

Halt av suspenderat sediment vid muddring Stockholm-Nynäshamn, Norvikudden

Tillägg till Rapport "Ström- och grumlingsförhållanden i
Norvikfjärden och dess närområden, bilaga 8, ansökan"

Lasse Johansson

2007-12-18

Dokumenttyp PM	Dokumentidentitet	Rev. nr. 5	Rapportdatum 2007-12-18	Uppdragsnummer 2521100
Författare Lasse Johansson, oceanograf		Uppdragsnamn Sedimentspridning Björkö Stockholmsområdet		
Beställare Jenny Svärd, SWECO		Granskad av Jenny Svärd, SWECO Charlotte Gyllenhammar, SWECO Mattias Törnkvist, VPC Stockholms Hamnar		
		Godkänd av Mattias Törnkvist, VPC		
Delgivning Jenny Svärd, SWECO Charlotte Gyllenhammar, SWECO			Antal sidor 7	Antal bilagor 0

Halt av suspenderat sediment vid muddring Stockholm-Nynäshamn, Norvikudden

SAMMANFATTNING

Denna rapport är ett tillägg till rapporten "Ström- och grumlingsförhållanden i Norvikfjärden och dess närområden", SWECO VIAK AB.

Beräkningsmetoder för halt av suspenderat sediment från en utredning rörande tippning av muddermassor vid Björkö, har i detta PM tillämpats på muddring vid Norvikudden. Vi anser att samma beräkningsmetod går att använda på sedimentspridning från tippning som för sedimentspridning från muddring trots vissa skillnader mellan dessa verksamheter.

Halten suspenderat sediment, som vid muddringsplatsen som högst är 500 mg/L, uppskattas ha sjunkit till 25 mg/L på ett avstånd av i storleksordningen 1 km nedströms muddringsplatsen. Vi betonar att detta är ett schablonvärde och att halterna förutsätter att inga skyddsåtgärder vidtagits. Under vissa förutsättningar kan avståndet till 25 mg/L vara det dubbla.

Den diffusa halten, dvs. den anrikning av sediment i det välblandade ytskiktet som sker då muddring pågår under en längre tid, blir cirka 3 mg/L i ett 10 m tjockt ytskikt i Norvikfjärden under konservativa förutsättningar.

1 BAKGRUND

Vattenfall Power Consultant har på uppdrag av SWECO genomfört en komplettering av en tidigare utredning om sedimentspridning "Ström- och grumlingsförhållanden i Norvikfjärden och dess närområden". Uppdraget omfattar beräkning av halten av suspenderat sediment vid muddringsarbetena vid Norvikudden. Beräkningen skall göras för det område som kan bli påverkat med en sedimenthalt över 25 mg/L. Den skall göras på samma sätt som beräkningarna i tidigare rapport, referens [3], och kommer att beakta information som finns i en underlagsrapport, referens [1].

2 RESULTAT

Sedimenthalten i vattnet vid muddring vid Norvikudden kommer att bero på:

- strömsituationen i Norvikfjärden vid muddringen
- hur mycket sedimentsuspension den metod som används vid muddringen orsakar,
- sedimentets kornstorleksfördelning och flockningsbenägenhet (benägenhet att klumpa ihop sig).

Dessa faktorer skattas på följande sätt: Strömmen vid Norvikudden antas vara nordostgående 5 cm/s driven av en typvind så som redovisas i referens [1] §6.1.1.

Vi antar att den högsta möjliga sedimenthalten i vattnet som lämnar muddringsplatsen är 500 mg/L så som redovisas i referens [1] §11.2.

Vi antar att sedimentet utgörs av glaciallera med kornstorlek på 0,002 mm eller mindre och att partiklarna inte flockar sig i någon nämnvärd utsträckning, se vidare referens [1] §4.2.

2.1 Topografi

Muddringen kommer att ske i det sund mellan Norvikudden och Låsudden som förenar Norvikfjärden med Mysingen, se Figur 2 hämtad från referens [2]. Djupet i Mysingen är ungefär 40 meter söder om sundet. Djupet minskar norrut till ungefär 35 meter i sundet och inne i Norvikfjärden är det drygt tjugo meter.

2.2 Strömsituation

Strömmen vid Norvikudden är starkt styrd av topografin, till skillnad från den planerade tipplatsen vid Björkö, som är öppnare och därmed svagare påverkad av topografin. Bedömningarna baseras på att strömmen lokalt huvudsakligen är vinddriven. En typvind i området, se referens [3] §6.1.1 ger en typisk ström på 5 cm/s åt nordost. Med hänsyn till topografin kommer strömmen att styras in i sundet och orsaka en nordgående vattentransport in i Norvikfjärden. Den smala Yxlökanalen har sannolikt en begränsad förmåga att föra vatten som strömmar in söderifrån vidare norrut. Därför kan en sydgående,

kompenserande utström ur Norvikfjärden förväntas. Den resulterande strömsituationen är således en nordgående inström, 5 cm/s, i sundets övre djupintervall, cirka 0-10 m, och en sydgående utström därunder.

Ovanstående gäller för typvinden som har ett sydligt inslag (västsydvästlig till ostsydostlig vind), vilket är den dominerande. Vind med nordligt inslag (västnordvästlig till ostnordostlig vind) förekommer naturligtvis ibland och strömsituationen blir då den omvända. Typvinden styr sedimentspridningen på de korta tidsskalorna timmar upp till något dygn.

Sedimentspridningen under längre tidsskalor, flera dygn till veckor, styrs av strömmens medelvärde över längre tid. Detta behandlas senare under punkten 2.5 diffus halt.

2.3 Suspension av sediment

Vid muddring kommer sediment att suspenderas i hela vattenpelaren från ytan till botten. Det kommer därpå att föras bort (advekteras) av strömmen. Genom blandning späds det sedimenthaltiga vattnet och halten sjunker på ökande avstånd från muddringsplatsen, som även beskrivs i referens [3] §5.2.

Ovanstående gäller starkt utspädda suspensioner där partiklarna kan betraktas som ensamma och oberoende av varandra. Om sedimenthalten däremot är hög, exempelvis ett gram per liter vatten = 1000 mg/L, beter sig partiklarna annorlunda. Partiklarna kommer då att öka vattnets täthet och denna suspension faller som en tung vätska ner genom det lättare, sedimentfattiga vattnet. Denna process är mycket snabbare än om partiklarna sedimenterar, dvs. sjunker "en och en" mot botten. I en tidigare rapport [3] §11.2 analyserades vi denna situation i detalj och tar då hänsyn till att den sjunkande suspensionen blandas med omgivande vatten och späds medan den sjunker. En övre gräns för den sedimenthalt som kan förekomma i ytskiktet kan därför fastställas (med marginal) till 500 mg/L.

I en tidigare underlagsrapport [1] användes en uppgift från ett muddringsbolag att sedimenthalten vid muddringsplatsen är 2000 mg/L. Av denna halt bedömdes 1000 mg/L kvarstå i suspension, resten sedimenterar på platsen. Vår beräkning visar dock att även halten 1000 mg/L är en överskattning av halten sediment i suspension som kan lämna muddringsområdets omedelbara närhet med en ytnära ström, eftersom en halt över 500mg/L betyder att partiklarna snabbt sjunker ner mot botten.

2.4 Spridning och spädning i det välblandade ytskiktet

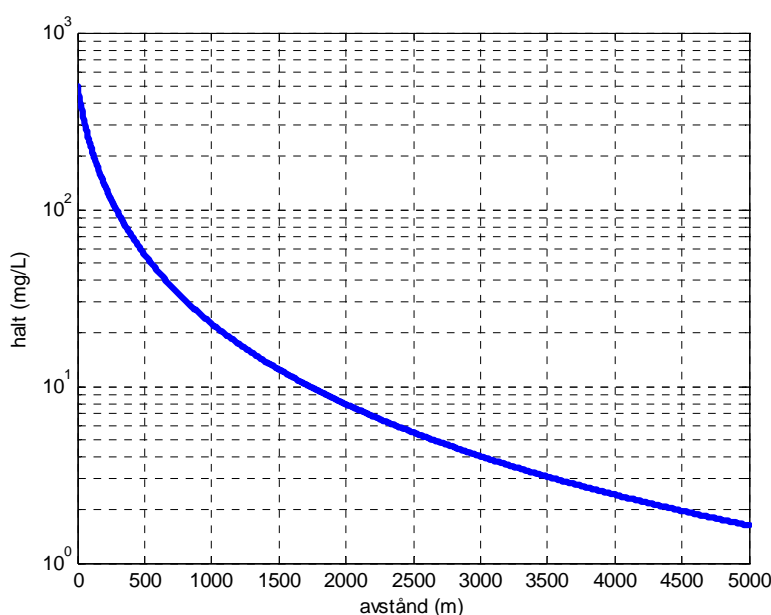
Eftersom utredningen avser strömning genom ett sund in till Norvikfjärden, antas att advektionen och spädningen av sedimentet kommer att ske i ett ytskikt som är 10 meter tjockt.

Spädningsförutsättningarna i detta fall är desamma som de som användes i referens [3] §6.2.2 varför Figur 1 kan användas för att beräkna sedimenthalten på olika avstånd från muddringsplatsen.

Den geografiska spridningen av suspenderat material redovisas i Figur 2. Eftersom spridningen är baserad på de skattningar som angavs i början av resultatavsnittet är avståndscirklarna i Figur 2 behäftade med osäkerheter. Den beräkningsmetod som använts är anpassad till tillgängliga bakgrundsdata. Avståndscirkeln skall därför uppfattas som

representativ för den genomsnittliga utbredningen av vatten med sedimenthalten 25 mg/L. Exempelvis kan halten under våren vid sydlig vind avklinga långsammare bort från tipplatsen på grund av att ett yligt temperatursprångskikt bildas och hindrar blandningen.

Beräkningsmetoden för spridning och spädning redovisas i [3] §11.3. Där studeras tidsutvecklingen av sedimenthalten orsakad av en serie muddertippningar, var och en med en varaktighet på någon minut och med någon eller några timmars mellanrum. Muddringsarbetet innebär däremot en kontinuerlig tillförsel av suspenderat sediment till vattnet. Denna skillnad påverkar i viss utsträckning hur det sedimenthaltiga vattnet späds. Vi har dock gjort bedömningen att blandningen är ungefär likadan under tippning av muddermassor, så länge skiktningen i huvudsak är svag. Vi använder därför samma beräkningsmetod för spridnings- och spädningförloppen.



Figur 1. Spädningen av sedimentsuspensionen på olika avstånd från muddringsplatsen baserat på att inga skyddsåtgärder för att minska sedimentspridningen i ytskiktet vidtagits.

2.5 Diffus halt av sediment i Norvikfjärden

Ovan, se Figur 1, har halten sediment på olika avstånd rakt nedströms muddringsplatsen beräknats. Ju längre tid som går och ju längre bort från muddringsplatsen som sedimentet kommer desto mer utspädd blir det. Till slut är sedimentet jämnt omblandat i hela Norvikfjärdens ytskikt. Halten i detta fall kallas då den diffusa sedimenthalten. Det är alltså den anrikning av sediment i det välblandade ytskiktet som sker då muddringen pågår över längre tid; veckor till månader.

Sedimentpartiklarna antas vara så små att deras sjunkhastighet är försumbar jämfört med den uppblandning som turbulensen (bl.a. från vinden) orsakar. Norvikfjärden antas förlora suspenderat sediment endast genom export med utgående vatten. I rapporten referens [3]

§1.5 och § 5, beräknas den diffusa halten av sediment i Mysingen till följd av muddertippningen vid Björkö vara under 1 mg/L.

Vid beräkning av den diffusa halten i Norvikfjärden är *medelströmmen* genom sundet vid muddringsplatsen det som är relevant. I referens [1] §7.1 redovisas medelströmmar hämtade ur referens [4], tabell 7. Medelflödet i djupintervallet 0-9 m anges till $+100\pm 130$ m³/s nordgående september-december och -20 ± 60 m³/s sydgående januari-februari. Siffrorna för perioden mars-april är ungefär samma som för föregående period. Angivna värden är medelflödet \pm standardavvikelsen. Både medelvärde och standardavvikelsen är avrundade summor för de översta 10 metrarna. Huvudsyftet med rapport [4] var att beräkna strömmen genom Lunda Strömmar innanför Norvikfjärden.

Utifrån ovanstående data kan konstateras att strömmen under september-december i genomsnitt transporterar vatten in i Norvikfjärden. Det sediment som suspenderas i de översta tio metrarna medföljer. Under januari-april transporteras vatten och sediment i genomsnitt däremot söderut i de översta tio metrarna.

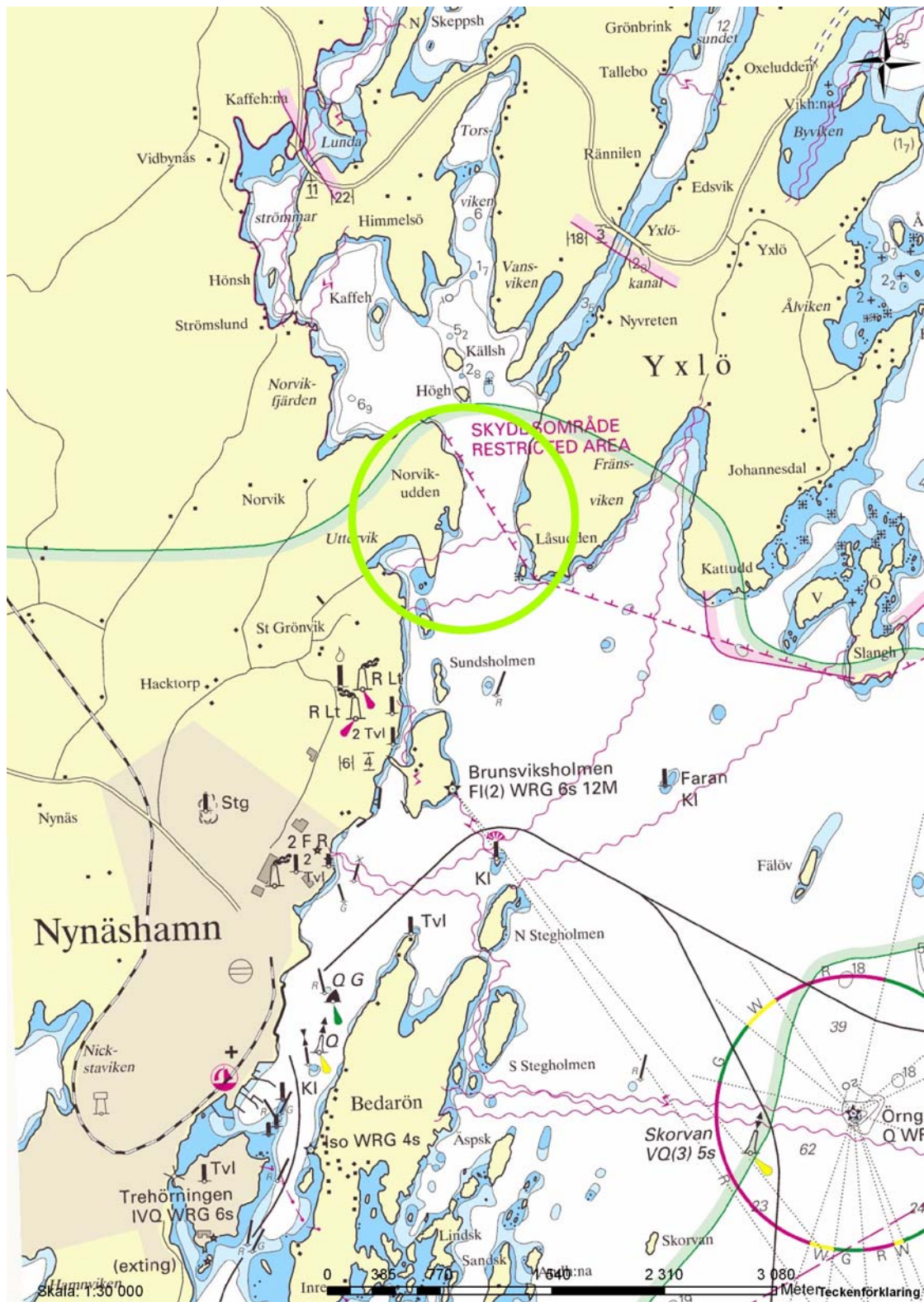
För att göra en överslagsberäkning av den diffusa halten i Norvikfjärdens välblandade ytskikt antas följande:

- Ett 10 m tjockt ytskikt i Norvikfjärden tillförs suspenderat sediment från muddringen under september-december. Skiktets volym är $2,5 \cdot 10^7$ m³ baserat på Norvikfjärdens yta skattad från Figur 2.
- Sundet vid Norvikudden har en genomströmmad sektion i de översta 10 metrarna på cirka 4000 m².
- Vid muddring tillförs kontinuerligt 0,25 kg/s suspenderat sediment till passerande vatten i Norvikfjärden (tillförsel av 500 mg/L på 10 m bredd i djupintervallet 0-10 meter)
- Omsättningstiden av vatten i de översta 10 metrarna i Norvikfjärden är ungefär 3 dygn under september-december och 15 dygn januari-april.
- Under 3 dygn tillförs cirka 65 ton suspenderat sediment till Norvikfjärdens välblandade ytskikt
- Vid yttlig inström (september-december) och om inget av det tillförda sedimentet sjunker till större djup så är den diffusa halten efter 3 dygn cirka 3 mg/L i ett 10 m tjockt ytskikt.

Under januari-april är strömmen enligt referens [4] riktad åt söder. Det betyder att sedimentet som tillförs de översta tio metrarna genomsnittligen transporteras åt söder och alltså inte kommer in i Norvikfjärden.

Vattnet under 10 m djup strömmar emellertid norrut, in i Norvikfjärden, och tar med sig sediment då det passerar muddringsplatsen. Väl inne i Norvikfjärden blandas detta sediment till viss del upp i de översta 10 metrarna och ger då en diffus sedimenthalt. Denna halt är dock lägre än 3 mg/L.

Den diffusa halten i Mysingen, under 1 mg/L, är så låg att den inte påverkar den diffusa halten i Norvikfjärden.



Figur 2. Muddringsplatsen med en cirkel som visar ungefärlig gräns för halten 25 mg/L suspenderat sediment i ytlaget 0-18 m vid typvind. Ringen är centrerad på muddringsplatsen här illustrerad med en position rakt öster om Norvikudden. Då muddringsplatsen flyttas ändrar haltcirkeln läge på motsvarande sätt.

Referenser

- [1] Ivarsson, 2006. Ström- och grumlingsförhållanden i Norvikfjärden och dess närområden. SWECO-VIAK, Göteborg.
- [2] Anläggande och drift av hamn på Stockholm-Nynäshamn, Norvikudden, Miljökonsekvensbeskrivning, 2007. SWECO-VIAK, Stockholm.
- [3] Lasse Johansson, 2007, Strömmar och spridning av suspenderat sediment vid Björkö i Stockholms skärgård. Vattenfall Power Consultant, Göteborg.
- [4] Engqvist, A., Vattenutbytet i Lunda Strömmar (Yxlöområdet) under en årscykel – motsvarande perioden maj 1998 tom april 1999. A & I Engqvist Konsult HB. Kopia från Nynäshamns k:n, Kommunstyrelsen, dnr 1199, datum 19990910.