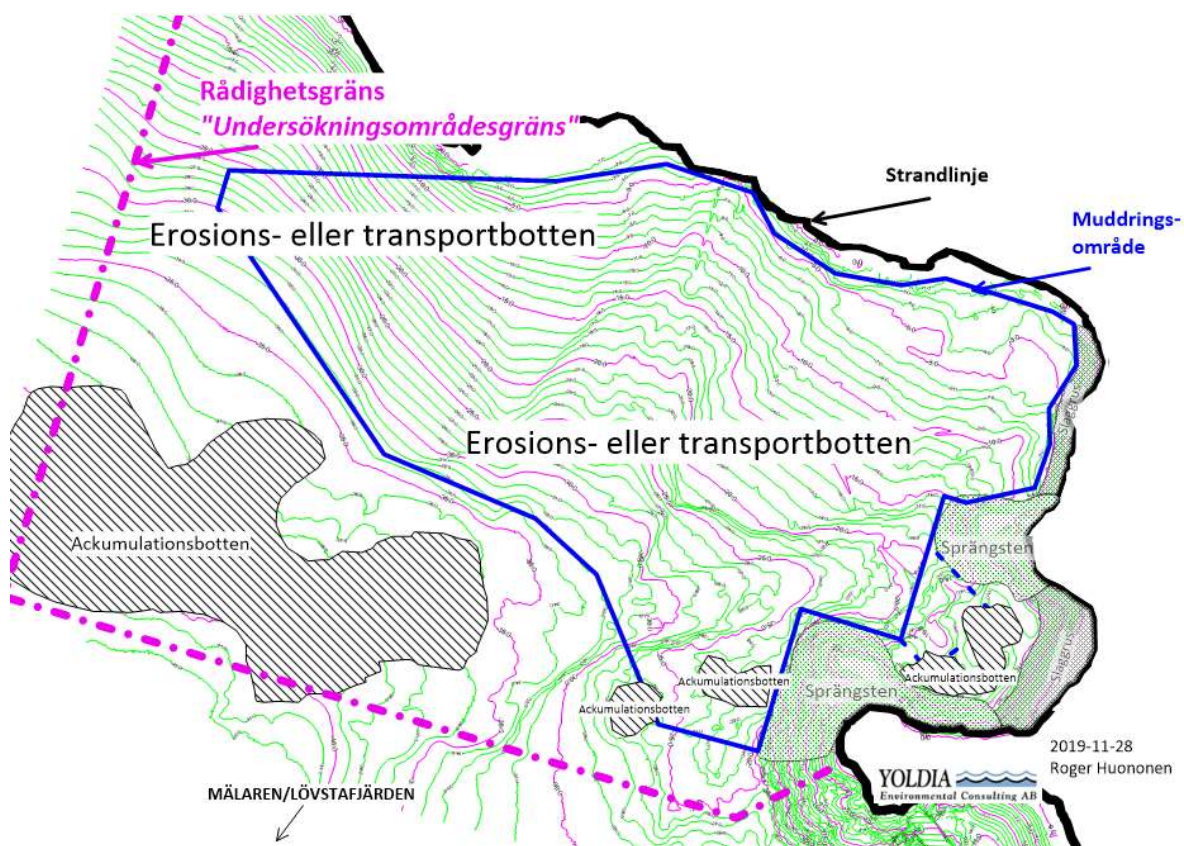


PM PROJEKT LÖVSTA

Bottenegenskaper och transport av sediment



Huddinge 2019-11-28

Uppdaterad 2020-10-13 med ritningsreferens på sidan 3

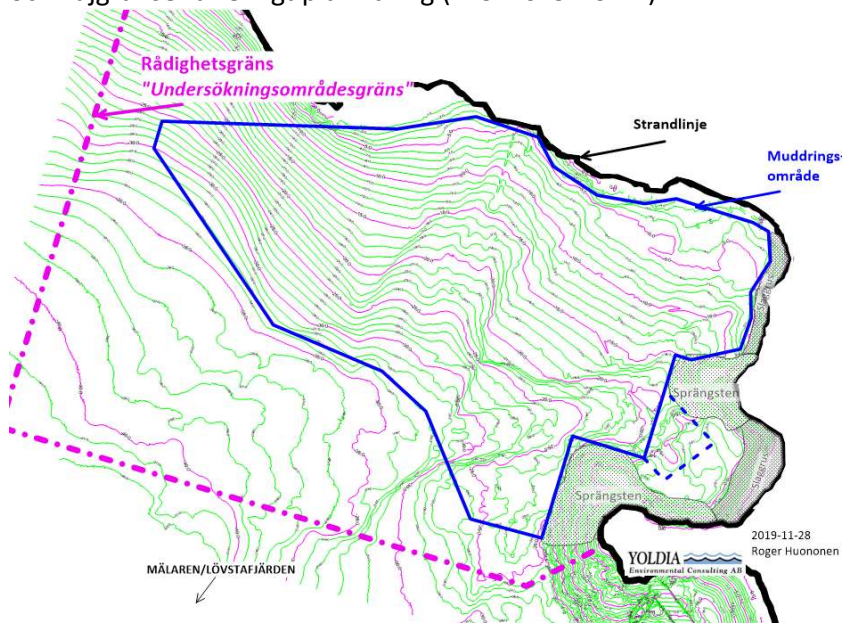
CEO/VD Roger Huononen
roger.huononen@yoldia.se

Innehåll

1. INLEDNING	3
2. SAMMANFATTNING.....	3
LUTNINGSFAKTORN DOMINERAR.....	3
TRANSPORT AV FÖRORENINGAR PÅGÅR	3
3. ALLMÄNT OM BOTTENEGENSKAPER.....	4
4. LÖVSTAS SEDIMENT PÅVERKAS AV FLERA FAKTORER	5
VINDINDUCERADE STRÖMMAR PÅVERKAR LÖVSTAS SEDIMENT NED TILL 3-5 METERS	
VATTENDJUP.....	5
LUTNINGSFAKTORN ÄR EN MYCKET VIKTIG FAKTOR FÖR SEDIMENTEN I LÖVSTA	6
SEDIMENTENS VATTENHALT BEDÖMS SOM EN MINDRE ANVÄNDBAR PARAMETER FÖR LÖVSTAS	
SEDIMENT	7
SAMBANDET MELLAN VATTENHALT, GLÖDNINGSFÖRLUST OCH BOTTENTYP ÄR SVÅRTOLKAT FÖR	
LÖVSTAS SEDIMENT	8
”FÖRORENINGSGRADEN” ÄR HÖGRE I OMRÅDETS GRUNDARE NORD-ÖSTLIGA DEL.....	8
HALTER I YTSKIKT OCH ÖVERSEDIMENTERING GER INFORMATION OM LÖVSTA SEDIMENT	9
5. SAMMANVÄGD BEDÖMNING OM BOTTENEGENSKAPER OCH	
TRANSPORTER.....	10
6. REFERENSER	11

1. Inledning

På uppdrag av Sweco Environment har Yoldia Environmental Consulting AB genomfört en studie av bottenegenskaperna i Lövstas "undersökningsområde" (Figur 1). Studien är en del i en pågående process syftande till att kartlägga miljöförhållandena och eventuella miljörisker inför en eventuell framtida anläggning av ett kraftvärmeverk med tillhörande hamn inom området. Föreliggande PM:et kommer att ses som ett processdokument. Innehåll, tolkningar och slutsatser kommer att ändras om ny information framkommer. Rådighets-, Muddringsområdes- och kajgränser är enligt planritning (KFS 2019-10-21).



Figur 1. Undersökningsområde.

2. Sammanfattning

Lutningsfaktorn dominerar

I Lövstas undersökningsområde är lutningsfaktorn oftast över 15%. Bottenlutningen är så stor att huvuddelen av undersökningsområdet bedöms ha erosions- eller transportbotten. Permanenta ackumulationsbottnar torde finnas men är av begränsad omfattning.

Transport av föroreningar pågår

Vid undersökningarna av Projekt Lövstas ytsediment så har den grundare nord-östliga delen högre halter jämfört med halterna i områdets yttre och djupare delar. Halterna av föroreningar är också höga i ytsedimenten i de flesta av mätpunkterna. Ingen härskande översedimentering av renare material sker inom undersökningsområdet. Anledningen torde vara att förorenat sediment från Lövstas förorenade område kontinuerligt flyttas omkring och sprids vidare.

Bedömningen är att:

- En transport av miljöfarliga ämnen pågår från det inre undersökningsområdet till den yttre delen av undersökningsområdet
- En transport av miljöfarliga ämnen pågår från det yttre undersökningsområdet till övriga Mälaren/Lövstafjärden

3. Allmänt om bottenegenskaper

Vid definition av olika bottentyper utifrån de bottendynamiska förhållandena utgår man från det mest lätttrörliga materialet (partikelstorlek $<0,06$ mm).

Bottarna delas in i erosions-, transport- och ackumulationsbotten enligt nedan.

- **Erosionsbottnar (E), hårbottnar med dominans av grovt material ($>0,06$ mm).**
Huvudsakligen sten, grus, sand eller lera och silt. Den del av en botten där sedimenterat material snabbt passerar för vidare transport nedåt. Materialet ligger så löst att det kan eroderas, slammas upp och föras vidare.
- **Transportbottnar (T), bottnar med oregelbunden deposition och borttransport av finmaterial och blandade sediment. Varierande material.** Den del av en botten där sedimenterat material tillfälligt blir liggande (deponeras) tills det flyttas vidare nedåt till en ackumulationsbotten.
- **Ackumulationsbottnar (A), mjukbottnar med kontinuerlig deposition av det mest lätttrörliga finmaterialet ($<0,06$ mm). Hög halt organiskt material.** Den del av en botten där sedimenterat material permanent blir liggande (deponeras).

Observera att dessa begrepp är variabla. En botten kan vara ackumulationsbotten för grovt material men transportbotten för fint material. Fint material kan vid lugna förhållanden sedimentera även på erosions- och transportbottnar men resuspendera vid mera turbulenta förhållanden.

De små och lätttrörliga partikelstorlekarna ($<0,06$ mm) är mycket viktiga utifrån ett miljöperspektiv. Speciellt om de består av organiskt material vilka har stor förmåga att binda föroreningar.

Flera faktorer påverkar och ibland samverkar om vilken bottentyp som skall erhållas:

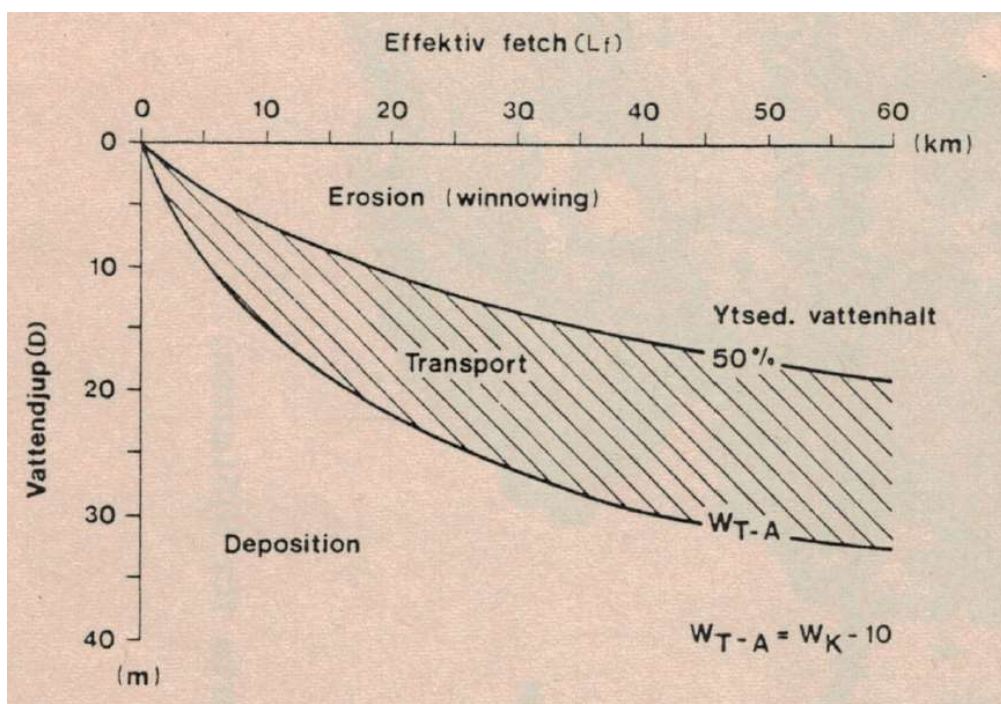
- Vindar
- Vattendjup
- Vattenströmmar
- Bottens lutning
- Sjöns form och storlek

4. Lövstas sediment påverkas av flera faktorer

Vindinducerade strömmar påverkar Lövstas sediment ned till 3-5 meters vattendjup

Vindinducerande strömmar och vattendjup är faktorer som påverkar vilket bottenbotten som skall råda. Det går att teoretiskt att beräkna den längsta sträcka som vinden fritt kan påverka vågbildningen, sk "fetch". En längre fetch, ger högre vågor och desto djupare ligger vågbasen (Figur 2). Vågbasen är det djup till vilket vattenvågor på ytan ger upphov till turbulens djupare ned i vattenmassan. Allt detta har avgörande betydelse för var ackumulationsbotten för finsediment kan uppträda med avseende på vindinducerade strömmar. Det skall påpekas att förhållandet mellan effektiv fetch och vattendjup är viktig i sjöar större än 1 km² (Håkanson 1981). Mälaren är en flikig sjö som är mycket större än 1 km². Det är inte beräknat av författaren men den aktiva sjöytan vid Lövsta bedöms vara större än 1 km².

För Lövsta så är den effektiva fetchen ca 1,6 km (mail från Hans Klingenberg 2019-09-12). Nedanstående diagram visar att transportbotten erhålls där det är grundare än ca 3-5 meters vattendjup (Figur 2). Ackumulationsbotten erhålls där det är djupare än ca 3-5 meter.



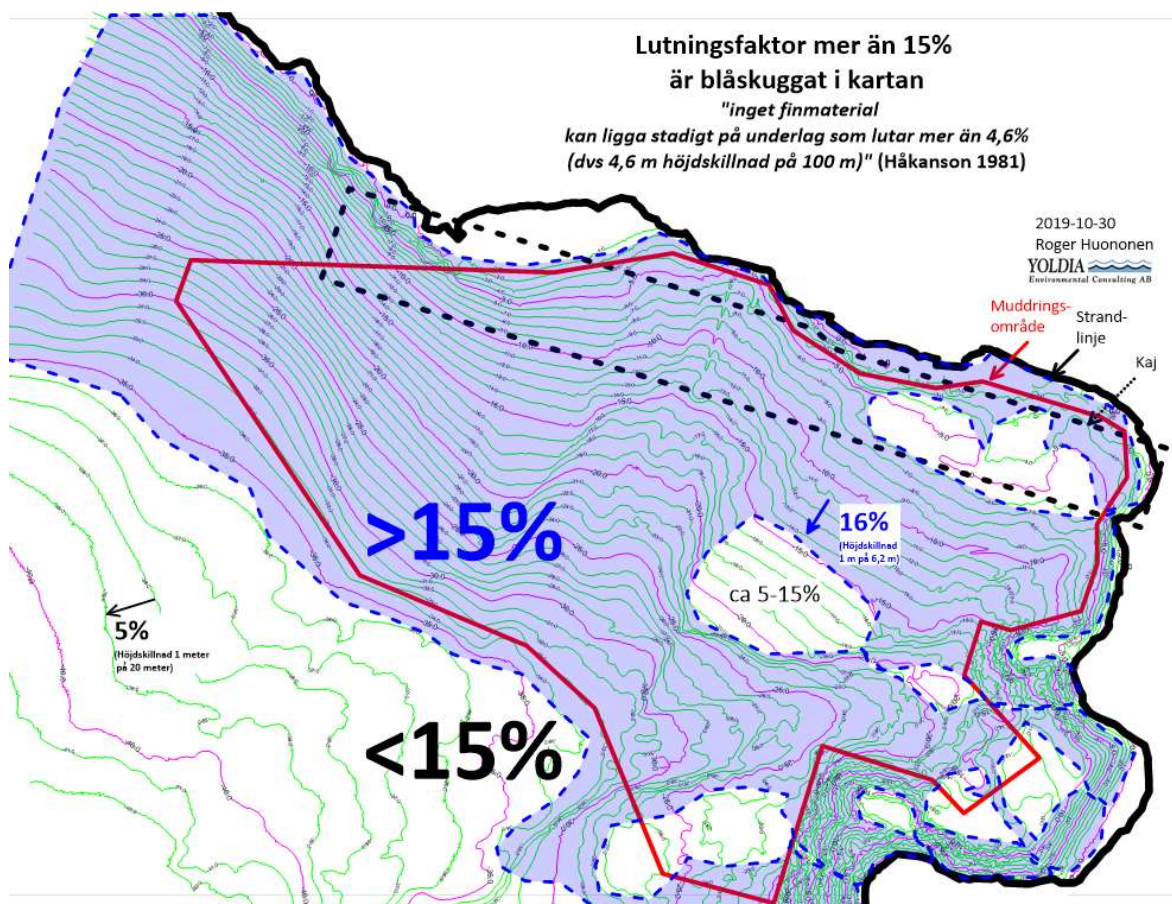
Figur 2: Fetch (Håkansson 1981).

Lutningsfaktorn är en mycket viktig faktor för sedimenten i Lövsta

Bottens lutning har betydelse för bottenodynamiken. Enligt litteraturen "kan inget finmaterial ligga stadigt kvar på underlag som lutar mer än 4,6%" (dvs 4,6 m höjdskillnad på 100 m) (Håkanson 1981). I undersökningsområde av sediment är lutningsfaktorn oftast över 15% (Figur 3).

Lutningsfaktorn är extra viktig för Lövsta:

- Slutsatsen med avseende på bottenlutningen är sålunda att huvuddelen av undersökningsområdet har erosions- eller transportbotten
- Bottenlutningen bedöms vara en viktig och kanske den mest dominerande faktorn för vilken botten typ som förväntas finnas vid Lövsta



Figur 3: Bottenlutning.

Sedimentens vattenhalt bedöms som en mindre användbar parameter för Lövstas sediment

Det finns en annan underökning som visar att vattenhalten i ytsediment (0 - 1 cm) kan ha en korrelation med bottenlutningen (Figur 4). Vid sedimentprovtagningar i Projekt Lövsta så har lagernivåer om tio centimeters skikt uttagits för analys (Analysresultat 2019-11-08). I Projekt Lövsta har inga analyser utförts av de översta 0 - 1 cm.

Enligt diagrammet nedan:

- Vid bottenlutningar på 4,6 % är vattenhalten i ytsedimenten (0-1cm) ca 75 % (TS halt ca 25%).
- Vid bottenlutningar på ca 15% är vattenhalten i ytsedimenten ca 0 % (TS halt 100%).

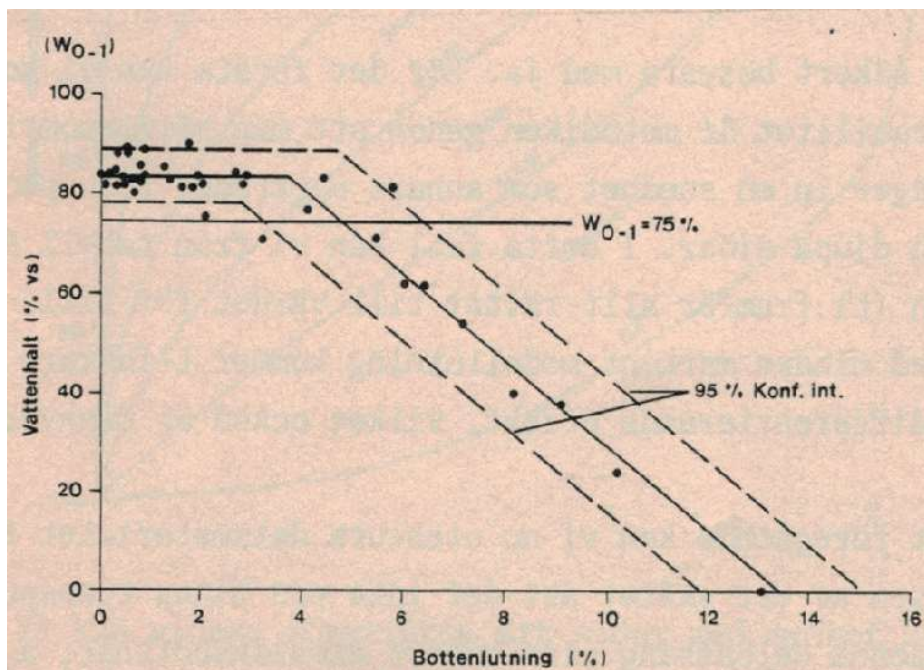
En tolkning av diagrammet ger:

- Är TS halten mer än 25 % i ytsedimenten så är bottenlutningen mer än 4,6% och då kan inget finmaterial ligga stadigt kvar.

Författaren bedömer att diagrammet (Figur 4) nedan och dess användbarhet är litet i projekt Lövsta pga:

- Få undersökningsdata i diagrammet vid större bottenlutning
- De översta sedimentnivåerna från Projekt Lövsta (0 – 10, 10 – 20 cm osv) cm är inte ekvivalent med diagrammets sedimentnivå (0 - 1 cm)*

*Det som råder i sedimenten är att vattenhalten minskar med ökat sedimentdjup (Ts halten ökar med ökat sedimentdjup).



Figur 4. Vattenhalt och bottenlutning (Håkanson 1981).

Sambandet mellan vattenhalt, glödningsförlust och botten typ är svårtolkat för Lövstas sediment

Enligt litteraturen (Håkansson och Jansson 1983) finns ett samband mellan TS-halt och glödningsförlust (GF) samt botten typ. Sambandet gäller för ytsediment. En rapport (Jonson och Karlsson 2012*) har tagit fram "tumregler" (Tabell 1) rörande dessa samband.

Tabell 1. Samband mellan TS-halt, glödningsförlust och botten typ i ytsediment (Jonson och Karlsson 2012).*

Botten typ	TS (% VS)	GF Glödningsförlust av TS (% TS)
Erosionsbotten	50 - 100	<4
Transportbotten	20 - 50	4 - 10
Akkumulationsbotten	1 - 25	> 10

**Ursprungsartikel (Håkansson och Jansson, 1983).*

Författaren bedömer att "tumreglerna" ovan eventuellt kan ge vägledning om botten typ men då enbart för relativt plana botten. Tumreglerna gäller sålunda inte för Lövsta då områdets botten har branta lutningar.

Det kan konstateras att de ytligare sedimentskikten i Lövsta ofta har höga GF-nivåer (Analysresultat 2019-11-08). Anledningen till detta torde vara att botten tidigare har belastats med föroreningar med mycket organiskt material.

"Föroreningsgraden" är högre i områdets grundare nord-östliga del

På akkumulationsbotten ansamlas både tyngre och lättare sedimentpartiklar. Ofta hittas högre halter av olika föroreningar på akkumulationsbotten.

Undersökningarna vid Lövsta visade däremot att den grundare nord - östliga delen högre halter jämfört med halterna i områdets yttre och djupare del (Analysresultat 2019-11-08).

Flera tolkningar kan göras:

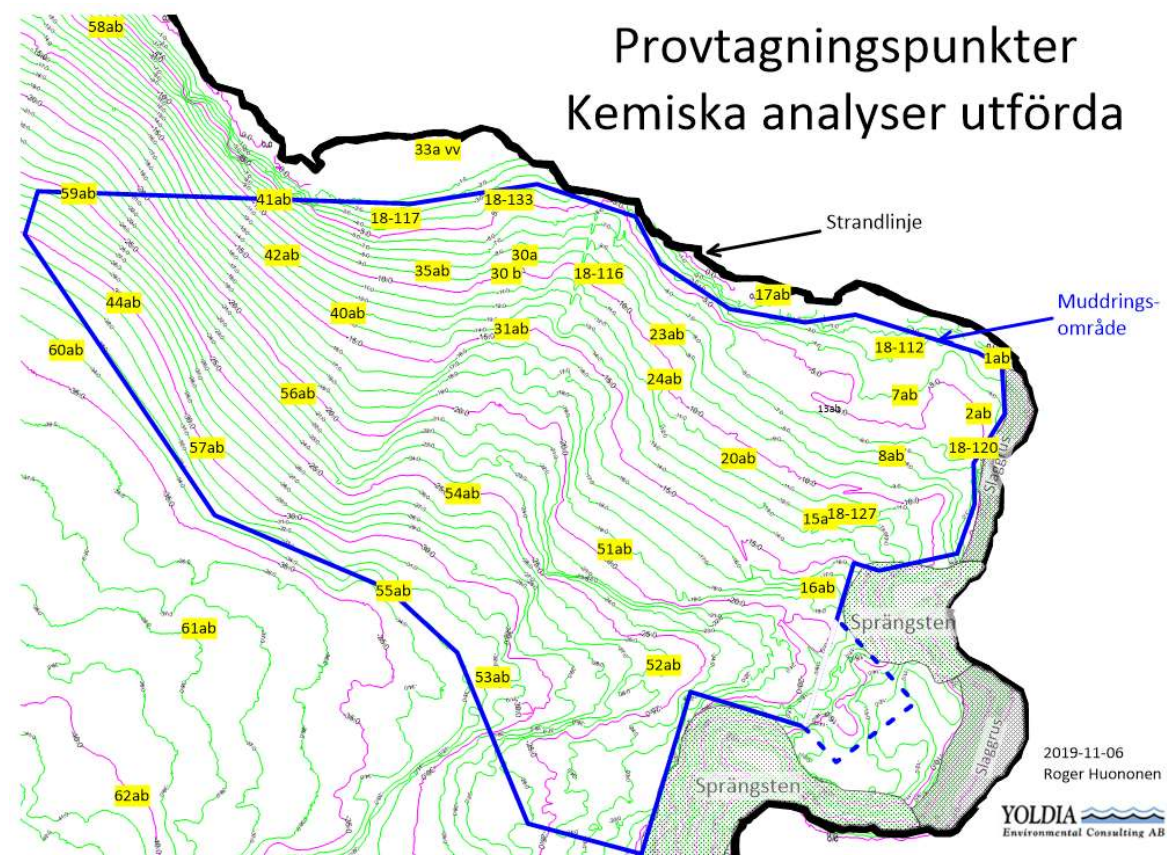
- Halterna är högre närmare källan (Lövsta gamla deponiområde).
- En transport pågår från det inre undersökningsområdet (transportbotten) till den yttre delen av undersökningsområdet (delvis akkumulationsbotten och delvis transportbotten)
- En transport pågår från det yttre undersökningsområdet () till övriga Mälaren/Lövstafjärden (akkumulationsbotten)

Halter i ytskikt och översedimentering ger information om Lövsta sediment

Vid en stor del av undersöksområdets provtagningspunkter har det gjorts kemiska analyser i olika sedimentnivåskikt (Analysresultat 2019-11-08) (Figur 5). Det har påträffats höga halter av olika miljöstörande ämnen. Dessa härrör sannolikt från den tidigare verksamheten vid Lövsta.

Provpunkterna 60, 61 och 62 ligger i områdets yttre delar och då på djupare vatten med en mindre brant botten. Även där påträffades höga halter av flera miljöstörande ämnen 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). Sannolik sker på dessa provpunkter en kontinuerlig deponering av miljöstörande ämnen från Lövstas inre delar plus en översedimentering av renare material från omgivningarna.

Även på Lövstas inre delar torde en viss översedimentering ske av renare material. Men flertalet provpunkter i området hade mycket höga halter av miljöstörande ämnen även i sedimentens översta skikt. Ingen härskande översedimentering av renare material sker där. Anledningen torde vara att förorenat sediment från Lövstas förorenade område kontinuerligt flyttas omkring och sprids vidare. Huvuddelen av områdets botten bedöms således vara av erosions- eller transporttyp.



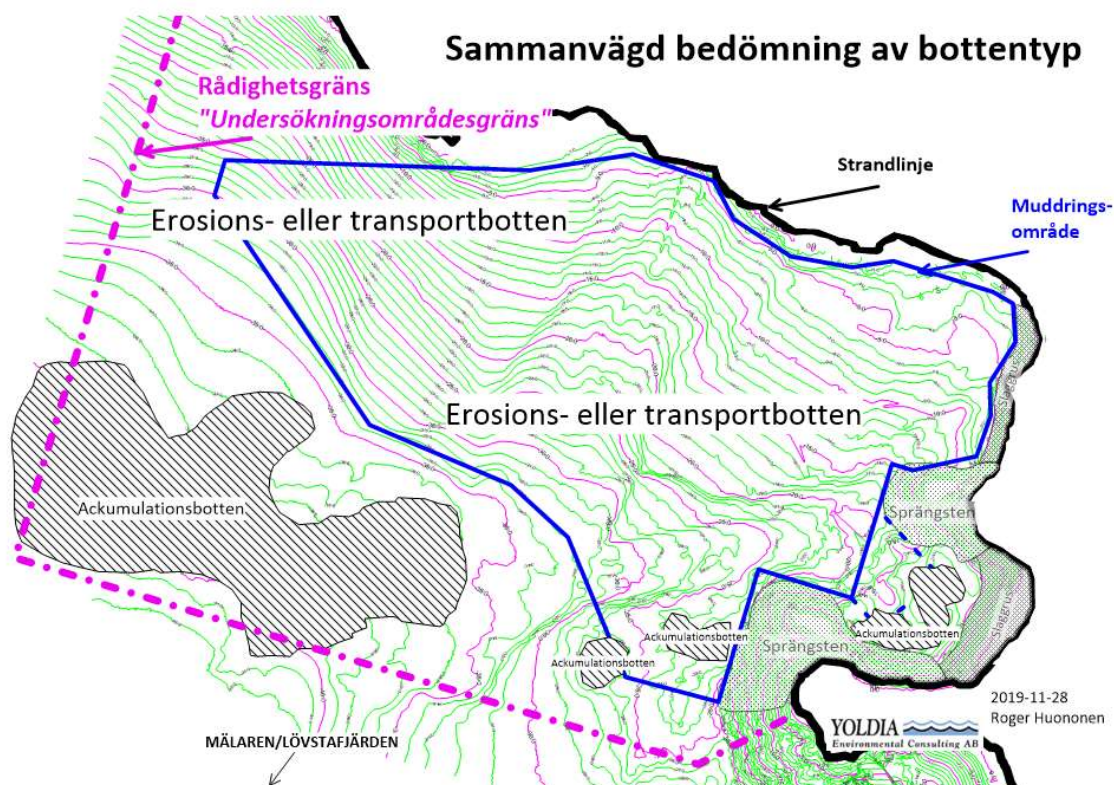
Figur 5. Provtagningspunkter.

5. Sammanvägd bedömning om bottenegenskaper och transporter

Författaren gör bedömningen att lutningsfaktorn är den dominerande omständigheten huruvida det skall bli en erosions-, transport- eller ackumulationsbotten (Se även kapitlet ovan "Lutningsfaktorn"). Den sammanvägda bedömningen av botten typ redovisas i kartan nedan (Figur 6). I Figur 6 framgår att huvuddelen av undersökningsområdet består av erosions- eller transportbotten. Endast i områdets djupare och mindre branta del finns några områden med ackumulationsbotten.

Sammanvägda bedömning:

- Undersökningsområdet har en liten del med vattendjup grundare än 3 - 5 meter. Där bedöms det vara erosionsbotten
- Undersökningsområdet stora partier med mycket branta bottenlutningar över 15 %. Där bedöms det alltid vara erosionsbotten
- Undersökningsområdet har partier med bottenlutningar mellan 5 - 15 % där bedöms det alltid vara erosions eller transportbotten.
- Undersökningsområdet har några delar som har en bottenlutning som är mindre än 5 %. Samt att det är djupare än 3-5 meter. Där bedöms det vara ackumulationsbotten
- En transport av miljöfarliga ämnen pågår från det inre undersökningsområdet till den yttre delen av undersökningsområdet
- En transport av miljöfarliga ämnen pågår från det yttre undersökningsområdet till övriga Mälaren/Lövstafjärden



Figur 6. Sammanvägd bedömning. Ackumulationsbotten har en bottenlutning på <5%. Erosionsbotten har en bottenlutning på >5%.

6. Referenser

Analysresultat 2019-11-08. Excelfil. Pågående sammanställning av projekt Lövstas analysresultat med avseende på sediment. Sammanställare Inger Poveda Björklund, Sweco. Erhållet via mail 2019-11-08.



Håkanson 1981. Sjösedimenten i recipientkontrollen. SNV pm 1398 daterat 1981-03-06.

Håkanson och Jansson 1983. Håkanson, L. and Jansson, M., 1983. Principles of Lake Sedimentology.

Jonsson och Karlsson 2012. Björnöfjärdens historiska utveckling. JP Sedimentkonsult HB. 2012-10-16.

KFS 2019-10-21. LÖVSTAVERKET ENERIGHAMN. Stockholm exergi. NY HAMNANLÄGGNING FÖR ENERGIANLÄGGNING. ÖVERSIKTSPLAN KAJ. NUMMER K10.1-1001. Solna. Martin Eliasson. Hans Klingenberg.