



**Statens haverikommission**  
Swedish Accident Investigation Board

ISSN 1400-5735

## **Rapport RS 2004:01**

**Olycka med fartyget M/T NEPTUNUS  
öster om Hjulstabron i Mälaren, C län,  
den 14 september 2002**

Dnr S-004/02

---

SHK undersöker olyckor och tillbud från säkerhetssynpunkt. Syftet med undersökningarna är att liknande händelser skall undvikas i framtiden. SHK:s undersökningar syftar däremot inte till att fördela skuld eller ansvar.

Det står var och en fritt att, med angivande av källan, för publicering eller annat ändamål använda allt material i denna rapport med undantag för figurerna 2, 3, 4, 5 och 7 © Sjöfartsverket tillstånd nr 03-03307.

Rapporten finns även på vår webbplats: [www.havkom.se](http://www.havkom.se)

---

Statens haverikommission (SHK) Swedish Accident Investigation Board

*Postadress/Postal address*  
P.O. Box 12538

SE-102 29 Stockholm Sweden

*Besöksadress/Visitors*  
Wennerbergsgatan 10  
info@havkom.se  
Stockholm  
www.havkom.se

*Telefon/Phone*  
Nat 08-441 38 20

Int +46 8 441 38 20

*Fax/Facsimile*  
Nat 08 441 38 21

Int +46 8 441 38 21

*E-mail Internet*

Sjöfartsverket

601 78 NORRKÖPING

**Rapport RS 2004:01**

---

Statens haverikommission har undersökt en olycka som inträffade den 14 september 2002 öster om Hjulstabron i Mälaren, C län, med fartyget M/T NEPTUNUS.

Statens haverikommission överlämnar härmed enligt 14 § förordningen (1990:717) om undersökning av olyckor en rapport över undersökningen.

Statens haverikommission emotser tacksamt besked senast den 12 september om hur de i rapporten intagna rekommendationerna följs upp.

Carin Hellner

Jan Snöberg

Hans Rosengren

Per Lindemalm

## INNEHÅLL

<b>Rapport RS 2004:01 .....</b>	<b>4</b>
<b>Sammanfattning .....</b>	<b>5</b>
<b>1 FAKTAREDOVISNING .....</b>	<b>7</b>
1.1 Händelse .....	7
1.2 Händelseförlopp .....	7
1.3 Fartyget .....	8
1.4 Skador på fartyget .....	9
1.5 Besättningen och lotsen .....	10
1.6 Meteorologisk information .....	10
1.7 Mälarleden .....	10
1.7.1 Historik och planering .....	10
1.7.2 Data om farleden .....	11
1.7.3 Trafik med fartyg med 7,0 meters djupgående .....	12
1.8 Olycksplatsen .....	12
1.8.1 Farleden .....	12
1.8.2 Fart under normalpassage .....	14
1.8.3 Sjökortet och Ufs notiser .....	14
1.8.4 Sjömätningar i området .....	16
1.9 Fartygets lastkondition, djupgående m.m. ....	18
1.9.1 Fartygets lastkondition och flytlägen .....	18
1.9.2 Ändring av fartygets flytläge under framfart – squat .....	18
1.9.3 Inverkan av slagsida .....	20
1.9.4 Böjning av skrovbalken – sagging eller hogging .....	20
1.10 Vattenståndet .....	20
1.10.1 Mälarens vattennivå .....	20
1.10.2 Vattenståndsmärken och sjökortsreferens .....	21
1.10.3 Mätning av vattenstånd .....	21
1.10.4 Vattenståndet enligt SMHI .....	21
1.10.5 Vattenståndet enligt diagram från Viva-mätare .....	22
1.10.6 Hur VTS bestämmer vattenståndet .....	22
1.10.7 Lokala variationer i vattenstånd .....	23
1.11 Sjömätningss procedurer och noggrannhet .....	24
1.12 Särskild undersökning .....	25
1.12.1 Avläsning av djupgående vid slussning i Södertälje .....	25
1.12.2 Variationer i vattenståndet i Södertälje .....	26
1.13 Övrigt .....	26
1.14 Bestämmelser, rutiner m.m. ....	26
1.14.1 Bestämmelser för trafiken i Mälaren .....	26
1.14.2 Bestämmelser för trafiken i Södertälje kanal .....	27
1.14.3 Neptunus dispens .....	28
1.14.4 Rutiner för inpassage i Mälaren .....	28
<b>2 ANALYS .....</b>	<b>29</b>
2.1 Bottenklarning .....	29
2.2 Effekter som påverkar klarningen .....	29
2.3 Om stenar som sticker upp ur sjöbotten .....	31
2.4 Slutsats .....	31
2.5 Övrigt .....	32
<b>3 UTLÅTANDE .....</b>	<b>32</b>
3.1 Undersökningsresultat .....	32
3.2 Orsaker till olyckan .....	33
<b>4 REKOMMENDATIONER .....</b>	<b>33</b>

## Rapport RS 2004:01

S-004/02

Rapporten färdigställd 2004-03-11

<i>Fartyg; typ, reg.bet. signalbokstäver</i>	Tankfartyg, M/T NEPTUNUS SCEM
<i>Ägare/innehavare</i>	Sirius Rederi AB, Box 39, 430 82 Donsö
<i>Nationalitet/Flaggstat</i>	Svensk
<i>Klass</i>	Germanischer Lloyd Sweden AB
<i>Tidpunkt för händelsen</i>	2002-09-14, kl. 16.42 i dagsljus <i>Anm.:</i> All tidsangivelse avser svensk sommartid (UTC + 2 timmar)
<i>Plats</i>	Ca 2,5 M öster om Hjulstabron i Mälaren, C län (pos. N59° 31,7 E 017° 02,3)
<i>Väder och sjöförhållanden</i>	Enligt SMHI:s analys: fm.vind N 3–6 m/s, em. ökande till 5–8 m/s. Temp. 13–16 °C God sikt
<i>Antal ombord; besättning</i>	11
<i>Personskador</i>	Inga
<i>Skador på fartyget</i>	Begränsade
<i>Skador på last</i>	Inga
<i>Andra skador (miljö)</i>	Inga
<i>Befälhavaren:</i>	
<i>Kön, ålder, tid som befäl- havare</i>	Man, 35 år, ca 3 år
<i>2:e styrman</i>	
<i>Kön, ålder, tid som styr- man</i>	Man, 29 år, sedan 1997
<i>Lots</i>	
<i>Kön, ålder, tid som lots</i>	Man, 57 år, sedan 1977

Statens haverikommission (SHK) underrättades den 18 september 2002 om att en olycka med fartyget M/T NEPTUNUS inträffat öster om Hjulstabron i Mälaren, C län, den 14 september.

Olyckan har undersökts av SHK som företrätts av Carin Hellner, ordförande, Hans Rosengren, sjöoperativ utredningschef, Jan Snöberg, sjöoperativ utredningschef fr.o.m. 2003-07-01 och Per Lindemalm, sjöteknisk utredningschef.

SHK har biträtts av Jan Snöberg som operativ expert t.o.m. 2003-06-30. Undersökningen har följts av Sjöfartsverket genom Sten Anderson.

## Sammanfattning

Den 14 september år 2002 gick M/T NEPTUNUS in i Mälaren via slussen i Södertälje med last av gasolja. Destinationen var Västerås.

Fartyget skulle ha ett djupgående om 7,0 m som var det största djupgående som vid tidpunkten var angivet leddjupgående i Mälarleden.

Man hade lastat gasolja i Muuga, i Tallinn i Estland. Kvällen före avgång fick man besked att fartyget kunde lastas till 7,0 m djupgående. Före avgång från Muuga avlästes enligt befälhavaren (BEF) djupgåendet till 7,07 m för och 7,0 m akter.

Lotsen läste av djupgåendet till 7,09 m för och 6,99 m akter, då fartyget var på väg in i slussen i Södertälje.

Kl. 16.42, strax före ankomst till Hjulstabron fick fartyget grundkänning som inte gav upphov till någon märkbar krängning, gir eller fartreduktion. Andrestyrman (2ST) läste strax efter grundkänningen av farten till 8,4 knop enligt DGPS.

Vatten trängde in i en ballasttank och fartyget fick tilltagande slagsida och ökande djupgående i förskeppet. Med fartygets läns-pumpar kunde vattennivån i tanken begränsas och resan kunde fortsätta till Västerås där lasten lossades.

Vid dockning på varv konstaterades en lokal reva i fartygets ytterbotten. Ingen människa kom till skada och ingen last läckte ut till omgivningen.

I utredningen konstateras att Sjöfartsverket, när man anlade Mälarleden för 7,0 m leddjupgående, accepterade en klarning under fartygets botten om 60 cm. Djupet vid medelvattenstånd skulle alltså överallt vara minst 7,6 m. Därvid resonerade man om inverkan av squat 6 (se avsnitt 1.9.2) och uppskattade den till 40 cm vid farten 8 knop över de grunda avsnitten.

I utredningen behandlas de olika förhållanden som kan reducera bottenklarningen. Främst utgörs de av squat och lokala variationer i vattenståndet under resan längs leden. Men även skillnader i generellt vattenstånd, flytläge stillaliggande och osäkerhet i sjömätningen påverkar bottenklarningen.

SHK har inte kunnat klarlägga hur djupt det var på platsen före grundstötningen. Området klarramades till 7,6 m senast 1986. Sedan denna ramning kan förändringar i bottenpografien ha ägt rum. Teorin att fartygstrafiken skulle ha orsakat att större stenar sugits upp ur bottensedimentet bedöms som mindre sannolik. Två dagar efter grundstötningen klarramades området ånyo till 7,6 m. Detta visar inte entydigt att vattendjupet vid grundstötningen var större än 7,6 m. Fartyget kan vid grundstötningen ha tryckt ned en sten i bottensedimentet.

Mycket talar för att fartyget gick in i Mälaren med ett större djupgående i fören än 7,0 m. Dessutom var vattenståndet vid aktuell tidpunkt under referensnivån (-5 cm). Detta sammantaget med det förhållandet att den ansatta nominella klarningen om 60 cm för fart i leden var för lågt tilltagen, är enligt SHK:s mening, en trolig förklaring till grundstötningen.

Bland de bestämmelser som reglerar trafiken i Södertälje kanal och Mälarleden har utredningen endast kunnat finna föreskrifter om fartygs största längd, bredd och djupgående vad gäller trafik i Södertälje kanal (Sjöfs 1993:28). Vad avser trafiken i Mälarleden är det fartygets befälhavare som har att bedöma om fartygets djupgående m.m. är förenligt med leden, aktuellt vattenstånd, väder och andra omständigheter.

Eftersom fartyg som trafikerar Mälarleden i de flesta fall har passerat Södertälje kanal blir i praktiken en begränsning av maximalt djupgående i kanalen också ofta en begränsning av djupgåendet i Mälarleden. Detta tycks ha lett till att tillståndet att passera kanalen med visst djupgående ofta uppfattas som ett tillstånd att trafikera Mälarleden med detta djupgående.

Bidragande orsaker till olyckan är följande:

- Fartygets djupgående i fören var sannolikt större än 7,0 m
- Vattenståndet var lägre än referensnivån
- Det saknades fartbegränsningar i det aktuella avsnittet av Mälarleden
- Den ansatta nominella klarningen om 60 cm mellan fartygets botten och sjöbotten är otillräcklig.

## Rekommendationer

SHK rekommenderar Sjöfartsverket

- att förbättra metoden för att bestämma Mälarens vattenstånd liksom rutinen att följa dess variation (*RS 2004:01 R1*)
- att fartbegränsningar införs i alla grunda avsnitt av leden (*RS 2004:01 R2*)
- att tydliggöra regelverk och kraven på fartyg för passage genom Södertälje kanal samt inpassage i Mälaren (*RS 2004:01 R3*).

# 1 FAKTAREDOVISNING

## 1.1 Händelse

Den 14 september år 2002 gick M/T NEPTUNUS in i Mälaren via slussen i Södertälje med last av gasolja. Destinationen var Västerås.

Fartyget skulle ha ett djupgående om 7,0 m som var det största djupgående som vid tidpunkten var angivet leddjupgående i Mälarleden.

Kl. 16.42, strax före ankomst till Hjulstabron fick fartyget grundkänning varvid vatten trängde in i en ballasttank. Fartyget fick därefter tilltagande slagsida och ökande djupgående i förskeppet. Med fartygets läns-pumpar kunde vattennivån i tanken begränsas och resan kunde fortsätta till Västerås där lasten lossades.

Vid dockning på varv konstaterades en lokal reva i fartygets ytterbotten. Ingen människa kom till skada och ingen last läckte ut till omgivningen.

## 1.2 Händelseförlopp

Neptunus lastade den 13 september gasolja i Muuga, i Tallinn i Estland, för transport till Västerås. Kvällen före avgång fick man besked att fartyget kunde lastas till 7,0 m djupgående. Före avgång från Muuga avlästes enligt befälhavaren (BEF) djupgåendet till 7,07 m för och 7,0 m akter.

Enligt överstyrman (ÖST) hade han lastat fartyget så att han med viss kompletterande ballastlänsning skulle få fartyget att ha 7,0 m djupgående på jämn köl vid ankomst till Södertälje, Mälarsidan. För att uppnå detta pumpades barlastvatten ut under överresan till Sverige.

Den 14 september kl. 09.32 togs lots ombord vid Landsort och kl. 13.25 byttes lots i slussen i Södertälje. Den påstigande lotsen läste av djupgåendet till 7,09 m för och 6,99 m akter, då fartyget var på väg in i slussen.

Han var medveten om att avläsningen kunde vara påverkad av att fartyget fortfarande gjorde framfart.

Lotsen uppmärksammade BEF på det för stora djupgåendet förut och denne svarade då att han starkt betvivlade lotsens observation men att han skulle vidtala ÖST. Lotsen uppgav för BEF att vattennivån var över medelvattenstånd. Han hade av VTS fått uppgiften om att vattenståndet var +3 cm, vid 13-tiden. Fartygets befäl gjorde ingen egen avläsning av flytläget.

Efter det att fartyget lämnat slussen framfördes det i nära samarbete mellan lotsen och vakthavande styrman som var andrestyrman (2ST). Där- under tog denne en kortare matrast. BEF kom upp på bryggan vid enstaka, korta tillfällen. Bryggan bemannades således av lotsen och 2ST. Fartyget framfördes med farten 11–12 knop enligt fartygets satellitnavigationsmottagare (DGPS).

Lotsen informerade VTS via VHF vid passage av Ytterholm kl. 15.25 samt vid passage av Oknö Hälludde kl. 16.26. Även Hjulstabron kontakta- des nu av lotsen.

I god tid innan man närmade sig Hjulstabron hade lotsen gått över till handstyrning och man påbörjade nersaktning tvärs Torrgrund. Lotsen styr- de själv och 2ST stod helt nära honom.

Styrmaskinen gick med två pumpar, och bogpropellern var i stand by- läge.

Man girade ner mot Koholmsgrund och allt föreföll helt normalt. Man navigerade både optiskt och med elektroniskt sjökort samt följde den plane- rade kurslinjen. Fartyget passerade Nybyholms mellersta gröna prick på lagom avstånd. Farten var då ca 9 knop och kursen ca 253°.

Kl. 16.42, strax före starten av den planerade styrbordsgiren mot Hjulstabron kändes en kort, distinkt stöt i fartyget. Lotsen uppfattade det som om stöten kom från styrbords sida, någonstans mellan akterbyggets förkant och L/2. Position vid grundkänningen var enligt DGPS: N59°31,7', O17°02,3'.

Stöten gav inte upphov till märkbar krängning, gir eller fartreduktion. 2ST läste strax efteråt av farten 8,4 knop enligt DGPS.

2ST kontaktade omedelbart BEF och ÖST. BEF kom omgående upp på bryggan och ÖST gick först till lastkontrollrummet och konstaterade att fartyget tog in vatten i förliga vingtanken om styrbord.

Fartyget styrde lika bra som tidigare och resan fortsatte förbi Hjulstabron med en fart om ca 6 knop. Efter passage av bron stoppade man och rundpejlade fartyget och konstaterade att inga andra skador kunde upptäckas och att man med länsning i stort sett kunde balansera vatteninträandet i vingtanken. Lotsen uppskattade att fartyget nu hade fått 2–3° styrbords slagsida.

Man fick tillstånd av Sjöfartsinspektionen att fortsätta resan med reducerad fart mot Västerås, dit man anlände kl. 20.30. BEF, 2ST och lotsen begärde att få genomgå alkotest. Resultaten var utan anmärkning.

Lossningen startade omedelbart och vid 23-tiden inleddes inspektion av fartygets botten av dykare, vilket visade sig mycket svårt p.g.a. mörker och dålig sikt i vattnet. Samtidigt inspekterades tanken från insidan av representanter från Sjöfartsinspektionen och klassningssällskapet Germanischer Lloyd. Man uppskattade att det fanns en ca 25x400 mm stor spricka vid spant 113 c-stråket.

Efter slutlossning nästa dag trimmades fartyget genom omflyttning av ballastvatten för att höja stäven och för att därmed kunna göra en mer noggrann inspektion av skadan. Inspektionen utfördes av representanter från Sjöfartsinspektionen och klassningssällskapet Germanischer Lloyd. Inspektionen gav inga ytterligare indikationer på skador och därför fick fartyget tillstånd att gå till Åbo för torrsättning. Vid torrsättningen visade det sig att skadan var mer omfattande än man tidigare bedömt. Skadan nödvändiggjorde skifte av stål över en yta av ytterbotten om 3000x800 mm.

### 1.3 Fartyget

Neptunus byggdes år 1991 vid varvet Van der Giessen de Nord (Nederländerna) som COB (Container-Oil-Bulk) och byggdes år 2002 om vid Fredericia Skipsverft (Danmark) till tankfartyg. Hon är ett produkttankfartyg för transport av bland annat raffinerade oljeprodukter.

Maskinrummet är placerat akterut med bostäder och navigationsbryggan ovanpå. Skrovet för därom har dubbel botten och dubbel bordläggning. Utrymmet i dessa är indelat i ett flertal ballasttankar. De omger sju lasttankar. Längst förut finns en kofferdam innehållande bogpropellern samt förpiktanken för ballast.

Huvudmaskinen är en dieselmotor av Bergens fabrikat.

Propellern har ställbara blad och rodret är försett med vinge för hög styreffekt. Fartyget är klassat i Germanischer Lloyd och hon för svensk flagg.

Fartyget ägs av Sirius Rederi AB, Donsö. Fartyget var i sjövärdigt skick. Neptunus signalbokstäver är: SCEM



*Fartygets huvuddata:*

Längd över allt	99,50 m
Längd mellan pendiklar	93,30 m
Bredd, största	17,11 m
Bredd, mallad	17,00 m
Djup, mallat till väderdäck	10,92 m
Djupgående, sommar i färskvatten	7,25 m
Dödsvikt på sommarfribord i färskvatten	7037 mton
Bruttotonnage	4609
Nettotonnage	1662
Maskineffekt	3225 kW
Bogpropeller	500 kW

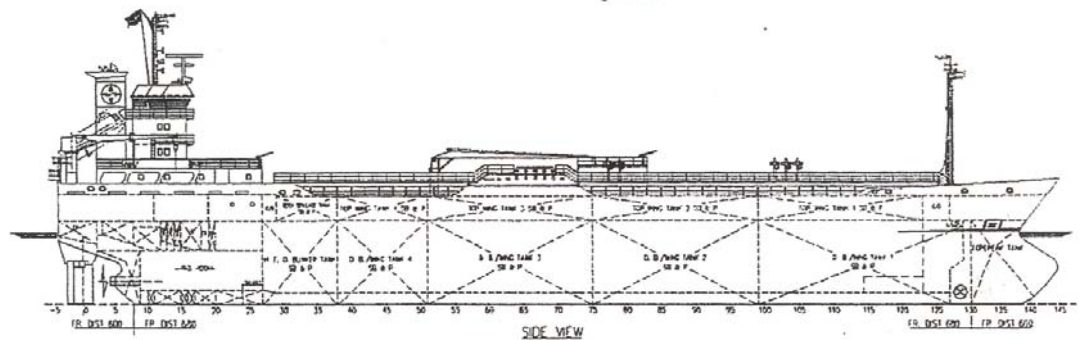


Fig 1 M/T NEPTUNUS i profil

Neptunus är bl.a. utrustad med ett elektroniskt sjökortssystem av fabrikat Transas. Systemet matas med uppgifter från fartygets satellitnavigator. Transas systemet lagrar data från resan vilket gör det möjligt att ta fram det spår fartyget följde just före, under och efter grundkänningen. Detta spår sammanfaller med lotsens och styrmannens visuella observationer och ligger mycket nära den i sjökortet tryckta farleden.

Det elektroniska sjökortssystemet gör det också möjligt att få reda på vilken kurs och fart över grund fartyget haft under resan. Det bör påpekas att fartygets satellitnavigator kan ge denna information med en viss eftersläpning beroende på navigators aktuella inställningar. Ombord används en differentiell GPS mottagare av fabrikat Furuno, med typbeteckningen GP- 80. Denna navigator kan bl.a. ställas in med olika tidsfiltreringar för att presenterad kurs och fart ej ska påverkas för mycket av tillfälliga positionshopp i GPS systemet.

Den kurs och fart som presenteras är således beräknad på fartygets förflyttning och baseras till viss del på positionernas noggrannhet samt hur mottagarens filtrering är inställd. Det har inte gått att klargöra vilken inställning satellitnavigatorns filter hade vid det aktuella tillfället, men en typisk inställning ombord på Neptunus har varit 10 sekunder som också är instrumentets grundinställning.

#### 1.4 Skador på fartyget

Den först uppskattade skadan utgjordes av en spricka i spant 113 i c-stråket om ca 25x400 mm. Den visade sig senare vara mer omfattande och medförde skifte av stål över en yta av ytterbotten om 3000x800 mm stål.

## 1.5 Besättningen och lotsen

Samtliga befälspersoner var behöriga för sina befattningar.

BEF, 35 år, tog sjökaptensexamen 1993 och har behörigheten Master (enligt STCW-konventionen). Han hade tjänstgjort som BEF på Neptunus sedan maj månad. Dessförinnan hade han i ett år varit "Designated person" i bemanningsföretaget Hornet, samt BEF i 10000 tons bulkfartyg i ca 2½ år i rederiet B&N i Skärhamn.

ÖST, 32 år, har behörighet som styrman, klass II, och hade tjänstgjort som ÖST i Neptunus och systerfartyget Nimbus i ca 6 månader.

2ST, 29 år, har behörighet som styrman klass II. Han tog sjökaptensexamen 1999 och hade seglat som styrman sedan 1997.

Lotsen, 57 år, innehar sjökaptensbrev sedan 1974 och har varit lots sedan 1977. Han började i Landsort och har sedan 1994 även tjänstgjort på Mälaren. Han har gjort totalt ca 3700 lotsningar varav 500–600 på Mälaren. Han har lotsat såväl Neptunus som Nimbus flera gånger tidigare.

## 1.6 Meteorologisk information

Den 14 september 2002 rörde sig ett lågtryck åt sydost över östra Finland till västra Ryssland. Väster om lågtrycket rådde vind omkring N över bl.a. Mälardalen hela dagen. Under förmiddagen var vindstyrkan 3–6 m/s, på eftermiddagen ökande till 5–8 m/s. Temperaturen var 13–16°C. Sikten var vid tillfället god.

## 1.7 Mälarleden

### 1.7.1 Historik och planering

Redan 1990 gjorde Sjöfartsverket en analys av möjligheten att trafikera leden Södertälje–Västerås–Köping med fartyg med djupgående 7,0 m. Bl.a. diskuterades förutsättningarna för att frångå normen för bottenklarning, som enligt praxis var 10 % av djupgåendet, dock minst 70 cm. Man skulle acceptera 60 cm istället för 70 cm vid 7,0 meters djupgående. Detta kunde man göra eftersom man i Mälaren ansåg sig kunna bortse från påverkan av vågrörelser.

Man diskuterade även inverkan av s.k. squat (se avsnittet om squat) för 7,0 m fartyg och kom fram till att i de grundaste områdena med 7,6 m vattendjup beräknades squateffekten bli 10 cm vid 4 knop, 20 cm vid 6 knop och 40 cm vid 8 knop. Därför förutsattes att dessa fartyg alltid skulle ha lots ombord, som var väl förtrogen med leden och därför saktade ner i tid.

Vidare genomgicks vilka förbättringar av lederna i form av muddring, ramning, sjömätning och utprickning, som behövdes.

Efter omfattande muddring och ramning under hösten -96 och våren -97 samt ändrad och förbättrad farledsutprickning ökades leddjupgåendet på sträckan Södertälje–Västerås–Köping från 6,8 m till 7,0 m.

Trafiken med 7-metersfartyg kunde starta den 23 december 1997. Det bestämdes att man skulle göra en årlig kontroll av bottenförhållandena på 14 utvalda ledavsnitt åtminstone under de första tre åren. Grundstötningsplatsen är inte ett av dessa 14 ledavsnitt.

Lotsarna hade en positiv inställning till det ökade djupgåendet men ansåg att det skulle introduceras gradvis så att erfarenheter kunde utvärderas. Därför rapporterade lotsarna under de första åren sina erfarenheter. Dessa rapporter sattes in i en pärm så att alla kunde ta del av dem.

Samtidigt bestämdes att fartyg, som skulle kunna utnyttja det nya led-djupgående skulle uppfylla ett antal krav beträffande manöverförmåga, sikt från styrhytten, rodertyp, instrumentering etc. I april 2002 hade elva fartyg fått dispens för 7,0 m djupgående i Södertälje kanal och kunde därmed fortsätta i Mälaren.

### 1.7.2 Data om farleden

#### Längd:

Södertälje–Västerås 53 M  
Södertälje–Köping: 69 M

#### Officiella fartbegränsningar:

6 knop	Slussen Södertälje–Linásundet
8 "	Linásundet–Viksbergs Fyr
7 "	Gränsö slott
7 "	Hjulstabron
5 "	Kvicksundsbron
7 "	Linlandet
7 "	3 M syd om Köpings oljehamn
5 "	I Västerås och Köpings hamnar

#### Rapporteringspunkter:

Det finns totalt åtta rapporteringspunkter där fartygen meddelar sin position till VTS. Endast Ytterholm och St. Sandskär skall användas både vid in- och utgående.

För ett ingående fartyg sker rapportering redan vid Fläsklösa, ca 5½ M före slussen i Södertälje. För utgående fartyg är sista rapporteringspunkten Bornhuvud, som också ligger ca 5½ M från slussen och genom detta system kan man lätt bestämma i vilken ordning slussning kan ske.

Efter passage av slussen skall ett ingående fartyg rapportera till VTS vid passage av följande platser: Ytterholm, Oknö Hälludde, St. Sandskär och Torshälla.

#### Djupförhållanden och eventuella manövreringsbegränsningar:

Från slussen till Linásundet förekommer ställen med vattendjup 7,6 m, men nord om Linásundet ökar vattendjupet och först strax ost om Nybyholm, vid olycksplatsen, minskar vattendjupet markant.

Strax efter passage av Hjulstabron gör leden tre 90-graders svängar, och eftersom leden samtidigt är smal, försöker man enligt lotsarna undvika möten på dessa ställen. Då vattendjupet här är större, utgör inte en eventuell djupgåendeökning p.g.a. krängning något problem.

Tabell 1. Trafiken på de viktigaste hamnarna Västerås och Köping.

Godsomsättning och viktigaste godsslag år 2002			
	<i>Totalt</i>	<i>Import</i>	<i>Export</i>
<b>Västerås</b>	3,5 milj. ton	2,3 milj. ton Bulk (cement, gödning) 853 000 ton Oljeprodukter 550 000 ton Containers 330 000 ton Biobränsle 250 000 ton Ved och timmer 125 000 ton Flytande kemikalier 189 000 ton	1,2 milj. ton Papper i containers Steel coils  Sågade trävaror
<b>Köping</b>	1,1 milj. ton	Bulk (gödning) Massaved, torv Flytande fosfor	

### 1.7.3 Trafik med fartyg med 7,0 meters djupgående

Under tiden 31/5–29/9 2002 utnyttjade 19 st 7-metersfartyg leden och under samma tid passerade 49 st fartyg med djupgående 6,8 m eller mer. Samtliga fartyg, med ett undantag, hade maxdjupgående vid ingående.

## 1.8 Olycksplatsen

### 1.8.1 Farleden

Grundstötningsplatsen är belägen cirka 1M öster om Hjulstabron, mellan fyrarna Koholmsgrund och Nybyholm. Farleden, som i det aktuella området går i ost–västlig riktning, är utmärkt med såväl flytande som fasta sjömärken.

På Oknö fjärden skall västgående fartyg rapportera till VTS viaVHF. Strax väster om Oknö fjärden svänger leden något babord mot fyren Koholmsgrund, som man ska passera norr om. På kurs mot Koholmsgrund går farleden nord om två röda prickar, som man således skall ha om babord. Därefter sträcker sig farleden på bibehållen kurs söder om två gröna prickar, som ett fartyg skall ha på sin styrbords sida. Tvärs fyren Koholmsgrund står ytterligare en grön prick. Mellan den gröna pricken och fyren är farleden cirka 170 m bred. Enligt svenskt sjökort nr 113 skall den gröna pricken vara placerad på ramad 7,6 meters kurva, se figuren.

Efter passage av Koholmsgrund svänger leden något babord, för att först passera mellan ett nytt prickpar, och sedan leda söder om fyren Nybyholm och dess gröna prick.

Farledsbredden mellan prickparet är cirka 130 m och bägge prickarna skall enligt det aktuella sjökortet vara placerade för att klart markera ramad 7,6 meterskurva.

Den gröna prickken söder om Nybyholm skall vara placerad cirka 40 m från fyren och även den klart markera den ramade 7,6 meterskurvan. Vid Nybyholm finns inget sjömärke som markerar den södra begränsningen av farleden. Leden svänger här styrbord för passage mellan fyrarna Ryssgrund och Kyrkegrund och därefter förbi Hjulstabron.

Det finns inget som indikerar att farledsavsnittets flytande sjömärken vid tillfället inte befanns placerade i avsedda positioner.

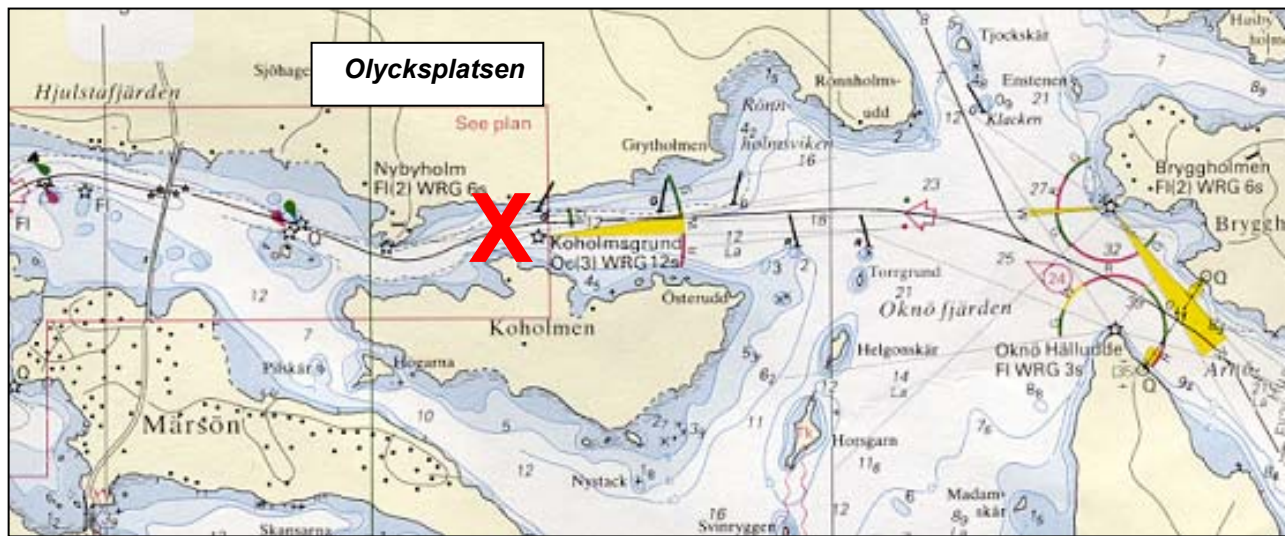


Fig. 2 Utdrag från svenskt sjökort 113

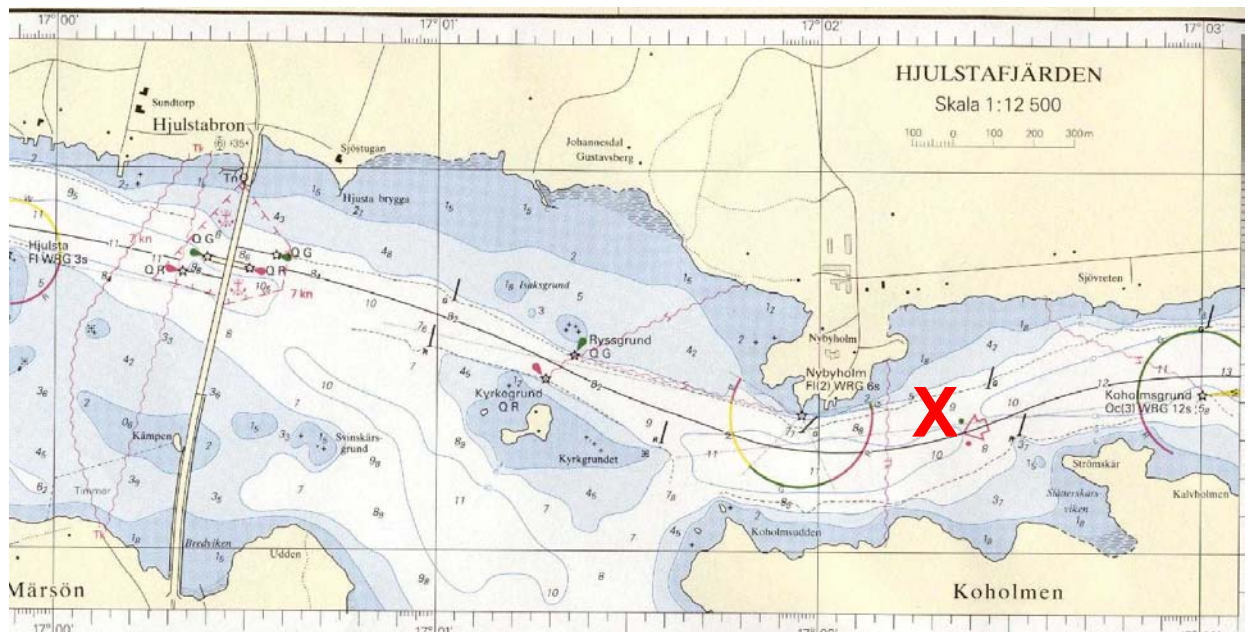


Fig. 3 Utdrag från svenskt sjökort 113, special över Hjulstafjärden

### 1.8.2 *Fart under normalpassage*

För passagen förbi Hjulstabron finns fartrestriktionen 7 knop. I grundstötningssområdet finns ingen fartrestriktion men det är i detta farledsavsnitt som farten successivt reduceras inför den kommande bropassagen.

SHK har insamlat följande bakgrundsfakta angående normal fart i det aktuella farledsavsnittet för ett s.k. 7 metersfartyg.

Tabell 2. Normalfart under passage

<i>Position</i>	<i>Fart</i>	<i>Kommentar</i>
Till Oknö Hälludde	Full fart	Rapport till VTS via VHF Rapport till Hjulstabron via VHF
Tvärs Helgonskär/Torrgrund		Fartreduktion påbörjas
Passage Koholmsgrund	Max 8–9 knop Normal 7–8 knop	
Nybyholm mellersta, gröna pricken	7–9 knop	8- minuters notis till Hjulstabron via VHF
Passage Nybyholm	7–8 knop	
Bropassage	7 knop	Normalt kör ingen saktare, 35 m brobredd
Efter Hjulstabron	9 knop	
Agne udde	6–7 knop	Risk för ökat djupgående pga. gir

Det har vidare framkommit att 7 metersfartygen generellt framförs med farter mellan 7 och 8 knop över de större utbredda 7,6 metersområdena utan några som helst störningar. Man har varken noterat vibrationer eller tendenser till försämrade styregenskaper. Sådana fenomen uppträder ibland i dessa områden med mindre fartyg som framförs i högre farter än 7–8 knop. Vid Nybyholm hålls farten dock alltid ned p.g.a. den kommande bropassagen, oavsett fartygets storlek och djupgående.

### 1.8.3 *Sjökorten och Ufs notiser*

Vid kontroll av äldre svenska sjökort och djupdata från äldre sjömätningar i området kan man i bottenpografien se att en ås sträcker sig ut i farleden. Enligt uppgifter till SHK är det en moränås med stora stenblock. I ”sammansställd utvärderingskarta” (sifferkurvkarta) från sjömätning 1972 återfinns djup på 7,1 och 7,2 m i området mellan de dåvarande 7- och 8-meterskurvorna. Efter muddring 1986 sjömättes området endast genom ramning. Klarramning utfördes då till 7,6 m. Denna djupsiffra återfinns i sjökortet fram till och med sjökort rättat för Ufs 1991:11.

Nytt sjökort över området producerades 1991. I det nya sjökortet angavs djupkurvorna 3, 6 och 10 m. I tillägg till dessa djupkurvor finns ytterligare en kurva visande klarramat djup till 7,6 m. Dessutom finns enstaka djupsiffror i området som visar 8, 9 och 10 meters djup.

Djupsiffran 7,6 försvann således i det nyproducerade sjökortet eftersom detta sjökort åskådliggör 6- och 10 meterskurvan. Det nya sjökortet visar därför att djupet vid grundstötningssplatsen är mellan 6 och 10 m och dessutom klarramat till 7,6 m. Sjökortet ger emellertid ingen ytterligare information om bottenpografien mellan de angivna djupkurvorna.

M/T Nimbus grundkänning i området, den 31 maj 2002, kom till avdelningen Sjöfartsverket produktions kändedom den 27 juni 2002. Då sjökortsunderlaget för området kontrollerades fann man att området var klarerat till 7,6 m men att djupsiffran 9 var angiven i det aktuella sjökortet. Därför beslutades att utfärda en s.k. T-notis (tillfällig) i Ufs om att djupet i området är 7,6 m. Ufs-notis nr 2002:28/374 (T) utfärdades den 11 juli 2002.

Lotsarna i det aktuella trafikområdet blev informerade om denna Ufs-notis. Lotsen som lotsade Neptunus hade sett den aktuella Ufs-notisen.

På Neptunus används endast brittiska sjökort. Nämda Ufs-notis publicerades i brittiska NtM (Notice to Mariners) först den 12 september och fanns därmed inte på fartyget vid olyckstillfället.

Efter Neptunus grundstötning den 14 september minskades leddjupgåendet i farleden till 6,8 m. Sjöfarten informerades genom Ufs-notis 2002:40/554 (T) som utkom den 3 oktober.

Därefter har Sjöfartsverket informerat sjöfarten angående djupuppgifterna för det aktuella området genom ytterligare Ufs-notiser.

Den 21 november 2002 gav Sjöfartsverket ut Ufs nr 2002:47/671 som anger att leddjupgåendet för huvudfarlederna Södertälje–Västerås–Köping har fastställts till 6,8 m. Med denna Ufs notis drogs samtidigt två tidigare notiser in, Ufs nr 1998:02/102 om ökat leddjupgående, samt Ufs nr 2002:40554(T) notis om tillfälligt sänkt leddjupgående.

Genom Ufs nr 2002:48/685, som utkom 28 nov 2002, informerades sjöfarande att djupet 7,6 m har påträffats och skall införas i sjökortet på position N 56° 31,671 E 017° 02,276. Genom denna notis utgick den tillfälliga notisen Ufs nr 2002:28/374 (T).

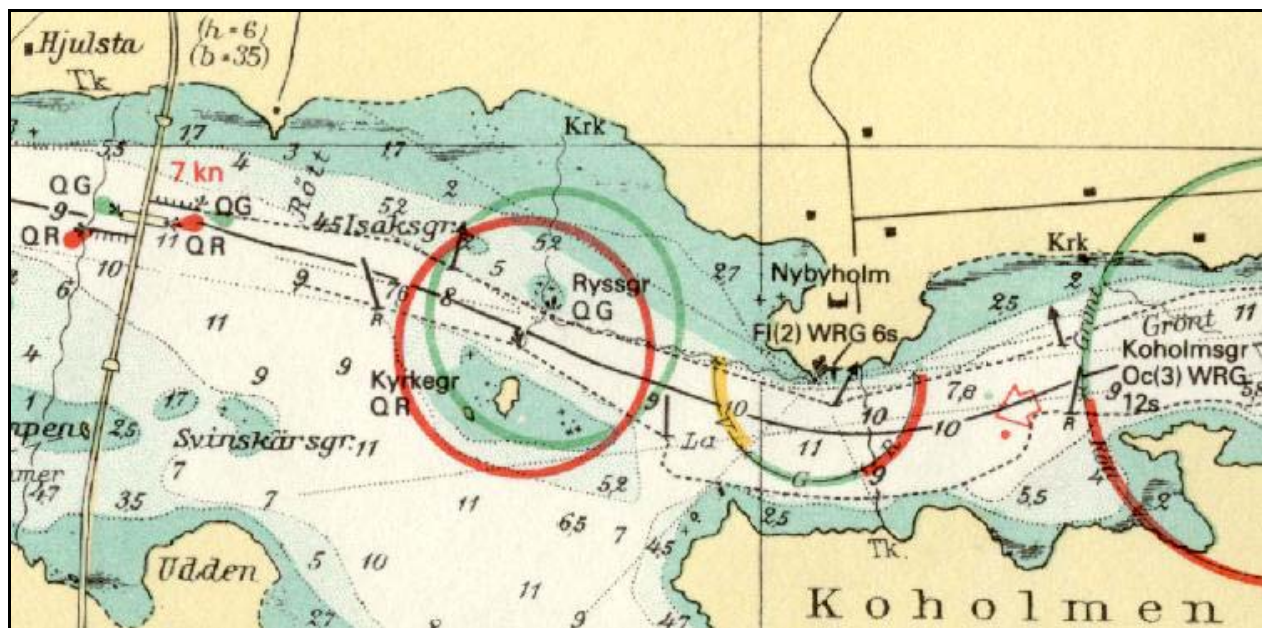


Fig. 4 Utdrag ur svenskt sjökort No 113, före år 1991

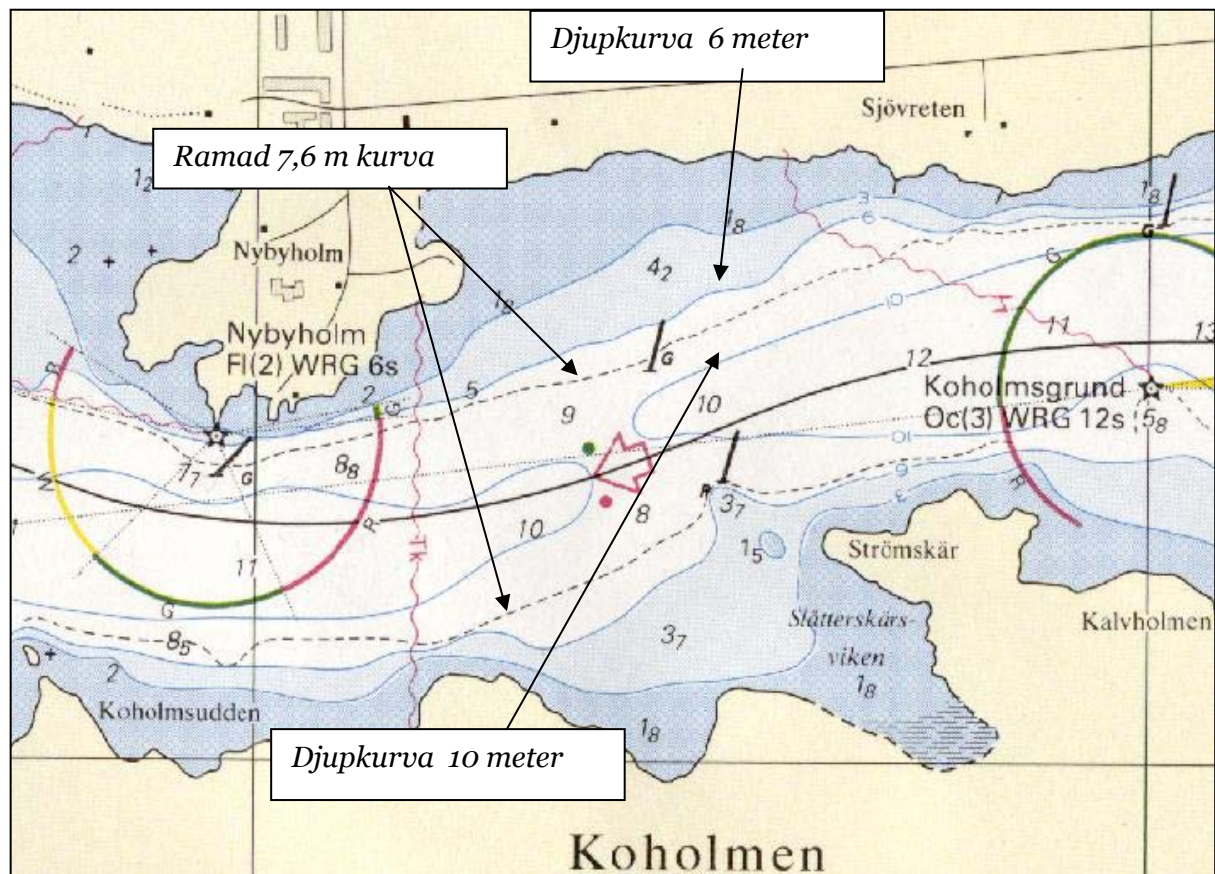


Fig. 5 Utdrag ur svenskt sjökort No 113, efter år 1991

#### 1.8.4 Sjömätningar i området

Den aktuella farleden muddrades till 7,6 m djup år 1986. Vid denna muddring tog man bort de grund på 7,1 m och 7,2 m som fanns i farleden. Efter muddringen klarramades leden till 7,6 m men lodades ej. Det var 1986 således klarlagt att djupet var minst 7,6 m i farleden. Bottentopografien var däremot inte helt klarlagd.

Efter Neptunus grundstötning beställdes omgående ny sjömätning i området. Sjömåtningsfartyget Nils Strömcrona anlände till området den 15 september kl. 20:00, dagen efter Neptunus grundstötning. Efter vattenståndsmätning genomfördes lodning med multibeam teknik. På kvällen den 16 september var det aktuella området lodat. Därefter gjordes en klarramning till 7,6 m utan att någon bottenkontakt erhöles. I ett mindre område runt grundstötningsplatsen genomfördes sedan en ny ramning med ramstocken sänkt till 7,7 m. Man fick då bottenkontakt på några ställen i området. Dykare skickades ned och fann en större sten, storlek ca 1m<sup>3</sup>, och några mindre stenar. Dykarna kunde ej filma p.g.a. den dåliga sikten. Stenarna togs upp. Den större stenen visade tydliga tecken på att ha varit till en del nedsjunken i lera. Den hade troligen stått upp ca 0,8 m över botten sedimentet. En av stenarna hade röd färg på toppen som stuckit upp ur sjöbotten. Neptunus hade dock en annan bottenfärg.

Efter det att stenarna tagits upp ramades området åter igen. Med ramstocken på 7,70 m fick man åter bottenkontakt på två ställen. Den ena av dessa platser klarramades sedan till 7,60 m och den andra till 7,65 m utan bottenkontakt.



Med underlag från de nya sjömätningarna färdigställde Sjöfartsverket en "specialkarta" som visade djupet i det aktuella farledsavsnittet. Specialkartan distribuerades bl.a. till lotsarna i trafikområdet.



Fig. 6 Fotografi på de stenar som togs upp från havsbotten

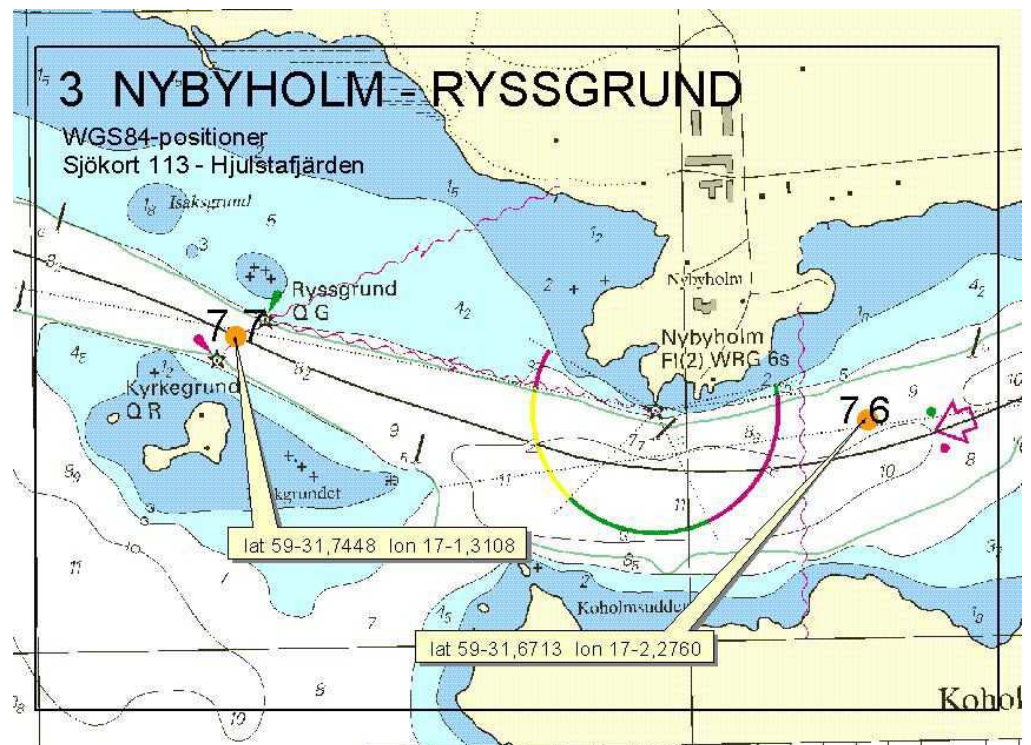


Fig. 7 Specialkartan

## 1.9 Fartygets lastkondition, djupgående m.m.

### 1.9.1 Fartygets lastkondition och flytlägen

Rederiet har presenterat de lastkonditioner som matats in på fartygets lastdator och där fartygets flytlägen beräknats. De är daterade den 16 september, dvs. två dagar efter grundstötningen.

Konditionerna avser följande tillfällen:

1. Vid avgång från lastningshamn Muuga
2. Efter sluttömning av ballasttankar
3. Efter grundstötningen

Konditionerna avser fartyget i färskvatten med densitet 1,0 ton/kubikmeter och med lastintag 6372 ton olja. Enligt BEF är vattnets densitet i Muuga 1,004 ton per kubikmeter, d.v.s. bräckvatten. Detta innebär att på full last kommer fartyget att sjunka ner cirka 3 cm vid ingången i färskvatten.

Kondition 1 visar att fartyget vid avgång från Muuga skulle ha haft medeldjupgående 7,04 m i färskvatten med 5 cm förligt trim. Före avgång från Muuga avlästes från kaj ett medeldjupgående om 7,04 m med 7 centimeters förligt trim. Med hänsyn till skillnaden i vattnets densitet skulle det betyda 7,07 meters medeldjupgående vid ankomst till Södertälje.

ÖST blev enligt egen utsago överraskad av det stora djupgåendet och ansåg att det till större delen torde ha berott på att man fått last med högre densitet än avlastaren uppgivit. Det blev därmed nödvändigt att länsa ut ballastvatten under resan till Södertälje.

Efter sluttömning av ballasttankarna då man minskat ballastmängden från 236 till 163 ton skulle medeldjupgåendet enligt beräkningen i kondition 2 minska till 6,99 m i färskvatten. Djupgåendet för- respektive akterut skulle vara 7,0 och 6,97 m. Enligt ÖST utfördes sluttömning av ballast under överseglingen från Muuga till Södertälje men någon kontroll av effekten på djupgåendet kunde naturligtvis inte göras under resan.

Enligt ÖST fanns inte möjlighet att justera flytläget genom ballastpumpning efter ankomst till Södertälje. Detta berodde på att pumparna inte kunde nå mer av ballastvattnet i tankarna.

Under resan över Östersjön förbrukades enligt ÖST c:a 12 ton bunkerolja från tankarna i fartygets akterskepp. Effekten av detta redovisas inte i de presenterade lastkonditionerna.

### 1.9.2 Ändring av fartygets flytläge under framfart – squat

Följande är ett försök att beskriva fenomenet squat och därefter redogöra för metoder att beräkna dess inverkan på ett fartyg.

När ett fartyg ligger stilla i lugnt vatten kommer det att inta ett stabilt jämviktsläge med en horisontell gräns, lugnvattenlinje, mellan vattnet och luften utanför fartyget. Vattentrycket mot fartygets undervattensskropp verkar i varje punkt vinkelrätt mot skrovets yta och är direkt proportionellt mot det vertikala avståndet mellan vattenytan och punkten. Vid vattenytan är vattentrycket således noll. Högsta trycket verkar mot fartygets djupaste punkt. Summan av vattentryckets vertikala komponenter är lika stor som fartygets tyngd.

När fartyget rör sig framåt tvingas det omgivande vattnet att strömma runt fartygsskrovet.

Vattnet närmast framför stäven strömmar dels åt sidorna, dels ner under fören och vidare akteröver under fartygets botten. Vattnet i olika skikt nära

och längre bort från skrovet strömmar olika fort. Långt bort från fartyget blir vattnet alltmer ostört och strömmar långsammare.

När vattnet strömmar runt skrovet omfördelas trycket på skrovet jämfört med när fartyget ligger stilla. Mot vissa skrovpartier uppstår övertryck medan andra får undertryck, allt jämfört med fallet där fartyget ligger stilla.

Den ändrade tryckfördelningen runt skrovet skapar flera fenomen. Dels uppstår vågbildning på vattenytan med bogvågor som utgår från fartygets bogar och häckvågor som skapas runt fartygets akter, dels påverkar det dynamiska trycket fartygets flytläge.

I det följande diskuteras inte vågbildning utan enbart flytläge.

För konventionella handelsfartyg med ganska fylliga skrov och måttlig fart uppstår normalt ett undertryck under fartygets botten. Oftast blir undertrycket större i fören än i aktern. Fartyget sjunker då ner jämfört med läget i stillaliggande och fören sjunker vanligen mer än aktern.

Det är denna nedsjunkning som i dagligt tal kallas "squat". Fenomenet uppstår alltså så snart fartyget rör sig framåt och graden av squat är starkt beroende av farten. Vid låg fart – en till ett par knop – är squaten knappast märkbar. Vid hög fart, 15–20 knop, kan nedsjunkningen vara i storleksordningen meter hos ett medelstort fartyg.

Nedsjunkningen ökar exponentiellt med farten. Exponenten är enligt olika forskare ca 2, alltså kvadraten på farten, eller högre.

Graden av squat och hur den påverkar flytläget påverkas förutom av farten också av många andra faktorer som: skrovets storlek, form och fyllighet, proportioner mellan längd, bredd och djupgående, vattendjupet på platsen och bredden av en kanal i förhållande till fartygets bredd.

Förhållandena är komplexa och forskningen har inte ännu kommit till ett stadium där man med säkerhet kan räkna ut squat för ett visst fartyg.

Man vet att squat ökar när klarningen mellan fartygets botten och sjöbotten minskar. Anledningen är att vattnet som strömmar nedåt framför fartygets bog måste öka farten akteröver när det kommer ned under fartygets botten och därvid uppstår ett dynamiskt undertryck som "suger ner" skrovet. Ett liknande fenomen uppstår i kanaler där vattnet som tvingas in mellan fartygets sidor och kanalens väggar måste öka farten akteröver. Här kan fartyget på samma sätt sugas in mot den ena kanalväggen.

Vid anläggning av hamnar och kanaler har det funnits anledning att uppmärksamma effekterna av squat och s.k. bankeffekt. Detta har bidragit till att forskning inom området har fått stöd.

### ***Teorier och beräkningsmetoder för squat***

Fenomenet squat har undersökts av flera forskare. En god sammanställning av kunskapsläget på området har publicerats av PIANC -AIPCN, en sammanlutning av internationella hamn- och kanalkonstruktörer.

De flesta beräkningsmodeller utgörs av semi-empiriska formler där några hunnit bli bättre undersökta och jämförda mot resultat från modellförsök och i några fall fullskaleprov.

SHK har använt fem av metoderna och beräknat squat för Neptunus vid händelsen.

### ***Resultat***

I diagrammet (bilaga 1) visas squat för Neptunus som funktion av farten. Djupet på platsen är satt till 7,6 m och djupgåendet till 7,0 m. Den nominella bottenklarningen vid stillaliggande är alltså 60 cm.

Man noterar att de fem metoderna ger väsentligt olika resultat. Fartberoendet har samma tendens i alla metoderna, men vid farter över 8–9 knop ger Römisch väsentligt högre exponentiell ökning av squat än övriga.

Enligt SHK:s beräkning blir fartygets squat mellan 40 och 70 cm i fartområdet 8–9 knop.

Beräkningsmetoderna förutsätter jämn botten, vilket inte var fallet på olycksplatsen. Teorierna indikerar att stigande botten resulterar i kraftigare squat men sambandet är inte bekräftat genom mätningar. Även utan denna förstärkning är beräknad squat för Neptunus av sådan storlek att den ensam närmast raderar ut bottenklarningen.

### **1.9.3 Inverkan av slagsida**

Neptunus är 17,0 m bred, varav flatbottens bredd utgör ca 15,5 m.

Fartygen lastas för att segla i upprätt läge, men det är inte ovanligt med en lätt slagsida efter lastning och det är inte alldeles lätt att kontrollera krängningsläget. En slagsida om en halv grad går knappt att notera när man är ombord. Den resulterar dock i att flatbottens sida kommer att ligga cirka 7 cm djupare än i centerlinjen.

En slagsida av denna storlek kan uppkomma under förflyttning av last eller ballast, vid en häftig rodermanöver under fart och vid kraftig vind från sidan på fartyg med hög överbyggnad.

Kraftigare krängning uppkommer vid tvära girar även vid måttlig fart.

Den skada som uppkom på fartyget ligger nära centerlinjen i fartygets botten. En eventuell slagsida skulle därmed ha haft liten inverkan på djupgåendet över hindret.

### **1.9.4 Böjning av skrovbalken – sagging eller hogging**

Beroende på hur lasten fördelas i skrovet kommer det att böjas så att skrovet hänger ner på mitten – sagging – eller så kommer skrovets ändrar att hänga ner – hogging.

Ett fullastat tankfartyg böjs normalt i sagging. Om lasten är koncentrerad till skrovets mitt kan nedböjningen bli avsevärd. För ett konventionellt tankfartyg som är 100 m långt och som lastats i maximal sagging kan det handla om flera dm.

Enligt beräkningarna från Neptunus lastdator för den aktuella resan, böjdes fartyget i sagging med som mest cirka 14 procent av största tillåtna böjmoment. Nedböjningen på mitten borde därmed ha varit måttlig, ett par centimeter.

## **1.10 Vattenståndet**

### **1.10.1 Mälarens vattennivå**

Mälarens tillflöden kommer från många små och medelstora åar och bäckar som samlar upp regnvatten från hela Mälardalen och en stor del av Svealand. Utflöden är strömmarna i Stockholm och Karl-Johanslussen i Stockholm samt slussarna i Hammarbyleden och Södertälje kanal.

Efter snösmältningen på våren har sjön vanligen hög nivå. Under torrperioder sjunker nivån gradvis genom att vatten hela tiden släpps ut genom slussarna. Dessutom sänks nivån genom avdunstning.

Säsongsvariationen i vattenståndet är normalt 50–70 cm från högsta till lägsta dygnsvärde under året.

Enligt lag regleras sjöns vattennivå för att motverka att nivån blir för hög eller låg. Tillsynsmyndighet är SMHI. Vid extremt låg vattennivå stängs

utloppen vid strömmarna på båda sidor om Helgeandsholmen. Dock får slussningar fortfarande utföras.

### **1.10.2 Vattenståndsmärken och sjökortsreferens**

Mälaren med omland är utsatt för landhöjning men detta påverkar inte Mälarens vattennivå eftersom hela Mälardalen höjs med cirka 40 cm på hundra år. Dock är landhöjningen inte helt jämn över området. Så till exempel skiljer sig landhöjningen mellan Stockholm och Västerås med ungefär 3 cm per hundra år.

Som nivåreferenser finns ett antal vattenståndsmärken etablerade på olika platser i Mälaren. Några viktiga platser har fått vattenståndsmärken i modern tid och dessa är relaterade till Lantmäteriets höjdsystem RH70 och RH00. De för sjömätningen i Mälaren viktigaste vattenståndsmärkena är Södertälje Övre, Hjulstabron, Västerås hamn, Köpings hamn och Hammarbyslussen. Dessa märken är inhuggna i fasta konstruktioner som följer rörelserna i jordskorpan. De är noggrant inmätta i förhållande till rikets höjdnät RH70 och RH00.

För sjömätning i Mälaren används slusströskeln i Karl-Johanslussen i Stockholm som referens. Tröskeln är en bergfast konstruktion och nivån 410 cm över tröskeln utgör sjökortsreferens. Sjökortets djupuppgifter refererar till denna nivå.

### **1.10.3 Mätning av vattenstånd**

Intill vattenståndsmärkena har man satt upp skalor med noll-nivån på samma höjd som sjökortsreferensen, alltså 410 cm över tröskeln i Karl-Johanslussen. På flera stationer sitter s.k. ViVa-mätare som kontinuerligt mäter vattenståndet som fjärravläses.

ViVa-mätarna kalibreras med vissa intervall genom samtidig avläsning av den fasta skalan och mätaren. Vid en sådan kalibrering den 20 september 2002 fann man att ViVa-mätaren vid Hjulstabron visade 19 cm för hög nivå.

### **1.10.4 Vattenståndet enligt SMHI**

SMHI har sammanställt en tabell över vattenståndets variation i Mälaren under år 2002 (bilaga 2). SMHI är tillsynsmyndighet. Dagligen omkring kl. 08.00 avläses vattenståndet vid tre stationer: Stockholm–Hammarbyslussen, Södertälje Övre och Västerås hamn. Värdena i tabellen är medelvärdet av de tre avläsningarna.

Högsta vattenståndet inträffade under februari-mars med en gradvis sänkning under resten av året fram till oktober. I slutet av juli höjdes nivån temporärt på grund av någon veckas ymnigt regn. På grund av torra sjönk sedan sjöns nivå stadigt och referensnivån 410 cm över slusströskeln passerades omkring den 6 september. Den stabiliserades i slutet av oktober. Den låg då 16 cm under referensnivån.

Högsta nivån över slusströskeln var 451 cm i februari och lägsta nivån över slusströskeln var 394 cm i oktober. Vid tidpunkten för Neptunus grundstötning den 14 september anger tabellen 405 cm vilket är 5 cm under referensnivån.

### 1.10.5 Vattenståndet enligt diagram från Viva-mätare

SHK har studerat diagram från ViVa-mätarna vid stationerna Hjulstabron, Kvicksundsbron, Västerås hamn och Södertälje. Diagrammen omfattar perioden 20 augusti–20 september 2002 och innehåller alltså dagen för grundstötningen. Under varje dygn görs flera avläsningar och därmed framgår variationer under dygnet.

På alla stationerna sjönk vattennivån gradvis under perioden med cirka 10 cm, vilket bl.a. berodde på den rådande torkan.

Enligt diagrammen var medelvärden under dygnet den 14 september, dagen för grundstötningen:

Station	Nivå relativt sjökortsreferens, cm
Södertälje Övre	–0 (alt +4 under inverkan av vind)
Hjulstabron	–7 (korrigerat)
Kvicksundsbron	–13
Västerås hamn	–8

Värdena skiljer sig betydligt sinsemellan trots att mätarna vid Kvicksundsbron och Västerås hamn kalibrerades mot vattenståndsskalan en vecka före händelsen.

Andra diagram från Sjöfartsverket visar mätvärden från alla fem stationerna inklusive Hammarbyslussen och deras variationer under dagen den 14 september. SHK noterar att nivåsvängningarna är betydligt större vid Södertälje och Hammarbyslussen än vid de övriga tre där det inte finns slussar.

Enligt uppgift från CTO (chefen för trafikområdet) är man medveten om att vattenståndsmätningen vid Södertälje Övre påverkas kraftigt dels av slussningarna och dels av nordlig vind. Emellertid gör man ingenting för att korrigera eller utjämna värdena mellan avläsningarna utan läser momentvärden.

I diagrammen från Kvicksundsbron och Västerås finns två tydliga sänkningar av vattenståndet den 30 och 31 augusti 2002. SMHI förklarar dem med en lokal front som passerade.

### 1.10.6 Hur VTS bestämmer vattenståndet

Efter grundstötningen minskades leddjupgående från 7,0 till 6,8 m. Vid lägre vattenstånd än referensnivån 410 cm ska fartygets djupgående reduceras med motsvarande antal cm.

SHK har fått följande uppgifter från Mälarens trafikområde om hur VTS-Södertälje bestämmer vattenståndet. Rutinen har ändrats efter Neptunus grundstötning.

#### **Rutiner för bestämning av vattenståndet före grundstötningen**

Före grundstötningen litade man någorlunda på Viva-mätarna och gjorde de flesta avläsningarna på dem.

Vid VTS-Södertälje läste man vid varje vaktskifte av vattenståndet i Södertälje på saltsjösidan och Mälarsidan. Vaktskifte sker kl. 06, kl. 15, och kl. 22.

Värdena antecknades på en tavla i VTS-centralen. Vid nästa avläsning raderades de föregående siffrorna och de nya skrevs dit. Således hade man inga värden sparade från dagens början.

Varje morgon strax efter 06.00 ringde Stockholms hamn upp och meddelade vattenståndet vid Hammarby-slussen på Mälarsidan och i Västerås

hamn. Dessa uppgifter sparades på en datafil hos VTS-Södertälje. Dessa värden var de som Stockholms hamn också rapporterade in till SMHI för deras uppföljning av Mälarens nivå.

VTS-Södertälje hade möjlighet att ringa upp Viva-mätarna vid Hjulstabron och Kvicksundsbron och få aktuell nivå. Hur ofta detta gjordes är inte känt.

### ***Den 14 september – dagen för händelsen***

Samma rutin följdes som ovan

Kl. 06.00 rapporterade Stockholms Hamn att nivån var:

Hammarbyslussen -2 cm

Västerås hamn -9 cm

Morgonens vattenstånd vid Södertälje Övre förlorades eftersom det raderades vid vaktavlösningen ca kl. 14.30.

Nivån kl. 14.30 var +1 cm, och detta värde fanns kvar på tavlan och sparades efter lotsens telefonsignal kl. 19 om grundstötningen.

Mellan kl. 19.00 och 19.30 avläste VTS-Södertälje Vivamätarna:

Södertälje Övre +6 cm

Hjulstabron +14 cm

Västerås hamn -6 cm

Senare befanns det att Hjulstabrons mätare visade 19 cm för högt värde och att den visat fel i flera veckor. Vattenståndet vid Hjulstabron torde alltså ha varit  $14 - 19 = -5$  cm.

Vidare var det frisk nordlig vind under dagen och det är känt att vatten då trycks ner i den långa viken till Södertälje varvid nivån stiger norr om slussen.

Huruvida man läste av mätaren vid Kvicksundsbron har inte gått att klarlägga.

### ***Rutinerna efter grundstötningen den 14 september:***

Tre stationer läses samtidigt av VTS-Södertälje: Södertälje Övre, Kvicksundsbron och Västerås hamn. Detta sker vid varje vaktskifte.

Värdena sparas i datafil i en månad.

Det lägsta av värdena läggs till grund för vilket djupgående som fartyget får ha för inträde i Mälaren.

#### **1.10.7 Lokala variationer i vattenstånd**

SHK har tagit del av diagram från fjärravlästa mätare från flera stationer i Mälaren. Där framgår att under perioder där flera mätare visar närmast konstanta värden eller långsamt varierande vattenstånd finns på andra stationer kraftiga variationer.

Ett exempel är 30–31 augusti 2002 då mätaren vid Kvicksundsbron visade en sänkning med 8 och 9 cm från en varaktig nivå. Samma depressioner syns på diagrammet från Västerås och kan anas på diagrammet från Hjulstabron.

SMHI förklarar detta med att en kraftig, lokal front passerade den 31 augusti.

Flera exempel finns i diagrammen på att vattenståndet lokalt kan variera under ett dygn med 7–8 cm upp eller ner kring ett medelvärde.

Ett fartyg på resa längs leden kan alltså möta en sådan lokal höjd eller sänka i vattennivån och om det är en sänka kan den under olyckliga omständigheter sammanfalla med fartygets passage av ett grundare avsnitt av leden.

### 1.11 Sjömätningss procedurer och noggrannhet

När ett område skall sjömätas inleds arbetet med att sjömätarna etablerar en egen vattenståndsmätare. Kalibreringen av den egna vattenståndsmätaren görs vanligen mot vattenståndsmärken i närområdet. Som exempel på vattenståndsmärke kan nämnas att det vid Hjulstabron i Mälaren finns tre borrhål, varav det mellersta är lokal referens för Mälarens referensnivå.

Den egna vattenståndsmätaren kan ställas in för att mäta vattennivån kontinuerligt. Mätutrustningen är länkad till utrustning ombord på sjömätningss fartyget där förändringarna av vattenståndet registreras. Man kan dessutom få det aktuella vattenståndet uppläst på bryggan av en syntetisk röst med det intervall som man har ställt in på utrustningen, t.ex. var 15:e minut. Besättningen på sjömätningss fartygets brygga får därmed regelbundet information om aktuellt vattenstånd från sin egen etablerade mätare.

Sjömätning genomförs idag med ekolod genom multibeamteknik eller ramning.

Ramning är den mest tidskrävande metoden och används därför normalt bara vid uppdrag i förhållandevis grunda områden. Vid ramning klarlägger man vilket det minsta djupet är i området. Ramning ger ingen information om djupuppgifter som är större än ramstockens inställda djup. Man får alltså ingen bild av bottenpografin genom ramning.

Genom multibeam lodningar erhålls djup samt uppgifter om bottenpografin.

Då sjömätningss fartyget använder multibeamutrustning korrigeras de erhållna lodningarna för förändringar av vattenståndet då slutlig data sammanställs.

Vid ramning justeras ramstockens djup efter förändringar i vattenståndet. Detta innebär att då en klarramning för 7,7 m skall göras och vattenståndet är + 0,1 m så ställs ramstocken in på 7,8 m. Om vattenståndet under sjömätningss proceduren återgår till medelvattennivå justeras ramstocken för detta och ställs sålunda in på 7,7 m.

Sjömätningens noggrannhet påverkas av flera olika omständigheter. Några bidragande felkällor omnämns kortfattat nedan:

- Fel i det ursprungliga vattenståndsmärket
- Felaktig avläsning vid vattenståndsmätningen på grund av vågor
- Felaktig inställning av sjömätarnas egna mätare
- Fel på grund av ramstockens upphängningsmekanism. Vid framfart med sjömätningss fartyget kan ramstockens wiresystem töjas
- Lång ramstock, 30 m, kan svaja
- Ramstocken kan ge olika kraftiga utslag vid bottenträff mot hård respektive mjuk botten
- Vattenmassans skiktningar, förändringar av salinitet och temperatur påverkar vid ekolodsmätningar
- Havsbottens beskaffenhet, t.ex. lera, klippbotten, sjögräs, påverkar vid ekolodsmätningar

Det finns således många orsaker till felaktigheter vid sjömätning. Det kan konstateras att sjömätning ej ger några helt exakta resultat, de uppmätta



djupuppgifterna har en feltolerans. Enligt uppgifter till SHK kan man anse att den generella noggrannheten vid sjömätning i skyddade vatten som Mälaren vid ramning är  $\pm 5$  till 10 cm och vid lodning 20–30 cm.

## 1.12 Särskild undersökning

### 1.12.1 Avläsning av djupgående vid slussning i Södertälje

Då ett fartyg går in i en sluss skall en vattenmassa motsvarande fartygets displacement samtidigt pressas ut ur slussen, under och vid sidan av fartyget. Ett fartyg av Neptunus storlek deplaceras ca 9500 m<sup>3</sup>, medan ett fartyg med maximala mått kan deplacera nästan 13 000 m<sup>3</sup>. Det är således denna vattenmassa som ska passera ut ur slussen samtidigt som fartyget går in i slussen. Det tar tid för vattnet att rinna ut. Det bildas en vattenkudde för om fartyget som bromsar fartygets framfart in i slussen. Ett stort fartyg stoppar nästan helt upp på grund av vattenkudden trots att propellern går för framfart. Då vattenmassan inne i slussen för om fartyget hunnit sjunka undan och runnit ut ur slussen, kan fartyget med låg fart pressa sig vidare in i slussen.

SHK har granskat hur vattenmassans rörelse ut ur Södertälje sluss påverkar ett fartygs djupgående under den tid fartyget långsamt är på väg in i slussen.

I den studie som gjordes på ett motsvarande max – fartyg ändrades djupgåendet under inpassagen i slussen. Då fartyget slutligen låg stilla och förtöjt inne i slussen, med stängda slussportar, var fartygets djupgående i fören 6,78 m.

Tabell 3. Vattenytans variation runt förskeppet under slussningen

<i>Position</i>	<i>Fart</i>	<i>Djupgående förut</i>	<i>Kommentar</i>
Ca 30 m söder om slussen	ca 2 knop	6,88 m	Fartyget på saltvattensidan
Fören innanför slussportarna	ca 1,5 knop	7,00 m	
Halva fartyget innanför slussportarna	stillaliggande	6,75 m	Under tiden som farten sjunker minskar djupgåendet förut successivt
Förtöjda i slussen	stillaliggande	6,78 m	Slussportarna stängda
Fartyget lämnar slussen	ca 0,5 knop	6,75–6,78 m	Då framfarten åter börjar ökar djupgåendet sakta

Det kan således konstateras att det avlästa djupgåendet förut varierade med 22 cm under tidsförloppet från det att fartygets förskepp kom innanför slussportarna till dess att fartyget låg förtöjt med stängda slussportar.

Det största djupgåendet, 7,00 m avlästes då förskeppet precis kommit in i slussen. Fartyget gjorde då framfart och vattenmassan i slussen pressades ut ur slussen runt fartygsskrovet.

Det minsta djupgåendet, 6,75 m, avlästes då fartygets framfart bromsats upp till stillaliggande på grund av "vattenkudden". Detta djupgående var t.o.m. mindre än det slutliga.

Det kan vidare konstateras att då fartyget lämnade slussen med sakta framfart ökade det avlästa djupgåendet förut nästan omgående med cirka 2 cm.

### 1.12.2 *Variationer i vattenståndet i Södertälje*

SHK har iakttagit variationer i vattenståndet vid vattenståndsmätaren på Mälarsidan av Södertälje sluss, Södertälje Övre. Det kunde konstateras att vattenståndet inom en tidsperiod på 10 minuter varierade cirka 14 cm, från högsta till lägsta värde.

Under observationstillfället förekom ingen fartygstrafik och inga slussningar. Slussportarna var hela tiden stängda.

### 1.13 **Övrigt**

Den 31 maj år 2002 hade Neptunus systerfartyg Nimbus, som också hade dispens för 7,0 m djupgående, en misstänkt grundkänning på samma plats som Neptunus. Händelsen föranledde inte någon utredningsrapport från Sjöfartsverket.

#### ***Kort sammanfattning:***

Nimbus var den 31 maj 2002 på resa med full last av olja destinerad till Västerås.

Vid passage av Nybyholm kände man ombord en ”pendlande rörelse i akterskeppet”. Effekten var kortvarig och ingenting mer hände.

Lotsen lämnade in en avvikelserapport som kom till Sjöfartsinspektionen i Norrköping den 6 juni tillsammans med rapport från rederiet om en dykinspektion utförd i Oskarshamn. Dykaren gav där mått på ett par intryckningar i botten, som han ansåg vara nya.

Eftersom avvikelserapporten från lotsen nämnde att man inte varit säkra på att det varit grundkänning lade Sjöfartsinspektionen rapporten åt sidan i avvaktan på att rederiet skulle komma in med rapport om sjöolycka.

Den 27 juni fick sjöfartsverkets produktionsavdelning kännedom om händelsen efter information från Sjöfartsinspektionen. Produktionsavdelningen startade därefter undersökningar. Dessa ledde till att Sjöfartsverket den 11 juli gav ut Ufs-notis, nr 2002:28/374(T) om att sjökortets djupsiffra skulle ändras på platsen för händelsen.

Den 18 juli kom rapport om sjöolycka från rederiet till Sjöfartsinspektionen.

### 1.14 **Bestämmelser, rutiner m.m.**

#### 1.14.1 ***Bestämmelser för trafiken i Mälaren***

##### ***Sjöfs 2000:15***

Författningen reglerar Sjöfartsverkets tillhandahållande av lots. Vidare regleras i vilka fall befälhavaren är skyldig att anlita lots. I Mälaren gäller att befälhavare på fartyg vars dimensioner motsvarar eller överstiger vissa dimensioner (största längd 70,0 m, största bredd 14,0 m eller största tillåtna djupgående 4,5 m) är lotspliktiga. Dessutom gäller lotsplikt i vissa fall för fartyg med kemikalielast, oavsett dimensioner.

##### ***Sjöfs 1994:25***

För att skydda Mälarens vatten har Sjöfartsverket utfärdat föreskrifter ang. ”Åtgärder mot vattenförorening från fartyg som trafikerar Mälaren ....” Här ges vissa konstruktionsmässiga föreskrifter vad gäller fartygets last- och bunkertankar. Vidare ställs krav på viss dokumentation, bl. a. lastplan. Det

finns i författningen inga bestämmelser om fartygs djupgående, kontroll av djupgående eller rapportering av djupgående.

### ***Sjöfs 1994:7***

I denna författning föreskrivs vilka egenkontroller som ska genomföras på ett fartyg innan det får gå in i Mälaren. Här föreskrivs bl.a. att ett lotspliktigt fartyg tidigast 24 timmar före inpassage till Mälaren ska utföra vissa specificerade kontroller av sin tekniska utrustning. Kontrollen ska bl. a. omfatta fartygets system för manövrering, kommunikation, m.m. Protokoll från kontrollen ska lämnas till Sjöfartsverkets personal i samband med ingång i Mälaren. Om kontrollen visar brister får fartyget inte gå in i Mälaren förrän Sjöfartsverket givit tillstånd.

### ***Svensk Lots del II***

Mälarens farleder beskrivs i Svensk Lots del II. Här används om farleder begreppet "leddjupgående". I Svensk Lots del A förklaras begreppet. Det anges att när för en farled ett leddjupgående har angivits innebär detta inte en föreskrift om att större fartyg inte får trafikera farleden utan detta är formellt att betrakta som ett riktvärde. Samtidigt påpekas att det förhållandet att en farled åsatts ett leddjupgående inte innebär någon garanti för att ett fartyg med ett djupgående som ligger nära leddjupgåendet säkert kan framföras i farleden under alla omständigheter.

### ***Ufs och Cirkulär***

Löpande information om omständigheter som påverkar sjöfarten publiceras i "Underrättelser för sjöfarande" (Ufs). I samband med att Mälärleden förbättrades publicerades Ufs 1998:2/102. Där föreskrivs att befälhavaren på fartyg med större djupgående än 6,8 m som ska trafikera Mälärleden senast 48 timmar före passage av Södertälje kanal ska kontakta Sjöfartsverket och där erhålla information om gällande regler samt tillstånd att få trafikera Mälaren.

De "gällande regler" som åsyftas i ovanstående Ufs-notis är närmare preciserade i ett cirkulär 1997-12-23 till berörda kunder från Sjöfartsverket, Mälarens trafikområde. Reglerna omfattar bl. a.

1. anmälningsplikt enligt ovan
2. krav på modern navigationsutrustning, vridbara propellerblad samt bogpropeller
3. utökad lotsplikt
4. begränsning av trafiken nattetid

#### **1.14.2 Bestämmelser för trafiken i Södertälje kanal <sup>1</sup>**

### ***Sjöfs 1993:28***

I syfte att skydda kanal- och slussinstallationer har Sjöfartsverket utfärdat särskilda trafikföreskrifter för trafiken i Södertälje och Trollhätte kanal. Författningen innehåller bestämmelser om anmälningsplikt före passage, radiopassning, trafiksignaler etc. Det finns också bestämmelser om fartygs största längd, bredd och djupgående.

<sup>1</sup> Södertälje kanal har sin början vid den sydligaste dykdalben vid södra slussen på latitud N 59° 10,9' och slutar vid den nordligaste dykdalben på latitud N 59° 13,55'.

Av författningen framgår bl.a. att fartyg inte utan särskilt tillstånd får framföras i Södertälje kanal om det har:

- en större längd över allt än 124 m
- en större bredd än 18 m eller
- ett större djupgående än 6,50 m

Om fartygets bredd inte är större än 17 m får djupgåendet vara högst 6,80 m.

Av författningen framgår vidare att ett fartyg efter särskilt tillstånd av Sjöfartsverket kan få framföras i Södertälje kanal om det har:

- en största längd under vattenlinjen om 130 m
- en största längd över allt om 135 m
- en största bredd om 19 m eller
- ett största djupgående om 6,80 m

### ***Lokala Normer och Bestämmelser***

Stockholms sjötrafikområde hade vid tiden för olyckan, enligt uppgift till SHK, en intern lathund benämnd Lokala Normer och Bestämmelser. Lathunden var en sammanställning av dels föreskrifter, dels lokala regler och beslut, och dels allmän information för trafiken inom trafikområdet.

I Lokala Normer & Bestämmelser under flik 21, daterad 2002-04-18, finns de fartyg som då hade dispens för 7,0 m djupgående i Södertälje kanal och Mälaren uppräknade. Vid detta tillfälle fanns 10 fartyg angivna med dispens för 7,0 m djupgående, däribland Neptunus systerfartyg Nimbus.

#### ***1.14.3 Neptunus dispens***

I beslut 2002-09-11 medgavs Neptunus tillstånd till max 7,0 m djupgående i Södertälje kanal under förutsättning dels av att kraven i Sjöfs 1994:25 var uppfyllda och dels av att det vid aktuellt tillfälle skulle råda minst medelvat-tenstånd.

I beslutet uppmanas befälhavaren att i god tid kontrollera tendens till eventuella förändringar av vattenståndet dels på Mälarsidan och dels på saltsjösidan. Det upplyses också om att information om vattenståndet kunde erhållas från VTS Södertälje.

#### ***1.14.4 Rutiner för inpassage i Mälaren***

Enligt uppgifter till SHK tillämpas följande rutiner:

Det är befälhavaren som har ansvaret för fartygets djupgående vid ankomst till slussen i Södertälje. Praxis är att fartyget via VTS- Södertälje inhämtar information om aktuellt vattenstånd och tendens i ändringar. Därefter slutlastas fartyget med hänsyn till djupgåendet i färskvatten.

Ibland läser pågående lotsen av djupgåendet i slussen. VTS personalen ger endast information om den aktuella vattennivån.

Enligt uppgift från sjötrafikområdet lämnas inget tillstånd till ett fartyg för inpassage i Mälaren, utan endast information enligt ovan. SHK har inhämtat uppgifter om att CTO under vintern 2002–2003 beordrat fartyg att länsa ballast eller lätta ut last för att djupgåendet varit för stort.

Enligt de uppgifter som SHK har inhämtat råder oklarhet om det krävs och ges tillstånd för inpassage i Mälaren.

## 2 ANALYS

### 2.1 Bottenklarning

När Sjöfartsverket anlade Mälarden för 7,0 m leddjupgående accepterade man en klarning under fartygens botten om 60 cm. Djupet vid medelvattenstånd skulle alltså överallt vara minst 7,6 m. Därvid resonerade man om inverkan av squat och uppskattade den till 40 cm vid farten 8 knop över de grunda avsnitten.

I övrigt har SHK inte funnit material om andra överväganden som Sjöfartsverket kan ha gjort om effekter som kunde påverka den verkliga klarningen under fartygens botten vid framfart i leden.

### 2.2 Effekter som påverkar klarningen

Den faktiska klarningen kan reduceras av flera förhållanden, som behandlas i det följande:

- a Vattenståndet, generellt, i Mälaren
- b Lokala variationer i vattenståndet
- c Flytläge hos fartyget stillaliggande
- d Klarningen vid Mälarsans början
- e Squat m.m.
- f Noggrannheten i sjömätning

Till detta kommer osäkerheter när de olika komponenterna skall mätas och kontrolleras.

#### ***a. Vattenståndet, generellt i Mälaren***

Enligt SMHI: s tabell över dagsvärdena under år 2002, som SHK tagit del av, var Mälarens vattenstånd på morgonen den 14 september 5 cm under referensnivån.

Lotsen gav emellertid BEF kommentaren att nivån var över medelvatten. Han hade av VTS fått uppgiften om att vattenståndet var + 3 cm, vid 13-tiden.

Det var vid tillfället frisk nordlig vind. Det är känt att vatten då pressas ner i den långa viken till Södertälje, varvid nivån stiger norr om slussen. Sannolikt visade mätaren i Södertälje därmed för hög nivå.

#### ***b. Lokala variationer i vattenstånd***

SHK har tagit del av diagram från fjärravlästa mätare från flera stationer. Där framgår att under perioder där flera mätare visar närmast konstanta värden eller långsamt varierande vattenstånd finns på andra stationer kraftiga variationer.

Flera exempel finns i diagrammen på att vattenståndet lokalt kan variera under ett dygn med 7–8 cm upp eller ner kring ett medelvärde.

Ett fartyg på resa längs leden kan alltså möta en sådan lokal höjd eller sänka i vattennivån och om det är en sänka kan den under olyckliga omständigheter sammanfalla med fartygets passage av ett grundare avsnitt av leden.

Av de iakttagelse som SHK har gjort vid Södertälje Övre framgår att vattenståndsvariationerna kan vara stora och snabba. SHK ifrågasätter om Södertälje Övre är en lämplig station för att bestämma Mälarens vattenstånd.

### **c. Flytläge hos fartyget stillaliggande**

#### *Avläsning av djupgåendet*

De aktuella maxfartygen är moderna handelsfartyg med i de flesta fall plan botten och med stålskrov, som böjs under inverkan av lasten.

För att bestämma fartygets flytläge måste man mäta djupgåendet för och akter samt midskepps om styrbord och babord.

Enligt lotsens uppgifter avläste han djupgåendet vid fören och aktern. Han var medveten om att fartyget gjorde framfart och att avläsningen därmed kunde vara osäker.

SHK egen undersökning med ett likvärdigt fartyg visar att vattenytan kring stäven kortvarigt kan höjas upp emot 20 cm under ingång i slussen.

#### *Lastkonditionen*

Befälet kontrollerade inte resultatet av ballastlänsningen som gjordes under överresan till Södertälje. Vid beräkning av flytläget har ÖST inte tagit med effekten av den bunkerolja som förbrukades under resan över Östersjön, enligt uppgift ca 12 ton.

Bunkertankarna finns i akterskeppet och effekten av minskad mängd blir dels minskat medeldjupgående och dels ökat förligt trim, d.v.s. fören sjunker och aktern flyter upp.

SHK har gjort en överslagskalkyl som visar att effekten borde bli en ökning av djupgåendet förut med cirka 3 cm.

Eftersom man under överresan från Muuga till Södertälje hade pumpat ut all ballast som pumparna kunde komma åt, fanns inte mer att göra åt djupgåendet när man väl gått in i Mälaren.

Fartygets deformation – sagging/hogging – orsakad av lastens fördelning bedöms som liten och utan praktisk betydelse för djupgåendet.

Vid slussning i Södertälje hade Neptunus sannolikt ett något större djupgående i fören än 7,0 m.

### **d. Klarningen vid Mälaresans början**

När fartyget gick ut ur slussen och in i Mälaren hade hon en bottenklarning som var mindre än 60 cm. Orsaken var lågt vattenstånd med 5 cm och ett sannolikt något större djupgående i fören än 7,0 m.

### **e. Squat m.m.**

SHK:s undersökning visar att squateffekten vid farter i området 8–9 knop kan vara av storleken 40–70 cm för Neptunus vid aktuellt farledsdjup.

Även om kunskapen om squateffekten är ofullständig så visar tillgänglig kunskap att enbart effekten av squat kan reducera den faktiska bottenklarningen till noll.

Det ökade djupgående som en eventuell slagsida skulle medföra bedöms som utan betydelse vid händelsen. Inga kraftiga girar har företagits i samband med grundstötningen och vinden torde inte ha kunnat orsaka någon slagsida av betydelse.

### **f. Noggrannhet i sjömätningen**

Det kan konstateras att sjömätning ej ger några helt exakta resultat, de uppmätta djupuppgifterna har en feltolerans. Enligt uppgifter till SHK kan man anse att den generella noggrannheten vid sjömätning är  $\pm 5 - 10$  cm.

### **Sammanfattning**

Ovan har SHK behandlat ett antal förhållanden som kan reducera bottenklarningen. Främst utgörs de av squat och lokala variationer i vattenståndet under resan längs leden.

Emellertid beror den faktiska klarningen också på om kontroll och mätningar av alla de påverkande faktorerna utförs noggrant eller snarare hur stora osäkerheterna är och hur de hanteras i systemet.

Man kan sammanfatta i följande uppställning:

Squat, vid 8–9 knop	40–70 cm
Vattenstånd generellt	±5 cm
Vattenstånd, lokal variation	±7–8 cm
Flytläge stillaliggande	±10–15 cm
Sjömätning	±5–10 cm

Om man bortser från skillnaden i utfall mellan beräkningsmetoderna för squat och bara betraktar osäkerheter i de övriga fyra faktorerna som grupp kan man behandla dem enligt någon vedertagen metod för samverkan mellan slumpvis varierande förhållanden. Man kan då få en samlad osäkerhet eller variationsområde av ± 20 cm. Samverkande med squat om 40 cm, alltså det lägsta av de beräknade värdena, uttraderas den faktiska klarningen.

Det kan noteras att man i många hamnar accepterar ganska stora fartyg med cirka 60 cm eller två fots bottenklarning. Men det rör sig då om mycket väl mätta hamnbassänger eller kanaler där fartygen rör sig med låg fart, 2–3 knop och oftast med assistans av bogserbåtar.

Det står enligt SHK: s uppfattning klart att den ansatta nominella klarningen om 60 cm för fart i leden var tilltagen för låg.

### **2.3 Om stenar som sticker upp ur sjöbotten**

På olycksplatsen hittade dykarna flera stenar, som stack upp ur sjöbotten. En av dem som togs upp hade stuckit upp 0,8 m över bottenytan. Men ramningen som gjordes direkt efter grundstötningen visade att vattendjupet över deras toppar fortfarande var mer än 7,6 m.

Under diskussionen om varför stenarna syntes ha ”krupit upp” ur sjöbotten framfördes en teori att de kunde ha påverkats av de passerande fartygen. Förklaringen skulle vara att undertrycket som skapar squat och suger ner fartyget samtidigt verkar uppåt på stenarna som ligger inbäddade i bottensedimentet och suger dem uppåt. Under varje fartygspassage skulle de lyftas litet och bli alltmer frilagda.

En annan förklaring kan vara att stenarna ligger stilla och botten slammet runt dem spolats undan. När fartygen passerar tvingas vatten strömma med hög hastighet i det trånga utrymmet mellan fartygets botten och sjöbotten. Propellern suger till sig vatten under fartyget och spolar det med hög hastighet akteröver. Bottenslammet rörs upp och transporteras undan, varvid stenarna blir alltmer frilagda. Den här effekten borde kunna förklara de till synes uppstigande eller snarare uppstickande stenarna.

### **2.4 Slutsats**

Data från Neptunus elektroniska sjökortssystem visar att fartyget vid grundstötningen låg rätt i leden och gjorde ca 8,4 knop.

SHK har inte kunnat klarlägga hur djupt det var på platsen före grundstötningen. Området klarramades till 7,6 m senast 1986. Sedan denna ramning kan förändringar i bottenpogografien ha ägt rum. Teorin att fartygstrafiken skulle ha orsakat att större stenar sugits upp ur bottensedimentet bedöms som mindre sannolik. Två dagar efter grundstötningen klarramades området ånyo till 7,6 m. Detta visar inte entydigt att vattendjupet vid grundstötningen var större än 7,6 m. Fartyget kan vid grundstötningen ha tryckt ned en sten i bottensedimentet.

Mycket talar för att fartyget gick in i Mälaren med ett större djupgående i fören än 7,0 m. Dessutom var vattenståndet vid aktuell tidpunkt under referensnivån (-5 cm). Detta sammantaget med det förhållandet att den ansatta nominella klarningen om 60 cm för fart i leden var för lågt tilltagen, är enligt SHK:s mening, en trolig förklaring till grundstötningen.

## 2.5 Övrigt

Bland de bestämmelser som reglerar trafiken i Södertälje kanal och Mälarleden har SHK endast kunnat finna föreskrifter om fartygs största längd, bredd och djupgående vad gäller trafik i Södertälje kanal (Sjöfs 1993:28). Vad avser trafiken i Mälarleden är det fartygets befälhavare som har att bedöma om fartygets djupgående m.m. är förenligt med leden, aktuellt vattenstånd, väder och andra omständigheter.

Eftersom fartyg som trafikerar Mälarleden i de flesta fall har passerat Södertälje kanal blir i praktiken en begränsning av maximalt djupgående i kanalen också ofta en begränsning av djupgåendet i Mälarleden.

Detta tycks ha lett till att tillståndet att passera kanalen med visst djupgående ofta uppfattas som ett tillstånd att trafikera Mälarleden med detta djupgående.

Vid intervjuer har vid flera tillfällen nämnts att tillstånd ges. Även i vissa publikationer anges ordet tillstånd (Ufs 1998:2/102). Likaså tycks den dispens som kan medges för visst djupgående i Södertälje kanal ha uppfattas som en dispens för visst djupgående i Mälaren. När det gäller det sistnämnda återfinns en sådan beteckning i "Lokala Normer & bestämmelser nr 21" där rubriken är "Dispens för 7,0 m djupg. i Södertälje kanal och Mälaren". SHK har endast kunnat finna att dispens gäller för Södertälje kanal.

## 3 UTLÅTANDE

### 3.1 Undersökningsresultat

- a) Fartyget var i sjövärdigt skick och behörigen bemannat
- b) Fartyget hade sannolikt ett större djupgående i fören än 7,0 m när hon gick in i Mälaren
- c) Vattenståndet var lägre än referensnivån
- d) Det fanns inte fartbegränsningar i det aktuella avsnittet av Mälaren
- e) Avläsning av fartygets flytläge gjordes i Södertälje sluss i fören och i aktern under inslussning
- f) Den, vid bestämmande av leddjupgåendet, ansatta nominella klarningen om 60 cm mellan ett fartygs botten och sjöbotten är otillräcklig



### 3.2 Orsaker till olyckan

Bidragande orsaker till olyckan är följande:

- Fartygets djupgående i fören var sannolikt större än 7,0 m
- Vattenståndet var lägre än referensnivån
- Det saknades fartbegränsningar i det aktuella avsnittet av Mälärleden
- Den ansatta nominella klarningen om 60 cm mellan fartygets botten och sjöbotten är otillräcklig.

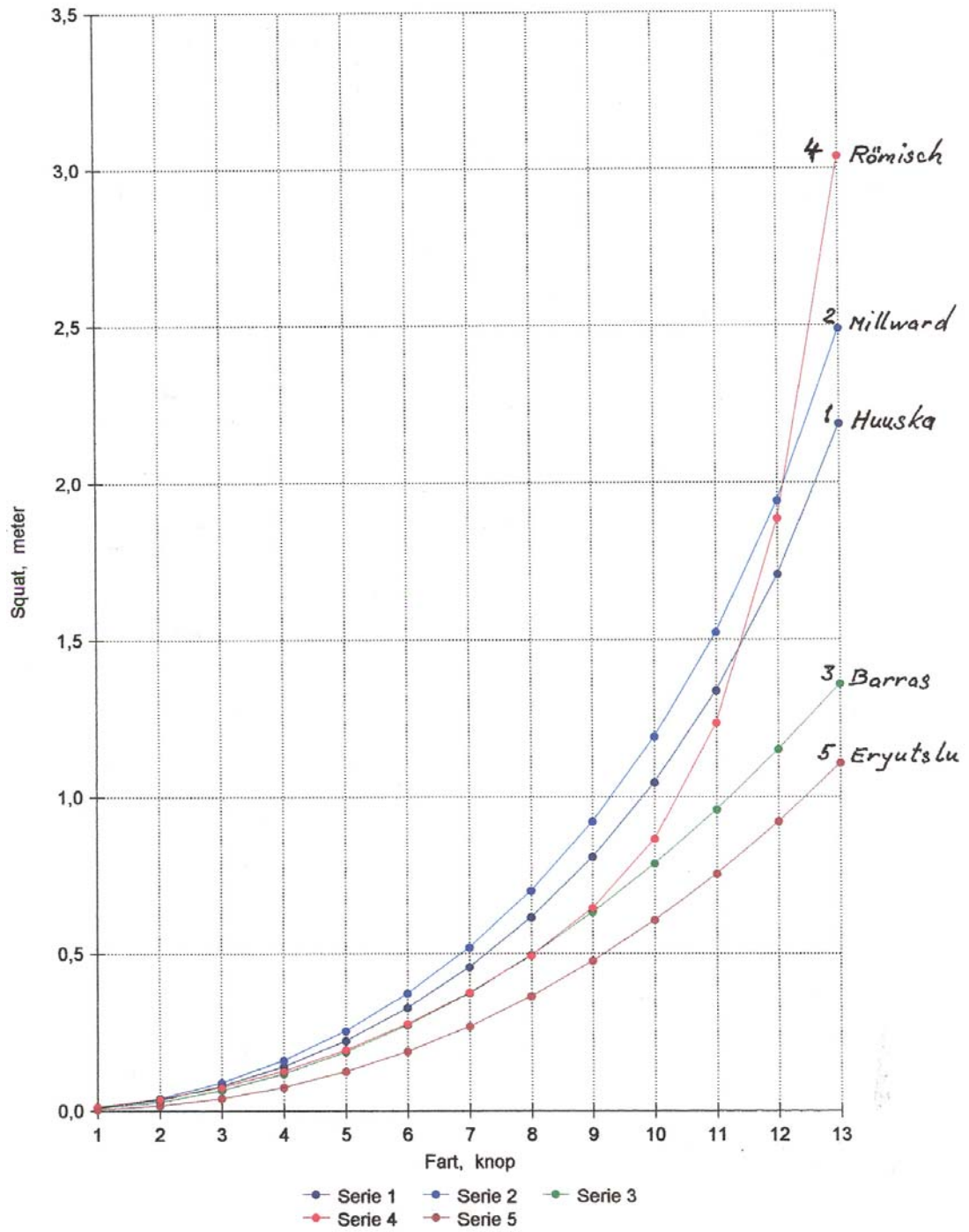
## 4 REKOMMENDATIONER

SHK rekommenderar Sjöfartsverket

- att förbättra metoden för att bestämma Mälarens vattenstånd liksom rutinen att följa dess variation (*RS 2004:01 R1*)
- att fartbegränsningar införs i alla grunda avsnitt av leden (*RS 2004:01 R2*)
- att tydliggöra regelverk och kraven på fartyg för passage genom Södertälje kanal samt inpassage i Mälaren (*RS 2004:01 R3*).

### M/T Neptunus - grundstötning i Mälaren

Squat enligt 1=Huuska; 2=Millward  
3=Barras; 4=Rörmisch; 5=Eryutslu;



S	M	H	I	STATION: 61-20040 MÅLAREN												ÅR 2002	WR
VATTENSTÅND WATER STAGE CM				VATTENDRAG/SJÖ: MÅLAREN													
FIX :				AVR. OMR.: 22600 KM2 SJÖ%: 11.4													
W-TAB 0-PKT: -3.84 M				JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC	DAT	
1	417	431	440	439	418	415	429	412	404	398						1	
2	419	431	439	438	419	415	427	411	404	399						2	
3	416	435	439	439	419	414	427	412	403	398						3	
4	417	436	437	437	418	416	426	410	403	397						4	
5	416	440	438	435	423	418	426	410	404	398						5	
6	416	442	435	434	424	418	425	410	404	396						6	
7	416	444	438	433	424	418	423	410	403	397						7	
8	415	443	438	433	423	418	423	410	403	396						8	
9	415	446	436	432	422	418	423	411	402	397						9	
10	415	446	438	432	421	417	423	412	402	398						10	
11	413	446	439	431	420	417	423	410	402	397						11	
12	412	451	441	430	420	418	423	408	401	397						12	
13	414	450	442	428	418	418	422	409	401	395						13	
14	414	451	444	428	419	417	422	405	399	398						14	
15	414	450	442	426	416	419	422	408	400	397						15	
16	414	451	443	427	419	417	422	407	401	397						16	
17	417	448	444	427	421	420	421	407	400	399						17	
18	415	446	443	427	421	418	419	408	400	398						18	
19	421	446	442	426	420	417	418	407	399	400						19	
20	422	446	444	424	418	416	417	406	396	400						20	
21	424	445	445	423	418	416	416	407	395	400						21	
22	425	443	446	421	418	416	416	407	396	399						22	
23	426	443	446	420	419	416	415	407	394	398						23	
24	428	443	447	422	419	417	415	406	398	400						24	
25	432	442	447	421	419	416	415	406	396	401						25	
26	429	440	446	421	418	416	415	406	396	402						26	
27	430	442	445	419	417	414	414	406	398	403						27	
28	429	441	444	420	417	415	413	405	398	405						28	
29	431	443	443	419	418	415	413	404	398	405						29	
30	431	442	442	419	418	415	413	404	399	405						30	
31	430	440	440	419	418	416	412	404	398	407						31	
MED:	420	444	442	428	419	417	420	408	400	399							

MAX:  
MED:  
MIN:

61-20040  
ÅR 2002 W20021205

OBSERVATION: AVLÄSNING