

PM KVARLÄMNAD SEDIMENT

2020-12-17

Inledning

I föreliggande PM redovisas följande:

- Vilka bedömningar muddringsområdets avgränsning baseras på.
- Bakgrunden till varför sediment med föroreningshalter motsvarande klass-3 enligt Naturvårdsverkets rapport 4913 har valts som en gräns för vad som lämnas kvar efter muddring. Detta med avseende på bakgrundshalter i Mälaren samt bedömningsgrunder och gränsvärden för sediment.
- Föroreningsbelastningen vid referenspunkter som orsakas av spillet vid muddring.
- Vilka risker för vattenmiljön som bedöms finnas under drift och med påverkan av fartygsrörelser.

Muddringsområdets avgränsning

Muddringsområdets avgränsning i sid- och djupled har gjorts utifrån uppmätta halter i 70 sedimentprover och räknats fram med hjälp av ett datorprogram. Bedömningarna gjordes utifrån kemiska data, vattendjup, fältprotokoll, fotografier på sedimentkärnor samt protokoll från kärnbörningar och sedimentprovtagningar. Det är denna avgränsning som utgör underlag till muddringsplanen. I området finns det höga halter av både metaller och organiska ämnen men utbredningsanalysen avgränsades till koppar och bly som är de metaller som har högst halter i princip alla provpunkter. I motsvarande lager finns även höga halter av organiska ämnen. Det måldjup under botten till vilket muddringen sker enligt muddringsplanen motsvarar de högsta koppar- och blyhalterna i intervallet för klass 3 enligt Naturvårdsverkets rapport 4914 (1999) *Bedömningsgrunder för miljö kvalitet – Kust och hav*. Eftersom det sker en övermuddring om ca 20 cm förväntas massorna i huvudsak innehålla något lägre halter än klass 3.

Genomgång av analysresultaten (bilaga E-16 tillståndsansökan) och vilka halter som eventuellt kommer att finnas kvar i sedimenten efter muddring visar att ovan bedömning övervägande stämmer väl överens med antaganden. Eftersom vi inte känner till hur haltnivåerna ligger mellan provpunkterna och eftersom analyser av organiska ämnen har utförts i utvalda provpunkter finns det en liten risk för att kvarvarande sediment innehåller halter högre än klass 3 för vissa ämnen. Analysresultatet indikerar dock att det kan finnas höga halter kvar för en enskild provpunkt vilket ändå kan sägas visa att organiska ämnen på det stora hela omfattas av muddringen. Enstaka lokala avvikelser med höga halter kommer att hanteras genom förfiningar av de delar av muddringsplanen där det finns behov.

Sammantaget är det viktigt att framhålla att efter muddring kommer området utanför Lövsta bli avsevärt mycket renare när det gäller föroreningsnivåer i sediment eftersom de gylliga

sedimenten med höga halter tas bort. Detta medför också att det inte finns sediment med höga halter som kan eroderas och spridas till sjöbotten längre ut i fjärden.

Innan muddringen påbörjas kommer en sjömätning att utföras med flerstråleekolod, s.k. multibeam. Under pågående muddring kommer kontroll av att muddringsplanen följs att ske genom datoriserade inställningar på mudderverk, dvs. inställningar som visar vilken plats som ska muddras till angivet djup. Från mudderverkets grävpositioneringssystem plottas muddrade ytor ut fortlöpande för att säkerställa att måldjupet innehålls. Under och efter utförd muddring av förorenade sediment kontrolleras djupet även med multibeam.

Motivering till att massor med klass 3 lämnas kvar

En förklassificering av muddermassorna har gjorts som återspeglas i muddringsplanen som redovisas i tillståndsansökan. Inom projektet har det bedömts som rimligt att sediment kan lämnas kvar med föroreningshalter i klass 1–3 enligt Naturvårdsverkets rapport 4914 (1999) *Bedömningsgrunder för miljö kvalitet – Kust och hav* (NV-rapport 4914). Bedömningen grundar sig bland annat på vilka bakgrundshalter som har tagits fram i tidigare utredningar och som har analyserats av Sweco i *PM Bakgrundshalter av metaller i Mälaren* (2019-10-22). PM är en bilaga till tillståndsansökan. I analysen har rapporter med beräknade bakgrundshalter använts framtagna av IVL (2012), SGU (2012) och WSP (2015 och 2018). Slutsatsen är att medelhalterna inte skiljer sig nämnvärt mellan undersökningarna. Bäst representerade bedömdes dock medelvärdena från WSPs rapport (2015) vara på grund av målet med undersökningen var att beräkna bakgrundshalter, att proverna täcker större delen av Mälaren, att proverna har tagits ut 30 till 70 km uppströms Lövsta och därför inte är påverkade av deponiområdet, samt att data har låg variation vilket tyder på låg påverkan av lokala föroreningskällor.

I en jämförelse mellan Naturvårdsverkets klassificering och WSPs bakgrundshalter (medel och max) (se Tabell 1) framgår att maxvärden av bakgrundshalter i Mälaren för arsenik, kadmium, kvicksilver, nickel, bly och zink samt Polycykliska aromatiska kolväten (PAH) och Polyklorerade bifenyler (PCB) ligger inom klass 1–3 medan maxvärdena för krom och koppar ligger på nivå för klass 5 enligt Naturvårdsverkets klassindelning. Medel bakgrundshalter varierar mellan klass 1 till klass 4. Eftersom föroreningsnivån i sedimenten efter muddring förväntas ligga på högst klass 3 men ofta också lägre bedöms Naturvårdsverkets haltindelning av klasser kunna användas för att dra gränsen för vilka sediment som ska tas bort vid muddring. Denna jämförelse har beskrivits i MKB för tillståndsansökan och dess bilaga E-17 PM Bakgrundshalter av metaller i Mälaren.

En jämförelse med HaVs bedömningsgrunder och gränsvärden för sediment har också gjorts och redovisas i Tabell 1. Av jämförelsen framgår att för de ämnen som omfattas av HaVs föreskrift HVMFS 2019:25 och som har analyserats ligger klass 3 på samma nivå eller under. Denna jämförelse har inte redovisats tidigare i några handlingar.

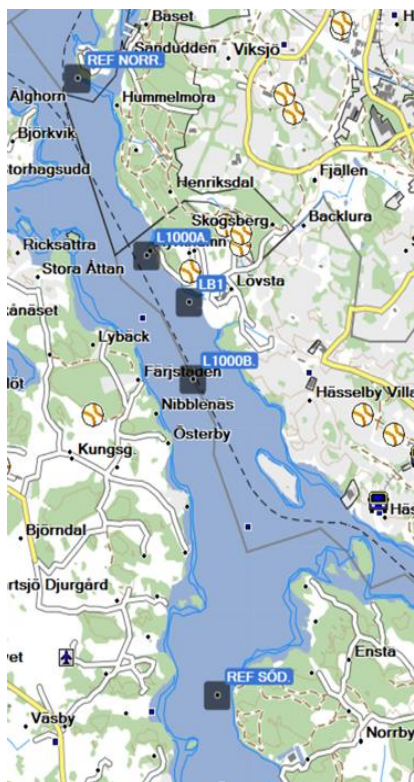
Tabell 1. Jämförelse mellan klassindelning enligt NV 4914 Kust & Hav, bakgrundshalter i Mälaren samt bedömningsgrunder för särskilda förorenande ämnen i inlandsvatten (tabell 1 kap. 7 i bilaga 2) och gränsvärden för sediment (Tabell 1 i bilaga 6) enligt HVMFS 2019:25. För halten koppar ska hänsyn tas till naturlig bakgrund vars koncentration subtraheras från uppmätt halt innan jämförelse. Detta är inte gjort i tabellen.

Typ av sediment	Enhet	Klassindelning enligt bedömningsgrunder, NV 4914 Kust & Hav							Bakgrundshalter Mälaren (WSP, 2015)		HaVM, HVMFS 2019:25
		Klass 1 - Ingen/betydlig avvikelse av metaller. Ingen halt av organiska gifter.	Klass 2 - Liten avvikelse av metaller. Låg halt av organiska gifter	Klass 3 - Tydlig avvikelse av metaller. Medelhög halt av organiska gifter.	Klass 4 - Stor avvikelse av metaller. Ingen/liten påverkan från punkt-källa. Hög halt av organiska gifter.	Klass 5 - Mycket stor avvikelse av metaller. Frekvent påverkan från punkt-källa. Mycket hög halt av organiska gifter.	Klass 6 - Mycket stor avvikelse av metaller. Frekvent påverkan från punkt-källa.	Klass 7 - Mycket stor avvikelse av metaller. Mycket stor påverkan från punkt-källa.	Medel	Max	Bedömningsgrunder* och gränsvärden för god status
Metaller											
As	mg/kg TS	<10	10-17	17-28	28-45	45-230	230-1000	>1000	7,5	14	
Cd	mg/kg TS	<0,2	0,2-0,5	0,5-1,2	1,2-3	3-15	15-75	>75	0,59	0,88	2,3
Cr	mg/kg TS	<40	40-48	48-60	60-72	72-350	350-2000	>2000	64	82	
Cu	mg/kg TS	<15	15-30	30-50	50-79	79-400	400-2000	>2000	44	89	36*
Hg	mg/kg TS	<0,04	0,04-0,12	0,12-0,4	0,4-1	1-5	5-25	>25	0,067	0,12	
Ni	mg/kg TS	<30	30-45	45-66	66-99	99-500	500-2500	>2500	37	51	
Pb	mg/kg TS	<25	25-40	40-65	65-110	110-550	550-3000	>3000	34	55	120
Zn	mg/kg TS	<85	85-128	128-204	204-357	357-1800	1800-9000	>9000	240	340	
PAH											
antracen	mg/kg TS	0	0-0,002	0,002-0,008	0,008-0,03	>0,03					0,024
fluoranten	mg/kg TS	0	0-0,02	0,02-0,08	0,08-0,27	>0,27					2
PAH, summa 16	mg/kg TS								0,29	0,75	
PAH, summa 11	mg/kg TS	0	0-0,28	0,28-0,8	0,8-2,5	2,5-12	12-60	>60	0,29	0,75	
PCB											
PCB, summa 7	mg/kg TS	0	0-0,0013	0,0013-0,004	0,004-0,015	0,015-0,08	0,08-0,4	>4	0,0028	0,0064	
Tennorganiska föreningar											
monobutylenn	µg/kg TS								0,016	0,063	
dibutylenn	µg/kg TS								0,011	0,00097	
tributylenn (TBT)	µg/kg TS								0,0098	0,032	1,6

Föroreningsbelastning på grund av spill från muddring

Sedimentfällor

Sedimentfällor läggs ut utanför muddringsområdet i samband med referensprovtagningen innan entreprenad. Fyra sedimentfällor per referenspunkt läggs ut fyra gånger på ett år under en period av ca 10 veckor per tillfälle. De fem referenspunkterna visas i Figur 1. Syftet är att mäta sedimentationshastighet och miljögiftsbelastningar. De första sedimentfällorna lades ut i maj 2020 och togs upp i augusti 2020 och den andra utläggningen togs upp i november 2020.



Figur 1. Referenspunkter för sedimentfällor.

Resultatet av fällorna från den första mätningen ligger till grund för en preliminär beräkning av naturlig belastning. I Tabell 2 redovisas analysresultatet från den första sedimentfällan för de ämnen det finns klassindelningen i Tabell 1.

Analysresultaten för koppar överskrider gränsvärdet för förorenande ämnen enligt HaVs bedömningsgrunder i samtliga referenspunkter. Övriga uppmätta ämnen har lägre koncentrationer än bedömningsgrunderna.

Tabell 2. Analysresultat från sedimentfällor utlagda maj till augusti 2020.

Provpunkt	Enhet	REF NORR	REF SÖD	L 1000A	L 1000B	LB
Metaller						
As	mg/kg TS	16	7,1	7,4	7,5	6,8
Cd	mg/kg TS	0,49	0,35	0,42	0,47	0,51
Co	mg/kg TS	16	15	15	15	14
Cr	mg/kg TS	47	40	39	39	42
Cu	mg/kg TS	137	45	45	44	49
Hg	mg/kg TS	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20
Ni	mg/kg TS	53	47	49	51	46
Pb	mg/kg TS	34	30	33	31	47
Zn	mg/kg TS	316	163	164	158	194
PAH						
fenantren	mg/kg TS	0,028	0,08	0,046	0,055	0,087
antracen	mg/kg TS	<0,015	0,023	<0,010	<0,010	0,021
fluoranten	mg/kg TS	0,032	0,084	0,051	0,06	0,12
pyren	mg/kg TS	0,023	0,053	0,036	0,042	0,084
bens(a)antracen	mg/kg TS	0,013	0,015	0,013	0,015	0,03
krysen	mg/kg TS	0,016	0,018	0,016	0,017	0,037
bens(b)fluoranten	mg/kg TS	0,029	0,025	0,024	0,021	0,05
bens(k)fluoranten	mg/kg TS	0,012	0,014	0,014	0,015	0,027
bens(a)pyren	mg/kg TS	0,017	0,012	0,011	0,014	0,029
benso(ghi)perylen	mg/kg TS	0,034	0,026	0,025	0,01	0,031
indeno(123cd)pyren	mg/kg TS	0,025	0,033	0,035	0,013	0,036
PAH, summa 11	mg/kg TS	0,23	0,38	0,27	0,26	0,55

Baserat på mätresultatet i sedimentfällorna har belastningen i g TS/vecka och m² från naturligt sedimentnedfall beräknats (se Tabell 3).

Tabell 3. Belastningen gram TS/vecka/m² från naturligt nedfall.

Provpunkt	REF NORR	REF SÖD	L 1000A	L 1000B	LB
Metaller					
As	0,00066	0,00027	0,00025	0,00022	0,00017
Cd	0,00002	0,00001	0,00001	0,00001	0,00001
Co	0,00066	0,00058	0,00051	0,00043	0,00034
Cr	0,00193	0,00154	0,00133	0,00113	0,00103
Cu	0,00563	0,00173	0,00153	0,00127	0,0012
Hg					
Ni	0,00218	0,00181	0,00167	0,00147	0,00113
Pb	0,0014	0,00115	0,00113	0,00089	0,00115
Zn	0,01299	0,00627	0,00559	0,00456	0,00475
PAH					
fenantren	0,0000012	0,0000031	0,0000016	0,0000016	0,0000021
antracen					
fluoranten	0,0000013	0,0000032	0,0000017	0,0000017	0,0000029
pyren	0,0000009	0,000002	0,0000012	0,0000012	0,0000021
bens(a)antracen	0,0000005	0,0000006	0,0000004	0,0000004	0,0000007
krysen	0,0000007	0,0000007	0,0000005	0,0000005	0,0000009
bens(b)fluoranten	0,0000012	0,000001	0,0000008	0,0000006	0,0000012
bens(k)fluoranten	0,0000005	0,0000005	0,0000005	0,0000004	0,0000007
bens(a)pyren	0,0000007	0,0000005	0,0000004	0,0000004	0,0000007
benso(ghi)perylene	0,000001	0,000001	0	0,000001	0,000001
indeno(123cd)pyren	0,000001	0,000001	0	0,000001	0,000001
PAH, summa 11	0,000009	0,000015	0,000009	0,000008	0,000013

Föroreningsbelastning på grund av spill

Vid muddring med miljöskopa sker ett visst spill av sediment. Spridningsberäkningar baseras på två spillscenarier, 5 %, som antas vara ett konservativt antagande, och 2 %, som antas vara mer realistiskt. Baserat på 5 % spill har beräkningar utförts på hur stor belastningen per ämne är på ett 100 cm² stort område efter en veckas sedimentering (beräkningarna sammanställs veckovis). Beräkningarna har utförts för fem beräkningsscenarier enligt Rapport Spridningsberäkningar vid muddring av bottensediment (2020-11-02), och utförs för fyra punkter¹ (inte LB1) som sammanfaller med valda referenspunkter för sedimentfällor.

Beräkningsscenarierna är:

Scenario 1 5 % spill, medelvind, utan tappning från Mälaren, utan skiktning, sedimentpartiklar med fallhastighet 1.

¹ Beräkningarna baseras på den maximala sedimenteringen som sker vid fyra transekter (profiler tvärs Lövstafjärden) som sammanfaller med de fyra referenspunkterna. Detta innebär att använda värden motsvarar den maximala sedimenteringen tvärs fjärden och inte vid en punkt, vilket är konservativt.

- Scenario 2 5 % spill, medelvind, med tappning från Mälaren, utan skiktning, sedimentpartiklar med fallhastighet 1.
- Scenario 3 5 % spill, medelvind, utan tappning från Mälaren, med skiktning, sedimentpartiklar med fallhastighet 1.
- Scenario 4 5 % spill, medelvind, utan tappning från Mälaren, utan skiktning, sedimentpartiklar med fallhastighet 2.
- Scenario 6 5 % spill, vindstilla 2 dagar, utan tappning från Mälaren, utan skiktning, sedimentpartiklar med fallhastighet 1.

Samtliga scenarier ovan simulerar en 80-dagarsperiod med spill från muddring under de första 30 dagarna. För mer information hänvisas till PM Underlag till placering av sedimentfällor (2020-03-07).

I Tabell 4 – 7 redovisas simulerade mängder ämnen per 100 cm² per vecka för de scenarierna och respektive referenspunkt. Beräkningarna baseras på den veckan med störst sedimenteringshastighet.

Tabell 4. Beräkning av belastningen mg TS/100 cm² per vecka referenspunkt L1000A.

Ämne	Ämnes-koncentration i muddrat material	Scenario 1	Scenario 2	Scenario 3	Scenario 4	Scenario 6
	mg/kg TS	mg TS / 100 cm ² per vecka				
As	21,02	441,47	75,68	189,20	60,96	420,45
Ba	1148,00	24108,00	4132,80	10332,00	3329,20	22960,00
Cd	15,61	327,89	56,21	140,52	45,28	312,28
Co	14,22	298,69	51,20	128,01	41,25	284,47
Cr	61,79	1297,64	222,45	556,13	179,20	1235,85
Cu	531,96	11171,24	1915,07	4787,67	1542,69	10639,27
Hg	3,45	72,53	12,43	31,08	10,02	69,07
Ni	49,38	1037,08	177,79	444,46	143,22	987,70
Pb	2613,43	54882,08	9408,36	23520,89	7578,95	52268,65
Zn	3219,07	67600,53	11588,66	28971,66	9335,31	64381,46
fluoranten	6,01	126,21	21,64	54,09	17,43	120,20
bens(b)fluoranten	2,49	52,33	8,97	22,43	7,23	49,84
bens(k)fluoranten	1,05	22,07	3,78	9,46	3,05	21,02
bens(a)pyren	1,85	38,85	6,66	16,65	5,37	37,00
benso(ghi)perylene	1,56	32,68	5,60	14,01	4,51	31,13
indeno(123cd)pyren	1,53	32,15	5,51	13,78	4,44	30,62
PAH, summa 11	0,00	0,07	0,01	0,03	0,01	0,07

Tabell 5. Beräkning av belastningen mg TS/100 cm² per vecka referenspunkt L1000B.

Ämne	Ämnes- koncentration i muddrat material	Scenario 1	Scenario 2	Scenario 3	Scenario 4	Scenario 6
	mg/kg TS	mg TS / 100 cm ² per vecka				
As	21,02	294,31	357,38	147,16	21,02	336,36
Ba	1148,00	16072,00	19516,00	8036,00	1148,00	18368,00
Cd	15,61	218,59	265,43	109,30	15,61	249,82
Co	14,22	199,13	241,80	99,56	14,22	227,58
Cr	61,79	865,10	1050,47	432,55	61,79	988,68
Cu	531,96	7447,49	9043,38	3723,75	531,96	8511,42
Hg	3,45	48,35	58,71	24,18	3,45	55,26
Ni	49,38	691,39	839,54	345,69	49,38	790,16
Pb	2613,43	36588,06	44428,35	18294,03	2613,43	41814,92
Zn	3219,07	45067,02	54724,24	22533,51	3219,07	51505,17
fluoranten	6,01	84,14	102,17	42,07	6,01	96,16
bens(b)fluoranten	2,49	34,89	42,36	17,44	2,49	39,87
bens(k)fluoranten	1,05	14,71	17,87	7,36	1,05	16,82
bens(a)pyren	1,85	25,90	31,45	12,95	1,85	29,60
benso(ghi)perylene	1,56	21,79	26,46	10,89	1,56	24,90
indeno(123cd)pyren	1,53	21,43	26,03	10,72	1,53	24,49
PAH, summa 11	0,00	0,05	0,06	0,02	0,00	0,05

Tabell 6. Beräkning av belastningen mg TS/100 cm² per vecka referenspunkt REF Norr. Ej mätbar motsvarar när modellresultat visar en mängd mindre än 1 mg TS/100 cm² per vecka.

Ämne	Ämnes- koncentration i muddrat material	Scenario 1	Scenario 2	Scenario 3	Scenario 4	Scenario 6
	mg/kg TS	mg TS / 100 cm ² per vecka				
As	21,02	81,99	Ej mätbar	147,16	Ej mätbar	75,68
Ba	1148,00	4477,20		8036,00		4132,80
Cd	15,61	60,89		109,30		56,21
Co	14,22	55,47		99,56		51,20
Cr	61,79	240,99		432,55		222,45
Cu	531,96	2074,66		3723,75		1915,07
Hg	3,45	13,47		24,18		12,43
Ni	49,38	192,60		345,69		177,79
Pb	2613,43	10192,39		18294,03		9408,36
Zn	3219,07	12554,38		22533,51		11588,66
fluoranten	6,01	23,44		42,07		21,64
bens(b)fluoranten	2,49	9,72		17,44		8,97
bens(k)fluoranten	1,05	4,10		7,36		3,78
bens(a)pyren	1,85	7,22		12,95		6,66
benso(ghi)perylene	1,56	6,07		10,89		5,60
indeno(123cd)pyren	1,53	5,97		10,72		5,51
PAH, summa 11	0,00	0,01		0,02		0,01

Tabell 7. Beräkning av belastningen mg TS/100 cm² per vecka referenspunkt REF Söd. Ej mätbar motsvarar när modellresultat visar en mängd mindre än 1 mg TS/100 cm² per vecka.

Ämne	Ämnes-koncentration i muddrat material	Scenario 1	Scenario 2	Scenario 3	Scenario 4	Scenario 6
	mg/kg TS	mg TS / 100 cm ² per vecka				
As	21,02	56,76	50,45	77,78	Ej mätbar	56,76
Ba	1148,00	3099,60	2755,20	4247,60		3099,60
Cd	15,61	42,16	37,47	57,77		42,16
Co	14,22	38,40	34,14	52,63		38,40
Cr	61,79	166,84	148,30	228,63		166,84
Cu	531,96	1436,30	1276,71	1968,27		1436,30
Hg	3,45	9,32	8,29	12,78		9,32
Ni	49,38	133,34	118,52	182,72		133,34
Pb	2613,43	7056,27	6272,24	9669,70		7056,27
Zn	3219,07	8691,50	7725,77	11910,57		8691,50
fluoranten	6,01	16,23	14,42	22,24		16,23
bens(b)fluoranten	2,49	6,73	5,98	9,22		6,73
bens(k)fluoranten	1,05	2,84	2,52	3,89		2,84
bens(a)pyren	1,85	5,00	4,44	6,85		5,00
benso(ghi)perylene	1,56	4,20	3,74	5,76		4,20
indeno(123cd)pyren	1,53	4,13	3,67	5,66		4,13
PAH, summa 11	0,00	0,01	0,01	0,01		0,01

Jämförelse mellan naturlig belastning och belastning från muddring

En jämförelse har gjorts mellan uppmätta halter i sediment och beräknade halter i sediment från muddringen för fyra olika ämnen, koppar, bly, bens(a)pyren och PAH summa 11.

Utgångspunkten för simuleringen har varit maximalt 80 dagar, varav 30 dagar är muddring och spill. Sedimentering från spill kommer att fortgå en tid efter men det går inte att bedöma hur lång tid. Beräknade halter i sediment från muddringen har beräknats utifrån beräkningsscenariot som ger de största koncentrationerna samt för veckan med störst mängd sedimentering över hela simuleringsperioden vid respektive transekt (d.v.s. referenspunkt). Uppmätta halter av naturligt nedfall och beräknad sedimentering efter muddring redovisas i gram TS per m² och vecka för både mängden sediment och för respektive ämne. Det finns inte någon direkt metod för att uppskatta den årliga belastningen i mg TS/kg. Beräknad mängd sediment och ämne från spill respektive uppmätt naturligt nedfall redovisas i Tabell 8 – 11.

Tabell 8. Jämförelse mellan beräknad och uppmätt mängd koppar.

Transekt	BERÄKNAD		UPPMÄTT	
	SEDIMENTERING Största mängd g TS / 1 m ² per vecka	SEDIMENTERING AV KOPPAR g TS / 1 m ² per vecka	NATURLIGT NEDFALL 2020-05-06 - 2020-08-06 Största mängd g TS / 1 m ² per vecka	NATURLIGT NEDFALL AV KOPPAR 2020-05-06 - 2020-08-06 g TS / 1 m ² per vecka
L1000A SF2	2,10	0,0011	34,11	0,0015
L1000B SF3	1,70	0,0009	28,86	0,0013
Ref Norr SF4	0,70	0,0004	41,10	0,0056
Ref Söd SF5	0,37	0,0002	38,48	0,0017

Tabell 9. Jämförelse mellan beräknad och uppmätt mängd bly.

Transekt	BERÄKNAD		UPPMÄTT	
	SEDIMENTERING Största mängd g TS / 1 m ² per vecka	SEDIMENTERING AV BLY g TS / 1 m ² per vecka	NATURLIGT NEDFALL 2020-05-06 - 2020-08-06 Största mängd g TS / 1 m ² per vecka	NATURLIGT NEDFALL AV BLY 2020-05-06 - 2020-08-06 g TS / 1 m ² per vecka
L1000A SF2	2,10	0,0055	34,11	0,0011
L1000B SF3	1,70	0,0044	28,86	0,0009
Ref Norr SF4	0,70	0,0018	41,10	0,0014
Ref Söd SF5	0,37	0,0010	38,48	0,0012

Tabell 10. Jämförelse mellan beräknad och uppmätt mängd bens(a)pyren.

Transekt	BERÄKNAD		UPPMÄTT	
	SEDIMENTERING Största mängd g TS / 1 m ² per vecka	SEDIMENTERING AV BENS(A)PYREN g TS / 1 m ² per vecka	NATURLIGT NEDFALL 2020-05-06 - 2020-08-06 Största mängd g TS / 1 m ² per vecka	NATURLIGT NEDFALL AV BENS(A)PYREN 2020-05-06 - 2020-08-06 g TS / 1 m ² per vecka
L1000A SF2	2,10	0,00000039	34,11	0,00000038
L1000B SF3	1,70	0,00000031	28,86	0,00000040
Ref Norr SF4	0,70	0,00000013	41,10	0,00000070
Ref Söd SF5	0,37	0,00000007	38,48	0,00000046

Tabell 11. Jämförelse mellan beräknad och uppmätt mängd PAH summa 11.

Transekt	BERÄKNAD		UPPMÄTT	
	SEDIMENTERING Största mängd g TS / 1 m ² per vecka	SEDIMENTERING AV PAH SUMMA 11 g TS / 1 m ² per vecka	NATURLIGT NEDFALL 2020-05-06 - 2020-08-06 Största mängd g TS / 1 m ² per vecka	NATURLIGT NEDFALL AV PAH SUMMA 11 2020-05-06 - 2020-08-06 g TS / 1 m ² per vecka
L1000A SF2	2,10	0,0000000068	34,11	0,00000092
L1000B SF3	1,70	0,0000000055	28,86	0,00000075
Ref Norr SF4	0,70	0,0000000023	41,10	0,00000095
Ref Söd SF5	0,37	0,0000000012	38,48	0,0000146

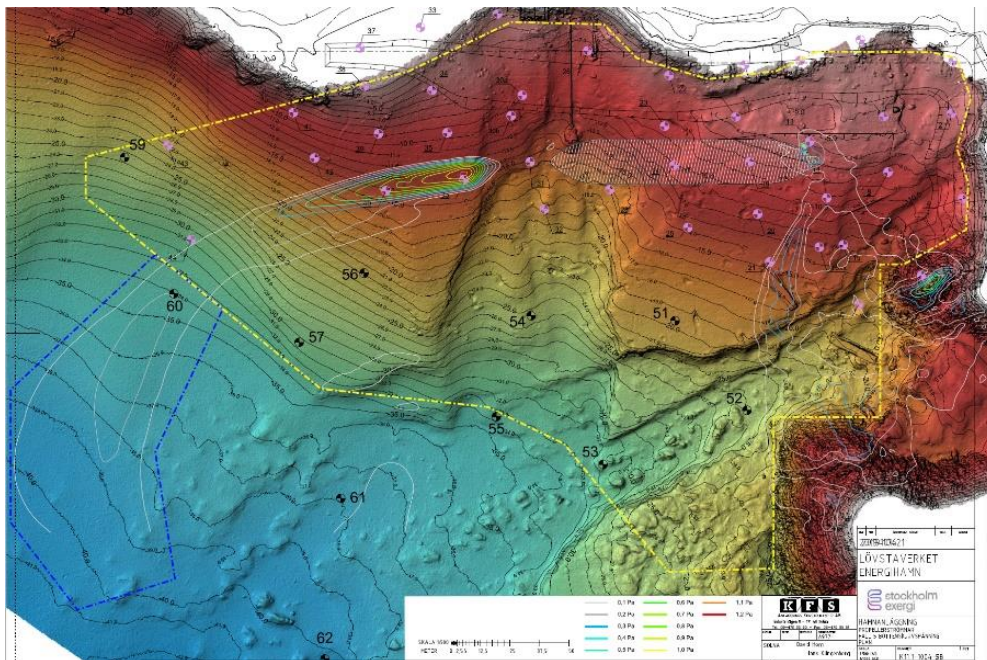
Enligt VISS överskrider gränsvärden för ämnena koppar, bly, kadmium och fluoranten i vattenförekomsten Mälaren-Görvaln. Det gör även koncentrationerna av motsvarande ämnen från spillet (se första kolumnen i Tabell 4 – 7). Jämfört med halterna i det naturliga nedfallet för särskilt koppar, bly och bens(a)pyren (se Tabell 2) är halterna i spillet mycket högre. Viktigt att

notera är att de högst beräknade värdena för mängd spill och halt har använts. Även i det uppmätta naturliga nedfallet finns koncentrationer av koppar som överskrider gränsvärdet.

Sedimenteringen från spillet avtar med tiden för att därefter helt upphöra. Till en början kommer koncentrationerna i bottensedimenten tillfälligt vara höga på grund av de höga halterna i spillet. Samtidigt som sedimentering av spillet sker pågår det naturliga nedfallet av sediment som är avsevärt högre än mängden sediment från spillet, som minst ca 20 gånger högre (se Tabell 8 – 11). Det naturliga nedfallet medför att det sker både utspädning och överlagring av bottensedimenten. Innan överlagringens mäktighet är tillräcklig kommer dock en del sediment förflyttas genom resuspension på grund av både propellerströmmar och bottenströmmar.

Risker för vattenmiljön under driftskedet

Inom muddringsområdet (streckad linje i Figur 2) kommer förutom muddring av förorenade sediment, även en teknisk muddring utföras för att ta bort lera ned till fast botten vid kajområdet samt för att erhålla ett ramfritt djup. De kärnborrprover som har tagits visar att de underliggande sedimenten utgörs av glacial och postglacial lera. Sådana leror är mer motståndskraftiga mot erosion än den gytjelera som kommer att muddras bort. Det innebär att inom muddringsområdet så kommer det till viss del ligga kvar sediment med halter motsvarande klass 3, vilka enligt tidigare redovisning, inte överskrider bedömningsgrunder och gränsvärden för sediment. Ett jämviktsläge kommer att uppnås på botten som beror på påverkan från propellerströmmar, sedimenttillskott och lutning m.m. På grund av områdets egenskaper bedöms propellerinducerad sedimenttransport komma att ske från det inre till det yttre hamnområdet, vilket innebär att andelen erosionsbenägna sediment kommer att minska med tiden.

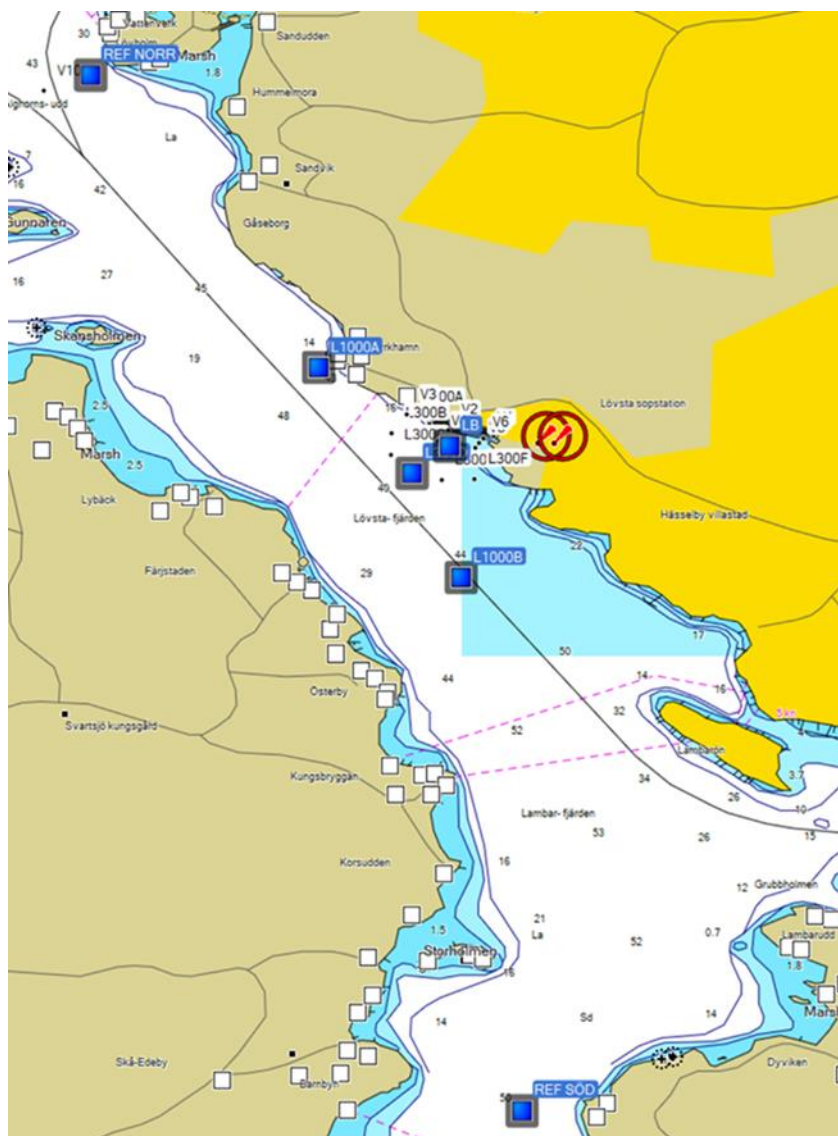


Figur 2. Provpunkternas placering samt bottenkjuvspänning vid propellerströmmar. Det blå streckade området visar anlöpningsområde (Bilaga D-04 PM Geoteknik Hamn).

Baserat på att kvarvarande sediment med klass 3-halter och 10 cm sediment har eroderas bort samt att föroreningar i huvudsak är bundna i sedimentpartiklar, visar spridningsberäkning² att halterna i tillskottet sedimentpartiklar i Lövstafjärden (se Tabell 12) med marginal ligger under maxkoncentrationer för bedömningsgrunder och gränsvärden för god ytvattenstatus (HVMFS

² Scenario 12 i underbilaga E-18a till MKB för tillståndsansökan. Spridning av eroderat material utanför muddringsområdet pga propellerströmmar (150 kg eroderat material per anlöp, ett anlöp per dag under hela simuleringsperioden). Medelvind, utan bakgrundsströmmar, fallhastighet 1, utan skiktning.

2019:25). Punkten V100 (numera benämnd REF NORR) ligger i Lövstafjärden ca 2,8 km norr om Lövsta (se Figur 3).



Figur 3. Lokalisering av REF NORR och övriga provtagningspunkter för referensvärden.

Tabell 12. Grov beräkning av spridning av föroreningshalter i Lövstafjärden på grund av erosion under drift. Kursiva värden motsvarar klass-3 värden där analysvaren var otillräckliga. Jämförelse med miljökvalitetsnormer för fisk- och musselvatten, bedömningsgrunder för särskilda förorenande ämnen i inlandsvatten (tabell 1 kap. 7 i bilaga 2) och gränsvärden för god kemisk status (Tabell 1 i bilaga 6) enligt HVMFS 2019:25.

Halter	Föroreningsmängder i eroderat material		Halter i eroderat material		Maximala halter i vattnet (vid V100)		MKN för fisk- och musselvatten (mg/l)	Årsmedelvärde (mg/l)	Max tillåtna halter (mg/l)
							Riktvärde/gränsvärde	Bedömningsgrunder/gränsvärden	
Metaller									
As	7	kg	6,9	mg/kg	2,06E-06	mg/l		0,0005	0,0079
Cd	1	kg	0,7	mg/kg	2,09E-07	mg/l		0,00015**	0,0009**
Co	20	kg	20,0	mg/kg	5,97E-06	mg/l			
Cr	63	kg	62,8	mg/kg	1,88E-05	mg/l		0,0034	
Cu	77	kg	77	mg/kg	2,28E-05	mg/l	0,040***/-	*	
Hg	0,2	kg	0,19	mg/kg	5,67E-08	mg/l			0,00007
Ni	47	kg	46,5	mg/kg	1,39E-05	mg/l		*	0,034
Pb	92	kg	92	mg/kg	2,75E-05	mg/l		*	0,014
Zn	265	kg	265	mg/kg	7,91E-05	mg/l	-/1,0		
PAH									
bens(b)fluoranten	0,2	kg	0,15	mg/kg	4,48E-08	mg/l			0,000017
bens(k)fluoranten	0,1	kg	0,05	mg/kg	1,49E-08	mg/l			0,000017
bens(a)pyren	0,1	kg	0,06	mg/kg	1,79E-08	mg/l		0,00000017	0,00027
benso(ghi)perylene	0,1	kg	0,10	mg/kg	2,99E-08	mg/l			0,0000082
indeno(123cd)pyren	0,2	kg	0,17	mg/kg	5,08E-08	mg/l			
PAH, summa 5	0,8	kg	0,53	mg/kg	1,58E-07	mg/l			
PAH, summa 16	3	kg	0,8	mg/kg	2,39E-07	mg/l			
PCB									
PCB, summa 7	0,01	kg	0,004	mg/kg	1,19E-09	mg/l			

*endast biotillgängligt

**vattnets hårdhetsklass 4

***Vattenhårdhet 100 CaCO₃/l vatten

Utanför muddringsområdets gräns är vattnet djupare, 34 – 41 m, men mindre brant botten (ca 5 %) än inom muddringsområdet (se Figur 2). Sjöbotten består av postglacial lera, gyttjeler och lergyttja (SGU). Utanför muddringsområdet har enstaka provtagningar av sediment tagits vilka visar att bottensedimenten har en hög vattenhalt (70–80 %) och ett relativt högt lerinnehåll med sammanhållande kohesionskrafter. Vid större djup än drygt 30 m är de propellerinducerade strömmarna och bottenskvjuspänningarna är låga.

Även utanför muddringsområdet har höga halter av miljöstörande ämnen, särskilt bly, påträffats men noterbart är att det var lägre halter i sedimentens ytskikt (0 - 10 cm) jämfört med sedimenten djupare ned (10 - 20 cm ned till ca 30 - 50 cm). Sannolikt sker på dessa provpunkter en kontinuerlig deponering av miljöstörande ämnen från Lövstas inre delar, vilket inte kommer att fortgå efter muddring. Därutöver sker en översedimentering av renare material från omgivningarna.

En del av den beräknade mängden sediment som eroderar kommer att innehålla höga halter tungmetaller innan de översta centimetrarna har eroderat bort. De underliggande sedimentlagren har en högre konsolideringsgrad och densitet som i sin tur innebär att erosionen minskar.

Simuleringar har även gjorts av inverkan på bottenerosion utanför muddringsområdet på grund av propellerströmmar. Resultatet visar att sedimentkoncentration från erosion av bottensediment utanför muddringsområdet ligger på ca 0,01 mg/l samt 0,001 mg/l vid Görvalns respektive Lovöns referenspunkter. I jämförelse med spridningsberäkningar för muddring (Scenario 1), som har beräknats utifrån samma förutsättningar, är dessa koncentrationer ca 10

gångar lägre vid Görväln och ca 100 gånger lägre vid Lovön. Låga koncentrationer av suspenderade ämnen visar på att en stor del partiklar sedimenterar i närområdet.

Baserat på spridnings- och haltberäkningar och nya förutsättningar inom det muddrade området görs bedömningen att erosionen som orsakas av fartygstrafiken är mycket låg med obefintliga effekter på vattenmiljön på grunda av omrörning av sediment.

Utanför muddringsområdet där fartygen till Lövsta kaj anlöper beräknas den största erosionen på grund av propellerströmmar ske den första tiden för att sedan avta. Spridningen av sediment med effekter bedöms därför vara liten med små till obefintliga effekter på vattenmiljön.