



Forsuaret

Bacheloroppgave

OPG3301

Predefinert informasjon

Startdato:	26-11-2021 09:00	Termin:	2021 HØST
Sluttdato:	10-12-2021 20:00	Vurderingsform:	Norsk 6-trinns skala (A-F)
Eksamensform:	Oppgave		
Flowkode:	1627 OPG3301 1 O 2021 HØST		
Intern sensor:	Alexander Sauter		

Deltaker

Naun:	Haakon Lauritz Monsen
Kandidatnr.:	
FHS-id:	haamonsen@mil.no, hamonsen@mil.no

Gruppe

Gruppenavn:	Navigasjonsklokke
Gruppenummer:	3
Andre medlemmer i gruppen:	Fredrik Angell Løbrot



Sjøkrigsskolen

Bacheloroppgave

NAVIGASJONSKLOKKE

– En videreutvikling av dagens sekundær navigasjon–

av

Haakon Lauritz Monsen

&

Fredrik Angell Løbrot

Lvert som en del av kravet til graden:

BACHELOR I MILITÆRE STUDIER
MED FORDYPNING I ELEKTRONIKK OG DATA

Antall ord: 8031

Innlevert: Desember 2021

Ikke/Godkjent for offentlig publisering

Publiseringsavtale

En avtale om elektronisk publisering av bachelor/prosjektoppgave

Kadetten(ene) har opphavsrett til oppgaven, inkludert rettighetene til å publisere den.

Alle oppgaver som oppfyller kravene til publisering vil bli registrert og publisert i Bibsys Brage når kadetten(ene) har godkjent publisering.

Oppgaver som er graderte eller begrenset av en inngått avtale vil ikke bli publisert.

Jeg (Vi) gir herved Sjøkrigsskolen rett til å gjøre denne oppgaven tilgjengelig elektronisk, gratis og uten kostnader	<input checked="" type="checkbox"/> Ja	<input type="checkbox"/> Nei
Finnes det en avtale om forsinket eller kun intern publisering? (Utfyllende opplysninger må fylles ut)	<input type="checkbox"/> Ja	<input checked="" type="checkbox"/> Nei
Hvis ja: kan oppgaven publiseres elektronisk når embargoperioden utløper?	<input type="checkbox"/> Ja	<input type="checkbox"/> Nei

Plagiaterklæring

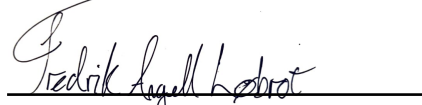
Vi erklærer herved at oppgaven er vårt eget arbeid og med bruk av riktig kildehenvisning. Vi har ikke nyttet annen hjelp enn det som er beskrevet i oppgaven.

Vi er klar over at brudd på dette vil føre til avvisning av oppgaven.

Dato: 09 - 12 - 2021



Haakon Lauritz Monsen



Fredrik Angell Løbrot

Forord

Denne bacheloroppgaven er skrevet av Fredrik Angell Løbrot og Haakon Lauritz Monsen som en del av bachelor i militære studier med fordypning- marineingeniør våpensystemer, elektronikk og data.

Oppgaven har som mål å utvikle en metode for å forenkle sekundær navigasjonen om bord på sjøforsvarets fartøyer, ved å redusere behovet for hoderegning under navigering. Oppgaven gjør dette ved å utvikle en app som *proof of concept* for hvordan denne løsningen kan se ut. Ved å utvikle denne appen ønsker vi å gjøre militær navigasjon mer nøyaktig og sikker. Det er likevel mulig å lese og forstå oppgaven uten å ha forkunnskaper innen navigasjon eller programmering.

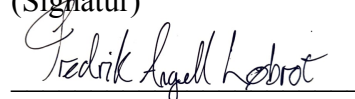
Vi ønsker å takke vår veileder Alexander Sauter for støtte og veiledning under utviklingen og skriving av denne oppgaven. Takk til Asbjørn Lothe som kom med forslaget om å utvikle dette produktet. En stor takk til NAVKOMP, og spesielt Petter Myklebust, med hjelp innen det navigasjonstekniske og som lot oss være med på seilas på skolefartøyene. Navigatørene som har testet navigasjonsklokken er kadetter fra SMN 20-23 på Sjøkrigsskolen, uten dem ville det ikke vært mulig å teste denne løsningen i så stor skala som vi har gjort. Til slutt vil vi takke Haakons kone, Guro, for støtte og hjelp med teksten.

Bergen, Sjøkrigsskolen, 09-12-2021

(Signatur)



(Signatur)



Sammendrag

Denne oppgaven ser på mulighetene for å utvikle sekundær navigering på Sjøforsvarets fartøy. Navigasjonsklokken er en forbedring av den tradisjonelle stoppeklokken og hoderegningsmetoden brukt for firestrekk.

Ved testing av navigasjonsklokken i virkelige forhold, og sammenligne den med den tradisjonelle metoden hvor stoppeklokke og hoderegning brukes, ble resultatene svært positive. Samtlige tester og undersøkelser som ble gjort, gav like bra eller bedre resultater sammenlignet med dagens metode.

Oppgaven viser at det er store rom for å forbedre Sjøforsvaret sin sekundær navigering under seilas. Det viser seg at løsningen, som har fått navn navigasjonsklokken i denne oppgaven, er på lik linje eller forbedrer navigatøren på alle områdene den ble testet på. I tillegg gav de som testet navigasjonsklokken svært positive tilbakemeldinger. Oppgavens konklusjon indikerer at utviklet navigasjonsklokke er en løsning Forsvaret burde undersøke videre.

Innholdsfortegnelse

Forord	4
Sammendrag	6
Innholdsfortegnelse	7
Figur- og tabelloversikt	9
Nomenklatur og forkortelser	10
1. Innledning	11
1.1 Bakgrunn og motivasjon	11
1.1.1 Stoppeklokken - en essensiell del av militær navigering	12
1.2 Mål	12
1.3 Avgrensninger	14
1.4 Struktur	14
2. Teori	15
2.1 Firestrekspeiling	15
2.3 Avstandsberging	17
2.4 Tid til mål	17
2.2 MIT App Inventor	18
3. Metode	20
3.1 Forskningsmetode	20
3.2 Utvikling av navigasjonsklokken	20
3.3 Datainnsamling	21
3.3.1 Testing av navigasjonsklokke	22
3.3.2 Spørreundersøkelse	23
3.3.3 Observasjon	23
3.4 Dataanalyse	24
3.5 Forskningsetikk	24
4. Resultater	25
4.1 Hovedfunn fra spørreundersøkelse og observasjoner	25
4.1.1 Tidsbesparelser	25
4.1.2 Mangel på kontrollfunksjon	26
4.1.3 Økt overskudd	27
4.2 Appens nøyaktighet	27
4.3 Oppsummering av hovedfunn	31
5. Diskusjon og drøfting	32

5.1 MIT App Inventor som programvare	32
5.2 Datasettets validitet	33
5.1 Navigasjonsklokkens nøyaktighet	33
5.2 Opplevelse av navigasjonsklokken	34
5.3 Observasjoner	37
6. Konklusjon	39
7. Referanseliste	40
8. Vedlegg	41
Vedlegg 1 - Spørreskjema etter testing	41
Vedlegg 2 - Skjema for datainnsamling	43
Vedlegg 3 - Kode	44

Figur- og tabelloversikt

Figur 1:	Illustrasjon av firestrekspeiling	16
Figur 2:	Vei, fart og tid-formelen	17
Figur 3:	MIT App Inventor grafisk design vindu	19
Figur 4:	Brukergransesnitt til ferdigutviklet app	19
Figur 5:	Eksempel på data fra en navigator	23
Figur 6:	Alle datapunktene for avviket mellom navigasjonsklokken og ECDIS	28
Figur 7:	Alle datapunktene for avviket mellom stoppeklokke og ECDIS	28
Figur 8:	Verdiene for gjennomsnitt, standardavvik og varians for stoppeklokken og navigasjonsklokken	29
Figur 9:	Alle datapunktene utenom ekstreme verdier for avviket mellom navigasjonsklokken og ECDIS	29
Figur 10:	Alle datapunktene utenom ekstreme verdier for avviket mellom stoppeklokke og ECDIS	30
Figur 11:	Verdiene for gjennomsnitt, standardavvik og varians for stoppeklokken og navigasjonsklokken når ekstremverdiene er fjernet	30
Figur 12:	Eksempel på uoversiktlig formel	32

Nomenklatur og forkortelser

NAVKOMP	Navigasjons Kompetansesenteret
FHS	Forsvarets Høyskole
SKSK	Sjøkrigsskolen
MIT	Massachusetts Institute of Technology
SOG	Speed Over Ground
STW	Speed Through the Water
App	Applikasjon
GPS	Global Positioning System
Jamming	Blokkering, forstyrrelse av radiosignaler
NSD	Norsk senter for forskningsdata
ECDIS	Electronic Chart Display and Information System
NM	Nautisk mil
Utligger	En ekstremverdi; en verdi som skiller seg vesentlig fra de andre verdiene

1. Innledning

1.1 Bakgrunn og motivasjon

Navigatører om bord på marinefartøy er de som styrer fartøyet. Deres hovedoppgave er å posisjonere og navigere fartøyet i henhold til planen, men også kunne reagere på uventede hendelser. Vakthavende offiser på bro er alltid en erfaren navigatør som regnes som sjefens stedfortreder på bro. Navigatørens arbeidsoppgaver er naturlig nok svært sentrale for driften om bord.

Det kreves svært mye av den militære navigatøren om bord på de norske krigsskip. Man skal til enhver tid ha kapasitet til å ta raske, men presise avgjørelser som ikke setter personell eller materiell i fare. Ofte har han/hun mange oppgaver som må gjennomføres samtidig, og mulighetene for å oppnå god situasjonsforståelse kan bli begrenset når oppgavene blir tidkrevende og utfordrende. Navigatøren benytter derfor aktivt moderne skips- og navigasjonssystemer for å ta ut nødvendige avstander, finne egen posisjon og drive diverse tidsberegninger. I tillegg til nevnte systemer må den militære navigatøren benytte elementære metoder som utenforstående kanskje vil si er utdatert, men som i forsvarssammenheng er essensielle for å oppnå god kjennskap til, og oversikt over, et uforutsigbart krigsteater. Til dette bruker navigatørene en eller flere stoppeklokker, peilesøyle og hoderegning. Denne type navigasjon kalles sekundær navigasjon, og er viktig hvis primærsystemet slutter å fungere.

Motivasjonen for denne oppgaven kom fra en tidligere kadett ved Sjøkrigsskolen (FHS/SKSK) som nå er navigatør i marinen. I en tilfeldig samtale med ham på skolen kom det frem at han ønsket en alternativ løsning på dagens sekundær navigering. Navigatørene må stole på egen hoderegning i stressende situasjoner hvor menneskelig og militært utstyr i milliardklassen potensielt kan stå i fare.

1.1.1 Stoppeklokken - en essensiell del av militær navigering

Stoppeklokken er et viktig verktøy som navigatørene i Marinen bruker når de navigerer. Den brukes som hjelpemiddel for blant annet å regne ut egen posisjon, samt regne på diverse avstander og tider. Stoppeklokken er et pålitelig hjelpemiddel som ikke kan påvirkes av ytre aktører, og vil stille som en sikkerhet for den militære navigatøren i situasjoner hvor han/hun ikke kan bruke standard brosystemer. I dagens navigasjonsutdanning ved Sjøkrigsskolen undervises det i metoder for navigering som tradisjonelt ikke læres bort ved en sivil utdanningsinstitusjon. Der sivil utdanning primært belager seg på hjelp fra moderne teknologi må militær utdanning gi god kjennskap til mer tradisjonelle metoder. Grunnen til dette er at det i et krigsscenario er en sannsynlighet for at GPS og andre viktige systemer blir “jammet” eller på annet vis forstyrret av andre aktører. I et slikt scenario er det derfor viktig at navigatøren kan navigere på “gamlemåten” hvor man ikke er avhengig av moderne datasystemer. Stoppeklokken gjør at navigatøren kan navigere på en sikker måten uten å måtte tenke på elektromagnetisk signatur som navigasjonsradarer sender ut.

1.2 Mål

Oppgaven tar utgangspunkt i å utvikle og implementere et enklere og ny løsning som vil være en støtte for navigatøren. Målet er å erstatte dagens stoppeklokke med det oppgaven omtaler som “navigasjonsklokke” eller “app”. Målet med vår alternative løsning, navigasjonsklokken, er å gi navigatøren mindre å tenke på under seilas, og dermed minimere sannsynligheten for forhastede beslutninger som videre kan resultere i farlige situasjoner. Gjennom samtale med flere navigatører ved Sjøkrigsskolen og Navigasjonskompetansesenter (NAVKOMP) ble det kommet frem til å utvikle en navigasjonsklokke i form av en applikasjon (app) til telefon og nettbrett for å nå dette.

Formålet med oppgaven er å utvikle et produkt i form av en applikasjon for å fristille navigatøren for hodebry som både enkelt og mer presist kan løses med moderne teknologi. Oppgaven er et “*proof of concept*”. Det vil si at navigasjonsklokken utvikles for å bekrefte eller avkrefte om det er et produkt som er enklere, raskere og/eller bedre sammenlignet med dagens stoppeklokke. Det langsiktige målet med oppgaven er å finne

ut om utviklet løsning er et produkt som kan være interessant for Forsvaret å videreutvikle og implementere i dagens navigasjon.

Navigasjonsklokken utviklet i forbindelse med denne oppgaven er en app som gjør det samme som dagens stoppeklokke, men den automatiserer prosesser som i dag gjennomføres ved bruk av hoderegning. Oppgaven har gitt en navigasjonsklokke tre hovedfunksjoner:

- I. en standard stoppeklokke som måler tiden fra den startes til den stoppes
- II. en funksjon til å regne ut firestrekspeiling
- III. en funksjon som regner ut tiden fartøyet vil bruke på å seile en gitt avstand med en gitt hastighet

Minimumskrav

Ta tid
Hente egen GPS-posisjon
Regne ut distanser
Teste ut på fartøy

Bør krav

Regne ut tid til kursendring

Denne oppgaven tar for seg utviklingen og implementeringen av en navigasjonsklokke i form av en app. Med utgangspunkt i nevnte målsetninger bygger oppgaven på todelt hypotese som lyder:

I) Dagens løsning for sekundær navigering på bro er tidkrevende og gir rom for menneskelige feil, og dermed lite hensiktsmessig

II) Utviklet navigasjonsløsning, et automatisert alternativ til dagens løsning, vil øke effektivitet (økt nøyaktighet og redusert tidsbruk) og redusere sannsynlighet for feil

1.3 Avgrensninger

Forsvaret er en institusjon med høy sikkerhet på sine systemer, da et angrep på Forsvarets systemer kan gi viktig etterretning til fremmede stater om våre kapabiliteter og handlingsmønstre. Det vil si at teknologisk materiell stiller høyere krav til kryptering slik at utenforstående aktører ikke lett kan få tilgang til systemene. Grunnet de høye kravene Forsvaret stiller til sikkerhet ville oppgaven fått et mye større omfang enn tiltenkt, derfor ser oppgaven vekk fra kryptering. Appen blir utviklet som et konsept for å se om en lignende løsning vil være interessant for Forsvaret å videreutvikle, og implementere inn i sin navigering som et ekstra moment for å øke sikkerheten om bord.

Vannstrømninger er noe som påvirker hastigheten til fartøyet, som igjen påvirker hvor lang tid fartøyet bruker på en gitt distanse. Navigasjonsklokken vil regne ut tiden som et fartøy kommer til å bruke fra et gitt sted til et annet. Dette tilsvarer i denne oppgaven teoretisk tid fartøyet vil bruke med en gitt fart, og det tas ikke høyde for eventuelle vannstrømninger som kan påvirke faktisk tid. Dette betyr at navigasjonsklokken bruker fart over grunn, kontra fart gjennom vann.

Det finnes produkter på markedet som passer inn under kategorien navigasjonsklokke. Når det blir referert til navigasjonsklokke i denne oppgaven refereres det til produktet som er utviklet i forbindelse bacheloroppgaven.

1.4 Struktur

Oppgaven består av 8 kapitler som er bygd opp av flere delkapitler. Oppgaven innledes med en teoridel i kapittel 2 hvor det gjøres rede for nødvendig informasjon for å gi leseren et teoretisk grunnlag for å lese oppgaven. I kapittel 3 presenteres metoden for hvordan appen er utviklet, og i kapittel 4 presenteres resultater og funn fra testing og observasjoner. I kapittel 5 drøftes funn fra utprøvingen av appen i lys av oppgavens hypoteser. Avslutningsvis konkluderes oppgaven, og referanser listes opp. Vedlagt oppgaven finnes skjemaer benyttet under datainnsamling.

2. Teori

I dette kapitlet presenteres relevant teori som brukes i oppgaven. Både det tekniske i form av programmering og matematikk, i tillegg til navigasjonsprinsipper appen skal forenkle.

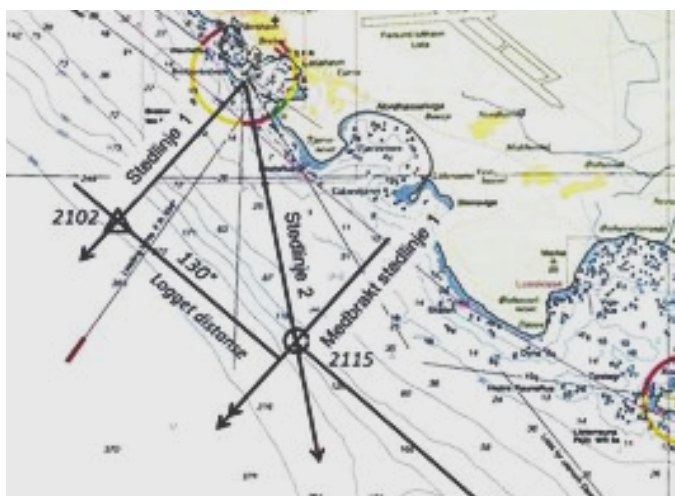
2.1 Firestrekspeiling

Firestrekspeiling er en metode hvor navigatøren bruker peileskive og stoppeklokke for å beregne sin avstand fra et gitt punkt på land. En peileskive er et instrument som navigatøren bruker for å ta ut kompassretninger om bord på fartøyet. Historisk er dette en metode som ble brukt før introduksjonen av moderne skips- og navigasjonssystemer, og metoden brukes primært hos militære navigatører i dag. Metoden brukes for å finne passeringsavstanden fartøyet har fra et fast punkt på land, også i et scenario hvor primær instrumentet, Electronic Chart Display and Information System (ECDIS), ikke fungerer og oppdraget krever at du fortsetter seilassen. ECDIS er det elektroniske kartsystemet om bord, eller primær-navigasjonssystemet. Navnet “firestrekk” kommer fra kompasskiven hvor du kan dele 90° inn i fire streker. Matematikken som brukes for å regne på denne metoden er trigonometri. Et punkt peiles når det er 45° for baugen på båten. Her starter navigatøren stoppeklokken, og holder en stø kurs til det samme punktet er tvers (90°) for fartøyet. Når punktet er tvers stopper han/hun stoppeklokken. Dette vil skape en likesidet trekant, og avstanden vil være lik distansen du har seilt mellom de to peilingene. (Kjerstad, 2011, s. 3-34)

For å finne passeringsavstanden med firestrekk trenger navigatøren tre parametere. Farten til fartøyet må være konstant, navigatøren må ta tiden på distansen som han/hun skal finne, og fartøyet må holde samme kurs. Navigatøren bruker “vei, fart og tid”-formelen for å finne passeringsavstanden. For å kunne gjennomføre dette må navigatøren ha farten til fartøyet, tiden det tok å seile fra punktet var i 45° til 90°, og at kursen var konstant gjennom perioden. Formelen for å finne fart er $S = V * T$ hvor S = strekning, V = fart (eng. *Velocity*) og T = tid (Grøn, 2018). Denne formelen fungerer ved at navigatør ganger fart med tid, hvor han/hun sitter igjen med distansen som er seilet.

Som illustrert i Figur 1 nedenfor utgjør dette en likesidet trekant hvor det står “logget distanse” på distansen som fartøyet har seilet, altså distansen instrumentene til fartøyet lager. (Universitetet i Bergen, 2020)

Figur 1 viser hvordan firestrekspeiling fungerer. Illustrert med at punktet som skal peiles er senter av farget sirkel, altså møtepunktet til “Sidelinje 1” og “Sidelinje 2”, Sirkelen i krysningpunktet til “Sidelinje 2” og “Medbrakt Sidelinje 1” illustrerer der navigatør peiler punktet i 45° og starter tiden. Trekant i krysningpunkt mellom “Sidelinje 1” og “Logget distanse” markerer at punktet er 90° for fartøy og tid stoppes.



Figur 1 - Illustrasjon av firestrekspeiling (Kjerstad, 2011, s. 3-34)

På sjøen måles fart på to forskjellige måter; fart gjennom vannet (STW) og fart over grunn (SOG). Forskjellen mellom de to måtene er at den ene handler om hvor fort fartøyet beveger seg i sjøen, mens den andre handler om hvor fort fartøyet faktisk beveger seg relativt til overflaten. STW er hastigheten til fartøyet relativt til vannet. Det vil si at instrumentene som måler hastigheten ikke tar høyde for strømninger og andre faktorer som er i vannet. Det er et lokalt instrument som måler denne farten. Dette er vanskelig for ytre makter å påvirke, og det er derfor denne fartsdefinisjonen som brukes hyppigst om bord på marinen sine fartøyer. SOG er den hastigheten fartøyet faktisk beveger seg relativt til jordens overflate. Dette vil si at hvis et fartøy seiler i 10 knop nordover samtidig som strømninger beveger seg 10 knop sørover vil fartøyet stå i ro relativt til jordoverflaten. Fartøyet henter denne dataen ved hjelp av GPS. (Kjerstad, 2011, s. 1-8)

2.3 Avstandsberegning

Utrekningen for posisjon i navigasjonsklokken, baseres på lengde- og breddegrader fra telefonens egen GPS. Den matematiske utregningen er basert på haversin, som regner ut avstanden mellom to punkter (Veness, n.d):

$$a = \sin^2(\Delta\varphi/2) + \cos(\varphi_1) \cdot \cos(\varphi_2) \cdot \sin^2(\Delta\lambda/2)$$

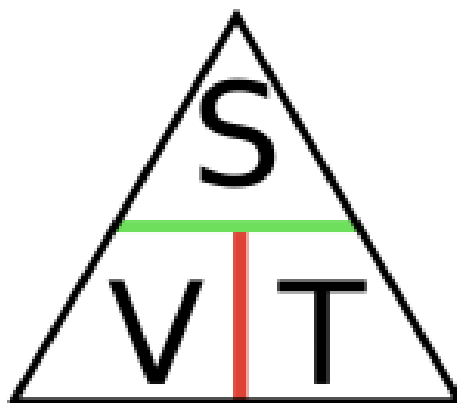
$$c = 2 \cdot \operatorname{atan}(\sqrt{a}, \sqrt{1-a})$$

$$\text{Distanse} = \text{Radius} \cdot c$$

Haversin er en metode for å regne ut korteste avstanden mellom to punkter på overflaten til en kule. φ er breddegrader og λ er lengdegrader, og referer til vinkelen fra jordens senter.

2.4 Tid til mål

Under seilas kan det være interessant for navigatøren å vite hvor lang tid de skal seile på en gitt kurs. I likhet med firestrekk-peiling er matematikken som ligger til grunn basert på vei, fart og tid-formelen, men her snur navigatøren formelen. $T = S/V$ hvor T =tiden, S =strekning og V =farten til fartøyet. Ved bruk av hoderegning må navigatøren dele strekningen (S) i nautiske mil frem til mål på antall knop (V) fartøyet seiler i. Dette gir navigatøren den teoretiske tiden, oppgitt i timer, det vil ta å seile gitt distansen.



Figur 2: Viser Vei, fart og tid-formelen (Matematikksenteret, n.d.)

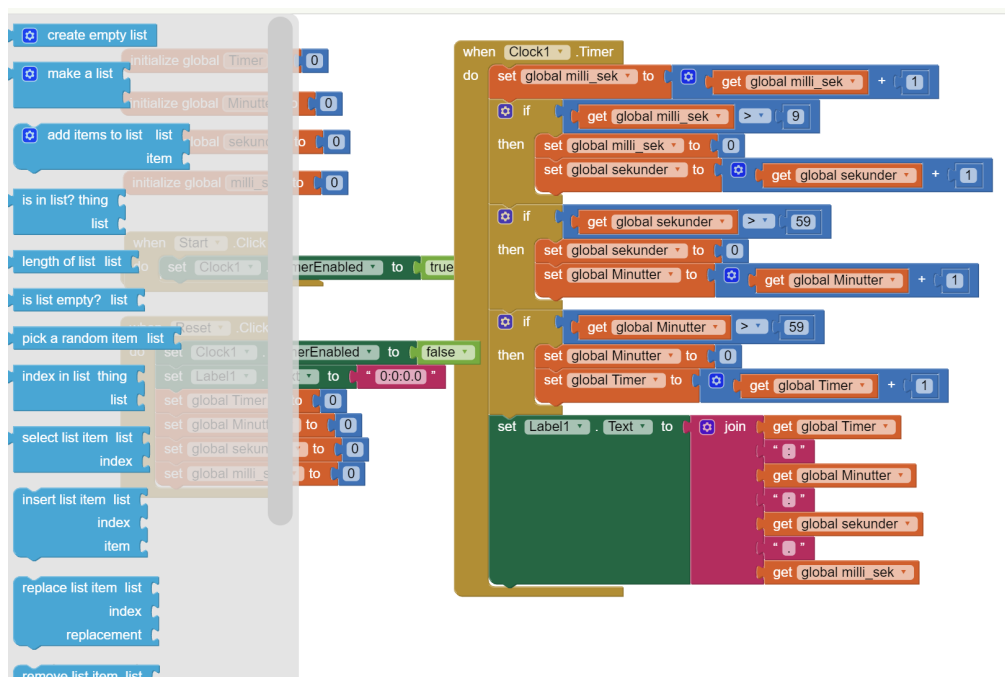
2.2 MIT App Inventor

Navigasjonsklokken er utviklet i et program som heter MIT App Inventor. Dette er en online programmeringsressurs som lar brukeren lage applikasjoner til Android-enheter. MIT App Inventor er en form for grafisk programmeringsspråk som bygger på Java som underliggende språk. Dette gjør at kan brukeren bruke programmeringslogikk til utvikle appen sin, uten å faktisk vite hvordan appen lages. Telefonen som ble brukt var en Huawei Mate 9, og en Samsung Galaxy S21.

Et eksempel på denne logikken følger under:

```
When Clock1 == true  
  
    do{if (mili_sek>9){...  
          
        }  
  
    ....  
    }
```

Figur 3 nedenfor viser et utdrag av utviklet kode i det grafiske programmeringsvinduet i MIT App Inventor.



Figur 3: Utdrag fra MIT App Inventor grafisk design vindu

Den ferdigutviklede appens brukergrensesnitt vises i Figur 4 under:



Figur 4: Brukergrensesnitt til ferdigutviklet app (navigasjonsklokken)

App Inventor ble utviklet av Google i 2010, men vedlikeholdes og videreutvikles i dag av Massachusetts Institute of Technology (MIT). Det er et gratis nettbasert program som er *open-source* og fokuserer på å gjøre programmeringen enkel og overkommelig for brukeren. *Open-source* vil si at det er snakk om et dataprogram hvor kildekode til språket er offentlig tilgjengelig, og vilkår og rettigheter sier om hvem som kan bruke og redigere programmet. (Kong & Abelson, 2019, s. 31-49)

3. Metode

I dette kapitlet vil de metodiske valgene tatt for å utforske hypotesen legges frem. Innledningsvis redegjøres det for overordnet forskningsmetode. Videre legges metode for utvikling av appen frem, etterfulgt av metoden for innsamling av data og beskrivelse av dataanalysen. Avslutningsvis presenteres noen forskningsetiske aspekter ved oppgaven.

3.1 Forskningsmetode

Utviklingen av navigasjonsklokken foregikk i to faser. Første fase gikk ut på å utvikle selve produktet som endte opp med å bli en applikasjon for smarttelefon og nettbrett. Den andre fasen er selve utprøvingen av appen hvor innsamling av data stod i sentrum.

For å utforske oppgavens hypotese og gi et helhetlig inntrykk av hvorvidt navigasjonsklokken fungerer som tiltenkt, falt valget på en kombinasjon av kvalitativ og kvantitativ forskningsmetode. Dette innebærer at innsamlet datagrunnlag består av både kvantitativ, eller numerisk, data hentet inn gjennom testing av appen og kvalitativ data, i form av observasjoner og skriftlige tilbakemeldinger hentet inn gjennom en spørreundersøkelse i etterkant av gjennomført testing.

3.2 Utvikling av navigasjonsklokken

Innledningsvis var fokuset å bli kjent med hvordan programvaren, MIT App Inventor, fungerte da det var lite kjennskap til programvaren på forhånd. Grunnen til at akkurat

dette programmet ble valgt var den enkle overgangen fra programmering til app. Selve byggingen av appen ble gjort av programmet automatisk. En kan også endre koden “live” med appen åpen og endringen vil skje umiddelbart på telefonen. På denne måten kunne funksjonene testes fortløpende. Det viste seg at programmeringsbakgrunn fra andre språk var nyttig, da det gav et solid grunnlag og overgangen derfor var mindre enn først antatt.

Brukergrensesnittet til navigasjonsklokken er presentert i figur 4. Hovedfunksjonen som testes i denne oppgaven er “4-strek”. Den fungerer på følgende måte: I det navigatøren har punktet han/hun ønsker i sin 45°, trykker han/hun på start. Når punktet er i 90° for navigatøren trykker han/hun på stopp. Da vil passeringsavstanden komme opp i NM.

3.3 Datainnsamling

Utvalget består av 15 navigatører i andreklasser på linjen Sjømilitær Navigasjon ved Sjøkrigsskolen. Det er med andre ord et strategisk utvalg der respondentene er plukket ut basert på gitte egenskaper og kvalifikasjoner relevant for oppgavens hypotese, noe som sikrer at utvalget er relevant for oppgavens formål. Hver og en av kadettene i utvalget tok så mange datapunkter som mulig gitt skolefartøyets plassering, instruksjoner fra Skipssjef om bord, samt tiden de hadde tilgjengelig. Totalt består datagrunnlaget av 53 datapunkter med stoppeklokke og 55 med appen.

Datagrunnlaget i denne oppgaven består av primærdata, altså data samlet inn spesifikt for denne oppgaven, og annen forkunnskap som var relevant for utviklingen av applikasjonen og innsamling av data, for eksempel kunnskap om militær navigasjon. Kvantitativ data er samlet inn gjennom testing av utviklet løsning og målinger av dette under fire seilas om bord på skolefartøyene KNM Nordnes og KNM Kvarven 09. og 10. november. Øvrig data er samlet inn gjennom observasjoner av kadettene under testing av appen om bord, samt skriftlige tilbakemeldinger fra kadettene i etterkant av testing. Se skjemaer benyttet til datainnsamling i Vedlegg 1 og 2.

Data samlet inn under seilasen ble i etterkant av innsamlingen satt i system. Den kvantitative dataen ble skrevet ned fortløpende, men observasjonene til observatørene ble skrevet ned i etterkant for å få et helhetlig bilde. Det ble da spesielt lagt fokus på tidsbruk for også å dekke dette aspektet.

3.3.1 Testing av navigasjonsklokke

Innsamlingen foregikk på to måter. Dag én var det navigatøren som brukte appen og en annen kadett som brukte stoppeklokke og hoderegning. Siden dette var et “normalt” seilas viste det seg at det ikke kunne samles inn mange datapunkter på denne måten. Navigatørene hadde et oppsatt program med sine spesifikke øvingsmål som gjorde testingen av navigasjonsklokken ble nedprioritert som resulterte i at færre avstander ble tatt ut ved hjelp av navigasjonsklokken. . Dag to ble metoden endret slik at kadetten som navigerte ikke var han/hun som brukte appen. Kadetten som seiler under opplæring har et rulleringssystem slik at det til enhver tid er en som har hviletid. Det var denne navigatøren som dag to brukte både stoppeklokke og navigasjonsappen. På denne måten var det mulig å ta vesentlig flere datapunkter, og dette uten å forstyrre de kadettene som holdt på med sin navigasjonsutdanning. Navigatøren som hadde hviletid, har samme kompetansen som de resterende navigatørene.

Datagrunnlaget i oppgaven består av data samlet inn under fire seilas med skolefatøyene over to dager. Innsamling av data foregikk to fartøy parallelt for å få samlet inn så mye data som mulig, med en observatør til stede på hvert fartøy. Det ble gjort tester av nøyaktighet, og avvik fra faktisk distanse. Dataene ble samlet inn ved å observere navigatørene bruke både appen og de tradisjonelle metodene med stoppeklokke og hoderegning. Målingene med app og stoppeklokke ble tatt parallelt for å sikre samme standpunkt. ECDISen om bord ble brukt som “fasit” og alle feilmarginer på kalkuleringer ble beregnet som avvik fra denne standarden. Figur 5 under viser hvordan dataen så ut da den ble samlet inn.

Kadett #:		
Stoppeklokke	App	Fasit
0,12	0,13	0,12
0,12	0,11	0,07
0,18	0,19	0,21
0,1	0,09	0,09
0,32	0,03	0,04
0,21	0,21	0,18
0,12	0,13	0,12

Figur 5: Eksempel på data fra en navigatør

Nøyaktigheten til navigatørene er beregnet ut i fra variansen og standardavviket til dataen. Dette fører til at varierende observasjoner i motsatt retning ikke kansellerer hverandre, altså tar variansen høyde for spredning av datapunktene. Kort forklart innebærer dette at to motsatt rettede målinger av distanse kan ha samme gjennomsnitt, men det ene settet kan være mye bedre enn det andre hvis avstanden til null er mindre.

3.3.2 Spørreundersøkelse

For å oppnå en virkelighetsnær analyse ble det i tillegg til kvantitativ data benyttet kvalitativ data fra testpersoner. Navigasjonskadettene i SMN 20-23 som deltok i testingen av navigasjonsklokken fikk utlevert et spørreskjema under seilasen. Hensikten med dette var å få tilbakemeldinger på appen mens kadettene tanker, erfaringer og generelle inntrykk fortsatt satt friskt i minnet. Tilbakemeldingene fra testpersonene oppfattes som kritisk i søken om et slikt produkt er verdig å videreutvikles, og eventuelt implementeres som et standard produkt i Sjøforsvaret. Fullstendig spørreskjema er vedlagt oppgaven.

3.3.3 Observasjon

I tillegg til spørreundersøkelsesdataen baserer kvalitativt datagrunnlag seg også på observasjoner gjort under seilasene 09. og 10. november. Fokus her var hvor raskt testpersonene klarte å ta i bruk appen, om det var raskere å bruke app fremfor standardmetoden, samt om brukerfeil oppstår og om disse eventuelt skapte problemer.

Observasjonene gav indikasjoner på hva som fungerer med appen, samtidig som det gav innblikk i hva som eventuelt ikke fungerer. De gav også et bedre utgangspunkt for å tolke resultatene fra spørreundersøkelsen.

3.4 Dataanalyse

Den kvantitative dataen ble bearbeidet ved bruk av Google Sheets hvor differansen i nøyaktigheten til stoppeklokke og navigasjonsklokken ble beregnet ut ifra differansen i avstand mellom stoppeklokke og navigasjonsklokken til ECDIS. Verdiene for standardavviket, gjennomsnittet, variansen og p-verdiene ble videre hentet ut. I tillegg ble det laget grafer for å illustrere dataen.

Videre ble det utført en tematisk analyse av den kvalitative dataen hvor svarene fra hvert spørsmål i spørreundersøkelsen, og observasjoner fra seilasene ble sammenfattet basert på tematikk som gikk igjen.

3.5 Forskningsetikk

Det er tatt hensyn til gjeldende etiske og lovpålagte prinsipper for behandling av persondata i oppgaven. For behandling av all forskningsdata må det søkes om tillatelse gjennom Norsk senter for forskningsdata (NSD). NSD er et nasjonalt forsknings arkiv som jobber med å utvikle, forvalte og drifte for å sikre at all forvaltning av forskningsdata skjer på en sikker måte som ivaretar involvertes sikkerhet og rettigheter. I praksis betyr dette at forsker må søke til NSD der han/hun legger frem hva forskningsprosjektet handler om, hvem som er ansvarlige, hva slags persondata som skal behandles og hvordan den skal behandles. NSD ettergår dataen som blir sendt inn, og videre bekrefter eller avkrefter om måten er sikker nok til å behandle beskrevet data. Utfallet av dette gjør at sikkerheten og kredibiliteten til både forsker og forskningsobjekt sikres. (*Norsk Senter for Forskningsdata*, n.d.)

Referansenummeret på NSD-søknaden til dette prosjektet er 691192, og søknaden ble godkjent 29.10.2021. I etterkant av prosjektet vil all persondata som er samlet inn bli makulert for å sikre prosjektet sin kredibilitet og testpersonene sitt personvern.

4. Resultater

I dette kapittelet vil oppgavens funn, basert på innsamlet kvantitativ og kvalitativ forskningsdata om navigasjonsklokken legges frem. Innledningsvis legges hovedfunn fra spørreundersøkelsen og observasjoner frem, der opplevelsen til testpersonene ved bruk av appen presenteres. Videre legges hovedfunn fra innsamlet kvantitativ data frem, der differansen ved bruk av appen og dagens løsning presenteres.

Datasettet består av av 56 og 59 datapunkter fra henholdsvis stoppeklokken og navigasjonsklokken, i tillegg til observasjoner og skriftlige tilbakemeldinger fra testpersonene. Dataen er generert av et utvalg bestående av 15 kadetter.

4.1 Hovedfunn fra spørreundersøkelse og observasjoner

Hovedfunnene fra spørreundersøkelsen og gjennom observasjoner handler overordnet om tidsbesparelser, mangel på kontrollfunksjon, samt økt overskudd ved bruk av utviklet navigasjonsklokke. Resultatene fra spørreundersøkelsen og observasjonene viser i stor grad til oppgavens hypotese, men funnene viser også til momenter som går utover hypotesen og som ikke ble tenkt på i forkant.

4.1.1 Tidsbesparelser

Ved å observere navigatørene i arbeid var det tydelig at hoderegningene tok tid. Uten kvantitativ data på dette ble det observert stor variasjon i tiden fra utregningen startet til navigatøren kunne komme med et konkret svar. Testpersonene brukte ofte lang tid, opp mot 30 sek. Enkelte ganger ble tabell brukt som hjelpemiddel for å regne ut tiden, der navigasjonsklokken kom med svaret umiddelbart. Videre ble det også observert ved enkelthendelser at navigatøren måtte forkaste hele firestreken fordi det ikke var nok tid til å fullføre beregningen før det skjedde noe nytt. Flere av navigatørene nevner i etterkant gjennom spørreundersøkelsen at navigasjonsklokken effektiviserer prosedyrene på bro, som gjør at navigatøren kan bruke den tiden som han/hun har spart til noe annet. Opplevelsen av besparelse av tid ved å bruke navigasjonsklokken

poengteres i utsagn som:

“Ja, jeg ville foretrukket å bruke en lignende løsning med tanke på besparing av tid og kapasitet som navigatør”

Gjennom gjentatte observasjoner viser det seg at navigasjonsklokken er med på å gjøre avstandsberegningene på en effektiv måte, noe som også bekreftes i spørreundersøkelsene i etterkant. Her er det flere av navigatørene som trekker frem at det ved hjelp av navigasjonsklokken er lettere å finne ønsket avstand. De får svaret på en effektiv måte, og det nevnes av flere at det er en avstand som de sannsynligvis kan stole på da teknologi sjeldent tar feil. Det blir nevnt i en av spørreundersøkelsene at teknologien også kan ta feil, hvor navigasjonsklokken viste et annet svar enn det ECDIS viste. Dette skjer ved et par enkelthendelser.

4.1.2 Mangel på kontrollfunksjon

Et negativt funn som fremkom gjennom spørreundersøkelsene, er navigatørens mangel på en kontrollfunksjonen. Testpersoner gir uttrykk for dette gjennom tilbakemeldinger som:

“Et bra system å implementere i prosedyrene for en navigatør, men det kan være enkelt å havne i en bekreftelsesfelle og stole blindt på systemet. Hoderegning øker aktsomheten til navigatøren.”

“Lite kontrollfunksjon. Hadde vært bedre med en stoppeklokke parallelt for å kunne kontrollere og dobbeltsjekke systemet.”

Det nevnes at det ved bruk av kun moderne teknologi er det for å havne i en bekreftelsesfelle hvor navigatøren kan tenke at appen alltid har rett. Andre tilbakemeldinger fra spørreundersøkelsen sier at analoge knapper vil gi mer kontroll til navigatør, fremfor en berøringsskjerm på en smarttelefon eller nettbrett. I tillegg nevner enkelte at hoderegning ved firestrekk gir gode overføringsverdier til andre områder hvor

navigatoren bruker hoderegning. Eksempelvis kan dette gjelde for beregning av tid som gjenstår til fartøyet skal gjøre en kursendring. Ved å beherske firestrekk godt vil kontrollen antageligvis bli generelt bedre om bord.

4.1.3 Økt overskudd

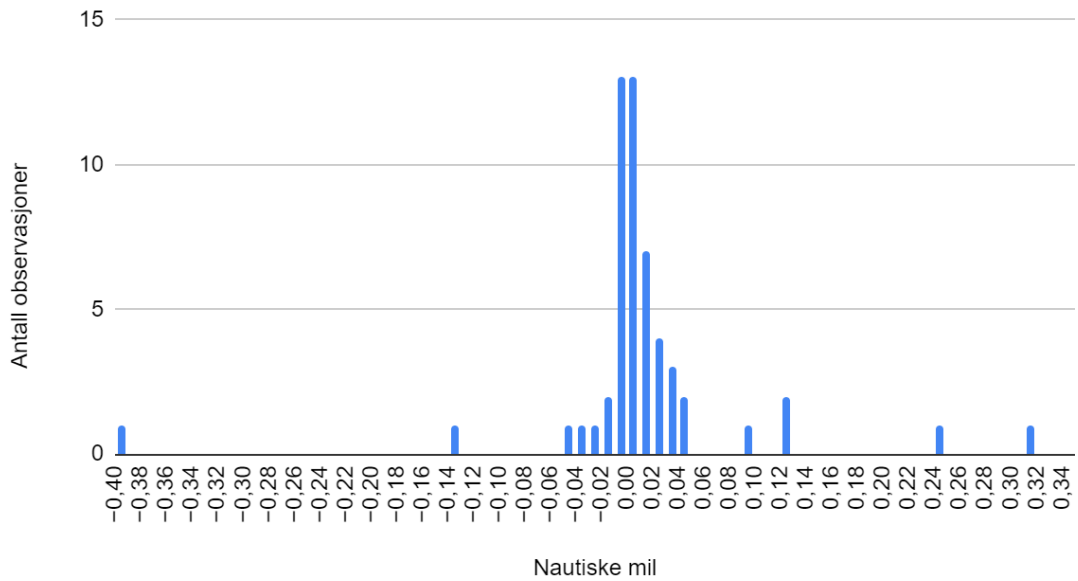
Er sentral og markant punkt, som både kommer frem i undersøkelsen og ved observasjon av majoriteten av navigatorene som tester navigasjonsappen, er det økte overskuddet de opplever under seilaset. De beskriver at de til enhver tid opplever det lettere å få med seg hva som skjer rundt fartøyet. Dette kombinert med funn nevnt i avsnittene ovenfor gjør at navigatoren får gjort mer på kortere tid. Navigatoren blir avlastet for arbeid slik at både det mentale og fysiske overskuddet oppleves å øke betydelig. En uttalelse som eksemplifiserer dette er:

*“Ja, jeg ville foretrukket å bruke en lignende løsning. Det gir mer overskudd.
Mennesket gjør feil, det gjør ikke teknologi som blir brukt riktig.”*

4.2 Appens nøyaktighet

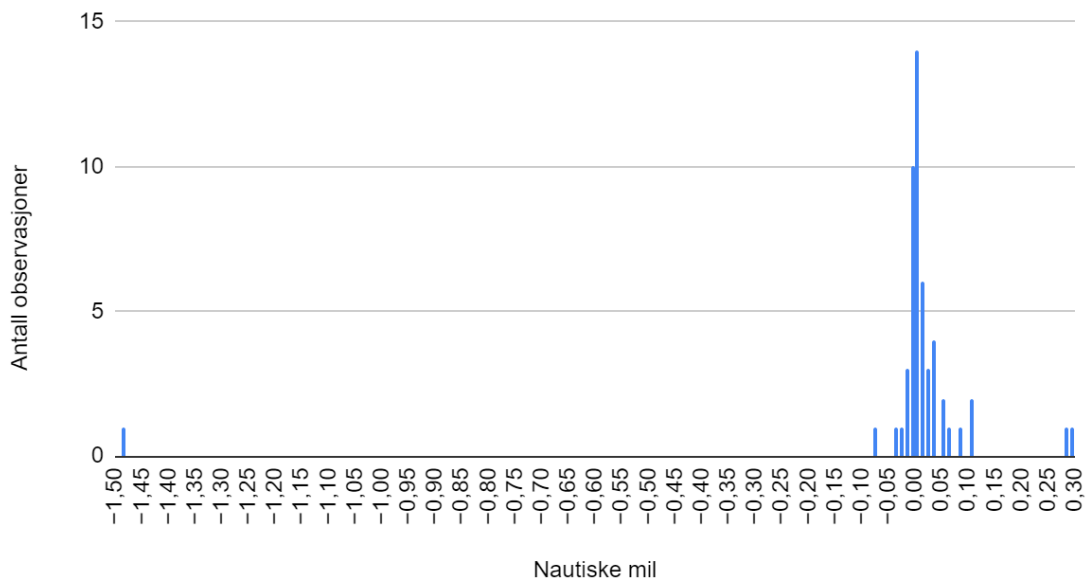
Kvantitativ data samlet inn gjennom målinger av kadettene mens de testet ut appen er presentert i to histogrammer, i figur 6 og figur 7, nedenfor. X-aksen viser antall nautiske mil fra ECDISens målinger med de to metodene beskrevet i 3.3.1 *Testing av navigasjonsklokken*, og y-aksen er antall observasjoner innenfor de gitte intervallene.

Differanse mellom app og ECDIS



Figur 6: Fordeling av datapunkter for avviket mellom navigasjonsklokken og ECDIS

Differanse mellom stoppeklokke og ECDIS



Figur 7: Fordeling av datapunkter for avviket mellom stoppeklokke og ECDIS

De statistiske verdiene for datasettet er presentert under i figur 8. Tabellen lister opp gjennomsnittet, standardavviket og variansen til de to histogrammene fremstilt i figur 6 og 7 ovenfor, presentert med antakelsen om at de er normalfordelt.

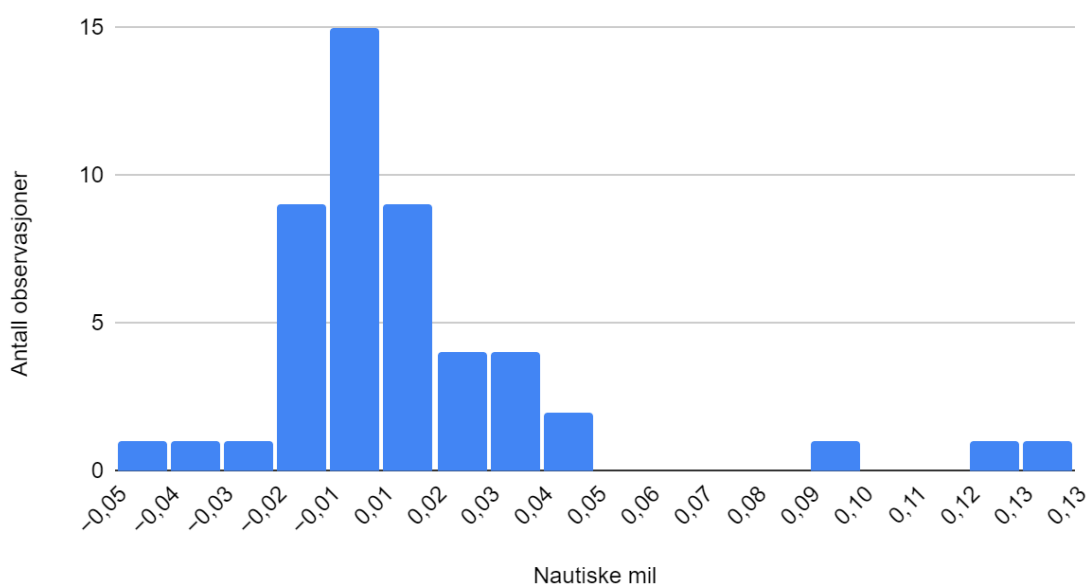
	Differanse stoppeklokke	Differanse navigasjonsklokke
Gjennomsnitt	-0,0103	0,0089
Standardavvik	0,2162	0,0839
Varians	0,0467	0,0070

Figur 8: Verdiene for gjennomsnitt, standardavvik og varians for stoppeklokken og navigasjonsklokken

P-verdien for sammenligning av datasettet for stoppeklokken og navigasjonsklokken med null-hypotese om at de er like på 0.55.

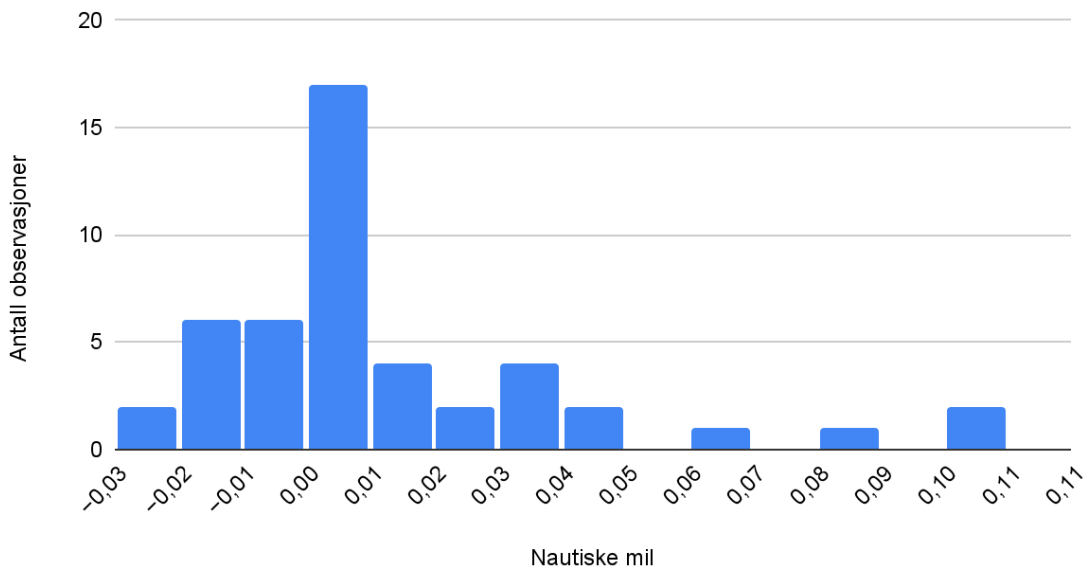
Videre fremstilles funn hvor de tre mest ekstreme datapunktene fra begge datasettene er fjernet. Hensikten er å se om noen få ekstremverdier eller utliggere har påvirket dataen på noen måte. I figur 9 og 10 under blir denne dataen presentert i form av to histogrammer.

Differanse mellom app og ECDIS



Figur 9: Fordeling av datapunkter, uten ekstreme verdier, for avviket mellom navigasjonsklokken og ECDIS

Differanse mellom stoppeklokke og ECDIS



Figur 10: Fordeling av datapunkter, uten ekstreme verdier, for avviket mellom stoppeklokken og ECDIS

De statistiske verdiene for datasettet uten utliggere er lagt ved i figur 11. I figuren kan man se gjennomsnittet, standardavviket og variansen til de to histogrammene i figur 9 og 10 presentert med en antakelse om at de er normalfordelt.

	Differanse stoppeklokke	Differanse navigasjonsklokke
Gjennomsnitt	0,0107	0,0102
Standardavvik	0,02921	0,0307
Varians	0,0008	0,0009

Figur 11: Verdiene for gjennomsnitt, standardavvik og varians for stoppeklokken og navigasjonsklokken når ekstremverdiene er fjernet

P-verdien for sammenligning av de to fordelingene uten ekstremverdier med null-hypotese om at de er like er på 0.94.

4.3 Oppsummering av hovedfunn

Totalt sett oppleves appen som et ønsket hjelpemiddel under navigeringen. Ut i fra testingen blir det gjort en rekke med positive funn, men også noen negative som ikke var forutsett. Navigasjonsklokken med på å spare tid for navigatøren på bro. Appen var både mer effektiv til å beregne avstander og gav et større overskudd til navigatøren under seilaset. Men samtidig var navigatørens opplevelse av kontrollfunksjonen mindre.

Hovedfunnene i den kvantitative dataen er at appens nøyaktighet er tilsvarende nøyaktigheten til ECDIS, og at navigasjonsklokken ser ut til å ha færre utliggere. Hovedfunnene fra de kvalitative resultatene er økt overskudd, større kapasitet, tiden navigatørene sparer, men også at enkelte sitter igjen med en lavere følelse av kontroll etter bruk av navigasjonsklokken.

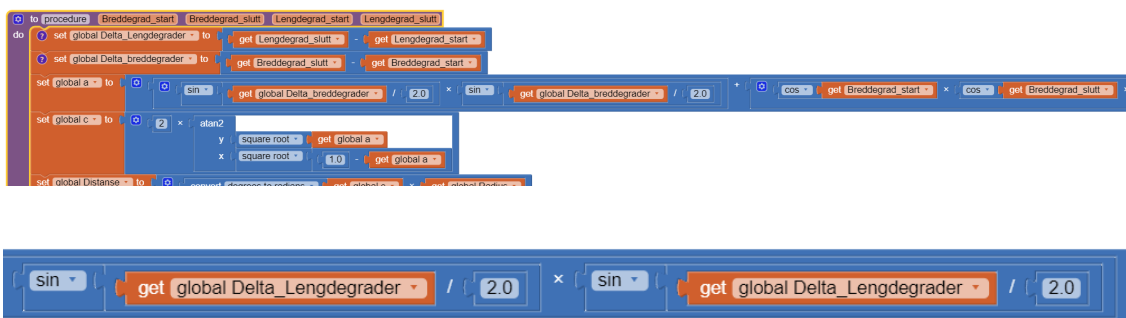
5. Diskusjon og drøfting

Dette kapittelet diskuterer og drøfter valgene som ble gjort i utviklingen av navigasjonsappen, validiteten til dataene, i tillegg til hovedfunn presentert i *Kapittel 4 Resultater*. Sistnevnte vil drøftes i lys av oppgavens todelte hypotese:

- I) Dagens løsning for sekundær navigering på bro er tidkrevende og gir rom for menneskelige feil, og dermed lite hensiktsmessig
- II) Utviklet navigasjonsløsning, et automatisert alternativ til dagens løsning, vil øke effektivitet (økt nøyaktighet og redusert tidsbruk) og redusere sannsynlighet for feil

5.1 MIT App Inventor som programvare

Den største utfordringen under utviklingen av appen var beregningene knyttet til firestrekk. MIT App Inventor er et svært oversiktlig program, men når det skal skrives lengre matematiske formler faller de fleste av fordelene bort. Formlene blir lange og uoversiktlige noe som gjorde det frustrerende å feilsøke 4-strek-matten da appen ikke fungerte som den skulle i starten. I figur 11 er utfordringen med de lange matematiske formlene illustrert.



Figur 12: Eksempel på uoversiktlig formel i MIT App Inventor

Det viste seg at det ikke var matematikken direkte som var problemet. I de første forsøkene ble posisjonen regnet om til radianer *før* dataen ble satt inn i sinus- og cosinusfunksjonene. Dette var en ukjent hindring i MIT App Inventor. Programmet kunne ikke regne med disse funksjonene i radianer. Siden dette ikke var kjent gav de

første versjonene av navigasjonsklokken merkelige resultater uten at det var noen åpenbar grunn. Dette skapte stor frustrasjon før det ble oppdaget. Utover dette var det ingen større utfordringer knyttet til programmeringen.

Sett under ett var MIT App Inventor en egnet programvare for hensikten med å utvikle en app, og videre teste ut våre hypoteser. Programmet har begrensninger innen utforming av appen, men er likevel tilstrekkelig for formålet med denne oppgaven. Dersom navigasjonsklokken skal videreutvikles vil det være naturlig å velge et annet program med flere og større muligheter for brukervennlighet, integrering av maskinvare og eventuelle andre funksjonaliteter som ikke er blitt utforsket i dette arbeidet.

5.2 Datasettets validitet

Datasettet består av av 56 og 59 datapunkter fra henholdsvis stoppeklokken og navigasjonsklokken, i tillegg til observasjoner og skriftlige tilbakemeldinger fra testpersonene. Dataen er generert av et utvalg bestående av 15 kadetter, noe som er et begrenset antall. Å bruke flere navigatører i testingen hadde vært ønskelig, men tilgjengelig tid og ressurser tillot ikke dette. Det må likevel påpekes at antall datapunkter og kvalitativ innsikt er tilstrekkelig nok til å gi en godt nok grunnlag for å ta stilling til oppgavens hypotese, samt gi en god indikasjon på om løsningen er verdt å videreutvikle eller ikke.

5.1 Navigasjonsklokkens nøyaktighet

All kvantitativ data som ligger til grunn for oppgavens datasett bruker kartplotteren, ECDIS, om bord som fasit. Kartplotteren er også et instrument som brukes av mennesker, noe som innebærer at feil ved målinger og avlesninger kan forekomme der også i likhet med utviklet navigasjonsklokke.

P-verdien på 0.55 indikerer at dataen for stoppeklokken og navigasjonsklokken kommer fra samme fordeling. En standard i statistisk analyse er å forkaste nullhypotesen hvis p-verdien er under 0.05. (SNL, 13.02) P-verdien ved fordelingene indikerer at de to metodene er like nøyaktige. Det er positivt, siden stoppeklokke og

hoderegningsmetoden brukes i dag, noe som vil si at den anses som nøyaktig nok for bruk om bord på fartøy.

Slik tidligere nevnt, tar denne oppgaven tar som utgangspunkt å lage et *proof of concept*. Det er lagt en begrenset mengde ressurser i utviklingen av navigasjonsklokken, og det er derfor rimelig å anta at dette ikke er den absolutt beste løsningen. Med mer tid og ressurser tilgjengelig vil det derfor trolig være mulig å utvikle en navigasjonsklokke som er enda bedre enn appen som er testet ut i denne oppgaven.

Tar en for seg dataen hvor ekstremverdiene er fjernet ser en at trenden om antatt likhet enda tydeligere. Ved å fjerne de mest ekstreme verdiene er dataene til de to fordelingene praktisk talt like, noe som er tydelig ved å se på p-verdien til de to datasettene. Dette indikerer at metodene er like nøyaktige. Grunnen til at verdiene ble fjernet var for å minimere risikoen for at noen få ekstreme verdier ødelegger det totale datasettet, enten ved å gjøre dataen likere eller mer forskjellig enn datasettene egentlig er.

Ved å fjerne ekstremverdiene fra datasettet ser en at fordelingene til dataen fra stoppeklokken og navigasjonsklokken blir ekstremt like, presentert i figur 11. Dette innebærer at indikasjonen om likhet fra tidligere analyse underbygges ytterligere. Det betyr derimot ikke at ekstremverdiene ikke har en verdi i analysen. Ved å se på dataen ser en at stoppeklokkeløsningen som brukes i dag har flere og mer ekstreme utliggere. Denne reduksjonen av ekstreme verdier må sees på som et positivt argument for å videreutvikle en lignende løsning. Det er nærliggende å anta at det ikke er så farlig at navigasjonsklokken er noen få meter, eller like nøyaktig som hoderegning. Det faktum at hoderegning fort kan gi ekstreme utslag er farligere, da få store feil kan være farligere enn mange små. På det meste bommet en navigator med 1.49 NM ved bruk av hoderegning. Det er svært mye.

5.2 Opplevelse av navigasjonsklokken

Resultatene fra spørreundersøkelsen gav fire hovedfunn som fikk hovedfokus i videre arbeid. Utvalget mente at bruk av navigasjonsklokken fører til tidsbesparelser, den gir effektiv avstandsberegning, gir økt overskudd til navigatøren, men at den samtidig medfører begrenset kontrollfunksjoner for navigator og mannskapet på bro.

Oppgavens innledende hypotese påstår at “*Dagens løsning for sekundær navigering på bro er tidkrevende og gir rom for menneskelige feil, og dermed lite hensiktsmessig.*” Ser en resultatene i lys av hypotesen er det tydelig at navigasjonsklokken sparer navigatøren for mye tid. Som tidlig antatt, derav ordlyden på hypotesen, er det innen tidsdomenet navigatørene opplever mest nytte ved bruk av navigasjonsklokken, og derfor oppnår økt overskudd. Dette blir sett gjentatte ganger både gjennom observasjoner, i tillegg til å bekreftes gjennom spørreundersøkelsen i etterkant. Navigatørene ser en klar nytte av navigasjonsklokken, da utvalget trekker frem tiden de sparer som det de vokter tyngst. Navigasjonsklokken er en klar effektivisering i hvordan en kan regne firestrekk sammenlignet med hvordan dette gjøres i dag; med stoppeklokke og hoderegning.

Beveger en seg over til avstandsberegningen, og ser på om den er effektiv og gir ut riktige avstander, vises større splittelse i utvalget. På den ene siden kan en se at enkelte nevner at navigasjonsklokken kom med enkeltfeil her og der. Dette kan skyldes flere ting. Det kan skyldes brukerfeil hvor navigatøren trykker feil i appen når han/hun skal ta ut avstanden, eller trykker gjentatte ganger på start/stopp-knappen slik at appen oppdaterer seg på feil sted. Det kan også skyldes feil med programmeringen i appen som resulterer i feilaktig avstandsberegning. På den andre siden kan en se at flere av navigatørene som tester produktet sitter igjen med et positivt inntrykk hvor de opplever at appen gir ut riktig avstand svært effektivt. Det nevnes likevel at navigatørene har tillit til appen, og at den sannsynligvis gir riktig svar fordi moderne datamaskiner sjeldent tar feil.

Ser en over til kontrollfunksjonen i sekundær navigeringen kommer det frem at den oppleves lav slik navigasjonsklokken er per i dag. Det nevnes at en kan havne i en bekreftelsesfelle hvor navigatøren ender opp med å stole for mye på navigasjonsklokken. En påstand er at navigasjonsklokken vil gjøre at navigatøren ikke får samme forhold til avstander, og den intuitive følelsen for om en avstand er riktig minimeres. Regner en navigatør ofte på firestrekk, og de samme verdiene går igjen, vil navigatøren igjen utføre regnestykke raskere. Han/hun vil også som et resultat sitte igjen med erfaring som intuitivt sier om avstanden er korrekt.

Navigatører vil over tid kunne utføre regnestykket raskere, og opparbeide seg en intuisjon og erfaring for beregningen av firestrekk. På den ene siden kan en si at dette er

en erfaring navigatøren ikke vil sitte igjen med ved bruk av navigasjonsklokken. Ved å ikke måtte regne på avstandene selv vil ikke navigatørene sitte igjen med et forhold til tallene. Avstandene blir kun tall som vedkommende merker seg etter å ha sett de på en skjerm. På den andre siden kan en nevne at kontrollen navigatøren gjerne ønsker å sitte igjen med etter firestrekk ikke er nødvendig, gitt at navigasjonsklokken fungerer som den skal. Blir produktet videreutviklet til et punkt hvor den fungerer uten feil, tilsvarende en vanlig kalkulator, kan en stole på at produktet genererer riktig avstand. Da vil en likevel sitte igjen med kontrollfølelsen som sekundær navigeringen skal gi.

Det blir nevnt i tidligere avsnitt at moderne datamaskiner sjeldent tar feil. At datamaskiner er bedre til å regne enn mennesker er ingen hemmelighet. Gitt at et program ikke har feil i koden vil den alltid gi et korrekt svar, mens mennesket har større sjanse for å gjøre feil, spesielt dersom flere faktorer blir koblet inn. Men samtidig er ikke utviklet produkt feilfri, som kan refereres til flere enkelthendelser under testingen. Det er hendelser som dette en navigator må være observant på. Å utvikle en prosedyre hvor navigator bruker navigasjonsklokken som en standard, men også bruker stoppeklokke og hoderegning med jevne mellomrom kan være en tanke for fremtidig bruk. En løsning kan være at navigasjonsklokken eksempelvis blir et standard produkt som benyttet om bord og firestrekk ved hoderegning utgår, men at navigatøren tar hver femte firestrekk manuelt for å bekrefte eller avkrefte at teknologien stemmer. Det kan tenkes at et slikt system både vil øke effektiviteten på bro, men i også gi navigatøren bedre kontroll under seilaset.

Noe av det som skaper usikkerhet rundt navigasjonsklokken, som bidrar til å senke navigatørens opplevelse av kontrollen, er fraværet på fysiske knapper. Ved bruk av fysiske knapper vil navigatøren få en bedre følelse når han/hun starter og stopper klokken, samtidig som at navigatøren kan holde blikket opp og frem helt til resultatet er klart. Ved bruk av dagens løsning, med app til smarttelefon og nettbrett, er det enklere å trykke feil på berøringsskjermen uten at en legger merke til det selv, før det er for sent. I tillegg vil fysiske knapper trolig være mer brukervennlig i dårlig vær. Det vil være lettere å finne frem til riktig knapp når det er noe fysisk navigator leter etter.

Resultatene viser at det er tydelig at utvalget opplever et økt overskudd ved bruk av navigasjonsklokken sammenlignet med standardmetoden. En kan se at navigatøren får

mindre å tenke på når han/hun bruker navigasjonsklokken. Det kan trekkes frem klare tilfeller hvor bruk av navigasjonsklokken ville medført at arbeid ikke ble forkastet. Eksempelvis oppstod det flere hendelser hvor firestrekk måtte forkastes av navigatør fordi noe annet dukket opp i operasjonsrommet som måtte prioriteres. Hadde navigatøren brukt navigasjonsklokken i en slik situasjon, kan en argumentere for den firestreken ikke hadde blitt forkastet. Navigatøren ville da brukt mindre krefter på å finne ønsket avstand.

Resultatene viser at fysisk og mentalt overskudd økte hos navigatøren ved å bruke navigasjonsklokken. Her kan en trekke linjer opp mot den reduserte arbeidsmengden og til dels arbeidspresset navigatøren får ved bruk av appen. På den ene siden kan en argumentere for at når navigatøren slipper å regne firestrekk på standardmetoden, får svaret opp foran seg på en skjerm, og oppnår et mentalt og fysisk overskudd som et resultat grunnet lavere arbeidspress. På den andre siden gir standardmetoden for firestrekk overføringsverdi til andre prosedyrer hvor navigatøren må bruke hoderegning. Som for eksempel når navigatøren skal regne ut tiden som gjenstår til neste kursendring. Her vil navigatøren få overføringsverdi med hoderegning fra firestrekk, og igjen gjøre at navigatøren er mer "påskrudd" overfor andre momenter i navigeringen.

5.3 Observasjoner

Navigatørene ble observert under seilasen som en tredje fasett i datainnsamlingen. Her ble det gjort flere interessante observasjoner, der den første var tidsbruken. Det var enkelte ganger testpersonene klarte å regne ut passeringsavstand relativt fort, men vesentlig tregere enn navigasjonsklokken, som gjorde samme jobb umiddelbart. Likevel tok hoderegningen ofte lang tid. Under enkelte gjennomføringer tok det opp mot 30 sekunder, som innebærer at verdien navigatøren får ut å bli mindre verdifull fordi den er utdatert. Dette er et avgjørende argument for at navigasjonsklokkeløsningen presentert i denne oppgaven er interessant for Forsvaret.

Navigatørene bruker tabeller som bistand med å regne ut avstander. Dette er et godt hjelpemiddel, men det forutsetter at du kjører nøyaktig den farten tabellen er laget for. Det er også en operasjon som tar øynene til navigatøren vekk fra omgivelsene og andre instrumenter. Navigasjonsklokken vil kunne løse dette ved å umiddelbart gi det korrekte

svaret. På denne måten øker oppmerksomheten til navigatørene til å utføre andre oppgaver.

Når en passeringsavstand skal taes ut er det fordi navigatøren trenger denne informasjonen. Det er derfor problematisk når forsøk må forkastes av ulike grunner. Dette skjedde opptil flere ganger i løpet av testingen, enten på grunn av en fartsendring eller fordi navigatøren ikke hadde overskudd til å regne ut avstanden. Dette er et ytterligere argument for navigasjonklokken, da denne utfører slike operasjoner automatisk.

6. Konklusjon

Denne oppgaven har sett på muligheten for å utvikle en sekundær navigasjonsløsning på Sjøforsvarets fartøy. Løsningen presentert i denne oppgaven, en navigasjonsklokke i form av en applikasjon, har vist et stort potensial da alle data indikerte lik eller bedre nøyaktighet ved kalkuleringen og overskudd til navigatørene.

Opgaven er bygget på en todelt hypotese:

I) Dagens løsning for sekundær navigering på bro er tidkrevende og gir rom for menneskelige feil, og dermed lite hensiktsmessig

II) Utviklet navigasjonsløsning, et automatisert alternativ til dagens løsning, vil øke effektivitet (økt nøyaktighet og redusert tidsbruk) og redusere sannsynlighet for feil

Kobles oppgavens funn opp mot hypotesen kan en konkludere med at navigasjonsklokken bekrefter del I grunnet opplevd tidsbesparelse og økt overskudd ved bruk av appen sammenlignet med dagens metode. I tillegg kan del II av hypotesen bekreftes da kvalitative funn tilsier at navigatørene opplevde økt effektivitet og redusert tidsbruk ved bruk av utviklet løsning, samt delvis bekreftes da nøyaktigheten er lik ved bruk av app og hoderegning. Totalt sett bekrefter oppgavens funn opprinnelige antakelser og understreker behovet for en automatisert sekundær navigeringsløsning på bro.

Navigasjonsklokken utviklet i forbindelse med denne oppgaven har vist at en slik løsning vil kunne være jevnbyrdig eller utkonkurrere dagens løsning med stoppeklokke og hoderegning på samtlige av områdene den ble testet innen.

Vi anbefaler derfor at Forsvaret, gjerne gjennom en bacheloroppgave ett av de kommende årene, videreutvikler utviklet løsning. Navigasjonsklokken i denne oppgaven er et såkalt *proof of concept*. Konseptet er blitt testet ut, og har gitt positive resultater, men dersom produktet skal implementeres og tas aktivt i bruk på norske fartøyer gjenstår det fremdeles arbeid med videreutvikling av appen.

7. Referanseliste

Grøn, Ø. (2018, 11 10). *fart – fysikk – Store norske leksikon*. Store norske leksikon.

Retrieved December 3, 2021, from https://snl.no/fart_-_fysikk

hypotesetesting – Store norske leksikon. (2021, March 4). Store norske leksikon.

Retrieved December 9, 2021, from <https://snl.no/hypotesetesting>

Kjerstad, N. (2011). *Navigasjon for maritime studier* (2. utgave ed.). Tapir Akademisk Forlag.

Kong, S.-C., & Abelson, H. (Eds.). (2019). *Computational Thinking Education*.

Springer Singapore.

https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-981-13-6528-7_3

Matematikksenteret. (n.d.). *Vei, fart og tid*. Matematikk.org. Retrieved December 6,

2021, from <https://www.matematikk.org/side.html?tid=217503>

Om NSD - Norsk senter for forskningsdata. (n.d.). NSD. Retrieved November 26, 2021,

from <https://www.nsd.no/om-nsd-norsk-senter-for-forskningsdata/>

Universitetet i Bergen. (2020, 03 31). *firestrekspeiling*. firestrekspeiling. Retrieved 10

15, 2021, from

<https://wiki.terminologi.no/index.php?title=MRT2:Firestrekspeiling>

8. Vedlegg

Vedlegg 1 - Spørreskjema etter testing

Testperson:

Dato:

Sted: Bergensområdet

Fartøy: Nordnes/Kvarven

Spørsmål 1

Hvordan synes du løsningen med navigasjonsappen fungerte?

Spørsmål 2

Hvor lett synes du systemet var?

Spørsmål 3

Ville du foretrukket å bruke en lignende løsning fremfor dagens løsning med stoppeklokke? Hvorfor / hvorfor ikke?

Spørsmål 4

Har du andre eventuelle kommentarer?

Vedlegg 3 - Kode

```

initialize global Timer to 0
initialize global Minutter to 0
initialize global sekunder to 0
initialize global milli_sek to 0

when Start .Click
do set Clock1 . TimerEnabled to true

when Reset .Click
do set Clock1 . TimerEnabled to false
set Label1 . Text to "0:0:0.0"
set global Timer to 0
set global Minutter to 0
set global sekunder to 0
set global milli_sek to 0

when Clock1 .Timer
do set global milli_sek to (get global milli_sek + 1)
if (get global milli_sek > 9)
then set global milli_sek to 0
set global sekunder to (get global sekunder + 1)
if (get global sekunder > 59)
then set global sekunder to 0
set global Minutter to (get global Minutter + 1)
if (get global Minutter > 59)
then set global Minutter to 0
set global Timer to (get global Timer + 1)
set Label1 . Text to join (get global Timer, ":", get global Minutter, ":", get global sekunder, ".", get global milli_sek)
    
```

```

initialize global Breddegrad_start to 0
initialize global Lengdegrad_start to 0
initialize global Breddegrad_stopp to 0
initialize global Lengdegrad_stopp to 0
initialize global Distanse to 0.0
    
```

```

when Start_4strek .Click
do
  set LocationSensor1 . Enabled to true
  set global Breddegrad_start to LocationSensor1 . Latitude
  set global Lengdegrad_start to LocationSensor1 . Longitude
  set Label3 . Text to join get global Breddegrad_start
                        " , "
                        get global Lengdegrad_start

when Stopp_4strek .Click
do
  set global Lengdegrad_stopp to LocationSensor1 . Longitude
  set global Breddegrad_stopp to LocationSensor1 . Latitude
  call procedure
  Breddegrad_start get global Breddegrad_start
  Breddegrad_slutt get global Breddegrad_stopp
  Lengdegrad_start get global Lengdegrad_start
  Lengdegrad_slutt get global Lengdegrad_stopp
  set Label5 . Text to join get global Breddegrad_stopp
                        " , "
                        get global Lengdegrad_stopp
  set Label4 . Text to join get global Distanse
                        " nm "
    
```

```

initialize global Breddegrad_start_radianer to 0.0
initialize global Breddegrad_slutt_radianer to 0.0
initialize global Delta_Breddegrader to 0.0
initialize global Delta_lengdegrader to 0.0
initialize global Delta_breddegrader to 0.0
initialize global Radius to 3440.1
initialize global [ ] to 0.0
initialize global [ ] to 0.0

when Reset_4strek .Click
do
  set global Breddegrad_start to 0
  set global Breddegrad_stopp to 0
  set global Lengdegrad_start to 0
  set global Lengdegrad_stopp to 0
  set Label3 . Text to join 0
                        " , "
                        0
  set Label4 . Text to join 0
                        " nm "
  set Label5 . Text to join 0
                        " , "
                        0
    
```

```

initialize global lokal_Distance to
initialize global fart to
initialize global lokal_Tid to

initialize global Timer_VFT to 0
initialize global minutter_VFT to 0
initialize global sekunder_VFT to 0
initialize global millisekunder_VFT to 0

when Button1 .Click
do
  set global Timer_VFT to 0
  set global minutter_VFT to 0
  set global sekunder_VFT to 0
  set global millisekunder_VFT to 0
  set global lokal_Distance to TextBox1 . Text
  set global fart to TextBox2 . Text
  set global lokal_Tid to (get global lokal_Distance / get global fart)
  set Label10 . Text to get global lokal_Tid
  set klokke_4strekk . TimerEnabled to true
  set global lokal_Tid to (get global lokal_Tid * 3600)
  if (get global lokal_Tid >= 3600)
  then
    set global Timer_VFT to floor (get global lokal_Tid / 3600)
    set global lokal_Tid to (get global lokal_Tid - (3600 * get global Timer_VFT))
  if (get global lokal_Tid >= 60)
  then
    set global minutter_VFT to floor (get global lokal_Tid / 60)
    set global lokal_Tid to (get global lokal_Tid - (get global minutter_VFT * 60))
  set global sekunder_VFT to floor (get global lokal_Tid)
  set global millisekunder_VFT to floor (get global lokal_Tid - floor (get global lokal_Tid))
  set Label11 . Text to join (get global Timer_VFT, ":", get global minutter_VFT, ":", get global sekunder_VFT, ":", get global millisekunder_VFT)
  
```

