

Bilaga 2.

Föroreningsbelastning Kärleksstigen, Brännö

Brännö 4:172

Slutsatser i rapporten:

Enligt modellberäkning av vilka föroreningsrisker som förändringarna enligt planen kan leda till för delområde Brännö 4:172, är det framförlallt koppar, TBT och suspenderat material som behöver renas.

Tabell 7 visar att halten efter exploatering överstiger riktvärden för fosfor, kväve, koppar, suspenderat material och TBT. Efter rening i makadamdiken för vägen och vattensamlingar (dammar) uppnås alla riktvärden utom fosfor som är mycket nära.

Tabell 7. Föroreningshalter (dagvatten+basflöde) för Brännö 4:172

Föroreningshalter (ug/l). Jämförelse mot riktvärde där gråmarkerade celler visar överskridande av riktvärde.

	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	SS	Oil	BaP	TBT	TOC
	$\mu\text{g/l}$	$\mu\text{g/l}$	$\mu\text{g/l}$	$\mu\text{g/l}$	$\mu\text{g/l}$	$\mu\text{g/l}$	$\mu\text{g/l}$	$\mu\text{g/l}$	$\mu\text{g/l}$	$\mu\text{g/l}$	$\mu\text{g/l}$	$\mu\text{g/l}$	$\mu\text{g/l}$	$\mu\text{g/l}$
Före exploatering	60	1200	3.5	9.4	20	0.18	1.7	1.3	0.019	18000	170	0.0045	0.0017	12000
Efter exploatering	100	1400	3.0	12	19	0.31	3.4	2.9	0.029	32000	270	0.0068	0.0017	12000
Efter rening	53	890	0.99	4.7	5.3	0.11	1.4	1.4	0.018	11000	57	0.0050	0.00088	10000
Riktvärde	50	1250	14	10	30	0.40	15	40	0.050	25000	1000	0.050	0.0010	12000

Tabell 8. Föroreningsmängder från Brännö 4:172 kg/år

	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	SS	Oil	BaP	TBT	TOC
	kg/år	kg/år	kg/år	kg/år	kg/år	kg/år	kg/år	kg/år	kg/år	kg/år	kg/år	kg/år	kg/år	kg/år
Före exploatering	0.10	2.1	0.0060	0.016	0.035	0.00032	0.0029	0.0022	0.000032	31	0.30	0.0000079	0.0000029	21
Efter exploatering	0.18	2.5	0.0055	0.021	0.035	0.00056	0.0062	0.0053	0.000053	59	0.50	0.000012	0.0000031	21
Efter rening	0.097	1.6	0.0018	0.0086	0.0097	0.00021	0.0025	0.0025	0.000032	20	0.11	0.0000092	0.0000016	18



Bakgrundsmaterial till slutsatserna:

Före exploatering:

Dagvattenhalt (ug/l) per markanvändning. SD = Standard Deviation (standardavvikelse). nd = no data (ingen data)

Markanvändning	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	SS	Oil	BaP	TBT	TOC
Ytvatten	32	1100	1.4	2.3	8.5	0.090	0.42	0.60	0.017	0	0	0.0035	0	4000
SD	23	21000	89	32	140	0.056	0.076	0.093	0.0076	37000	nd	nd	nd	nd
Takyta	170	1200	2.6	7.5	28	0.80	4.0	4.5	0.0030	25000	0	0.010	0.0020	9000
SD	230	2900	440	1000	5900	160	nd	nd	nd	29000	nd	75	nd	nd
Blandat grönområde	120	1000	6.0	12	23	0.27	1.8	1.0	0.010	43000	170	0.010	0.0020	9000
SD	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
Bergsyta	62	1400	4.4	12	24	0.20	2.1	1.4	0.025	21000	240	0.0050	0.0020	16000
SD	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd

Klassificering av osäkerhet	Hög säkerhet	Medel säkerhet	Låg säkerhet
-----------------------------	--------------	----------------	--------------

Föroreningshalter (ug/l) (dagvatten+basflöde) utan rening

Jämförelse mot riktvärde där gråmarkerade/fetstilta cellerna visar överskridelse av riktvärde. Totala fraktioner avses där inget annat anges.

		P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	SS	Oil	BaP	TBT	TOC
Beräkning	C	60	1200	3.5	9.4	20	0.18	1.7	1.3	0.019	18000	170	0.0045	0.0017	12000
Riktvärde	C _{cr,sw}	50	1300	14	10	30	0.40	15	40	0.050	25000	1000	0.050	0.0010	12000
Absolut osäkerhet (+/-)	C	17	350	0.98	2.7	5.7	0.052	0.48	0.36	0.0053	5100	49	0.0013	0.00048	3400

Efter exploatering utan rening:

Dagvattenhalt (ug/l) per markanvändning. SD = Standard Deviation (standardavvikelse). nd = no data (ingen data)

Markanvändning	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	SS	Oil	BaP	TBT	TOC
Blandat grönområde	120	1000	6.0	12	23	0.27	1.8	1.0	0.010	43000	170	0.010	0.0020	9000
SD	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
Bergsyta	62	1400	4.4	12	24	0.20	2.1	1.4	0.025	21000	240	0.0050	0.0020	16000
SD	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
Takyta	170	1200	2.6	7.5	28	0.80	4.0	4.5	0.0030	25000	0	0.010	0.0020	9000
SD	230	2900	440	1000	5900	160	nd	nd	nd	29000	nd	75	nd	nd
Ytvatten	32	1100	1.4	2.3	8.5	0.090	0.42	0.60	0.017	0	0	0.0035	0	4000
SD	23	21000	89	32	140	0.056	0.076	0.093	0.0076	37000	nd	nd	nd	nd
Väg 1	140	1900	3.0	21	8.5	0.27	7.0	5.5	0.080	74000	770	0.010	0.0016	16000
SD	63	1900	18	25	82	0.51	11	nd	1.9	42000	1300	nd	nd	nd



Klassificering av osäkerhet	Hög säkerhet	Medel säkerhet	Låg säkerhet
-----------------------------	--------------	----------------	--------------

Föroreningshalter (ug/l) (dagvatten+basflöde) utan rening

Jämförelse mot riktvärde där gråmarkerade/fetstilta cellerna visar överskridelse av riktvärde. Totala fraktioner avses där inget annat anges.

		P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	SS	Oil	BaP	TBT	TOC
Beräkning	C	100	1400	3.0	12	19	0.31	3.4	2.9	0.029	32000	270	0.0068	0.0017	12000
Riktvärde	C _{cr,sw}	50	1300	14	10	30	0.40	15	40	0.050	25000	1000	0.050	0.0010	12000
Absolut osäkerhet (+/-)	C	28	390	0.86	3.3	5.5	0.087	0.96	0.83	0.0083	9200	77	0.0019	0.00048	3300

Föreslagen rening: a) utnyttja vattensamling som damm b) krossdike längs väg.

Föroreningsreduktion "damm" enligt beräkning i StormTac

Indata

Vald reningsanläggning: Våt damm & våtmark

Del av reducerat avrinningsområde	K _{Aφ}	300	m ² /ha _{red}
Utflöde från permanent vattennivå	Q _{out1}	0	l/s
Dim. utflöde	Q _{out2}	5.0	l/s
Maximalt utflöde	Q _{out}	5.0	l/s
Absolut osäkerhet (+/-)		0	l/s

Utdata

Permanent vattenyta	A _p	38	m ²
Total regleryta	A _{tot}	54	m ²
Vegetationsyta	A _w	50	m ²
Permanent vattenvolym	V _p	6.6	m ³
Total vattenvolym	V _{tot}	20	m ³
Uppehållstid, total avrinning, årsmedel	td,tot	4	dygn
Uppehållstid, medelavrinning.	td,m	11	h
Dimensionerande regndjup. 20 (10-25) mm rekommenderas generellt.	rd	5.2	mm
Dimensionerande uppehållstid vid max flöde	td, max	0.37	h
Hydraulisk effektivitet. (0-1). Översiktlig beräknad från längd:bredd	e _h	0.65	
Nedre reglervolym	V _{d1}	9.3	m ³
Övre reglervolym	V _{d2}	4.0	m ³
Andel vegetation	S _w	130	%
Tömningstid för Q _{out1}	t _{out1}	0	h
Längd vid permanent vattennivå	L _l	7.2	m



Längd vid maximal vattennivå	L_2	8.4	m
Bredd vid permanent vattennivå	b_1	5.3	m
Bredd vid maximal vattennivå	b_2	6.4	m
Diameter av lägre skibordshål	D_{H1}	0	m
Diameter av övre skibordshål	D_{H2}	0	m
Bottenbredd	W_b	0	m
Undre reglerhöjd	h_{r1}	0.19	m
Övre reglerhöjd	h_{r2}	0	m
Djup på våtmarkszonen	h_w	0.20	m
Permanent vattendjup	h_p	0.50	m
Nedre släntlutning	Z_1	1:3.0	
Övre släntlutning	Z_2	1:3.0	
Tvärsnittsarea	A_{cross}	1.8	m ²
Vattenhastighet vid Q_{dim} *	$v_{c,p}$	0.013	m/s

* Max rekommenderad tvärsnittshastighet med hänsyn till erosionsrisk vid Q_{dim} , $v_{c,max} < 0.30$ (0.15-0.5) m/s. $v_{c,max}$ är osäkert och antas bero på sedimentens egenskaper och uppbyggnaden av dammbotten.

Föroreningsreduktion krossdike enligt beräkning i StormTac

Indata

Vald reningsanläggning: Krossdike (makadamdike)

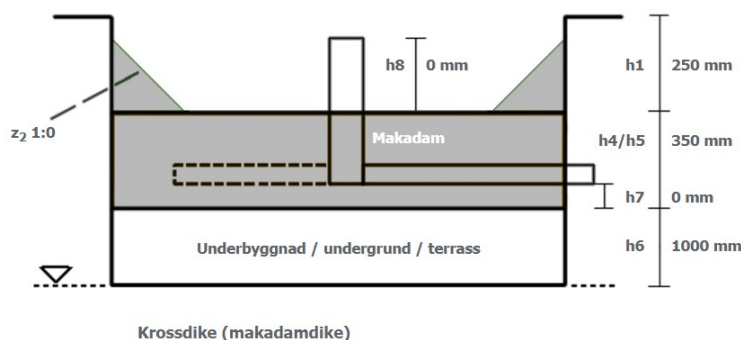
Andel av reducerad avrinningsyta	K_φ	4.0	%
Utflode, max	Q_{out}	200	l/s
Absolut osäkerhet (+/-)		0	l/s
Tjocklek, tom yta	h_1	250	mm
Tjocklek, filtermaterial	h_2	0	mm
Tjocklek, materialavskiljande lager	h_3	0	mm
Tjocklek, makadam	h_4	350	mm
Tjocklek, skelettjord	h_5	0	mm
Tjocklek, underbyggnad/undergrund/terrass	h_6	1000	mm
Avstånd vattengång dräneringsrör till undergunden	h_7	0	mm
Avstånd vattengång bräddbrunn till den övre bäddens yta	h_8	0	mm
Porandel, växtbädd	p_2	0.25	
Porandel, makadam	p_4	0.40	
Hydraulisk konduktivitet, växtbädd	k_2	200	mm/h
Hydraulisk konduktivitet, makadam	k_4	36000	mm/h
Hydraulisk konduktivitet, underbyggnad/undergrund/terrass	k_6	8.0	mm/h
Släntlutning övre, 1:z ₂	z_2	0	
Släntlutning undre, 1:z ₁	z_1	0	
Anläggningens längd	L	0	m
Är marken förorenad?		Nej	
Tillsats av biokol (utan gödningsmedel)?		Nej	

Utdata



Anläggningens yta	A_{sf}	22	m ²
Exfiltrationsyta	A_{exf}	0	m ²
Totalt anläggningsdjup exkl. underbyggnad	H_{tot2}	600	mm
Dimensionerande erforderlig utjämningsvolym	$V_{d3}+V_{d4}$	0	m ³
Dim. varaktighet vid dim. V_d	t_{r2}	5760	min
Totalt tillgänglig (effektiv) volym	V_{eff}	8.5	m ³
Total anläggningsvolym	V_{tot}	13	m ³
Dimensionerande regndjup. 20 (10-25) mm rekommenderas generellt.	rd	16	mm
Dimensionerande uppehållstid vid max flöde	td, max	0.012	h
Dimensionerande uppehållstid vid medelavrinning.	td, mean	14	h
Utflode genom exfiltration ner mot grundvattnet	$Q_{out,exf}$	0	l/s
Andel som exfiltrationsutflodet ger av den totala årliga avrinningsvolymen		0	%
Är anläggningen tillräckligt stor avseende flödesutjämning?		Ja	
Behövs tätning runt anläggningen?		Nej	

Skiss krossdike:



Sammanlagd beräkning av föroreningshalt efter exploatering med rening:

Summa föroreningshalt ug/l efter rening

#	Kommentar	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	SS	Oil	BaP	TBT	TOC
A3	4 172 efter exploatering med rening	43	850	0.92	3.3	5.5	0.13	0.75	0.97	0.0065	5900	25	0.0050	0.00088	10000
A11	Ny väg med rening	78	1000	1.2	8.4	4.6	0.072	3.0	2.4	0.047	25000	150	0.0050	0.00090	8800
	Total	53	890	0.99	4.7	5.3	0.11	1.4	1.4	0.018	11000	57	0.0050	0.00088	10000
Riktvärd e		50	1300	14	10	30	0.40	15	40	0.050	25000	1000	0.050	0.0010	12000

Brännö 5:47

Slutsatser i rapporten:

Enligt modellberäkning av vilka föroreningsrisker som förändringarna enligt planen kan leda till för delområde

Brännö 5:47, är det framförallt TBT som behöver renas.

Tabell 9 visar att halten efter exploatering överstiger riktvärden för fosfor och TBT. Efter rening i vattensamling (damm) uppnås alla riktvärden. I modellen har vattensamlingarna antagits vara dammar vilket troligtvis överskattar reningsförmågan något och detta har kompenserats genom att dammarna har antagits vara mindre än i verkligheten.

Tabell 9. Föroreningshalter (dagvatten+basflöde) för Brännö 5:47. Föroreningshalter (ug/l). Jämförelse mot riktvärde där gråmarkerade celler visar överskridande av riktvärde.

	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	SS	Oil	BaP	TBT	TOC
	$\mu\text{g/l}$	$\mu\text{g/l}$	$\mu\text{g/l}$	$\mu\text{g/l}$	$\mu\text{g/l}$	$\mu\text{g/l}$	$\mu\text{g/l}$	$\mu\text{g/l}$	$\mu\text{g/l}$	$\mu\text{g/l}$	$\mu\text{g/l}$	$\mu\text{g/l}$	$\mu\text{g/l}$	$\mu\text{g/l}$
Före exploatering	64	1200	3.2	8.7	20	0.21	1.7	1.4	0.017	17000	150	0.0048	0.0016	11000
Efter exploatering	73	1200	3.1	8.4	20	0.26	1.9	1.7	0.016	17000	130	0.0052	0.0016	11000
Efter rening	39	910	1.1	3.7	6.3	0.12	0.82	0.95	0.0092	5800	25	0.0050	0.00079	11000
Riktvärde	50	1250	14	10	30	0.40	15	40	0.050	25000	1000	0.050	0.0010	12000

Tabell 10. Föroreningsmängder från Brännö 5:47 kg/år

	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	SS	Oil	BaP	TBT	TOC
	kg/år	kg/år	kg/år	kg/år	kg/år	kg/år	kg/år	kg/år	kg/år	kg/år	kg/år	kg/år	kg/år	kg/år
Före exploatering	0.0978	1.8	0.0048	0.013	0.030	0.00032	0.0026	0.0021	0.000026	25	0.22	0.0000073	0.0000024	17
Efter exploatering	0.11	1.8	0.0046	0.013	0.030	0.00039	0.0028	0.0025	0.000024	26	0.20	0.0000078	0.0000024	16
Efter rening	0.058	1.4	0.0016	0.0055	0.0094	0.00018	0.0012	0.0014	0.000014	8.7	0.037	0.0000075	0.0000012	16

Bakgrundsmaterial till slutsatserna:

Före exploatering:

Dagvattenhalt (ug/l) per markanvändning. SD = Standard Deviation (standardavvikelse). nd = no data (ingen data)

Markanvändning	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	SS	Oil	BaP	TBT	TOC
Blandat grönområde	120	1000	6.0	12	23	0.27	1.8	1.0	0.010	43000	170	0.010	0.0020	9000
SD	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
Bergsyta	62	1400	4.4	12	24	0.20	2.1	1.4	0.025	21000	240	0.0050	0.0020	16000
SD	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
Takyta	170	1200	2.6	7.5	28	0.80	4.0	4.5	0.0030	25000	0	0.010	0.0020	9000



SD	230	2900	440	1000	5900	160	nd	nd	nd	29000	nd	75	nd	nd
Grusyta	42	2000	2.2	12	33	0.11	1.0	0.85	0.019	9700	96	0.010	0.0020	20000
SD	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
Ytvatten	32	1100	1.4	2.3	8.5	0.09 0	0.42	0.60	0.017	0	0	0.0035	0	4000
SD	23	21000	89	32	140	0.05 6	0.076	0.09 3	0.0076	37000	nd	nd	nd	nd

Klassificering av osäkerhet	Hög säkerhet	Medel säkerhet	Låg säkerhet
-----------------------------	--------------	----------------	--------------

Föroreningshalter (ug/l) (dagvatten+basflöde) utan rening

Jämförelse mot riktvärde där gråmarkerade/fetstilta cellerna visar överskridelse av riktvärde. Totala fraktioner avses där inget annat anges.

		P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	SS	Oil	BaP	TBT	TOC
Beräkning	C	64	1200	3.2	8.7	20	0.21	1.7	1.4	0.017	17000	150	0.0048	0.0016	11000
Riktvärde	C _{cr,sw}	50	1300	14	10	30	0.40	15	40	0.050	25000	1000	0.050	0.0010	12000
Absolut osäkerhet (+/-)	C	18	350	0.90	2.5	5.6	0.059	0.48	0.40	0.0049	4700	42	0.0014	0.00045	3100

Efter exploatering:

Dagvattenhalt (ug/l) per markanvändning. SD = Standard Deviation (standardavvikelse). nd = no data (ingen data)

Markanvändning	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	SS	Oil	BaP	TBT	TOC
Blandat grönområde	120	1000	6.0	12	23	0.27	1.8	1.0	0.010	43000	170	0.010	0.0020	9000
SD	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
Bergsyta	62	1400	4.4	12	24	0.20	2.1	1.4	0.025	21000	240	0.0050	0.0020	16000
SD	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
Takyta	170	1200	2.6	7.5	28	0.80	4.0	4.5	0.0030	25000	0	0.010	0.0020	9000
SD	230	2900	440	1000	5900	160	nd	nd	nd	29000	nd	75	nd	nd
Grusyta	42	2000	2.2	12	33	0.11	1.0	0.85	0.019	9700	96	0.010	0.0020	20000
SD	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
Ytvatten	32	1100	1.4	2.3	8.5	0.09 0	0.42	0.60	0.017	0	0	0.0035	0	4000
SD	23	21000	89	32	140	0.05 6	0.076	0.09 3	0.0076	37000	nd	nd	nd	nd

Klassificering av osäkerhet	Hög säkerhet	Medel säkerhet	Låg säkerhet
-----------------------------	--------------	----------------	--------------

Föroreningshalter (ug/l) (dagvatten+basflöde) utan rening

Jämförelse mot riktvärde där gråmarkerade/fetstilta cellerna visar överskridelse av riktvärde. Totala fraktioner avses där inget annat anges.

		P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	SS	Oil	BaP	TBT	TOC
Beräkning	C	73	1200	3.1	8.4	20	0.26	1.9	1.7	0.016	17000	130	0.0052	0.0016	11000
Riktvärde	C _{cr,sw}	50	1300	14	10	30	0.40	15	40	0.050	25000	1000	0.050	0.0010	12000
Absolut osäkerhet (+/-)	C	21	340	0.88	2.4	5.6	0.073	0.53	0.47	0.0045	4900	37	0.0015	0.00045	3000

Föreslagen rening: utnyttja befintlig vattensamling som damm.

Föroreningsreduktion "damm" enligt beräkning i StormTac.



Indata Vald reningsanläggning: Våt damm & våtmark

Del av reducerat avrinningsområde	K_{Ap}	150	m^2/ha_{red}
Utföde från permanent vattennivå	Q_{out1}	5.00	l/s
Dim. utföde	Q_{out2}	195	l/s
Maximalt utföde	Q_{out}	200	l/s
Absolut osäkerhet (+/-)		0	l/s

Utdata

Permanent vattenyta	A_p	22	m^2
Total regleryta	A_{tot}	45	m^2
Vegetationsyta	A_w	38	m^2
Permanent vattenvolym	V_p	4.6	m^3
Total vattenvolym	V_{tot}	15	m^3
Uppehållstid, total avrinning, årsmedel	$t_{d,tot}$	4	dygn
Uppehållstid, medelavrinning.	$t_{d,m}$	10	h
Dimensionerande regndjup. 20 (10-25) mm rekommenderas generellt.	rd	3.1	mm
Dimensionerande uppehållstid vid max flöde	$t_{d, max}$	0.0064	h
Hydraulisk effektivitet. (0-1). Översiktlig beräkning från längd:bredd	e_h	0.65	
Nedre reglervolym	V_{d1}	11	m^3
Övre reglervolym	V_{d2}	0	m^3
Andel vegetation	S_w	170	%
Tömningstid för Q_{out1}	t_{out1}	0.60	h
Längd vid permanent vattennivå	L_1	5.1	m
Längd vid maximal vattennivå	L_2	7.0	m
Bredd vid permanent vattennivå	b_1	4.4	m
Bredd vid maximal vattennivå	b_2	6.4	m
Diameter av lägre skibordshål	D_{H1}	0.056	m
Diameter av övre skibordshål	D_{H2}	0	m
Bottenbredd	W_b	0	m
Undre reglerhöjd	h_{r1}	0.32	m
Övre reglerhöjd	h_{r2}	0	m
Djup på våtmarkszonen	h_w	0.20	m
Permanent vattendjup	h_p	0.50	m
Nedre släntlutning	Z_1	1:3.0	
Övre släntlutning	Z_2	1:3.0	
Tvårsnittsarea	A_{cross}	2.0	m^2
Vattenhastighet vid Q_{dim} *	$V_{c,p}$	0.010	m/s

* Max rekommenderad tvärsnittshastighet med hänsyn till erosionsrisk vid Q_{dim} , $v_{c,max} < 0.30$ (0.15-0.5) m/s. $v_{c,max}$ är osäkert och antas bero på sedimentens egenskaper och uppbyggnaden av dammbotten.

Föroreningshalter (ug/l) (dagvatten+basflöde) efter rening

Jämförelse mot riktvärde där gråmarkerade/fetstilta cellerna visar överskridelse av riktvärde. Totala fraktioner avses där inget annat anges.

		P	N	Pb	C	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	SS	Oil	BaP	TBT	TOC
--	--	---	---	----	---	----	----	----	----	----	----	-----	-----	-----	-----



					u										
Beräkning	C_{re}	39	910	1.1	3.7	6.3	0.12	0.82	0.95	0.0092	5800	25	0.0050	0.00079	11000
Riktvärde	$C_{cr,sw}$	50	1250	14	10	30	0.40	15	40	0.050	25000	1000	0.050	0.0010	12000
Absolut osäkerhet (+/-)	C_{re}	16	370	0.43	1.5	2.6	0.050	0.34	0.39	0.0038	2400	10	0.0021	0.00033	4400