

STYRELSEN FÖR
VINTERSJÖFARTSFORSKNING
WINTER NAVIGATION RESEARCH BOARD

Research Report No 63

Karin Borenäs and Henrik Lindh

Utveckling av prototyp för isdriftsbojar, 2007

Finnish Transport Safety Agency

Finnish Transport Agency

Finland

Swedish Maritime Administration

Swedish Transport Agency

Sweden

FOREWORD

SMHI's Winter Navigation Research got funds from the Winter Navigation Research Board for developing a prototype for an Ice-drift buoy. The idea is that buoys should transmit information about the ice and ice drift in real time (within hours) to SMHI for input to models and to icebreakers.

Information about ice drift in real time is something that is demanded both by the staff on icebreakers and from forecasting meteorologist. To improve ice forecasts is it therefore very useful to be able to use the measured ice drift for both assimilation and validation.

The ice-drift buoy was tested for a total of six days in solid ice.

After these tests in the field, we can draw a number of conclusions regarding design and choice of components. ANCOM-antenna had the advantage that it was small and could be protected in the buoy.

It turned out, however, that it does not worked as expected.

In order to deal with the persisting problems, we have the following suggestions for improvement:

- encapsulate all electronics units in separate boxes
- raise the battery voltage and improving battery performance
- do more tests with ANCOM-antenna in a laboratory environment
- try another type of antenna

The Winter Navigation Research Board warmly thanks Mrs Karin Borenäs and Mr Hemrik Lindh for this report.

Helsinki

June 2014

Jorma Kämäräinen

Finnish Transport Safety Agency

Tiina Tuurnala

Finnish Transport Agency

Peter Fyrby

Swedish Maritime Administration

Stefan Eriksson

Swedish Transport Agency



Utveckling av prototyp för isdriftsbojar
Delrapport december 2006 till Sjöfartsverket
Henrik Lindh och Karin Borenäs

INNEHÅLL

Sammanfattning

- 1. Bakgrund**
- 2. Teknisk beskrivning/metod**
- 3. Samarbeten**
- 4. Projektstatus 2006-12-15**

Bilagor

- 1. Blockschemat elektronik**
 - 2.a Specifikation av bojelektronikens loggerenhet**
 - 2.b Loggerenhet inkoppling**
- 3. Specifikation av bojelektronikens kommunikationsenhet**
- 4. Ritning boj**
- 5. Ritning bojdetaljer**
 - 6.a Foto boj**
 - 6.b Foto boj**
- 7. Instruktion KTH student**
- 8. Leverantörer av utrustning**

Sammanfattning

SMHI:s Vintersjöfartsforskning fick vid årets början medel från Sjöfartsverket för att bland annat ta fram en prototyp till en isdriftsboj. Tanken är att bojen skall kunna sända information om is i realtid (inom några timmar) till SMHI för input till modeller och till isbrytare. Specifikationer har gjorts för bojens fysiska utformning samt för den ingående elektroniken. Bojen samt elektronikens sensorer med datalogger är levererade. Bojens design har under året diskuterats med FIMR, KTH och Sjöfartsverket. En första fälttest kommer att utföras under december-januari. Senare i vinter kommer bojen att provas i ett fullskaligt försök. Detta kommer att ske i området Norra Kvarken-Bottenviken.

1. Bakgrund

Information om isdrift i realtid är något som efterfrågas både av personal på isbrytare och från prognosverksamheten. För att förbättra isprognoserna är det därför mycket värdefullt att kunna använda uppmätt isdrift för såväl assimilering som validering.

För detta ändamål skulle man behöva placera ut isdriftsbojar som kan sända information om bl. annat position och ytvattentemperatur. Det vore önskvärt att även mäta lufttemperatur och lufttryck för att kunna assimilera in dessa storheter i atmosfärmodellen HIRLAM. Eftersom HIROMB drivs med HIRLAM-fält skulle detta även ha en positiv effekt på isprognoserna. Denna typ av bojar skulle lämpligen utrustas med någon typ av sensor för att kunna avgöra om de ligger fastfrusna i isen eller om de befinner sig i öppet vatten. Ett fullt utbyggt system bör bestå av ca 5 isdriftsbojar som helst varje timme via satellit sänder information till institut och isbrytare.

För att undersöka om denna typ av isdriftsboj skulle kunna ge ny användbar information erhöles medel från Vintersjöfartsforskningen för att under 2006 ta fram en prototyp som sedan skulle testas operationellt under issäsongen 2006/2007.

2. Teknisk beskrivning

I enlighet med ansökan om medel till projektet har sensorer valts som kan ge information om bojen t ex ligger i öppet vatten eller är infrusen. Sensorerna var för sig eller i olika kombinationer med varandra kan ge ny intressant information. Speciellt intresserade är vi av vad den avancerade lägessensorn från MicroStrain kan tillföra. Denna har med gott resultat använts av KTH för att bygga minivågbojen "Buling".

Bojen har utformats som en tunna (se bilagorna 4-6) och den har tillverkats i polyeten av följande skäl:

- materialets hållfasthet påverkas inte negativt av aktuellt temperaturintervall
- is kan inte ”fastna” på polyeten
- plasten dämpar inte radiosignaler
- materialet är omagnetiskt

Bojen har gjorts så slät som möjligt för att förhindra att t ex is nyper sig fast. Tampar kan anbringas så att bojen lätt kan lyftas med fartygskran eller helikopter. Slutvikten för komplett boj blir c:a 70 kg. Den kan förflyttas av två personer.

Bojen är vattentät men då skador på den inte kan uteslutas med läckage som följd så innesluts alla moduler inne i bojen i separata vattentäta kapslingar. Extra flytkroppar av cellplast monteras i bojen vilket förhindrar att den sjunker vid eventuellt läckage.

Den utrustning som skall monteras i bojen strapas fast i speciella monteringsbalkar med förborrade hål.

I bojen kommer följande att installeras(se även bilagorna 1 till 8):

En loggerenhet med givare vilka mäter position, lufttemperatur, istemperatur, ytvattentemperatur, bojens lutning i horisontalplanen och bojens kompassriktning. Sensorernas mätvärden struktureras i en datalogger CR10x från Campbell. Datasträngen, som även lagras i loggern, sändes vidare till kommunikationsenheten. Se bilagorna 2.a och 2.b.

Kommunikationsenhet som består bl. annat av ett ORBCOMM satellitmodem samt antenn. Ett telegram sändes till SMHI via satellit med frekvensen 1 per timme till 1 per dygn. Telegramfrekvensen kan styras från SMHI. Se bilaga 3.

Batteribank

Elektroniken matas från ett alkaliskt batteripaket. Mycket arbete har lagts ned på att göra elektroniken strömsnål.

Antenner

Antenner för GPS och ORBCOMM monteras inne i bojen.

Trimning

Barlast och ”nödflytkraft” monteras inne i bojen.

3. Samarbeten

KTH

Under våren 2006 tog vi kontakt med KTH, Avdelningen för Marina system (Jakob Kutteneuler). Vi ville ha hjälp med den fysiska designen av bojen. Detta skulle möjligen kunna vara lämpligt som förslag till examensarbete eller dylikt (se bilaga 7). Tyvärr passade detta inte in i aktuell kursplan. Några studenter var dock intresserade av att jobba med designen ändå men krävde betalt med belopp som projektet inte kunde bära. Tyvärr fick vi här avbryta samarbetet och utföra denna del själva. Visst designarbete har dock utförts av leverantören för bojen, Polyprojekt AB i Kolmården. Se bilaga 8.

FIMR

Under hösten 2006 har bojkonceptet diskuterats med FIMR (Jari Haapala). Man tycker att designen är professionell. Dock önskar FIMR att bojen kompletteras med sensor för lufttryck. Dataloggern är förberedd för detta. Då bojen även ska kunna fungera i öppet vatten tror vi dock att luftintaget till en tryckgivare kommer att täppas till av is.

Då kommer lufttryckssensorn inte att visa rätt. I applikationer då bojen endast används **på** is kan detta fungera.

Sjöfartsverket

Under sommaren 2006 fick SMHI information om att Sjöfartsverket också arbetade med att utveckla en isboj. Kontakt togs med Sjöv., Kenneth Magnusson. Under hösten hölls ett möte på SMHI (Magnusson, Borenäs, Lindh) där vi jämförde våra olika projekt samt utbytte erfarenheter och diskuterade ett eventuellt samarbete.

Ett andra möte hölls något senare på isbrytaren ODEN (för tillfället i torrdocka på Landskronavarvet). Närvarande var Kenneth Magnusson, Bo Georgsson från Sjöfartsverket och Henrik Lindh, SMHI.

Vi kom då fram till att:

- Sjöfartsverkets boj skall vara så liten och lätt som möjligt och skall placeras **på** isen. Den skall endast ge sin position in i AIS-systemet.
- SMHI-bojen DRIVA blir större och tyngre men mäter förutom position även flera isparametrar som är intressanta som input till modeller. Den fysiska utformningen tillåter att bojen fungerar även i öppet vatten.
- SMHI väljer att överföra data via satellit. Då blir data tillgängliga även om avståndet till

land är stort.

Bo Georgsson nämnde att det kanske var möjligt att mata in SMHI-bojens position virtuellt i AIS-systemet. Att detta går har senare bekräftats av Sjöfartsverket (Kjell Johansson, Björn Geite) och man kommer att lägga ut SMHI-bojen i AIS under testperioden vintern 2007.

Vi kom överens om att utbyta information om de olika projektens fortskridande. Eventuellt kan fälttesten i vinter i de olika projekten utföras gemensamt.

4. Projektstatus 2006-12-15

Detta är gjort

- Design av bojen är klar. Bojen är tillverkad, godkänd och levererad till SMHI.
- Design av sensordel med logger är klar. Sensorer, logger med program är godkänt och levererat till SMHI.
- Design av kommunikationsdel är klar.
- Samråd i projektet är klart med KTH, samt pågående med Sjöf. och FIMR.

Detta återstår att göra

- Leverans/godkännande av kommunikationsdelen, antennutprovning. Beräknas vara klart i slutet av december 2006.
- Installation i bojen.
- Utprovning i vatten under kontrollerade former.
- Fälttest i Norra Kvarken-Bottenviken vintern 2007. Bojdata skall levereras till HIROMB-modellen samt till Sjöfartsverkets AIS-system.

Använda medel 2006

Projektet erhöll totalt 271 000 kr för år 2006. Av dessa medel kommer ca 50 000 kr att föras över till år 2007 och i huvudsak användas till installation i bojen samt till utgifter i samband med de inledande testerna i vatten.



Utveckling av prototyp för isdriftsbojar

Slutrapport till Sjöfartsverket

Maj 2007

Henrik Lindh och Karin Borenäs

INNEHÅLL

Sammanfattning

- 1. Bakgrund**
- 2. Teknisk beskrivning/metod**
- 3. Samarbeten**
- 4. Fältförsök**
- 5. Resultat**
- 6. Slutsatser**

Bilagor

- 1. Blockschemata elektronik**
 - 2.a Specifikation av bojelektronikens loggerenhet**
 - 2.b Loggerenhet inkoppling**
- 3. Specifikation av bojelektronikens kommunikationsenhet**
- 4. Ritning boj**
- 5. Ritning bojdetaljer**
 - 6.a Foto boj**
 - 6.b Foto boj**
- 7. Instruktion KTH student**
- 8. Leverantörer av utrustning**

Sammanfattning

SMHI:s Vintersjöfartsforskning har fått medel från Sjöfartsverket för att bl. annat ta fram en prototyp till en isdriftsboj. Tanken är att bojen skall kunna sända information om is i realtid (inom några timmar) till SMHI, för input till modeller, och till isbrytare. Insamlade data ska också kunna användas för valideringsstudier. Specifikationer gjordes för bojens fysiska utformning samt för den ingående elektroniken. Bojens design diskuterades med FIMR, KTH och Sjöfartsverket och arbetet utfördes därefter av SMHI tillsammans med leverantören för bojen. Bojen testades på land under januari/februari 2007 och därefter utanför Norrbyskär i Norra Kvarnen under en period i mars. Alla sensorer fungerade tillfredsställande men på grund av problem när det gällde dataöverföringen kunde testet enbart utföras i fastis. Vi hoppas kunna åtgärda dessa problem inför nästa issäsong och då kunna lägga ut bojen i drifven. Inom projektet har också assimilering av isdrift implementerats och testats i den operationella havsmodellen Hiromb.

1. Bakgrund

Information om isdrift i realtid är något som efterfrågas både av personal på isbrytare och från prognosverksamheten. För att förbättra isprognoserna är det därför mycket värdefullt att kunna använda uppmätt isdrift för såväl assimilering som validering.

För detta ändamål skulle man behöva placera ut isdriftsbojar som kan sända information om bl. annat position och ytvattentemperatur. Det vore önskvärt att även mäta lufttemperatur och lufttryck för att kunna assimilera in dessa storheter i atmosfärsmodellen HIRLAM. Eftersom HIROMB drivs med HIRLAM-fält skulle detta även ha en positiv effekt på isprognoserna. Denna typ av bojar skulle lämpligen utrustas med någon typ av sensor för att kunna avgöra om de ligger fastfrusna i isen eller om de befinner sig i öppet vatten. Ett fullt utbyggt system bör bestå av ca 5 isdriftsbojar som helst varje timme via satellit sänder information till institut och isbrytare.

För att undersöka om denna typ av isdriftsboj skulle kunna ge ny användbar information erhöles medel från Vintersjöfartsforskningen för att under 2006 ta fram en prototyp som sedan skulle testas operationellt under issäsongen 2006/2007.

2. Teknisk beskrivning

I enlighet med ansökan om medel till projektet har sensorer valts som kan ge information om bojen t ex ligger i öppet vatten eller är infrusen. Sensorerna var för sig eller i olika

kombinationer med varandra kan ge ny intressant information. Speciellt intresserade är vi av vad den avancerade lägesensorn från MicroStrain kan tillföra. Denna har med gott resultat använts av KTH för att bygga minivågbojen ”Buling”.

Bojen har utformats som en tunna (se bilagorna 4-6) och den har tillverkats i polyeten av följande skäl:

- materialets hållfasthet påverkas inte negativt av aktuellt temperaturintervall
- is kan inte ”fastna” på polyeten
- plasten dämpar inte radiosignaler
- materialet är omagnetiskt

Bojen har gjorts så slät som möjligt för att förhindra att t ex is nyper sig fast. Tampar kan anbringas så att bojen lätt kan lyftas med fartygskran eller helikopter. Slutvikten för komplett boj blir c:a 70 kg. Den kan förflyttas av två personer.

Bojen är vattentät men då skador på den inte kan uteslutas med läckage som följd så innesluts alla moduler inne i bojen i separata vattentäta kapslingar. Extra flytkroppar av cellplast monteras i bojen vilket förhindrar att den sjunker vid eventuellt läckage.

Den utrustning som skall monteras i bojen strapas fast i speciella monteringsbalkar med förborrade hål.

I bojen har följande enheter installerats (se även bilagorna 1 och 8):

En loggerenhet med givare vilka mäter position, lufttemperatur, istemperatur, ytvattentemperatur, bojens lutning i horisontalplanen och bojens kompassriktning. Sensorernas mätvärden struktureras i en datalogger CR10x från Campbell. Datasträngen, som även lagras i loggern, sändes vidare till kommunikationsenheten. Se bilagorna 2.a och 2.b.

Kommunikationsenhet som består bl. annat av ett ORBCOMM satellitmodem samt antenn. Ett telegram sändes till SMHI via satellit med frekvensen 1 per timme till 1 per dygn. Telegramfrekvensen kan styras från SMHI. Se bilaga 3.

Batteribank

Elektroniken matas från ett alkaliskt batteripaket. Mycket arbete har lagts ned på att göra elektroniken strömsnål.

Antenner

Antenner för GPS och ORBCOMM monteras inne i bojen.

Trimning

Barlast och ”nödflytkraft” monteras inne i bojen.

3. Samarbeten

KTH

Under våren 2006 tog vi kontakt med KTH, Avdelningen för Marina system (Jakob Kutteneuler). Vi ville ha hjälp med den fysiska designen av bojen. Detta skulle möjligen kunna vara lämpligt som förslag till examensarbete eller dylikt (se bilaga 7). Tyvärr passade detta inte in i aktuell kursplan. Några studenter var dock intresserade av att jobba med designen ändå men krävde betalt med belopp som projektet inte kunde bära. Tyvärr fick vi här avbryta samarbetet och utföra denna del själva. Designarbetet har utförts av SMHI tillsammans med leverantören för bojen, Polyprojekt AB i Kolmården, se bilaga 8.

FIMR

Under hösten 2006 har bojkonceptet diskuterats med FIMR (Jari Haapala). Man tycker att designen är professionell. Dock önskar FIMR att bojen kompletteras med sensor för lufttryck. Dataloggern är förberedd för detta. Då bojen även ska kunna fungera i öppet vatten tror vi dock att luftintaget till en tryckgivare kommer att täppas till av is.

Då kommer lufttryckssensorn inte att visa rätt. I applikationer då bojen endast används **på** is kan detta fungera.

Sjöfartsverket

Under sommaren 2006 fick SMHI information om att Sjöfartsverket också arbetade med att utveckla en isboj. Kontakt togs med Sjöf., Kenneth Magnusson. Under hösten hölls ett möte på SMHI (Magnusson, Borenäs, Lindh) där vi jämförde våra olika projekt samt utbytte erfarenheter och diskuterade ett eventuellt samarbete.

Ett andra möte hölls något senare på isbrytaren ODEN (för tillfället i torrdocka på Landskronavarvet). Närvarande var Kenneth Magnusson, Bo Georgsson från Sjöfartsverket och Henrik Lindh, SMHI.

Vi kom då fram till att:

- Sjöfartsverkets boj skall vara så liten och lätt som möjligt och skall placeras **på** isen. Den skall endast ge sin position in i AIS-systemet.
- SMHI-bojen DRIVA blir större och tyngre men mäter förutom position även flera

isparametrar som är intressanta som input till modeller. Den fysiska utformningen tillåter att bojen fungerar även i öppet vatten.

– SMHI väljer att överföra data via satellit. Då blir data tillgängliga även om avståndet till landstation är stort.

Bo Georgsson nämnde att det kanske var möjligt att mata in SMHI-bojens position virtuellt i AIS. Att detta går har senare bekräftats av Sjöfartsverket (Kjell Johansson, Björn Geite).

Vi kom överens om att utbyta information om de olika projektens fortskridande.

4. Fältförsök 2007-03-15--21

Under januari-februari 2007 levererades de sista komponenterna till bojen, nämligen interfacet mellan dataloggern samt antennen. Slutinstallation samt vissa tester gjordes på SMHI i Norrköping. Se bild 1.

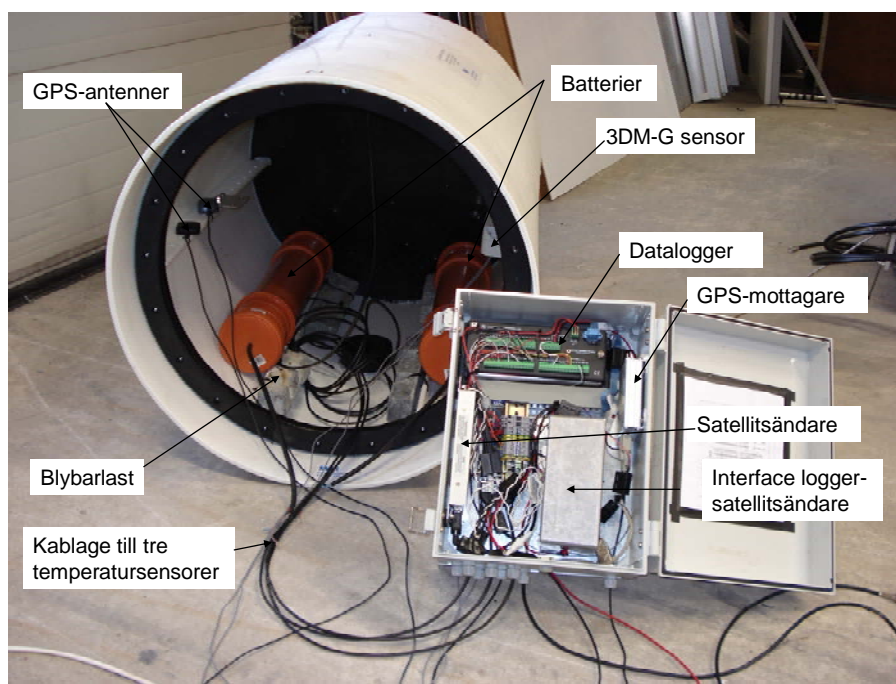


Bild 1. Ingående komponenter i DRIVA-bojen.

I mars genomfördes fälttestet. DRIVA-bojen lades ut på isen i Kvarkenområdet på position c:a 63° 33' N och 19° 50' O (0,5 Nm nord om fyren Norrbyskär). Nedan följer en kronologisk sammanfattning av fältförsöket:

2007-03-15

Vi började med att starta bojens datalogger samt att testa satellitkommunikationen med en yttre ground-plane (GP) antenn. Se bild 2. Insamlingsfrekvensen var ställd till varje timme.

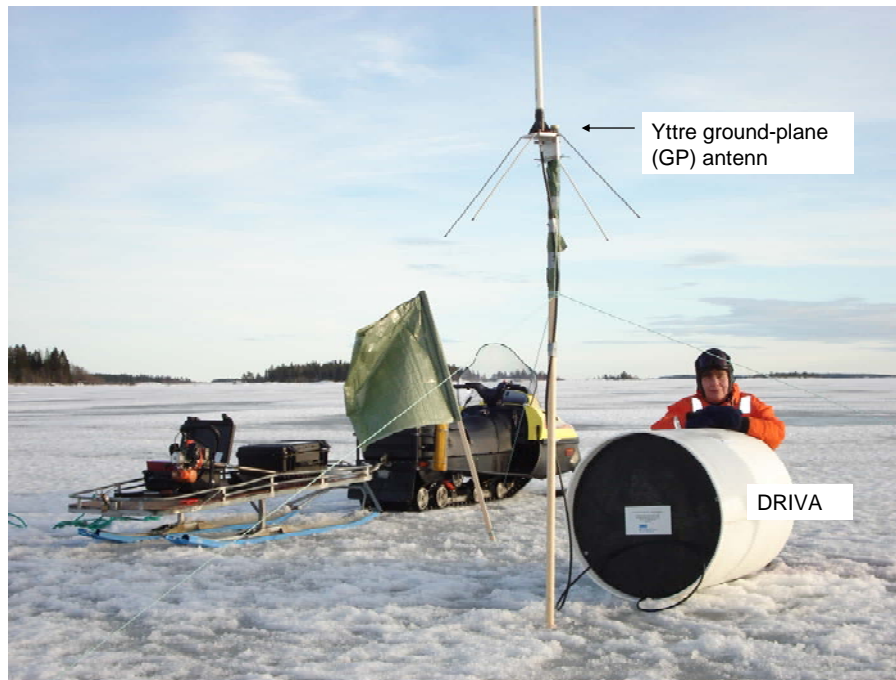


Bild 2. DRIVA-bojen med en yttre GP-antenn på isen utanför Norrbyskär.

Kommunikationen med insamling av data till SMHI kom igång ganska snart och fungerade tillfredsställande.

2007-03-17

Vi bytte till den specialbyggda ANCOM-antennen men vi började med att ha antennen utanför bojen på isen. Se bild 3. Bojens riktning ändrades också för att vi skulle kunna kontrollera att kompassen gav utslag. Även nu kom det in telegram till SMHI via satellit men det var endast ett par stycken mot förväntade c:a 40.

2007-03-19

Ancom-antennen installerades inne i bojen och en ny ändring av bojriktningen skedde. Inga telegram nådde SMHI.

2007-03-21

Bojen togs in. Dataloggern avtappades på de insamlade och lagrade mätvärdena. Mätning, insamling och lagring hade fungerat utan anmärkning.

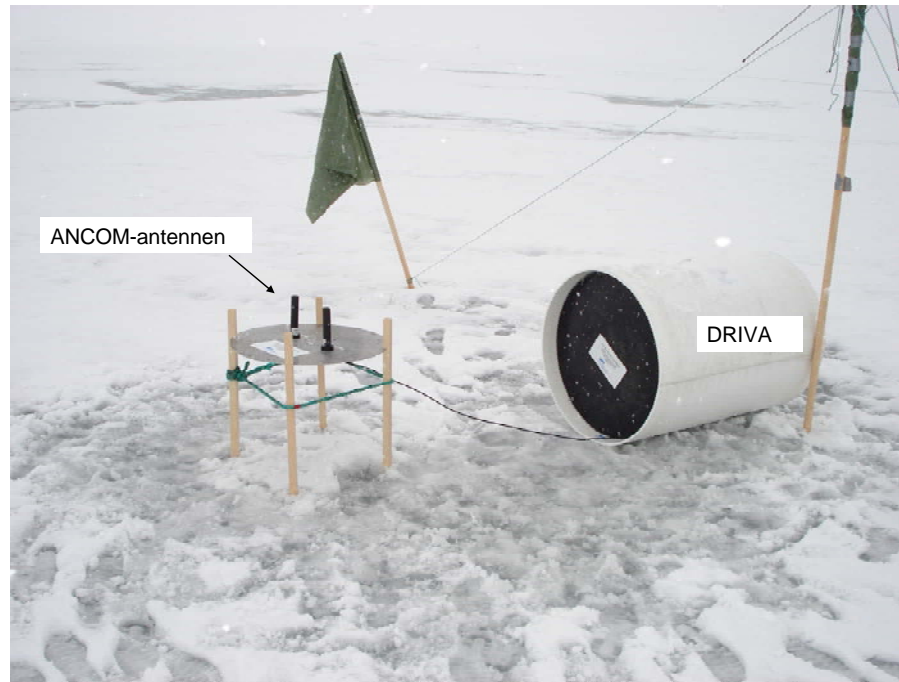


Bild 3. DRIVA-bojen med ANCOM-antennen placerad utanför bojen.

Då bojens realtidslänk inte fungerat tillfredsställande så beslöt vi att **inte** fortsätta testet med bojen i drivis då risken att förlora den bedömdes vara för stor.

5. Resultat

Isdriftsbojen testades under totalt sex dygn och den var då placerad på fast is. Ytterligare försök i drivande is kunde inte utföras eftersom de datatelegram som sändes med hjälp av den inre ANCOM-antennen inte nådde SMHI. Alla sensorer hade dock fungerat under denna period och mätdata hade lagrats i den interna loggern.

I diagram 1 visas resultaten från temperaturmätningarna. En sensor var placerad på bojens ovansida, en på undersidan och en tredje satt inne i bojen, på botten. Lufttemperaturen varierade under försöksperioden mellan $+10^{\circ}\text{C}$ och -10°C . Temperaturen från den undre givaren samvarierade med den från den övre men utslagen blev förhållandevis lägre i slutet av perioden. Detta gällde även för temperaturen inne i bojen. Från fältdagboken kan man notera att under de sista dagarna systemet låg ute bestod det översta lagret av issörja som bojen troligtvis sjönk ner något i.

Vinkeln mellan bojens huvudaxel och kompassens nordriktning (Yaw) ändrades vid två tillfällen och denna ändring har registrerats av sensorerna. När det gäller vridningen i de två övriga riktningarna, pitch och roll, så var de registrerade vinklarna mindre än 1 respektive 2 grader, vilket är rimligt eftersom bojen låg stilla på fast is.

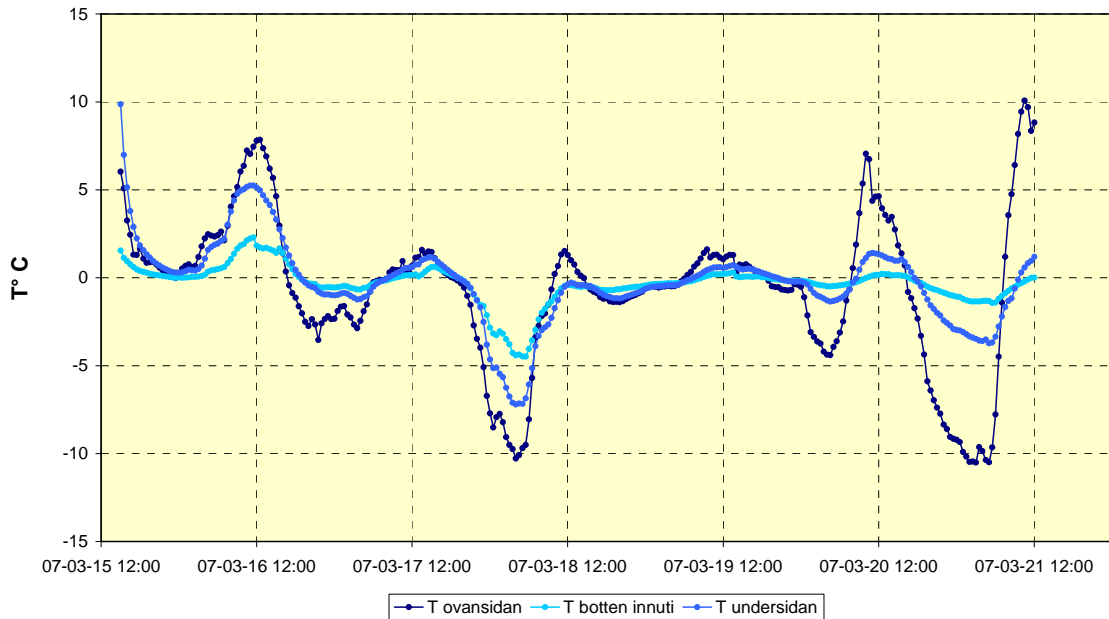


Diagram 1. Temperatur uppmätt av de tre sensorerna under försöksperioden.

Batterinivån gick ner från startvärdet 12.43 V till 10.48 V då försöket avbröts (se diagram 2). Under den period som ANCOM-antennen var placerad inuti bojen var spänningen lägre än 11 V. Då denna antenn kräver 12 V spänning skulle detta kunna vara en av orsakerna till att kommunikationen inte fungerade.

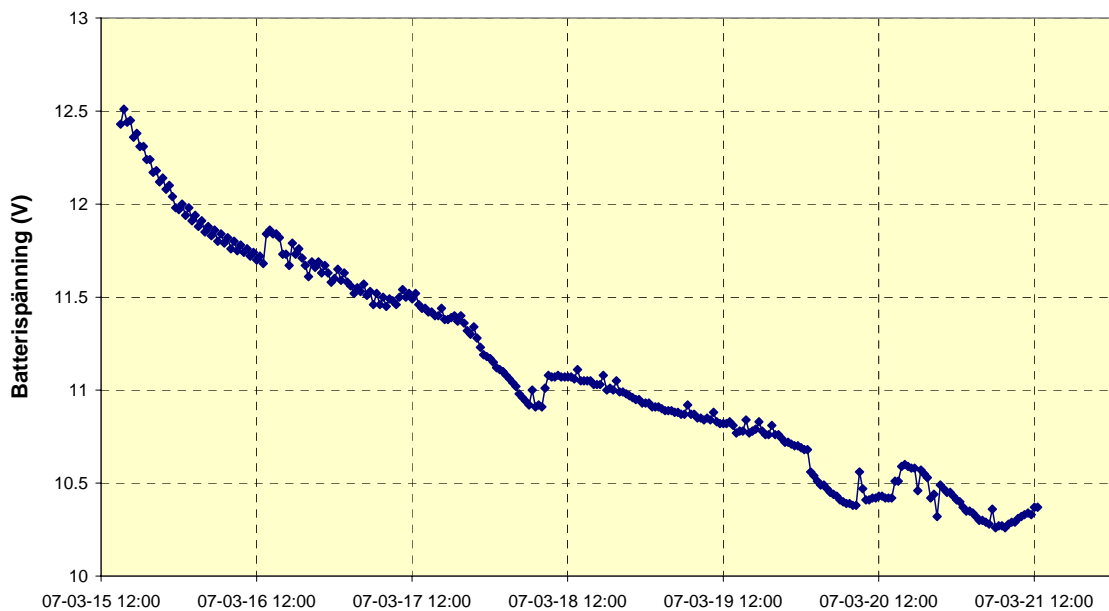


Diagram 2. Batterispänningen under försöksperioden.

Eftersom vi inte kunde få in några telegram i realtid kunde vi inte heller testa att assimilera riktiga isdriftsdata in i prognosmodellen Hiromb. I rapporten "Assimilering av

isdrift :implementering och test”, som ingick i 2006 års rapportering till Sjöfartsverket, beskrivs hur Hiromb förberetts för att kunna assimilera isdriftsdata och hur detta skulle påverka prognoserna (Lars Axell, 2006).

6. Slutsatser och förbättringsförslag

Efter det att isdriftsbojen testats i fält kan vi dra ett antal slutsatser när det gäller konstruktion och val av ingående komponenter. ANCOM-antennen hade den fördelen att den var liten och skulle kunna ligga skyddad i bojen. Det visade sig dock att den inte fungerade som förväntat. Problemen med antennen skulle kunna förklaras till viss del av batterisvikt i slutet av testperioden. En annan tänkbar orsak är att störningar från elektroniken skulle kunna slå ut satellitförbindelsen då signalnivån i länken är mycket låg. (Modern elektronik genererar ofta störningsfält.) I övrigt fungerade isdriftsbojen som planerat.

För att komma till rätta med de problem som kvarstår har vi följande förbättringsförslag:

- kapsla alla elektronikenheter i separata avstörda boxar
- höja batterispänningen samt förbättra batterikapaciteten
- göra fler tester med ANCOM-antennen i labmiljö
- prova annan antenntyp
- orientera bojen på högkant = bättre antennhöjd

Isdriftsbojen testades i år i samband med ett längre fältförsök inom Rymdstyrelseprojektet Bothnis. Under issäsongen 2007/2008 kommer förhoppningsvis det projektet att fortsätta och vi skulle i sådana fall kunna utföra ytterligare test i samband med nästa års fältförsök utanför Norrbyn. Om allt då fungerar tillfredsställande skulle data kunna assimileras in i Hiromb samt gå in i AIS. Erhållna isdriftsdata kommer också att kunna användas i valideringsstudier.