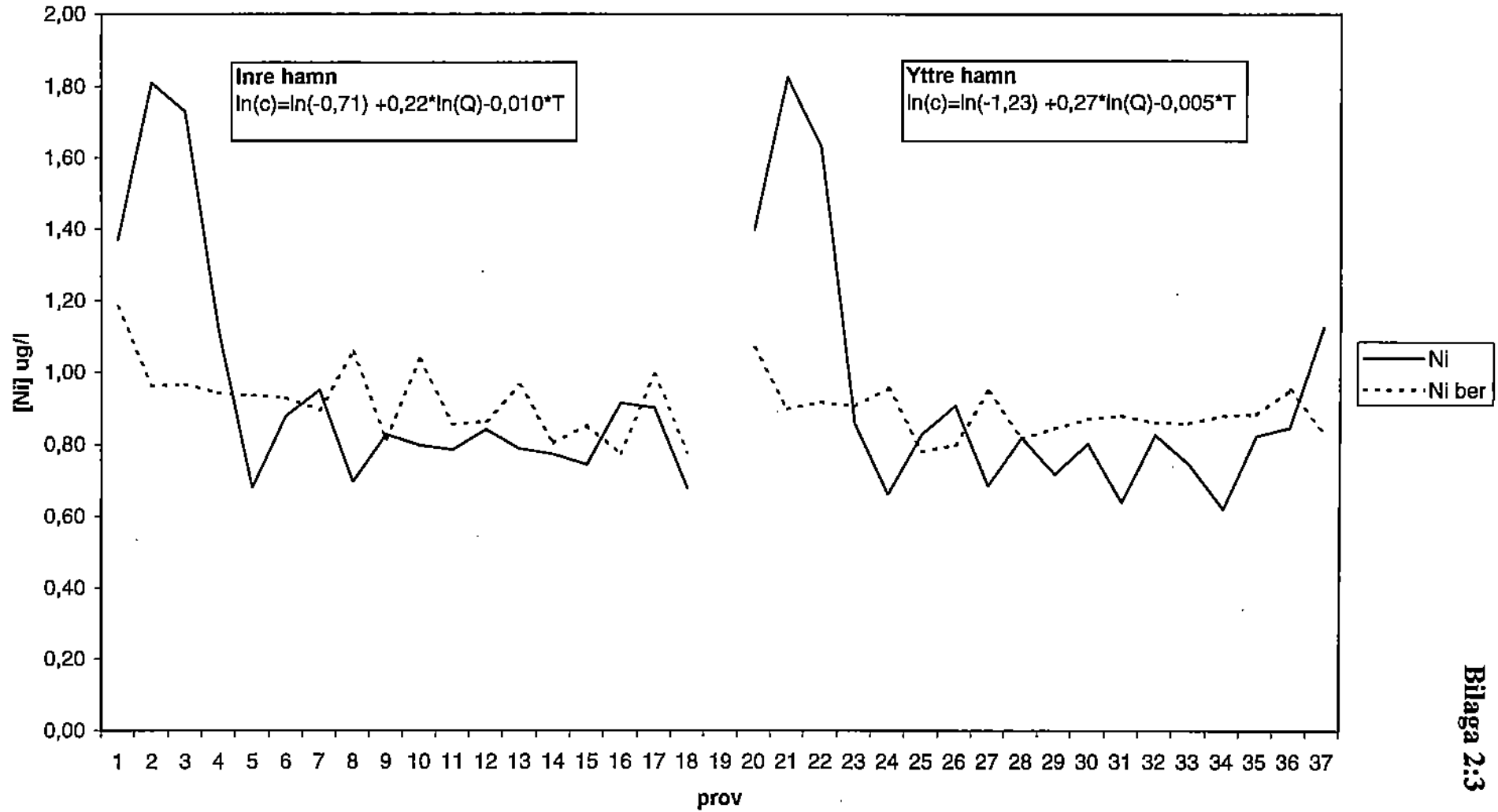
Bilaga 2:1

Pb Jämförelse uppmätt - beräknat

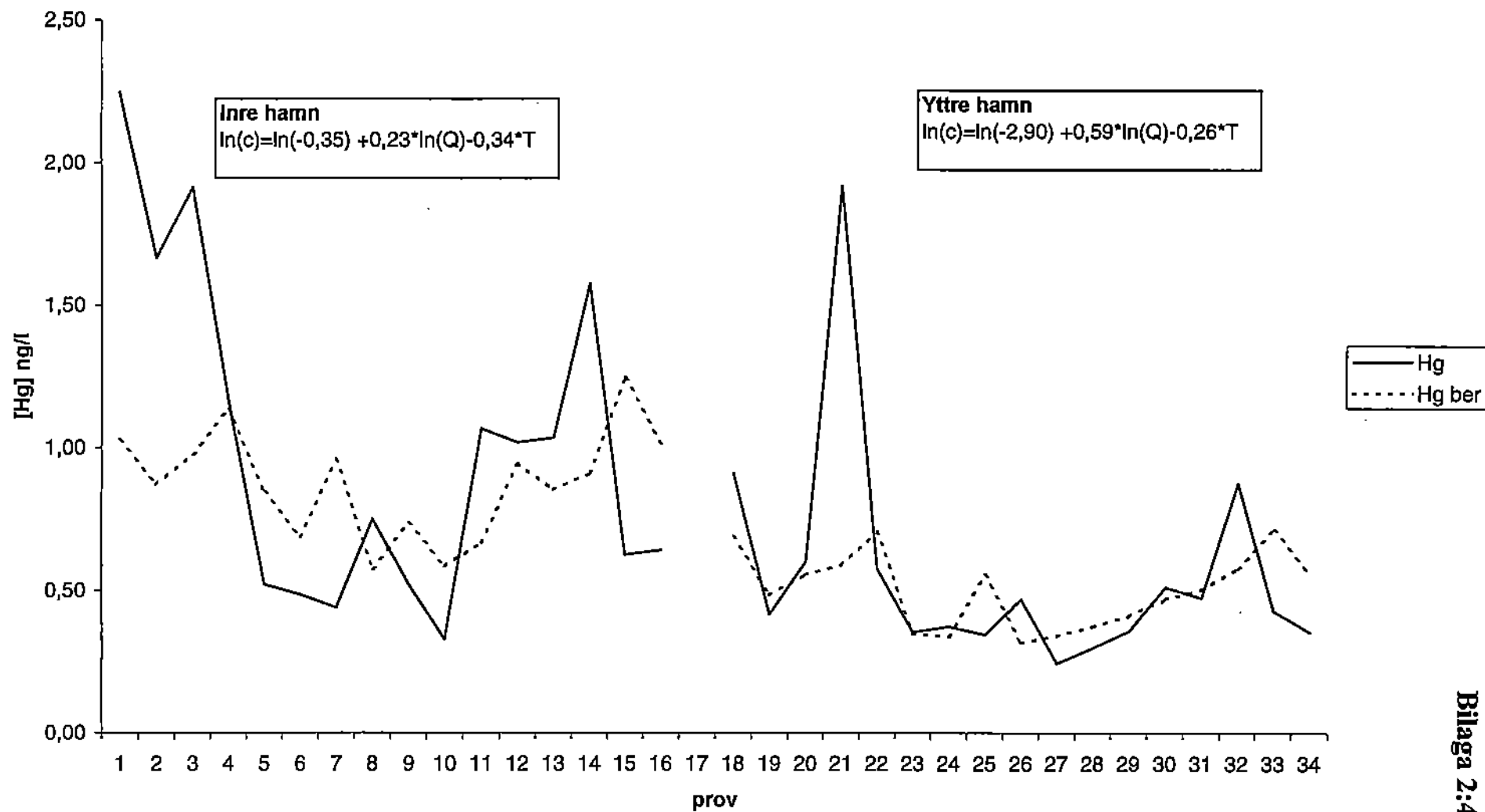


Bilaga 2:2

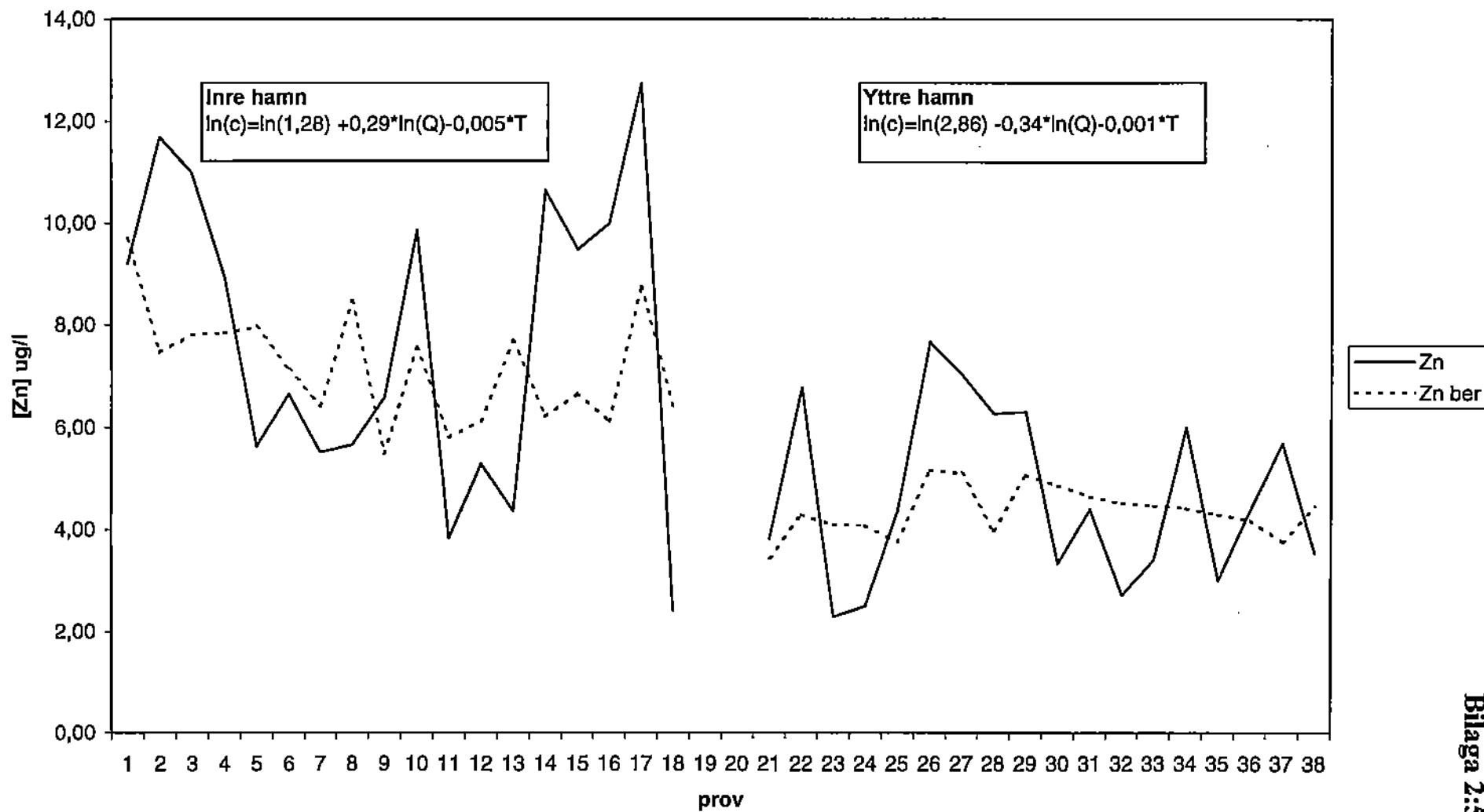
Ni Jämförelse uppmätt - beräknat



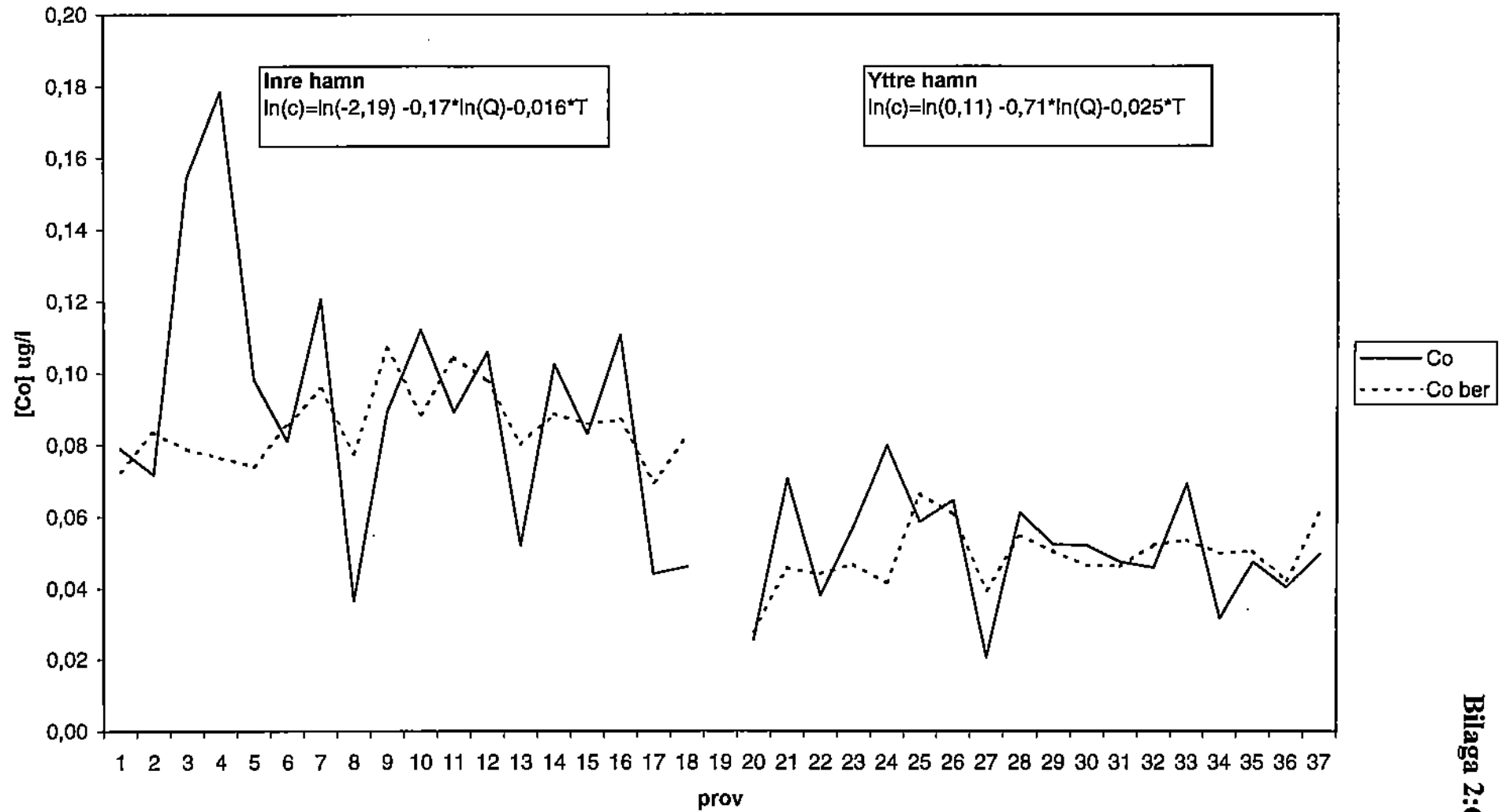
Hg Jämförelse uppmätt - beräknat



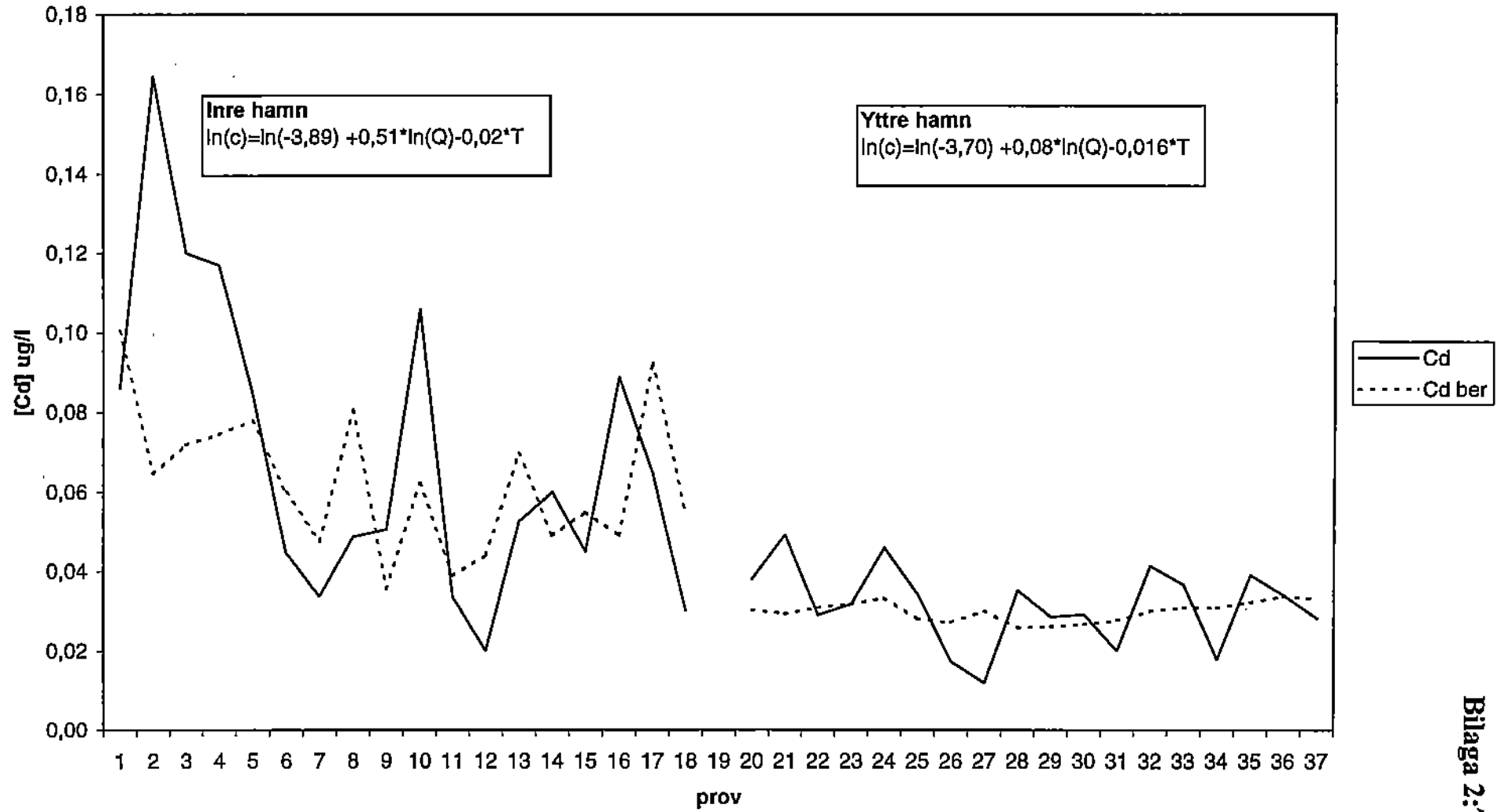
Zn Jämförelse uppmätt - beräknat



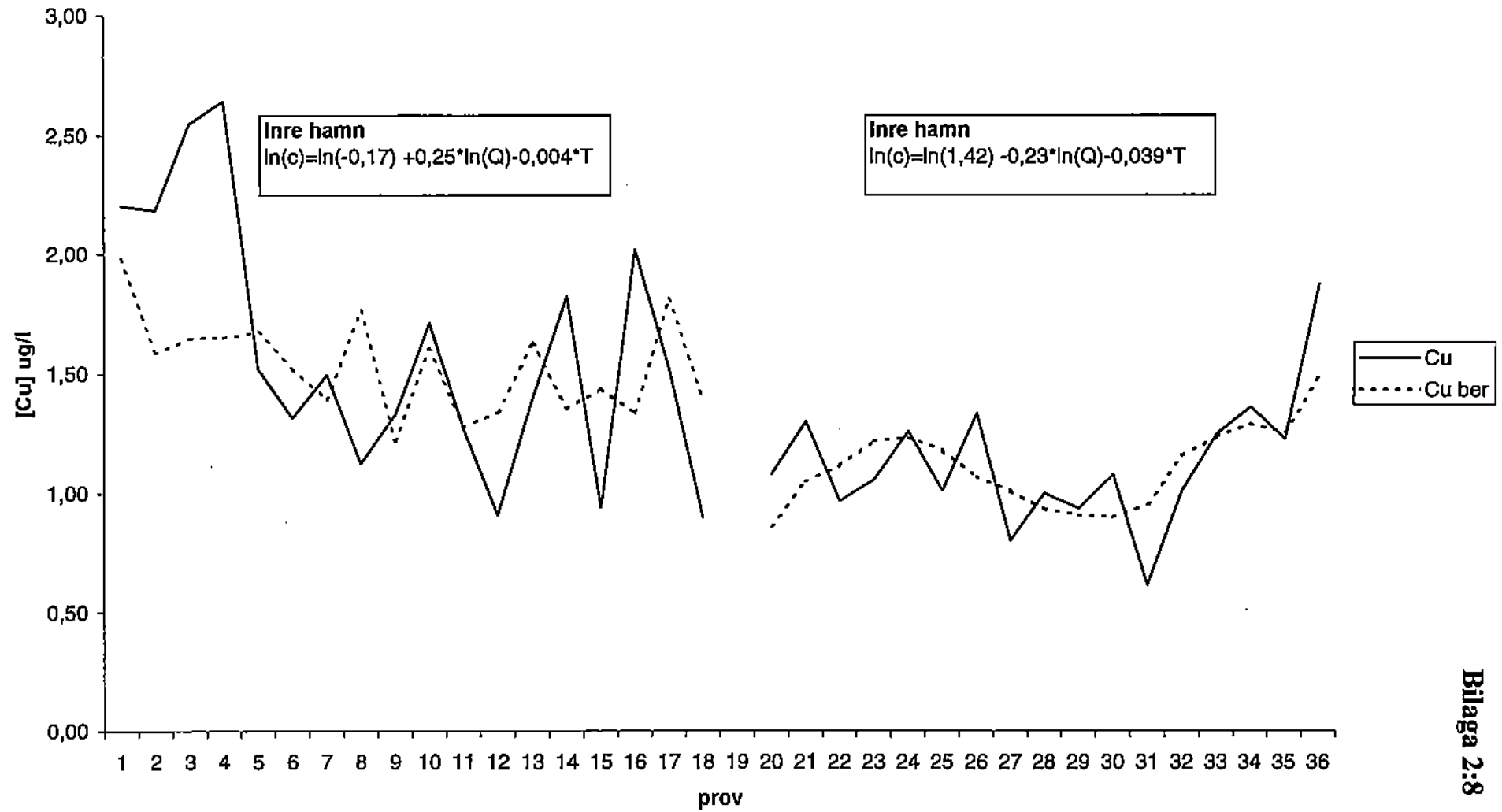
Co Jämförelse uppmätt - beräknat



Cd Jämförelse uppmätt - beräknat



Cu Jämförelse uppmätt - beräknat



Bilaga 3:1

As						
	INRE			YTTRE		
	UT (kg/d)	IN (kg/d)	NETTO (kg/d)	UT (kg/d)	IN (kg/d)	NETTO (kg/d)
Jan	54	-36	18	104	-111	-8
Feb	52	-33	20	98	-106	-8
Mar	60	-39	21	125	-128	-3
Apr	51	-41	10	125	-118	7
Maj	50	-42	8	149	-126	23
Jun	24	-23	1	108	-93	14
Jul	32	-24	8	57	-53	4
Aug	26	-23	4	59	-50	9
Sep	24	-26	-2	84	-66	18
Okt	32	-30	2	95	-86	9
Nov	34	-32	2	105	-101	5
Dec	35	-35	0	96	-101	-5

Pb						
	INRE			YTTRE		
	UT (kg/d)	IN (kg/d)	NETTO (kg/d)	UT (kg/d)	IN (kg/d)	NETTO (kg/d)
Jan	36	-14	22	39	-15	24
Feb	35	-12	23	36	-14	22
Mar	39	-12	27	40	-17	23
Apr	31	-11	20	33	-15	18
Maj	28	-8	20	30	-16	14
Jun	12	-6	7	26	-12	13
Jul	16	-9	7	19	-7	12
Aug	12	-6	6	16	-6	10
Sep	11	-6	5	18	-9	9
Okt	17	-8	9	26	-11	15
Nov	20	-9	10	31	-13	18
Dec	22	-13	9	35	-13	22

Ni						
	INRE			YTTRE		
	UT (kg/d)	IN (kg/d)	NETTO (kg/d)	UT (kg/d)	IN (kg/d)	NETTO (kg/d)
Jan	61	-54	8	152	-124	28
Feb	59	-49	11	145	-118	27
Mar	68	-57	11	181	-143	38
Apr	56	-54	2	165	-132	33
Maj	54	-50	4	178	-140	38
Jun	25	-26	-1	123	-104	19
Jul	33	-27	7	64	-59	5
Aug	27	-23	5	60	-55	4
Sep	25	-26	-2	84	-74	10
Okt	35	-34	0,3	111	-96	16
Nov	37	-41	-4	135	-112	23
Dec	39	-48	-10	134	-113	21

Hg						
	INRE			YTTRE		
	UT (kg/d)	IN (kg/d)	NETTO (kg/d)	UT (kg/d)	IN (kg/d)	NETTO (kg/d)
Jan	86	-44	43	124	-29	95
Feb	86	-41	45	122	-28	95
Mar	95	-48	47	152	-33	119
Apr	69	-40	28	122	-31	92
Maj	56	-34	23	120	-33	87
Jun	23	-14	9	69	-24	45
Jul	28	-12	16	30	-14	17
Aug	20	-9	11	24	-13	11
Sep	18	-11	6	37	-17	19
Okt	33	-19	14	63	-22	40
Nov	42	-28	14	90	-26	64
Dec	49	-35	14	98	-26	72

Zn						
	INRE			YTTRE		
	UT (kg/d)	IN (kg/d)	NETTO (kg/d)	UT (kg/d)	IN (kg/d)	NETTO (kg/d)
Jan	560	-215	345	611	-579	33
Feb	552	-190	362	572	-549	23
Mar	624	-209	414	681	-667	14
Apr	492	-208	284	645	-615	30
Maj	448	-189	259	687	-655	32
Jun	194	-125	69	571	-486	85
Jul	253	-162	91	372	-276	96
Aug	197	-142	55	363	-258	105
Sep	175	-144	31	449	-345	104
Okt	272	-169	104	535	-447	88
Nov	309	-177	132	586	-524	63
Dec	334	-214	120	585	-527	58

Co						
	INRE			YTTRE		
	UT (kg/d)	IN (kg/d)	NETTO (kg/d)	UT (kg/d)	IN (kg/d)	NETTO (kg/d)
Jan	4,1	-2,6	1,4	7,5	-3,2	4,3
Feb	3,8	-2,3	1,5	7,0	-3,1	3,9
Mar	4,3	-2,4	1,9	7,9	-3,7	4,2
Apr	3,9	-2,3	1,7	7,1	-3,4	3,7
Maj	4,0	-1,9	2,1	7,0	-3,6	3,3
Jun	2,4	-1,4	1,0	6,1	-2,7	3,3
Jul	3,0	-2,0	1,0	4,4	-1,5	2,9
Aug	2,7	-1,6	1,0	4,1	-1,4	2,6
Sep	2,5	-1,5	0,9	4,6	-1,9	2,7
Okt	3,0	-1,9	1,2	5,9	-2,5	3,4
Nov	3,0	-2,0	1,0	6,7	-2,9	3,7
Dec	3,0	-2,6	0,4	7,1	-2,9	4,2

Cd						
	INRE			YTTRE		
	UT (kg/d)	IN (kg/d)	NETTO (kg/d)	UT (kg/d)	IN (kg/d)	NETTO (kg/d)
Jan	6,3	-2,0	4,3	5,7	-3,2	2,4
Feb	6,4	-1,8	4,6	5,4	-3,1	2,4
Mar	7,2	-2,0	5,1	6,6	-3,7	2,9
Apr	5,2	-1,9	3,4	5,7	-3,4	2,3
Maj	4,4	-1,6	2,8	5,8	-3,6	2,1
Jun	1,6	-0,9	0,8	4,0	-2,7	1,3
Jul	2,1	-0,9	1,2	2,2	-1,5	0,6
Aug	1,5	-0,7	0,8	1,9	-1,4	0,4
Sep	1,3	-0,8	0,5	2,6	-1,9	0,6
Okt	2,4	-1,1	1,3	3,7	-2,5	1,2
Nov	3,0	-1,4	1,6	4,7	-2,9	1,7
Dec	3,4	-1,8	1,6	4,9	-2,9	2,0

Cu						
	INRE			YTTRE		
	UT (kg/d)	IN (kg/d)	NETTO (kg/d)	UT (kg/d)	IN (kg/d)	NETTO (kg/d)
Jan	115	-80	35	229	-114	114
Feb	113	-73	40	220	-109	111
Mar	128	-79	49	255	-132	123
Apr	102	-68	33	211	-122	90
Maj	93	-55	39	198	-129	69
Jun	41	-31	10	143	-96	47
Jul	54	-36	18	83	-55	28
Aug	42	-27	15	69	-51	18
Sep	38	-28	10	88	-68	20
Okt	58	-42	16	138	-88	49
Nov	65	-53	11	176	-104	72
Dec	70	-71	-1	197	-104	93

NETTOTRANSPORT AV METALLER FRÅN INRE OCH YTTRE HAMNBASSÄNG

Bilaga 4

		GAMLA BERÄKNINGSRESULTAT		NYA BERÄKNINGSRESULTAT									
				Intransport till yttre hamnbassäng = kustvärde				Intransport till yttre hamnbassäng = G5			Intransport till yttre hamnbassäng = F6		
		97 Årsmedel		97* Årsmedel	99* Årsmedel	97/99 MEDEL	97** Årsmedel	99** Årsmedel	97/99 MEDEL	97*** Årsmedel	99*** Årsmedel	97/99 MEDEL	
As (kg/år)	Inre-ut	455	129	90	110	129	90	110	129	90	110		
	Yttre-ut	1070	745	793	770	-189	50	-70	-189	66	-60		
Cd (kg/år)	Inre-ut	81	28	28	30	28	28	30	28	28	30		
	Yttre-ut	92	32	37	30	6	22	10	19	20	20		
Co (kg/år)	Inre-ut	60	10	15	10	10	15	10	10	15	10		
	Yttre-ut	120	9	-7	0	40	27	30	50	42	50		
Cu (kg/år)	Inre-ut	4194	252	276	260	252	276	260	252	276	260		
	Yttre-ut	6589	1560	1710	1640	584	752	670	630	835	730		
Pb (kg/år)	Inre-ut	1951	120	166	140	120	166	140	120	166	140		
	Yttre-ut	3254	210	134	170	256	84	170	332	200	270		
Zn (kg/år)	Inre-ut	24278	1997	2266	2130	1997	2266	2130	1997	2266	2130		
	Yttre-ut	10356	3942	3355	3650	1291	449	870	4048	729	2390		
Hg (kg/år)	Inre-ut	ca 1	0,33	0,27	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3		
	Yttre-ut	ca 3	0,32	0,62	0,5	0,4	0,6	0,5	0,3	0,8	0,6		
Ni (kg/år)	Inre-ut	6093	93	31	60	93	31	60	93	31	60		
	Yttre-ut	2436	606	774	690	179	295	240	347	262	300		

- 97* Intransport yttre=kustvärde
- 99* Intransport yttre=kustvärde
- 97** Intransport yttre=flödesvägd medelvärde G5
- 99** Intransport yttre=flödesvägd medelvärde G5
- 97*** Intransport yttre=medelvärde F6
- 99*** Intransport yttre=medelvärde F6