

1988-11-23

EDSVIKEN - SEDIMENT

Tungmetallundersökning sommaren 1988

Av Magnus Enell, Limniska sektionen vid Institutet för Vatten- och Luftvårdsforskning (IVL), Stockholm

Inledning

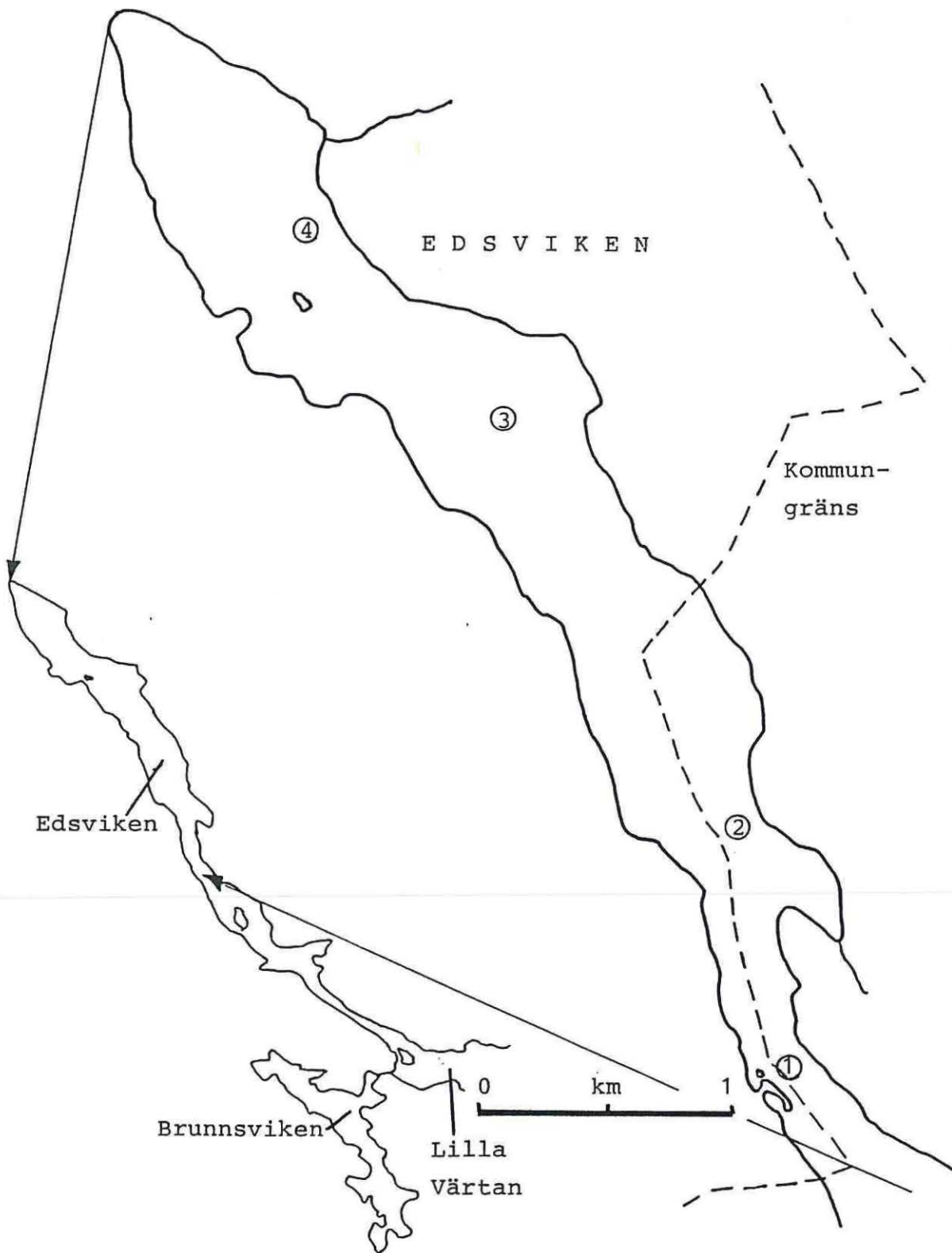
På uppdrag av Miljö- och Hälsoskyddskontoret i Sollentuna kommun har Institutet för Vatten- och Luftvårdsforskning (IVL) genomfört en översiktlig sedimentundersökning i sjön Edsviken. Studien skall ses som en uppföljning av ett flertal tidigare gjorda undersökningar, varvid bl a tungmetallinnehållet i ytsedimenten har undersökts.

Undersökningen omfattar provtagning av sediment från 4 provpunkter (se figur 1), vid vilka ytsedimenten (0-2 cm) studerades vid provpunkterna 1-4 och djupare liggande sediment (14-16 cm) vid provpunkterna 2 och 3.

Kort presentation av sjön Edsviken

Inledningsvis bör nämnas att någon mer omfattande limnologisk undersökning av sjön Edsviken inte har gjorts. Dock har flera utredningar och uppföljningar genomförts med syfte att beskriva effekter av dagvattenutsläpp till sjön, orsakade av en dagvattenledning från Järva-fältet. Dagvattenledningen togs i bruk i april 1981 och har följaktligen nu använts i drygt 7 år. I Hjort och Sikström (1986) redovisas erfarenheter av fem års drift av dagvattenledningen från Järva-fältet. Förutom denna dagvattenledning finns ett flertal dagvattenutsläpp vid olika ställen i sjön. I "Recipientsystem. Stockholms avloppssystem. Plan 1983" beskrivs Edsviken på följande sätt:

"Edsviken har en yta av 3,6 km² och en volym om 28,5 miljoner m³. I viken finns tre djuphålur av vilka den djupaste har ett maximumdjup av ca 20 m. Viken står genom ett smalt och 6,5 m djupt sund i förbindelse med Lilla Värtan. Vikens vatten är såväl salinitets- som temperaturskiktat. Under en stor del av året är djupvattnet stagnant. I det stagnerade bottenvattnet bildas svavelväte. Volymen av svavelvätehaltigt vatten beror framför allt av densiteten hos det vatten som tillförs Edsviken från Lilla Värtan och detta vattens förmåga att omsätta Edsvikens djupvatten. I det svavelväte-



Figur 1. Den del av Edsviken som undersökts med avseende på tungmetaller i sedimenten. Provtagning 7 juni 1988.

haltiga djupvattnet är fosfat- och ammoniumhalterna mycket höga. Det vägda medelvärdet för totalfosforhalten i Edsviken varierade under 1977 mellan 74 och 140 ug/l."

Edsvikens totala längd är ca 8,5 km. Medeldjupet i sjön uppgår till ca 8 m. Ungefär 1/3 av sjöns vattenvolym är belägen under tröskeldjupet.

Edsvikens avrinningsområde har beräknats till ca 62 km² och avrinningen från detta har uppskattats av VBB (1972) till 0,45 m³/sek. Denna avrinning motsvarar ca 14,2 miljoner m³/år, dvs ca hälften av sjöns vattenvolym. Sjöns vattenomsättningstid uppgår därmed till ca 2 år. Inflödet av bräckvatten från Lilla Värtan är inte beaktat vid denna beräkning.

I Hjort och Sikström (1986) redovisas pumpade dagvattenmängder från Järva-fältet till Edsviken samt flödesvägda medelhalter i det utpumpade dagvattnet, för perioden 1981-1985. I tabell 1 redovisas egna beräkningar av kvantiteterna av fosfor (P), kväve (N), bly (Pb), koppar (Cu) och zink (Zn), baserade på de dagvattenvolymer och koncentrationer som anges i Hjort och Sikström (1986).

År	P	N	Pb	Cu	Zn
	kg/år				
1981	27	770	1,7	8,7	44
1982	54	1420	4,7	17,7	115
1983	67	1300	3,7	12,0	142
1984	335	4170	6,7	26,8	323
1985	140	3030	5,8	34,5	207

Tabell 1. Utsläpp av fosfor (P), kväve (N), bly (Pb), koppar (Cu) och zink (Zn) med dagvatten från Järva-fältet under perioden 1981-1985. Kvantiteterna är beräknade på de uppgifter som redovisats av Hjort och Sikström (1986).

En samlad belastningsberäkning för Edsviken saknas, vilket innebär att det inte är möjligt att relatera dagvattenutsläppet av olika ämnen till andra källor, såsom kommunala och industriella utsläpp samt utsläpp från diffusa källor (t ex grönområde, skogs- och jordbruksmark). En noggrann beräkning av den externa belastningen av näringsämnen och vissa tungmetaller bör göras för Edsviken, eftersom dessa siffror är nödvändig baskunskap för att beskriva sjöns nuvarande tillstånd, i kombination med åtgärdsförslag för att förbättra tillståndet.

I utredningen om Järva-fältets dagvatten lämnades vissa upplysningar om användningen av Edsviken. Sjön har och kommer även i framtiden att ha betydelse för båtsporten, genom att småbåtshamnar är förlagda till viken. Man räknar med att antalet båtplatser kommer att maximalt uppgå till 6.000. Inga kommunala strandbad har anlagts vid Edsviken (uppgifter från 1983). Eftersom befolkningen som är bosatt i Edsvikens omgivning har stora avstånd till strandbad i andra vattenområden föreligger emellertid ett behov av att använda Edsviken för friluftsbad. Den växande trafiken med småbåtar torde dock göra det svårt att anordna större strandbad i viken.

I Axelsson and El-Daoushy (1989) redovisas resultat av sedimentationsundersökningar i Edsviken. Vid 28 provpunkter med olika vattendjup, studerades sedimentens ålder på olika sedimentnivåer, med hjälp av röntgen och ^{210}Pb -datering. För perioden 1950-1977 har man fastställt att sedimentationen kan beskrivas med följande formel:

$$S = -11,8 + 5,25D$$

S = sedimentation, mg/cm^2

D = vattendjup

Sedimentationen under perioden 1950-1978 uppgick till totalt 17,3 cm, motsvarande ca 0,6 cm/år. Denna sedimentation är beräknad för det område som representeras av provpunkt 3 i figur 1. Det bör nämnas att sedimentationen under perioden 1972-1987 uppgick till 6,7 cm, motsvarande 0,96 cm/år. Sedimentet från djupområdena i Edsviken uppvisar vanligtvis ett typiskt s k laminerat sediment, dvs tydliga lager. Denna typ av sediment brukar uppträda i sjöar där bottenvattnet vanligtvis är syrefritt och cirkulation saknas.

Material och metoder

Provtagningen genomfördes den 7 juni 1988. Intakta sedimentproppar togs upp med hjälp av en s k Benell-hämtare (Aaby and Digerfeldt 1986). Denna hämtare består bl a av ett ca 50 cm långt plexiglasrör, diameter 7 cm, vilket gör att det upptagna sedimentet kan visuellt beskrivas, och därefter skiktas upp i önskade djupintervall.

Provpunkternas lägen redovisas i figur 1. Den visuella beskrivningen var följande:

Provpunkt 1 - Vattendjup 14,5 m. Det översta sedimentlagret (9,5 cm) var gråsvart och under detta återfanns ett grått sediment. Sedimentprov togs från ytsedimentet 0-2 cm.

Provpunkt 2 - Vattendjup 19,7 m. Det översta sedimentlagret (12,5 cm) var gråsvart och under detta återfanns ett grått sediment. Sedimentprov togs från ytsedimentet 0-2 cm och från sedimentnivån 14-16 cm.

Provpunkt 3 - Vattendjup 12,0 m. Det översta sedimentlagret (7,0 cm) var gråsvart och under detta återfanns ett grått sediment. Sedimentprov togs från ytsedimentet 0-2 cm och från sedimentnivån 14-16 cm.

Provpunkt 4 - Vattendjup 16,2 m. Det översta sedimentlagret (10,5 cm) var gråsvart och under detta återfanns ett grått sediment. Sedimentprov togs från ytsedimentet 0-2 cm.

De sex sedimentproven analyserades med avseende på vattenhalt, torrsubstans, glödgningsförlust (organiskt material), glödgningsrest (minerogent material), Na, K, Ca, Mg, Sr, P, S, Fe, Mn, Al, Cu, Zn, Pb, Cd, Cr, Co, Ni, As, Hg, W, Se, Bi, B, V, Mo och Ti.

Uppdraget från Miljö- och Hälsoskyddskontoret omfattade endast tungmetallerna Pb, Cd, Zn, Cu, Cr och Ni. Orsaken till att alla de ovan nämnda ämnena analyserades, berodde på att den analysteknik som användes, s k Plasma-analys, ger information om alla dessa ämnen samtidigt - analysen sker följaktligen inte ämne för ämne.

Innan den s k Plasma-analysen gjordes, hade sedimenten upplutits i en $\text{HNO}_3\text{-HClO}_4$ -blandning på värmehäll. Torrsubstans- och organiskt material-analyserna gjordes genom att sedimenten torkades vid 105°C i värmeugn resp. vid 550°C i muffelugn.

Resultat

Med användning av de resultat som redovisas i Axelsson and El-Daoushy (1989), beträffande sedimentationen, kan sedimentnivåerna 0-2 cm uppskattas representera 1986-1988 och lagret 14-16 cm perioden 1972-1974.

De erhållna resultaten av de fysikalisk-kemiska analyserna redovisas i tabell 2. I denna tabell illustreras också bakgrundsvärden för vissa

Provpunkt		1	2	2	3	3	4	SNV
Sedimentdjup		0-2	0-2	14-16	0-2	14-16	0-2	Bak- grunds- värde
Parameter	Sort	cm	cm	cm	cm	cm	cm	
Vattenhalt	% av FV	90,1	94,3	86,4	93,5	82,5	95,4	
Torrsubstans	% av FV	9,9	5,7	13,6	6,5	17,5	14,6	
Organiskt material	% av TS	8,4	4,8	11,1	5,5	15,3	3,8	
Minerogent material	% av TS	91,6	95,2	88,9	94,5	84,7	96,2	
Na	mg/g TS	7,19	15,1	7,78	10,9	5,87	18,3	
K	mg/g TS	6,43	6,77	6,30	7,24	7,00	7,01	
Ca	mg/g TS	4,45	4,43	4,18	4,73	4,28	4,77	
Mg	mg/g TS	9,17	9,94	8,94	10,4	9,22	10,1	
Sr	mg/g TS	0,04	0,05	0,04	0,05	0,04	0,05	
P	mg/g TS	1,05	0,94	1,18	0,92	0,88	1,09	
S	mg/g TS	13,3	14,3	15,0	14,2	14,0	13,2	
Fe	mg/g TS	37,7	36,6	38,1	40,0	41,7	34,3	
Mn	mg/g TS	0,39	0,37	0,37	0,43	0,45	0,35	
Al	mg/g TS	22,4	21,5	22,4	24,4	25,3	21,2	
Cu	ug/g TS	118	119	326	108	121	117	
Zn	ug/g TS	414	424	1071	446	520	462	
Pb	ug/g TS	56	59	82	65	34	50	
Cd	ug/g TS	17	16	23	17	20	15	0,3
Cr	ug/g TS	69	65	116	66	72	61	20
Co	ug/g TS	25	34	10	32	<1	33	
Ni	ug/g TS	48	53	70	59	48	55	20
As	ug/g TS	226	215	222	236	236	211	
Hg	ug/g TS	1	1	2	3	<1	<1	
W	ug/g TS	54	45	58	49	47	49	
Se	ug/g TS	45	45	33	47	31	42	
Bi	ug/g TS	22	22	27	24	22	27	
B	ug/g TS	31	36	31	38	36	41	
V	ug/g TS	66	63	68	74	62	63	
Mo	ug/g TS	17	22	44	25	21	23	
Ti	mg/g TS	1,54	1,46	1,45	1,65	1,67	1,46	

Tabell 2. Fysikalisk-kemiska analysresultat för sediment från Edsviken. Provtagning: 7 juni 1988.

tungmetaller som angivits av SNV.

Vattenhalten i ytsedimenten var 90-95%, vilket innebar att torrsubstansinnehållet var 50-100 g/kg färskt sediment. 14-16 cm ner i sedimentet var vattenhalten 83-86 %, motsvarande ett torrsubstansinnehåll på 140-170 g/kg färskt sediment.

Sedimentens torrsubstans bestod till 4-8% av organiskt material, vilket följaktligen innebar att den absolut dominerande delen (92-96%) av sedimentet var av minerogen karaktär, dvs oorganisk. Sedimenten från 14-16 cm hade ett innehåll av organiskt material på 11-15%. Halten ökade därmed med ökat sedimentdjup, vilket visar att sedimentationen av organiskt material har minskat sedan början av 1970-talet till dags dato. En orsak till detta kan vara att förhållandena i Edsviken har blivit bättre, bl a beroende på att t ex primärproduktionen (växtplankton) har minskat. I Axelsson and El-Daoudhy (1989) anges halten organiskt material inom sedimentskiktet 0-30 cm till ca 18%. Sedimentet var taget 1978.

För ämnena Na, K, Ca, Mg och Sr kan följande halter redovisas, representerande sedimentskikten 0-2 cm och 14-16 cm:

	0-2 cm	14-16 cm	
Na	7,2 - 18,3	5,8 - 7,8	mg/g TS
K	6,4 - 7,0	6,3 - 7,0	mg/g TS
Ca	4,4 - 4,8	4,2 - 4,3	mg/g TS
Mg	9,2 - 10,4	8,9 - 9,2	mg/g TS
Sr	0,05	0,04	mg/g TS

Kortfattat kan man konstatera att Na-, Ca- och Mg-halterna var något högre i ytsedimentet än i underliggande sediment, samtidigt som K- och Sr-halterna inte visade någon skillnad i vertikalled.

Fosforhalten var 0,9-1,1 mg/g TS i ytsedimentet och 0,9-1,2 mg/g TS vid 14-16 cm. Någon vertikalskiktning noterades följaktligen inte.

Svavelhalten uppvisade samma mönster som fosforhalten, dvs ingen vertikalskiktning. Halten var 13-15 mg S/g TS i ytsedimentet och 14-15 mg S/g TS vid 14-16 cm.

För metallerna Fe, Mn och Al kan följande sammanfattning göras:

	0-2 cm	14-16 cm	
Fe	34 - 40	38 - 42	mg/g TS
Mn	0,4	0,4	mg/g TS
Al	21 - 22	22 - 25	mg/g TS

Någon uttalad vertikalskiktning förekom följaktligen inte för någon av ämnena.

Fe, Mn och Al är ämnena som är betydelsefulla för att kvarhålla bl a fosfor i sedimentet. Under oxiderade förhållanden (syrgas närvarande) binds fosfor till dessa ämnen. Vid reducerade förhållanden (syrgasbrist), däremot, upplöses bindningen till fosfor och en frigörelse till den ovanstående vattenmassan kan ske - s k internbelastning.

För metallerna Cu, Zn, Pb, Cd, Cr och Ni kan följande sammanfattning göras:

	0-2 cm	14-16 cm	
Cu	108 - 119	121 - 326	ug/g TS
Zn	414 - 462	520 - 1071	ug/g TS
Pb	50 - 65	34 - 82	ug/g TS
Cd	15 - 17	20 - 23	ug/g TS
Cr	61 - 69	72 - 116	ug/g TS
Ni	48 - 59	48 - 70	ug/g TS

Speciellt för provpunkt 2, sedimentdjup 14-16 cm, noterades förhöjda tungmetallhalter i förhållande till ytsedimentet vid samma punkt. Vid provpunkt 3, däremot, var tungmetallhalterna vanligtvis i samma storleksordning som i ytsedimentet. Dessa resultat antyder att sedimentationen av tungmetallerna inte har minskat sedan början på 1970-talet, utan är i samma storleksordning som då, dvs relativt stor. En bidragande orsak till detta är att Edsviken används som recipient för dagvatten. Dagvattenutsläpp sker vid ett flertal olika ställen inom den del av Edsviken som tillhör Sollentuna kommun. Någon kvantifiering av dagvattnets tillförsel av tungmetaller till Edsviken finns inte, utom för den dagvattenledning som avvattnar Järva-fältet.

Vid en jämförelse med tidigare sedimentundersökningar, avseende bl a analyser av Pb, Zn och Cd, kan noteras att Pb-halten är ungefär oförändrad, Zn-halten lägre och Cd-halten högre än tidigare. Vid jämförelse med de sediment som togs (1986-11-10) och analyserades av KM-laboratorierna, noteras att TS-halterna inte är jämförbara. KM anger TS-halter på 35-38 %, vilket är anmärkningsvärt högt för att vara ett sjösediment.

För de ytterligare ämnen som redovisas i tabell 2 noteras att någon vertikalskiktning i sedimentet vanligtvis inte förekommer, fränsett för vissa ämnen vid provpunkt 2.

Karaktäristiska halter för dessa ämnen kan sammanfattas enligt följande:

	0-2 cm	14-16 cm	
Co	25 - 34	1 - 10	ug/g TS
As	211 - 236	222 - 236	ug/g TS
Hg	<1 - 3	<1 - 2	ug/g TS
W	45 - 54	47 - 58	ug/g TS
Se	42 - 47	31 - 33	ug/g TS
Bi	22 - 27	22 - 27	ug/g TS
B	31 - 41	31 - 36	ug/g TS
V	63 - 74	62 - 68	ug/g TS
Mo	17 - 25	21 - 44	ug/g TS
Ti	1,5 - 1,7	1,5 - 1,7	mg/g TS

Diskussion

Sammanfattningsvis noteras att ytsedimentets innehåll av organiskt material har minskat under senare år, jämfört med början av 1970-talet. Minskningen uppgår till ca 50% och detta kan eventuellt bero på att produktionen av organiskt material i Edsvikens vattenmassa har minskat och att den externa belastning av organiskt material också minskat.

De i denna undersökning studerade sedimentnivåerna 0-2 cm resp. 14-16 cm, representerar perioderna 1986-1988 och 1972-1974. Sedimentationen har för perioden 1972-1988 antagits vara 0,9-1,0 cm/år, utan alltför stora skillnader mellan de enskilda åren. Denna storlek på sedimentationen visar att Edsviken är en näringsrik - mycket näringsrik sjö.

En grov beräkning av den totala sedimentationen av olika ämnen kan göras om man gör ett par rimliga antagande:

* Ytsedimentets täthet är $1,1 \text{ kg/dm}^3$ färskt sediment

* Sedimentets yta är ca $2.500.000 \text{ m}^2$, motsvarande 70% av sjöytan

Nedanstående beräkningar är baserade på medelvärdena erhållna för de 4 provpunkternas ytsediment. Rimligheten av de erhållna resultaten har

jämförts med de resultat som redovisas i Axelsson and E-Daoushy (1989).

Sedimentationen i Edsviken har grovt beräknats vara följande:

1.850	ton torrsustans/år
105	ton organiskt material/år
1.745	ton minerogent material/år
1.750	kg fosfor/år
2.500	kg svavel/år
70	ton järn/år
750	kg mangan/år
30	ton aluminium/år
210	kg koppar/år
810	kg zink/år
110	kg bly/år
30	kg kadmium/år
120	kg krom/år
60	kg kobolt/år
100	kg nickel/år

Referenser

Aaby, B. and G. Digerfeldt. 1986. Sampling techniques for lakes and bogs. - In: Handbook of Holocene Palaeoecology and Palaeohydrology. Ed. B.E. Berglund. John Wiley & Sons. ISBN 0-471-90691-3.

Axelsson, W. and F. El-Daoushy. 1989. Sedimentation in the Edsviken Bay. Studied by the X-ray radiographic and the Pb-210 methods. - Geogr. Ann. 70 A. In press.

Hjort, J. och Å. Sikström. 1986. Järva dagvattentunnel. Erfarenheter av fem års drift. - Vatten 42, 2:118-123.

Kjessler & Mannerstråle AB. Sedimentprovtagning, tungmetallanalyser, Edsviken. - KM, brev daterat 1986-11-26.

Stockholms VA-verk. 1983. Recipienter. Stockholms avloppssystem. Plan 1983.

VBB. 1972. Sammanfattning av hittillsvarande utredningsarbete för Edsvikens sanering. - Vattenbyggnadsbyrån. Stockholm 20 pp, 4 appendixes.