



Sjøkrigsskolen

Bacheloroppgave

Fagområde: Operativ Marine

Klasse: OM 3

Thomas Loddengaard

Antall sider (inkl. forside):

20

Antall ord:

5199

Oppgaveformulering

Min problemstilling er som følger:

Hvordan kan en dårlig kalibrert logg påvirke posisjonen i Dead Reckoning (død regning) på det elektroniske kartsystemet til Kongsberg?

Delspørsmål som besvares i oppgaven:

- ♦ Finne ut hvor mye ECDIS sin fremstilling av posisjonen avviker med en dårlig kalibrert logg i DR i forhold til kalibrert under et vanlig seilas.
- ♦ Med en dårlig kalibrert logg vil DR posisjon være langt unna GPS posisjon mens med en god kalibrert logg vil posisjonen være mye mindre unna og du vil kunne seile lengre, med en god posisjon fremstilt i ECDIS.

Jeg har løst oppgaven med et forsøk hvor data samles inn og analyseres.

Innholdsfortegnelse

Innhold

Oppgaveformulering	2
Innholdsfortegnelse	3
Sammendrag	4
1 Teori.....	5
1.1 Fartsmil.....	5
1.2 Kalman-filtrering.....	5
1.3 Firestrekspeiling	6
1.4 Jamming	6
1.5 Elektromagnetisk-logg.....	6
1.6 Kongsberg ECDIS sin fremstilling av posisjon i Dead Reckoning (DR).	6
2. Metode	7
2.1 Selve forsøket	7
2.1.1 Forberedelser	7
2.1.2 Ukalibrert og kalibrert logg	7
2.2 Utførelsen.....	8
3. Resultater	11
4. Drøfting.....	12
5. Avslutning.....	15
6. Litteratur.....	16
7. Vedlegg.....	17

Sammendrag

I denne oppgaven har jeg undersøkt hvordan en elektromagnetisk logg (EM logg) påvirker Electronic Chart Display and Information System (ECDIS) sin fremstilling av posisjon når man seiler i Dead Reckoning (DR). Når man seiler i DR vil ECDIS regne seg frem til din posisjon ved hjelp av logg, gyro og et Kalmann filter og fremvise denne på skjermen din. Jeg har gjort et forsøk som viser hvor stor forskjell det blir i posisjonen som ECDIS fremviser i DR med ukalibrert og kalibrert logg, i forhold til posisjonen ECDIS fremviser med GPS input. Dette er gjort over et kort seilas fra Kobbaleia, Vatlestraumen til Grimstadfjorden. Forsøket er gjort i simulatoren på Sjøkrigsskolen ettersom skolefartøyene ikke var tilgjengelig, men det er lagt opp til at det er så nærme virkeligheten som mulig. Når du seiler i DR med ukalibrert logg fikk jeg et maksimalt avvik på 41 meter i forhold til GPS posisjon og det minste avviket på 16 meter. Med kalibrert logg fikk jeg maksimalt avvik på 13,5 meter og det minste avviket på 5,1 meter. Dette kan være viktige distanser å ha et forhold til spesielt i trange farvann med lite plass på hver side. Under drøftingsdelen diskuterer jeg muligheten for om input fra logg og gyro gir best utfall etter et turn eller om man burde ha en fast turn-linje. Jeg diskuterer også om ECDIS bør ha en ekstra funksjon som kan nullstille triptelleren til loggen som mange navigatører bruker aktivt under seilas. Denne oppgaven har vist viktigheten med kalibrert logg og hvor mye det har å si for navigasjonen under seilasen i DR.

1 Teori

Jeg har valgt å forklare disse begreper da det er de som er relevante for min problemstilling og drøfting senere i oppgaven.

1.1 Fartsmil

Når man skal sjekke en logg, eller når man skal teste et skips eksakte hastighet er det vanlig at man går en "fartsmil". Dette er en nøyaktig oppmålt distanse på 1 nautisk mil(1852 meter) som er merket langs en strandlinje. Skipet seiles da vinkelrett på overrettmerkene som indikerer start og slutt på fartsmilen. Ved å ta tiden når distansen seiles begge veier kan hastigheten beregnes(Kjerstad, 2015, 4-91).

En fartsmil er det vi bruker for å kalibrere loggen. Fartsmil kjøres frem og tilbake for å eliminere så mye som mulig av ytre påvirkninger. Målingene registreres i loggen og loggen lager en kalibreringskurve. Antall målepunkter i loggen avhenger av logg type, f.eks. har Skipper EML 2 maks 5 mulige målepunkt, mens AGI logg 2 har 14 mulige. Dette gjør at kurven som lages mellom punktene blir mer nøyaktig på AGI loggen. Skipper EML 224 er beregnet på sivile fartøy der kravet til nøyaktighet er lavere enn AGI loggen som er beregnet for militære fartøy. AGI loggen leverer også Speed Through Water (STW) til våpensystemer. På grunn av skipets hydrodynamikk vil en elektromagnetisk logg sin nøyaktighet variere med skipets fart. Denne variasjon er ikke lineær og vi må derfor kalibrere loggen i flere hastigheter slik at nøyaktigheten i hele fartsområdet blir best mulig.

1.2 Kalman-filtrering

Kalman-filtrering kan betraktes som en estimeringsalgoritme som kontinuerlig estimerer posisjon, hastighet og kurs. (Kjerstad, 2015, 1-182).

The Kalman filter uses knowledge of the deterministic and statistical properties of the system parameters and the measurements to obtain optimal estimates given the information available. It is supplied with an initial set of estimates and then operates recursively, updating its working estimates as a weighted average of their previous values and new values derived from the latest measurement data. To enable optimal weighting of the data, a Kalman filter maintains a set of uncertainties in its estimates and a measure of the correlations between the errors in the estimates of the different parameters. This is carried forward from iteration to iteration alongside the parameter estimates. It also accounts for the uncertainties in the measurements due to noise. (Groves, 2013, 82)

Det som et Kalman filter gjør er å regne ut hvor den tror du kommer til å være neste gang den får oppdatert posisjonen sin, for eksempel fra GPS. Ved en ny oppdatering samkjører den posisjonen fra GPS sammen med det den regner ut og fremstiller en posisjon for deg. Den kan også forkaste en posisjon hvis den mener at dette ikke er mulig, ved for eksempel at du har flyttet deg 20 nm på 1 min som vil tilsa en fart på 1200knop, dette er usannsynlig for et fartøy og posisjonen forkastes. Du vil da fortsette med utregnet posisjon til du får en ny oppdatering som igjen oppdaterer både filter og posisjon. Du kan også gi den forskjellig vektning som gjør at den vekter målinger fra GPS høyere enn sin egen utregnings-algoritme.

1.3 Firestrekspeiling

Ved å benytte spesielle faste vinkler ved avbrutt krysspeiling kan beregningene forenkles en god del. Prinsippet kan da være at man benytter en gitt vinkel i forhold til baugen, for så å benytte den doble vinkelen ved neste observasjon. Geometrien i peilingen og utseilt distanse vil danne en likebeinet trekant hvor den utseilte distansen i den mellomliggende seilassen vil være lik avstanden til objektet i tidspunktet når den siste peilingen blir tatt. (Kjerstad, 2010, 3-34).

De vanligste vinklene å bruke er 45 grader og 90 grader. Man starter stoppeklokken eller loggen når objektet er 45 grader på baugen, og stopper dem når man har objektet 90 grader på baugen. Den utseilte distansen settes ut som avstand inn til objektet i kartet.

1.4 Jamming

En jammer er et radioutstyr som blokkerer radiokommunikasjon ved å sende ut et støysignal som forstyrrer sending eller mottak av radiosignaler. Besittelse, omsetning og bruk av jammere er forbudt i Norge. (**nkom.no, 2012**)

Jamming kan være blokkering av GPS signaler slik at den blir satt ut av spill, og det gjør at du må seile i DR eller med et treghetsnavigasjonssystem.

1.5 Elektromagnetisk-logg

Den elektromagnetiske loggen er basert på at det induseres spenning i en leder som beveges i et magnetfelt. Den induserte spenningens (U) størrelse vil avhenge av lederens lengde(l), magnetfeltets styrke eller flukstetthet(B) og lederens hastighet i feltet(v), etter følgende formel:

$$U = B * l * v$$

Tenker vi oss at vi kan sette opp et magnetfelt under skipsbunn og at sjøvann benyttes som leder, vil vi få en bevegelig leder i et magnetfelt. Dette gjøres i praksis ved at man lager en føler, som ofte er laget som en finne som stikker under bunnen på skipet. Inne i føleren vil det være en spole som genererer magnetfelt, mens det på utsiden av føleren vil være kontaktpunkter som står i forbindelse med sjøvannet. Vannet mellom kontaktpunktene vil da virke som leder (Kjerstad, 2015, 4-89-90).

Loggen i simulator er ekvivalent med en elektromagnetisk logg og den viser fart gjennom vannet.

1.6 Kongsberg ECDIS sin fremstilling av posisjon i Dead Reckoning (DR).

The position is based on dead reckoning (using gyro and log input). The process of determining the position of a vessel at any instant by applying to the last well-determined position the run that has since been made, based on the recent history of speed and heading measurements (Kongsberg –manual, 2014, 9).

Dette vil si at når vi går i DR bruker den kun input fra fartsloggen og gyro til å beregne sin videre posisjon. Vi bruker et gyrokompass til å gi oss retningen på fartsvektoren.

2. Metode

I min oppgave har jeg valgt å løse problemstillingen med et forsøk. Jeg har valgt dette fordi jeg ønsker å finne ut hvordan ECDIS fremstiller posisjonen i DR. Forsøket gir meg en distanse som jeg kan forholde meg til under et seilas. Jeg har valgt å gjennomføre dette i simulatoren på Sjøkrigsskolen fordi skolefartøyene ikke var tilgjengelig i perioden bacheloroppgaven ble skrevet. Det første jeg gjorde var å finne ut hvordan jeg skulle utføre forsøket i simulatoren. I simulatoren på sjøkrigsskolen fikk jeg hjelp av personellet som jobber der til å sette den opp slik jeg ville.

Loggen i simulatoren er ekvivalent med en elektromagnetisk logg og den simulerer STW. Den er satt opp på en slik måte at den har en datamaskin som simulerer et signal likt som det en elektromagnetisk logg sensor ville gitt. Dette går så inn på en bro maskin som fungerer både som bro maskin og SINTⁱ. Fremstillingen i ECDIS blir da lik som på marinefartøyene våre i dag. Marinefartøyene våre har en egen SINT boks som fordeler signalet til forskjellige bro maskiner.

2.1 Selve forsøket

Jeg utførte forsøket med et kort seilas med to turn med rorutslag 10 grader, og to skarpere turn på 20 grader rorutslag. Dette for å sjekke påvirkning både ved styrbord og babord turn og om dette hadde noe å si for utfallet. Som forberedelser måtte simulatoren klargjøres for forsøket.

2.1.1 Forberedelser

Området og ruten jeg har valgt er Kobberleia, Vattlestraumen og Grimstadvjorden. Jeg valgte dette området fordi det er kjent farvann. Dette gjør at jeg vet hvordan normal seilingsled er og ut ifra erfaring kan jeg sette opp den ruten jeg mener er best gjennom dette farvannet. Ut ifra min erfaring vet jeg at det er mange objekter å oppdatere posisjonen på visuelt. Dette gjør forsøket mer nøyaktig og lettere. Jeg velger også denne ruten for her kan jeg sette opp ruten med to slakke turn og to skarpe turn både babord og styrbord. Dette for å sjekke loggen begge veier. Den er også kort nok til at vi kan kjøre den flere ganger men at dette ikke går utover resultatet og formålet. Hastighetene jeg har valgt er 12-15-18-24 knop. Hastighetene varierer fra 12 til 24 knop slik at jeg får testet dette i høy og lav fart. Jeg velger å kjøre forsøket i 4 ulike hastigheter. Vi bruker disse fire hastighetene primært på Sjøkrigsskolen under opplæring. Ettersom det er disse hastighetene jeg er mest kjent med valgte jeg dem slik at navigasjonsprinsippene i disse hastighetene blir lettest å regne med, siden fokuset ikke er på dette.

2.1.2 Ukalibrert og kalibrert logg

Loggen i simulatoren er ekvivalent med en elektromagnetisk logg som viser fart gjennom vannet. Under forsøket er det denne jeg ligger inn en fast feil på, i virkeligheten vil feilen variere litt men gjennomsnittet vil være et fast tall så det at jeg velger en fast feil gjør ingenting. Når jeg legger inn en feil på loggen vil det være som om den er u-kalibrert siden den da viser enten for høy eller lav fart. Jeg har valgt en u-kalibrert logg med feil på 2 knop for mye. Jeg valgte dette for å få et visst avvik å måle og også fordi dette er noe jeg selv har opplevd under seilaser. Det er ikke uvanlig med både høyere og lavere logg feil enn dette.

På den kalibrerte loggen valgte jeg en feil på 0,1. Dette er fordi i virkeligheten vil aldri en logg være helt nøyaktig. En logg feil på 0,1 vil være nærmere en logg på et fartøy i virkeligheten. Ved å legge inn denne lille feilen vil forsøket være nærmere virkeligheten.

Valg av fartøy er ikke så viktig i simulatoren ettersom alle får samme logg. Det er denne loggen jeg legger inn feil på. Fartøyet som jeg har valgt er en stridsbåt 90. Dette er fordi den er lett å manøvrere og den har det fart potensialet jeg trenger.



Figur 1: Ruten og hvordan den går i ECDIS. Kilde: Kongsberg ECDIS

Strøm og andre ytre påvirkninger er påvirkninger som jeg har sett bort ifra i mitt forsøk slik at vi seiler i helt stille vann. På denne måten får jeg kun sett på loggen og dens påvirkning på ECDIS sin fremstilling av posisjonen i Dead Reckoning. Dette er egentlig usannsynlig men dette er for å få testet loggen helt uten påvirkninger.

2.2 Utførelsen

Jeg har planlagt 4 turn som skal måles. Det turnes først styrbord med 10 grader ror, deretter babord med 10 grader ror, så styrbord med 20 grader ror, deretter 2 turn som ikke måles men som er med for å få en sammenhengende seilas, og til slutt babord med 20 grader ror.

Før start går jeg i Manuel posisjon slik at Dead Reckoning vises. Jeg slår på "Past Track" og viser GPS posisjon ved siden av. Dette for å kunne måle forskjell på GPS og Dead reckoning.

Jeg setter den farten som skal testes og får en forskjell på 2 knop for mye på STW. Speed Over Ground (SOG) settes til 12 knop mens STW viser 14 knop. Jeg Setter farten etter SOG siden det er denne hastigheten som skal testes og ikke 14 knop som vises siden dette er feil hastighet egentlig.

Vi oppdaterer posisjonen på 0,05nm. Når vi navigerer skal man alltid ha en så godt oppdatert posisjon som mulig før turn og ligge i kurslinjen. 0,05nm er nærmeste plass jeg kan være der jeg praktisk kan oppdatere posisjonen og samtidig være klar til turnet som kommer.

Etter 0,2nm pauser jeg spillet i simulator som gjør at alt stopper opp. Jeg har valgt 0,2nm etter turn fordi jeg ser da at Past Tracken og fartøyet er helt ferdig med turnet. Jeg har da tilstrekkelig med tid til å gjøre klart til neste turn. Dette gjør at jeg kan se hvordan turnet er gått og jeg kan måle med en Variable Range Marker (VRM) avstanden som er forskjellig fra GPS og Dead Reckoning. I forhold til turnet vil det vises som en bøyd linje som vises av både GPS og Dead reckoning posisjonen. Da måler jeg midt i buen på begge og avstandsforskjellen på disse to bøyd linjene. Jeg måler midt i buen fordi det er her utslaget vil bli størst. Jeg måler også 0,2nm etter turn når fartøyet har stabilisert seg.



Figur 2: Bilde fra forsøk 2 med ukalibrert logg. Målt forskjell på GPS og Dead reckoning ble 30,6 meter med 2 knops ukalibrert logg. Kilde: Kongsberg ECDIS.

På ruten som er lagd er det lagt opp slik at den går i vanlig seilingsled. Jeg har valgt turn radius på 0,05. Det er det som vi bruker på skolefartøyene og jeg vet at det passer bra til stridsbåt 90. På de to første turnene som blir målt brukte jeg 10 i ror utslag og to siste turnene som blir målt brukte jeg 20 i rorutslag. Rorutslagene i forhold til hvert turn er bygd på erfaring og utprøving. Gjennom forsøket noterte jeg ned i et skjema i Excel som jeg hadde lagd på forhånd. Komplette skjema se vedlegg 1.

Forsøk 2

Ukalibrert logg

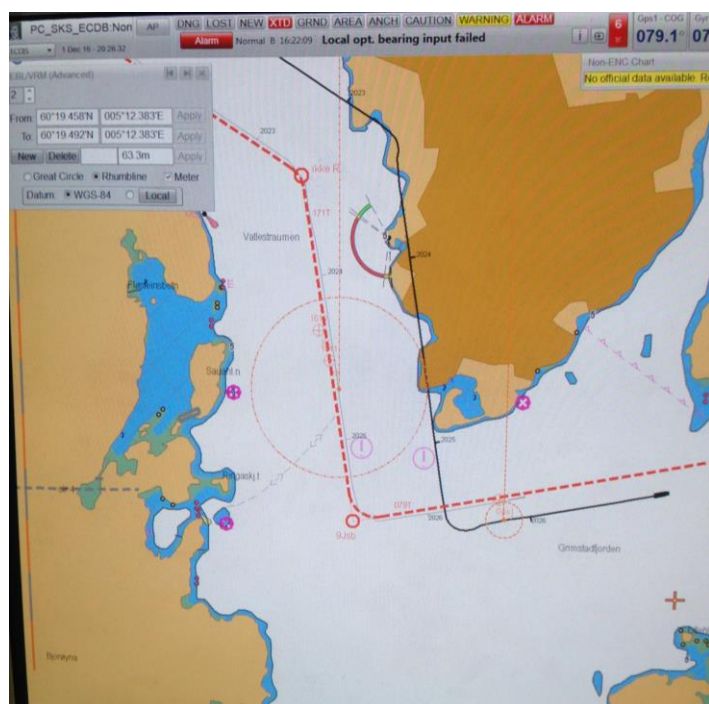
SOG 15 STW 17

Turn	1 måling forskjell i turn	2 måling 0,2 etter turn.
1. Styrbord med 10 i rorutslag	30,6m	26,5m
2. Babord med 10 i rorutslag	23,3m	21,8m
3. Styrbord med 20 i rorutslag	35,4m	33,6m
4. Babord med 20 rorutslag	40,8m	39,5m

Figur 3: Utsnitt fra vedlegg A av Forsøk 2 med ukalibrert logg. Kilde: Vedlegg A, Tabeller.

Her ble det målt i meter på grunn av nautiske mil ble upraktisk å bruke og distansen ble presentert mer nøyaktig. I simulator vises bare 2 desimaler ved nautiske mil og det blir da meget unøyaktig hvis dette brukes. Jeg valgte å gjøre det på denne måten fordi nå får jeg vist hvor mye en ukalibrert logg faktisk har å si for ECDIS sin fremstilling av posisjonen i DR. Dette forsøket viser hvor mye bedre en kalibrert logg er enn ukalibrert logg. Navigatøren får dermed en distanse å forholde seg til i meter. Jeg viser også at ved en ukalibrert logg må posisjonen oppdateres mye oftere, minst en gang etter hvert turn ettersom DR posisjonen holder en høyere fart en du gjør i virkeligheten.

Jeg erfarte med en kalibrert logg at jeg ikke trengte å oppdatere posisjon før turn grunnet den ikke hadde forskjell fra GPS posisjonen. På forsøks runde 2 med kalibrert logg kunne jeg kjøre hele runden uten å oppdatere posisjon. Etter endt seilas var posisjonsforskjellen med kalibrert logg 16,3 m av GPS posisjon i forhold til ukalibrert som var 63,3 m av GPS posisjon. Med ukalibrert kan man også se på bildet at man før turn er 298m av GPS posisjon og det krappe turnet gjør at vi redder inn en del meter før målingen. Men det viser at hvis man seiler på ukalibrert logg blir fremvisningen av posisjon i ECDIS langt unna GPS posisjon.

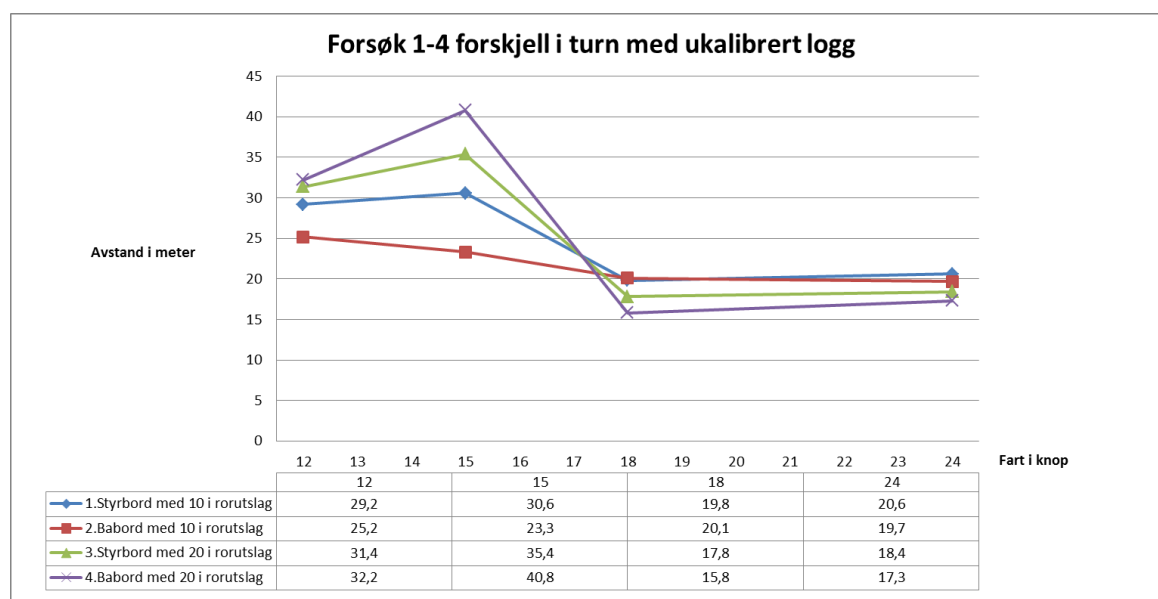


Figur 4: Bilde fra forsøket i simulator etter endt seilas med ukalibrert logg. Kilde: Kongsberg ECDIS.

Figur 4 viser at ved å gjøre forsøket på denne måten fikk jeg mindre feil en det hadde blitt på slutten av seilasen hvis turnet hadde vært annerledes. Fordelen med å gjøre dette forsøket er at jeg kan bruke resultatet til å svare på problemstillingen min. Gjennom forsøket viser jeg hvor mye posisjonen er forskjellig fra Dead Reckoning og kan svare på hvordan en ukalibrert logg påvirker fremvisning av posisjonen i DR.

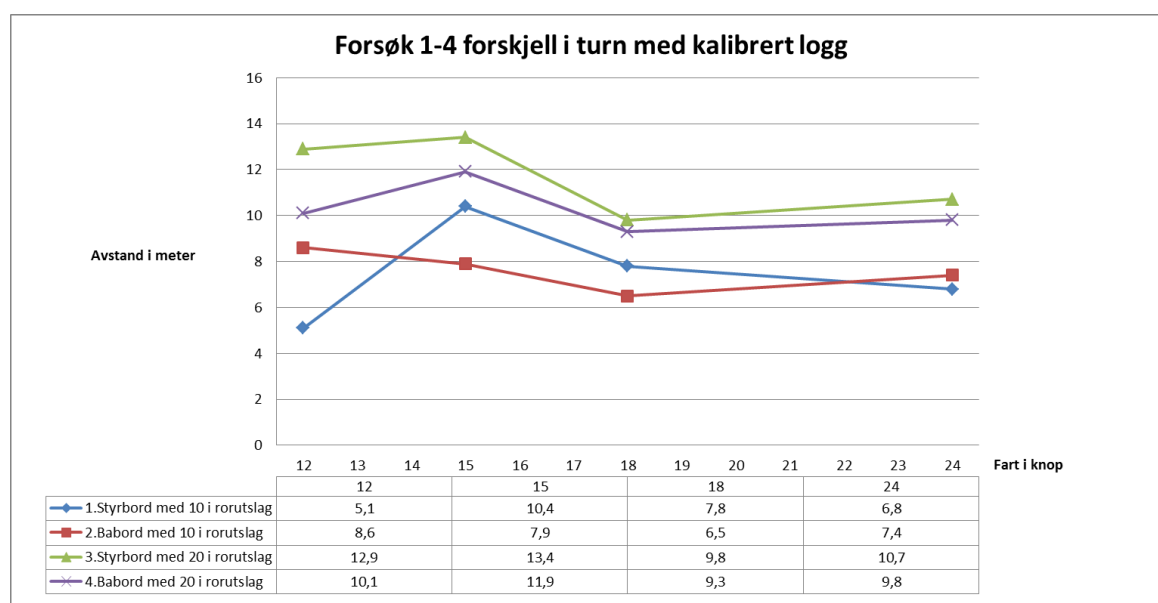
3. Resultater

For å se hvor mye Dead Reckoning Posisjonen er forskjellig fra GPS posisjon under et seilas ble det gjort slik som fremstilt i metodekapittelet.



Figur 5: Graf av Forsøk 1-4 forskjell i turn med ukalibrert logg. Kilde: Vedlegg A, Grafer.

Maks forskjell i turn på forsøk nummer 1-4 med ukalibrert logg ble på 40,8 meter. Minimum forskjell i turn ble 15,8 meter.



Figur 6: Graf av forsøk 1-4 forskjell i turn med kalibrert logg Kilde: Vedlegg A, Grafer.

Maks forskjell i turn på forsøk 1-4 med kalibrert logg ble på 13,4 meter. Minimum forskjell i turn ble 5,1 meter. Ut ifra grafene ser vi at ved 15 knops hastighet og 20 grader rorutslag får vi mest utslag både med kalibrert og ukalibrert logg. På grafene ser vi at det er stor forskjell mellom 15 og 18 knop mens mellom 18 og 24 som er en større fartsøkning får vi mindre utslag, dette kan resultere i en trend der utslaget ikke vil forandre seg nevneverdig ved høyere hastigheter. Med dette kan vi si at ved å seile med en ukalibrert logg vil posisjonen potensielt bli forskjellig oppimot 41 meter, ut ifra GPS posisjon i turn med 12-15 knops fart og rorutslag 10. Den vil bli forskjellig med oppimot 21 meter mellom 18-24 knop med et rorutslag på 20 grader. Med en kalibrert logg vil forskjellen være oppimot 13,5 meter ved 15 knop og 10 i rorutslag. Forskjellen var oppimot 11 meter med 24 knop og 20 i rorutslag. Med en kalibrert logg er det mye mindre forskjell mellom lave og høye hastigheter.

4. Drøfting

Det som forsøket viser er hvor mye man faktisk sklir ut i et turn med ukalibrert logg. Dette er interessant for navigatøren å vite ettersom han da har et forhold til hvor mye posisjonen sklir ut når han turner. Hvis navigatøren vet at loggen ikke er kalibrert må han forberede seg på å oppdatere posisjonen minst 1 gang på hvert legg i "Dead Reckoning" for å opprettholde god posisjon i ECDIS under seilasen. Dette fører til at navigatørens operative evne går ned ettersom han må bruke lengre tid på navigering en det som hadde vært nødvendig. På den andre siden vil du hvis du bruker all tid på navigasjon være bedre rustet hvis flere sensorer ryker ettersom du da allerede er godt inni navigeringen, både med stoppeklokke og ulike prinsipper for posisjonering.

Sjøfartsdirektoratet (2014) skriver at alle skip over 300 bruttotonn skal ha tilkoblet logg. De skriver også at skip over 300 bruttotonn skal ha ARPA funksjon (Sjøfartsdirektoratet, 2014, § 17). På marinefartøyene i dag er de fleste utstyrt med radar og ARPA funksjon. Med en ARPA funksjon kan man "tracke" mål på skjermen og få opp vektor på dem med kurs og fart. For å gjøre dette er det et krav om at radaren er tilkoblet logg med STW. Med en dårlig kalibrert logg vil ikke disse vektorene stemme like bra for deg ettersom den da får feil fart inn på systemet. Dette er en operasjonell setting ettersom man bruker ofte radar ved nedsatt sikt og det viser viktigheten med en kalibrert logg for at radar og ARPA systemet skal fungere optimalt. På den andre siden vil vi i en krigssituasjon ikke benytte oss av radar og ARPA funksjon. Dette er fordi en radar kan bli detektert.

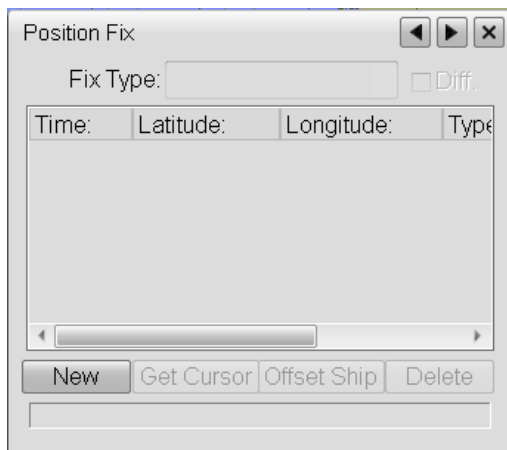
Maks verdi under forsøket med ukalibrert logg ble 40,8 meter. Maks med kalibrert logg ble 13,4 meter. Dette viser hvor mye man potensielt kan ha i forskjell på posisjonen din og hva dette har å si for meg som navigatør når jeg seiler i "Dead Reckoning" med kalibrert logg i forhold til ukalibrert som gir mye større feilmargin. Dette er spesielt viktig i trange farvann, under vanskelige forhold som snø, sludd, tåke, og regn, der du kanskje bare har tid til å se en rask gang i kartet før neste turn. I forsøket får jeg fram at kalibrert er bedre enn ukalibrert. Under lengre seilaser blir en ukalibrert logg nesten ubrukelig til navigasjonsprinsipper og den blir et irritasjonsmoment. Rutinen din gjør at du nullstiller trip-telleren på loggen som du ikke kan bruke uansett. Posisjonen din i ECDIS blir også meget dårlig og må oppdateres ofte, ettersom den sklir ut i hvert turn og etter hvert kan gå over land. En dårlig posisjon i ECDIS vil også ødelegge tid til turn, og "Route Monitor". Dette er verktøy som assistenten bruker for å gi deg informasjon, og dette kan fort bli feil når posisjonen er feil. Det som skjer når man seiler er at assistenten ser i kartet og gir informasjon 2 minutter før turn mens i virkeligheten er det 4 minutter til turn. Dette er fordi posisjonen som vises i ECDIS er feil grunnet den får feil hastighet fra en ukalibrert logg. Dette vil etter hvert bli et irritasjonsmoment både for navigatøren som får

informasjon og feil tid til turn og for assistenten som ikke helt vet når informasjonen skal formidles. Dette kan også påvirke broteamet og samarbeidet noe som er meget viktig for sikker navigering. Dette fører igjen til mer fokus på navigeringen enn det som trengs og man mister fokus på oppdrag. På den andre siden kan vi si at hvis utstyr ikke fungerer helt optimalt vil man bruke mye tid på navigering som igjen vil føre til mindre sjanse for å gå på grunn, ettersom navigeringen står i hovedfokus. Dette er et problem man må løse med å finne en balanse gang med nok fokus på navigering og samtidig nok fokus på oppdrag. I marinen i dag skal en navigatør kunne seile i "Dead Reckoning" med en ukalibrert logg, men jobben blir lettere, sikrere og man kan bruke tiden til mer en bare navigering om den var kalibrert. Med en kalibrert logg vil også navigasjonsprinsippene bli enklere. Under øvelse MAR-OPSⁱⁱ hadde vi med oss personer fra både sjø, luft og hær som fikk prøve seg som navigatører. Etter en kort forklaring om 4 streksprinsippet kunne de bruke denne metoden til å si hvor langt unna fartøyet var for eksempel en lykt eller jernsøyle som vi passerte. De brukte en kalibrert logg som hjelpemiddel og dette viser at selv med ingen erfaring kan en logg være et enkelt hjelpemiddel å bruke.

I en krigssituasjon er det ikke et spørsmål om hvis man blir jammert ned og GPS slutter å fungere men når du blir det. Med en kalibrert logg kan du gå i Dead Reckoning trygg på at navigeringen og sikkerheten er ivaretatt ettersom ECDIS da kan ved hjelp av logg, gyro og Kalman-filter regne posisjonen videre med mye mindre feil enn med ukalibrert logg. Kalman filteret regner ut hvor den tror du kommer til å være og med hjelp av inputs viser den posisjonen din i ECDIS. Dette er en filtrert posisjon som tilsier at det er en lang rekke med algoritmer og formler som regner ut din posisjon. Under forsøket erfarte jeg at posisjonen hopper veldig i turn. Dette er fordi filteret får oppdateringer samtidig som at båten forandrer både heading og fart nesten hele tiden gjennom turnet. Når da turnet er ferdig stabiliserer posisjonen seg. Ville det vært bedre om Kalman filteret hadde en fast turn bue, siden både logg og gyro svinger mye i turn og kan dermed gi feil input til filteret. Hvis filteret vet at vi turner om vi gir ror utslag på over 3 grader For eksempel, da slår en fast turn bue inn som er beregnet på fart og kurs før turn og som er sammenlignet med planlagt kurs og fart etter turn. Denne informasjonen er tilgjengelig i ECDIS og fra sensorer som logg og gyro. Ettersom posisjonen også sklir ut i mindre grad med kalibrert logg ville kanskje en slik bue for hvert turn gitt mindre avstand fra GPS posisjon i turn og dermed en bedre posisjon etter turn. Hvis man hadde hatt en formel eller algoritme for en fast bue i ulike turn for forskjellige ror utslag, hastighet og kurser, kunne dette kanskje vært bedre enn input fra logg og gyro gjennom turnet som gjør at posisjonen sklir ut. For eksempel i et turn mot styrbord med 10 grader ror utslag og en hastighet på 15 knop, tar dette 3 sekund å gjennomføre fikk man en fast bue som kanskje hadde vært nærmere GPS posisjonen. På den andre siden kan det tenkes at en slik formel eller algoritme ville krevd mye data innsamling og måtte blitt skreddersydd for hvert enkelt fartøy. Vi antar at dette ikke er særlig etterspurt ettersom det som oftest bare er marinen som seiler i DR. Dette kan være kostnadsdrivende og er ikke nok etterspurt. En annen del er hvis man forandrer både ror ordre, hastighet og kurs i turnet vil man ende opp på helt feil plass når turnet er ferdig ettersom den ikke tar inn input før turnet er ferdig igjen. Et alternativ kan være en kombinasjon som gjør at når filteret får inputs gjennom turnet på en helt annen retning og fart slutter den med den teoretiske buen og fortsetter med den nye kurs og farten som har stort avvik fra den teoretiske, som da tilsier at turnet er avbrutt.

Under praktisk navigering ved Sjøkrigskolen i dag oppdaterer vi både stoppeklokke og logg ved turn, posisjon og ved de ulike navigasjonsprinsippene. Tripteller reset knappen på loggens display må

holdes inne i minst 2-3sekunder før den nullstilles. Logg og klokke er ekvivalente opp mot hverandre og gjør at du kan regne ut fart, distanse og tid ettersom hva du trenger. Stoppeklokken er raskere å nullstille en loggen, men må da kanskje også regnes om til distanse ved behov. Med en enkel knapp i ECDIS hadde du alltid hatt med deg en fersk logg ettersom den kunne vært koblet opp til enten loggen selv sitt display eller hatt et eget display på ECDIS maskinen som navigatøren kan velge å ha på skjermen eller ikke. Dette hadde gjort det lettere å huske på ettersom det da er assistenten som trykker på oppdater og du slipper å gjøre det selv. Det er også en fordel om du glemmer å gjøre det selv så har assistenten en oppdatert logg, fra sist du sa oppdater som er en del av prosedyrene. På den andre siden kan en slik knapp bare være enda en knapp i ECDIS maskinen som skaper mer støy på skjermen en nødvendig



Figur 7: Hvordan Position Fix vinduet ser ut i ECDIS i dag. Kilde: K-Bridge ECDIS and Planning Station Operator Manual Release 7.0, 2014.

En mulighet er hvis "New" knappen på bildet over hadde blitt linket til triptelleren på loggen også. Da hadde distansen blitt oppdatert automatisk fra hver gang du oppdaterer posisjonen i DR. Eventuelt at dette hadde blitt en egen funksjon med to forskjellige knapper. En med og en uten tripteller funksjon.

Med en elektromagnetisk logg er det ikke så mange feilkilder så lenge man har montert den riktig. Det som eventuelt kan komme som feilkilder til en EM Logg kan være at man har groe på proben. Dette kan ordnes med jevnlig rengjøring og kontroll. Det kan også blir forstyrrelser på kabelen fra proben som kan skape forstyrrelser i signalet som sendes fra sensoren opp videre til systemet. Den må da kalibreres på nytt. Dette er mindre feil som ikke har mye å si for EM loggen så lenge det er gjort vedlikehold i henhold til rutiner. Under forsøket har ikke disse feilkildene blitt tatt hensyn til ettersom det er en simulator der signalet som lages er fra en datamaskin. Det er også ikke samme bevegelser som på et ordentlig fartøy så støy og brudd i kabel er sett bort fra.

5. Avslutning

Loggen påvirker fremstillingen av posisjonen i Dead Reckoning ved at den på det meste er 41 meter unna GPS posisjon med ukalibrert til 13,5 meter med kalibrert logg og gjør at man må oppdatere posisjonen sin oftere med en ukalibrert enn kalibrert. Dette gjør at navigatøren må bruke mer tid på å navigere og bruke navigasjonsprinsipper enda mer enn det som hadde vært nødvendig. I en krigssituasjon kan dette være kritisk. Med en kalibrert logg vil man være mye nærmere GPS posisjon og man kan seile mye lengre før man må oppdatere posisjonen. Ettersom den bare er 16 m av på 15 minutter (gjennomsnittlig fart) med seiling, i forhold til ukalibrert som er på det meste 298m unna GPS posisjon under seilassen. Med dette arbeidet har jeg fått frem hvor mye loggen faktisk har å si for posisjonen i Dead Reckoning og som navigatøren må være oppmerksom på når man er ute å seiler. Det er viktig å merke seg at det maksimale avviket på kalibrert logg er under det minste avviket på ukalibrert logg.

Videre arbeid kan nå bli å gjennomføre dette i virkeligheten enten på skolefartøyene eller andre fartøy i marinen. Videre kan jeg anbefal å ta kontakt med Kongsberg i forsøk på å implementere en ny knapp eller funksjon i Position Fix vinduet i ECDIS som gir raskere nullstilling av loggens tripteller.

6. Litteratur

Groves, Paul D. 2013. *Principles of GNSS, inertial and multisensor integrated navigation systems. Second edition.*

Kjerstad, Norvald. 2010. *Navigasjon for maritime studier.*

Kjerstad, Norvald. 2015. *Elektroniske og akustiske navigasjonssystemer.*

Kongsberg Maritime AS. 2014 *K-Bridge ECDIS and Planning Station Kongsberg Operator Manual Release 7.0*

Nasjonal kommunikasjonsmyndighet. 2012 <http://www.nkom.no/teknisk/ekomutstyr/annet-ekomutstyr/jammere>. Sist oppdatert 30.08.12. Benyttet 09.05.16.

Sjøfartsdirektoratet. 2014 <https://www.sjofartsdir.no/regelverk/rundskriv/fastsettelse-av-forskrift-8-september-2014-om-navigasjon-og-navigasjonshjelpemidler-pa-skip-og-flyttbare-innretninger/>. Sist oppdater 12.09.14. Benyttet 08.05.16.

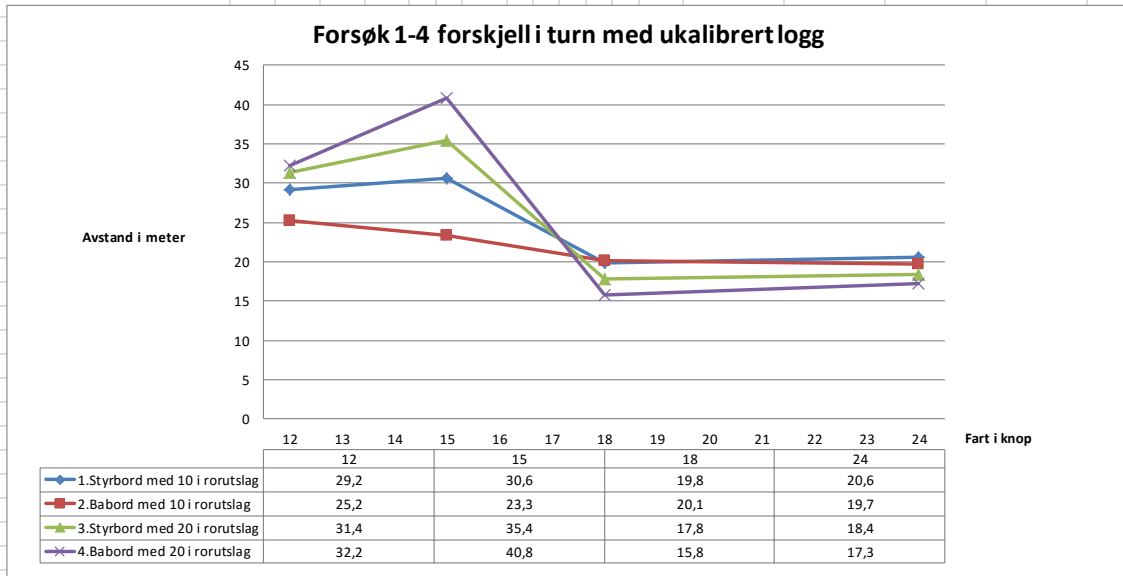
7. Vedlegg

VEDLEGG A

Forsøk 1			Ukalibrert logg			Kalibrert logg		
			SOG 12 STW 14			SOG 12 STW 12		
Turn	1 måling forskjell i turn.	2 måling 0,2 etter turn.			Turn	1 måling forskjell i turn	2 måling 0,2 etter turn.	
1. Styrbord med 10 i rorutslag	29,2m	26,5m			1. Styrbord med 10 i rorutslag	5,1m	8m	
2. Babord med 10 i rorutslag	25,2m	26m			2. Babord med 10 i rorutslag	8,6m	3,2m	
3. Styrbord med 20 i rorutslag	31,4m	28,6m			3. Styrbord med 20 i rorutslag	12,9m	11m	
4. Babord med 20 rorutslag	32,2m	27,7m			4. Babord med 20 rorutslag	10,1m	9,3m	
Forsøk 2			Ukalibrert logg			Kalibrert logg		
			SOG 15 STW 17			SOG 15 STW 15		
Turn	1 måling forskjell i turn	2 måling 0,2 etter turn.			Turn	1 måling forskjell i turn	2 måling 0,2 etter turn.	
1. Styrbord med 10 i rorutslag	30,6m	26,5m			1. Styrbord med 10 i rorutslag	10,4m	5,8m	
2. Babord med 10 i rorutslag	23,3m	21,8m			2. Babord med 10 i rorutslag	7,9m	4,3m	
3. Styrbord med 20 i rorutslag	35,4m	33,6m			3. Styrbord med 20 i rorutslag	13,4m	12,3m	
4. Babord med 20 rorutslag	40,8m	39,5m			4. Babord med 20 rorutslag	11,9m	10,7m	
Forsøk 3			Ukalibrert logg			Kalibrert logg		
			SOG 18 STW 20			SOG 18 STW 18		
Turn	1 måling forskjell i turn	2 måling 0,2 etter turn.			Turn	1 måling forskjell i turn	2 måling 0,2 etter turn.	
1. Styrbord med 10 i rorutslag	19,8m	21,8m			1. Styrbord med 10 i rorutslag	7,8m	8,9m	
2. Babord med 10 i rorutslag	20,1m	15,3m			2. Babord med 10 i rorutslag	6,5m	2,7m	
3. Styrbord med 20 i rorutslag	17,8m	15,6m			3. Styrbord med 20 i rorutslag	9,8m	10,6m	
4. Babord med 20 rorutslag	15,8m	17,3m			4. Babord med 20 rorutslag	9,3m (bilde)	11,2m	
Forsøk 4			Ukalibrert logg			Kalibrert logg		
			SOG 24 STW 26			SOG 24 STW 24		
Turn	1 måling forskjell i turn	2 måling 0,2 etter turn.			Turn	1 måling forskjell i turn	2 måling 0,2 etter turn.	
1. Styrbord med 10 i rorutslag	20,6m	16,4m			1. Styrbord med 10 i rorutslag	6,8m	6,7m	
2. Babord med 10 i rorutslag	19,7m	18,2m			2. Babord med 10 i rorutslag	7,4m	5,1m	
3. Styrbord med 20 i rorutslag	18,4m	16,4m			3. Styrbord med 20 i rorutslag	10,7m	11,4m	
4. Babord med 20 rorutslag	17,3m	18,6m			4. Babord med 20 rorutslag	9,8m	11,1m	

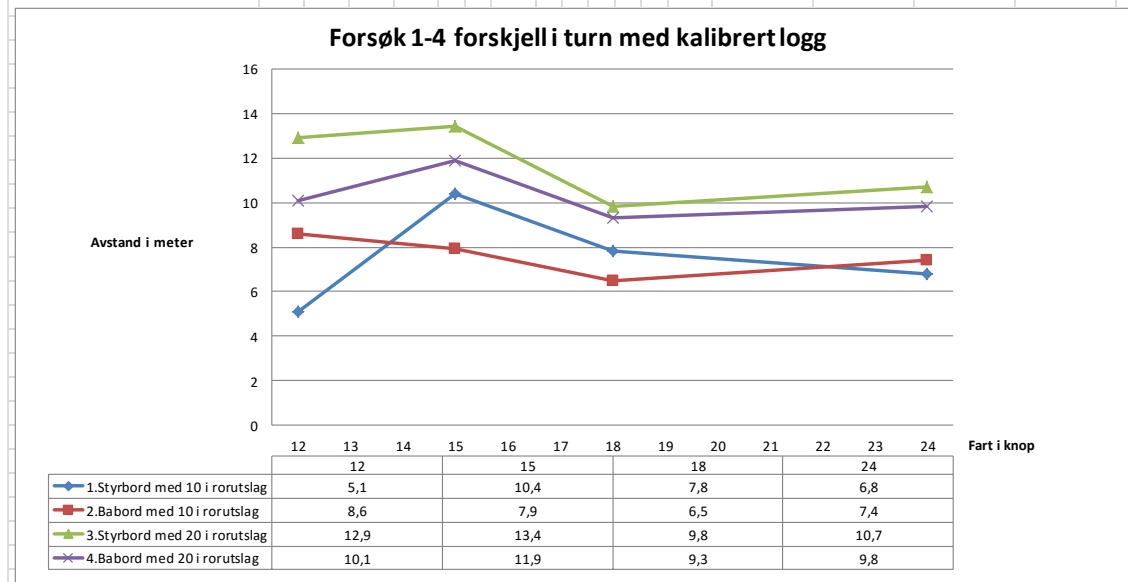
Forsøk 1-4 forskjell i turn med ukalibrert logg

Hastighet(Kn)	12	15	18	24
1.Styrbord med 10 i rorutslag	29,2	30,6	19,8	20,6
2.Babord med 10 i rorutslag	25,2	23,3	20,1	19,7
3.Styrbord med 20 i rorutslag	31,4	35,4	17,8	18,4
4.Babord med 20 i rorutslag	32,2	40,8	15,8	17,3

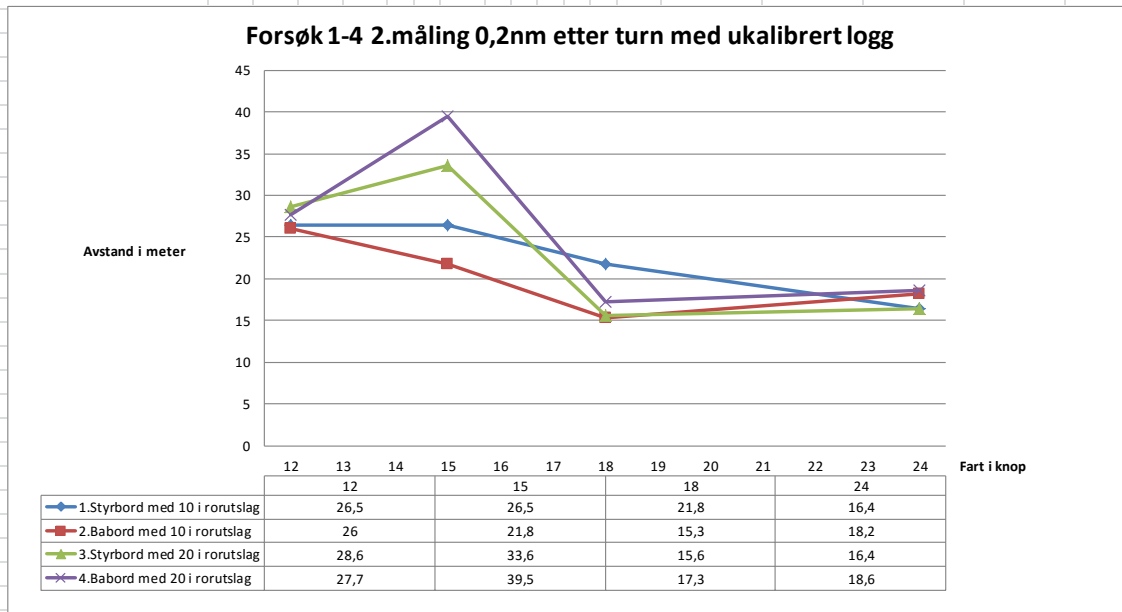


Forsøk 1-4 forskjell i turn med kalibrert logg

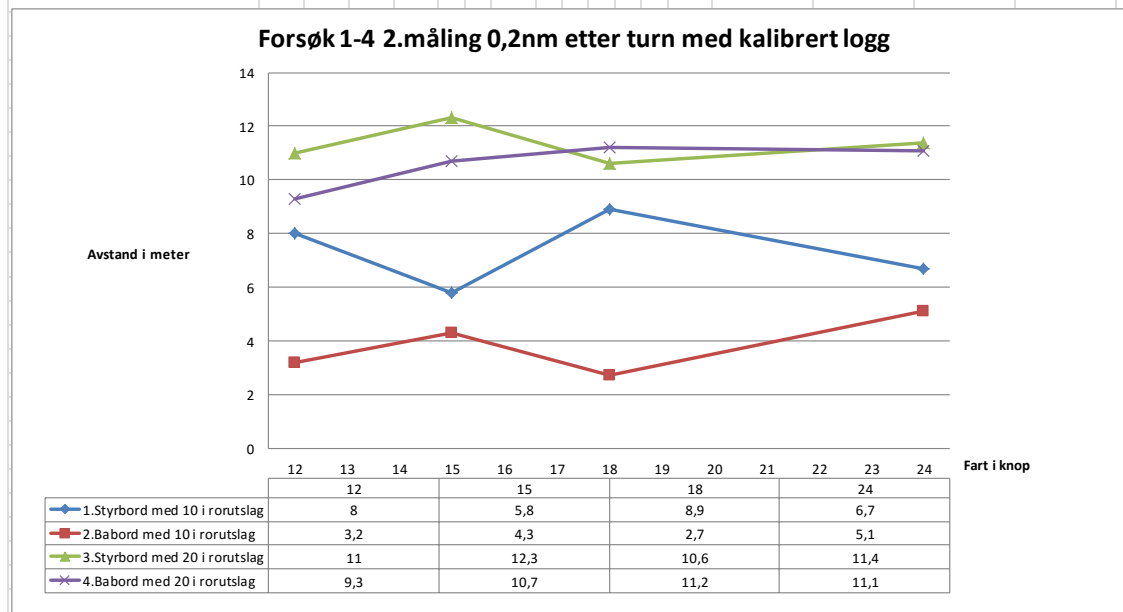
Hastighet(Kn)	12	15	18	24
1.Styrbord med 10 i rorutslag	5,1	10,4	7,8	6,8
2.Babord med 10 i rorutslag	8,6	7,9	6,5	7,4
3.Styrbord med 20 i rorutslag	12,9	13,4	9,8	10,7
4.Babord med 20 i rorutslag	10,1	11,9	9,3	9,8



Forsøk 1-4 2.måling 0,2nm etter turn med ukalibrert logg				
Hastighet(Kn)	12	15	18	24
1.Styrbord med 10 i rorutslag	26,5	26,5	21,8	16,4
2.Babord med 10 i rorutslag	26	21,8	15,3	18,2
3.Styrbord med 20 i rorutslag	28,6	33,6	15,6	16,4
4.Babord med 20 i rorutslag	27,7	39,5	17,3	18,6



Forsøk 1-4 2.måling 0,2nm etter turn med kalibrert logg				
Hastighet(Kn)	12	15	18	24
1.Styrbord med 10 i rorutslag	8	5,8	8,9	6,7
2.Babord med 10 i rorutslag	3,2	4,3	2,7	5,1
3.Styrbord med 20 i rorutslag	11	12,3	10,6	11,4
4.Babord med 20 i rorutslag	9,3	10,7	11,2	11,1



ⁱ SINT står for Sensor integrator, er en boks som mottar signal fra alle sensorer og sender dem videre til de bro maskiner som skal ha dem. Den Fordeler signalet til flere.

ⁱⁱ Maritime operasjoner, forkortet MAR-OPS er en øvelse på Sjøkrigskolen med et maritimt preg der man får testet kompleksiteten under maritime operasjoner.