

MÄTRAPPORT



BOTTENUNDERSÖKNING INFÖR ANLÄGGNING AV
SMÅBÅTSMARINA I KLARÄLVEN, KARLSTAD

MÄTRAPPORT

BOTTENUNDERSÖKNING INFÖR ANLÄGGNING AV SMÅBÅTSMARINA I KLARÄLVEN, KARLSTAD

DOKUMENTKONTROLL

Ansvarsområde	Namn	Position
Rapportskrivning	Max Holmström	Sjömätare/Efterprocesserare
Korrekturläsning	Christian Martin	CEO

DOKUMENTÄNDRINGAR

Version	Datum	Ändringar	Signatur
02	2023-10-04	Ändrat text efter kommentarer från CM	MJH

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

Innehållsförteckning	v
Figurförteckning	vi
Tabellförteckning	vii
Ordlista	viii
Bilagor	ix
1 Introduktion	1
1.1 Projektbeskrivning.....	1
1.2 Mätområde	1
2 Geodetiska parametrar och Positionering	3
2.1 Projektion.....	3
2.2 Höjdsystem och geoidmodell	3
2.3 Tidsprotokoll	3
3 Utrustning	4
3.1 Mätfarkostoch sjömättningsutrustning	4
3.2 Programvaror	5
4 Metodbeskrivning – Insamling och efterbearbatning	6
4.1 Områdesindelning.....	6
4.2 Rådataformat	6
4.3 Multibeamlodning.....	6
4.4 Applicering av ljudhastighet	6
4.5 Applicering av vattenstånd/GNSS höjd	6
4.6 Sensoreditering.....	6
4.7 Manuell datarensning/cleaning av djupdata	7
4.8 Automatisk datarensning.....	7
4.9 Bedömning av grumling	7
5 Resultat	8
5.1 Platsförhållanden under mätningen.....	8
5.2 Insamlade data	8
5.3 Risk för grumling.....	8
6 Levererade filer	10
6.1 Kartor.....	10

FIGURFÖRTECKNING

Figur 1 Ungefärligt mätområde för sjömättningsuppdraget för Klarälvens marina.....	2
Figur 2 Positioner på bottenprover som togs i Klarälven, bokstäverna motsvarar bilderna i Figur 3.	7
Figur 3 Bilder på bottenprover som togs vid strandkanten för att bedöma risken för grumling. Bokstäverna motsvarar positionerna som visas i Figur 2.....	9

TABELLFÖRTECKNING

Tabell 1 Sammanfattning av programvaror som används vid sjömätning samt efterarbete. .. 5

ORDLISTA

GNSS	Global Navigation Satellite System
GPS	Global Positioning System
RH2000	Rikets Höjdsystem 2000, Sveriges nationella höjdsystem
SWEN17_RH2000	Geoidmodell som hör till RH2000
SWEREF99	Officiella referenssystem för koordinater som används i Sverige idag
USV	Unmanned Surface Vehicle
UTC	Coordinated Universal Time

BILAGOR

Inga bilagor bifogas

1 INTRODUKTION

1.1 PROJEKTBESKRIVNING

SubC Operations AB har på uppdrag av Infrakraft Sverige AB utfört en bottenundersökning med multibeamekolod samt tagit bottenprover inför anläggning av en småbåtsmarina i Klarälven. Detta för att kontrollera djupförhållanden i området samt bedöma risk för grumling vid ökad båttrafik till marinan.

Den planerad marinan omfattar läggplatser för 168 båtar på bryggor förlagda längs den östra flodvallen med y-bommar på utsidan. Båtstorlek förväntas vara begränsad till mindre båtar och maxhöjd begränsas av angränsande broar.

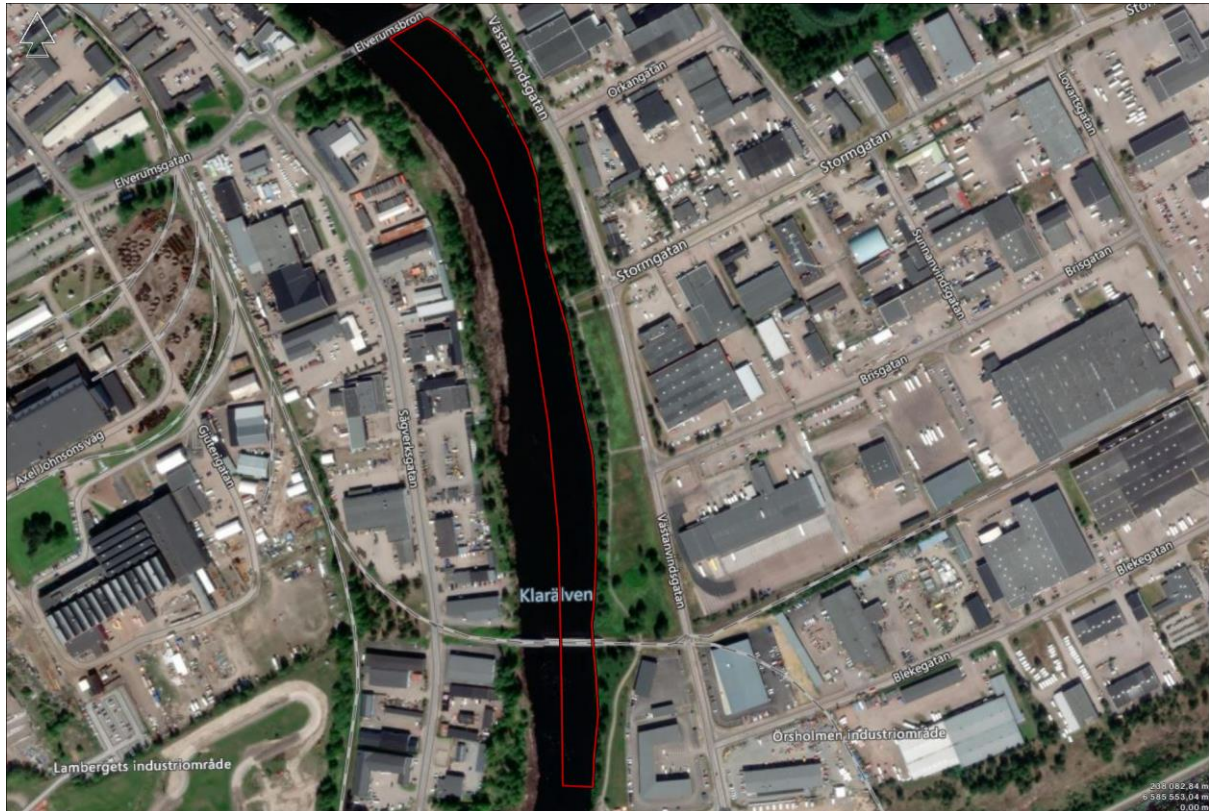
Bottenundersökningen utfördes under tre fältdagar i september 2023 med SubCs USV Otter-77 som är utrustad med ett Kongsberg 2040P multibeamekolod.

Projekt:	Bottenundersökning inför anläggning av småbåtsmarina i Klarälven, Karlstad
Mätuppdrag: Syfte	Multibeamlodning och bottenprovtagning Kontrollera djupförhållandena i anläggningsområdet samt bedöma risk för grumling.
Område:	Klarälven, Karlstad
Kund:	Infrakraft Sverige AB
Beställarens representant:	Olle Sirén
Utförande datum:	2023-09-25 till 2023-09-27
Mätfartyg:	USV Otter-77
Mätledare:	Max Holmström
Operatör:	Hampus Wikner/Axel Wikner (praktikant)
Databehandling:	Max Holmström
Rapport:	Max Holmström

1.2 MÄTOMRÅDE

Klarälven delar upp sig i ett floddelta i Karlstad innan den mynnar ut i Vättern där Örsholmsälven är en av åtta mynningar. Örsholmsälven är ca 3 kilometer lång och ca åttio meter bred som bredast. I södra delen så ligger en mindre ö där älven går på båda sidor om ön och där är de ca 25 meter brett. Tre bilbroar och en tågbro korsar över älven. Flodfåran täcker hela bredden med koncentration längs den östra sidan. Kringliggande vegetation består främst av mindre träd och vass.

Mätområdet omfattar ett område som är 34733 m² och troligen runt 3 – 5 m djupt. Området sträcker sig ca 800 m från Elverumsbron i norr till ca 150 m söder om järnvägsbron i söder, bredden på området är runt 50 m.



Figur 1 Ungefärligt mätområde för sjömättningsuppdraget för Klarälvens marina.

2 GEODETISKA PARAMETRAR OCH POSITIONERING

2.1 PROJEKTION

Den projektion som användes under mätning och i terrängmodeller var SWEREF99 1200.

2.2 HÖJDSYSTEM OCH GEOIDMODELL

Djupdata presenteras med djup relativt till vattenstånd vid mättillfället då uppdraget var att bedöma aktuella djupförhållanden. Men möjlighet finns att även presentera data relativt till RH2000 eller annat höjdsystem om det blir relevant i framtiden.

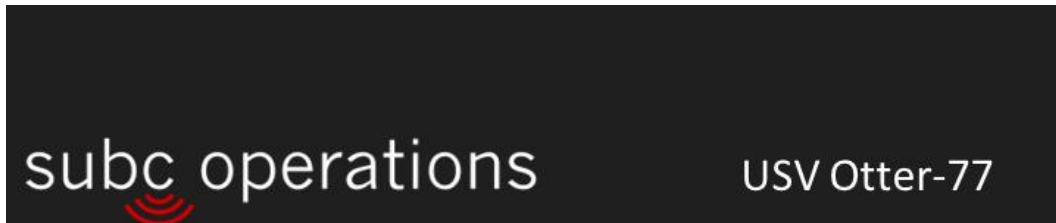
2.3 TIDSPROTOKOLL

Mätdata presenterat i rapporten är insamlad i UTC.

3 UTRUSTNING

3.1 MÄTFARKOSTOCH SJÖMÄTNINGSUTRUSTNING

Mätupdraget utfördes med SubC Operations USV Otter-77 från Maritime Robotics (se detaljerade specifikationer i produktdatabladet nedan).



Dimensions

Builder..... Maritime Robotics
 Model..... Otter Pro
 Type of Hull..... HDPE pontoons
 Length..... 2.00 m
 Width..... 1.08 m
 Draught..... 0.3 m
 Battery Capacity..... 4 x 915Wh Lithium-ion
 Batteries (3660 Wh)
 Machinery..... 2x Torqeedo Ultralight 403AC

Performance

Service Speed..... 1-3 knots
 Top Speed..... 5 knots
 Endurance..... ~20 hours @ 2 knots (payload dependant at 4 batteries)

Manning

Operator..... 1
 Surveyor..... 1

Communications

Broadband..... 5150-5875 MHz, 2 km range
 WiFi..... 802.11ac WiFi hotspot, 200-300m range
 4G/LTE..... Beyond LOS command and control

Surveying Equipment

Multibeam..... Kongsberg EM 2040P
 MRU..... Kongsberg miniMRU 60
 Positioning system..... Seapath 130-60
 SV Sensor..... Valeport SWiFT SVP
 Lidar..... Velodyne Lidar VLP-16 Hi-Res

Details believed to be correct, but not guaranteed

3.2 PROGRAMVAROR

Till sjömätning och efterarbetning används ett antal specialiserade mjukvaror för insamling, behandling och visualisering av djupdata. En sammanfattning av de programvaror som användes av SubC Operations vid mättillfället och efterarbetning som presenteras i denna rapport presenteras i Tabell 1.

Tabell 1 Sammanfattning av programvaror som används vid sjömätning samt efterarbete.

Mjukvaror – Sjömätningsutrustning	
Styrning och navigation	Maritime Robotics VCS 20220923
Multibeam ekolod	Kongsberg SIS Ver: 5.9.4
Seapath 130-60 (positionering)	1.02.03
Mjukvaror – Planering, positionering, insamling, efterbearbetning och presentation	
Eiva NaviSuite	NaviEdit Ver: 8.7.2
	NaviModel Ver: 4.6

4 METODBESKRIVNING – INSAMLING OCH EFTERBEARBATNING

4.1 OMRÅDESINDELNING

Sjömätningen utfördes över tre dagar (2023-09-25 till 2023-09-27). Första dagen lodades området från norra delen av mätområdet mot mitten andra dagen resterande område fram till södra gränsen. Sista dagen användes för att köra igen glipor som inte hanns med andra dagen.

4.2 RÅDATAFORMAT

Data har samlats in i Kongsberg SIS KMALL-format som förutom djupinformation innehåller information om position, GPS-höjd, kurs, höjddata, samt mätfartygets roll, pitch och heave.

4.3 MULTIBEAMLÖDNING

Multibeamlödningen har utförts med ett Kongsberg 2040P multibeamekolod som totalt samlar in 512 strålar i ett tvärsnitt från ett enda sonarhuvud.

Kursavståndet har under mätningen anpassats på ett sådant sätt att full täckning (100 %) uppnåtts. Detta betyder att alla ytor inom mätområdet har belysts.

Under mätningen användes en stråkbredd på $\pm 60^\circ$, vid de grundaste områdena närmast landfästet ställdes ena sidan (närmast land) av lodet upp till 70° för att öka täckningen upp på grundaste delarna av mätområdet.

4.4 APPLICERING AV LJUDHASTIGHET

Under hela mätuppdraget har endast kontinuerlig onlineljudhastighet använts. Detta då djupen var under 5 m, mätområdet var starkt flödande och därför väl omblandat så ljudhastighetsprofiler ansågs överflödiga för det här uppdraget.

4.5 APPLICERING AV VATTENSTÅND/GNSS HÖJD

Eftersom uppdraget innefattade en undersökning av rådande djupförhållanden har de presenterade kartorna inte refererats till en geoidmodell utan djupen som presenteras är de insamlade djupen under lodet plus djupgåendet (0,28 m) av Otter-77. Däremot har vattenstånd mätts både i farkosten genom konstant loggning av GPS höjd, samt separat mätning med GPS antenn för kontroll.

Om det i framtiden visar sig att djupdata behöver refereras till en geoidhöjd (ex RH2000) så finns möjlighet att leverera detta i efterhand.

4.6 SENSOREDITERING

Sensordata övervakas kontinuerligt under insamling och eventuell editering sker sedan i EIVAs NaviEdit.

4.7 MANUELL DATARENSNING/CLEANING AV DJUPDATA

Manuell datarensning har utförts i NaviModel genom att bygga upp separata terrängmodeller (DTM, digital terrain model) för multibeamdata insamlat under en dag. Modellerna är uppbyggda med en gridstorlek på 0,2 m.

Terrängmodellerna har inspekterats i både max- och minytorna för att enklare se spikar och störningar både över och under botten. På grundare djup har större akksamhet tagits vid cleaning och en majoritet av DTMen har öppnats i 3D editor.

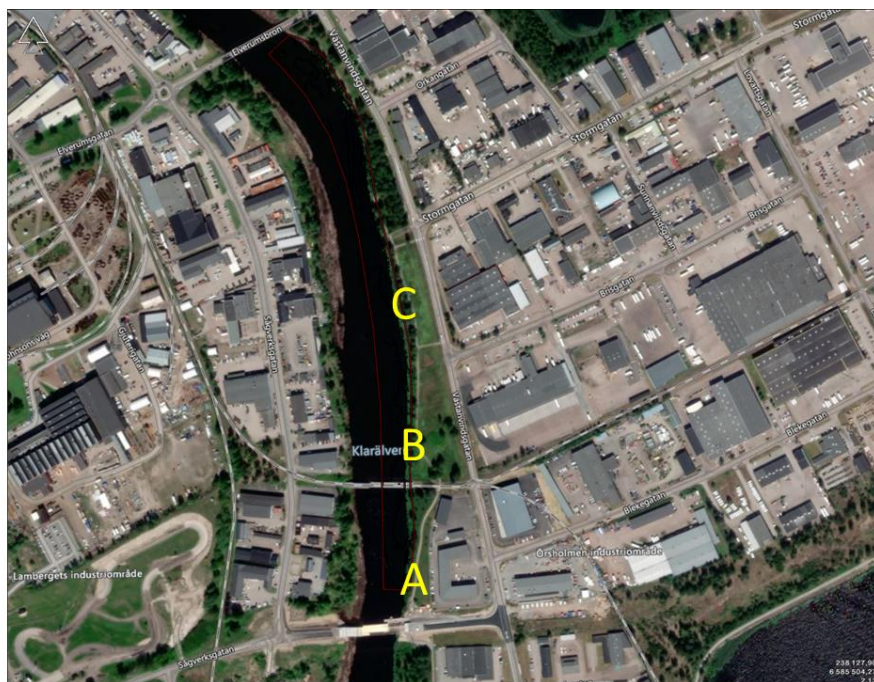
När cleaning utförts har en "Writeback" utförts vilket överför förändringarna i NaviModel till filerna som är sparade i projektdatabasen.

4.8 AUTOMATISK DATARENSNING

Ingen automatisk datarensning har använts.

4.9 BEDÖMNING AV GRUMLING

Vid fältinspektionen togs bottenprov vid strandkanten för att kontrollera bottenbeskaffenheten och bedöma risken för grumling. Totalt samlades tre prov in (Figur 2) för att kontrollera att botten var jämförbar längst mätområdet.



Figur 2 Positioner på bottenprover som togs i Klarälven, bokstäverna motsvarar bilderna i Figur 3.

5 RESULTAT

5.1 PLATSFÖRHÅLLANDEN UNDER MÄTNINGEN

Förhållanden i mätområdet var till viss del komplicerade. Under mätuppdraget var det strömt i Klarälven (ca 2 kn ström) vilket påverkade USVn. Dels i form av högre batterikonsumtion vilket begränsade tid tillgänglig för mätning varje fältdag och att kurser fick köras mot kursen för att farkosten skulle lyckas hålla så stabil kurs som möjligt, vilket visade sig svårt när den körde medströms.

5.2 INSAMLADE DATA

Kartor över djupförhållandena inom mätområdet i Klarälven återfinns i Karta 1-9. Två typer av kartfiler har levererats, en som fokuserar på att illustrera botten med skuggning så att morfologin framhävs, samt en version där djupen är mer tydliga.

Mätning har utförts från gränsen på mätområdet in till så nära strandkanten som möjligt, i norra delen stoppades mätning något innan Elverumsbron och i söder kunde mätning utföras till gränsen på mätområdet. Under järnvägsbron i södra delen av mätområdet blev det två glipor i täckningen av djupdata. Detta eftersom det var svårt att köra tillräckligt nära brodelarna för att täcka helt på grund av den starka strömmen, så säkerheten för mätfarkosten fick prioriteras.

Djup i mätområdet varierar från ca 1 m till 5 m. Botten är generellt flak med tydliga sandvågor bildade av de konstanta strömmande vattnen. De grundaste områdena är precis söder om Elverumsbron samt norr om järnvägsbron i söder. Där är djupen endast 1 – 2 m djup. Det djupaste området återfinns strax söder om det grunda området vid Elverumsbron med ett högsta djup på ca 4,5 m närmast strandkanten. Generellt är djupförhållandena i mätområdet grundare än vad som antogs innan mätuppdraget (då uppskattades djupet till 3 – 5 m).

Vid mättillfället var det aktuella vattenståndet uppmätt i mätområdet 44.9 m över RH2000, detta har jämförts med Karlstads kommuns vattenståndsmätare vid Sundsta uppströms från mätområdet som mätte en vattennivå på 45,4, 45,5, 45,4 m över RH2000 över samma dagar som mätningen utfördes.

5.3 RISK FÖR GRUMLING

Grumling kan oraskas av båtsvall och av propellerströmmar beroende på bottenbeskaffenhet, vattendjup, båtstorlek, djupgående samt båtens fart. Vågbildning skapas av att båt rör sig genom vattnet genom vattenundanträngning. Detta ger upphov till tillfälliga vågor och svall och anses vara det som främst påverkar strandlinjen i sund och trånga farleder. Vågbildningen står i direkt proportion till båtens hastighet i subkritisk hastighet dvs icke planade båt. Propellerströmmar genereras vid förflyttning och vid manövrering. Propellerströmmar vid framfart sker främst horisontellt från fartyget och till viss del koniskt. Vid manövrering så genereras det turbulens och det är mer svårbedömt då det inte finns några empiriska modeller för detta.

De prover som samlades in i fält (Figur 3) tyder på att botten består av till största del sand blandat med lera och visst organiskt material. Mängden organiskt material och växtdelar förväntas minska längre ut från strandkanten. Sedimenten är svåra att gräva i och den generellt grova kornstorleken gör att grumlat material snabbt faller ur vattenkolumnen.

Med hänsyn till rådande bottendjup, botten typ och storlek på båt så bedöms risken för grumling liten eller ringa. Kvarstående faktor är med hur hög fart båtarna framförs och/eller hur våldsamt båtar manövreras vid exempelvis förtöjning. Med avseende på områdets natur och det faktum att det är en marina så bör viss försiktighet iakttas och regleras med svallfri fart och skyltas i enlighet med detta.



Figur 3 Bilder på bottenprover som togs vid strandkanten för att bedöma risken för grumling. Bokstäverna motsvarar positionerna som visas i Figur 2.

6 LEVERERADE FILER

6.1 KARTOR

KlarälvenMarina_Kartor_SWEREF99_1200_Djupkartor_SkuggadBotten.pdf

(innehåller översiktskarta samt delkartor 1 – 9)

KlarälvenMarina_Kartor_SWEREF99_1200_DjupKartor_enkel.pdf

(innehåller översiktskarta samt delkartor 1 – 9)