

RAPPORT
SKANDIAPORTEN
AVSÄNKNING FRÅN FARTYG



SLUTRAPPORT
2020-09-01

UPPDRAG 295289
Titel på rapport: Skandiaporten, Avsänkning från fartyg
Omslagsfoto: Krossholmen. Foto: Anna Karlsson
Status: Slutrapport
Datum: 2020-09-01

MEDVERKANDE

Beställare: Skandiaporten (Sjöfartsverket och Göteborgs Hamn AB)
Kontaktperson: Bertil Skoog

Konsult: Tyréns AB
Uppdragsansvarig: Martin Hörngren
Rapportförfattare: Lasse Johansson
Kvalitetsgranskare: Anna Karlsson

REVIDERINGAR

Revideringsdatum: 2020-09-04
Version: 1.0

SAMMANFATTNING

De största fartyg som idag trafikerar Göteborgs Hamn har en bredd runt 60 meter och ett djupgående på runt 12 meter. I framtiden kan bredden öka till 65 meter och djupgåendet till runt 18 meter.

Havs- och vattenmyndigheten efterfrågar en beskrivning av förväntade avsänkningseffekter, direkta och indirekta, till följd av ökad fartygsstorlek. Tyréns har utfört ett platsbesök och observerat avsänkningen från ett tiotal fartyg, däribland ett av de största, 58 meter brett och med 11,5 meters djupgående. Observationsplatsen ligger nära Torshamsleden. Avsänkningen vid dess passage var 13 centimeter.

Vi skattar att avsänkningen från de framtida, större fartygen kommer att vara en faktor 2,9 gånger högre vad avser ythävningen. Den blir således $2,9 \cdot 13 = 38$ centimeter. Strömmen som hör till avsänkningen kommer att öka med faktorn 1,7. Dessa skattningar gäller om framtidens fartyg håller samma fart som idag. Vid platsbesöket var nämnda fartygs fart 10 knop.

Avsänkningen är dels de direkta effekterna i fartygets närhet, vilka just beskrevs. Det finns även en indirekt avsänkning som beror på att områdets geometri gör så att energi från fartygets växelverkan sprids i hela området, Hake- och Rivöfjorden. Även dessa effekter kommer att öka med faktorerna 1,7 för ythävningen och 2,9 för strömhastigheten.

Det är strömstyrkan, inte ythävningen, som skulle kunna ha betydelse för påverkan på botten, växter och djur.

Strömstyrkan i avsänkingsrörelserna med framtida, större fartyg blir jämförbar med strömstyrkan som naturliga vindvågor vid hård sydlig vind ger i exponerade vikar längs södra Hisingen.

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

1	INLEDNING.....	5
1.1	BAKGRUND OCH FRÅGESTÄLLNING	5
2	ORDLISTA.....	6
3	AVSÄNKNING	6
3.1	VAD AVSÄNKNING INTE ÄR	6
3.2	VAD ÄR AVSÄNKNING?	6
4	PLATSBESÖK	7
5	FARTYGEN OCH TRAFIKEN	9
6	TIDIGARE STUDIER AV AVSÄNKNING	9
6.1	NÄRFÄLTET	9
6.2	FJÄRRFÄLTET.....	10
6.3	RESONANS	11
7	AVSÄNKNINGSEFFEKTER IDAG.....	12
8	AVSÄNKNINGSEFFEKTENS ÄNDRING.....	13
8.1	STRÖMSTYRKAN I NÄRFÄLTET	13
8.2	YTHÄVNINGEN I NÄRFÄLTET	13
8.3	STRÖMSTYRKAN OCH YTHÄVNINGEN I FJÄRRFÄLTET	13
8.4	RESONANS I VIKAR.....	13
9	DISKUSSION.....	14
9.1	FÖRÄNDRINGEN AV MAXIMALA STRÖMMEN	14
9.2	FÖRÄNDRINGEN AV YTHÄVNINGEN	14
9.3	INDIREKT AVSÄNKNING	14
9.4	VAD KAN MAN JÄMFÖRA AVSÄNKNINGSEFFEKTEN MED?.....	14
9.5	AVSÄNKNING JÄMFÖRT MED VANLIGA VÅGOR.....	15
9.6	SLUTSATS.....	15
10	REFERENSER.....	15

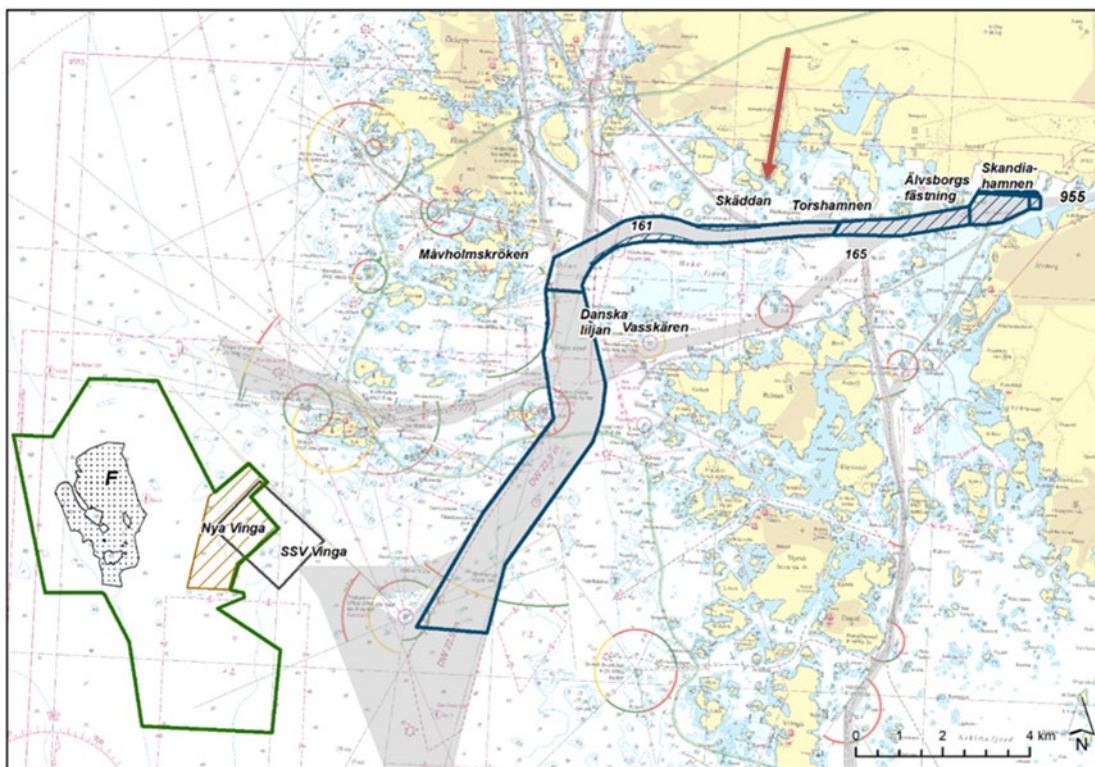
1 INLEDNING

1.1 BAKGRUND OCH FRÅGESTÄLLNING

Projekt Skandiaporten syftar till att framtidssäkra den strategiska funktion som transocean direktsjöfart i Skandiahamnen i Göteborg utgör. För detta krävs dels åtgärder som ska resultera i ökad kapacitet och säkerhet i farleden, dels förstärkning och fördjupning vid Skandiahamnens södra kaj. Projektet planeras och genomförs i samverkan mellan Sjöfartsverket och Göteborgs Hamn AB.

Inom ramen för projektet planeras omfattande muddring av farleden in till Skandiahamnen inklusive området närmast kaj. Totalt beräknar man att ca 11 miljoner kubikmeter sediment skall muddras. I Figur 1 visas de områden som skall muddras och var dumpningsområdena ligger.

Havs- och vattenmyndigheten har inkommit med ett yttrande efter samrådet där man bl.a. vill att förväntade avsänkningseffekter från framtida fartygstrafik beskrivs. Tyréns har därför fått i uppdrag att besvara denna fråga.



Figur 1. Göteborgs skärgård med muddringsområdet (blåskrafferat). Pilen visar observationsplatsen vid platsbesöket.

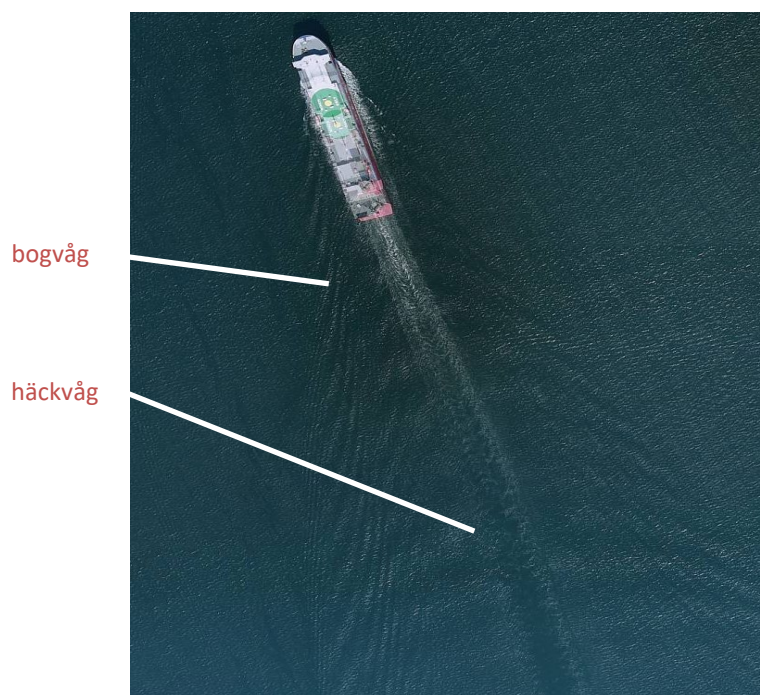
2 ORDLISTA

- Avsänkning: långsamma rörelser hos vattenytan och vattnet som orsakas av passerande fartyg. Långa vågperioder; 10-100 s.
- Bogvåg, häckvåg: de välkände "klassiska" vågor som bildas av fartyg. Korta vågperioder; 1-5 s.
- Ythävning: Vattenytans avvikelse från ostört läge. Kan vara positiv (ythävning) eller negativ (ytsänkning). I rapporten använder vi ythävning för både positiv och negativ avvikelse.
- Närfält: fenomen nära fartyget, inom en fartygslängds avstånd.
- Fjärrfält: fenomen på större avstånd från fartyget, en till många fartygslängder bort.

3 AVSÄNKNING

3.1 VAD AVSÄNKNING INTE ÄR

När ett fartyg passerar bildas de välkända bogvågorna jämte de något mindre kända häckvågorna. I flygbilden Figur 2 ser vi dessa båda vågsystem som de ibland kallas. Havs- och vattenmyndighetens fråga gäller inte dessa vågor, utan ett annat fenomen, nämligen avsänkning, vilket vi härmed, för undvikande av missförstånd, har påpekat.



Figur 2. Flygbild av en båt med bogvågor som utbreder sig snett framåt och häckvågor som utbreder sig åt samma håll som båten. Vi ser att bogvågorna har en kort våglängd, jämför till exempel med båtens längd som är runt hundra meter. Häckvågorna är litet längre, men fortfarande mycket kortare än själva båten.

3.2 VAD ÄR AVSÄNKNING?

Med avsänkning menas att vattenståndet ändras på grund av att en båt passerar. Bog- och häckvåg räknas som just nämnda inte till avsänkning. Avsänkning betyder att vattenståndet sjunker, men noga taget förekommer oftast mindre hävningar av vattenytan före och efter den mer uttalade sänkningen av vattenståndet.

Avsänkningen beror på att båten förflyttar ("deplacerar") vattnet den färdas i. Fören knuffar bort vattnet framför sig och hålet som aktern lämnar efter sig, fylls igen med tillströmmande vatten. En betraktare som ser båten passera kommer att se att en ström riktad från båtens för mot dess akter uppstår när båten passerar. När båten passerat upphör strömmen. Denna ström är alltså riktad åt motsatt håll relativt båtens rörelse, den är parallell med båten och den är bunden till båten och upphör när den passerat. Vattenytan hävs vid fören och aktern och sänks däremellan. En observatör tillräckligt nära båten märker alltså att vattenståndet stiger över den ostörda nivån när båten närmar sig, att det sjunker under ostörd nivå när fören passerat och att det åter stiger över ostörd nivå när aktern passerar för att återgå till ostörd nivå när fartyget avlägsnar sig. Sänkningen, som man observerar medan båten passerar, är avsänkningen.

När fartyget rör sig på djupt vatten, närmare bestämt när djupet är av samma storleksordning som fartygets längd eller större, är avsänkningen mindre än när fartyget kommer in på grunt vatten. I de nu aktuella farlederna är djupet knappt 20 meter och fartygen ofta 100–400 meter långa alltså 5–20 gånger längre än djupet. På djupt vatten kan vattnet strömma från fören till aktern vid sidan av och under fartyget. På grunt vatten kan det huvudsakligen bara passera vid sidan om fartyget, vilket leder till kraftigare ström och kraftigare avsänkning.

Avsänkningseffekterna – strömfältet och ythävningen – är bundna till fartyget. De avtar snabbt bort från detta. På några fartyglängders avstånd är de obetydliga, förutsatt att botten är plan samt att det inte finns öar och skär nära farleden.

Längs Böttö- och Torshamnsleden finns en mängd öar och skär. Dessa kommer att träffas av de passerande fartygens avsänkningfält och sprida detta ut i omgivande vatten. Avsänkningen lämnar fartyget och kan gå långa sträckor och så småningom träffa land i form av yhävning och -sänkning med en tidsskala på runt en minut.

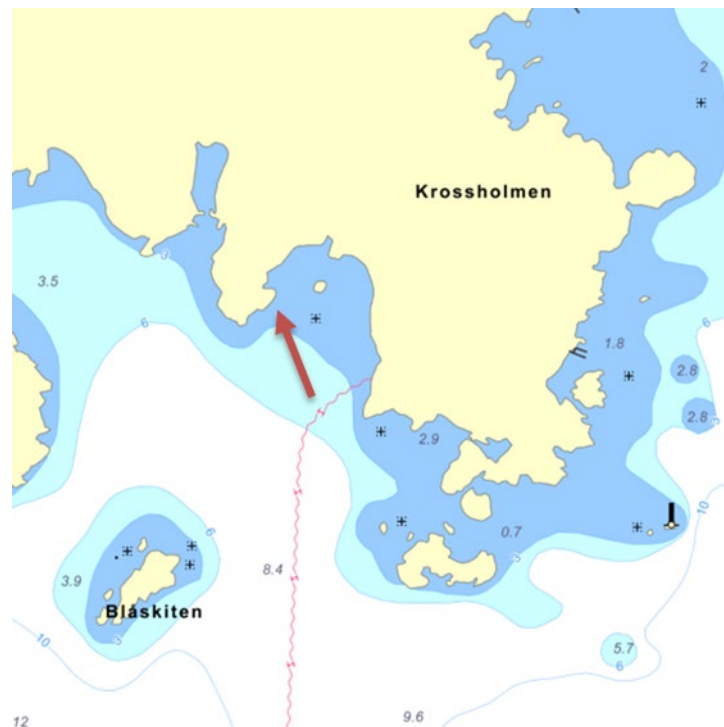
Sammanfattningsvis finns två sorters avsänkning

- Direkt: inuti fartygets närfält, på upp till någon eller några båtlängders avstånd från båten.
- Indirekt: utanför fartygets närfält på långt avstånd från fartyget. Detta sker när fartyget passerar nära diffrakter som öar och skär.

4 PLATSBESÖK

Tisdagen den 25:e augusti 2020 utfördes ett platsbesök för att observera avsänkningseffekterna av passerande stora fartyg. En lämplig observationsplats rekognoscerades vid Krossholmen, se Figur 3. Platsen ligger 1,1 km från Torshamnsleden och 3,1 km från Böttöleden vid Gäveskär. Det är öppet ut mot farlederna och geografin erbjuder våglä så att störande, korta vindvägor skärmas av medan de avsänkningseffekter vi ville observera är väl mätbara. Förhållandena under platsbesöket var utmärkta med god sikt och svag, övervägande västlig vind.

Fartygspassagera under dagen sammanfattas i Tabell 1 nedan.



Figur 3. Förstoring av Figur 1. Obsplatsen visas med pilen.

Passagetid	Farled	Fart	Avsänkning	Fartyg	Längd	Bredd	Djup	Flöde
cirka		knop	max		m	m	m	m ³ /s/1000
9.00	BL in	15	12	Stena Scandinavica	240	30	6	1,4
10.55	BL in	11	3	Lagertha	166	22	7,7	1,0
12.30	BL ut	11	<2	Fox Sunrise	70	13	4	0,3
13.30	BL in	13	<2	Charlotte Terese	130	19	7	0,9
13.37	BL ut	10	5	Astral	130	20	3,5	0,4
13.37	BL ut	10	<2	Vadero	78	10	3,5	0,2
15.00	BL in	17	12	Stena Danica	155	28	6	1,5
17.00	TL ut	10	13	Maersk Murcia	400	58	11,7	3,5
17.09	BL in	15	13	Belgia Seaways	180	25	6,3	1,2
17.15	BL ut	15	12	Stena Danica	155	28	6	1,3

Tabell 1. Sammanställning av observationerna vid platsbesöket. Uppgifter om fart och djupgående har inhämtats från "www.marinetraffic.com". Fartyg med längd under 70 meter har inte tagits med. BL = Böttöleden. TL = Torshamnsleden. In = österut. Ut = västerut. Flöde är den mängd vatten per sekund fartyget undantränger vid färd.

5 FARTYGEN OCH TRAFIKEN

Sjöfartsverket¹ upplyser om följande vad gäller dagens och den framtida situationen och som använts som underlag för bedömning om framtida avsänkning:

"Dagens fartyg: ca 400 x 60 med vissa mindre avvikelser mellan rederierna, max djupgående 13,5 m, men oftast under ca 12,5. Deplacement ca 200 000 ton.

Planerade fartyg: Initialt samma längd och bredd, men max djupgående upp till 17,0 m, deplacement ca 270 000 ton. Nya maxfartyg ca 430 x 65 m, max djupgående 17,5 m, max deplacement ca 340 000 ton.

Vad gäller fart håller man ca 12 knop fram mot ca Skalkorgarna, därefter nedsaktning till ca 8 knop vid passage Dynan/Torshamnen, därefter nedsaktning mot stopp på vändytan, dock med försök att bibehålla manöverförmågan efter bästa förmåga, men mycket beroende av bogserbåtarna, i ökande grad allteftersom farten sjunker.

På utgående bör farten vara uppe i 4 - 5 knop vid passage N Älvsborg/fyr 32, för att sedan öka till ca 8 - 9 knop vid Dynan/Torshamnen, och därefter ökande till ca 12 knop före Måvholmskröken, där farten sjunker under giren till ca 10 knop, beroende på bl.a. vindriktning/styrka och därmed behovet av rodervinkel för att komma runt."

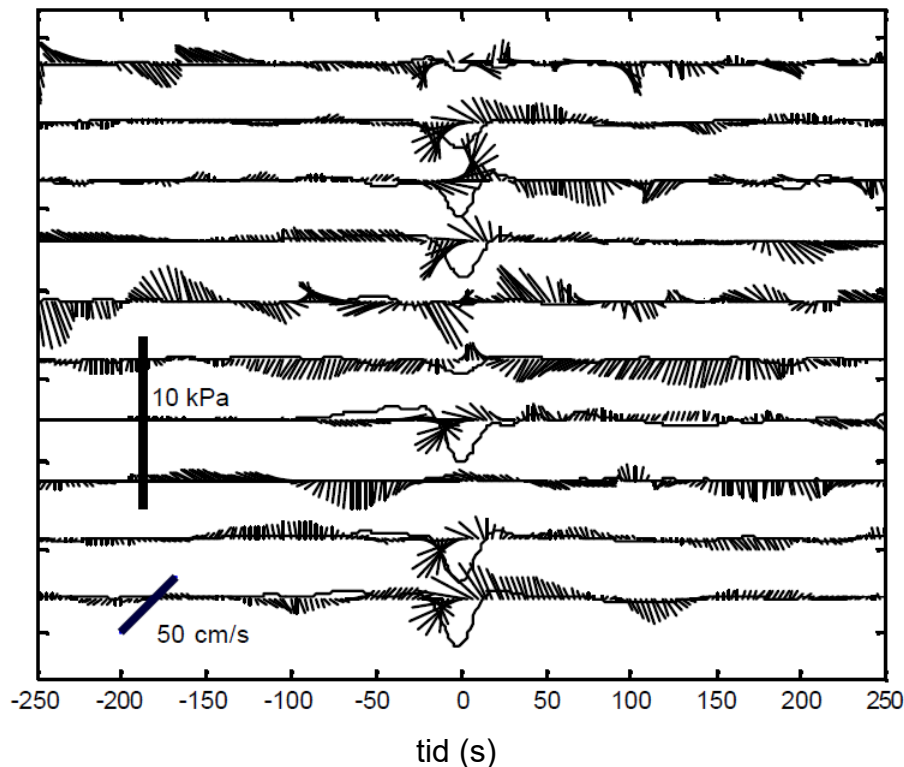
6 TIDIGARE STUDIER AV AVSÄNKNING

I början av 2000-talet utfördes ett stort forskningsprojekt för dåvarande Kommunikationsforskningsberedningen där bl.a. avsänkningseffekter studerades, varvid många fältmätningar gjordes i Göteborgs inre skärgård varvat med analyser och teoretiska studier, se Allenström m.fl. (2003) för en sammanfattning. Detta material kan nu användas för att belysa de aktuella frågeställningarna.

6.1 NÄRFÄLTET

I Figur 4 visas uppmätt avsänkning under ett antal fartygspassager vid Gäveskär vid Böttöleden. Mätinstrumentet var placerat mycket nära farleden och visar förloppet i fartygets närfält - den direkta avsänkningseffekten. Händelserna i Figur 4 orsakades huvudsakligen av stora färjor med deplacement runt 30 000 ton och en fart på 15-20 knop.

¹ Mailkonversation med Bertil Skoog, Sjöfartsverket



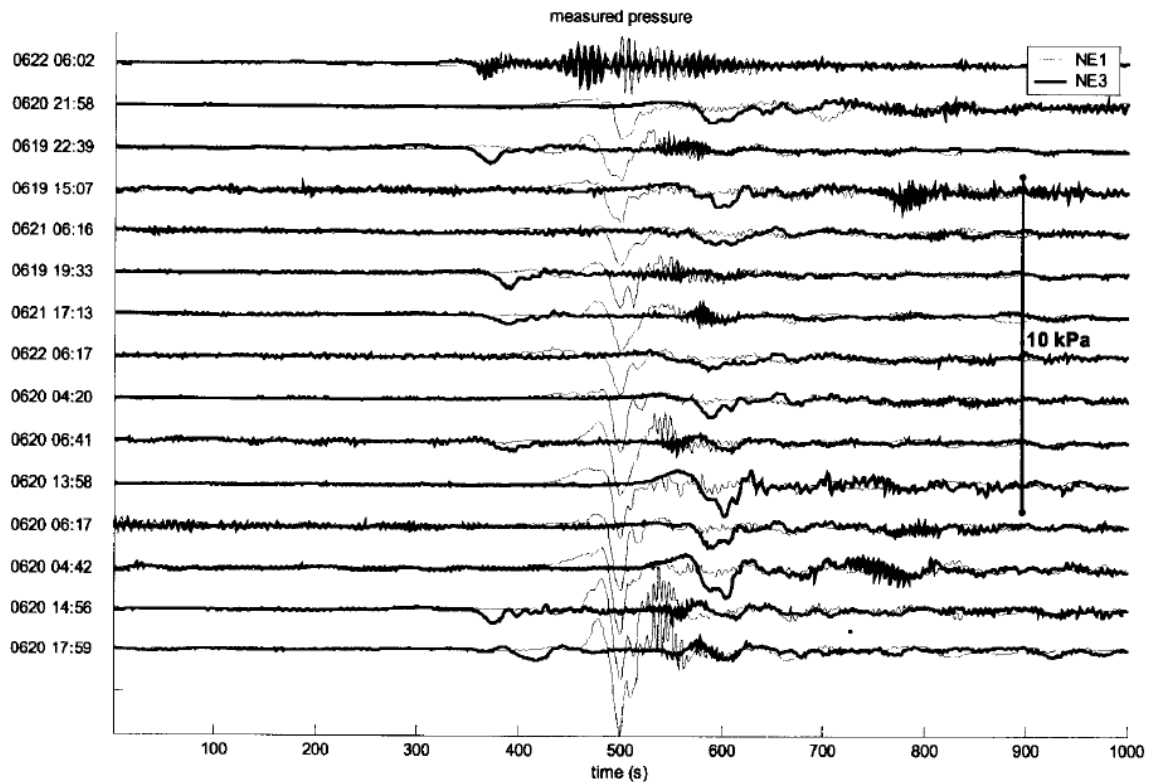
Figur 4. Här ser vi ett antal avsänkningsförlopp mätta nära Böttöleden vid Gäveskär. På den vågräta axeln visas tiden i sekunder. Fartyget passerar vid $t = 0$. Kurvan visar ythävningen, den vertikala skalstocken är 10 kPa vilket motsvarar en ythävning på en meter. Avsänknningen är som mest alltså ungefär -25 centimeter. Strecken visar strömpilar (utan pilhuvud för att inte få för mycket detaljer). Pilen utgår från det vågräta raka strecket vid tidpunkten för mätningen. Dess längd är proportionell mot strömstyrkan och dess riktning är strömriktningen. Det sneda skalstrecket, 50 cm/s, visar att strömmen under båtpassagen har ungefär denna styrka: 50 cm/s. Lägg märke till att strömmen vrider ett halvt varv medan båten passerar. Ur Johansson 2002a.

6.2 FJÄRRFÄLTET

Som nämnts avger ett fartyg en del energi när det passerar nära en diffraktor (vågspredare) som en ö eller ett skär. Denna energi utbreder sig sedan genom vattnet som en lång våg. Den kan färdas långt bort från både fartyget och diffraktorn, ön.

I Figur 5 ser vi ett antal våghändelser från fartygspassager av Gäveskär nära Böttöleden. Bilden visar registreringar från två instrument. NE1 nära farleden, i närfältet, och NE3 flera fartygslängder från farleden, i fjärrfältet. Vi ser att våghändelsen i fjärrfältet är fördröjd jämfört med närfältet. Tidsskillnaden motsvarar vågens utbredningstid från farleden till mätplatsen. Tidsskillnaden är av storleksordningen 100 sekunder, vågens utbredningsfart är ungefär 10 m/s, vilket betyder att mätplatsen är ungefär en kilometer från diffraktorn, som i detta fall är Gäveskär.

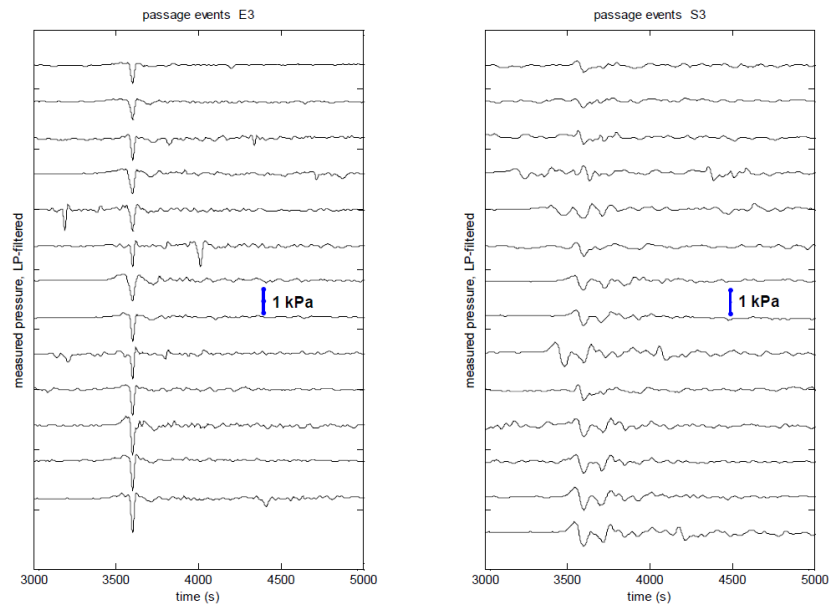
Vissa passager med ett kraftigt närfält ger ingen nämnvärd våghändelse på håll medan andra ger en nästan lika stark våghändelse på håll som den i fartygets omedelbara närhet. Skillnaden kan bero på om fartyget gick österut eller västerut och på var i farleden passagen skedde.



Figur 5. Våghändelser från ett antal fartygspassager. På x-axeln tiden i sekunder. På y-axeln passagedatum och -tid mmdd TT:MM. Tunn linje visar ythävningen i närfältet. Tjock linje visar ythävningen i fjärrfältet, långt från farleden. Skalstocken motsvarar ythävningen en meter. Fig. 25 i Johansson (2002a).

6.3 RESONANS

När ett fartyg passerar förbi en vik sätts svängningar igång i denna. Om viken har dimensioner som gör att den har en resonansfrekvens nära avsänkningens tidsskala fångas avsänkningen upp och lever kvar i viken under en tid. Figur 6 visar ythävningen vid fartygspassager nära farleden och inne i en vik. Vid farleden ser vi passagen som en tydlig sänkning av vattenståndet och att ytan därefter återgår till ostörd nivå. I viken däremot lever rörelsen kvar under mycket längre tid. En del av vikens vatten töms och fylls, dess yta hävs och sjunker under 500–1000 sekunder (10–15 minuter). Denna typ av resonansfenomen kallas seiche inom oceanografin.



Figur 6. Här ser vi ett antal avsänkingsförlopp mätta nära Böttöleden vid Kuskårsbåden t.v. och i en vik på norra Brännö, t.h. Skalstocken motsvarar 10 cm. X-axeln visar tid i sekunder. Fig. 26 i Johansson (2002a).

7 AVSÄNKNINGSEFFEKTER IDAG

Vi kan bestämma dagens avsänkningseffekter vid Krossholmen med hjälp av observationerna under platsbesöket. Därtill kan vi bestämma dem på ett antal platser i södra skärgården med hjälp av mätningarna som gjordes i forskningsprojektet i början av 2000-talet – för den trafik som skedde då.

Vid platsbesöket observerade vi nio avsänkningshändelser orsakade av passager i Böttöleden ungefär tre kilometer söder om observationsplatsen, det vill säga observationer av fjärrfältet. Sannolikt orsakades dessa avsänkningshändelser av att fartygens närfält diffrakterades av Gäveskär och därefter utbreddes sig som fria vågor, dvs. frikopplade från fartyget, fram till obsplatsen vid Krossholmen.

De fartyg som gav avsänkningar på drygt 10 cm vid Krossholmen hade en längd på 150–250 meter och ett flöde på över 1000 m³/s. Avståndet mellan farledens mitt och Gäveskär är cirka 100 meter vilket betyder att Gäveskär ligger väl inom de passerande fartygens närfält. Fartyg som ger ett starkt flöde och som därför har ett starkt närfält, t.ex. Stena-färjor eller Belgia Seaways, gav även de största avsänkningarna.

Under platsbesöket observerades närfältet från bara ett fartyg, nämligen Maersk Murcia som för övrigt var det enda fartyg som passerade i Torshamnsleden. Som vi kan se i Tabell 1 är Maersk Murcia mycket längre än övriga fartyg och har ett mycket större flöde. Ändå observerades ungefär samma avsänkning som för de andra fartygen, fjärrfältsfartygen. Varför? Jo obsplatsen Krossholmen ligger en dryg kilometer norr om Torshamnsleden så visserligen har Maersk Murcia ett mycket större och starkare närfält än t.ex. Stena Scandinavica men vi observerar det på ett större avstånd. Stena Scandinavicas närfält diffrakteras av Gäveskär på ett avstånd av bara 100 meter. Man kan alltså säga att i det första fallet observerar vi ett stort starkt fält på långt håll, i det andra ett mindre och svagare på nära håll.

8 AVSÄNKNINGSEFFEKTENS ÄNDRING

8.1 STRÖMSTYRKAN I NÄRFÄLTET

I fartygets närfält, inom någon fartygslängd, är strömstyrkans maxvärde proportionellt mot det flöde fartyget orsakar

$$\text{max strömstyrka} \propto \text{fart} \cdot \text{bredd} \cdot \text{djup}$$

Det finns även ett beroende av fartygets längd, men det är svagt och kan försummas i detta sammanhang.

De största fartygen idag har en bredd på 58 meter. Vid platsbesöket hade ett sådant fartyg, Maersk Murcia, Tabell 1, djupgåendet 11,7 meter. I framtiden planeras bredden kunna vara upp till 65 meter och djupgåendet 17,5 m (avsnitt 5). Med samma fart som idag kommer maximala strömstyrkan således att öka med en faktor

$$\frac{\text{blirvärde}}{\text{ärvärde}} = \frac{65 \cdot 17,5}{58 \cdot 11,7} = 1,7$$

8.2 YTHÄVNINGEN I NÄRFÄLTET

Ythävningen, själva avsänkningen, är i sin tur proportionell mot strömstyrkan i kvadrat, varför vi kan förvänta att ythävningen/-sänkningen ökar med faktorn $1,7^2 = 2,9$. När Maersk Murcia passerade uppmätte vi en avsänkning på 13 centimeter, Tabell 1. När ett framtida större fartyg enligt ovan passerar i samma spår och med samma fart kan vi således förvänta ungefär 35–40 centimeters avsänkning på denna plats.

Andra platser nära farleden kommer att få en motsvarande ökning av ythävningen/-sänkningen med faktorn 2,9 från dagens värde, och ökning av maxströmstyrkan med faktorn 1,7 jämfört med när Maersk Murcia idag passerar med djupgående på knappt tolv meter.

8.3 STRÖMSTYRKAN OCH YTHÄVNINGEN I FJÄRRFÄLTET

Fjärrfältets ythävning är proportionell mot ythävningen i närfältet. Vi kan således räkna med att ythävningen ungefär trefaldigas med fartyg enligt avsnitt 5 och att den maximala strömstyrkan under våghändelsen ökar med en faktor 1,7.

I en komplicerad geografi som i Göteborgs skärgård kommer djupet och bottenformen att styra våghändelserna i fjärrfältet starkt. Ett studium av detta återfinns i Johansson 2002b. Vågenergi kan koncentreras till vissa områden medan andra områden ligger mer eller mindre i våglä. Denna styrning av våghändelserna beror på naturformerna, inte på fartygen. Styrningen kommer alltså att vara densamma i framtiden som idag. Därför kan förändringsfaktorerna anges som vi nyss gjort. Däremot kan vi inte inom detta uppdrag ange konkreta värden på ythävning och strömstyrka för alla platser. De värden som observerades vid platsbesöket är representativa för liknande lokaler; på ungefär samma avstånd från farleden och med ett vattendjup på några meter.

8.4 RESONANS I VIKAR

Resonansfenomenen kommer med de större fartygen att ha samma period och varaktighet men större amplitud. Amplituden ökar med samma faktor som närfältet, dvs ungefär 3.

9 DISKUSSION

9.1 FÖRÄNDRINGEN AV MAXIMALA STRÖMMEN

Vi skattar att maximala strömstyrkan kommer att öka med en faktor cirka 1,7 med nya större fartyg jämfört med dagens största fartyg, exempelvis Maersk Murcia. Förutsättningen är att fartygen har samma fart som idag. Eftersom de konkreta värdena i centimeter per sekund på dagens maxström varierar från plats till plats i skärgården, kan vi inte ange konkreta värden i centimeter per sekund i framtiden, utan bara den relativa ökningen med faktorn 1,7. De finns dock ett undantag, nämligen lokalen där vi gjorde platsbesök och liknande lokaler. 'Liknande lokaler' är de som ligger på ungefär samma avstånd från farleden.

Vid en avsnäkningshändelse ökar strömstyrkan från sitt bakgrundsvärde till sitt maxvärde och avtar igen på i storleksordningen en minut för ett stort, 400 meter långt, fartyg. Tidsskalan ges av fartygets passagetid.

9.2 FÖRÄNDRINGEN AV YTHÄVNINGEN

Ythävningen kommer på motsvarande sätt att öka med faktorn 2,9. Ythävningen i sig är dock mindre viktig eftersom den med all sannolikhet inte har direkt effekt på bottnar, djur och växter. Det är ju strömmen som orsakar krafter på botten och som förflyttar ämnen, djur och växter. Att vattendjupet lokalt och övergående ökar har liten betydelse.

Ythävningen ändras på liknande sätt som strömmen, det vill säga på i storleksordningen en minut.

9.3 INDIREKT AVSÄNKNING

Ovanstående gäller de direkta avsnäknings effekterna, dvs. de som orsakas av fartygets närfält. Resultat från det forskningsprojekt som nämnts visar att det även finns indirekta avsnäknings effekter. Det skulle i detta fall vara avsnäknings rörelser som uppkommer när trafik i Torshamnsleden i norr strålar ut som energi och träffar norra Brännö, Galterö osv. Under forskningsprojektet, med mätningar från år 2000, finns inga tecken på sådana indirekta avsnäknings rörelser. Troligen beror det på att fartygen i Torshamnsleden 2000 var mindre än idag. Sannolikt orsakas idag indirekta avsnäknings effekter längs Brännö-Galterö osv av dagens stora fartyg som trafikerar Torshamnsleden.

9.4 VAD KAN MAN JÄMFÖRA AVSÄNKNINGSEFFEKTEN MED?

Avsnäknings rörelserna i vattnet bör jämföras med andra rörelser för att kunna sättas i perspektiv och bedömas. Finns det liknande vatten rörelser på lokalen? Som nämnts orsakar dagens trafik likadana rörelser, men hälften så starka, som de som framtidens fartyg kommer att göra. De naturliga vatten rörelserna är av två slag:

- vanliga vågor som orsakas av vinden
- strömmar som orsakas av vinden

Den ström Göta Älvs utflöde orsakar är svag och knuten till älvmynnings vid nya Älvsborg ungefär och den är därtill begränsad de översta metrarna.

9.5 AVSÄNKNING JÄMFÖRT MED VANLIGA VÅGOR

Vågor ger fram och återgående strömmar vid botten. En våghöjd på en meter kan representera relativt höga vågor i de grunda vikarna längs Hisingen. De uppkommer vid vind från sydväst till sydost beroende på vilkens belägenhet. Vågperioden är några sekunder, låt oss säga fem sekunder för att ha ett realistiskt och konkret värde. Vattenhastigheten vid en botten på tre meters djup är då ungefär 0,7 meter per sekund. Strömmen växlar riktning i takt med att vågorna passerar. Vattnet förflyttas någon meter fram och tillbaka över botten.

Om vi skattar en avsänkings-”våg” från ett framtida stort fartyg på 0,5 meter får vi en maximal bottenströmstyrka på ungefär 0,9 m/s. Detta är en försiktig skattning på det sättet att 0,5 meters avsänkning är ett högt värde. Bottenströmmen har en längre varaktighet än i föregående fall med vindvågor. Avsänkingsrörelsen har en varaktighet ungefär lika med fartygets passagetid. Vid en längd på 400 meter och en fart på 5 m/s (10 knop) blir varaktigheten något i stil med 80 sekunder, och vattnets förflyttning i sida blir drygt tio meter.

9.6 SLUTSATS

Väldigt generellt kan man säga att avsänkningen från framtidens stora fartyg ger knappt dubbel så stark ström som den från dagens största fartyg.

Strömmen från framtidens stora fartyg är jämförbar med strömmen som de vågor ger som finns längs Hisingens vikar ut mot Torshamsleden vid stark vind från sydväst till sydost.

Vindvågorna har en periodtid på runt fem sekunder medan avsänkingsrörelserna har en tidsskala på en dryg minut. Detta gör att vattenförflyttningen vid avsänkingshändelserna blir ett tiotal meter, medan de vid naturliga vindvågor är någon meter.

10 REFERENSER

Allenström m.fl. 2003. The interaction of large and high-speed vessels with the environment in archipelagos – final report. SSPA research report no 122. SSPA Göteborg.

Johansson, Lasse, 2002a. Vessel generated waves in a shallow archipelago – field measurements, preliminary analysis and interpretation. SMHI rapport 2020:2. SMHI Norrköping.

Johansson, Lasse, 2002b. - Prediction of propagation and dispersion of a wave event over a shallow and complex topography. SMHI Rapport 2002:44. SMHI Norrköping.