Undersökningsrapport

B2/2009M

Bogserbåt SPUTNIC, kantring av pråmen med grävmaskin ombord i Larsmo den 29.5.2009

Översättningen av den originala finskspråkiga rapporten

Denna undersökningsrapport är gjord med syftet att förbättra säkerheten och förhindra nya olyckor. Den tar inte upp det eventuella ansvaret för olyckan eller skadeståndsskyldigheten. Undersökningsrapporten skall helst inte användas i annat syfte än för att förbättra säkerheten.

Onnettomuustutkintakeskus
Centralen för undersökning av olyckor
Accident Investigation Board

Osoite / Address:	Sörnäisten rantatie 33 C FIN-00500 HELSINKI	**Adress:**	Sörnäs strandväg 33 C 00500 HELSINGFORS
Puhelin / Telefon: **Telephone:**	(09) 1606 7643 +358 9 1606 7643		
Fax: **Fax:**	(09) 1606 7811 +358 9 1606 7811		

Sähköposti: onnettomuustutkinta@om.fi tai etunimi.sukunimi@om.fi
E-post: onnettomuustutkinta@om.fi eller förnamn.släktnamn@om.fi
Email: onnettomuustutkinta@om.fi or first name.last name@om.fi

Internet: www.onnettomuustutkinta.fi

Henkilöstö / Personal / Personnel:

Johtaja / Direktör / Director	Veli-Pekka Nurmi
Hallintopäällikkö / Förvaltningsdirektör / Administrative Director	Pirjo Valkama-Joutsen
Osastosihteeri / Avdelningssekreterare / Assistant	Sini Järvi
Toimistosihteeri / Byråsekreterare / Assistant	Leena Leskelä
Ilmailuonnettomuudet / Flygolyckor / Aviation accidents	
Johtava tutkija / Ledande utredare / Chief Air Accident Investigator	Markus Bergman
Erikoistutkija / Utredare / Air Accident Investigator	Tii-Maria Siitonen
Raideliikenneonnettomuudet / Spårtrafikolyckor / Rail accidents	
Johtava tutkija / Ledande utredare / Chief Rail Accident Investigator	Esko Värttiö
Erikoistutkija / Utredare / Rail Accident Investigator	Reijo Mynttinen
Vesiliikenneonnettomuudet / Sjöfartsolyckor / Marine accidents	
Johtava tutkija / Ledande utredare / Chief Marine Accident Investigator	Martti Heikkilä
Erikoistutkija / Utredare / Marine Accident Investigator	Risto Repo
Muut onnettomuudet / Övriga olyckor / Other accidents	
Johtava tutkija / Ledande utredare / Chief Accident Investigator	Kai Valonen
Översättningen	Olavi Huuska

SAMMANDRAG

På morgonen den 29 maj 2009 bogserade bogserbåten[1] SPUTNIC en pråm[2] med en grävmaskin som däckslast på rutten ön Svartnäsgrynnan–Kittsjöfjärden. Det fanns två män ombord på bogserbåten. Österut vid Börsskärgrynnorna observerades prämen ha en liten lutning. En av männen steg ombord på prämen och klev in i grävmaskinens hytt. Hans avsikt var att starta maskinen och försöka balansera prämen genom att svänga grävmaskinens bom. Efter att han startat maskinen välte prämen ändå snabbt ca klockan 9.40 med grävmaskinen, som sjönk till bottnen och blev liggande upp och ner. Mannen blev kvar inne i grävmaskinens hytt. Prämen blev flytande upp och ner, och hölls på plats av grävmaskinens skopa.

Bogserbåtens skeppare ringde genast till nödcentralen. Till platsen alarmerades en räddningshelikopter från Vasa med läkare, brandkåren från Larsmo, brandkåren från Karleby med dykare samt ambulansen från Jakobstad. Också Jakobstads sjöräddningsförenings båt RB OTTO MALM kom till platsen. Efter sin ankomst fick dykaren ut mannen ur grävmaskinens hytt och snabbt upp ur vattnet, men återupplivningsförsöken var resultatlösa. Mannen hade hunnit vara under vatten i ca 45 minuter.

Prämen som lossnats från grävmaskinen och bogserbåten som var förtöjd vid den drev med vinden österut, där de ankrades. Bogserbåten kördes den 31 maj till Larsmo fiskehamn. Prämen bogserades till Larsmo Fiskehamns pir under natten den 2 juni. Grävmaskinen bogserades under natten den 10 juni intill prämen, lyftes upp på land den 11 juni och transporterades till bolagets lagerområde för att senare granskas av försäkringsbolaget och utredarna. En liten mängd olja rann ut i vattnet från grävmaskinen. Prämen lyftes upp på land en del i taget och transporterades till lagerområdet den 29 juni. Bogserbåten lyftes upp på land för besiktning den 29 juni. Prämen och grävmaskinen granskades den 30 juni och den 5 augusti. Grävmaskinen var illa skadad. Också prämen visades sig vara i dåligt skick och man hittade flera hål i dess fack. Bogserbåtens utrustning konstaterades vara bristfällig. Ingetdera av fartygen hade ritningar eller annan dokumentation och de var inte besiktade.

Enligt utredarnas bedömning var orsaken till olyckan prämens försvagade stabilitet. Anledning till detta var att vatten hade läckt in i flera fack på grund av prämens dåliga skick, vilket hade gjort fribordet ganska lågt redan vid resans början. Under resan samlades extra vatten i facken, prämen började luta en aning och fribordet minskade ytterligare. Till sist sjönk pumpningsöppningen på höger sida under vattenytan och vatten började rinna in i sidofacket. På grund av det minskade fribordet ytterligare och prämens lutning ökade. Allt detta försvagade snabbt stabiliteten så mycket att prämen välte. Männen upptäckte inte den verkliga orsaken till lutningen och uppfattade därför inte situationen som farlig.

[1] SPUTNIC är officiellt inte en bogserbåt, eftersom den har registrerats som en fritidsbåt. Den har inte heller någon bogseringsutrustning såsom bogserkrok. I fortsättningen används ändå benämningen ”bogserbåt” därför att den i själva verket används som bogserbåt.

[2] I rapporten används ordet ”pråm” som motsvarar ägarens terminologi. Prämen bestod av två sektioner, som här kallas ”flottsektioner” enligt pionjärernas ”flotte” (lautta).

Familjeföretaget som äger bogserbåten, prämen och grävmaskinen hade arbetat med den här oregistrerade och obesiktade utrustningen i fyra år. Bolagets personal hade ingen formell kompetens, utan verksamheten var baserad på metoder inlärda i arbetet enligt de långa traditioner som hör samman med företagsverksamhet i skärgårdsmiljö. Bolaget och Sjöfartsverket (Sedan 1.1.2010 Trafiksäkerhetsverket Trafis sjöfartssektor) är oense i frågan om bolaget har behandlat saken med dem och fått informationen att besiktning inte krävs.

Utredarna rekommenderar att ägarna av den flytande utrustningen skaffar sig tillräcklig kunskap för att bestämma sina fartygs stabilitet, håller sin utrustning i gott skick och inte använder läckande fartyg. Ägarna bör rådgöra med Trafiksäkerhetsverket Trafis sjöfartssektor om besiktningskrav för utrustningen och om manskapets kompetenskrav. Kunskapen skall vara tillräcklig även om utrustningen inte besiktas.

Utredarna ifrågasätter användningen av en pråm med så här tunna plåtar för ett så pass krävande och slitande arbete. Trafiksäkerhetsverket Trafis sjöfartssektor rekommenderas klargöra dimensionerings- och underhållskraven samt begränsningarna för användning av prämar som stöds mot bottnen.

SUMMARY

TUGBOAT SPUTNIC, CAPSIZING OF THE RAFT CARRYING AN EXCAVATOR IN LUOTO ON 29 MAY 2009

On the morning of 29 May 2009, the tugboat[3] SPUTNIC was towing a raft that carried an excavator from the island of Svartnäsgrynnan to the bottom of Kittsjöfärden. There were two persons onboard the tugboat. To the East of the Börsskärsgrynnorna islands, the raft was observed to list slightly. The other man in the tugboat went onto the raft and climbed in the cabin of the excavator with the intention of starting the excavator and trying to balance the raft by turning the excavator boom. However, after the excavator was started, the raft quickly capsized with the excavator at approximately 9:40 a.m. The excavator sank to the bottom upside down. The man was stuck in the excavator cabin. The raft floated upside down with the excavator bucket holding it in place.

The skipper of the tugboat immediately called the Emergency number. Rescue helicopter 'Pete' from Vaasa, carrying a doctor, was called to the location along with the Luoto fire department, Kokkola fire department and a diver, as well as an ambulance from Pietarsaari. PV OTTO MALM, the rescue vessel from the Pietarsaari Lifeboat Association, also arrived at the location. The diver was quickly able to get the man out of the cabin and the water, but resuscitation was unsuccessful. The man had been under water for approximately 45 minutes.

Wind carried the raft, now free from the excavator, and the attached tugboat to the east, where they were anchored. The tugboat was transferred to the Luoto fishing harbour on 31 May. The raft was transferred to the breakwater in the Luoto fishing harbour at night on 2 June. The excavator was moved next to the raft at night on 10 June, taken ashore on 11 June, and transferred to the company movement area for later inspection by the insurance company and necessary investigators. Small amounts of oil leaked to the sea from the excavator. The raft was brought ashore in parts and transferred to the company storage area on 29 June. The tugboat was brought ashore for inspection on 29 June. The raft and the excavator were examined on 30 June and on 5 August. The excavator was badly damaged. The raft was also found to be worn-out and had holes in several tanks. The tugboat was found to be inadequately equipped. No drawings or other documents were found for either vessel, and they had not been duly inspected.

The investigators assessed the accident to be caused by the weakened stability of the raft, which in turn was caused by water accessing several of the raft's tanks due to the poor condition of the raft. This led to an insufficient freeboard already when the raft set out. More water accumulated during the trip, which caused the raft to list slightly and the freeboard to decrease further. Finally, the pump hole on the Starboard side was submerged, and the side tank began to fill with water. This caused the freeboard to continue to decrease, the raft to list more, and the stability of the raft to decrease quickly and result in it capsizing. The men did not notice the real reason behind the listing and therefore did not regard the situation as dangerous.

[3] SPUTNIC is not officially a tugboat, because it is registered as a pleasure boat and does not have a towing hitch. However, the name "tugboat" will be used here, as the boat was operating on a towing mission.

The family enterprise that owns the tugboat, raft and excavator had operated this unregistered and uninspected equipment for four years. The persons operating the machinery were not formally qualified: the operations were based on methods learned on the job in accordance with long entrepreneurship traditions in the archipelago. The company and the Finnish Maritime Administration (since 1 January 2010 Finnish Transport Safety Agency Trafi's Maritime Sector) disagreed on whether the company had discussed the issue with them and received notification that inspection was not necessary.

The investigators recommend that the owners of floating equipment acquire sufficient information for determining the stability of their equipment, maintain the equipment in good condition, and not use their equipment if it leaks. They should check the requirements for the qualification of the crew and the inspection of the equipment from the Finnish Transport Safety Agency Trafi's Maritime Sector. Expertise is required even if the equipment is not inspected.

The investigators question the use of a raft with such thin plating for such demanding work. It is recommended that the Finnish Transport Safety Agency Trafi's Maritime Sector examine the measurement and maintenance requirements and restrictions of use for rafts of this type.

INNEHÅLLSFÖRTÄCKNING

SAMMANDRAG I

SUMMARY III

FÖRORD VII

1 HÄNDELSER OCH UTREDNINGAR 1
1.1 Allmän data av företaget och utrustningen 1
1.1.1 Bogserbåten 1
1.1.2 Prämen 4
1.1.3 Grävmaskinen 10
1.1.4 Användning av utrustningen 12
1.2 Olyckan 12
1.2.1 Väderleksförhållandena 13
1.2.2 Olyckshändelsens gång 14
1.2.3 Olycksplatsen 23
1.2.4 Iakttagelser efter olyckan 25
1.2.5 Personskador 26
1.2.6 Materiella skador 26
1.2.7 Andra skador 27
1.3 Räddningsverksamhet 27
1.3.1 Larmet och försök rädda liv 27
1.3.2 Lyftning och transport av utrustningen 27
1.4 Särskilda utredningar 35
1.4.1 Granskning av utrustningen 35
1.4.2 Manskapets förfarande 39
1.4.3 Organisation, ledningen och kunskap 39
1.4.4 Beräkningar gjorda i utredningen 39
1.5 Författningar och föreskrifter som berör verksamheten 51
1.5.1 Nationella lagar, författningar och instruktioner 51
1.5.2 Bolagets bestämmelser 52
1.5.3 Internationella bestämmelser och rekommendationer 52

2 ANALYS 53
2.1 Rutten 53
2.2 Prämens skick och läckage 54
2.3 Olyckan 58

2.4 Tekniskt kunnande och besiktningsåtgärder ... 62
2.5 Räddningsverksamhet ... 63
2.6 Användning av flytande materiel i samband med vattenbyggande vid kusten ... 64
2.7 Andra säkerhetsobservationer ... 65

3 SLUTSATSER ... 67
3.1 Konstateranden ... 67
3.2 Orsaker till händelsen och bakgrundsfaktorer ... 67
3.3 Övriga säkerhetsiakttagelser ... 68

4 SÄKERHETSREKOMMENDATIONER ... 69

KÄLLOR

BILAGOR

Bilaga 1. Om prånens stabilitet
Bilaga 2. Prånens hål, öppningar och läckor
Bilaga 3. Ritning av prånens geometri
Bilaga 4. Prånens ryska ritningar (4a–4c)
Bilaga 5. Skepparens skiss över arrangemanget vid bogseringen
Bilaga 6. Kartor över fartygens rörelser utarbetade av Centralkriminalpolisen (6a–6c)

Fig. 1a. Bogserbåten SPUTNIC förtöjd i fören av den kantrade pråmen. Fotografiet är taget av polisen i Karleby kl. 11:48, drygt två timmar efter olyckan. (Fartygen hade drivit ca 700 m österut och pråmen hade ankrats).

FÖRORD

Centralen för undersökning av olyckor fick veta om olyckan den 29 maj 2009 klockan 12:35. I olyckan kantrade en pråm med en grävmaskin ombord. Då pråmen fått en liten lutning klev en av de två männen i bogserbåten in i grävmaskinens hytt i avsikt att försöka minska lutningen genom att svänga bommen. Grävmaskinen sjönk och blev liggande upp och ner på bottnen. Pråmen blev flytande upp och ner och satt fortfarande fast i grävmaskinen. Mannen som satt i grävmaskinens hytt drunknade. Centralen för undersökning av olyckor beslöt inleda en utredning och tillsatt den 9 juni en utredningskommission. Till ordförande för utredningskommissionen utnämndes teknologie licentiat Olavi **Huuska,** och som medlem ledande utredare Martti **Heikkilä**.

Fem myndigheter har deltagit i utredningen av denna olycka i samarbete, var och en från sin synvinkel. Polisen i Karleby[4] utförde utredningen av dödsorsaken och genomförde därmed förhör. Deras teknikgrupp granskade och fotograferade olycksfartygen och grävmaskinen. Centralkriminalpolisen utredde rutten med hjälp av GPS-navigatorn. Karleby sjöbevakningsstation gjorde utredningar på olycksplatsen och gav transporthjälp. Arbetarskyddsdistriktet i Vasa med filial i Karleby utförde utredningen av eventuella förbrytelser i fråga om arbetsförhållandena[5]. Sjöfartsverkets inspektionsenhet i Vasa behandlade frågor beträffande besiktningen och registrering av fartygen samt manskapets berörighetsfrågor[6]. Utredarna från Centralen för undersökning av olyckor bekantade sig i Larsmo med olycksutrustningen, fotograferade den och diskuterade med representanter för bolaget och myndigheter. Sjöförklaring hölls den 11 september i Vasa. På uppdrag av polisen och Centralen för undersökning av olyckor undersökte dykaren två gånger havsbottnen och stenarna omkring olycksplatsen.

En del av frågorna som Centralen för undersökning av olyckor ställde till bolaget förblev obesvarade.

[4] Polisinrättningen i Mellersta Österbotten och Pedersöre, undersökningsanmälan den 23 juli 2009, 8270/R/7080/09, på svenska.

[5] Vasa arbetarskyddsdistrikt, inspektionsberättelse nr 09/1434 med bilagor den 25 augusti 2009, på svenska.

[6] Sjöfartsverkets Inspektionsenhets i Vasa meddelande om sjöolyckan den 29 maj 2009, MS SPUTNIK, 1418/316/200 MPI 7/2009, den 3 juli 2009 och beslutet om stoppande av fartyg (SPUTNIC), 1418/316/2009 MPI 7/2009, den 11 juni och besiktningsprotokoll.

Utredningskommissionen fick dokumentation för och fotografier av pontonutrustning som motsvarade olyckspråmen av pionjärregementet i Keuruu och från Staben för Arméns Materielverk. Från Destia Ab fick man information om Vägförvaltningens pontonutrustning. Utredarna bekantade sig med en liknande grävmaskin i Euraåminne. Konekesko Oy, Vanda sände en svenskspråkig instruktionsbok för grävmaskinen till utredaren. Ingenjörsbyrå Beacon Finland Ltd Oy beräknade hydrostatiska data och grunddata för stabiliteten för prämen med hjälp av programvaran NAPA. Fotografierna är tagna av utredaren om inte annat nämns.

Parterna informerades på hösten 2009 om utredningens viktigaste resultat. På våren 2010 presenterade utredarna till bolaget rapportens innehåll.

Det sista utkastet till rapport sändes på remiss i enlighet med 24§ i förordningen om undersökning av olyckor (79/1996) och för kommentarer till bolaget, Trafiksäkerhetsverket Trafis sjöfartssektor (Sjösäkerheten och Bottniska vikens inspektionsenhet), Sjöbevakningsstation i Karleby, Regionförvaltningsverket i Västra och Inre Finland (Ansvarsområdet för arbetarskyddet) samt Staben för Arméns Materielverk. Utlåtandet om utkastet till undersökningsrapport kom från Trafiksäkerhetsverket Trafis sjöfartssektor. Utlåtandet ingår som bilaga i finskspråkiga undersökningsrapporten. Enligt utlåtandet kommer Trafi ta hänsyn till undersökningsrapportens rekommendationer vid utvecklandet av nya bestämmelser.

1 HÄNDELSER OCH UTREDNINGAR

1.1 Allmän data av företaget och utrustningen

Utrustningen som var med i olyckan bestod av en båt, som användes som en bogserbåt, en pråm och en grävmaskin. Utrustningen tillhör till bolaget AJ Gräv & VVS Öb[7], som ägs av två bröder och som är registrerat i år 2005. Verksamhetsområden är grävning, jordtransport och VVS-arbeten. Fartygen var inte besiktade, inte heller hade användarna nödvändiga behörighetsbevis. Bolaget använde pråmen för transport av egna grävmaskiner och annan utrustning till grävmaskinens arbetsplatser i Larsmo skärgård och annanstans. Dessutom hade man transporterat gods som kajer, sommarstuge- och bastupaket samt grus och sand[8]. Den tredje brodern, den yngsta, som avled i olyckan var anställd av bolaget. Ytterligare två bröder arbetar vid bolaget.

1.1.1 Bogserbåten[9]

Namnet	SPUTNIC
Typ	Fritidsbåt
Nationalitet	Finsk
Hemort	Larsmo
Ägare	AJ Gräv & VVS Öb
Registernummer	T42513[10]
Längd, störst	7,5 m
Bredd	2,5 m
Sidohöjd	ca 1,2 m
Djupgående	ca 0,8 m
Maskineffekt	225 kW
Pålkraft	2-3 t (uppskattad av utredaren)
Hastighet	10 knop enligt registerutdraget

7 VVS är en förkortning för ”värme, ventilation och sanitet” (på finska LVI) och Öb står för ”öppet bolag” (avoin yhtiö). Verkställande direktör (f.1974, bolagsman) sköter om grävarbeten, den andre bolagsmannen som var skeppare under olycksresan (f.1980) sköter om VVS- sidan. Den omkomne (f.1989) var anställd åt bolaget.

8 Sjöförklaringsprotokoll 09/3648, Vasa Tingsrätt, 11.9.2009 L 09/2934.

9 Skepparens rapport om sjöolyckan den 30 juni och båtregisterdata. De knapphändiga och föråldrade registeruppgifterna ger namnet ”SPUTNIK” för bogserbåten. Registerutdrag från magistraten i Vasa, Jakobstads serviceenhet med e-post den 29 juni. (På själva båten står ändå” SPUTNIC”).

10 Bokstaven T före numren betyder, att det är fråga om en registrerad fritidsbåt.

Man har inte kunnat klarlägga byggtid och –ort. Brutto och netto har inte bestämts. Figuren 1c visar en ritning av SPUTNIC skisserad på basis av fotografier och mätningar av båten. På akterdäcket fanns ett aggregat av typ HONDA GX270 9.0, effekt 6 kW, vikt 25 kg. Det användes t.ex. för att mata pumpar som förflyttades ombord på prånen.

Prånen förtöjs till en på aluminiumdäcket fixerad 80 cm hög stång av stål med 50 mm diameter. I den övre ändan av stången finns en ring med 70 mm inre diameter för dragtrossen (fig. 1b).

Fig. 1b. Bogserbåtens akterdäck med ett aggregat och förtöjningsstång. Dessutom är pumpens slang synlig.

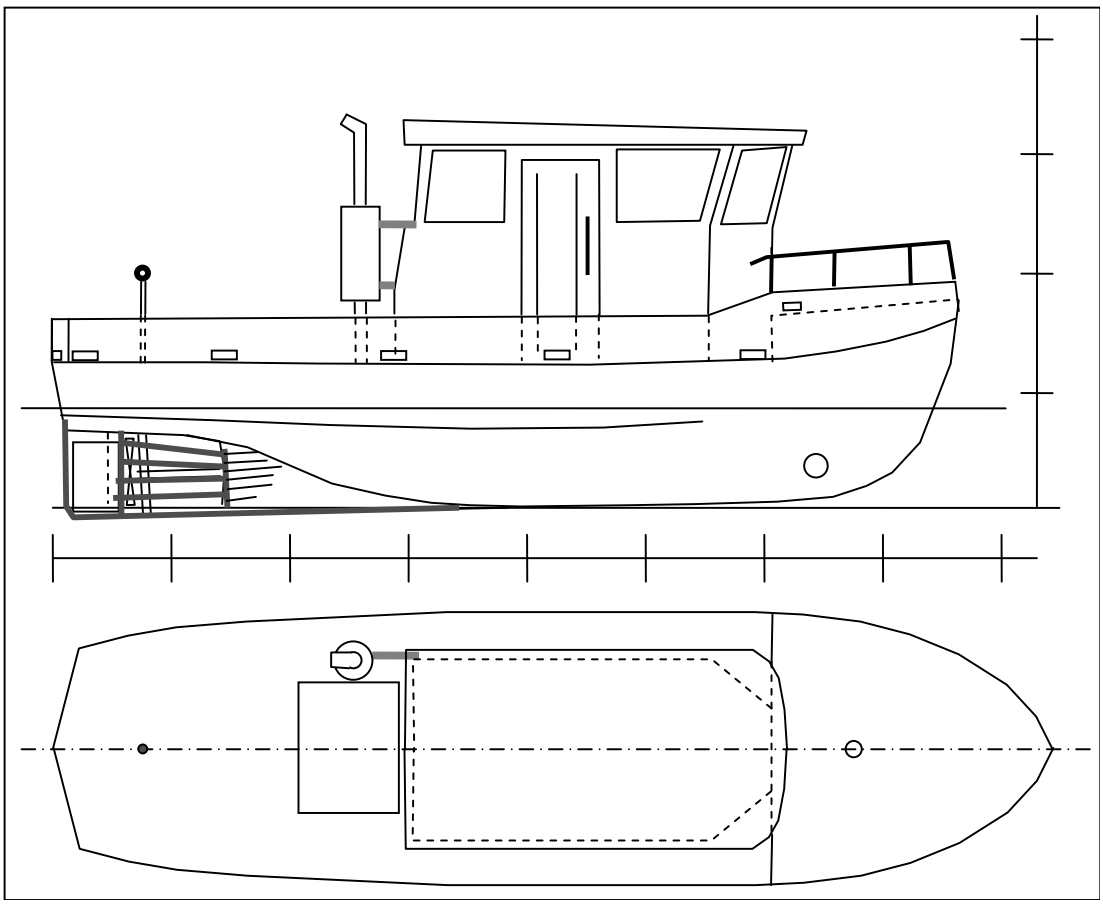


Fig. 1c. Skisserad ritning av SPUTNIC baserad på data som har samlats i utredningen. Avståndet mellan måttmärkena är 1 m.

Bolaget har köpt bogserbåten av en förmedlare år 2007[11]. Dessförinnan har båten ägts enligt bolaget av bl.a. Raumo stad[12]. Bolaget var inte nöjd med båtens skick och gjorde små reparationer. Efter första driftsäsongen beslöt bolaget att genomföra en grundlig renovering. Firma JS-Plast Öb[13] i Larsmo gjorde arbetet. Fartyget renoverades helt och hållet, bl.a. byggdes ett nytt däckshus av glasfiber, monterades en ny huvudmaskin med fördubblad maskineffekt (Volvo Penta TAMD61A), en ny propeller med fasta blad och ett spadroder. Båten var ur drift år 2008 och den togs på nytt i drift våren 2009. Tidigare har båten haft en bogpropeller, men numera finns bara röret kvar. Bolaget använde en annan fritidsbåt för bogsering år 2008.

På bryggan användes under olycksresan bl.a. en GPS-navigator av märket Garmin. Den kan kopplas till en dator med kartprogram, men under olycksfärden var datorn inte med. Ekolod var inte i bruk. På bryggan användes en finsk sjökortserie.

[11] Sjöförklaring, protokoll.
[12] Man har inte lyckat hitta någon information om båten i Raumo.
[13] AJ Gräv & VVS Öb's verkställande direktör är en av bolagsmännen, www.directa.fi, uppdaterad den 16 juni 2007.

Ägaren har anmält bogserbåten till båtregistret vid magistraten i Vasa med utrymme för sex personer. Den har använts som bogserbåt utan bogseringsutrustning såsom en bogserkrok. Ägaren har inga ritningar eller stabilitetsdokumentation på båten, och båten har inte heller blivit framställd till Sjöfartsverket för besiktning.

1.1.2 Prånen[14]

Typ	Pionjärponton
Hemort	Larsmo
Ägare	AJ Gräv & VVS Öb
Byggort	Sovjetunion

Helhetsdimensioner (två ihopkopplade flottsektioner):

Längd, största	ca. 13,55 m
Längd, nominell -	13,5 m
Bredd	ca. 8,0 m
Sidohöjd	0,75 m lastdäck, 1,1 m vid däckskant
Djupgående utan trim	0,63 m, 40 t last [15], fribord[16] 0,14 m
Egenvikt	2x6,79 t
Dödvikt	40 t [16]

Olycksprånen bestod av två hopkopplade flottsektioner avsedda för pionjärverksamhet, figur 2a. Man har uppskattat prånens egenvikt vara 14 ton på grund av tilläggsförstärkningar, och djupgåendet utan trim 0,65 m vid 40 ton dödvikt beroende på bucklor. Prånen hade köpts i Jakobstad år 2006 oanvänd från en förmedlare, som hade transporterat den med långtradare från Estland. Finska armén använder den här typen av pontonmateriel i stor utsträckning.

[14] Data baserar på handboken ”Ponttkal Opas 73” för pontonmaterielen 73 erhållen från pionjärregementet i Keuruu (Huvudstabens pionjäravdelning 1995) och på ryska ritningar erhållna från Staben av Arméns Materielverk samt på mätningar av olycksprånen. Handboken är på finska, översättningar har gjorts av utredningskommissionen.

[15] 40 t är maximal tillåten dödvikt för två ihopkopplade flottsektioner bestämt av försvarsmakten, då sektionerna är utan bucklor och facken är tomma.

[16] Djupgåendet som motsvarar fribordet märkes med lastmärke mittskepps på fartygets bägge sidor om det är besiktat. Av Sjöfartsverket besiktade fartyg har åmningar i fören, mittskepps och i aktern. Olycksprånen hade varken lastmärke eller åmningar. Därför avser utredarna med prånens fribord i detta fall avståndet som kan lätt observeras efter ögonmått eller genom att mäta från lastdäcket till vattenytan på centerlinjen. Med prånens mått blir fribordet 75 cm – djupgåendet. Fribordet kan i detta fall vara anmält för fören, aktern eller mittskepps, beroende på sammanhanget. 40 t dödvikt motsvarar 12 cm fribord i mittskepps för en oskadad pråm och 10 cm för olycksprånen. Man har antagit att bolaget har anmält fribordet på detta sätt.

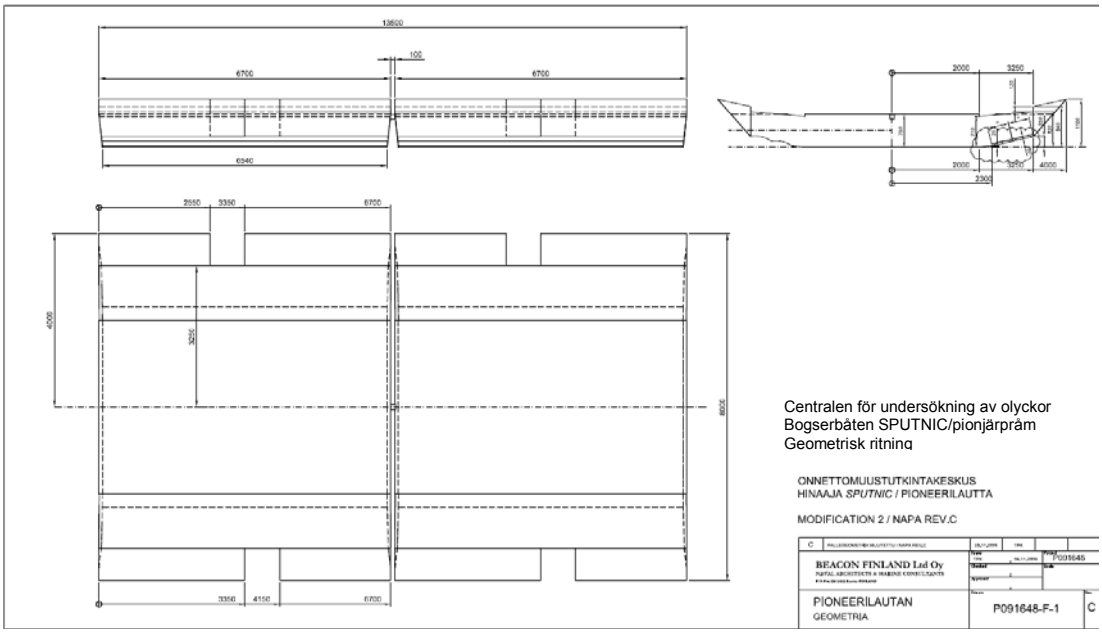


Fig. 2a. Ritning av olyckspråmens geometri (också i bilaga 3). Beräkningar av prå-mens hydrostatiska data och grunddata för stabiliteten baserar sig på denna ritning. Fördjupningar för ankarutrustning vid prånens sidor har inte inklude-rats i deplacementet eftersom de är öppna. Man har iakttagit bucklor genom att böja slaget lite inåt.

Figuren 2b visar en för pionjärverksamhet avsedd **flottsektion**, vars deplacerande längd är 6,7 m. Bolagets pråm bestod av två sådana flottsektioner (försektion och aktersek-tion), som var hopkopplade efter varandra (”flottsektion” är översättning av ordet ”lautta-jakso” som har använts på finska i stället för pionjärtermen ”ponttonijakso”). Prånens to-tala längd blir därmed 2 x 6,70 m plus ett mellanrum på ca 10 cm (vid lastdäckets nivå), dvs. ca 13,5 m. Flottsektionernas ändskott är likadana och lutade så att botten är 16 cm kortare än däcket (d.v.s. ändan är lutad 8 cm). Därför bestämmer bogseringsriktningen eller ägaren vilken ända som blir fören. Ägaren har haft samma ända som för hela tiden. Bilagorna 4a–4c visar flottsektionens ryska ritningar.

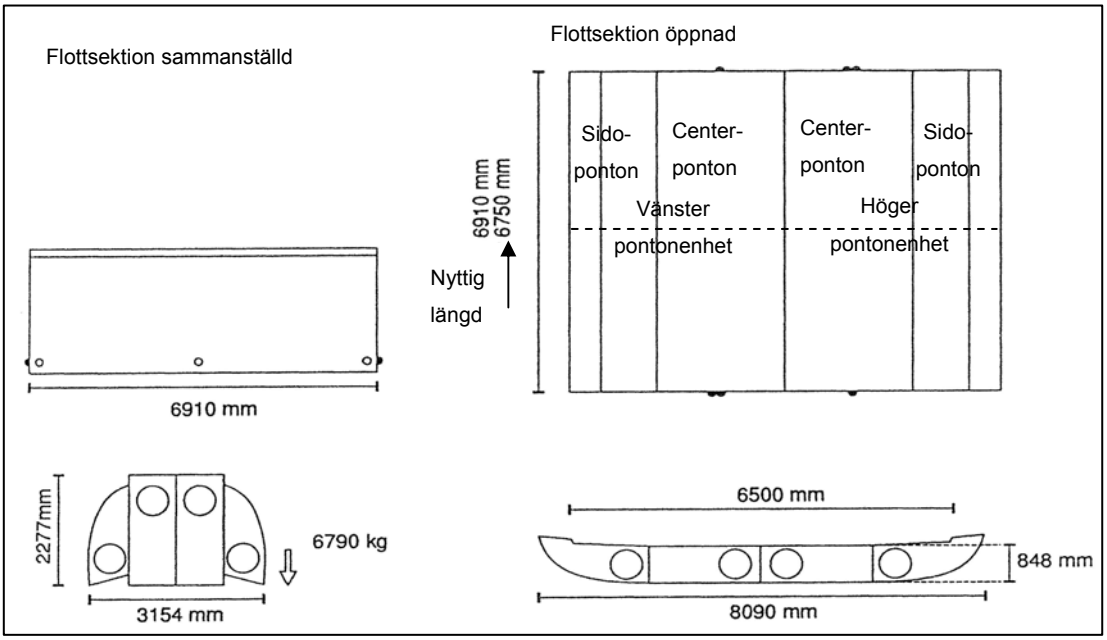


Fig. 2b. Bildens mått inkluderar utsprång. I texten och beräkningar har ändvänts mått, som baserar sig på mätningar och ryska ritningar (bilaga 4), figur 2a. Prickad linje visar mellanskottets plats. Figur 22 visar olyckspråmens skiss.

Flottsektionen är tillverkad av stålplåt med stärkningar vid sådana ställen, som kräver särskild hållfasthet, såsom körbanan. En flottsektion består av vänster pontonenhet och höger pontonenhet. Båda pontonenheterna består i sin tur av sido- och centerpontoner. Centerpontonens däck är av 3 mm och annan bordläggning av 2 mm plåt. Sidopontonens däck ända till livet är av 3 mm, botten av 2 mm och förhöjd del av 1,5 mm plåt. Den förstärkta körbanans bredd är 6,5 m. På körbanan och på ramperna har man svetsat glidskydd.

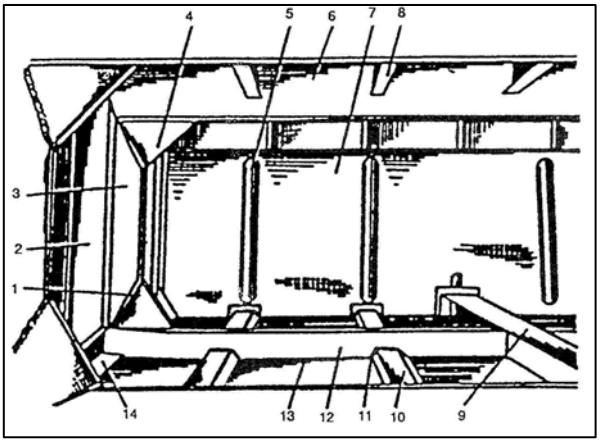


Fig. 2c. Insidan av en centerponton. 2 längdskott, 3 vertikal stöd, 4 hörnplåt, 5 stöd-veck, 6 balk, 7 tvärskott, 8 profilbalk, 9 kölbalk, 10 bottenbalk på längden, 11 flödesöppning, 12 bottenstock, 13 bottenplåt och 14 kantstärkning

Center- och sidopontoner är tillkopplade med gångjärn. Mellan pontonerna finns ett par cm mellanrum. Pontonerna är delade i två fack[17] med ett tvärskott. En sektion har således 8 fack. För att bilda prämar kopplas flottsektionernas ändar ihop. För landtransport vänds sidopontonerna ovanpå centerpontonerna, och den kombination som uppkommer på detta sätt vänds kring de nedre gångjärnen. Ett paket som bildas så här har en höjd på 2,277 m och bredd på 3,154 m. Figur 2d visar flottsektionen på ett transportfordon.

Fig. 2d och 2e. Pionjärernas flottsektion på transportfordon, 2d. Enheten tycks vara i gott skick, utan bucklor. Figuren 2e visar ramperna och dess vinschar i bruk. Bilderna är tagna från arméns hemsida, materielpresentation/pionjär/övergångs-materiel/pontonmateriel 73.

Sidopontonerna har fördjupningar för ankarutrustning och ramp med tillhörande vinsch, figur 2e. Rampens längd är 2,5 m, bredd 0,76 m, höjd 0,2 m och vikt 188 kg. I flottsektionens ändar finns totalt åtta manluckor. På däcket finns ett hål med en diameter på ca 10 cm, med en gängad propp till varje fack för en transportabel länspump. Varje fack har två avloppsproppar i botten.

Flottsektionens tillbehör inkluderar: två nedre gångjärn, sex övre gångjärn med stångfjädrar, två centerlås, fyra nedre lås, två nedre foganordningar, fyra övre foganordningar, två ankarutrustningar och två vinschar för ramper. Vid sjösättning i pionjärverksamhet öppnar sektionen sig automatiskt med hjälp av sin tyngd, stångfjädrar och vattnets lyftkraft. Stångfjädrarna spänns vid sektionens montering. Flottsektionen hålls ihop med två kopplingshaspar i enhetens ändar.

Pionjärmaterielen innehåller ytterligare en **rampsektion** med ramper som används för att tillkoppla pontonbron eller flotten till stranden. Sektionens längd är 5,5 m, bredd 7,2 m, vikt 7,25 t och dödvikt 10 t. Däck och botten är lutande i sektionens andra ända. Centerpontonernas botten är tillverkad av 3 mm plåt med förstärkt spant för att klara att ligga mot havsbottnen. Bottens ändkant är förstärkt med 8 mm vinkelprofil.

Olycksprämens konstruktion och dimensioner är desamma som ovan utan rampsektionen. Inga fotografier har fåtts av bolagets pråm före olyckan. Bolaget lämnade ett fotografi till utredaren med en grävmaskin på däck på en av flottsektionerna, figur 10 i bilaga 1. Prämen hade inte besiktats och ägaren har inga ritningar för prämen såsom stabilitetsberäkningar. Bild 1 visar den kantrade olycksprämen och bogserbåten som är fastgjord i prämen strax efter olyckan. Det finns många fotografier av prämen efter olyckan

[17] Ägaren använder ordet ”fack”, som i själva verket är en tank eller avdelning. Pionjärerna använder på finska ordet ”lohko”.

nedan i undersökningsrapporten. Av bilderna framgår de viktigaste av ovan nämnda konstruktionsdetaljer.

Pontonmaterielens ursprungliga ändamål. Pontonmaterielen är egentligen avsedd att användas som bro vid övergång av vattendrag i **militärt bruk**. I civilbruk använder och underhåller varje ägare prämen (flotten) på sitt sätt vilket inverkar på prämens skick och livstid. Detta bör hållas i minnet när man läser följande utdrag ur instruktionerna för pionjärmaterielen, som dessutom har blivit förkortade. I utdraget ur instruktionerna har valts punkter som är passande för det här fallet.

Bruk av pionjärmaterielen (utdrag ur instruktionsboken Ponttkal Opas 73). I pionjärbruk används pontonmaterielen för att bygga broar eller flottar (färjor). Flottarna kan dessutom användas som linfärjor. Flottsektionerna bildar flottens egentliga skrov, som ger deplacement. Rampsektionen används vid flottens ändar för att hjälpa fordon köra ombord på eller av flotten. Den minsta flotten på 50 t dödvikt består av två flottsektioner och en rampsektion. Flotten utan rampsektion med 40 t dödvikt kan användas för varierande arbeten, t.ex. för att dra kablar, som plattform för dykare, för pålkran eller kran samt, med vissa begränsningar, som plattform för en grävmaskin. Flottar behöver i allmänhet inte särskilda kajer, utan rampsektionens ramper placeras mellan stranden och flotten. Sträckan då flotten används som färja eller linfärja skall inte överskrida 350 m.

Före lastning av flotten är dess chef ansvarig för att flottens skick blir granskat: att lås och foganordningar och deras säkringslås är slutna samt om det finns läckage (t.ex. genom observering av bubblor). Däckproppen till ett misstänkt fack öppnas och vattenmängden kontrolleras. Vatten avlägsnas om det finns över 5 cm. Om den inkommande vattenmängden är riklig skall den skadade enheten bytas.

Vid lastningen körs flotten till stranden så att vattendjupet blir 0,5 m under försektionen. Flottens chef kontrollerar under lastningen att flotten hela tiden håller sig stabil. Vid lastning av korta 40–60 t flottar bör man särskilt iaktta att flotten håller sig i horisontalt läge. Flottarna körs genom att skjuta dem på tvären (40 t och 50 t) eller i längdriktning (60 t eller större), genom att bogsera eller köra dem som linfärjor. Vid avkörning från stranden behöver man eventuellt flytta lastens tyngdpunkt i längdriktningen. Då är det tillåtet att flottens ända sjunker ner i vattnet upp till sidopontonernas liv. Flottens chef måste under körningen kontrollera att de lutnings- eller trimvinklar som eventuellt uppkommit vid lastningen inte ändrar sig och att flottens för inte sjunker under vattenytan.

Om vatten kommer över fören på en flotte som körs på tvären skall hastigheten genast minskas. Om detta sker med en flotte som körs i längdriktningen, och som inte har en rampsektion, skall hastigheten minskas och lasten flyttas bakåt. I detta fall kan vattnet stiga till halva (på längden) av den bakre flottsektionens däck för 40–60 t flottar. Vattnet kan stiga över fören på en flotte som är tom och körs i längdriktningen. Vid bogsering kopplas flotten till en bogserkrok placerad på den bogserande båtens akterdäck. Från kroken dras en lina till båtens brygga för att utlösa kroken i nödfall.

En lastad flotte skjuts försiktigt mot stranden så långt att dess för ligger mot bottnen.

En flotte som används för något slags arbete skall inte dimensioneras enbart för lasten ombord. Nödvändig stabilitet skall iakttas. Arbetsmaskiner placeras i mitten av flotten. Lyftarbeten som sträcker sig utanför flottens kanter måste fullbordas från dess ändar. Flyttning av lasten skall ske så nära flottens centerlinje som möjligt och så lågt nere som möjligt. Om nödvändigt, skall arbetsmaskiner fästas. Flottens däck skall alltid skyddas under maskinens fötter och band.

Pontonmaterielens **driftunderhåll** i flytläge inkluderar extern tvätt, kontroll av vattenmängden i facken samt länsning av läckt vatten, lokalisering av eventuella läckage genom att lyssna och observera bubblor, kontroll av skick och funktion hos enskilda delar och anordningar. Körbanan och hela däcket granskas. Efter lastning på transportfordon öppnas bottenpropparna och ändarnas och sidornas skick kontrolleras. **Tidsbundet underhåll** genomförs efter 1000 överkörningar eller varannan bruksperiod, eller alltid vid ibruktagande från lager. Utöver de ovannämnda åtgärderna granskas också bordläggningen och svetsfogarna och vis behov fackens inre skick. Rost avlägsnas och nödvändiga ställen reparationsmålas, slitna delar repareras och anordningar smörjs. Dessutom granskas tätningarna kring öppningarna för handpumpen och avloppspropparna. **Periodiskt underhåll**, som genomförs efter en brukssäsong i flytläge, inkluderar bland annat: manluckorna öppnas, det inre rostskyddet granskas och repareras om nödvändigt.

Pontonmateriel **lagras** i torra, vädrade hallar eller öppna skjul. Den lagrade materielen skall vara i gott skick, fullständigt utrustad och underhållen. Driftlagring betyder kortvarig lagring under driftperioden. Periodisk lagring betyder lagring mellan driftperioder. Periodiskt lagrad materiel är inte färdig för bruk utan förberedelser. Materielen skall lagras i hallar eller öppna skjul. Om den lagras ute skall den täckas med lätta höljen eller presenningar. Den lagrade materielen skall vara i gott skick och fullständigt utrustad. Manluckorna skall lämnas öppna för att få bättre vädring i facken. Öppningarna skall skyddas så att vatten eller skräp inte kan komma in i facken.

Utöver underhåll och lagring hör till användningen också drift-, tidsbundna och lagringsinspektioner.

En lastad flotte har följande vindbegränsningar beroende på vindens blåssträcka[18].

Tabell 1. Vindbegränsningar av pontonutrustning 73.

Blåssträcka, km	0	0,2	0,5	1	2	3	4	5
Vindhastighet, m/s	12	11	10	9	7	5,8	5,3	5

Utöver de i tabellen visade parametrarna inverkar också vindens blåstid samt vattendjupet och avståndet till stränderna märkbart på våghöjden.

Andra varningsinstruktioner inkluderar bl.a.: vattenmängden i facken kontrolleras och vatten avlägsnas regelbundet. All personal skall stiga ur fordonen under övergången. All personal ombord skall ha flytväst på sig.

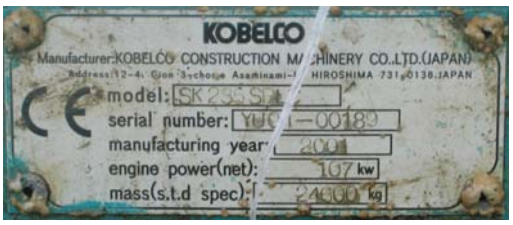
[18] Med blåssträcka menas den sträcka som vinden blåst över ett havsområde i vindens riktning utan hinder. Pionjärerna har provkört materielen med en nominell och en lite tyngre last på Saimen. Sjögången var då måttlig, men säkerheten äventyrades inte.

Användningssätt. Materielen används i allmänhet vid bro- och flottplatserna endast den tid som behövs för att ta sig över vattendrag. I övrigt demonteras materielen och sprids ut i vattnet eller på land och kamoufleras. En del av materielen hålls lagrad på lång sikt.

Arméns äldsta materielparti är från år 1973. Det nyaste materielpartiet levererades till armén från fabriken i Sovjetunionen år 1991 och lätt använd materiel levererades från Tyskland år 1994. Armén fick också ett erbjudande att köpa materiel från Estland kring år 1995, men köpet blev inte av. Materielen hade då stått i Estland i 3–5 år.

1.1.3 Grävmaskinen[19]

Typ	Bandfordon
Märke	Kobelco SK235 SRLC
Hemort	Larsmo
Ägare	AJ Gräv & VVS Öb
Ursprungsland	Japan 2001
Längd, största[20]	ca. 9 m
Bredd	3,39 m
Höjd	3,07 m
Vikt, standard	24,6 t[21]
Maskineffekt	107 kW



Grävmaskinens övre del (hytten, motorn och motvikterna) svänger med bommen. Då man svänger bommen 360 grader håller sig grävmaskinens tyngdpunktsläge mätt från svängaxeln konstant, om man inte justerar bommens ställning. Krypbandets bredd är 700 mm. Grävmaskinens hyttdörr är låsbar. Startnyckeln passar i dörrlåset. Före starten måste spärrspaken med rött handtag (se fig. 3a) fällas ner med vänster manöverkonsol och låsas i nedre läge. Dörren spärrar sig i öppet läge mot hyttväggen då dörrspärrhaken träffar dörrspärren.

[19] Typskylten har fotograferats efter att grävmaskinen lyfts upp på land.
[20] Längd med bommen rakt framåt och bockad, skopan uppåt
[21] Bolaget har gett för grävmaskinens vikt varierande värden 25-28 t. Grävmaskinens vikt beror på bränslemängden, skopans vikt, skopans innehåll, material som fastnat på krypbanden etc.

Fig. 3a. *En grävmaskin som arbetar i Raumo distrikt, årsmodell 2000[22]. Krypbanden styrs med pedaler (i mitten), bommen och skopan med de två svarta spakarna. Den röda spärrspaken är i nedre läge och grävmaskinen kan då börja arbeta efter starten. Grävmaskinen i olyckan hade ytterligare två spakar vid pedalerna för en alternativ möjlighet att styra krypbanden. Bredvid pedalerna finns fotstöd.*

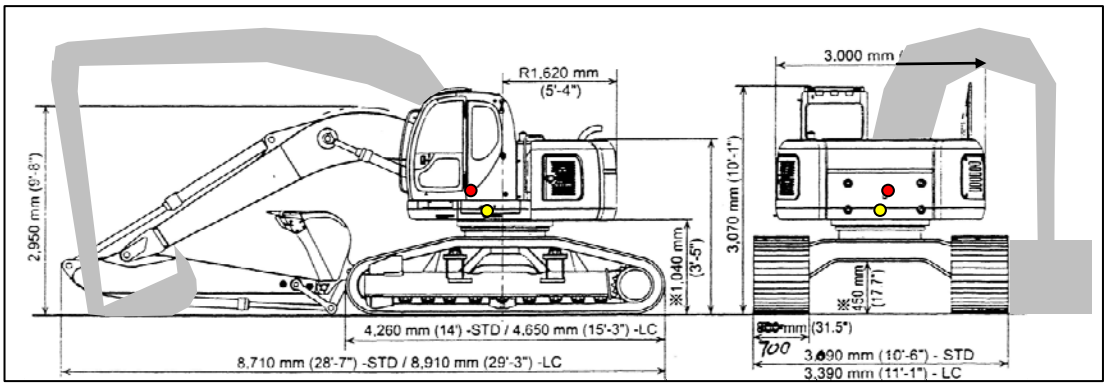


Fig. 3b. *Ritning av modell SK235SRLC i instruktionsboken (i samma bild också modell SK235SR). Krypbandets kontaktlängd mot underlaget är 3850 mm. I figuren har tillagts en skisserad sannolik ställning för bommen under olycks-transporten. Grävmaskinens tyngdpunktsläge (den gula punkten) med bommen bockad i mitten så lågt som möjligt är enligt instruktionsboken ca 1,1 m över underlaget, 2,5 m framåt från den bakre ändan av krypbandet (0,175 m från svängaxeln till bommens riktning) samt tvärs över mitten. Den röda punkten visar tyngdpunktens läge med den skisserade ställningen för bommen (1,3 m, 2,7 m (0,375 m) och 0,14 m åt höger sett i bommens riktning).*

[22] Firma Lännen Kaivuu ja Louhinta Oy

Dörrutan kan glidöppnas. Vindrutans övre del öppnas genom att lyfta den mot taket. En räddningshammare finns på vänster sida i hytten. I en nödsituation används hammaren för att krossa glaset i hytten så att man kan komma ut. I hammarskaftet finns en kniv t.ex. för att skära av säkerhetsbältet[23].

1.1.4 Användning av utrustningen

Ägaren har använt den bogserade prämen för transport av grävmaskiner och andra föremål. Bolaget äger flera grävmaskiner och traktorer. Grävningsarbetet genomförs för det mesta då grävmaskinen står på land. Då grävmaskinen körs i land eller ombord, sjunker prämens akterände mot havsbottnen. Grävmaskinen körs längs ramper. Den placeras ungefär i mitten av prämen så att det inte uppstår någon lutning. Genom att flytta bommen kan man reglera prämens ställning något. Prämen får normalt ett litet aktertrim. För att vara beredd på eventuellt läckage i något fack har ett aggregat placerats på däcket. Till aggregatet kan kopplas en länspump[24] med kapacitet på ca 1 m^3/min. Under resan observeras prämens ställning från bogserbåten. Om nödvändigt, stiger en man ombord på prämen och startar pumpen eller byter sugslangens plats på pumpen som går och/eller kliver i grävmaskinens hytt och svänger bommen. Enligt bolagets åsikt är prämen synnerligen stabil och säker. Om grävmaskinen t.ex. svänger bommen 360 grader lutar prämen obetydligt (som exempel är figur 10 i bilaga 1). Vid dåligt väder går man inte till sjöss.

Bolagets personal har berättat (bl.a. i sjöförklaringsprotokollet) att pontonerna lyftes upp på land för vintern, då de granskades. Hösten 2008 kördes prämen till en sandstrand, pontonerna lösgjordes och lyftes en åt gången upp ur vattnet, propparna öppnades och genom att vända pontonerna tappades vattnet ur facken. Manluckorna hade man ändå inte öppnat efter köpet. Före sjösättningen på våren reparerade man alla hål. Efter köpet har prämen målats två gånger.

1.2 Olyckan

Bogserbåten SPUTNIC bogserade på morgonen den 29 maj en pråm med bolagets största grävmaskin som däckslast på rutten ön Svartnäsgrynnan–Kittsjöfjärden. Det fanns vatten och gyttja i flera fack på grund av läckor. Mångårig erfarenhet hade dock visat att prämen var användbar med några läckande fack. Ombord på bogserbåten fanns två män, skepparen och hans yngre bror. Österut vid Börsskärsgrynnorna märkte de att prämen lutade lite. Den yngre brodern steg ombord på prämen och klev in i grävmaskinens hytt för att försöka balansera prämen. Innan han hann göra detta började prämen sjunka med det högra hörnet först. Skepparen försökte påverka situationen med bogserbåten. Innan han lyckades spänna dragtrossen kantrade prämen med grävmaskinen mycket snabbt ca klockan 9:40. Grävmaskinens fästen blev lösa och den sjönk till bottnen upp och nervänd. Den yngre brodern blev kvar i hytten. Prämen blev flytande upp och ner, fortfarande fastgjord i grävmaskinen.

[23] Texten bearbetad enligt instruktionsboken.
[24] Bolaget har inte anmält pumpens typ. Öppningens diameter, 10 cm, begränsar valet av pump.

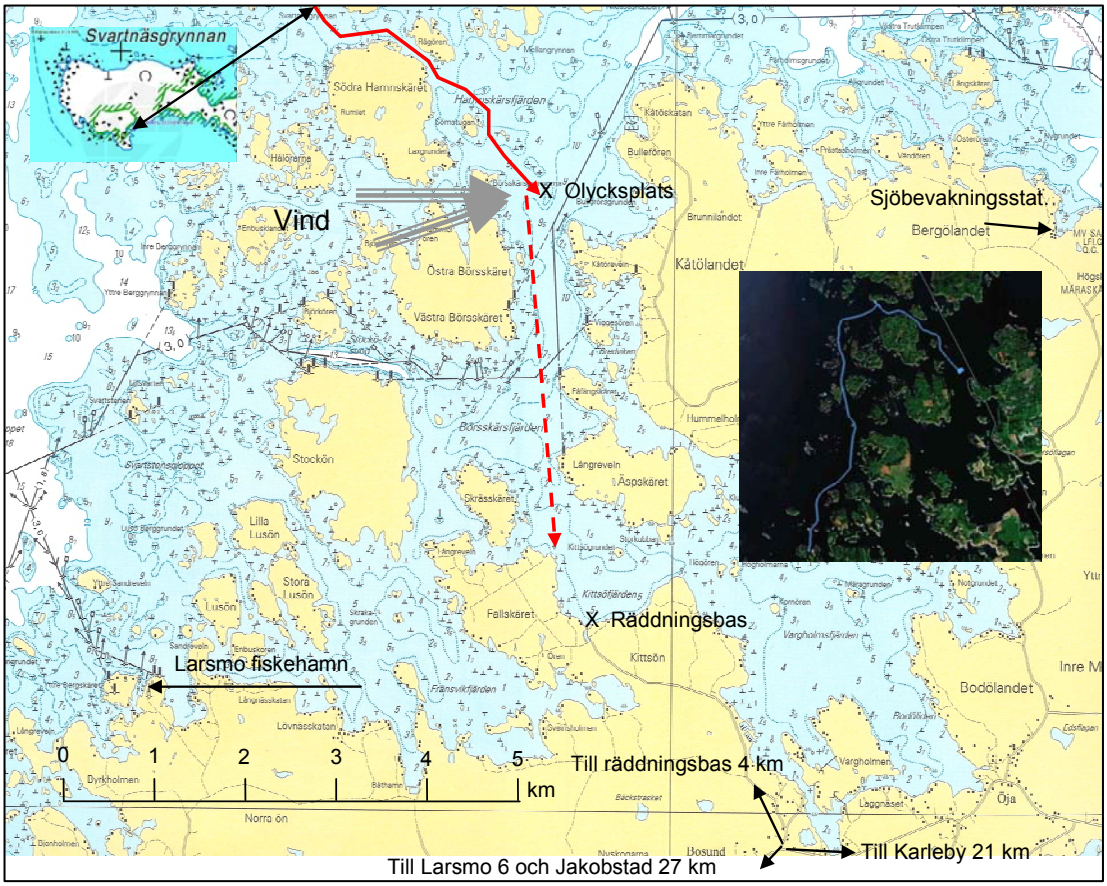


Fig. 4. *Färdens och olycksplatsens positioner, bogseringsrutten (hel röd linje visar färdens fullgjorda del och prickad linje planerad rutt), distanser samt vindens riktning på olycksdagen. Sjöfärden från räddningsbasen till olycksplatsen är ca 5 km. Även rutten baserad på GPS-navigeringsdata från och med starten från fiskehamnen kl. 6:40 (från Centralkriminalpolisens rapport) och positionen på Svartnäsgrynnans strand har inkluderats. Sjökortet "TANKAR" har använts som basis. © Trafikverket.*

1.2.1 Väderleksförhållandena

Vinddata[25] från den närmaste väderleksstationen Tankar[26] finns i tabell 2. Data för de två föregående dagarna har också inkluderats eftersom pråmen då låg vid stranden av Svartnäsgrynnan i väntan på bättre väder. Enligt Karleby sjöbevakningsstation[27] var den västliga vindens hastighet "vid olyckan" 6–7 m/s[28], lufttemperaturen var 10°C, vattnets temperatur 6°C och sikten 45 km.

[25] E-post från Meteorologiska institutet den 24 augusti 2009.
[26] Avstånd från olycksplatsen ca 6,5 km till nord-nordost.
[27] E-post från Karleby sjöbevakningsstation den 11 juni 2009.
[28] Denna hastighet motsvarar möjligen den tid när sjöbevakarna anlände till olycksplatsen ca kl. 10:45. I loggboken står 4 m/s.

Tabell 2. Vinddata i Tankar väderleksstation.

Tankar	Tid, finsk sommartid															
Datum	3		6		9		12		15		18		21		24	
	riktning	m/s	riktning	m/s	riktning	m/s	riktning	m/s	riktning	m/s	riktning	m/s	riktning	m/s	riktning	m/s
27.	140	3	150	2	150	3	160	5	220	10	200	11	210	16	230	15
28.	230	15	230	15	230	13	230	11	250	8	250	3	250	3	250	3
29.	260	5	270	5	250	4	220	6	230	10	230	11	230	13	240	8

Vattenståndet var vid tiden för olyckan -2 cm kl. 9 och -1 cm kl. 10 vid Jakobstads mätstation. När dykaren inspekterade omgivningen kring olycksplatsen den 8 juni var vattenståndet ca -8 cm och den 26 augusti var det +5 cm[29].

Rapporten för sjöfarande på morgonen kl. 7:50 den 29 maj lydde: Kvarken och norra Bottenhavet: Från nord till sydväst vridande vind 4–8 m/s. På dagen tilltagande vind, från eftermiddagen 8–12 m/s. God sikt[30].

Sjön i Larsmo har varit isfri under de senaste åren från slutet av april till början av januari.

1.2.2 Olyckshändelsens gång

Ur beskrivningar[31]

Prämen med ett bastupaket och bolagets största grävmaskin, KOBELCO SK234SRLC, vikt 25–28 t, ombord hade bogserats med bolagets bogserbåt SPUTNIC från Larsmo fiskehamn[32] till Svartnäsgrynnan den 27 maj. Arbetet hade blivit färdigt redan samma dag, men för hård vind hade förhindrat transport till nästa arbetsplats och männen hade kommit hem.

Först den 29 maj hade vinden lagt sig i den mån att skepparen (den äldre brodern) och grävmaskinsföraren (den yngre brodern) började transportera grävmaskinen till nästa arbetsplats. Skepparen är bolagets VVS-man, men den här gången, såsom tidigare i motsvarande situationer, kom han med därför att bolaget hade mycket att göra med schaktningsprojekt, medan han hade mindre arbete på VVS-sidan. En äldre broder sköter om grävarbetena och han är också verkställande direktör. Man hade transporterat grävmaskinen tidigare ca 100 gånger.

Den yngre brodern hade kvällen innan (28.5) meddelat skepparen att han observerat ett hål i prämen. De beslöt att ta med sig en generator och svetsutrustning, så att de vid behov kunde reparera prämen på ort och ställe. Skepparen hämtade generatorn från staden och brodern hämtade ett fat bränsle för grävmaskinen. På morgonen den 29 maj cirka klockan 6 lastade de bränslefatet och svetsutrustningen på bogserbåten SPUTNIC i fiskehamnen i Larsmo och körde till prämen. Under resan funderade de på behovet att reparera prämen och gjorde bedömningen att svetsning var onödig. Prämen hade varit på land i två dagar och genom att lossa de gängade propparna och pumpa var det möjligt att kontrollera läckande fack. De märkte att två fack läckte en aning. På prämen

[29] Per telefon från Meteorologiska institutet den 7 september 2009.
[30] E-post från Meteorologiska institutet den 24 augusti 2009. Översättning från finska av utredaren.
[31] Skepparens haverianmälan 30.6 med bilagor och förhörsprotokollet 20.7 med bilagor, verkställande direktörens förhörsprotokoll 1.6 samt sjöförklaringsprotokollet, Protokoll 09/3648, Vasa Tingsrätt, 11.9.2009 L 09/2934.
[32] Före olycksresan hade man gjort följande resor: tom pråm hade bogserats från Östanpå till Högö, därifrån till Sunamo, materialtransport tillbaka till Högö och därifrån till fiskehamnen. (Sjöförklaring den 11 september).

fanns ett aggregat som drev länspumpen. De pumpade ur de läckande facken. Grävmaskinens bränsletank fylldes.

Vädret var nu bra och förberedelserna gjordes enligt normal procedur. Grävmaskinen kördes ombord på prämen. Den placerades så att krypbanden var riktade rakt i prämens längdriktning och bommen var riktad bakåt. Bommen (med själva maskinen) svängdes ca 20 grader åt höger (sett från grävmaskinens hytt). Bommen var bockad så att stickan med skopan låg mot däcket. Prämen hade ingen lutning. Den förtöjdes till bogserbåten med ett ca 30 mm rep av plastfiber (bilaga 5 och fig. 7). Repet var knutet om bogserstången (fig. 1b) på bogserbåten. Avståndet mellan fartygen var 20–30 m. Enligt firmans rådande praxis genomfördes bogseringen fast några av prämens fack hade läckage. Under resan pumpades vatten ur det vänstra sidofacket som läckte (sett från aktern, andra facket räknat från fören). I högerhörnet observerades före starten ett litet hål. Vid resans början var fribordet i aktern ca 5–10 cm och i fören ca 20 cm. Resan hade uppskattats ta ca 2,5 timmar.

Den yngre brodern stannade ombord på prämen och gjorde fast grävmaskinen under färdens början med två kättingar. Skepparen minns att de var dragna över krypbanden framifrån och bakifrån från grävmaskinens hytt, bilaga 5. Efter några minuters färd steg den yngre brodern ombord på bogserbåten då den hade backat till prämen. Detta arrangemang vid bogseringen var helt normalt enligt mångårig erfarenhet. Navigeringen gick efter ögonmått längs en bekant rutt, som var märkt med prickar[33], figur 5. Bogseringen gjordes med ca 3[34] knops hastighet.

Skepparen hade styrt ca en timme med 3[34] knops hastighet. Allt gick utan problem och han hade inte noterat någon förändring i prämens ställning. När de hade kommit ut till fjärden[35] (röd punkt) frågade skepparen om brodern kunde styra eftersom han hade ett smörjningsarbete att göra före bytet av skepparen sker när man kommit fram. Brodern accepterade och man bytte styrman. Resan fortsatte utan att gå igenom farleden, man bara bytte styrman. Skepparen började smörja propelleraxeln. Han gick till akterdäck[36] och smorde 5–6 minuter[37]. När skepparen kom upp såg han att brodern på bryggan pekade på prämen och skepparen noterade att prämen lutade lite[38]. Innan man bytte styrman hade man kört ca en timme.

Fig. 5. Olycksresan från Svartnäsgrynnan till olycksplatsen (ändan av pilen) längs den prickade rutten på ett sjökort för skärgårdsbor.

[33] Rutten är inte prickad i det officiella sjökortet. Figuren är en del av en sida i kortserien, som skärgårdsbor och sjöbevakare använder.

[34] I verkligheten var hastigheten under 2 knop.

[35] Enligt GPS-navigeringsdata kom bogserbåten ut till fjärden ca kl. 9:25.

[36] Man måste öppna däcksluckan för att nå smörjningsobjektet.

[37] I skepparens förhörsprotokoll svarar han på frågan ”vem styrde”…”hann styra 15 minuter…” I sjöförklaringsprotokollet har han anmält 10 minuter och i sin sjöförklaring 15 minuter.

[38] Enligt förhörsprotokollet svarade skepparen på frågan hur stor lutningen var: ”Först lutade den inte när vi placerat grävmaskinen. Men sen när jag märkte lutningen var vattennivån jäms med på ena sidan (högra bakifrån sett) och ca 10 cm på andra sidan (vänster sida bakifrån sett).” I sjöförklaringsprotokollet säger skepparen att ”framkanten hade stigit 10-20 cm, kanske 20 cm till och med, för det var märkbart. Aktern var jämt med vattenytan, kanske lite, lite under i bakhörnet.”

Skepparen sade till brodern att plocka in dragtrossen när han backar. Sedan skulle brodern stiga ombord på prämen och kliva in i grävmaskinens hytt för att svänga bommen och på så sätt minska lutningen. Prämen lutade lite så att det högra hörnet hade sjunkit (sett från prämens akter). Enligt skepparen det är alltid problematiskt om proppar går under vattenytan då man skall pumpa om prämen lutar. Situationen uppfattades inte som farlig. Det såg ut, som ett fack hade läckage; motsvarande situationer hade ofta uppkommit tidigare.

Vid det första backningsförsöket blev bogserbåten för långt från prämen och brodern kunde inte hoppa ombord. Det andra försöket lyckades och brodern hoppade ombord på prämen. Skepparen såg brodern springa till grävmaskinen. När han klev in i grävmaskinens hytt märkte skepparen att det högra akterhörnet sjönk synligt. Detta hade aldrig hänt tidigare och situationen var överraskande. Redan när skepparen backade, hade han märkt att det motstående framhörnet hade stigit lite. Skepparen försökte nu köra lite framåt och därmed få ner framhörnet. Han tänkte att något fack hade ett läckage. Skepparen hann köra bogserbåten halva vägen när han märkte att prämen med grävmaskinen började välta. Efter ca 5 sekunder var prämen upp och ner. Skepparen hann konstatera att grävmaskinens vänstra sida lättade från prämen (bakifrån sett). Grävmaskinen lättade före prämen och drog den med sig. Skepparen tror att brodern inte hann svänga bommen.

Under händelseförloppet kom skepparen aldrig på tanken att prämen kunde ha gått på en sten. Han trodde inte att de kunde ha kört så långt åt sidan[39]. Efteråt har han funderat på saken och dragit sig till minnes situationen, och i sina utlåtanden tagit i beaktande den uppfattning han fått av sin bror (verkställande direktören), dvs. att prämen gått på en sten.

Skepparen gick till akterdäck med kniven i handen färdig att kapa trossen, eftersom han var rädd att prämen och grävmaskinen kunde dra båten med sig. Trossen var dock lös och han lossade den och kastade den ur båten. Han gick snabbt till bryggan och ringde till nödcentralen[40]. Han berättade vad hade hänt och var han befann sig, men kunde inte ge koordinater. Nödcentralen svarade att man nog hittar honom ändå. Skepparen bad om all möjlig hjälp. Klockan var ca 9:40[41].

Verkställande direktören hade ringt strax innan skepparen gav över rodret. Skepparen hade sagt att allt gick bra och att cirka en timme återstod av resan. Verkställande direktören hade hört sig för om situationen på grund av att en stor grävmaskin transporterades på prämen. Han hade frågat om transporten hinner fram på utsatt tid. Avsikten var att köra grävmaskinen i land och bogsera prämen till följande jobb. Skepparen hade ett planerat VVS-jobb som väntade på land och en annan skeppare skulle ta över bogserbåten.

Skepparen fick rådet att hålla linjen öppen, köra så lite som möjligt med båten, hålla koll på vattnet men inte själv gå i vattnet. Grävmaskinen var ställd så att dörren var öppen

[39] Sjöförklaringsprotokoll.
[40] Skepparen uppskattar sig ha ringt till nödcentralen inom 10 sekunder efter händelsen.
[41] Nödcentralen har registrerat larmet kl. 9:43:25.

mot det håll som den välte. I allmänhet håller man grävmaskinens dörr öppen medan någon sitter i hytten. Brodern skulle ha fallit ut ur hytten. Skepparen tänkte att brodern hade blivit fastklämd. Han tog på sig en flytväst och knöt en tross omkring sig, fäste andra ändan vid båten och tänkte hoppa i vattnet. Nödcentralen förbjöd absolut detta, vattnet var för kallt och för djupt.

Skepparen fick tillåtelse av nödcentralen att ringa sin far. Han berättade för denne vad som hänt och att han kallat på hjälp. Han styrde bogserbåten runt prämen medan han väntade på hjälp och funderade på vad han kunde göra för att rädda sin bror, men det var omöjligt. Han hade förbjudits att gå i vattnet. Strax innan räddningsenheten från Bosund anlände efter kl. 10 ringde hans bror (verkställande direktören)[42]. Skepparen redogjorde för situationen. Räddningsenheten körde runt prämen, sedan tog sig en av dem över till skepparen i bogserbåten. De diskuterade ett tag. Senare kom också andra över i bogserbåten och berättade att de sett något bredvid prämen. Skepparen gjorde fast bogserbåten i prämen och tog sig över i räddningsbåten. Skepparen såg grävmaskinens krypband på cirka två meters djup. Skepparen frågade om någon på räddningsbåten kunde gå i vattnet och kontrollera situationen. Han fick svaret att de inte kunde göra det men att en dykare var på väg. Han tog sig tillbaka till bogserbåten och körde den längre bort.

De anhöriga anlände till platsen och därefter dykarens båt. Dykaren var färdigt klädd. Han fick snabbt upp den drunknade och en sjukskötare började återupplivning på den kantrade prämen. Verkställande direktören ringde på nytt till skepparen och fick höra att man fått upp brodern. Prämen hölls på plats trots att det blåste en aning. Räddningshelikoptern landade på prämen med en läkare och flög iväg. Flera anhöriga hade kommit till platsen. Sjöbevakningens fartyg (förtöjde vid prämen kl. 10:45) och strax därefter räddningsbåten OTTO MALM (kl. 10:54) anlände till platsen.

Återupplivningsförsöken gav inga resultat. Offret transporterades till Malms sjukhus i Jakobstad med båt. Bogserbåten och prämen blev kvar med sjöbevakningen och RB OTTO MALM medan de anhöriga följde med offret till sjukhuset. Skepparen fick stanna på sjukhuset på grund av chock. Han alkoholtestades och konstaterades vara nykter.

Arbetsperioder före olyckan hade varit: skepparen 10h/24h, 19h/48h och 33h40min/vecka samt den yngre brodern som styrde: 10h/24h, 19h/48h och 42h/vecka.

Klarlagt i utredningen

Det var andra resan under den här säsongen. Under första resan bogserades material till ett villabygge i Larsmo. Den andra resan hade börjat den 27 maj. Då bogserades en bastu och grävmaskinen från fiskehamnen till Svartnäsgrynnan, varifrån olycksresan inleddes den 29 maj. På ön finns en kajplats[43] som skyddas mot västliga vindar av näset. Platsen kan ses i figur 4.

[42] Han hade fått veta om olyckan och samlat de anhöriga i båthamnen. De gav sig av i två båtar. Då han på nytt pratade med sin bror var räddningshelikoptern på väg till olycksplatsen. Han förbjöd brodern att hoppa i vattnet.

[43] Platsen är klart synlig på flygbilden under ”Kartplatsen för alla” på webben, www.karttapaikka.fi.

Ur GPS-navigeringsdata framgick att bogserbåten avgick från fiskehamnen kl. 6:40 och den anlände till prämen ca kl. 7:50. Positionen kan ses i figur 4. Prämen var skyddad mot västliga vindar av näset. Man har antagit att grävmaskinen hade körts ombord på prämen ca kl. 8:05. Bogseringen startade ca kl. 8:27, med den yngre brodern kvar ombord på prämen för att göra fast grävmaskinen. Efter några minuter backade bogserbåten och brodern steg ombord på den. Bogserhastigheten var för det mesta 1,5–1,7 knop. Ruttens längd var ca 3,6 km och medelfarten ca 1,5 knop. Lagringen av GPS-data hade stoppats kl. 10:15:50.

Vid kantringen blev grävmaskinens fästen lösa och den sjönk till bottnen och blev liggande upp och ner. Vattendjupet på platsen var 5–6 meter. Den yngre brodern hade blivit kvar i hytten och hade inte lyckats komma ut. Dörren hade av någon orsak stängt sig. Prämen blev flytande upp och nedvänd och var fortfarande fastgjord i grävmaskinen[44]. Vattendjupet var så pass litet att repet inte blev spänt och bogserbåten förtöjd vid prämen var därför inte i fara.

Fig. 6a. Prämen upp och ner ca kl. 12 på olycksdagen, då den och bogserbåten som var förtöjd vid den hade drivit ca 700 m österut från grävmaskinen. Prämens aktersektions akterända (till vänster) ligger avsevärt djupare än ändan i fören. En del av dragtrossen ligger på förens botten (till höger). Också bogserbåtens förtöjningstross är synlig till höger.

Fig. 6b. Den upp och nedvända prämen fotograferad bakifrån. Detta, föregående och andra motsvarande fotografier har använts vid bedömningen av prämens djupgående i upp och nedvänd ställning för viktberäkningar. På grund av dessa och andra fotografier har man uppskattat att det högra slaget på prämen flytande upprätt har större bucklor än det vänstra slaget (sett bakifrån). Båda fotografierna är tagna av polisen i Karleby.

Grävmaskinens skopa satt fortfarande fast i prämen. Prämen lossnade tillsammans med bogserbåten som var förtöjd vid den ca kl. 11, eventuellt på grund av rörelser orsakade av vågorna från RB OTTO MALM som anlänt till räddningsoperationen, medan återupplivningsförsöken var ännu i gång. De lösgjorda fartygen började driva med vinden österut. Personerna ombord på prämen ankrade dem på ca 700 m avstånd från olycksplat-

[44] Prämen satt fast i grävmaskinens skopa, som inte var synlig, se fig. 11a. Dykarens e-post den 18 november 2009.

sen (figur 6c) med hjälp av RB OTTO MALM. Dykaren markerade grävmaskinens plats med bojar ca två timmar efter olyckan, se figur 11b.

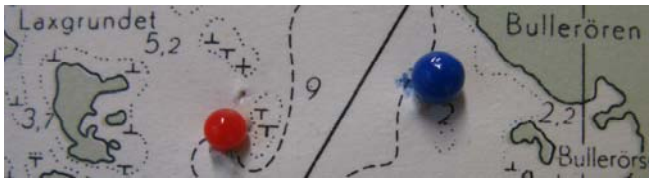


Fig. 6c. Bilden utarbetad av polisen i Karleby visar olycksplatsen (röd) samt platsen dit pråmen drev tillsammans med bogserbåten som var förtöjd vid den (blå). Driv-distansen är ca 700 m.

Figuren 7 nedan visar utredarnas uppfattning om arrangemanget vid bogseringen. Den motsvarar skepparens skiss som bifogats till förhörsprotokollet och sjöförklaringsprotokollet (bilaga 5). Bilden visar också ett sammandrag av andra väsentliga faktorer, såsom de läckande fackens placering och läckhålens storlek.

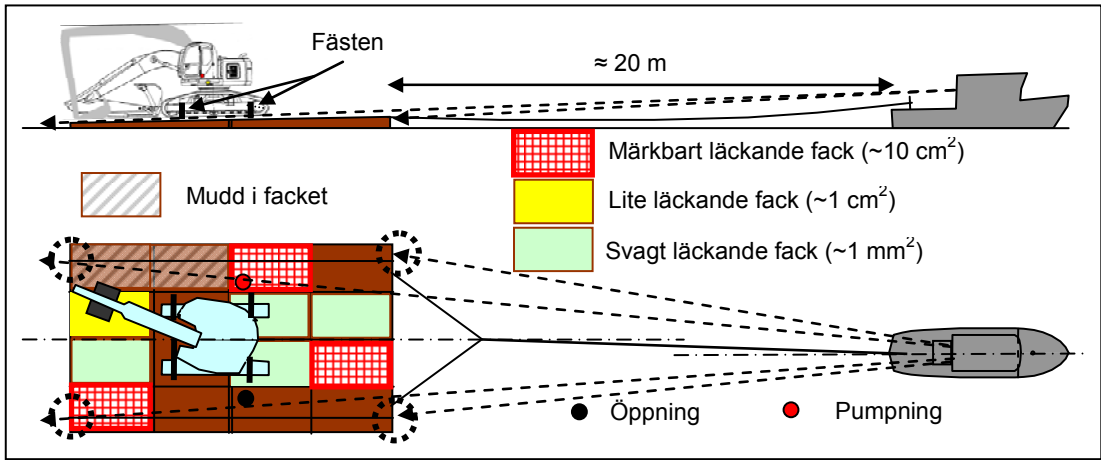


Fig. 7. Arrangemang vid bogseringen. De läckande facken och läckhålens storlek, länspumpens plats, öppningen utan propp och grävmaskinens fästen samt utsikten till de kritiska hörnen har visats. Avståndet mellan fartygen har anmälts vara ca 20 m.

Sammanfattningsvis visar följande figur hur kantringen eventuellt gått till. Tiden mellan stadierna är 1–2 sekunder. Skepparen har rapporterat att kantringen tog 5 sekunder och att allting skedde på ca en halv minut. När grävmaskinen träffade bottnen, lättade den 8 meter breda pråmen så att den kunde välta dragen av grävmaskinen fastän vattendjupet var endast 5–6 m.

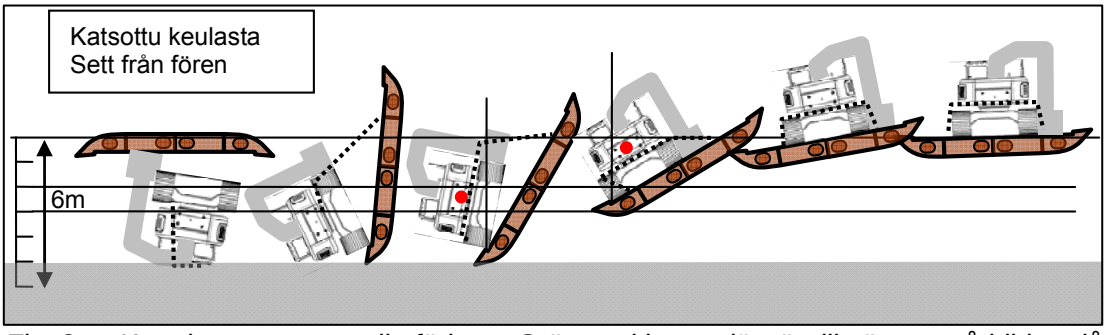


Fig. 8. Kantringens eventuella förlopp. Grävmaskinens dörr är till vänster på bilden då prämen är i upprätt ställning. Lösning av fästet är en föreställning. Figuren visar inte förflyttningen horisontalt. Grävmaskinen börjar välta när dess tyngdpunk överskrider vertikal linje ritad från krypbandets stödpunkt, se figuren.

Ruttens koordinater hade sparats i en fil i GPS-navigatorn av märket Garmin ombord på bogserbåten. Centralkriminalpolisens laboratorium i Vanda packade upp filen och rutten klarlades med hjälp av data som sparats. Hastigheten under de sista minuterna[45] finns på bild 9. Rutten visas på bilderna 10a och 10b. Ruttens koordinater på bilderna 10a och 10b visar var GPS-navigatorn var placerad på bogserbåtens brygga.

Redan i början av utredningen blev det klart att prämen hade fått lutning innan den välte. Då var lutningens orsak dock oklar. Verkställande direktörens åsikt gällande orsaken är att prämen stött på en sten eftersom den krängde så snabbt. Detta antogs som första alternativ till händelseförloppet i utredningen. I september fick man resultaten av GPS-navigeringsdata (fig. 10a och 10b) som visade att prämen inte hade stött på en sten. Därefter fokuserades utredningen på läckaget i facken.

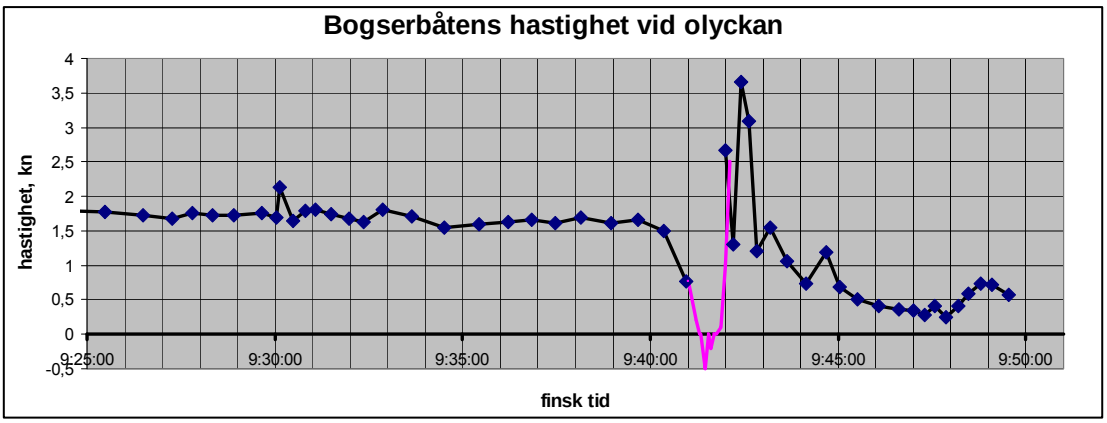
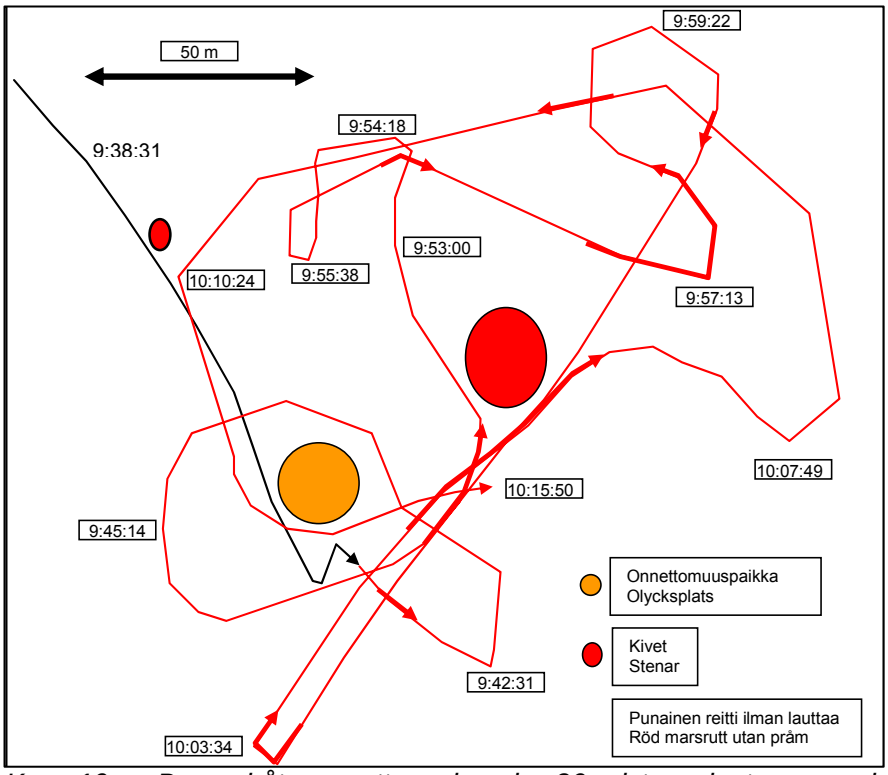


Fig. 9 Bogserbåtens hastighet (medelvärde mellan tidpunkterna) vid olyckan efter kursändring till sydost ca kl. 9:25, då man kom ut till fjärden. Bytet av styrman måste ha hänt strax efter detta. Den lila kurvan har endast evaluerats eftersom man har där inga data. En plötslig ändring av hastigheten ca kl. 9:30 beror kanske på att GPS-navigatorn då registrerade några positioner med bara några sekunders mellanrum, den kortaste var 2 s. Då har redan positionsregistreringens noggrannhet märkbar betydelse. Nödcentralen mottog larmet kl. 9:43:25.

[45] Data registrerade av GPS-navigeraren som Centralkriminalpolisen packade upp 21.9.2009. Utredare har beräknat hastigheten utifrån bogserbåtens navigeringsdata.

Lite efter kl 9:40 hade bogserbåten börjat minska hastighet för att backa mot prämen. Prämens fart hade börjat minska eftersom bogserlinans drag hade upphört. Prämens motstånd för rörelse i vatten var stort på grund av förens form, stort djupgående och stort bottenyta. Enligt approximativa beräkningar hade dess hastighet minskat till ca en tredje del i 40 sekunder under 20 meters avstånd. Efter draget hade upphört vinden började driva prämen österut.

Figur 10a visar bogserbåtens rörelser från några minuter före olyckan till dess GPS-navigatorn kopplas från. Bilden visar också olycksplatsen och de närmaste stenarnas plats (även en sten ganska nära till rutten). Rutten verkar vara logisk eftersom prämen inte har legat på en sten och bogserbåten inte har kört på prämen eller stenar. (Motsvarande karta från Centralkriminalpolisen finns i bilaga 6a.) Man har antagit att vissa källor har använt samma WGS84-koordinatsystem (koordinater givna av skepparen i anmälan för sjöolyckor skiljer sig klart från de andra). Figur 10b innehåller positionerna i tabell 3, observerade stenar, vattendjupsdata samt bogserbåtens rutt.



Kuva 10a. Bogserbåtens rutt under de 36 sista minuterna registrerad av GPS-navigatorn. Utredaren har ritat rutten på den av Centralkriminalpolisen plottade rutten. Noggrannare i figur 10b.

Navigationsdata som utretts av Centralkriminalpolisen finns i bilagorna 6a–6c. Tabell 3 visar olycksplatsens koordinater anmälda av vissa källor. Sjöbevakarna observerade i januari 2010 från en luftkuddefarkost en sten, koordinater 63 53,62'N och 22 48,20'E[46]. Detta betyder, att stenens distans från rutten är endast ca 10 m. Enligt navigeringsdata passerade bogseringen detta ställe ca kl.9:39. Därefter kördes ännu ca 80 m innan prämen välte.

[46] E-post från sjöbevakningsstation den 25.1.2010. Stenen ligger 35 cm under vattenytan vid normalt vattenstånd.

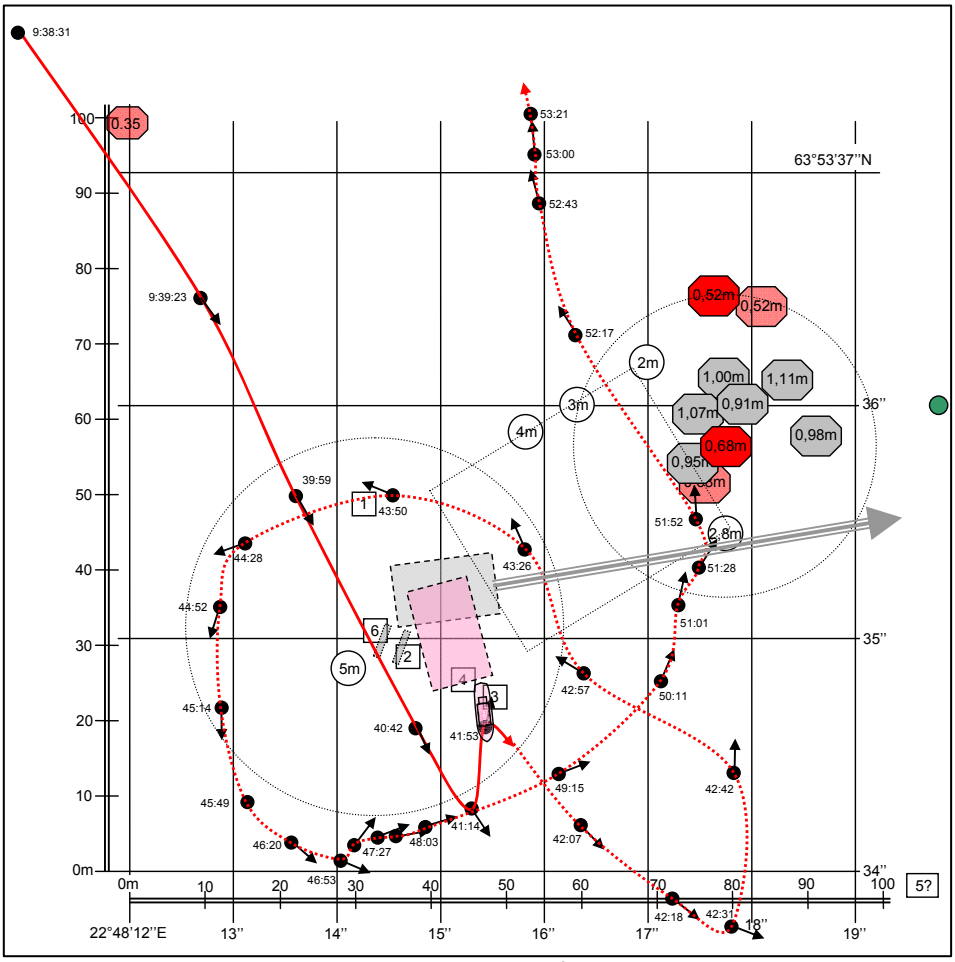


Fig. 10b. *Det av dykaren undersökta området (prickad linje), koordinater och bogserbåtens rutt inklusive kurs (den röda linjen med pilar, prickad linje utan pråm). Rutten går via alla registrerade punkter[47] mellan kl. 9:38:31–9:48:03. Ca kl. 9:39 har pråmen varit mycket nära till en sten. Klockan 9:52 har bogserbåten nästan kört på grynnan. Kvadraterna 1–6 motsvarar rader i tabell 3. Cirklarna visar vattendjupen anmälda av dykaren. Rektanglarna med sneddade hörn visar stenar observerade av dykaren med avståndet från vattenytan. Stenar med röd färg är sådana, som kunde ha träffats av pråmen, vars djupgående var ca 0,75 m. Stenar inom cirkeln hade skråmor[48]. Med ljusare röd färg har visats positionerna för dessa stenar anmälda av sjöbevakningen[49]. Djupdata i figuren motsvarar vattenståndet den 29 maj 2009 kl. 9–10 i Jakobstad. Grävmaskinens och pråmens plats är tagna från figur 11a (grå färg). Österbottens nödcentral mottog larmet kl. 9:43:25. Utifrån figuren kan man konstatera att mannen hoppade ombord på pråmen kl. 9:42 (lila färg). Pråmen välte ca en halv minut därefter. Den stora pilen visar drivriktningen för pråmen och bogserbåten som var förtöjd vid den (se figur 6c). En remmare som blev utplacerad senare har märkts med en grön punkt.*

47 E-post från polisen i Karleby och Centralkriminalpolisen den 21 september 2009.
48 Åtminstone RB OTTO MALM har rapporterat av stenträff med dessa stenar. Fartygets botten har blå färg.
49 E-post från Karleby sjöbevakningsstation den 2 juni 2009.

Tabell 3. Olycksplatsens koordinater anmälda av vissa källor.

Källa		Koordinater
1	Anmälan till CfUaO[50] 29.5	**63° 53,593'N / 22° 48,237E'**
2	Sjöbevakning, grävmaskinen[51]	**63° 53,582'N / 22° 48,245E'**
3	Sjöbevakning, olycksplatsen	**63° 53,579'N / 22° 48,259E'**
4	Utredningsanmälan av polis 1.6	**63° 53,580'N / 22° 48,254E'**
5	Skepparens anmälan [52]	**63° 53,55'N / 22° 48,55'E ?**
6	Dykaren 26.8, grävmaskinen[53]	**63° 53,584'N / 22° 48,240E'**

Bolagets åsikt gällande orsaken till olyckan

Verkställande direktören ansåg det osannolikt att en enligt bolagets erfarenhet stabil och säker pråm hade kunnat kantra[54]. Dagen efter olyckan undersökte han olycksplatsen och försökte utreda varför pråmen hade kantrat. Han hittade en sten vidare ut mot Börsskärsfjärden[55], ca 20 meter från grävmaskinen. På stenen finns målarfärg som verkställande direktör tolkade som orsakad av pråmen. Det finns ett grund bredvid. Han antar att styrmannen har svängt för långt till vänster. Bogserbåten har gått bredvid men pråmen har drivit med vinden på stenen[56].

1.2.3 Olycksplatsen

Bogserbåten och pråmen skulle passera grynnorna från väster, se fig. 4. Grynnorna består av flera stenar, delvis synliga och delvis under vattenytan. Stenarna i figur 10b är inte markerade på sjökortet. Bogserområdet har ingen markerad farled, men rutten var bekant. Grynnorna var inte utmärkta med prickar[57] då olyckan skedde. Precis bredvid stenarna är vattendjupet ca 2 m. Från stenarna mot platsen där grävmaskinen sjönk ökar djupet småningom till 5–6 m.

Räddningsdykaren har varit på olycksplatsen tre gånger. Dessutom undersökte sjöbevakningens dykare platsen strax efter olyckan och han lokaliserade stenar nära vattenytan vid olycksplatsen. Dykarens ritningar från räddningssituationen visas i figurerna 11a och 11b. Andra gången den 8 juni tog han videon och fotografier av grävmaskinen samt av de närmaste stenarna. På videon från den 8 juni var grävmaskinen nästan utan skador, men dess ställning hade ändrats på grund av avbrutna lyftförsök. Några stenar hade skråmor[58]. Tredje gången kartlade dykaren omgivningen den 26 augusti 2009[59].

---

50 Centralen för undersökning av olyckor.

51 Sjöbevakningens dykare, före grävmaskinens lyftförsök, per telefon från Karleby sjöbevakningsstation den 15 september 2009.

52 Skepparens rapport av sjöolycka den 30 juni 2009. Han anmälde koordinaterna med stöd av minnet.

53 En grop i havsbotten.

54 Ägaren har bl.a. provlastat en ny flottsektion till lite över nominell dödvikt, 20 t (se sista avsnittet i bilaga 1).

55 På sjökortet ligger Börsskärsfjärden söderut, stenarna som hittades av dykaren och sjöbevakningen ligger 50 m österut från olycksplatsen.

56 Ur förhörsprotokoll med verkställande direktören den 1 juni 2009. Ursprungligen på svenska.

57 Grynnan har under sommaren fått en prick, information per telefon från Karleby sjöbevakningsstation den 15 september 2009.

58 Utredningsdata från Karleby sjöbevakningsstation på ort och ställe den 1 och 2 juni samt information från räddningsdykaren den 8 juni. Skråmorna är ljusa och blåa; de är alltså inte från pråmen. På olycksplatsen fanns flera båtar under räddningen. RB OTTO MALM har anmält sig ha kört på stenar, båtens botten är blå (e-post den 10 och 11 november). På platsen fanns också flera gånger sjöbevakningens fartyg.

”Havsbottnens profil steg jämnt från förlisningsplatsen mot grynnan. Omkring förlisningsplatsen var bottnen lerig och mot grynnan från 3–4 meters djup började den bli allt hårdare, bestående av sand och stenar. Omkring förlisningsplatsen samt mellan den och grynnan observerades här och där stenar av storlek under 1 m^3. Stenarna låg flera meter under vattenytan. Vid förlisningsplatsen var vattendjupet ca 5 m och vid grynnan ca 2–3 m.”[60]

Vid grävmaskinen hittade dykaren den 26 augusti vissa föremål såsom en krok, kätting, vevstake och varierande andra föremål av metall, t.ex. i figur 11c. Han hittade inget aggregat[61].

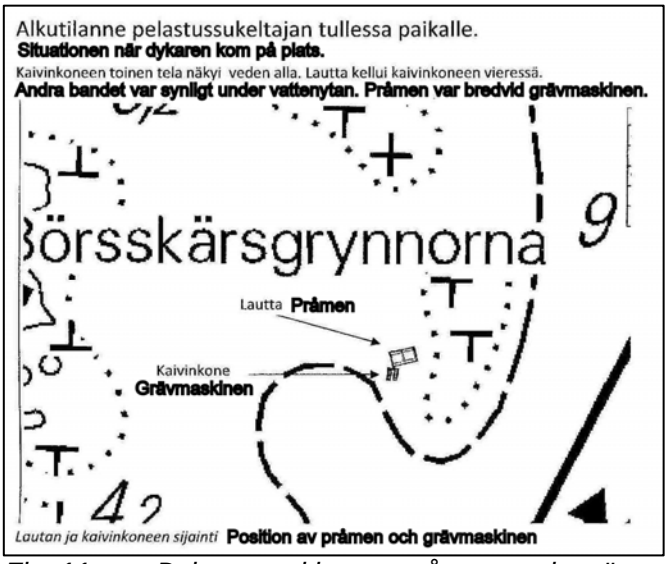


Fig. 11a. Dykarens skiss av prålmens och grävmaskinens position på olycksplatsen. Den inre djupkurvan motsvarar 3 m och den yttre 6 m. Observera att skopan ligger under prålmen.

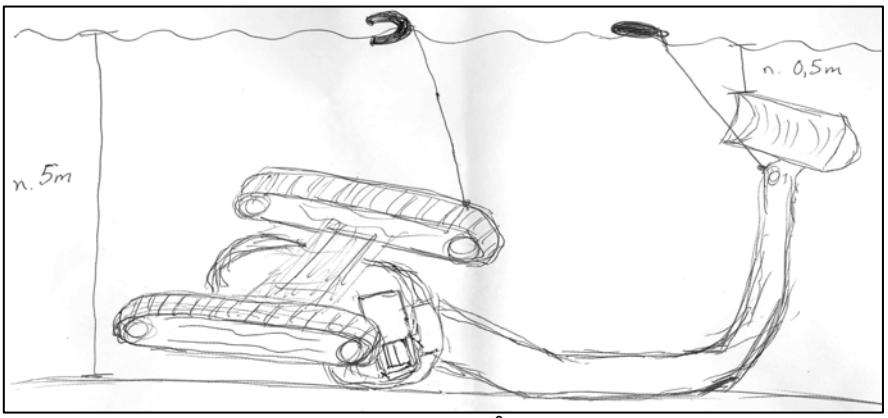


Fig. 11b. Grävmaskinens ställning på havsbottnen ca 40 minuter efter olyckan enligt dykarens skiss, med skopan åt höger. Bilden visar även bojarna som han installerade ca 2 timmar efter olyckan då prålmen och bogserbåten som var förtöjd vid den redan hade drivit 700 m österut.

[59] Tmi (Firma) Tarmo Sillanpää, dykningsrapporter av den 17 juni och den 5 september.
[60] Utdrag ur dykarens rapport den 5 september 2009. Ursprungligen på finska.
[61] Dykare som anställts av bolaget för att lyfta grävmaskinen lyfte några föremål i början av juni.

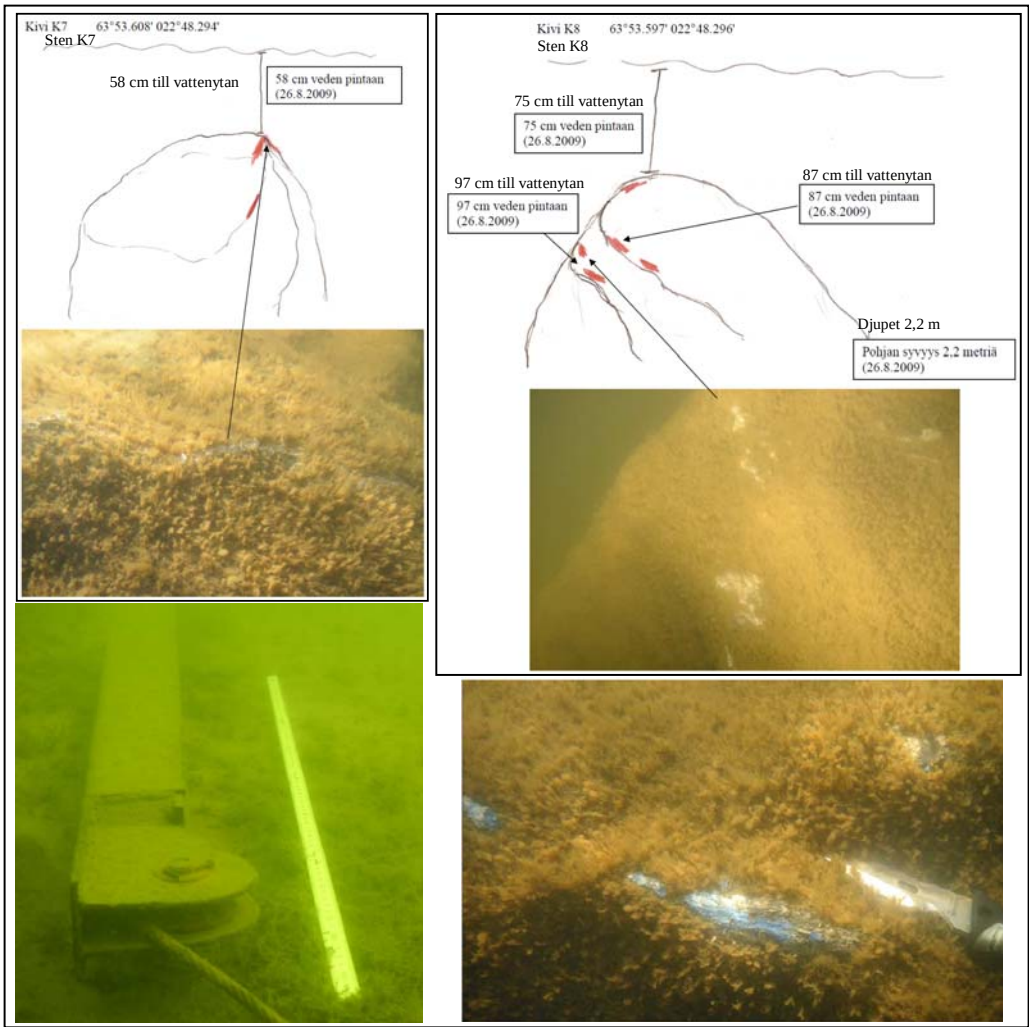


Fig. 11c. Utdrag ur dykarens rapport den 5 september. De två stenar som ligger närmast vattenytan har visats med skråmor. På det nedre fotografiet ger dykarens kniv en uppfattning om skråmornas storlek. Fotografiet nere till vänster visar antagligen en del av rampvinschen, vattendjupet är 4,4 m och distansen från grävmaskinen ca 5 m mot nordost. Djupen i figuren måste reduceras med 6–7 cm, för att situationen skall motsvara den på olycksdagen den 29 maj 2009.

1.2.4 Iakttagelser efter olyckan

Man kunde inte observera några oljeläckor. Pråmen med bogserbåten förtöjd vid den började driva efter att den hade lossnat från grävmaskinens skopa. RB OTTO MALM ankrade dem tillsammans med personerna ombord på pråmen ca 700 m österut från olycksplatsen ca kl. 11:20. Dykaren markerade grävmaskinens plats med bojar. Polisen kom till pråmen med sjöbevakningens båt ca kl. 11:45. De inspekterade den en halv timme och polisen tog fotografier. Lite före kl. 17 fick sjöbevakningsstationen larm att bogserbåten hade drivit till Bulleröns[62] strand. Patrullbåten körde till platsen, men man

[62] Se figur 4 och 6c.

måste konstatera att det var för grunt vid stranden. Patrullbåten hämtade en mindre båt av typ ZODIAC från stationen, med vilken man fick loss båtarna. De bogserades till sjöbevakningens hamn kl. 19:10[63].

Polispatrull förhörde skepparen och verkställande direktören samt utförde blåstest på skepparen kl. 13.20. Resultatet var noll promille.

1.2.5 Personskador

Den yngre brodern som befann sig inne i grävmaskinens hytt drunknade. Den äldre brodern blev chockad och var tvungen att vårdas på sjukhus i många veckor.

1.2.6 Materiella skador

Bogserbåten fick inga skador. Prämen var i dålig kondition redan före olyckan. Vid diverse flyttningar, demontering, vändning och lyftning fick prämen ytterligare skador.[64] I prämen som var upp och ner hittades två hål (fig. 10) innan den demonterades och lyftes upp på landet. Man hittade ytterligare hål senare då prämen lyftes på land och vid granskningar på lagringsplatsen. Grävmaskinens hytt skadades vid lyftning och sjötransport. Dess motor hade fått vatten i sig. Sannolikt är grävmaskinen färdig för skrotning. All utrustning var försäkrad.

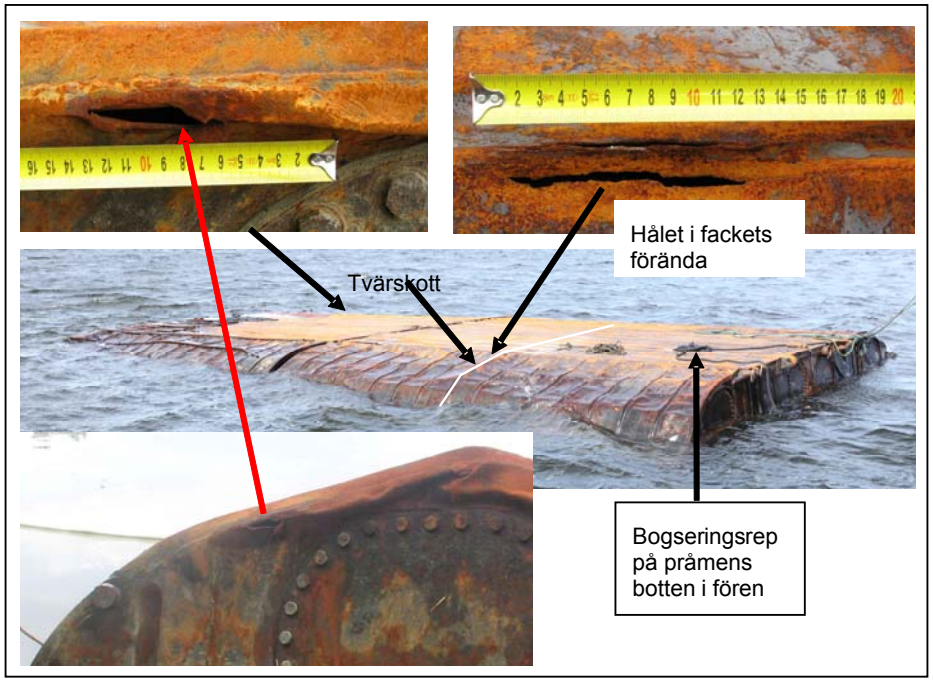


Fig. 12. Prämen drygt två timmar efter olyckan. I mitten ett fotografi taget av polisen i Karleby. Två hål som hittades innan prämen demonterades har inkluderats. Detta och andra motsvarande fotografier har använts för att uppskatta prämens djupgående i upp och nedvänd ställning. Till vänster hål G och till höger hål F i figur 16.

63 Sjöbevakningens notiser 29.5.2009.
64 Sjöfartsverket kommer att kräva inspektion av prämen för registrering. Ägaren överväger skrotning och anskaffning av ny pråm.

1.2.7 Andra skador

Räddningspersonalen observerade situationen också med tanke på oljeskadorna. Vid lyftningen av grävmaskinen läckte en liten mängd av olja ut vid Larsmo fiskehamns strand. Man installerade en oljeskyddsbom på platsen, figur 13b.

Bolagets verksamhet försvårades, vilket orsakade ekonomiska förluster.

1.3 Räddningsverksamhet

1.3.1 Larmet och försök rädda liv

Efter att pråmen hade vält ringde skepparen till Österbottens nödcentral, som registrerade larmet klockan 9:43:25. Inom en dryg minut var följande enheter larmade: räddningshelikoptern PETE med en läkare från Vasa, räddningsstationerna i Larsmo, Bosund, Karleby med en dykare, Jakobstad och Jakobstads polis. Ytterligare larmades enheter i Jakobstad och Karleby samt polisen i Karleby. Klockan 9:56 larmades Sjöräddningsundercentralen i Vasa[65].

Till räddningsbas på land valdes båthamnen i Kittsjöfjärden (Fallskärsvägens ändpunkt). Därifrån är sjöfärden till olycksplatsen ca 5 km. Först till basen kom Bosunds FBK klockan 9:56. Ledningen för räddningsoperationer anlände till basen klockan 10:03. Också Jakobstads sjöräddningsförenings båt RB OTTO MALM[66] tog kurs mot olycksplatsen dit den anlände kl. 10:54. Sjöbevakningens båt PV 323 kom till olycksplatsen kl. 10:45 och förtöjde vid pråmen.

Bosunds FBK var på plats lite efter klockan 10, men de hade ingen utrustning för dykning till flera meters djup. Karlebys räddningscentrals dykare anlände klockan 10:20. Han fick offret ur vattnet efter några minuter, och sjuksköterskan började återupplivningen. Helikoptern landade på pråmens botten med läkaren klockan 10:34, och återupplivningen fortsatte under hans ledning. Återupplivningsförsöken gav dock inget resultat. Cirka kl. 11:30 transporterades offret i land med de anhöriga och slutligen till Malmska sjukhuset i Jakobstad.

1.3.2 Lyftning och transport av utrustningen

Ägaren körde bogserbåten till Larsmo fiskehamn den 31 maj. Nästa dag bogserades pråmen till fiskehamnens pir. Den blev liggande vid stranden upp och nedvänd, delvis vilande på havsbottnen, figur 13a. Försäkringsbolaget hade gett tillstånd att lyfta grävmaskinen. De första försöken den 2 och 3 juni avbröts av Karleby arbetarskyddsorganisation och Bottniska vikens inspektionsenhet vid Sjöfartsverket. De uppskattade att riskerna i lyftarbetet var för stora med den planerade metoden, och de krävde en ny lyftplan för godkännande. Dessutom var vädret inte heller gynnsamt. Vid lyftförsöket ändrades grävmaskinens ställning en aning. Dykarna som var anställda av bolaget lyfte

[65] Österbottens nödcentrals brev, DNRO 27/5.1.3/2009 daterat den 22 juni 2009.
[66] Längd 13 m, bredd 4,7 m, djupgående 0,9 m, manskap 3 män, maskineffekt 618 kW och maxhastighet 35 knop.

några av föremålen från prämen. Slutligen under natten den 10 juni lyftes grävmaskinen upp så att det var möjligt att bogsera den till Larsmo fiskehamn. Prämen drogs delvis upp på land (figur 13b) för att lyftas upp ur vattnet. Grävmaskinen lyftes upp bredvid den. Grävmaskinen lyftes nästa dag upp på ett fordon och transporterades till bolagets lagerområde för en senare inspektion. Vid tillfället var representanter för polisen i Karleby och utredningskommissionen på plats.

Prämen lyftes ändå inte upp på land på grund av otillräcklig lyftutrustning och utrymmesbrist i fiskehamnen. Med bolaget avtalades att de lyfter upp prämen i delar efter midsommar. Bolaget lyfte upp prämen på land först 29.6. Polisen i Karleby följde med lyftningen. Bolaget lösgjorde försektionen från aktersektionen. Försektionens vänstra och högra pontonenhet lyftes upp separat upp och nedvända på land och vändes i rätt läge. Sidopontonerna vändes ovanpå centerpontonerna. Aktersektionen lyftes upp på land i ett stycke, också den upp och nedvänd. På land delades den i två delar. Bolaget transporterade pontonenheterna till sitt lagerområde. Bogserbåten togs upp 30.6, fig. 18. I början av augusti vände bolaget sidopontonerna på centerpontonerna på begäran av Centralen för undersökning av olyckor.

Fig. 13a. Prämen bogserad till stranden vid Larsmo fiskehamns pir (i förgrunden). Fotografiet är taget av arbetarskyddsinspektör den 3 juni. Fören är till vänster.

Fig. 13b Prämen delvis uppdragen på stranden den 11 juni. Man kan se två långa stärkningsjärn på aktersektionens vänstra sidoponton. Bucklorna i det vänstra slaget kan ses tydligt. Hålet i sidan är avsett för en ankartross. I bakgrunden flyter oljebommen.

Fig. 14a. Försektionens pontonenheter vänds den 29 juni. Fotografiet till vänster visar den vänstra pontonenheten, vars för är till höger. Fotografiet till höger visar den högra pontonenheten, vars för är till vänster. Pumpningsöppningarna utan propp har märkts med en pil. Under olycksresan var pumpen i den vänstra pontonenheten. I enheternas övre kant kan man se fördjupningar för ankarutrustning som har hål för bl.a. ankartrossen. Fotografierna är tagna av polisen i Karleby. Nästa figur visar den högra pontonenheten från andra sidan.

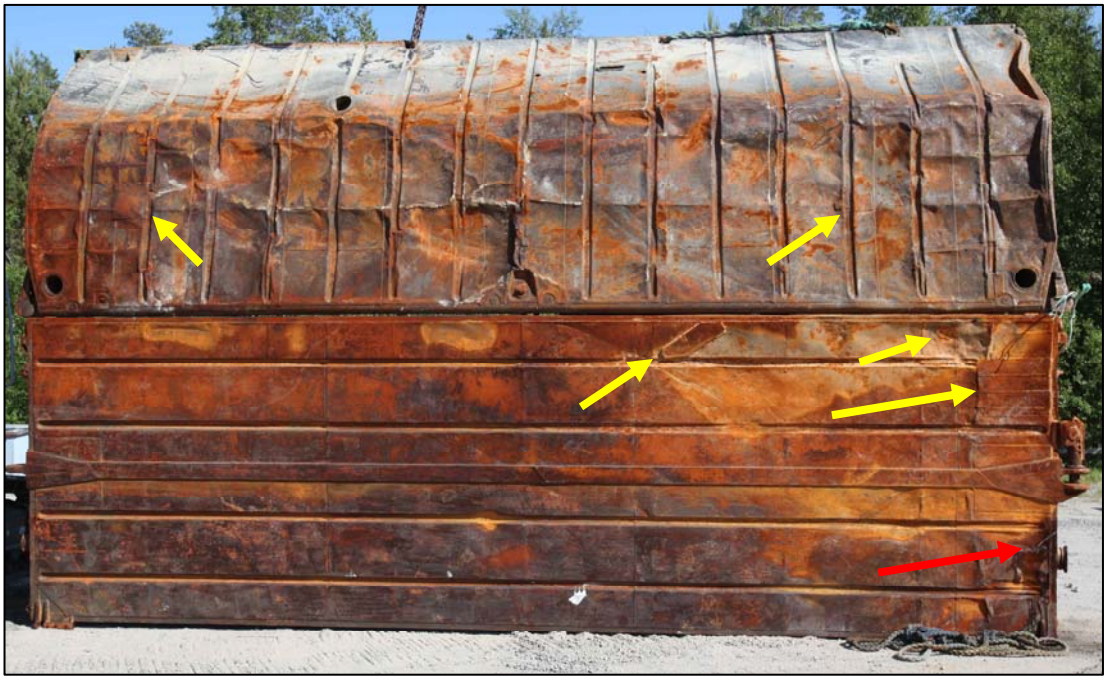


Fig. 14b. Försektionens högra pontonenhet på land den 29 juni. Fören är till höger. Bucklorna är tydligt synliga. Pilarna visar ställen som reparerats, den röda pilen visar dessutom var vatten sprutar ur ett hål. Fotografiet är taget av polisen i Karleby.

Fig. 14c. Försektionens högra pontonenhet, vatten rinner ur två hål i centerpontonens akterfack strax efter lyftet upp på land den 29 juni.(Läckaget är hål D till vänster och hål E till höger i figur 16). Fotografiet är taget av polisen i Karleby.

Fig. 14d. Vatten rinner ur hålet C (se figur 16) från akterändan av pontonenheten i figur 14c (fotografiet till vänster). På bilden till höger ligger denna pontonenhet i rätt ställning med sidopontonen vänd ovanpå centerpontonen. På dessa fotografier kan man på flera ställen se den blåa målarfärg som använts av bolaget. Detaljer från fotografier tagna av polisen i Karleby den 29 juni.

Fig. 14e. Aktersektionen lyftes upp på stranden den 29 juni. Vatten rinner ur ett hål som ligger varken i däcket eller i sidoskottet. Aktern är mot sjön. Sidan är böjd lite inåt. Fotografiet är taget av polisen i Karleby.

Pontonenheterna i upprätt ställning inspekterades utanpå nästa dag på bolagets lagerområde (den 30 juni) av polisen i Karleby, utredningskommissionen och Sjöfartsverkets Bottniska vikens inspektionsenhet.

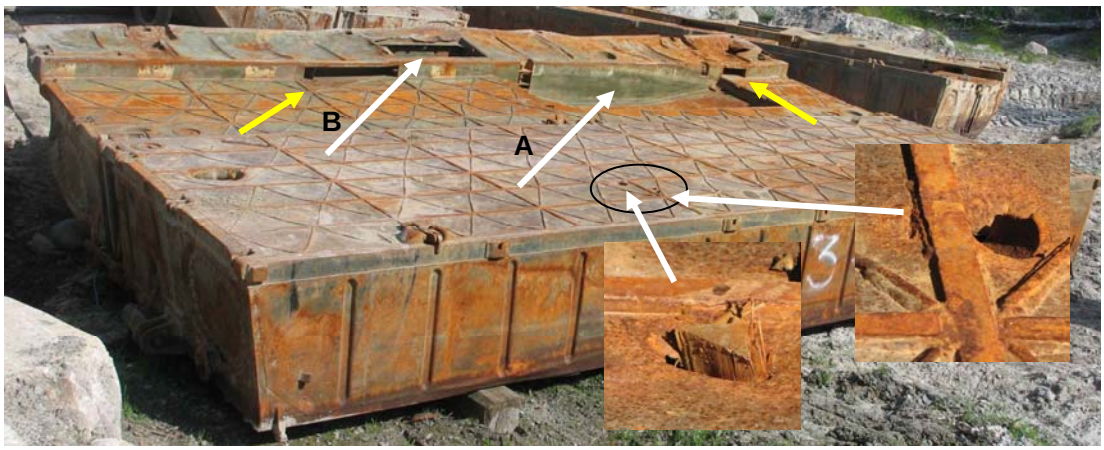


Fig 15. Hopkopplade center- och sidopontoner med däcket uppåt transporterade till bolagets lagerområde (vänster aktersektion). Fotografiet är taget den 30 juni. Observera fördjupningen för rampen (A) och platsen för ankarutrustningen (B). På däcket finns två hål såsom ellipsen visar. I det ena hålet finns en i tvärsnitt triangelformad trätapp (förstoringarna av hålen har gjorts av detaljerade fotografier tagna 5.8, men tappen fanns i hålet redan 30.6). Detaljer om hur hålen eventuellt har uppkommit och om tappen finns i texten. De gula pilarna visar fördjupningarna i däckets förhöjda del (delens hela volym kan alltså inte räknas till pråmens deplacement). I däckets förhöjda del finns bucklor som antas ha uppkommit då pråmen låg upp och nedvänd (pråmen flyttades också ett par gånger genom att släpa) vid den steniga stranden i nästan en månad.

På begäran av Centralen för undersökning av olyckor vändes varje sidoponton i pontonenheterna ovanpå centerpontonen så att man kunde granska också de dittills gömda längdskotten. Utredaren och Sjöfartsverkets inspektör granskade den 5 augusti pontonenheterna i den där ställningen.

Fig. 16a. Pontonenheterna fotograferade den 5 augusti. Sidopontonerna har vänts ovanpå centerpontonerna för inspektion. Bucklorna är klart synliga. Fotografiet är taget av Sjöfartsverkets inspektör.

Fig. 16b. Pontonenheterna fotograferade den 5 augusti från ett annat håll. Det rann fortfarande vatten från två hål, på bilden ett av dem. Hålets yta är 1–2 mm^2.

Fig. 16c. Den andra pontonenheten (den högra i aktern) från vilken det rann vatten vid fotograferingen den 5 augusti. Hålet finns i botten 170 cm från den högra ändan och 30 cm från skottet på bilden (skottet är markerat med 1–>). Hålets yta är 1–2 mm^2.

Totalt tog polisen, Sjöfartsverket, Arbetarskyddsinspektionen och Centralen för undersökning av olyckor över 500 fotografier av prämen, bogserbåten och grävmaskinen.

I **grävmaskinens** hytt togs många fotografier. I synnerhet försökte man reda ut strömställarens och spärrspakens lägen, för att kunna bedöma om offret hann använda grävmaskinen. Strömställaren var i läget ”ON”, spärrspaken hade inte vänts i driftläge.

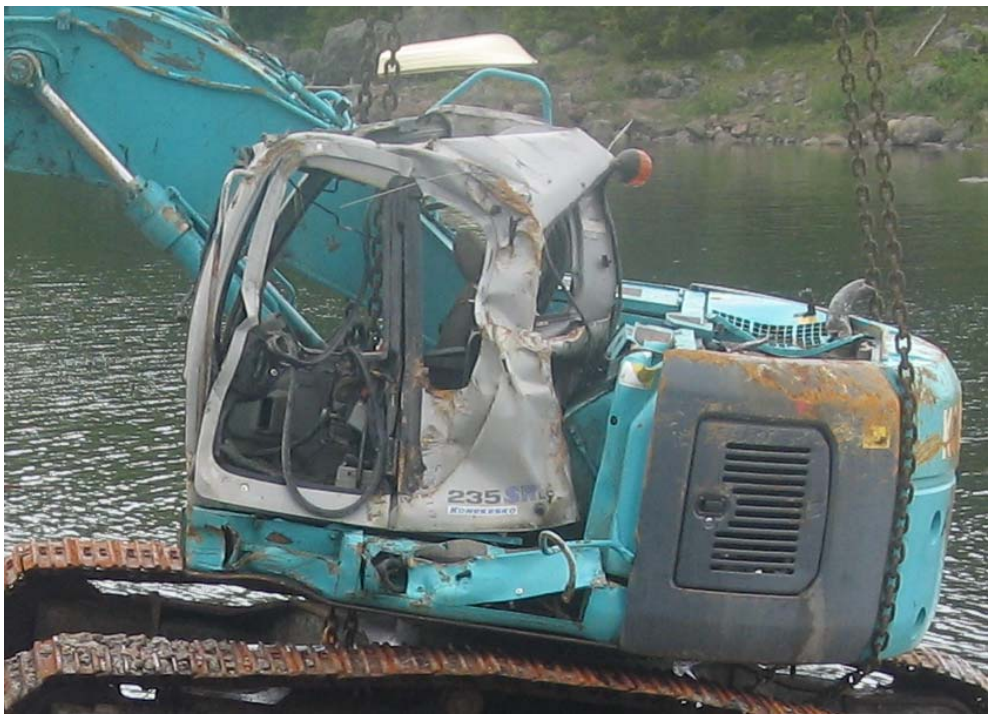


Fig. 17a. Grävmaskinen lyftes den 11 juni på ett transportfordon i Larsmo fiskehamn. Hytten hade blivit skadad under lyftning och sjötransport[67].

Fig. 17b. Hytten i grävmaskinen som lyfts upp på stranden den 11 juni. Nyckelströmställaren är i läget "ON". Lägen medurs är: HEAT, OFF, ACC, ON, START.

[67] Före lyftningen och sjötransporten blev hytten filmad på video av dykaren den 8 juni och var då inte nämnvärt skadad.

Fig. 17c. Spärrspaken fotograferad av dykaren i den sjunkna, upp och nedvända grävmaskinens hytt (skärmdump från dykarens video) och i spärrläge i en annan liknande grävmaskin.

Fig. 18. Bogserbåten lyft upp på stranden i fiskehamnen den 30 juni. Det större fotografiet är taget av polisen i Karleby. Öppningen för den tidigare bogpropellern är synlig vid stödstocken.

Fig. 19. Ramper upplyfta ur sjön på piren i fiskehamnen den 30 juni.

1.4 Särskilda utredningar

1.4.1 Granskning av utrustningen

Sjöbevakningen och polisen i Karleby undersökte den upp och nedvända flytande olyckspråmen inom några timmar efter kantringen. Den synliga botten fotograferades och granskades ytligt. Inga spår av grundstötning observerades på prämens botten. Samtidigt togs också fotografier av bogserbåten. Grävmaskinens plats markerades. Detaljerad information om övriga utredningar finns nedan.

Prämen blev fotograferad vid Larsmo fiskehamns pir, under demontering, lyftning och vändning samt på lagerområdet. Som resultat lyckades man göra en kartläggning av prämens hål och öppningar, genom vilka vatten har läckt eller möjligen läckt under diverse stadier av olyckan samt efter den. Utredaren från Centralen för undersökning av olyckor utarbetade en ritning av prämens konstruktion (figur 22) samt en ritning som visar hålens positioner, med detaljfotografier av vatten som rinner ut ur prämen vid skilda tillfällen (figur 29). Manluckorna, propparna till pumpningsöppningarna och bottenpropparna blev inte öppnade.

Bogserbåten fotograferades i sjön bredvid den upp och nedvända flytande prämen, i fiskehamnen vid kajen och upplyft på stranden. På basis av fotografier och mätningar utarbetade utredaren från Centralen för undersökning av olyckor en skisserad ritning av bogserbåten, figur 1c.

Karleby sjöbevakningsstation bestämde koordinaterna för **grävmaskinen** samt positionerna för och formen på stenarna i dess närhet. På begäran av polisen filmade räddningscentralens dykare grävmaskinen den 8 juni, då dess hytt var ännu nästan oskadad[68]. Han filmade också stenarna och gjorde noggrann skildring av dem. På begäran av Centralen för undersökning av olyckor genomförde dykaren tilläggsundersökningar vid olycksplatsen den 26 augusti 2009[69].

[68] Dykarens rapport, videofilm och fotografier den 17 juni 2009.
[69] Dykarens rapport med fotografier samt GPS-koordinater för stenar och föremål den 5 september 2009.

Polisen i Karleby fick ägarens GPS-navigator, som fanns på bogserbåten, för undersökning för att reda ut rutten. Bearbetningen genomfördes i Centralkriminalpolisens kriminaltekniska laboratorium i Vanda[70].

Utredaren från Centralen för undersökning av olyckor fick från Konekesko Oy grävmaskinens svenskspråkiga instruktionsbok, som har gett nyttiga data för utredningen. Utredaren har också bekantat sig med en likadan grävmaskin. Man har försökt utreda grävmaskinens funktionsprinciper i syfte att uppskatta hur mycket den omkomne hann manövrera grävmaskinen innan prämen välte.

I längdskottet i sidopontonens bakre fack i aktersektionens vänstra pontonenhet borrades 5.8 ett cirka 5 mm hål. Sidopontonen var då vänd ovanpå centerpontonen, dvs. gyttja hade samlats på fackets tak. Hålet borrades på cirka 25 cm höjd från taket och ungefär i mitten av facket. Ingenting rann ut ur hålet. En 7,5 cm lång skruvmejsel trycktes in i hålet, som då den vreds runt stötte på motstånd. Ett gyttjeaktigt ämne fastnade på skruvmejseln. Man slöt sig till att det fanns 20–30 cm gyttja i facket. Plåten var i bra skick i området kring hålet, om än rostig. Pontonernas bordläggning kontrollerades på flera ställen genom att slå med en spetsig hammare. Plåten höll bra.

De föregående fotografierna presenterar olycksprämen i diverse situationer: flytande upp och ned i olycksområdet, vid lyftning av pontoner upp på stranden samt transporterade till lagerområdet. Man kan observera att prämens ytor är mycket rostiga, den har hål och särskilt den buktiga delen av bordläggningen (slaget) har många bucklor. Bucklorna är klart synliga i figurerna 1a, 5a, 5b, 12, 13a, 13b, 14a och 16a. Bucklornas uppkomst kan förklaras med att bordläggningen är ytterst tunn, endast 2 mm, och med lokala påkänningar då prämen har legat mot havsbottnen t.ex. när grävmaskinen körts ombord. Stränderna i Larsmo är ju mycket steniga och därför har bolaget gjort förstärkningar i prämens akterända, figur 20.

Fig. 20. Förstärkningar i aktersektionens akterända. Till vänster på bilden den vänstra pontonenhet, som har förstärkningar i form av en gallerkonstruktion gjord av rundstål (centerpontonen). I figurerna 5a och 13b syns en förstärkning av sidopontonen: två långa stänger av rundstål. Till höger syns den högra pontonenheten, som är förstärkt med en stålplåtremsa som svetsats fast på akterkanten. Förstärkningarna är antagligen gjorda av bolaget. Fotografiet är taget den 11 juni.

[70] Centralkriminalpolisens rapport om GPS-navigeringsapparatens kursuppgifter förmedlad av polisen i Karleby den 21 september (tabeller och rutt på flygbild) och den 11 november (rutt på karta, bilaga 6a-6c).

Fig. 21. Gamla reparationer av hål. Reparationens diameter är 5–10 cm. Fotograferad den 5 augusti. De två fotografierna till vänster visar hålen Q. (Det vänstra längdskottet på centerpontonens bakre fack i aktersektionens vänstra pontonenhet).

En stor del av de små hålen och gamla reparationerna finns i botten eller i hörnen nära botten, t.ex. figur 21. Det tyder på att hålen uppstått delvis på grund av korrosion till följd av att vatten blivit kvar i facket.

Utredaren har bedömt att prämens deplacement har minskat med cirka 2 t på grund av bucklorna. Fackfördelningen och däcket som höjer sig mot prämens sidopontoner samt rampen vid sidan gör prämen stabil till en viss gräns. Ägaren har ansett prämen vara mycket stabil och säker. Stabiliteten har i alla fall vissa särskilda egenskaper på grund av prämen är så låg. Dessa kan orsaka risksituationer om man inte känner till stabilitetsteorins grunder.

Figur 22 visar en ritning av olyckspråmen, som har utarbetats av utredaren.

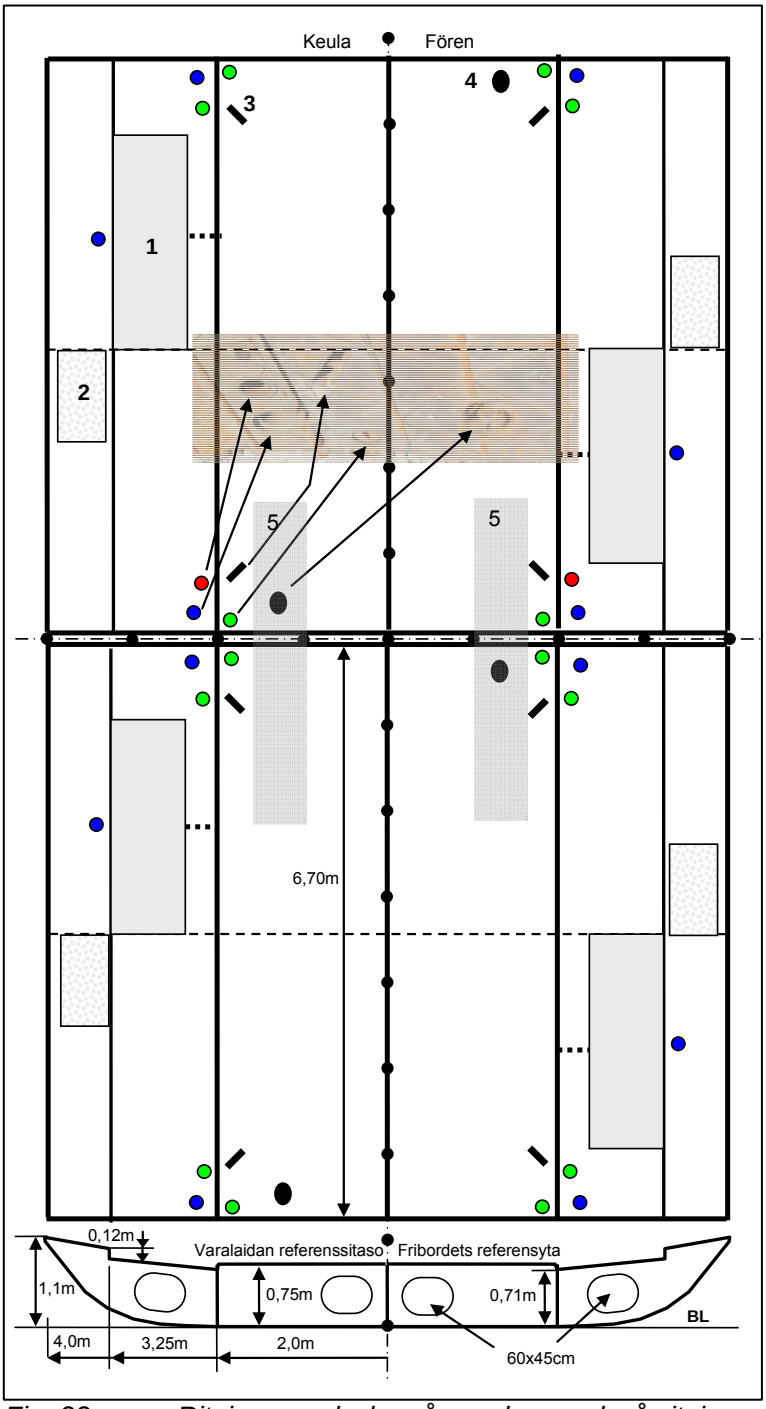


Fig. 22. *Ritning av olyckspråmen baserad på ritningar, mätningar och fotografier men utan bucklor. 1 visar fördjupningen för rampen med avloppsrör (kort prickad linje), 2 plats för ankarutrustning, 3 plats för fäste, 4 del av den nedre foganordningen, 5 sannolika platser för grävmaskinens krypband. De gröna cirklarna visar hålen för pumpen med proppar och de röda samma hål utan proppar. De blåa cirklarna visar platsen för rampvinscharnas fäste (ett rör genom prämen). Avståndet mellan de svarta punkterna är en meter. Detaljfotografiet är taget från fören. Fribordets referensyta är det horisontala lastdäcket, 0,75 m från baslinjen, BL.*

1.4.2 Manskapets förfarande

Mannen som flyttade sig från bogserbåten ombord på prämen och vidare in i grävmaskinens hytt utsatte sig för risker, vilka sedan tyvärr realiserades. Mannen hade undantagsvis stängt hyttens dörr, eller dörren hade stängts vid kantringen. Larmet gjordes snabbt. Skepparen var beredd på att kapa dragtrossen i syfte att undvika en farlig situation för bogserbåten. Bogserbåten låg dock bredvid prämen och vattendjupet var så litet att dragtrossen inte spändes då prämen kantrade. Skepparen följde nödcentralens instruktioner.

1.4.3 Organisation, ledningen och kunskap

I det här fallet är det fråga om ett familjeföretag, där traditionella förfaranden har stor betydelse. Man är van med sjön sedan barndomen. Kunskaper som behövs i verksamheten har man fått genom praktiskt arbete. Man har tidigare jobbat med en kusin, som numera äger ett sjötransportbolag och som har nödvändig kompetens och besiktad utrustning. Ab AJ Gräv VVS Öb's personal har ingen formell utbildning för den här typen av verksamhet. De har fått hjälp i teoretiska frågor av kusinen. Ändå hade man inte kunnat genomföra stabilitetsberäkningar själv för lastfallen i fråga, och man hade inte heller anskaffat dem på annat håll.

1.4.4 Beräkningar gjorda i utredningen

I utredningen av olyckan har man speciellt försökt få reda på orsaken till prämens kantring, eftersom den ansågs vara mycket stabil. För detta ändamål utreddes prämens deplacement som funktion av djupgåendet, dess stabilitetsegenskaper, dess skick, hålens positioner och dimensioner samt läckornas storlek.

Prämens deplacement

Prämens deplacement och andra hydrostatiska data har beräknats utifrån ritningen i figur 2a. Ritningen (även som bilaga 3) baserar sig på ryska ritningar, mätningar och fotografier av prämens ponton (bilagor 4a–4c). I figur 2a har fördjupningen för ankarutrustning helt lämnats bort, med vilket man nästan har tagit i beaktande utöver själva fördjupningen i fråga också de tomma utrymmena i sidopontonernas ramper. Fördjupningarna i ramperna har tagits i beaktande som deplacerande, eftersom ramperna normalt sitter på plats då prämen flyter i upprätt ställning. Springorna i längdriktning mellan pontonerna har inte tagits i beaktande och inte heller stödöppningarna för handvinscharna som går genom prämen. Det att springorna inte tagits i beaktande orsakar inget fel i deplacementet, eftersom pontonernas dimensioner är korrekta. Däremot kan den totala bredden vara några centimeter fel, eftersom man inte kunnat mäta prämen då den var oskadad. De åtta stödöppningarna minskar det totala deplacementet med cirka 50 kg, så deras inverkan behöver inte tas i beaktande.

Däremot inverkar bucklorna som observerats i prämen väsentligt på deplacementet och stabiliteten. Botten på en sidoponton på den oskadade prämen består av en rundning och ett lutande slag. Den senare delen har under användningen hållits relativt rak. Sla-

gets rundning har däremot tryckts in kraftigt, vilket gör att den på ritningen är lätt inåtbuktad. Formen på däcket vid sidopontonens ramp före olyckan är okänd. Då prämen var uppdragen vid stranden upp och nedvänd skadades den här delen av däcket. Man har antagit att denna del var i det närmaste hel före olyckan, så den har ansetts vara rak.

Figur 23 visar prämens deplacement som en funktion av djupgåendet upp och nedvänd samt upprätt. I beräkningarna har prämens tvärsnitt, figur 24a, ansetts vara symmetriskt, trots att den högra rundningen (sett från aktern) är lite mera inåtbuktad. Figur 24b visar den ursprungliga formen.

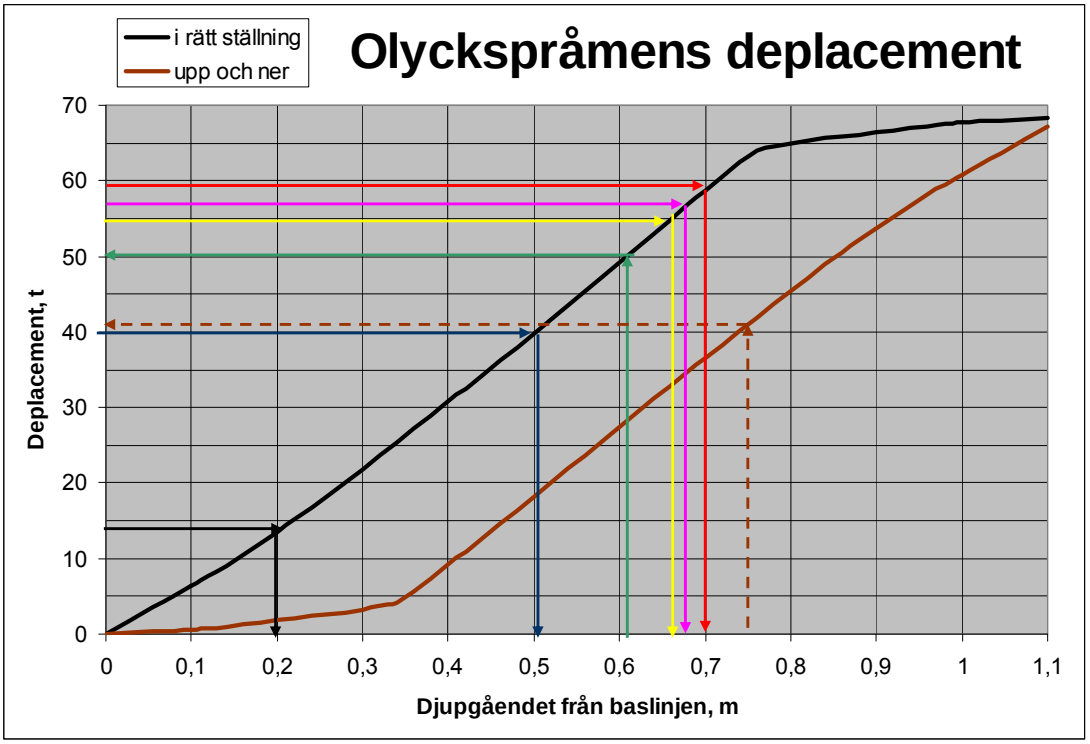


Fig. 23. *Prämens deplacement upprätt samt upp och ner. Prämen med grävmaskin ombord och utan läckvatten har ett deplacement på ca 40 t och djupgående på 0,50 m. När färden började var medeldjupgåendet ca 0,61 m och motsvarande deplacement ca 50 t. Man har visat tre deplacement under de sista minuterna (55 t, 57 t och 59 t) för vilka stabiliteten har beräknats, djupgåenden 0,66–0,70 m. Även data av den tomma prämen har visats. Färgerna motsvarar desamma i fig. 27.*

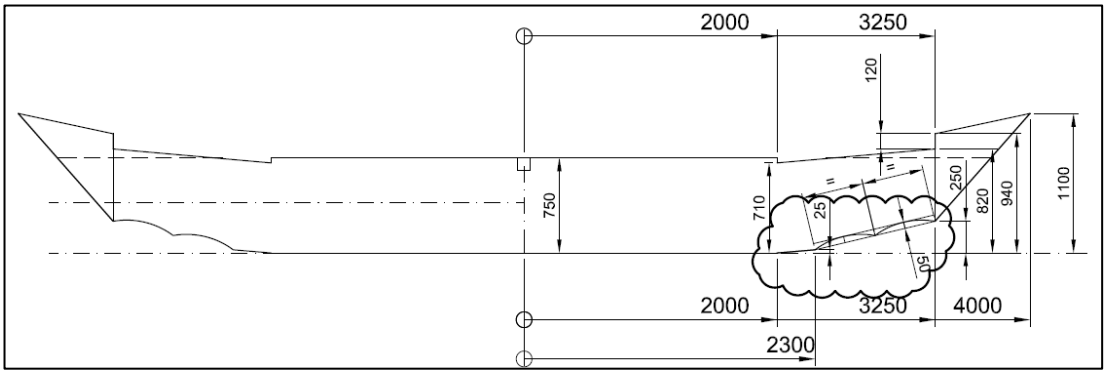


Fig. 24a. Tvärsnitt av olyckspråmen i beräkningarna.

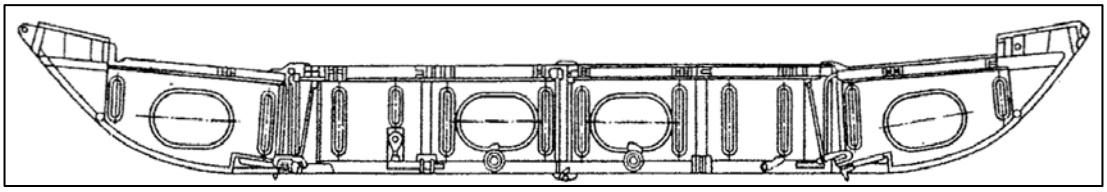


Fig. 24b. Det ursprungliga tvärsnittet.

Deplacementet för den upp och nedvända pråmen ger en startpunkt för bedömningen av pråmens vikt vid olyckan. Den totala volymen av de fyra lossnade ramperna är ca 1 m^3. Pråmens deplacement i upp och nedvänd ställning har uppskattats på basis av fotografier av den flytande pråmen tagna av polisen i Karleby. Figur 25a visar pråmens för och akter (se också figurerna 1a och 5b). De uppskattade vattenlinjerna visas i figuren 25b. Den blåa linjen är i aktern, den svarta mittskepps och den röda i fören.

Fig. 25a. Fören och aktern av den upp och nedvända flytande pråmen. Detaljer av fotografier tagna av polisen i Karleby.

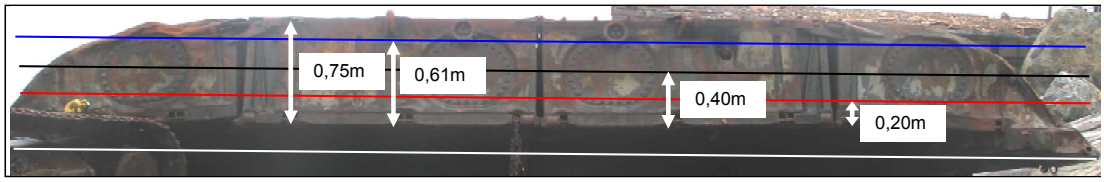


Fig 25b. Pråmens vattenlinjer i upp och nedvänd ställning. I figuren är pråmen delvis uppdragen på stranden i Larsmo fiskehamn den 11 juni 2009. Den vita linjen motsvarar baslinjen, men i figuren är den lite för högt upp därför att pråmen vilar mot marken. Linjen borde vara 1,1 m under botten.

Man har sedan bedömt pråmens deplacement utifrån figur 23. Djupgåendet får man genom att addera 0,35 m till värdena i figur 25b. Trots att pråmens trim var 0,41 m har man kunnat bedöma deplacementet baserat på medeldjupgåendet, eftersom det dåvarande ”däcket” (dvs. botten) inte var under vattenytan.

Pråmens egenvikt är ca 14 ton. Medeldjupgåendet för den upp och nedvända flytande pråmen var 0,75 m, och således var deplacementet 41 ton. Pråmen har då haft ca 27 ton vatten och gyttja i sig. Om man lägger till grävmaskinens vikt, 25–28 ton, blir resultatet 66–69 ton. Detta motsvarar inte nödvändigtvis situationen vid kantringen; det är sannolikt att mera vatten har läckt in i pråmen under kantringen och efteråt eller/och att vatten har runnit ut ur pråmen[71]. Pråmens deplacement i upprätt ställning är 63 ton vid djupgåendet 0,75 m utan trim, dvs. till körbanans nivå.

Pråmens stabilitet

Pråmens dimensioner och fackfördelning är sådana att dess stabilitet i vanliga situationer är bra. Ändå har dess stabilitet speciella egenskaper. Pråmen kan kantra endast under vissa förhållanden. För att klarlägga dessa förhållanden beställde Centralen för undersökning av olyckor pråmens hydrostatiska beräkningar och stabilitetsberäkningar av en ingenjörsbyrå[72] som tillägg till egna kalkyler[73]. Stabilitetsberäkningarna genomfördes såväl i tvärsriktning som i längdriktning. Dessutom studerades följderna av en eventuell körning på sten. Mera om detta i bilaga 1. Nedan presenteras de viktigaste resultaten.

Stabiliteten hos den låga pråmen påverkas väsentligt av en geometrisk faktor: vinkeln då den lägsta punkten på pråmens däck sjunker ner i vattnet, figur 26. Olyckspråmen hade aktertrim, så punkten i fråga låg i pråmens akter ca 2,1 m till höger om centerlinjen, höjd från baslinjen 71 cm. Punkten då däcket sjunker ner i vattnet är kritiskt med tanke på stabiliteten, eftersom vattenlinjens yta då börjar minska. Situationen med ”inget trim” i figuren visar också vinkeln då en öppen pumpningsöppning sjunker ner i vattnet, eftersom öppningen finns ungefär i mitten av pråmen i längdriktningen och vid däckets lägsta punkt. Djupgåendet 50 cm motsvarar pråmen utan läckage lastad med en grävmaskin. Då pråmen lämnade Svartnäsgrynnan var medeldjupgåendet 61 cm och aktertrimmet cirka 12 cm. Under resan ökade djupgåendet på grund av läckorna till cirka 70 cm och aktertrimmet till cirka 30 cm. Härnäst granskas pråmens krängning som orsakats av läckorna. Läckage i vilket fack som helst orsakar krängning och trim på pråmen på grund av fackens placering. Då händer det lättare att däckets vinkel i för eller akter sjunker under vattnet. Då flera fack läcker förändras krängningen och trimmet beroende på hur snabbt vattnet rinner in och var varje läckande fack är placerat. Länsning eller avrinning inverkar också på motsvarande sätt.

[71] Ankartrossen (figur 25a) kan öka djupgåendet i aktern en aning. Dessutom höll helikoptern och personerna ombord på pråmen den lite djupare för en kort tid under räddningsoperationen.

[72] Beacon Finland Ltd Oy, Raumo, programvara NAPA.

[73] I beräkningarna användes även programvaran ”Archimedes MB”, som var tillgänglig på webben. Den uppskattades vara tillräcklig på grund av pråmens enkla skrovform. Den gav motsvarande resultat som beräkningarna med programvaran NAPA.

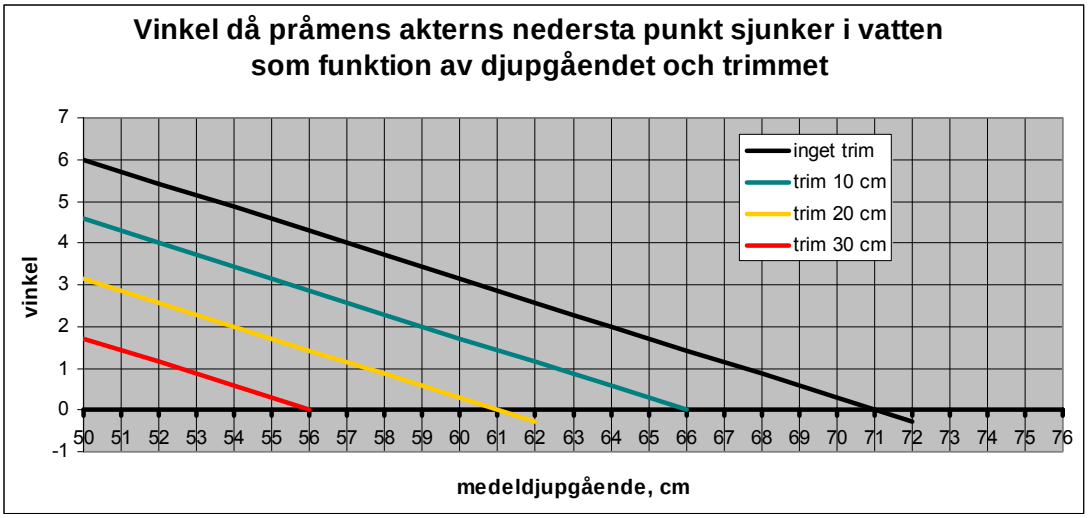


Fig. 26. Vinkel då prämens lägsta punkt sjunker ner i vattnet (om man har aktertrim ligger denna punkt i aktern ca 2,1 m från centerlinjen, höjden från baslinjen 71 cm) som funktion av djupgåendet och trimmet.

Förändringen i prämens stabilitet under resan granskas på följande sätt. Prämen utan läckor har lastats med grävmaskinen så att inget trim uppkommer. Deplacementet är nu 40 ton. Sedan tillsätts 10 t vatten och gyttja i facken så att aktertrim på 12 cm uppkommer, vilket motsvarar situationen vid tidpunkten då prämen lämnade Svartnäsgrynnan. Vatten tillsätts stegvis i prämens läckande fack och man reder ut när prämen kantrar. På grund av att vatten tillsätts i facken på sidorna uppstår ett krängande moment (= vikten gånger tyngdpunktens avstånd från prämens centerlinje), och prämen kränger. På grund av krängningen uppkommer dessutom ett nytt krängande moment, eftersom prämens och grävmaskinens gemensamma tyngdpunkt flyttas till den krängande sidan. För att reda ut kantringen behöver man veta prämens rätande moment. Detta moment uppges i form av deplacementet gånger avståndet, som markeras med bokstäverna GZ eller h. Hur man bestämmer GZ behandlas i bilaga 1. På grund av att vatten tillsätts ökar prämens deplacement. Dessutom bör man ta i beaktande det krängande moment som orsakas av att vattnet i facken förflyttas (vattnet förflyttas till den krängande sidan, den s.k. effekten av fria vätskeytor, som behandlas i bilaga 1).

Sammanfattningsvis måste man alltså konstatera att prämens stabilitet beror mycket på dess deplacement, dvs. dess djupgående eller fribord. Då fribordet minskar försvagas stabiliteten kraftigt. Figur 27 visar prämens GZ-kurva (den rätande hävarmen tvärskepps) som en funktion av krängningsvinkeln vid olika lastfall (läckage). På grund av att prämen är så låg sjunker däcket i vattnet redan vid små vinklar, så figuren visar bara vinkelområdet 0–15 grader. Vid resans början hade prämen 5–10 cm fribord i aktern och 20 cm i fören. Fallet motsvarar den gröna stabilitetskurvan.

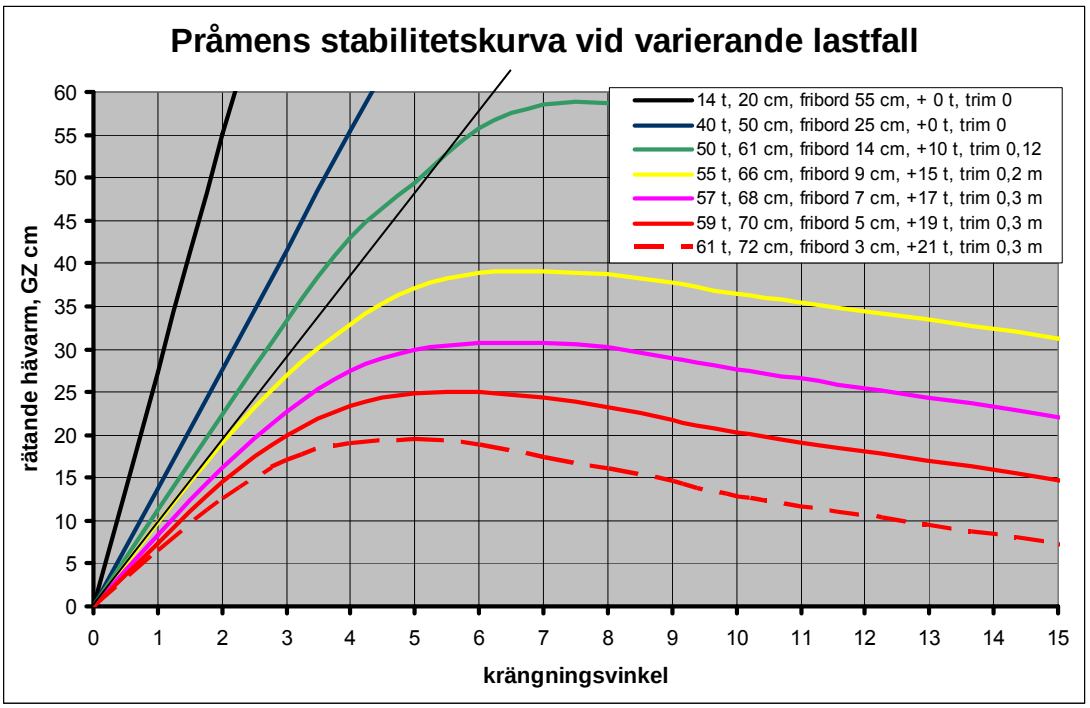


Fig. 27. Prämens stabilitet vid varierande djupgåenden och motsvarande deplacement inklusive uppskattade vatten- och gyttjemängder, som last en 26 t grävmaskin. Den prickade linjen föreställer lastfall då prämen sannolikt redan hade kantrat.

De viktigaste data för förändringar i prämens stabilitet har samlats i följande tabell.

Tabell 4. Prämens stabilitetsdata som oskadad (14 t och 40 t) och under olycksresan.

Deplacement	Djupgående	GZ maximum	GZ maximums vinkel	Begynnelsemetacenterhöjd[74] GM_0	Kantrande moment	Stabilitetsvidd
14 t	20 cm	2,45 m	22 grader	15,2 m	34,3 tm	Över 60 grader
40 t	50 cm	1,05 m	10 grader	7,9 m	42,0 tm	53 grader
50	61 cm	0,59 m	8 grader	6,3 m	29,5 tm	42 grader
55 t	66 cm	0,37 m	7 grader	5,2 m	20,4 tm	33 grader
57 t	68 cm	0,31 m	6 grader	4,5 m	17,7 tm	30 grader
59 t	70 cm	0,25 m	5,5 grader	4,0 m	14,8 tm	25 grader
61 t	*72 cm*	*0,20 m*	*4,5 grader*	*3,6 m*	*12,2 tm*	*20 grader*

[74] Värdet av begynnelsemetacenterhöjden kan konstrueras t.ex. så att man ritar en tangent från GZ-kurvans början och den fortsatts till vinkeln 57,3 grader. Värdet av GZ visar då begynnelsemetacenterhöjden. (Början av tangent har ritats på den gula kurvan).

Stabiliteten hos en pråm av det här slaget har således följande egenskaper:

- Begynnelsestabiliteten är bra; GZ-kurvan stiger brant (stor begynnelsemetacenterhöjd, GM_0).
- Stabiliteten försvagas kraftigt i takt med att djupgåendet ökar.
- Stabilitetsvidden (vinkel till vilken GZ-kurvan är positiv) är till en början ganska bra, men minskar snabbt i takt med att djupgåendet ökar.
- Maximivärdet för GZ-kurvan nås redan vid små vinklar, 5–10 grader, då pråmen är lastad.
- Om fribordet är mycket knappt välter pråmen lätt.

Läckaget i facken sänker prånens tyngdpunkt, men ändå minskar stabiliteten. Djupgåendets ökning och de fria vätskeytorna försämrar stabiliteten mera än sänkningen av tyngdpunktens läge förbättrar den, såsom figur 27 visar.

Under vanlig användning, t.ex. när man svänger bommen[75], kränger en oskadad pråm inte mer än ett par grader, vilket för sin del stärker åsikten om en stabil pråm, den blåa kurvan i figur 27. Man bör notera att prånens dödvikt är 40 t; dvs. utöver en 26 t grävmaskin kunde man ta 14 t av någon annan last (naturligtvis bestäms lastens maximala vikt av tyngdpunktens läge). Undantagsvis kan finnas vatten i facken, om man har gjort motsvarande stabilitetsberäkningar och om situationen håller sig konstant under resan. I operativt bruk bör en läckande pråm inte användas.

Prånens läckage

Prånens fackarrangemang och fackens volymer finns i figur 28. Prånen har 16 fack med en total volym på ca 68,4 m^3, vilken motsvarar ungefär det maximala deplacementet på 68 t då vattnets densitet är 1,005 kg/m^3. Fackarrangemanget är så pass bra att prånen motstår läckor utmärkt till en viss gräns.

Positionerna för prånens läckande hål utreddes genom att observera ställen där vatten rann ut då delar av prånen flyttades, genom att granska delarna på land och på basis av fotografier. Manluckorna fastställdes vara täta. Tabell 5 och figur 29 visar läckornas positioner enligt utredarens tolkning (figur 7 baserar sig på dessa data). Troligen har alla hål inte hittats på grund av rost.

[75] När man svänger bommen svänger även hytten, motorn och motvikten, med följd att det krängande momentet förblir rimligt. Om man lyfte 2 t sten utanför prånens sida skulle det uppstå totalt 12 tm krängande moment, som skulle orsaka att prånen lutar 2 grader.

Största delen av hålen ligger tillräckligt lågt ner så att vatten kan rinna in i facket vid prämens normala flytläge. Lastens vikt har varierat tiotals ton, från noll till antagligen över 30 t, med följd att vattenmängden i de läckande facken också har varierat. Då facken fylls ökar djupgåendet och fartygets lutning och trim ändrar.

När grävmaskinen körs ombord på prämen sjunker den 28–30 cm beroende på det ursprungliga djupgåendet (vid mindre begynnelsedjupgående är förändringen större). Under bogseringen läcker vatten tills vattenytan i facken motsvarar djupgåendet, om de hinner bli fulla innan grävmaskinen körs från prämen. Om ett sidofack och ett centerfack läcker samtidigt är ökningen i djupgåendet tillsammans 33–35 cm då vattenytan i dessa fack har nått vattenlinjen. På grund av aktertrimmet samlas mera vatten i prämens akterenhets fack än i motsvarande förenhets fack, med följd att aktertrimmet ökar ytterligare. Även i facken på lutningens sida samlas mera vatten än på andra sidan, vilket gör att lutningen ökar ytterligare.

Vattnet har möjligen flutit in i facken under en lång period genom små hål; också tömningen av sådana hål tar en lång tid. Facken börjar tömma sig efter att grävmaskinen har körts bort från prämen. Genom åren har i facken samlats vatten, gyttja och sand, som aldrig har avlägsnats.

När hålen har uppkommit, hur stora de är samt hur vatten rinner in eller ut ur prämen då den ligger upprätt eller upp och nedvänd är väsentligt med tanke på utredningen av olyckan. Betydande mängder vatten kan rinna in i facket endast om luft kommer ut. En del av hålen är mycket små, men de är också av betydelse om tiden är tillräckligt lång. Dessa frågor behandlas i analysen och i bilaga 2.

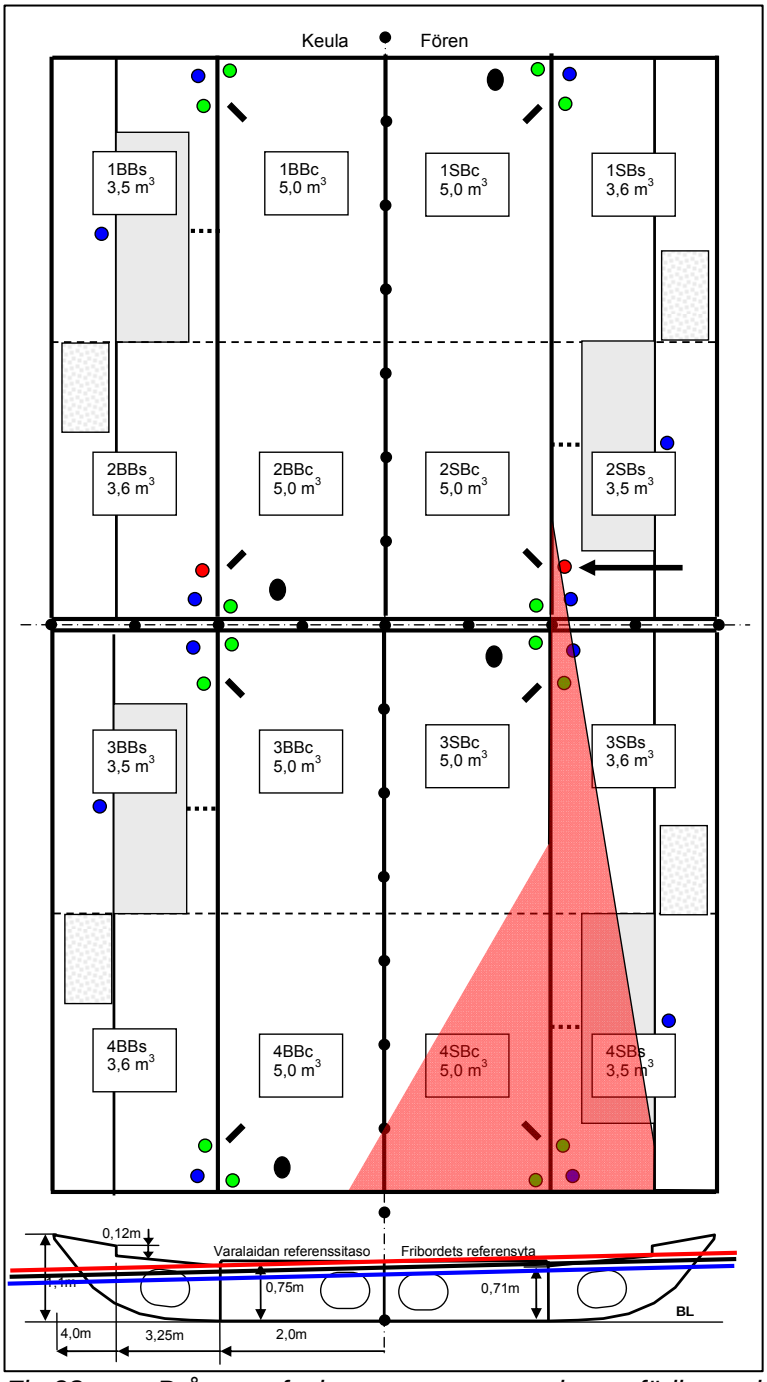


Fig.28. *Prämens fackarrangemang med ungefärliga volymer utan bucklor. Facken har nämnts början från fören till vänster: 1BBs – 4SBs (s=sido, c=center). De gröna cirklarna visar hål för länspumpen med proppar och de röda samma hål utan proppar. De blåa cirklarna visar platsen för rampvinscharnas fäste (ett rör genom prämen). Den svagare röda färgen visar på ett ungefär den möjliga däckytan som är i vatten när vatten når öppningen utan propp till höger (läcköppning, pilen). Då är medeldjupgåendet 66 cm och aktertrimmet 20 cm. Vattenlinjerna med 1,3 graders lutning är också inkluderade (röd i aktern, svart mittskepps och blå i fören). Avståndet mellan de svarta punkterna är en meter.*

Tabell 5a. Gruppering av pråmens läckage och data för hål och öppningar. De viktigaste hålen och öppningarna.

Namn	Position	Storlek
	I botten	
F	Sidoponton i försektionens vänstra pontonenhet, akterfack, nära tvärskottet	ca 10 cm^2
	Nära botten, endskott	
G	Sidoponton i aktersektionens högra pontonenhet, akterskott, under manluckan, till höger.	ca 10 cm^2
	Nära botten, sidoskott	
E	Centerponton i försektionens högra pontonenhet, höger skott, bakåt från hålet D	Några cm^2
Q	Centerponton i aktersektionens vänstra pontonenhet, vänster skott. Hål i två reparationer.	ca 1 cm^2
	Nära däcket, sidoskott	
I	Centerponton i försektionens högra pontonenhet, höger skott, avloppshål. Ej läckage.	ca 1 cm^2
	Nära däcket, endskott	
C	Centerponton i försektionens högra pontonenhet, akterskott	några cm^2
M	Sidoponton i försektionens vänstra pontonenhet, akterskott	några cm^2
	På däcket	
J	Sidoponton i försektionens högra pontonenhet. Öppning eftersom proppen var borta, diameter ca 10 cm.	ca 80 cm^2
K	Sidoponton i försektionens vänstra pontonenhet. Öppning eftersom proppen var borta, diameter ca 10 cm. Genom denna öppning pumpades vatten ur facket.	ca 80 cm^2
N	Centerponton i aktersektionens högra pontonenhet, akterfack, två hål	á ca 10 cm^2

Tabell 5b Gruppering av pråmens läckage och data av hål och öppningar. Små hål.

Namn	Position	Storlek
	I botten	
O	Centerponton i aktersektionens vänstra pontonenhet, akterfack	några mm^2
P	Centerponton i försektionens högra pontonenhet, förfack	några mm^2
	Nära botten, endskott	
H	Centerponton i aktersektionens högra pontonenhet, akterskott, under manluckan, till höger	några mm^2
	Nära botten, sidoskott	
B	Centerponton i försektionens högra pontonenhet, vänster skott	några mm^2
D	Centerponton i försektionens högra pontonenhet, höger skott	några mm^2
L	Centerponton i försektionens vänstra pontonenhet, vänster skott	några mm^2
	Nära däcket, endskott	
A	Centerponton i försektionens vänstra pontonenhet, skott i fören	några mm^2

De viktigaste hålen är de största hålen som ligger nära botten, dvs. E, F och G.

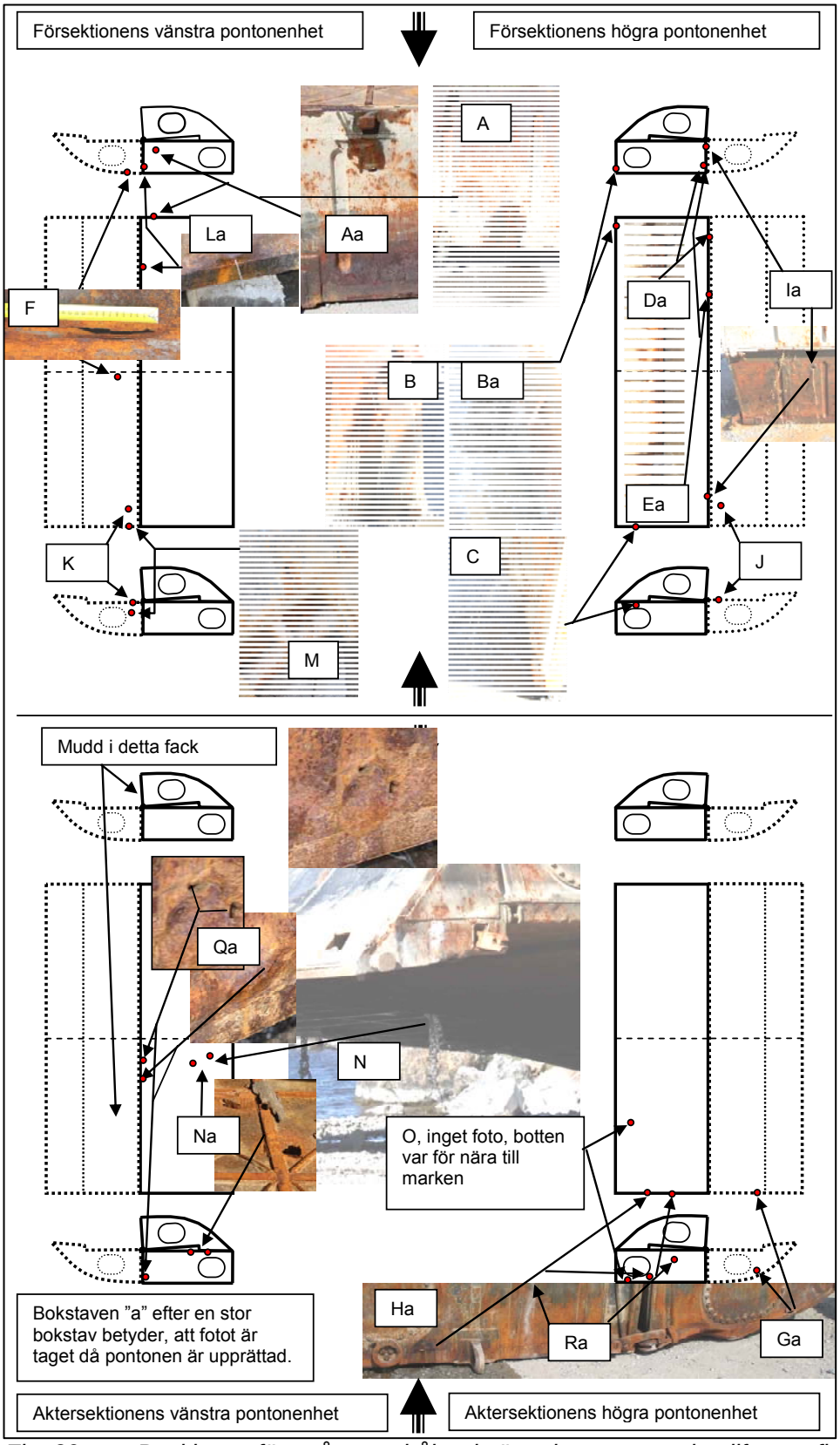


Fig. 29. Positioner för prånens hål och öppningar samt detaljfotografier. Hålen N finns också i fig. 15, D och E i fig.14c, F och G i fig. 12, Q i fig. 21 samt C i fig. 14d.

Inverkan av sjögång

Den rådande sjögången krängde inte en så här bred pråm. Vattnet kan ändå tidvis stiga på däcket om fribordet är knappt. I figurerna 6b och 6c kan man se tydligt att vågor plaskar och att botten är våt ovanför vattenytan. Visserligen var vindstyrkan då lite större.

Inverkan på stabiliteten av en eventuell körning på sten

Under utredningen diskuterades möjligheten att prånen hade kört på en sten. Detta är bolagets åsikt. Efter att rutten blev klarlagd kunde man i utredningen konstatera att prånen inte hade vält stående på en sten. Därför behandlas saken bara kort.

Vid körning på sten stiger prånen lite och mot grynnan uppstår stödkraft. I vilken ställning prånen blir, eller om den kantrar, beror på många faktorer. Prånens rörelseenergi omvandlas delvis till lägesenergi och delvis till bromsning orsakad av friktionskraft samt stabilitetsarbete. Friktionskoefficienten beror bl.a. på stenens form och egenskaperna hos dess yta. På stigningen inverkar bogseringskraften, prånens hastighet, förens form, djupgåendet, stenens form och avstånd från vattenytan. Prånen trimmar och lutar tills den når balansläget. Ställningen kan förändras om prånen läcker. Positionen där stenen träffar prånens botten har stor betydelse på det slutgiltiga flytläget. Prånens hastighet var under 2 knop och bogserbåtens dragkraft var liten. Därför kunde prånen stiga bara några centimeter. På grund av denna stigning sjunker något hörn och detta innebär att hörnet börjar sjunka ner i vattnet med litet större fribord än i öppet vatten.

Körning på sten kan orsaka att prånen kantrar om stabiliteten är dålig, prånen börjar läcka eller läcker förut. Dessutom måste vattendjupet vara tillräckligt på platsen. Om djupet är några meter kan en bred pråm sjunka och sen ligga stilla utan att kantra mot bottnen och stenar.

Verkställande direktören har berättat att prånen hade fått bottenstötning ca tre år sedan under bogseringen och den fick flera hål. Prånen hade lutat så mycket att däckskanten gick i vatten. Man lyckades få situationen under kontroll genom att med användning av bommen som stöd grävmaskinen flyttades i motsatt sida (i tre stadier). Med detta fick man tid för körning till stranden.

Enligt utredarnas uppskattning lyckades detta eftersom prånen var nästan ny och stabilitetskurvan låg sannolikt mellan den blåa och gröna kurvan i figur 27. Flyttning av grävmaskinen från centern till sidan var möjligt; läckagets krängande moment kunde då ha varit ca 25 tm (den rätande hävarmen 50-60 cm). Flyttning av grävmaskinen med knappt en meter i motsatt sida rätar prånen. Man kunde flytta den maximalt i samma riktning ytterligare ännu ca 0,5 m. Då skulle prånens lutning till motsatt sida vara ca 2,5 grader (krängande moment 13 tm och hävarmen ca 30 cm). I slutläget skulle grävmaskinens centerlinje ligga ca 1,5 m från prånens centerlinje.

1.5 Författningar och föreskrifter som berör verksamheten

1.5.1 Nationella lagar, författningar och instruktioner

Bogserverksamhet och motsvarande utrustning är reglerade av åtskilliga lagar, förordningar och Sjöfartsverkets bestämmelser. Dessutom regleras arbetet av arbetarskyddslagstiftningen. Ifrågavarande myndigheter kommer i sin tur att framföra observerade brister och ge motsvarande anvisningar och uppmaningar.

Bolagets utrustning var inte besiktad för denna verksamhet och personalen var inte heller kompetent. Några stabilitetsberäkningar för det aktuella lastfallet fanns inte.

Bolagets verkställande direktör har berättat[76] att bolaget hade kontaktas per telefon i ett ärende beträffande en annan pråm. Då hade Sjöfartsverkets representant konstaterat att även de enligt en anmälan bogserar och sedan gjort lite noggrannare förfrågningar i saken. Verkställande direktören berättade hur de arbetar, att de transporterar bara åt sig själva och att pråmen inte hade besiktats. Man hade inte direkt behandlat nödvändig kompetens. Under telefonsamtalet ställdes inga krav på besiktningar eller andra krav. Efter samtalet hade verkställande direktören förstått att bolagets verksamhet inte förutsätter några besiktningar eller behörighetsbevis. Inte heller hade Sjöbevakningsväsendet, vid vars kaj pråmen ofta hade förtöjts, blandat sig i deras verksamhet[77]. Bolaget har även sagt att man som prålmens längd måste bestämma längden på en flottsektion, dvs. ca 6,7 m. På grund av allt detta hade bolaget inte satt igång åtgärder för besiktning. Sjöfartsverket (Vasa) har inte kunnat klarlägga med vem som hade ringt samtalet.

Bestämmelser om **behovet av besiktning** av fartygen finns i förordningen om besiktning av fartyg 1123/1999 den 3 december 1999. Enligt förordningen är bolagets pråm en ”pråm”, dvs. ett fartyg som saknar ett eget framdrivningsmaskineri. Trafikområdet är inrikes trafikområde II (Bottenvikens kust). Prålmens längd med två sektioner är 13,5 m, vilket överskrider den nedre gränsen för besiktning på 12 m. Pråmen är enligt förordningen ett lastfartyg, som omfattas av besiktningsskyldigheten även om dess bruttodräktighet inte har definierats.

Bogserbåtens längd är under 24 m, men maskineffekt över 150 kW. Därmed skulle man genomföra stabilitetsberäkningar enligt Sjöfartsverkets bestämmelser den 9 december 1985.

Pråmen är enligt sjölagen en ponton[78] eftersom den transporterar last på däcket. Prålmens längd är under 15 m, och därmed behöver den inte lastmärke (förordning 855/1988 den 7 oktober 1988). Eftersom längden är även under 24 m, räcker det att överlämna som stabilitetsdokument till Sjöfartsverket (sedan 1.1.2010 till Trafiksäkerhetsverket Trafis sjöfartssektor) linjeritning, arrangemangsritning och protokollet av krängningsprovet (förordning 588/1972 den 24 juli 1972). Det att pråmen består av hop-

[76] Sjöförklaringsprotokoll 11.9.2009.
[77] Endast Sjöfartsverket har rätt att kräva att få granska besiktnings- eller behörighetsbevis.
[78] Pontonen transporterar last på däcket, pråmen i lastrummet. (I rapporten menar ordet pråm ”flotte”. Ordet ”pråm” har använts eftersom bolaget använder detta ord).

kopplade pontoner med en plåttjocklek på bara 2–3 mm och stöds mot stranden i samband med lastning kan leda till att Sjöfartsverket (sedan 1.1.2010 Trafiksäkerhetsverket Trafis sjöfartssektor) separat bör bestämma vilka stabilitets- och hållfasthetskrav som skall ställas på prämen.

Om manskapets kompetens stadgas i förordning 1256/1997, den 19 december 1997 och i Trafikministeriets beslut 1019/1999, den 5 november 1999. Sjöfartsverket (sedan 1.1.2010 Trafiksäkerhetsverket Trafis sjöfartssektor) kommer att diskutera med ägaren om tillämpning av dessa i det här fallet.

1.5.2 Bolagets bestämmelser

AJ Gräv & VVS Öb:s instruktioner finns inte i skriftlig form och de har utvecklats i praktiken. Bolaget har inget normerat kvalitetssystem.

1.5.3 Internationella bestämmelser och rekommendationer

Internationella avtal, som har blivit del av finsk lagstiftning och som inte beror på fartygets storlek eller maskineffekt, angår också SPUTNIC. Till dessa hör t.ex. konventionen om internationella regler till förhindrande av kollisioner till sjöss (COLREG 72) och internationella konventionen till förhindrande av förorening från fartyg (MARPOL 1973/1978). Sjöfartsverket (sedan 1.1.2010 Trafiksäkerhetsverket Trafis sjöfartssektor) övervakar att dessa efterlevs.

Tekniska instruktioner och praktiska råd för bogserverksamhet finns i branschens standardverk *Tug Use in Port–a Practical Guide 1997, 2003.*

I bilaga 1 presenteras några krav som ställs av kanadensiska och svenska stabilitetsbestämmelser. Prämen uppfyllde inte dessa krav, men den var inte besiktad och därför kan man inte veta vilka krav skulle gälla i detta fall.

2 ANALYS

För att en så här bred och låg pråm ska förlora så mycket stabilitet att den kantrar krävs en speciell situation. Vattendjupet bör också vara tillräckligt.

Först analyseras rutten och konstateras att prämen inte vält på en sten. Sedan behandlas prämens skick, särskilt orsaken till läckaget och hur facken fylldes. Till skicket tillhör frågan hur man borde använda och underhålla en sådan här pråm för att hålla den säker. Kantringen bedöms med hjälp av prämens stabilitetsegenskaper. Dessutom behandlas inverkan av bolagets personals kunnande på olyckan och räddningsoperationernas effektivitet. Till sist presenteras några liknande olyckor och farliga situationer samt förfaranden för att förhindra dem.

2.1 Rutten

Enligt utredarna hade man valt en säker **rutt**, den gick genom skärgården nästan helt och hållet skyddad mot den västliga vinden. Den valda rutten var prickad och känd. I resans början blåste västlig vind från öppen sjö. Under den första etappen blåste vinden snett bakifrån och sedan rakt bakifrån, totalt ca 20 minuter. Vindens hastighet var 5 m/s under flera timmar på morgonen. Utredaren har uppskattat den signifikanta våghöjden till 0,6 m under denna period. Sannolikt kunde vågorna då tidvis nå däcket.

Nästa etapp gick genom smalt sund i skydd av öarna Södra Hamnskäret och Rågören. Därefter passerades en liten ö från öster och fartygen kom till Hamnskärsfjärden. På fjärden rådde ingen nämnvärd sjögång, men ändå kunde vatten nå däcket, eftersom fribordet hade minskat. Fribordet var bara några centimeter i aktern, vilket betydde att också hål som var belägna högre upp läckte kontinuerligt.

Styrmannen måste under resan hela tiden observera färdens framskridande för att undvika grynnor. Vinden pressade prämen så att den flöt lite österut från prämens rutt, och den kan ha gått mycket nära till en sten. Före kantringen hade man passerat synliga stenar, vilket tvingade styrmannen att hålla tillräckligt avstånd till dem och i sin tur förhindrade körning på sten.

Navigatorn hade **sparat** ruttens GPS-koordinater med varierande intervall. Koordinaterna nära tidpunkten för olyckan har placerats i kartskissen i figur 10b tillsammans med uppgifter om stenarnas positioner. *Man kan konstatera att prämen inte kan ha vält liggande på en sten.* Däremot var bogserbåten nära att träffa en sten då skepparen navigerade runt den upp och nedvända flytande prämen.

I sina skisser som beskriver olyckshändelsens förlopp har skepparen visat att prämen träffat en sten, eftersom han i efterhand fått uppfattningen att prämen skulle ha gått på en sten[79].

[79] Sjöförklaringsprotokoll.

För att vändas upp och ned behöver prånen tillräckligt djupt vatten, figur 8. Nära stenarna är vattnet för grunt, men där prånen sjönk finns det tillräckligt djupt vatten. Skråmorna på stenarna kan inte ha kommit från prånen, eftersom den inte är målad i klarblått; däremot gick RB OTTO MALM på stenarna då fartyget anlände till olycksplatsen och dess botten är blå. Prånen å sin sida är nästa helt täckt av rost. Under observationerna efter olyckan syntes inga ljusa skråmor eller nya hål på prånens botten. Avståndet från de misstänkta stenarna till platsen där grävmaskinen (och prånen) sjönk är cirka 50 m. Prånen kan inte har drivit så långt mot vinden och vågorna under den korta tid som kantringen varade.

2.2 Prånens skick och läckage

Utgångspunkten för planeringen av fartyg är deras **användningsändamål**. Normalt lägger köparen fram sina krav och begär offerter. I sinom tid levereras sedan ett lämpligt fartyg. I det här fallet hade man tagit i användning ett fartyg som planerats för ett annat ändamål. Inga dokument som beskriver dess egenskaper eller egenheter hade alltså levererats i samband med köpet. I militärt bruk genomgår prånen service i fredstid och prånar som skadats under krig (och i fredstid) tas ur bruk. Prånen är planerad för korta övergångar av vattendrag (högst 350 m) med en last på högst 40 ton[80].

Bolagets verksamhetsidé är vettig. Man kombinerar schaktnings- och VVS-arbeten, som oftast görs i samband med varandra. Materielen för övergång av vattendrag, som är avsedd för pionjärverksamhet, består av pontoner som gör att den är lätt och därför enkel att flytta till sjöss och på land. Prånarna består dessutom av flera pontoner som enkelt kan flyttas, underhållas och förvaras. Prånen har litet djupgående så den kan köras nästan överallt i skärgården och det är lätt att köra en grävmaskin ombord. Dessa egenskaper var fördelaktiga för bolagets verksamhet och den anskaffade pionjärprånen uppfyllde kraven på ett utmärkt sätt. Tack vare prånens dimensioner är dess stabilitet god och fördelningen i många fack gör att den klarar läckor i några fack utan att säkerheten äventyras. En betydande olägenhet kan anses vara att prånen med sin lätta konstruktion har en mycket tunn plåt, vilket gör att bolagets krävande verksamhet skapar behov av underhåll. Dessutom behövde bolaget ett fartyg som kunde flytta prånen lastad med grävmaskiner.

Tunn plåtbeläggning. Bolagets arbete är sådant att särskilt prånen bokstavligen blir illa åtgången. Prånen körs upp mot stranden med grävmaskiner och annan last eller en grävmaskin körs ombord på den tomma prånen. Skärgården i trakten kring Larsmo är mycket stenig. Därför uppstår lätt bucklor i prånens tunna plåt. En vass sten kan perforera bottenplåten som är bara 2 mm tjock på grund av stor lokal belastning[81]. Hål kan uppkomma också då plåten blivit svag på grund av den böjts eller rostat. Särskilt känsliga punkter är de tvära böjningarna vid balkarna, där det kan uppkomma hårsprickor, samt konstruktionens hörn. Den här tjockleken inkluderar inte alls den korrosionsmån

[80] Verkställande direktören har i diskussionerna och förhörsprotokollet felaktigt uppgett att prånens bärförmåga (bärkapacitet) är 60 ton. Prånens deplacement är 60 ton då djupgåendet är 71 cm, dvs. till däckets lägsta punkt utan trim. Fartygens bärförmåga, bärkapacitet är alltid mindre än deplacementet på grund av fribordet som behövs för trygg drift.

[81] För ett fartyg som skall besiktas kan man beräkna minimitjockleken för bordläggningen t.ex. med Sjöfartsverkets formel 4+L/10; L är längden i meter. Resultatet som fås för olycksprånen är över 5 mm. Vägverkets pontoner har plåtar som är 6 mm (botten), 7 mm (bord) och 10 mm (däck). E-post från Destia Oy 4.11.2009.

(rostmån) som normalt skall beaktas vid dimensioneringen av fartyg. Små hål och uttunnade punkter som uppkommit på grund av rost är mycket svåra att upptäcka. Det är ett krävande arbete att reparationssvetsa tunnplåt. Bucklor är mycket svåra att slå ut. För att hålla en sådan här pråm med tunna plåtar i gott skick krävs ett noggrant underhållsschema och rätt höga kostnader. Man måste hitta och reparera hålen kanske till och med mitt under en brådskande arbetsperiod. Minst en gång under bruksperioden skall pråmen sandblästras och målas. Facken insida måste också tidvis granskas och underhållas. Enligt utredarna hade den här pråmen nått slutet av sin livslängd på grund av att nivån på underhållet inte motsvarat den mycket hårda användningen.

Över huvud taget verkar användningen av en pråm med så här tunn plåt för den här typen av arbete ändamålsenlig endast om bolaget har planerat att skaffa en ny pråm med några års intervall.

Hål, bucklor. Pråmen måste ha varit i dåligt skick redan före olyckan, eftersom det var fråga om bara den andra resan under den nya säsongen. Efter olyckan låg pråmen cirka en månad med däcket mot den steniga havsbottnen, och flyttades några gånger längs en sjösättningsramp delvis upp på land och tillbaka i vattnet. Detta orsakade sannolikt ytterligare skador på däcket, huvudsakligen på de förhöjda delar vid däckets kanter som låg mot marken, där plåtbeläggningen är som tunnast (1,5 mm).

Man hittade överraskande många hål och öppningar i pråmen (tabellerna 5a och 5b samt figur 29). Pråmen har totalt 16 fack, av vilka åtminstone åtta hade ett eller flera hål eller öppningar av varierande storlek och ett av facken saknade gängad propp. Huvuddelen av hålen är placerade så att de måste ha uppkommit före olyckan. Inget av hålen kan ha uppkommit i samband med olyckan, eftersom pråmen inte hade träffat en sten. Under kantringen rörde bara prånens sida havsbottnen. Det är möjligt att hålen i däcket har uppkommit efter olyckan medan pråmen låg upp och nedvänd vid vågbrytaren i fiskehamnen. Hålen i botten och prånens för- och akterändar har uppenbarligen orsakats av strandstenar. En bit av en sten har kunnat kilas fast i springorna mellan pontonerna på längden och på tvären, och denna har så småningom gjort hål i väggen då pontonerna rört sig. Hålen i längdskotten mellan sido- och centerpontonen kan vara gamla hål som inte har upptäckts under vårinspektionen.

Enligt utredarna spelar rosten och eventuellt också korrosionen på insidan av facken en roll i uppkomsten av de mycket små hålen. De flesta hålen som observerades finns nära botten. Fackets konstruktion är sådan att det är svårt att få ut allt vatten ur facket, speciellt om där också finns sand eller gyttja. Då blir vatten och fukt kvar i facken nedre hörn, vilket med tiden gör plåten tunnare. En annan faktor som kan ha bidragit till uppkomsten av hålen är att dessa punkter har frusit under vinterförvaringen. En skada av denna typ kunde ha förhindrats endast genom att öppna manluckorna och rengöra facken grundligt, och sedan göra nödvändiga reparationer för rostskydd.

Hålen på däck (hålen N i figur 29) finns bara lite bredvid det normala spåret för grävmaskinens krypband. Det är möjligt att t.ex. små stenar som fastnat i krypbandet har gjort hål i däcket. I det ena hålet fanns den 30 juni en i tvärsnitt triangelformad trätapp. Man har inte fått reda på vem som har placerat tappen i hålet och när det har gjorts. Hålen

kan också ha uppkommit då prämen låg upp och nedvänd i fiskehamnens strand, där den drogs längs bottnen några gånger. Det verkar konstigt att den gängade proppen saknas från pumpningsöppningen på höger sida; i facket i fråga förekom sannolikt inga läckor.

Prämen låg vid stranden av ön Svartnäsgrynnan i två dygn före olycksresan. Stranden har sandbotten. Den sydvästliga vindens hastighet hade länge varit 15 m/s, vilket orsakade hög sjö. Den signifikanta våghöjden kan ha varit cirka 2,5 m. Prämen låg i alla fall i skydd av näset (fig. 4), så den har knappast skadats väsentligt där.

Bolagets underhållsåtgärder. Den nyss inledda driftsäsongen var prämens fjärde och den hann vara i användning tre hela säsonger. Säsongen 2006 var den första. Bolaget har berättat att prämen togs upp på land på hösten och hålen reparerades före sjösättningen. I samband med utredningen har man också hittat många reparerade punkter. Prämen har enligt bolagets uppgift målats två gånger, men målarfärgen syns knappt på grund av rosten. Tydligast syns rester av mörkblå målarfärg på bordläggningens översta, raka del. Prämen har enligt utsago köpts som oanvänd. Den är sannolikt tillverkad omkring år 1990 (se sidan 11). Inga uppgifter finns om hur prämen förvarats i Estland. Manluckorna har knappast öppnats under förvaringen och inte heller i Finland.

I figur 10 i bilagan 1 ser flottsektionen ut att vara i bra skick och färgytan är hel. Av allt att döma har prämen varit i kontinuerlig användning och gjort åtminstone över 30 resor per säsong[82]. Om man antar att säsongen är 6 månader lång, blir en genomsnittlig arbetsresa 5 dagar. Det brådskande arbetsschemat har knappast tillåtit något betydande underhåll av prämen under säsongen. Bolaget har berättat att prämen också har transporterats landvägen till arbetsplatser som legat längre bort. Största delen av tiden har prämen tydligen legat i vattnet och den har använts för långa bogseringar, vilket inte motsvarar dess planerade användning i militärt bruk.

Före vinterförvaring kan vattnet tappas ur facken via tömningsöppningen genom att pumpa eller vända pontonen upp och ned på torra land, genom att öppna bottenpropparna eller via manluckorna (och naturligtvis genom hål som uppkommit). Bolaget har berättat att man använt sig av vändning av en ponton som lyfts upp på land upp och nedvänd efter att propparna avlägsnats från pumpningsöppningarna. Bolaget hade inte öppnat manluckorna eller bottenpropparna. Fackens interna snygghet, såsom förekomsten av sand eller gyttja liksom mängden av korrosionsskador, är obestämd eftersom facken inte har granskats via manluckorna. Det går inte att tömma facken helt utan att öppna manluckorna. En del av bottenpropparna kan ha rostat fast. Utredarna har inte fått tillfredsställande utredningar av prämens underhålls- och användningshistoria.

Prämen var i dåligt skick redan i början av den nya driftsäsongen. Prämen hade inte målats efter den förra driftsäsongen och alla hål hade inte reparerats, eftersom man hittade fler än 10 st. i samband med utredningen. Det pekar på att säsongen hade inletts snabbt.

[82] Enligt skepparen hade man med prämen gjort totalt cirka 100 transporter av grävmaskinen (förhörsprotokollet).

Läckage under olycksresan. Vid företagen hade man i praktiken lärt sig att prämen är bärande och stabil, utan att känna till sakens bakgrund. Inställningen till läckor beskrivs av att det enligt bolagets representanter kan ha funnits läckor i tre av facken utan att det utgjort en risk. På prämen fanns en pump för tömning vid behov och ett aggregat för att driva pumpen. På prämens däck finns i alla facken öppningar som kan tillslutas med en gängad propp, och facket kan tömmas med pumpen genom denna öppning.

För att facken skall fyllas med vatten måste luften i dem komma ut. Om hålet ligger lågt kan det hända att facket fylls långsamt. Alla fack har en gängad propp på däck och dessa proppar är sannolikt inte helt lufttäta. I samband med utredningen observerade man dessutom flera punkter där vatten sipprade genom väggen. Vid tidigare reparerade punkter kan finnas mycket små hål. Man kan anta att alla läckor förr eller senare kan göra att facket fylls till den gräns som djupgåendet tillåter.

Under utredningen utgjorde följande uppgifter utgångspunkten för bedömningen av läckorna: prämens tomvikt, grävmaskinens vikt, djupgåendet som angetts för prämen i fören och aktern vid avgång, storlek och placering av hålen i facken, observation av avrinningen från facken samt tidpunkterna enligt GPS-navigatorn och skildringarna. Tomvikten för en helt tom pråm är cirka 14 ton. Grävmaskinens vikt har antagits vara 26 ton, så prämens deplacement borde vara 40 ton. Det angivna djupgåendet (fribord i fören 20 cm, i aktern 5–10 cm) vid starten, medeldjupgåendet på 61,25 cm, motsvarar ett deplacement på cirka 50 ton. Prämen bar alltså cirka 10 ton extra vikt. Den kunde utgöras av vatten som läckt in i facken[83], gyttja som samlats i dem eller annan last utöver grävmaskinen. Innan grävmaskinen kördes ombord på prämen hade man enligt utsago pumpat ut vatten.

Vatten rann ur hålen B och O ännu den 5 augusti, dvs. 36 dagar efter den första observationen. De här hålen var små. Man antar att hålen har en yta på 1 mm^2. Med den bekanta formeln beräknar med fackets eventuella volym. Om facket var fullt, med en volym på cirka 5 m^3, skulle det ta cirka 40 dygn att tömma. Man kan konstatera att facken 1SBc och 4BBc har varit fyllda eller nästan fyllda. Hålen i de här facken är så nära botten att någon betydande mängd vatten varken kunde rinna ut eller in då prämen låg upp och nedvänd.

Då prämen vänts upp och ned blev den så mycket lättare som grävmaskinen vägde. Vattenytan i facken fick ett nytt jämviktsläge. Det verkar som om det då fanns cirka 27 ton vatten och gyttja. Efter kantringen hade vattenmängden sedan ökat med cirka 8 ton. Det kan förklaras med att hålen och öppningarna nära däcket i den här ställningen blev under vatten. Prämens akter hade i kantringsögonblicket legat cirka 30 cm djupare än fören. Efter kantringen hade situationen förändrats något då differensen (trimmet) var cirka 40 cm.

[83] Strömningshastigheten genom ett litet hål v = kvadratroten(2gh), där g är 9,81 m/s^2, h är tryckhöjden. Man får $(2x0,3x9,81)^{0,5}$ = 2,4 m/s. Om man antar att den genomsnittliga hastigheten är 1,2 m/s, ytan är 1 mm^2, får man som vattenmängd i dygnet 12x0,0001x60x60x24=103,7 liter. Tryckhöjden minskar då vattenytan i facket stiger.

2.3 Olyckan

De viktigaste tidpunkterna med tanke på händelseförloppet under olyckan finns i tabell 6. Tiderna i början av resan har bedömts utifrån data från GPS-navigatorn.

Av skepparens skildring framgår att lutningen ökade hela tiden, då brodern klev in i grävmaskinen och hörnet sjönk. Han försökte spänna dragtrossen genom att köra bogserbåten framåt, men hann bara köra halva sträckan som behövdes för att spänna trossen, då han tittade bakom sig och såg prämen kantra. Han bedömer att det tog 5 sekunder. Skepparen bedömde att han ringde nödcentralen 10 sekunder efter att prämen kantrat. Tiderna är uppenbarligen längre, eftersom han gick till akterdäck, höll på att kapa trossen men lossade den, gick tillbaka till brygga, vände bogserbåten och ringde. Själva påringningen och kopplingen och registreringen av samtalet tar också tid. Tidpunkterna i tabellen motsvarar rimligt de uppgifter som fåtts om händelsen och tiderna i figur 10b.

Tabell 6. Uppskattning av olyckshändelsens tidpunkter.

Händelse	Tidsumman	Klockan	Krängning
Grävmaskinen körs ombord	0	8:05	0
Styrarmannen byttes	80 min	9:25	1,3
Lutningen noteras	95 min	9:40	2,3
Backning av bogseraren, två gånger	96 min	9:41	2,8
Stigning ombord på prämen	96,5 min	9:41:30	3,5
I grävmaskinens hytt	97 min	9:42:00	4,0
Startförsök	97 min	9:42:05	4,2
Kantringen börjar	97+ min	9:42:07	4,3
Prämen upp och ner	97,5 min	9:42:20	180
Ringer till nödcentralen	98 + min	9:43:10	180
Nödcentralen registrerar samtalet	98,5 min	9:43:25	180

Förändringar i prämens stabilitet under resan.

För att den här prämen skulle kantra krävdes att de krängande momenten överskrider de rätande momenten. Situationen framskred långsamt fram till den kritiska gränsen, men då den överskridits skedde själva kantringen snabbt.

Det rätande momentet är den rätande hävarmen gånger fartygets deplacement. Den rätande hävarmens storlek framställs som en funktion av krängningsvinkeln, som fartygets stabilitetskurva, den s.k. GZ-kurvan, bilaga 1. Det krängande momentet kan vara externt, såsom vindens tryck mot fartygets sidoytor, eventuellt uppkommet vid bogseringen eller till följd av grundstötning. De interna krängande momenten uppkommer då vätskor i lasten och i fartygets fack förflyttas eller då mängderna förändras. Utifrån skepparens skildringar förflyttades grävmaskinen inte innan prämen kantrade, och offret hann inte svänga bommen. Vid den här olyckan uppkom de relevanta krängande momenten alltså endast av vatten som läckt in i facken.

Vid starten fanns cirka 10 ton vatten och gyttja i pråmen. Fria vätskeytor fanns till en början i 8 fack, i några fanns dessutom gyttja. Öppning J på SB sida i mitten av pråmen hamnade på grund av trimmet vid starten i vattnet med en lutning på 1,3 grader. Resan fram till kantringen indelas i tre etapper: början av resan (från lastningen av grävmaskinen till bytet av styrman) cirka 80 minuter, utbytt styrman 15 minuter och de sista 2–4 minuterna. Kalkylerna nedan visar att kantringen var oundviklig, även om inexaktheter förekommer i kalkylernas siffror och tidpunkter.

I figurerna 30a–30c nedan visas hur stabiliteten förändrades från starten (grön kurva) till bytet av styrman (gul kurva), till att lutningen observerades (violett kurva) och till kantringen (röd kurva).

Från lastningen till bytet av styrman. Vid starten hade pråmen sannolikt ingen betydande lutning. Före olycksresan hade pråmen varit utan last i två dygn och dess djupgående hade antagligen stabiliserat sig kring 37 cm (vatten och gyttja 10 t, tomvikt 14 t plus vatten i två fack 4–5 ton). Vatten pumpades ur de två facken, så att djupgåendet blev cirka 33 cm. Grävmaskinen lastades snabbt och man lade ut omedelbart. Av detta följde att djupgåendet vid starten var cirka 61 cm, så tryckhöjden var 28 cm, vilket till en början åstadkom en strömningshastighet på 2,2 m/s[84] in i de läckande facken. Pumpen blev kvar i det ena facket (2BBs), i det andra (4SBs) rymdes under resan cirka 1,5 ton mera vatten, eftersom vattenytan i det facket var lägre än i de övriga. Då vattenytan steg i facken minskade strömningshastigheten. Om man antar att strömningshastigheten i genomsnitt var 1,4 m/s[85], den gemensamma ytan för hålen E och G var 15 cm^2, får man 2,0 l/s som volymström. Under resan (80 minuter) kunde pråmen utifrån dessa antaganden ta in 10,2 ton vatten. Fack 2BBs (hål F) tömdes till största delen före lastningen och vatten pumpades ur facket kontinuerligt. Vatten hade också pumpats ur fack 4SBs (hål G), så vattenytan i facket låg under vattenlinjens nivå då grävmaskinen kördes ombord på pråmen. I fack 4BBs fanns dessutom hål vid reparationspunkterna, uppskattningsvis 1 cm^2 (hål Q).

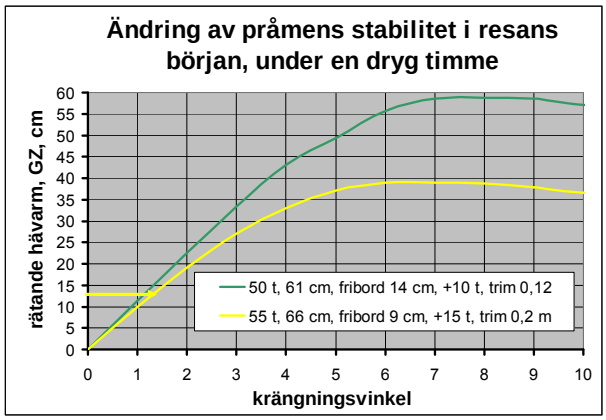


Fig. 30a. Prånens stabilitet då man bytte styraren, gul kurva. Prånen lutade 1,3 grader. Öppningen J har just gått under vattenytan. Gul pil visar storleken av krängande moment = 0,13x55=ca 7 tm.

[84] Nu får man $(2x0,26x9,81)^{0,5}$ = 2,25 m/s.
[85] Med 1 cm tryckskillnad är hastigheten 0,44 m/s.

I det här facket kunde samlas cirka 1 ton vatten. I verkligheten ökade vattenmängden endast till dess vattenytan i facken hade nått vattenlinjens nivå. (ökningen i djupgåendet var 28 + 6[86] cm). Uppbromsningen orsakad av avlägsnandet av luft kunde dessutom göra att vattnet rann in långsammare. Genom de små hålen hann under resan rinna in bara några hundra liter vatten. Totalt kunde cirka 5 ton vatten ha samlats.

Vatten rann också in genom hål F, men tack vare pumpningen steg vattnets yta tydligen inte till vattenlinjens nivå. Uppskattningsvis fanns ändå en viss mängd vatten i facket. Om facket inte hade pumpats nästan tomt för avfärd, kunde tömningen av facket under resan ha orsakat en ökning av lutningen. I utredningen har man antagit att 0,5 ton tömdes ur facket. De största läckagen fanns på höger sida och vatten hade pumpats ut från vänster sida. Prämen hade aktertrim och den krängde, så lite mera vatten kunde samlas i aktern och på höger sida än den mängd som baserar sig på medeldjupgåendet. Sammantaget kunde det uppkomma ett krängande moment på cirka 7 tm, vilket motsvarade en 13 cm rätande hävarm. Resultatet är att prämen lutade cirka 1,3 grader då man bytte styrman. Öppning J sjönk i slutet av den här etappen till vattenytans nivå, figur 28.

Brodern styrde i cirka 15 minuter. Mera vatten samlades under de här 15 minuterna, huvudsakligen på höger sida och i prämens akterända. Vatten började strömma in genom öppning J, till en början långsamt, men då öppningen sjönk allt djupare ökade också tryckhöjden. Ytterligare cirka 2 ton vatten samlades under 15 minuter. Stabilitetskurvan hade försvagats så prämen lutade ytterligare cirka 2,3 grader. Trimmet hade också ökat till nästan 0,3 m. Öppning J låg i slutet av den här etappen cirka 6 cm under vattenytan, så att vattenflödet var cirka 500 l/min. Deplacementet var cirka 57 ton.

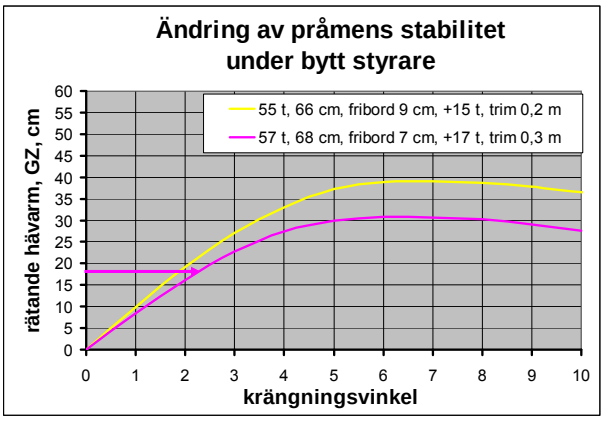
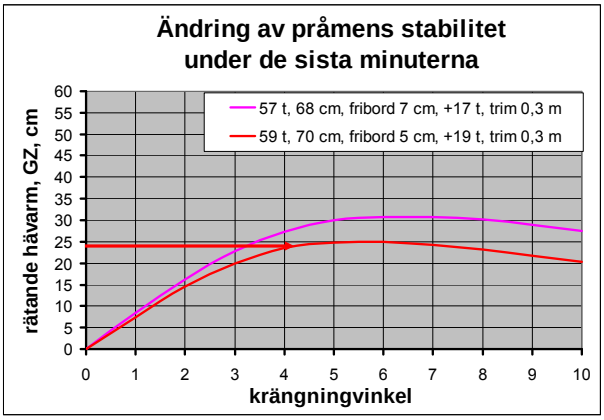


Fig. 30b. Prämens stabilitet då lutningen noteras. Prämen lutar 2,3 grader. Den violetta pilen visar det krängande momentet = 0,18x57 = ca 10 tm.

Observationen av prämens ställning kunde ha störts då man bytte styrman. Det verkar som om prämen då lutade en aning. Observationen av prämens ställning baserade sig tydligen på skottet i fören, förändringar i vattenytan i relation till däcket och manluckorna. En liten sidsjö och det bogsvall som bogseringen orsakade gjorde det sannolikt svårare att bedöma lutningen. Dessutom var man tydligen van med att prämen lutar under resan på grund av läckage, och en liten lutning oroade inte. Då styrmannen iakttar rutten framöver är en snabb titt med den begränsade sikten genom bogserbåtens bakfönster 30 m bakåt inte nödvändigtvis tillräcklig för att upptäcka en liten lutning. Till vänster fanns dessutom grynnor som man måste iaktta och hålla tillräckligt avstånd ifrån. Då allting verkade gå bra, kunde intervallen mellan iakttagelserna bakåt bli längre.

[86] Ökningen på 6 cm i djupgåendet beror på den ökade vikten av vattnet som samlas i facken.

Uttalandena om vattennivån i sjöförklaringen och förhörsprotokollen kan vara inexakta. Dessutom är prämens däcksyta inte rak (t.ex. figur 28), och man vet inte den exakta punkten som uttalandena baserar sig på. Sikten till det bortersta hörnet är nästan 50 meter bort och snett från bryggan, vilket försvårar observationerna. De ställningar som angetts överensstämmer med tillräcklig noggrannhet med de kalkyler som presenterats här.



De sista minuterna. Lutningen upptäcktes då prämen lutade cirka 2,3 grader. Lutningen ökade ytterligare och genom öppning J strömmade vatten in i facket med en genomsnittlig hastighet på 600 l/min under de sista minuterna. Stabiliteten försämrades så mycket på grund av att djupgåendet ökade, att prämen började kantra. Tabell 7 visar de viktigaste variablerna som beskriver prämens ställning under olycksresan.

Fig. 30c. Prämens stabilitet strax före kantringen. Prämen lutar ca 4,2 grader. Den röda pilen visar det krängande momentet = 0,24x59 = ca 14 tm.

Tabell 7. Sammandrag av kvantiteter som beskriver prämens ställning från lastningen av grävmaskin till kantringen.

Tid från lastning, min.	Deplace-ment, t	Djupgående i aktern, m	Djupgående i fören, m	Fribordet i aktern	Fribordet i fören	Krängande moment.	Krängnings-vinkel
0	50	0,68	0,54	7 cm	21 cm	0 tm	0
80	55	0,76	0,56	-1 cm	19 cm	7 tm	1,3
95	57	0,83	0,53	-8 cm	22 cm	10 tm	2,3
97	59	0,85	0,55	-10 cm	20 cm	14 tm	4,2

Prämens stabilitet hade blivit så kritisk att också små ofördelaktiga förändringar påskyndade början av kantringen. Då bogserbåten stannade försvann draget på 2–3 ton. Tillsammans med prämens motstånd hade det hittills utgjort ett 1–2 tm moment som minskade trimmet. Då draget försvann sjönk prämens akter 1–2 cm. Starten av grävmaskinen har inte ansetts ha någon betydelse, eftersom prämen redan höll på att kantra då mannen klev in i hytten.

Efter att lutningen upptäckts gick det inte längre att förhindra kantringen. Det var inte möjligt att bedöma hur farlig situationen var med manskapets kunskaper i fartygsteori. Man visste att prämen läckte, men läckagets omfattning visade sig vara större än beräknat. Tidigare erfarenheter inverkade på att man inte insåg att den här situationen var farlig.

Grävmaskinen

Grävmaskinen kunde kantra först då dess tyngdpunkt horisontellt överskred den vertikala linjen som dragits från det vänstra krypbandets underkant (sett från fören, se figur 8). Det skedde vid en krängningsvinkel på cirka 50 grader. Dessförinnan hade på fästena inriktats sidokraft då friktionskraften gav efter vid en krängningsvinkel på 20–30 grader (om friktionskoefficienten mellan krypbanden och däcket var 0,36–0,58). Grävmaskinen hade kunnat glida ända till däckets förhöjda del, vilket har påskyndat kantringen i slutskedet. På grund av den förhöjda delen gled grävmaskinen inte ner från prämen. Av fotografierna som tagits på prämens däck framgår inga klara spår orsakade av att grävmaskinen förflyttades. Å andra sidan var prämen upp och nedvänd i vattnet och däcket låg mot strandstenarna i cirka en månad, så eventuella spår har kanske försvunnit.

Hur maskinen var fäst kan inte fastslås med säkerhet, eftersom personen som fäste den omkom i olyckan. Därför har man inte behandlat frågan om hur fästena lossade.

Varför kantrade prämen inte tidigare? Prämen har under årens lopp fått bucklor och hål. I slutet av den första driftsäsongen år 2006 var den sannolikt ännu i relativt bra skick och det gick lätt att reparera och måla den. Under den andra säsongen år 2007 hade den fått flera bucklor och hål, men tydligen hölls läckorna under kontroll. I slutet av driftsäsongen år 2008 var prämen ungefär i det skick som vid tiden för olyckan. Prämen kan redan i slutet av år 2008 ha varit nära att kantra. Utredarna är av åsikten att prämen hade kommit till slutet av sin livstid på grund av bristfälligt underhåll. Den hade fått alltför många hål. Under den nyss inledda säsongen hade första resans korta första sträcka gjorts med 26 t grävmaskinen ombord, därefter till fiskehamnen med lätt last eller tomt. På resan till ön Svartnäsgrynnan hade prämen lastats med ett bastupaket på uppskattningsvis några ton, utöver med grävskopan. Hålen hade då ännu inte hunnit samla så mycket vatten att prämen skulle ha kantrat på den resan. Sannolikt var stabiliteten i slutet av den resan ändå klart försvagad.

2.4 Tekniskt kunnande och besiktningsåtgärder

Bolagets personal hade varken **fartygsteoretisk** eller **teknisk** grundutbildning. Stabilitetsfrågor och – beräkningar var obekanta. Man hade bara uppfattningen att prämen är stabil och inte kan kantra. Man hade fel uppfattning om prämens bärförmåga; man trodde att deplacementet är detsamma som bärförmågan och underskattade behovet av fribord. Det var vanligt att man använde prämen även då det fanns läckor i tre sektioner. Läckage i tre sektioner kan minska fribordet med drygt 10 cm. Man hade inte förstått detta och inte heller hur de fria vätskeytorna försämrar stabiliteten.

Stålplåten i prämens bordläggning var bara 2 mm, men trots detta användes prämen i steniga vatten med tunga laster stödd mot havsbottnen. Personalen hade alldeles tydligt inte den nödvändiga hållfasthetstekniska kunskapen. Man hade inte heller tagit i beaktande möjligheten att facken kunde rosta inuti, eftersom manluckorna inte hade öppnats.

Den grundläggande uppgiften vid sjötransport, en stabilitetsberäkning som motsvarar prämens lastläge inkl. det vatten som eventuellt finns i facken, hade inte inkluderats i förberedelserna för bogseringen på grund av bristande kunskaper. Att använda ett läckande fartyg strider mot gott sjömanskap. Skepparen bör ha sådan kunskap om stabiliteten att användningen av flytande materiel är trygg och säker, oberoende av om myndigheterna ställer krav eller inte.

Då pråmen började luta handlade man som vanligt. Den yngre brodern klev över till pråmen, trots att man i den situationen inte längre borde ha gjort det. Prämens bortersta hörn sjönk påtagligt. Bristen på fartygsteoretisk kunskap ledde till att ingendera av bröderna identifierade den farliga situationen.

Då tillfrågade om **besiktningar** har bolaget meddelat att man per telefon har varit i kontakt med Sjöfartsverket och förstått att deras transporter kan tolkas som eget arbete, i vilket fall besiktning inte behöver göras. Sjöfartsverket har inte kunnat spåra det här samtalet. Bolaget hade inte förstått att syftet med besiktningen är att uppnå en grundläggande säkerhetsnivå. Som resultat av besiktningen skulle manskapets säkerhet ha förbättrats och materielen hållits i bättre skick.

Enligt Sjöfartsverkets bestämmelser skall bogserbåtens stabilitet utredas, eftersom maskineffekten överskrider 150 kW. Längden på både bogserbåten och pråmen är under 15 m, så Trafiksäkerhetsverket Trafis sjöfartssektor måste överväga vilka andra krav som gäller. För prämens del borde åtminstone linjeritning, arrangemangsritning och protokoll över krängningsprovet överlämnas till Sjöfartsverket. Bolaget hade inte denna dokumentation.

2.5 Räddningsverksamhet

Grävmaskinens användare hade för vara att ha hyttens dörr öppen och fäst i väggen med en dörrspärr. Dörren var i alla fall stängd då dykaren kom till platsen. Skepparen hade inga observationer beträffande dörrens position. Situationen var exceptionell och det är möjligt att offret i brådskan inte knuffat dörren ända fram till spärren. Då kan vattnet som rann in när pråmen kantrade eventuellt ha skjutit igen dörren. Dörren kan ha varit låst i spärren, men då kantringen började kan offret ha träffat spaken som lossar spärren och dörren kan då ha stängts. Inom ramen för utredningen kunde man inte klarlägga orsaken till att dörren var stängd.

Skepparen kallade på hjälp snabbt, men på grund av olycksplatsens läge tog det cirka 40 minuter innan hjälpen anlände. Av den anledningen fick offret ligga för länge i det kalla vattnet. Enligt utredaren kunde räddningen inte ha skett snabbare. Landbasen hade valts optimalt, i ändan av den närmaste tillräckligt bra vägförbindelsen. På så sätt kunde man minimera den totala tiden som räddningsmanskapet behövde för att ta sig fram på land och på sjön. En enhet från brandkåren i Bosund anlände till platsen några minuter före dykaren, men deras utrustning inkluderar inte dykutrustning.

2.6 Användning av flytande materiel i samband med vattenbyggande vid kusten

Längs den finska kusten finns rikligt med sommarstugor. Dessutom finns båthamnar och också i övrigt ett allmänt behov av muddring (offentliga och privata farleder, vassbevuxna stränder osv.). Olika typer av bolag svarar på efterfrågan: stora, välkända företag med besiktad materiel och kompetent personal samt många småföretag, vid vilka materielens skick och personalens utbildningsnivå varierar. Materielen består av en riktig bogserbåt eller stor fritidsbåt som fungerar som bogserbåt, transportflotte (pråm, ponton) samt en grävmaskin. Schaktningsarbetet kan göras från prånen med bristfälliga säkerhetsarrangemang. Personalens fartygsteknisk-teoretiska utbildning och navigeringsutbildning kan vara obetydlig eller saknas; verksamheten baserar sig då på inlärning i arbetet. På grund av stränga ekonomiska villkor har materielen mycket ofta anskaffats begagnad, vilket är en delorsak till bristen på dokumentation. Likaså kan det förekomma brister i underhållet av utrustningen.

Utredarna värdesätter företagsamheten hos grundarna av småföretagen och den risktagning som krävs. Man stöder småföretag som inleder verksamhet. I utredningen har inte klarlagts hur bolaget i fråga har bildats och i vilken mån grundarna har varit i kontakt med instanser som erbjuder stöd för grundandet av företag. Grundarna bör själva utöver frågor med anknytning till företagsverksamheten också utreda vilka myndighetskrav som gäller verksamheten i fråga. Konkurrenssituationen inom branschen förvrängs, om en del av företagen inte iakttar bestämmelserna oavsiktligt eller avsiktligt. Kostnaderna blir högre för företagen som följer bestämmelserna. Som kompensation har dessa företag sannolikt bättre säkerhet i verksamheten. Den förvrängda konkurrenssituationen har till och med lett till angivelser.

Sjöfartsverket (sedan 1.1.2010 Trafiksäkerhetsverket Trafis sjöfartssektor) har i sin besiktningsverksamhet konstaterat ovan nämnda brister. En del aktörer delges inte alls myndigheterna och kan därför inte övervakas. För att korrigera situationen har Trafis sjöfartssektor tillsammans med sjöbevakningen, tullen och polisen börjat planera systematisk övervakning längs den finska kusten. Några oanmälda inspektioner som gjordes i fjol somras gav ännu inga resultat.

Centralen för undersökning av olyckor har tidigare behandlat bl.a. följande fall:

1. Arbetsflotten JESSICA kantrade i Kakskerta i Åbo då man arbetade med en grävmaskin ombord 25.4.2007. Arbetarna anmälde inte saken. Först då stugägarna meddelade att det luktade olja vid stranden fick myndigheterna reda på olyckan. Flotten hade sjunkit också tidigare, vilket inte heller hade anmälts. Arbetsflotten var uppenbarligen i dåligt skick. (Förutredning D3/2007M)

2. Prånen MANUs kantring och bogserbåten NEMOs tillbud 8.1.2008 på Erstan. Prånen var i dåligt skick och hade läckor i sidorna. Den hade lastats med en grävmaskin. Dessutom fattades två däcksluckor. Under pågående bogsering kantrade prånen plötsligt, vilket orsakade ett tillbud för bogserbåten. (Förutredning D1/2008M).

3. Arbetsflotten KUOKKA PEKKA kantrade under en resa mellan Raumo och Björneborg 19.4.1997. Orsaken var att vatten hade kommit in i ett ”tätt” slutet fack i motsjö, vilket ledde till att man förlorade stabiliteten. Däcksluckan var lite böjd och då den stängdes blev en springa kring öppningen. (Undersökningsrapport C3/1997M).

2.7 Andra säkerhetsobservationer

Manskapets vilotider före olycksresan hade varit tillräckliga.

Man hade inte fäst tillräcklig uppmärksamhet vid arbetssäkerheten, t.ex. användes inte räddningsvästar.

Bolaget utförde normalt inte schaktningsarbeten från prämen. Prämen var antagligen i tämligen gott skick då den anskaffades.

3 SLUTSATSER

3.1 Konstateranden

Prånens kantring skedde stegvis. Till en början sjönk den på grund av läckor långsamt allt djupare i en timmes tid, men lutade bara drygt en grad, vilket inte var onormalt. I det andra skedet började vatten rinna in via en öppning på däck som blivit öppen och på 15 minuter började pråmen luta så mycket att manskapet började göra försök att korrigera lutningen. Därefter började pråmen på ett par minuter luta ytterligare 4 grader och kantrade på några sekunder så att den drog med sig mannen som klivit in i grävmaskinens hytt. Prånens snabba kantring skedde vid gynnsam väderlek. Manskapets vilotider hade varit tillräckliga.

Då lutningen noterades hade pråmen redan börjat luta allt snabbare, så det fanns inte längre någon möjlighet att lyckas med försöken att korrigera lutningen. Efter att man noterat lutningen kunde man ännu inte på basis av tidigare erfarenhet tro att lutningen var farlig, så man bestämde sig för att försöka korrigera lutningen genom att svänga grävmaskinens bom. Medan man försökte svänga bommen överskred prånens lutning 4 grader och det krängande momentet överskred den kritiska gränsen, vilket gjorde att kantringen skedde på några sekunder.

Pråmen kantrade under sin andra resa för säsongen. Pråmen hade helt enkelt fått för många hål och en pumpningsöppning var dessutom öppen. Prånens tidigare drifthistoria är inte tillgänglig och det är inte känt hur ofta den har varit nära att kantra tidigare. (Utredarna har fått veta av en farlig situation). I slutet av föregående säsong gjorde pråmen tydligen inga tunga och långa transporter, trots att pråmen sannolikt fått hålen under säsongen. Prånens stabilitet har möjligtvis varit svag i slutet av säsongen år 2008. En del av hålen har kunnat uppkomma under vinterförvaringen på grund av korrosion.

3.2 Orsaker till händelsen och bakgrundsfaktorer

Omedelbar orsak till kantringen. Läckage i alltför många fack var orsakad av prånens försämrade skick. Då en av pumpningsöppningarna dessutom var öppen fylldes pråmen så att den förlorade sin stabilitet vid bogsering och kantrade. På grund av läckorna ökade prånens djupgående nästan 10 cm jämfört med starten, då pråmen redan hade 10 cm överflödigt djupgående. Stabiliteten hos en sådan här bred och låg pråm försämrades snabbt då fribordet minskade och den kantrade efter att ha lutat bara 4–5 grader.

Grundorsak till kantringen och drunkningen. Bolagets personal hade ingen utbildning i fartygsteoretiska frågor, särskilt i fråga om stabilitet. Därför förstod man inte att den långsamt ökande lilla lutningen var farlig eller att det var farligt att stiga på pråmen in den situationen. Den här breda pråmen hade verkat stabil och säker, men man kände inte till dess speciella stabilitetsegenskaper, som orsakar risksituationer. Bristen på utbildning inverkade också på att man inte insåg vikten av prånens skick med tanke på säkerheten. Pråmen användes trots att den läckte, var rostig och rejält tillbucklad. Underhållet av pråmen hade varit bristfälligt, t.ex. hade man inte kontrollerat facken via manluckorna.

Bidragande orsaker. Utredarna ifrågasätter användningen av en pråm med så här tunna plåtar för ett så pass slitande arbete. Prånen är planerad för ett annat ändamål, bl.a. för att vara relativt lätt att transportera på land, och måste därför vara så lätt som möjligt. Prånen var egentligen inte planerad för att köras upp mot stranden, utan för det fanns en separat rampsektion med slitstarkare botten som kunde kopplas ihop med prånen. I militärt bruk orsakar underhåll och reparationer inga problem. I hårt civilbruk är underhållet och reparationen av den här prånen orimligt krävande. Bolagets personal hade inte teknisk utbildning som kunnat hjälpa dem med att bedöma hållbarheten hos den lätta prånen i de situationer där man hade för avsikt att använda den.

På basis av erfarenhet hade man vant sig vid att prånen kändes stabil och man hade använt den även då det fanns läckor i tre av facken. Enligt allmän praxis bland företagare i skärgården hade man inte kontaktat myndigheterna för att utreda eventuella krav då verksamheten inleddes. Utrustningen hade inte besiktats och manskapet hade ingen formell kompetens för bogsering. Vid Sjöfartsverkets besiktning skulle bristerna i utrustningen och behörigheterna ha kommit fram, vilken hade förbättrat användarnas säkerhet.

3.3 Övriga säkerhetsiakttagelser

Det finns inga ritningar, stabilitetsdokumentation eller intyg för fartygen.

Bolaget och Sjöfartsverket hade haft avvikande uppfattning i två frågor; hade man diskuterat om besiktningskravet och hade man i samband med diskussionen konstaterat att ingen besiktning krävs.

Den här typen av olyckor kunde undvikas om:

- Utrustningen hålls i skick, läckor repareras omedelbart och läckande utrustning inte används.
- Man känner till stabilitetsegenskaperna hos den flytande materielen.
- Man reder ut vilka besiktningar som krävs och behörigheternas omfattning tillsammans med Trafiksäkerhetsverket.
- Användare av flytande materiel på eget initiativ skaffar sig tillräcklig teknisk kunskap för att trygga sin egen säkerhet och hålla sin egendom i skick. Alternativt borde man använda sakkunnig hjälp. Vid behov borde en stabilitetsberäkning göras upp för sjötransporter.

4 SÄKERHETSREKOMMENDATIONER

Företagarens säkerhet och egendom riskeras, om flytande materiel används under svårare förhållanden än den planerats för och den inte underhålls tillräckligt väl. Samma hot kan förverkligas om man inte har tillräckliga kunskaper om den flytande materielens beteende, såsom dess stabilitetsegenskaper. Olyckpråmen var tillverkad av så tunn stålplåt att man kan ifrågasätta dess ändamålsenlighet för sådan hårt slitande användning som bolaget behövde. Ett enkelt sätt att se till att materielen lämpar sig för användningsändamålet är att be Trafiksäkerhetsverkets (Trafi) sjöfartssektorns Inspektionsavdelningen besikta den.

Undersökningskommissionen rekommenderar att

1. *Företagare som använder flytande materiel tillsammans med Trafi utreder om verksamheten kräver att materielen är besiktad och att manskapet har behörighetsbevis.*

2. *Trafi bör ha beredskap att ställa krav på dimensioner och underhåll samt på besiktningsintervallen för transport- och arbetspråmar som vilar mot bottnen och vilkas för eller akter körs upp mot stranden för lastning.*

Helsingfors, den 23.9.2010

Olavi Huuska Martti Heikkilä

KÄLLFÖRTECKNING

Nämnda källor har arkiverats vid Centralen för undersökning av olyckor.

BILAGOR

1. Om prånens stabilitet
2. Prånens hål, öppningar och läckor
3. Ritning av prånens geometri
4. Prånens ryska ritningar (4a–4c)
5. Skepparens skiss över arrangemanget vid bogseringen
6. Kartor över fartygens rörelser utarbetade av Centralkriminalpolisen (6a–6c)

BILAGA 1 OM PRÅMENS STABILITET

Bilagans avsikt är att generellt behandla stabilitetsfrågor som hänför sig till en bred och låg pråm. Kalkylerna i denna bilaga är principiella och de motsvarar inte exakt olyckspråmen. Prånens tvärsnitt är enklare. Kalkylerna har genomförts med programvaran ”Archimedes MB”.

Med stabilitet förstår man vanligen tvärskeppsstabilitet. Den behandlas först. Med anledning av prånens dimensioner och användning är det även viktigt att beakta stabiliteten på längden.

Stabilitet tvärskepps

Stabiliteten hos en bred pråm har speciella egenskaper. Med vissa villkor är stabiliteten mycket bra. Det kan ändå uppstå farliga situationer om man inte känner till prånens stabilitetsegenskaper. I det följande tar man fram dessa speciella egenskaper.

Figur 1 visar prånen lastad med en grävmaskin. Prånen lutar 5 grader (vinkeln fii). I figuren har prånen två djupgående, nämligen utan läckor och med flera läckor. De röda pilarna och punkterna visar deplacementets lyftkrafts D läge B vid de här vattenlinjerna. De svarta pilarna och punkterna presenterar kraften som påverkar prånens plus grävmaskinens vikt G. Eftersom man har ökat djupgåendet genom att öka läckaget, ligger tyngdpunkt G lägre vid större djupgående. Fortsättningen på den röda pilen möter prånens centerlinje vid punkt N (endast den lägre ryms på bilden). Man kallar N skenbart metacenter och K kölpunkt. Om prånen kränger med moment M_k, motsätts det av momentet bestående av den rätande hävarmen GZ multiplicerad med deplacementet D. Armen GZ i figuren är det horisontala avståndet mellan den röda och svarta punkten. Den rätande hävarmen beräknas ofta med ekvationen KNsin(fii)-KGsin(fii), där KNsin(fii) kalkyleras av datorn och ges i form av tabeller eller kurvor som funktion av deplacementet och kallas pantokarener. Prånens pantokarener vid varierande deplacement visas i figur 2. Den rätande hävarmen presenteras som funktion av krängningsvinkeln och kallas ofta GZ-kurvan eller stabilitetskurvan. Prånens GZ-kurvor vid några lastfall presenteras i figur 3.

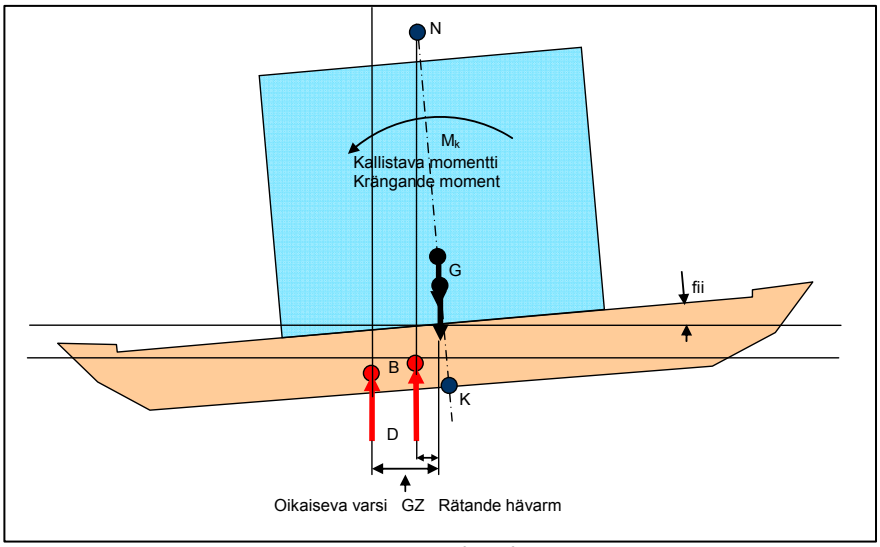


Fig 1. Faktorer som inverkar på prånens stabilitet.

Man kan observera att vid ökning av djupgåendet närmar den röda punkten sig den svarta, dvs. den rätande hävarmen minskar. Orsaken till detta är att prånkanten sjunker under vattenytan. Dessutom kan man lägga märke till att den sjunkande tyngdpunktens förbättrande inverkan på hävarmen är obetydlig (den svarta pilen har hållit sig nästan orörlig horisontalt).

Bilaga 1. Om prånens stabilitet

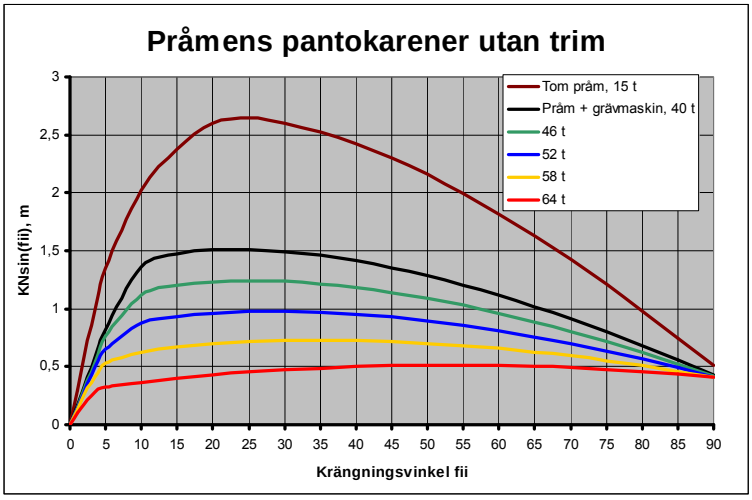


Fig 2. Prånens pantokarener.

Vid 90 graders krängning motsvarar pantokarenernas värden ca hälften av prånens sidohöjd. Små skillnader beror på prånens icke-rektangulära form. Dessa kurvor har kalkylerats utan att iaktta prånens fördjupningar. Dessutom bör noteras att beräkning av stabiliteten med hjälp av begynnelsestabiliteten, vilket är möjligt för vanliga fartyg upp till 10 graders krängning, gäller i prånens fall bara till ca 5 graders krängning.

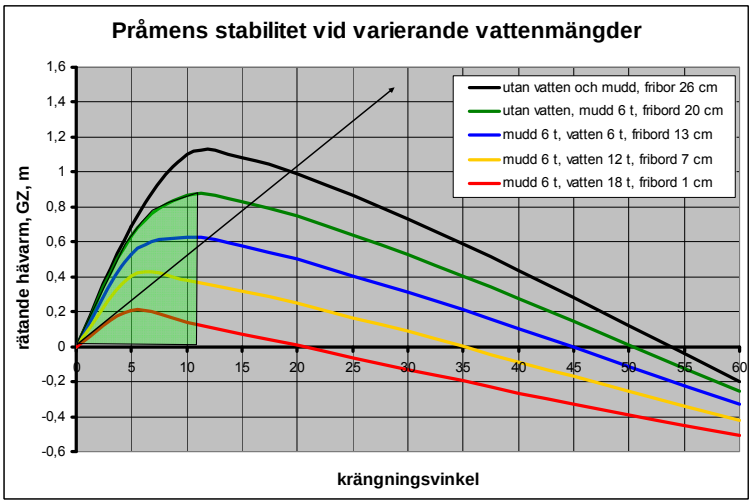


Fig 3. GZ-kurvan för prånen lastad med grävmaskinen samt ett kanadensiskt och svenskt stabilitetskriterium. Deplacement = 14+26+vatten+gyttja. Prånen har inget trim. Inte heller har effekten av fria vätskeytor tagits i beaktande.

Prånens stabilitet beror i hög grad på deplacementet, dvs. djupgåendet, eller m.a.o. på fribordet. Stabiliteten (både i tvärs- och i längdriktning) minskar starkt med minskande fribord. Figur 3 visar prånens GZ-kurva (den rätande hävarmen tvärskepps), som funktion av krängningsvinkeln vid olika fribord (beräknat från körbanan). Man har minskat fribordet genom att öka mängden vatten i facken. Tyngdpunktens läge sjunker omedelbart, vilket har iakttagits. Den nedersta röda kurvan motsvarar 64 tons deplacement då fribordet är ca 1 cm. I figuren visas också det kanadensiska och svenska stabilitetskriterium som baserar sig på arean under stabilitetskurvan. Arean skall vara minst 0,08 mrad (meter x radian)[87]. Kriteriet uppfylls vid de gröna eller högre kurvorna.

[87] Radian är en måttenhet för en vinkel. En radian är ca 57,3 grader, dvs. 180/pii. Arean beräknas till den vinkeln där GZ-kurvan är maximal.

Om man minskar krängningsvinkeln till noll i figur 1 rör punkt B sig på prånens centerlinje. Då rör sig punkt N på centerlinjen till punkt M_0 (ej visad på bilden), som ger positionen för begynnelsemetacentern. Ett viktigt kriterium för begynnelsestabiliteten är begynnelsemetacenterhöjden[88] GM_0. Ju större är GM_0, desto hårdare motstår fartyget det krängande momentet och desto brantare stiger GZ-kurvan.

Man bör notera att stabiliteten hos en pråm av den här typen har följande egenskaper:

- Begynnelsestabiliteten är bra; GZ-kurvan stiger brant (stor begynnelsemetacenterhöjd, GM_0).
- Stabiliteten försvagas kraftigt i takt med att djupgåendet ökar.
- Stabilitetsvidden (vinkel till vilken GZ-kurvan är positiv) är ganska bra, men minskar snabbt i takt med att djupgåendet ökar.
- Maximivärdet för GZ-kurvan nås redan vid små vinklar, 5–12 grader.
- Om fribordet är mycket knappt välter prånen lätt.

Prånens stabilitet är bra så länge deplacementet inte blir för stort.

Vanliga krängande moment orsakar endast små krängningar på grund av prånens goda begynnelsestabilitet. Man kan därför betrakta prånen som ytterst stabil. Vid stort deplacement (små fribord) eller en alltför högt positionerad tyngdpunkt för lasten kan prånen ändå välta efter att den har krängt bara 5–7 grader.

Totalt har prånen 16 fack. Fackarrangemanget är så pass bra att prånen motstår läckor utmärkt. Läckage i ett fack ökar djupgåendet med 3–4 cm, om vattenytan i facken hinner stiga till vattenlinjen och vatten börjar rinna in i ett tomt fack (begynnelsedjupgåendet 0,5 m). Med anledning av läckor ökar djupgåendet, och trimmet och lutningen förändras beroende på fackens position (inget fack är i centern). Då sjunker hörnet på fartygets akter- eller fördäcket lättare under vattenytan. Läckaget sänker prånens tyngdpunkt, men ökningen av djupgåendet minskar stabilitet. Djupgåendets ökning försämrar stabiliteten mera än sänkningen av tyngdpunktens läge förbättrar den, såsom figur 1 visar.

Fackets minskande effekt på begynnelsestabiliteten (begynnelsemetacenterradien) på grund av de fria vätskeytorna är obetydlig, en 256-del[89]. Om flera fack har hål börjar effekten av de fria vätskeytorna bli synlig. Figur 4 visar en fri vätskeyta i två fack vid 5 graders lutning. När vinkeln är så pass liten räcker betraktandet horisontalt (vattnets tyngdpunkt stiger även en aning).

[88] Värdet av begynnelsemetacenterhöjden kan konstrueras t.ex. så att man ritar en tangent från GZ-kurvans början och den fortsätts till vinkeln 57,3 grader. Värdet av GZ visar då begynnelsemetacenterhöjden.

[89] Relationen mellan bredden upphöjd till 3 och multiplicerad med relationen mellan längderna $=(2/8)^3 x(1/4)$. Om alla facken hade vatten i sig, skulle begynnelsemetacenterradien minska en sextondedel.

Bilaga 1. Om prånens stabilitet

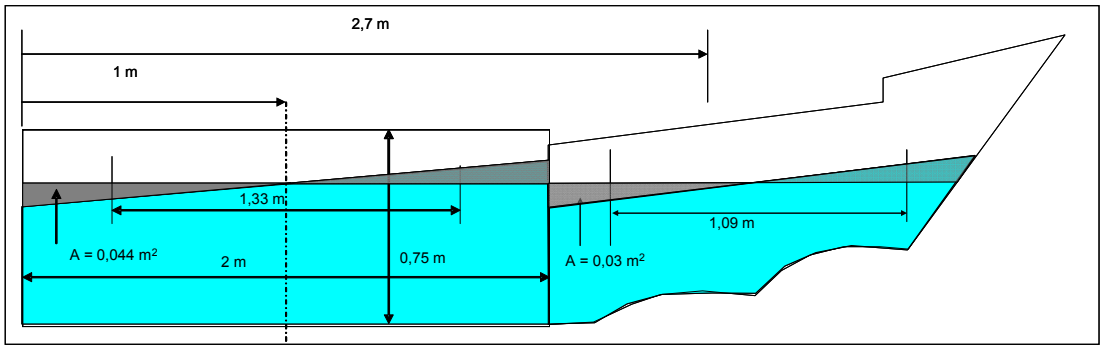


Fig 4. Fackets fria vätskeyta

Kalkylen av centerfackets krängande moment 0,044x1,33x3,35 resulterar i 0,2 tm. För sidofacket får man motsvarande resultat 0,1 tm. Den rätande hävarmen minskas därmed vid 55 t deplacement 0,3/55 = 0,0055 m eller 0,55 cm. Således är inverkan minimal. Men inverkan av flera fack är synlig; vid olyckan läckte nio fack, och därmed var minskningen så mycket som ca 3 cm. Vid 10 graders krängning fördubblas minskningen. Detta hade betydelse, eftersom den rätande hävarmen var liten. Om det finns gyttja i facket kan inverkan vara ca 1,5-faldig.

Man kan betrakta den här typen av pråm som ytterst säker. Den kan motstå läckage i flera fack vid vissa förhållanden (inte för många läckor på samma sida och i samma ända, inte heller för stort initialt djupgående). Vid användning skall man inte ha läckor av säkerhetsskäl.

Stabilitet på längden

Stabilitet på längden behövs då man vill bedöma förändringarna i prånens flytläge vid lyft och lastning. Nu räcker det inte att använda data i hydrostatiska tabeller, nämligen hur mycket ett moment på en tonmeter ändrar trimmet, eftersom däckets för- eller akterända sjunker ner i vattnet redan vid 0–5 graders trim beroende på djupgåendet.

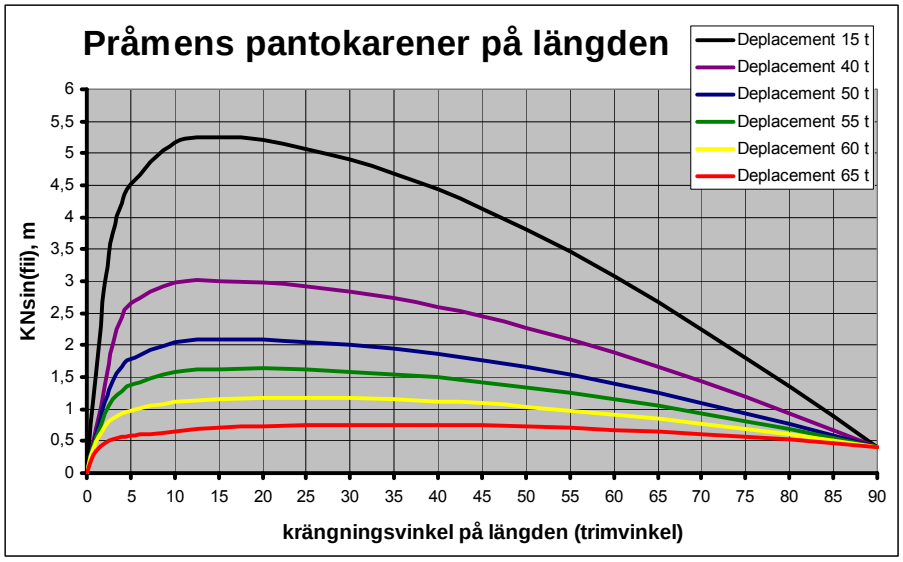


Fig. 5. Prånens pantokarener på längden.

Figuren 5 visar prånens pantokarener på längden. Vid beräkningen har man iakttagit prånens totala längd (avståndet mellan flottsektionerna är ca 10 cm).

I stabilitetskurvan på längden i figur 6 har man inkluderat trimmomentet som uppstår då en grävmaskin som står mittskepps har krupit nästan till prånens ända och sedan lyfter en sten över kanten. Prånens akter sjunker ca 0,5 m och ligger tydligt under vattenytan då trimvinkeln är ca 4 grader. Man har ganska lite reserv kvar, och för att trygga säkerheten måste man arbeta i grunt vatten så att prånens ända kan stödja sig mot havsbottnen.

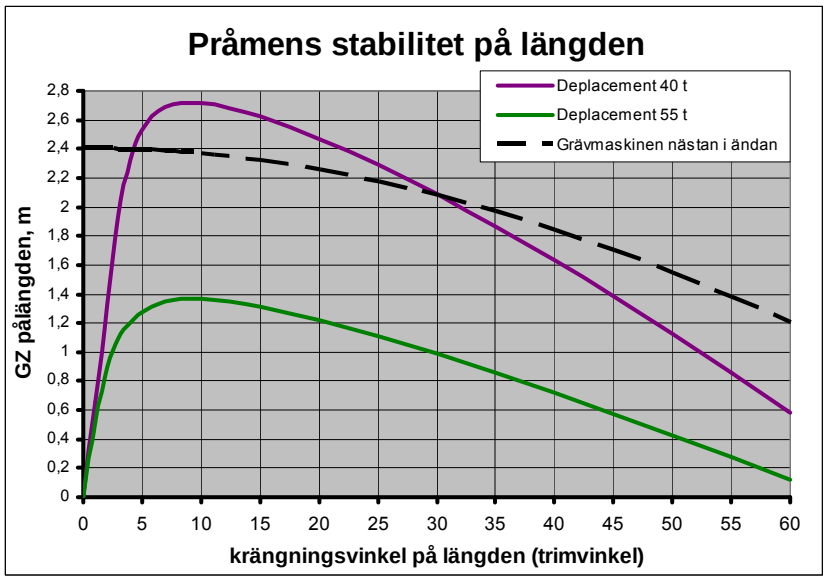


Fig. 6 Prånens stabilitet på längden.

Prånens lastning

Följande figur visar situationen där grävmaskinen kör ombord på prånen, t.ex. vid Svartnäsgrynnan. På bilden ligger grävmaskinen helt och hållet på prånen. På bilden är T prånens djupgående i fören, P är prånens vikt, D deplacementets lyftkraft, G grävmaskinens vikt, R stödkraft mot prånens botten, h vattendjupet i aktern (detsamma som akterns största djupgående), a grävmaskinens tyngdpunkts avstånd från prånens akter och b deplacementets tyngdpunkts avstånd från aktern.

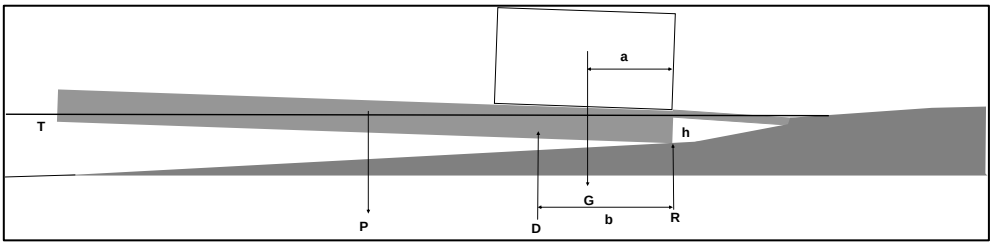


Fig. 7. Ett lastfall.

I beräkningarna har man antagit att prånens djupgående utan grävmaskin är 33 cm och med grävmaskin 60 cm, och att deplacementet således är 52 ton (12 t vatten och gyttja i facken).

Beroende på omständigheterna vid stranden kan man byta ”fören” och ”aktern” med varandra. Prånen kan lättare bogseras från stranden, om grävmaskinen kör tillräckligt långt ombord på prånen så att ändan vid stranden börjar flyta. Då flyter den ända som är längre borta från stranden lite djupare. Om man vänder prånen blir denna ända aktern och prånen får aktertrim. Alternativt kan man dra prånen lite ut från stranden och sedan flytta grävmaskinen mot stranden. Då blir ändan i stranden akter och prånen får åter aktertrim.

Bilaga 1. Om prånens stabilitet

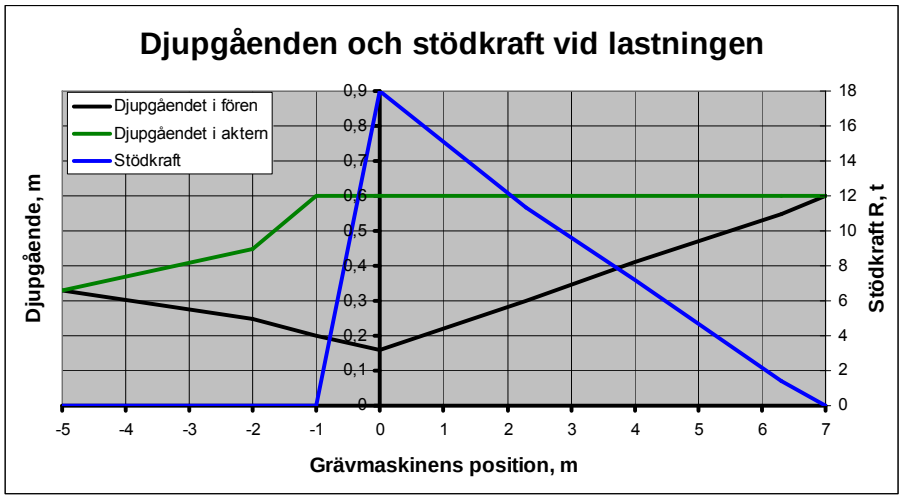


Fig. 8. Djupgåendet i fören och aktern samt stödkraft vid lastningen.

Figur 8 visar förändringar i djupgående och stödkraft R under lastningen av grävmaskinen. Resultaten bör tas som en grov uppskattning. Stödkraften kunde vara större/mindre, om vattendjupet i prånens akter vore mindre/större än i exemplet. Vid det första alternativet måste man köra grävmaskinen lite över mittskepps mot fören. I verkligheten har man många fler variabler.

Lyftarbeten ombord på prånen

På basis av figurerna 3 och 6 kan man dra slutsatsen att lyftarbeten är säkra ombord på en pråm som flyter i gott skick vid stranden i grunt vatten. För säkerhetens skull skall man känna till prånens stabilitetsförmåga både tvärskepps och på längden.

Man kan också arbeta med bara en flottsektion om dess stabilitet är känd. Nedan i figur 9 presenteras stabiliteten hos en flottsektion med en grävmaskin ombord. Fallet kan ses i figur 10, som är en detalj av fotografiet som erhållits från bolaget. Grävmaskinens bom ligger nästan tvärskepps. Motvikten hindrar uppkomsten av ett för stort krängande moment. Resultatet i figuren bör betraktas som en grov uppskattning, eftersom grävmaskinens data är knapphändiga.

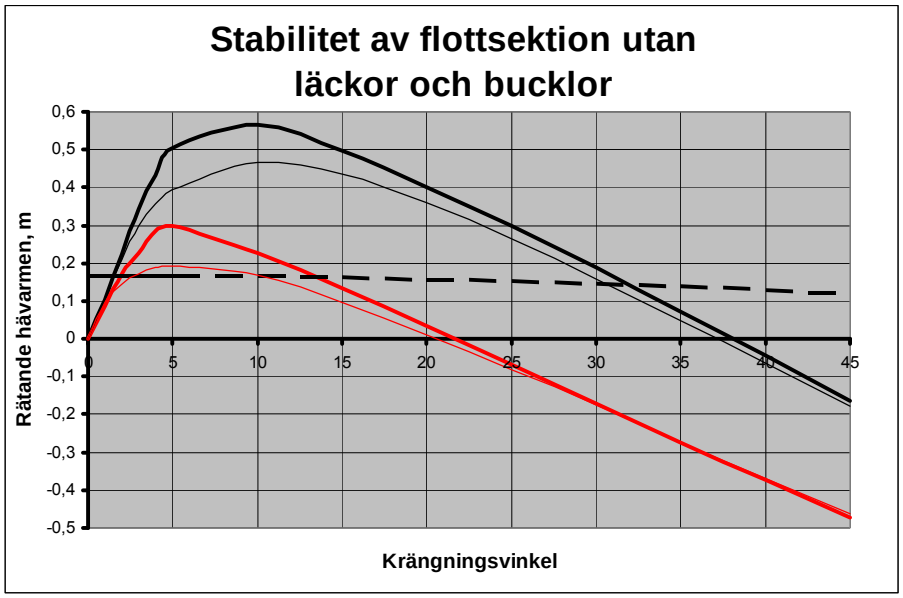


Fig. 9 *Flottsektionens (halva prånen) stabilitet med grävmaskin ombord. De tjocka kurvorna visar stabiliteten tvärskepps. Stabiliteten på längden (dvs. trimmet) visas med de tunna kurvorna. De svarta kurvorna visar fallet med en 21 t grävmaskin och de röda kurvorna med en 25 t grävmaskin. Kurvorna visar fallen utan initialt trim eller initial lutning. Den prickade kurvan visar ett 5 tm krängande moment, som kan uppstå t.ex. om grävmaskinen rör sig på längden ca 20 cm, eller bommen svängs tvärskepps.*

Den svarta, tjocka kurvan uppfyller knappt t.ex. de svenska bestämmelserna. Som man kan se är reserven mot kapsejsning ganska liten särskilt med en tung grävmaskin.

Fig.10 *En flottsektion med en grävmaskin ombord. Utdrag av fotografiet som bolaget har skickat.*

BILAGA 2. PRÅMENS HÅL OCH ÖPPNINGAR

I den här bilagan granskas separat för varje fack alla hål som hittats, deras position, storlek, bedömning av uppkomstsättet och -tidpunkten samt inverkan på olyckan. Utgångspunkten är figurerna 1 och 2.

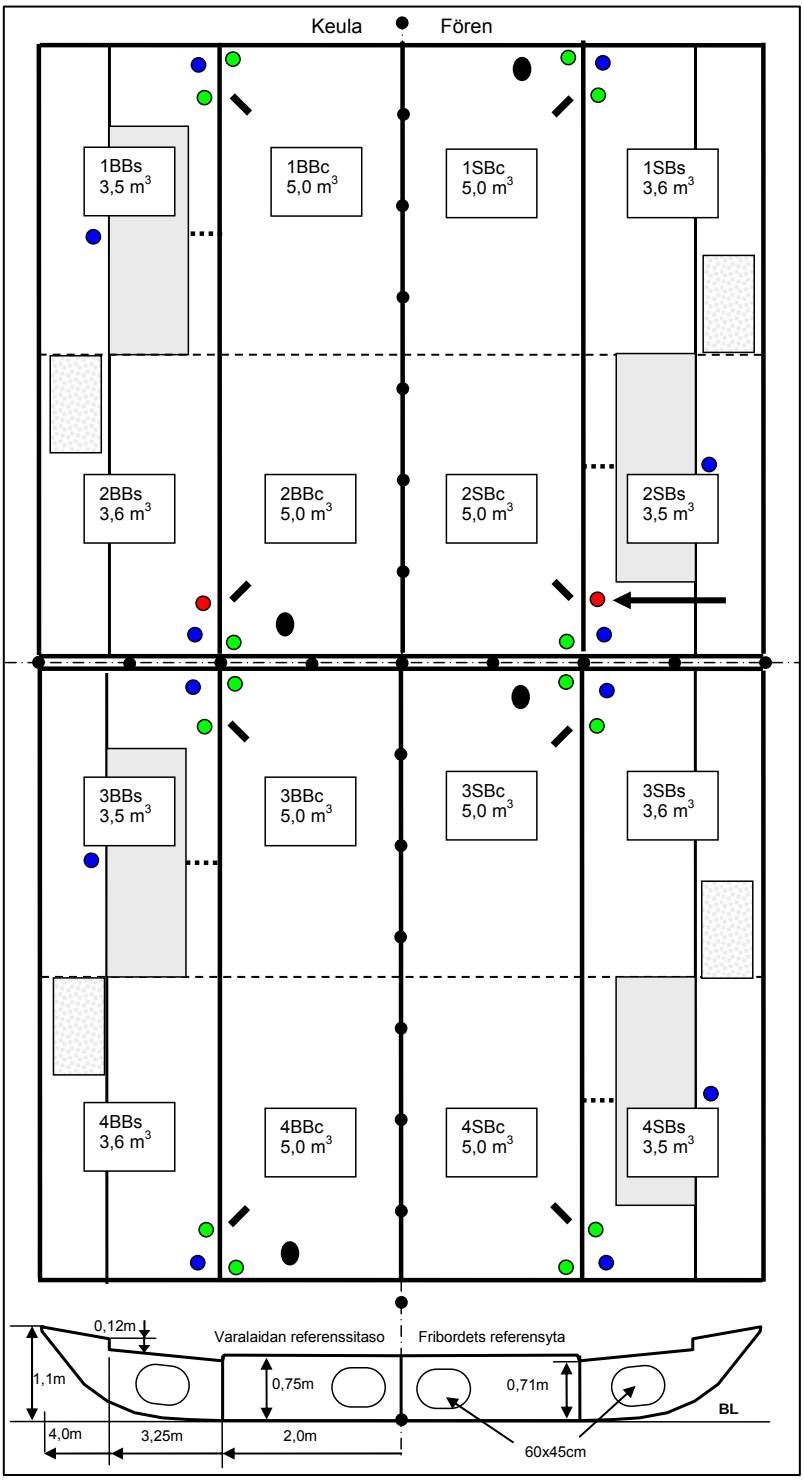


Fig. 1. Pråmens fackfördelning och öppningar i däcket som hör till konstruktionen (visas med färger) utan bucklor. Blått visar pumpningsöppningarna som hade den gängade proppen kvar under resan och rött visar pumpningsöppningarna som saknade propp. Grönt visar det vertikala röret som går genom fartyget.

Bilaga 2. Pråmens hål och öppningar

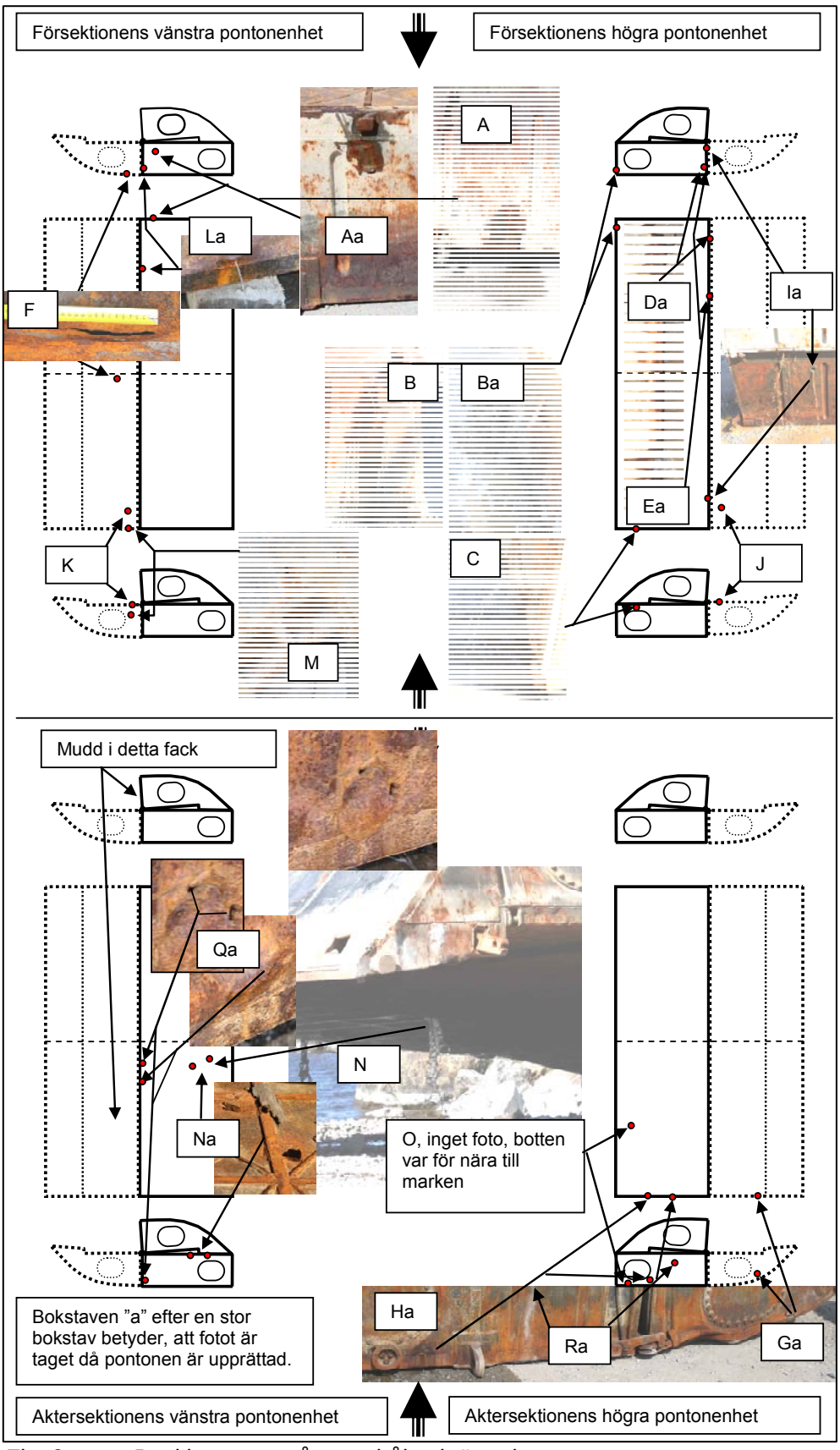


Fig. 2. Positioner av pråmens hål och öppningar.

De flesta hålen finns på flera bilder. Nedan har valts de som finns i figur 2 (figur 29 i rapporten).

1. Fack 1BBside

Inga hål observerades i detta fack.

2. Fack 1BBcenter

I detta fack observerades två små hål, hål A (IMG 2280 Poliisi) och L (IMG 7063). Hål A är några mm^2 stort. Det finns nära skottet i fören, cirka 25 cm nedanför däcket. Hålet kan ha uppkommit vid kollision med strandstenar eller på grund av korrosion. Hål L är av samma storlek och finns på det vänstra sidoskottet cirka en meter från fören 10 cm över botten. Hålets position är i det nedre hörnet nära fogen, så korrosionen har stor betydelse för hålets uppkomst. Vatten har lätt kunnat rinna in i prånen genom hål L, eftersom luften kommer ut genom hål A. Ur hål L rann det vatten ännu 5.8, så facket måste ha varit relativt fullt då pontonerna lyftes upp på land 29.6. Facket fylls och töms långsamt, den genomsnittliga volymströmmen är 1 dl/min. I dygnet nästan 150 l. Då prånen låg upp och nedvänd rann vatten ur hål A och luft kom ut genom hål L.

Fig. 3. Hål A på fotografiet IMG 2280 29.6.2009.

Fig. 4. Hål L på fotografiet IMG 7063 5.8.2009.

Bilaga 2. Pråmens hål och öppningar

3. Fack 1SBcenter

I detta fack observerades tre hål, ett stort hål E och de små hålen D och B. (Hålen E och D finns i fotografiet IMG 2314 Poliisi) samt hål B (IMG 2295 Poliisi och IMG 6918). Hål E är cirka 3 cm^2 stort. Vatten samlades snabbt genom hålet, cirka 25 l/min och facket fylldes till vattenlinjens nivå på cirka 1,5 timmar. Hålen B och D är små jämfört med hål E, så de har ingen betydelse med tanke på hur facket fylls. Alla hålen finns nära botten ungefär vid hörnfogen, så man antar att korrosionen har stor betydelse för hålens uppkomst. Luften har kommit ut genom luftläckor kring den gängade proppen eller genom mycket små hål på andra håll.

Fig. 5. Hål E (till vänster) och hål E (till höger) på fotografiet IMG 2314 29.6.2009.

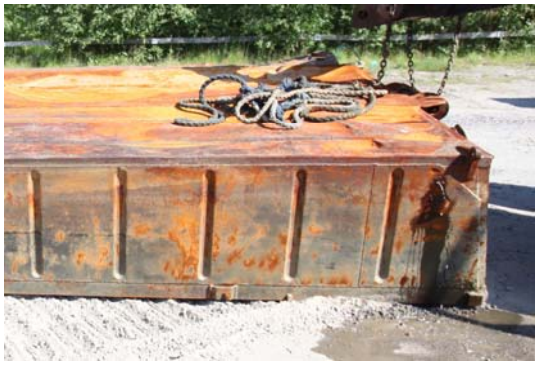


Fig. 6a ja 6b. Hål B på fotografiet IMG 2295 29.6 (4a till vänster) och på fotografiet IMG 6918 30.6 (4b till höger).

4. Fack 1SBside

Inga hål observerades i detta fack.

5. Fack 2BBside

I detta fack observerades ett hål, det stora hålet F (IMG 8906 Poliisi) och det mindre M (IMG 7071) samt en öppning K, via vilken facket tömdes genom pumpning under resan. Hål F i botten består av två sprickor med en sammanlagd storlek som bedöms vara 12 cm^2. Volymströmmen är då knappt 100 l/min. I facket användes en effektiv pump, 1 000 l/min, så där samlades inga betydande mängder vatten om pumpen fungerade hela tiden. Hål M är klart mindre, bara några cm^2, och det finns cirka 10 cm från däcket. Under resan höll pumpningen vattenmängden mycket liten. Då prånen låg upp och nedvänd rann vatten lätt ut ur hål M och luft kom ut genom hål F.

Fig. 7. Hål F på fotografiet IMG 8906 11.6.

Fig. 8. Hål M på fotografiet IMG 7071 5.8.

6. Fack 2BBcenter

Inga hål observerades i detta fack.

Bilaga 2. Pråmens hål och öppningar

7. Fack 2SBcenter

I detta fack observerades ett hål, hål C (IMG 2298 Poliisi). Dessutom rann vatten tydligen in genom tömningshålet för driftsmaskineriet på däcket, hål I (IMG 2315 Poliisi). Hålet har ingen betydelse med tanke på hur facket fylls. Hål C är några cm^2 stort. Hålet finns i fackets akterskott, cirka 5 cm från däcket. Vatten har runnit in genom hålet först i slutet av resan och då pråmen var upp och nedvänd. Luften måste ha kommit ut genom de gängade propparna eller genom mycket små hål.

Fig. 9. Hål C på fotografiet IMG 2298 29.6.

Fig. 10. Hål I på fotografiet IMG 2315. Detta är inte ett läckhål.

8. Fack 2SBside

Inga hål observerades i detta fack. Däremot saknades den gängade proppen från pumpningsöppningen, öppning J (IMG 2302 Poliisi)

9. Fack 3BBside

Inga hål observerades i detta fack. Däremot innehöll facket sannolikt gyttja. 1–2 ton gyttja kunde ha samlats i facket.

10. Fack 3BBcenter

Inga hål observerades i detta fack.

11. Fack 3SBcenter

Inga hål observerades i detta fack.

12. Fack 3SBside

Inga hål observerades i detta fack.

13. Fack 4BBside

Inga hål observerades i detta fack. Däremot innehöll facket gyttja. I det upp och nedvända facket fanns gyttja till minst 20 cm höjd vid observationstillfället, då däcket var botten och facket lutade cirka 20 grader. 1–2 ton gyttja kunde ha samlats i facket.

14. Fack 4BBcenter

I detta fack observerades två hål i sidoskotten invid reparationer, hålen Q (IMG 7084 och IMG 7086) samt två hål i däcket, hålen N (IMG 7089). Hålen Q finns nära hörnet i botten. Fogarna från reparationen har sannolikt börjat läcka på grund av korrosion. I den ena hålet N fanns en i tvärsnitt triangelformad trätapp. Man vet inte vem som har placerat tappen i hålet eller när det har gjorts. I det andra hålet finns ingen tapp. De här hålen har eventuellt uppkommit då grävmaskinen körts på prånens däck på grund av stenar som fastnat i krypbanden. De har också kunnat uppkomma då prånen flyttades i fiskehamnen med däcket mot den steniga havsbottnen. Om de här hålen redan fanns under olycksresan har vatten runnit in i prånen genom dem under slutskedet då prånen kantrade och sjönk.

Fig 11a. Det ena hålet Q på fotografiet IMG 7084 5.8.

Bilaga 2. Pråmens hål och öppningar

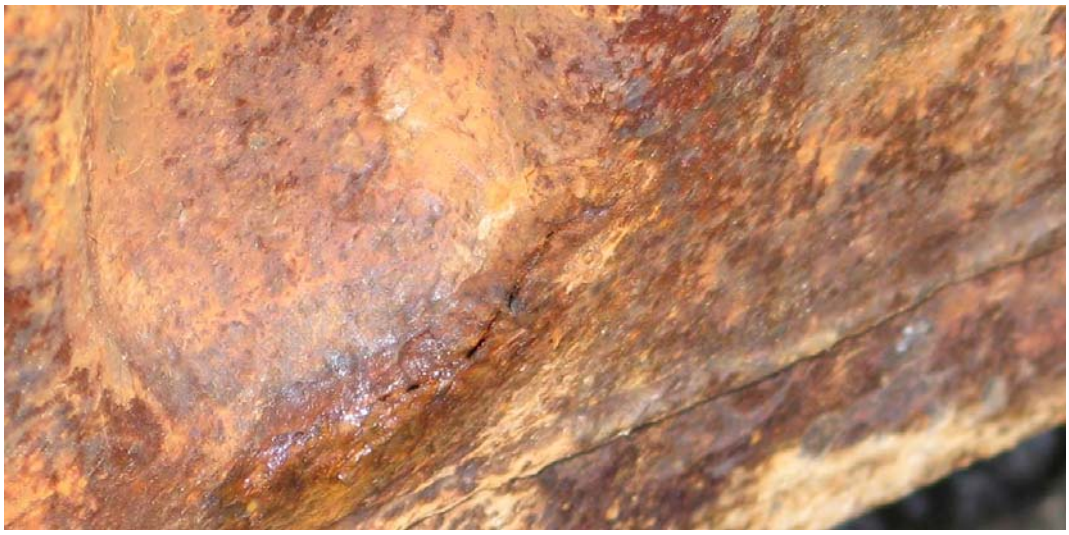


Fig. 11b. Det andra hålet Q på fotografiet IMG 7086.

Fig. 12. Hålen N på fotografiet IMG 7089 5.8.

15. Fack 4SBcenter

I detta fack observerades två hål, hål O (IMG 8910 Poliisi och IMG 6892) och hål H (IMG 6935). I ändskottet kan finnas hål R (IMG 6935). Alla hålen är små, cirka 1–2 mm^2 stora. Ur hål O i botten rann det vatten ännu 5.8, så facket måste ha varit relativt fullt. Det är svårt att placera hålet på fotografier där botten är synlig, men vid flödespunkten finns på fotografierna en tydlig sättning i botten. Hålet har sannolikt uppkommit på grund av att botten vilat mot en sten. Hålet H är också lågt nere i hörnet av ändskottet. Korrosionen har sannolikt inverkat på uppkomsten av hålet. På basis av fotografierna ser hål R ut att sitta högre upp i ändskottet. Det är möjligt att facket har fyllts långsamt för att luften har kommit ut via hålet högre upp.

Fig. 13a och 13b. Hål O uppskattad position (pilar) på detalj av fotografiet IMG 8910 (till vänster) och fotografiet IMG 6892 (till höger).

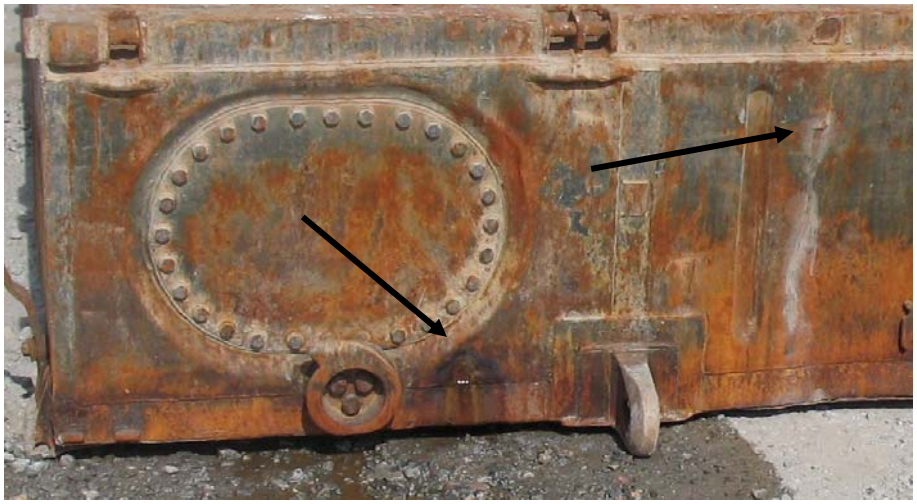


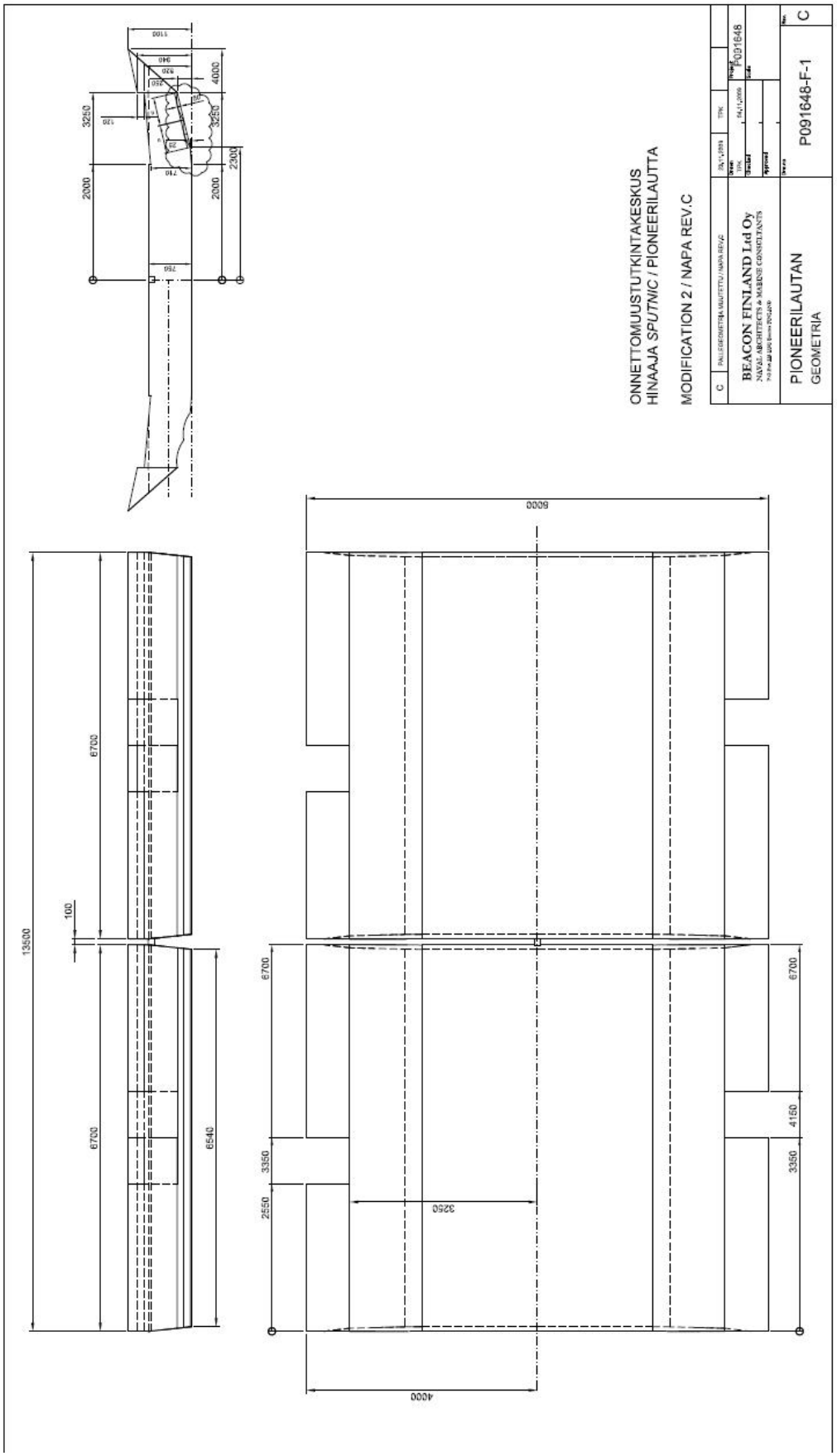
Fig. 14. Hålen H till vänster och R till höger på fotografiet IMG 6935, pilarna visar hålens positioner.

16. Fack 4SBside

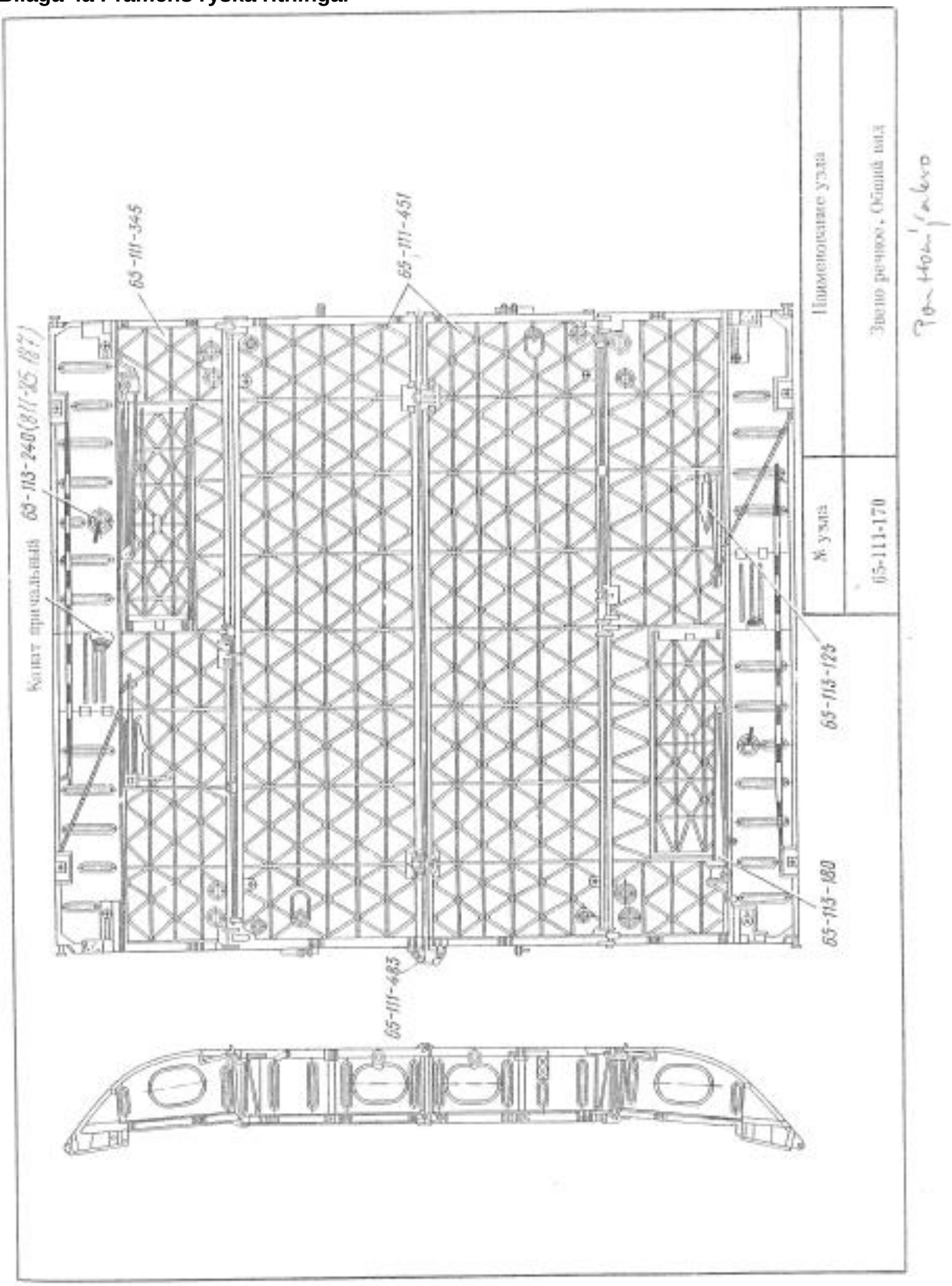
I detta fack observerades ett hål, hål G (IMG 8909 Poliisi). Hålet är cirka 12 cm^2 stort. Hålet finns i nedre kanten av ändskottet och att döma av revan i plåtbeläggningen har det uppkommit då prånens ända legat mot en sten och ändan tryckts ned när grävmaskinen kört ombord. Genom det här hålet kan vatten rinna in med en hastighet på 100 l/min, om luften lätt kommer ut. Sannolikt har luften kommit ut via den gängade proppen så facket har fyllts långsammare

Fig. 15. Hål G på fotografiet IMG 8909.

Bilaga 3. Ritning av prånens geometri

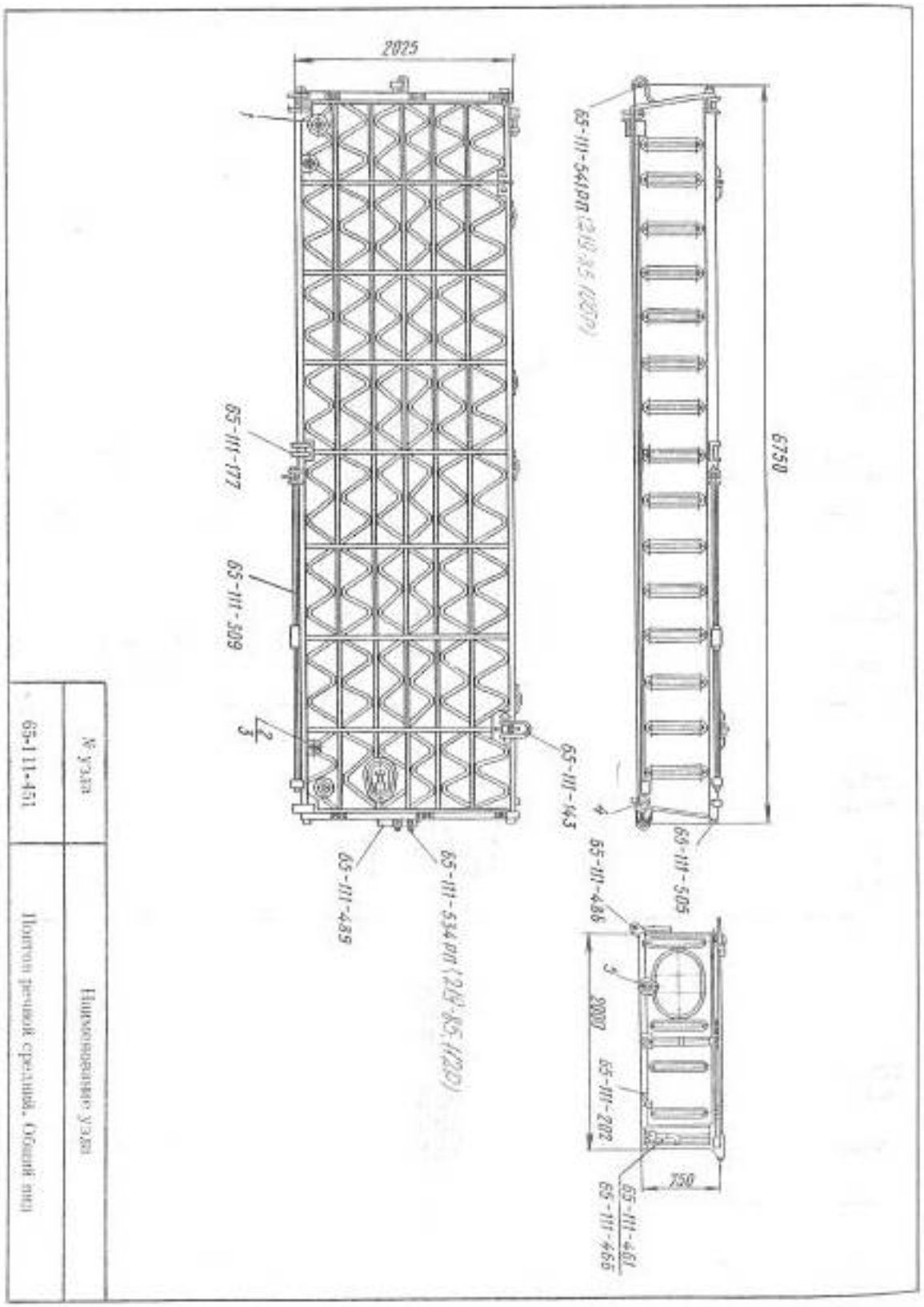


Bilaga 4a Pråmens ryska ritningar

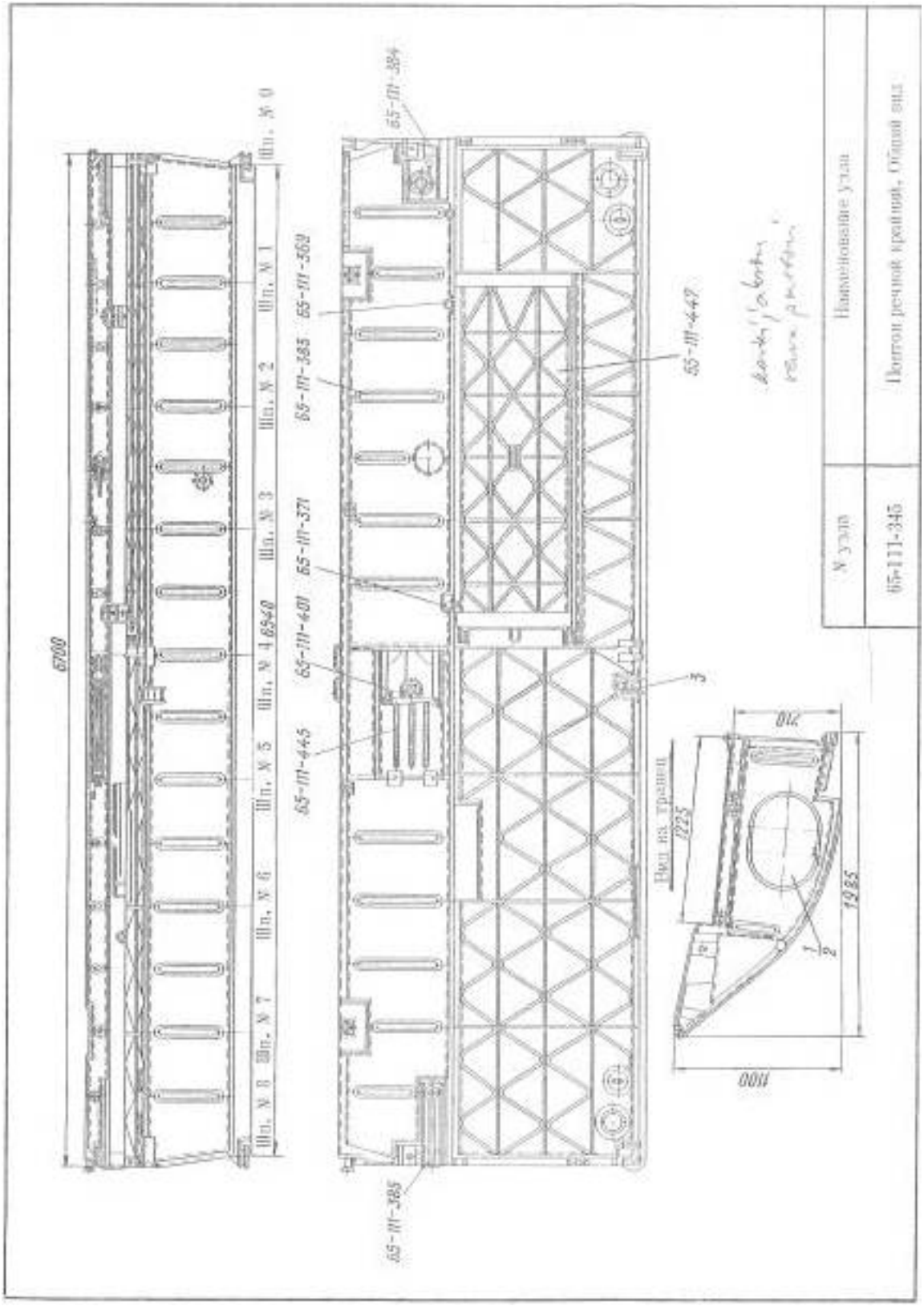


Bilaga 4

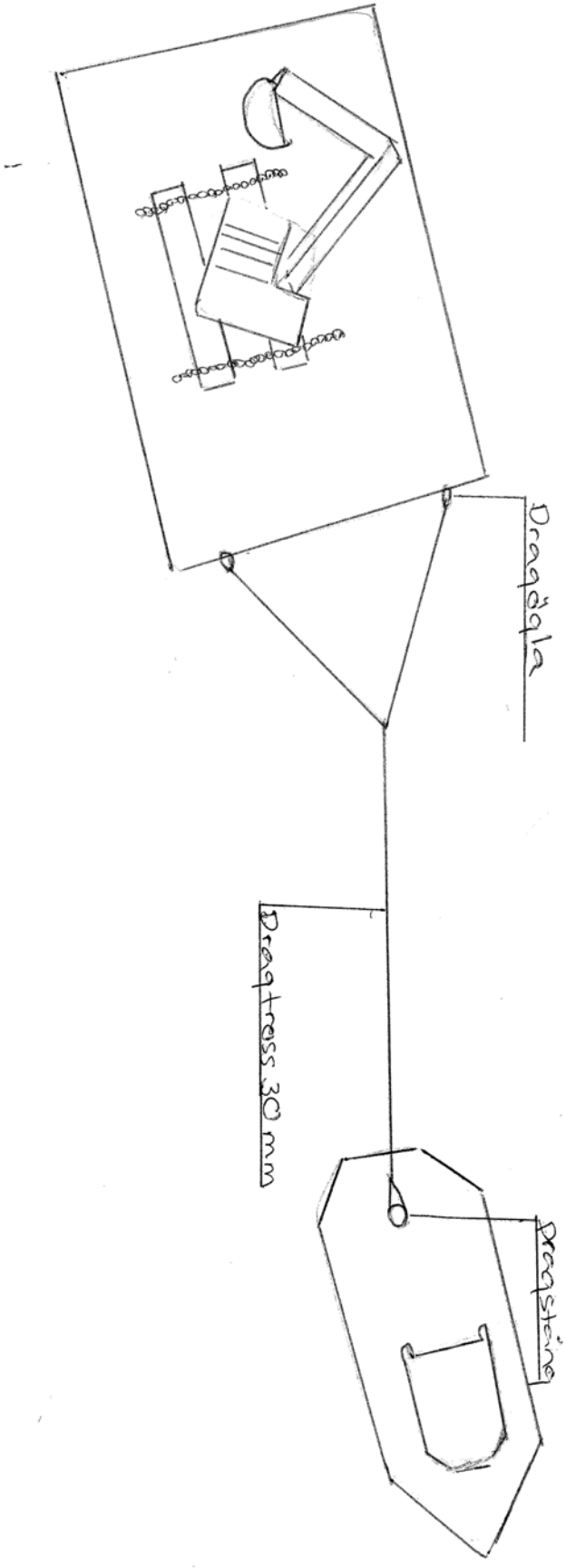
Bilaga 4b Prånens ryska ritningar



Bilaga 4c Prånens ryska ritningar



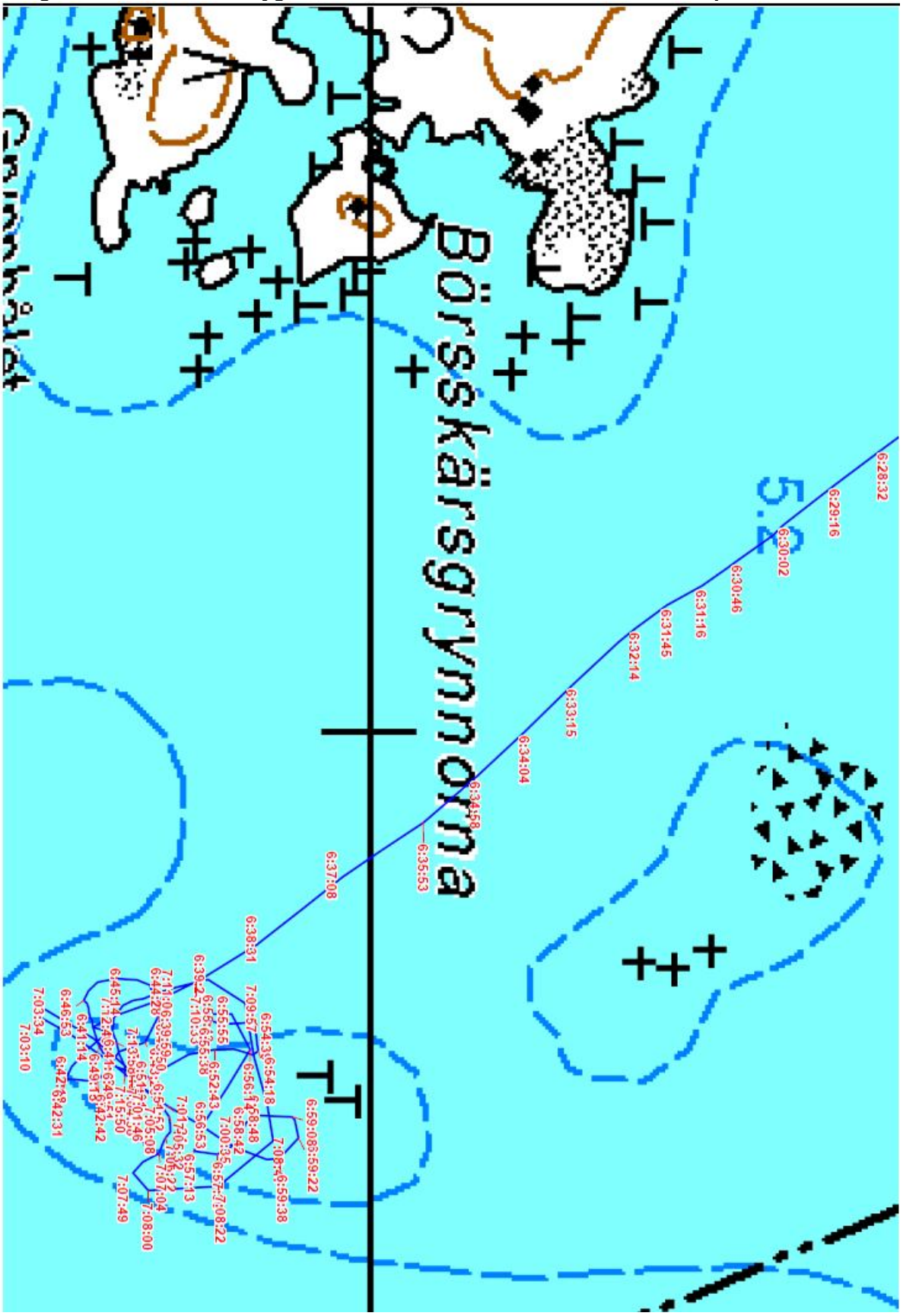
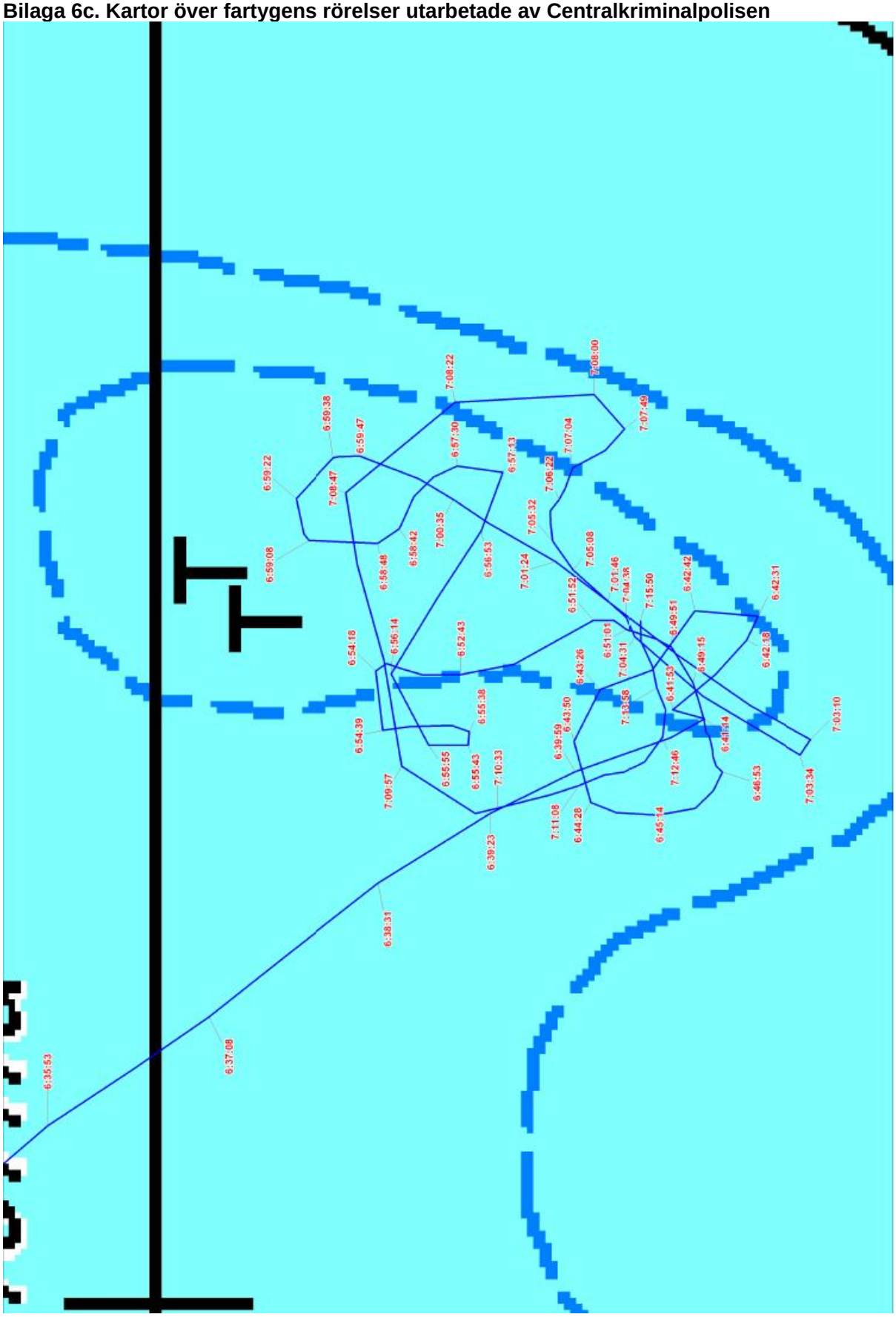
Bilaga 5. Skepparens skiss över arrangemanget vid bogseringen



Bilaga 6a. Kartor över fartygens rörelser utarbetade av Centralkriminalpolisen

Bilaga 6

Bilaga 6b. Kartor över fartygens rörelser utarbetade av Centralkriminalpolisen



Bilaga 6c. Kartor över fartygens rörelser utarbetade av Centralkriminalpolisen