



FFI-RAPPORT

17/01042

Undersøkelse av forskjeller i meldingsmottakelse mellom AIS-satellittdata og simuleringsverktøy

—
Abdikerim Yusuf

Undersøkelse av forskjeller i meldingsmottakelse mellom AIS-satellitdata og simuleringsverktøy

Abdikerim Yusuf

Emneord

Satellitter
Simulering
AISDET
AIS (Automatic Identification System)

FFI-rapport

FFI-RAPPORT 17/01042

Prosjektnummer

1441

ISBN

P: 978-82-464-2944-1

E: 978-82-464-2945-8

Godkjent av

Øystein Hellenen, *forskningsleder*

Johnny Bardal, *avdelingssjef*

Sammen drag

AISDET er et simuleringsverktøy utviklet ved Forsvarets Forskningsinstitutt (FFI) for å evaluere ytelsen til et satellittbasert AIS-system. Denne rapporten undersøker avvik mellom antall meldinger mottatt av AISSat-1 og AISSat-2 den 2. august 2014, og antall meldinger simulert i AISDET i samme periode. Forskjeller mellom de to ulike AIS-frekvenskanalene blir også undersøkt. Reelle satellittdata og AISDET-data blir etterprosessert i MATLAB og analysert videre i Systems Tool Kit (STK). Målet er å identifisere mulige forstyrrelser som kan tas hensyn til i en senere utgave av programverktøyet, og dermed forbedre nøyaktigheten i simuleringene.

Resultatene viser at AISDET simulerer ytelsen til AIS-satellittene svært godt, men nesten konsistent overestimerer ytelsen. Ved å se på meldingsmottakelse over et kort tidsrom (per minutt) er det mulig å identifisere uvanlige avvik mellom simuleringene og reelle satellittdata. Resultatene tyder på at det er områder, spesielt på den nordlige halvkule, hvor det potensielt er bakkebasert interferens kilder. To tyngdepunkt trer tydelig fram. Det ene er over sentrale deler av Russland, mens det andre er i nordvestlige deler av Nord-Amerika. Resultatene tyder på at det er interferens langs vestkysten av Nord-Amerika som påvirker AIS-kanal 1. På den sørlige halvkule viser resultatene at det er en potensiell interferens kilde i Sentral-Afrika som ser ut til å påvirke begge AIS-frekvenskanalene. Resultatene tyder på at det er mulig å oppnå en tydelig forbedring i nøyaktigheten til AISDET-simuleringene ved å ta hensyn til bakkebasert interferens.

Summary

AISDET is a simulation tool developed at the Norwegian Defence Research Establishment (FFI) that is used to evaluate the performance of a satellite based AIS system. This report investigates differences in the number of messages received by AISSat-1 and AISSat-2 on 2 August 2014 with the number of messages simulated in the software over the same period. Variations between the different AIS frequency channels are also investigated. Satellite data and AISDET data is post-processed in MATLAB and analysed further in STK. The aim is to identify potential sources of interference, which can then be accounted for in a future version of AISDET in order to improve the accuracy of the simulations.

The results show that AISDET simulates the performance of the AIS satellites very closely, but consistently overestimates the number of messages received. By looking at the number of messages received over a short time period (per minute), it is possible to identify unusual anomalies between the satellite data and the simulation data. The results indicate that there are areas, particularly in the northern hemisphere, where there are potential sources of ground based interference. The analysis identifies two particular areas, the northwestern parts of North America and the central parts of Russia. The results suggest that there is a source of interference along the west coast of North America that is affecting AIS frequency channel 1. In the southern hemisphere the data suggests that there is a possible source of interference in Central Africa that appears to affect both AIS frequency channels. The results suggest that a significant improvement in the accuracy of the simulations is possible if ground based interference sources are incorporated into the software.

Innhold

Sammendrag	3
Summary	4
1 Innledning	6
2 Simuleringsmodell	6
3 Simuleringsscenario og analysemetode	6
4 Resultater	7
4.1 Analyse av meldingsmottakelse 2. august 2014	7
4.2 Analyse av meldingsmottakelse 2. august 2014 med store avvik fjernet	16
4.3 Undersøkelse av avvik på den sørlige halvkule	17
4.4 Frekvenskanalanalyse	22
5 Konklusjon	24
A AISSat-1 Meldingsanalyse	25
B AISSat-2 Meldingsanalyse	31
C AISSat-1 Kanalanalyse	37
D AISSat-2 Kanalanalyse	43
Referanser	49

1 Innledning

Denne rapporten undersøker forskjeller mellom simuleringer i programvaren AISDET mot satellittdata fra AISSat-1 og AISSat-2 ved å sammenligne antall meldinger AISDET simulerer at satellitten mottar over et tidsrom, med antall meldinger AISSat-1 og AISSat-2 mottar over samme periode. Målet er å identifisere mulige kilder til forstyrrelser. Dette vil bidra til å forbedre nøyaktigheten i simuleringene i senere utgaver av programvaren. AISDET er et simuleringsverktøy utviklet ved FFI. Dette er en AIS systemsimulator som brukes til å evaluere ytelsen til satellittbaserte AIS systemer.

2 Simuleringsmodell

AISDET er en samling av programvarer. Kjerneprogrammet heter *aisdet* og bruker globale skipskart for å simulere mottakelse av AIS meldinger i lav jordbane. Detaljert bakgrunn til simuleringsverktøyet er beskrevet i [1] og [2]. De tekniske kravene til et AIS system i det maritime VHF båndet er beskrevet i [3]. Det er flere ulike måter å analysere resultatene fra *aisdet* på og det følger med en rekke software for å tilrettelegge effektiv analyse av rådataene. Dette er avhengig av simuleringsoppsettet og hva som er av interesse i de ulike scenarioene. I disse simuleringene er fokuset på antall mottatte meldinger.

3 Simuleringsscenario og analysemetode

Det blir utført to simuleringer i AISDET, en med AISSat-1 TLE og en med AISSat-2 TLE. Epoken for begge simuleringene starter 2. august 2014 00:00:00.000 og banen blir propagert over ett døgn. Skipstrafikkmodellen er fra mai 2014, og AISSat-2 ble skutt opp i juli 2014. For å tilrettelegge effektiv sammenligning, trengtes det en dato etter juli 2014 med begge satellittene fullt operative i 24 timer og 2. august er en passende dato som oppfyller dette kriteriet. Det er kun type 1 meldinger (som typisk er fra skip med klasse A utstyr ombord) som blir hentet ut fra databasen, og bare meldinger fra klasse A skip som blir simulert i AISDET. Et lokal horisont koordinatsystem bruker horisonten sett fra synspunktet til satellitten til å definere det grunnleggende planet. Koordinatsystemet til antennen er i linje med lokal horisont koordinatsystemet til satellitten. Antennen er en vertikal dipol antenne som peker mot nadir. Antennen på satellitten har et støygulv på -123 dBm.

I postprosesseringen er det mulig å ta i bruk andre programvarer som er en del av AISDET softwaresamlingen, og som er spesielt utviklet for å gjøre dataene lettere å tolke. Det er viktig å definere først hva som er av interesse i simuleringene og deretter velge de passende parameterne for å tillate effektiv analyse av resultatene. I disse simuleringene er fokuset på antall mottatte meldinger. For å analysere meldingene er det laget en rutine i MATLAB som leser utdata fra AIS-databasen og fra AISDET, og deretter plotter antall meldinger mottatt per minutt over ett døgn. MATLAB rutinen identifiserer de minuttene hvor forskjellen i antall meldinger mottatt i AISDET og antall meldinger mottatt fra hver av satellittene er større enn et angitt grensesnitt og plotter disse på punktene på en graf. Meldingene blir også fordelt etter hvilken AIS-frekvenskanal de ble mottatt på for å se om det er noen forstyrrelser som påvirker en spesifikk frekvenskanal eller begge. En sub-rutine plotter projeksjonspunktene til AISSat-1 og AISSat-2 ved minuttene der det er avvik på et verdenskart. Disse tidspunktene blir lastet inn i Systems Tool Kit (STK) for å se på dekningsområdet til satellitten når det er avvik. Hvis det er flere pass hvor det er avvik over samme området, blir det gjort et forsøk på å innsnevre området for å prøve å fastlegge nærmere hvor forstyrrelsen kommer fra. Det er ønsket å identifisere områder hvor det er interferens, som kan da undersøkes nærmere for å lokalisere nøyaktig lokasjonen til bakkebasert interferens eller for å fastlegge om det er en annen form for interferens som påvirker meldingsmottakelse i satellittene.

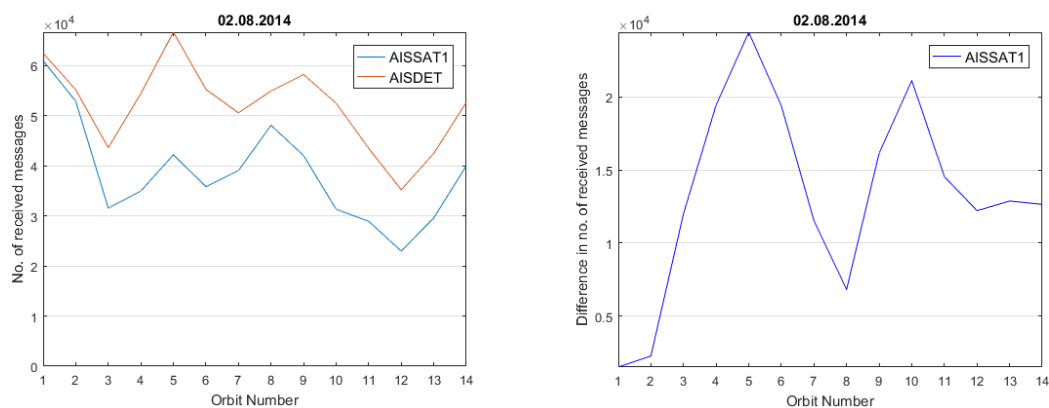
4 Resultater

4.1 Analyse av meldingsmottakelse 2. august 2014

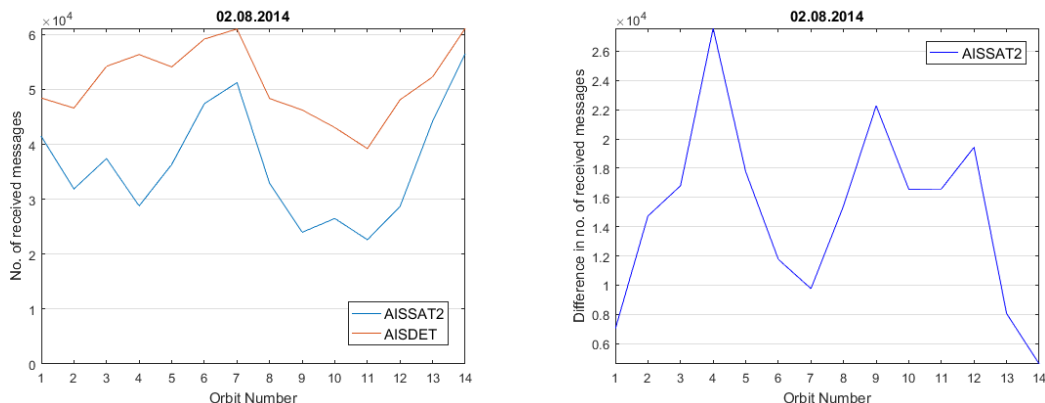
Tabell 4.1 viser hvor mange meldinger ble mottatt av hver av satellittene og simuleringene. Over ett døgn så simulerer AISDET at AISSat-1 mottar 782 228 meldinger. Over samme tidsrom så mottar AISSat-1 egentlig 588 984 meldinger. De tilsvarende tallene for AISSat-2 er 551 391, mens AISDET simulerer 764 269. I løpet av døgnet 2. august 2014 så overestimerer AISDET antall meldinger mottatt med 32.8 % i forhold til AISSat-1, og 38.6 % i forhold til AISSat-2. Forskjellene i antall mottatte meldinger mellom simuleringene og egentlig data er lignende for begge satellittene. For å gjøre en effektiv sammenligning er meldingene fordelt i antall meldinger mottatt per omløp rundt jorda. Det er 14 hele omløp i løpet av et døgn. Figur 4.1 og Figur 4.2 viser antall meldinger mottatt per omløp. I grafene til venstre i begge figurene viser y-aksen antall meldinger mottatt. I grafene til høyre viser y-aksen forskjell i antall meldinger mottatt. X-aksen viser hvilket omløp. Grafene viser at simuleringene følger trenden til satellittdataene ganske likt, men at programverktøyet konsistent overestimerer antall meldinger mottatt. Dette er som forventet fra tidligere studier som viser at AISDET jevnt over tid overestimerer ytelsen til satellitten. Variasjonene som kan indikere interferens er sannsynligvis langt mer kortvarige enn et helt omløp. Antall meldinger mottatt blir derfor fordelt per minutt.

	Antall mottatte meldinger	Gjennomsnittlig antall meldinger per omløp
AISSat-1	588 984	38565 (min = 22963, maks = 60901)
AISET (AISSat-1 simulering)	782 228	51429 (min = 35186, maks = 66608)
Differanse	-193 244	12864 (33.4 % over)
AISSat-2	551 391	36430 (min = 22632, maks = 56525)
AISET (AISSat-2 simulering)	764 269	51312 (min = 39220, maks = 61135)
Differanse	-212 878	12864 (40.9 % over)

Tabell 4.1 Antall meldinger mottatt 2. august 2014

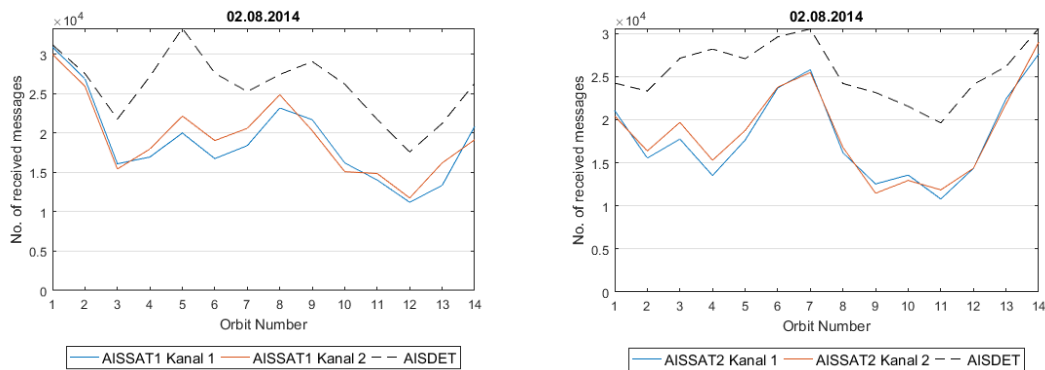


Figur 4.1 Grafen til venstre viser antall meldinger mottatt per omløp av AISSat-2 i blått og i simuleringene i oransje den 2. august 2014. Grafen til høyre viser forskjellene i antall mottatte meldinger mellom simuleringene og satellittdataene.



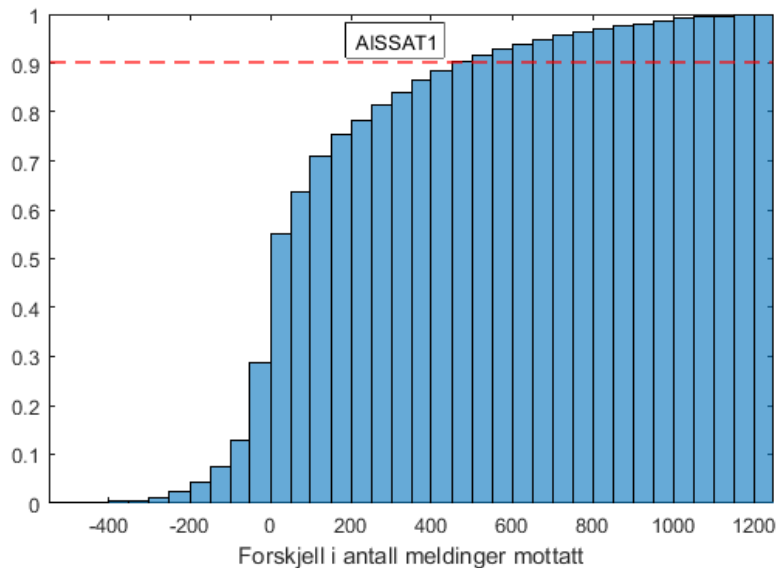
Figur 4.2 Grafen til venstre viser antall meldinger mottatt per omløp av AISSat-2 i blått og i simuleringene i oransje den 2. august 2014. Grafen til høyre viser forskjellene i antall mottatte meldinger mellom simuleringene og satellittdataene.

Figur 4.3 viser meldingene mottatt per omløp over ett døgn fordelt på hvilken AIS-frekvenskanal de ble mottatt på, sammenlignet med meldingene mottatt i AISDET over samme tid. Grafen til venstre viser for AISSat-1, grafen til høyre viser for AISSat-2. AIS er allokeret to radiofrekvenser i det maritime VHF båndet; AIS 1 (Kanal 87B, 161.975 MHz) og AIS 2 (Kanal 88B, 162.025 MHz). Standardmodus for bruk er tokenals arbeidsmodus, og dette betyr i praksis at hver melding blir sendt på en annen kanal enn forrige melding. For å gjenspeile dette så antar AISDET at sannsynligheten for at meldingen blir sendt/ mottatt på AIS 1 eller AIS 2 er like stor. Figur 4.3 sammenligner dermed antall meldinger mottatt på hver av frekvenskanalene med halve meldingene simulert i AISDET. Resultatene viser at det ikke er stor forskjell mellom antall meldinger mottatt per omløp på de to ulike kanalene. AISDET følger trenden til reelle satellittdata, men ligger nesten konsistent på et litt høyre nivå. For å analysere variasjonene er det nødvendig å se på et kortere tidsrom enn et helt omløp. Ved å analysere hvor mange meldinger som blir mottatt per minutt er det mulig å identifisere uvanlige variasjoner i meldingsmottakelse. I denne analysen blir datasettet over ett døgn delt opp i tolv segmenter på to timer hver. Ett omløp rundt jorda tar AIS-satellittene omtrent 97 minutter, så ett segment dekker et helt omløp.

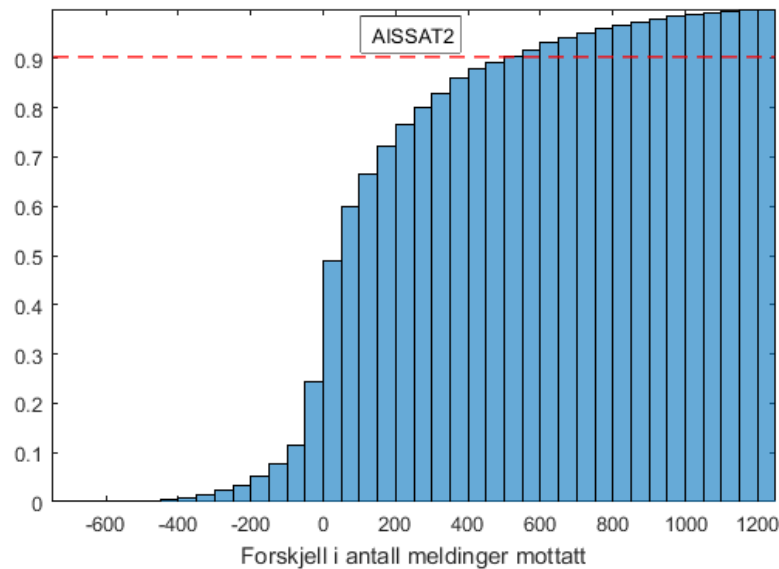


Figur 4.3 Antall meldinger mottatt per omløp på hver av AIS-kanalene, sammenlignet med halve meldingene mottatt i simuleringsverktøyet over ett døgn. Venstre grafen viser for AISSat-1, høyre viser for AISSat-2.

Forskjellene mellom simuleringene og satellittdataene varierer stort fra minutt til minutt. I denne studien er vi interessert i de største avvikene mellom satellittdataene og simuleringsdataene. Ved å sortere avvikene per minutt i stigende rekkefølge er det mulig å se hvor store de fleste avvikene er. For omtrent 90 prosent av datapunktene er avvikene under 500 meldinger per minutt. Dette gjelder både for AISSat-1 (Figur 4.4) og AISSat-2 (Figur 4.5). Avvikene over 90-persentil blir merket i grafene med en rød sirkel, og blir plottet på kartene i Figur 4.10 og Figur 4.11.

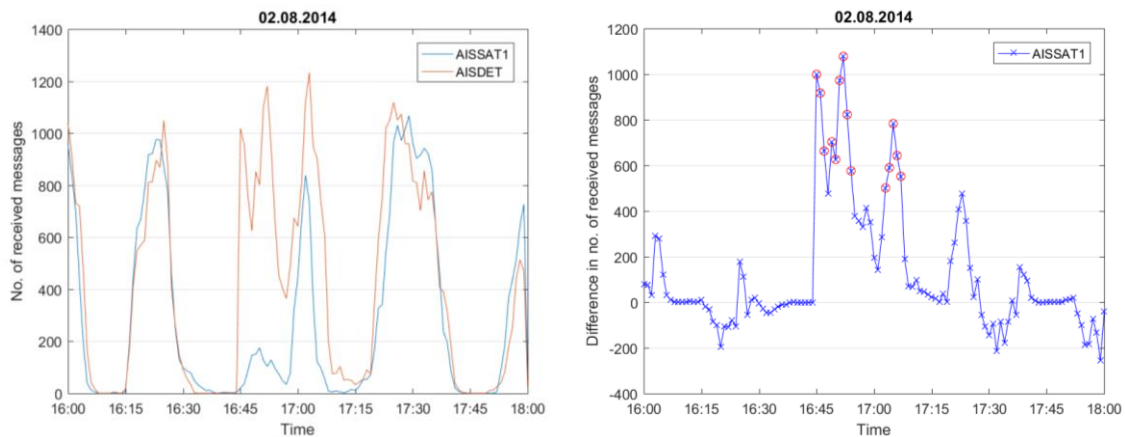


Figur 4.4 Kumulativ tetthetsfunksjon for forskjellene mellom AISSat-1 og AISDET. 90-persentil tilsvarer omtrent 500 meldinger per minutt.



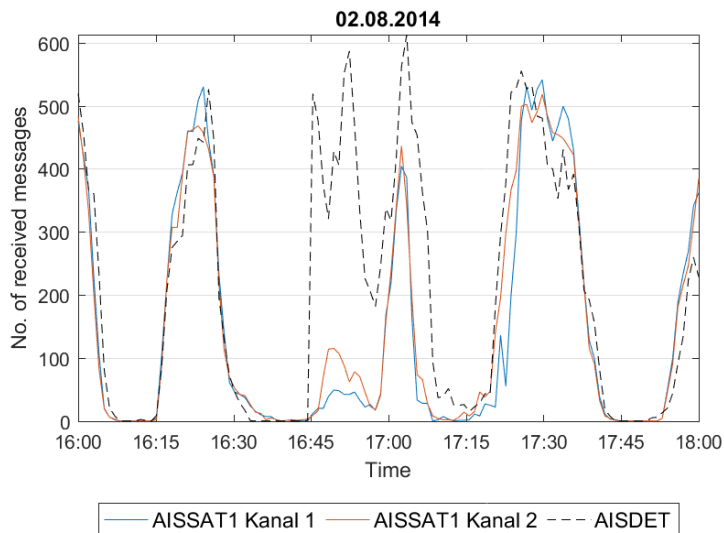
Figur 4.5 Kumulativ tetthetsfunksjon for forskjellene mellom AISSat-2 og AISDET. 90-persentil tilsvarer omtrent 500 meldinger per minutt.

Figur 4.6 viser antall meldinger mottatt av AISSat-1 og AISDET i tidssegmentet, 16:00 - 18:00. X-aksen viser antall meldinger mottatt per minutt. Fullstendige resultater for hele analyseperioden for AISSat-1 er i Vedlegg A. Resultater fra tilsvarende analyse for AISSat-2 er i Vedlegg B. Figur 4.6 viser at simuleringene predikerer meldingsmottakelse meget nøyaktig. Det er et stort avvik mellom 16:45 - 17:00. AISDET forventer å motta mellom 400 – 1200 meldinger per minutt i denne perioden, men AISSat-1 mottar under 200 meldinger per minutt. De tidspunktene med de største avvikene er i utgangspunktet av mest interesse. Disse har blitt markert med rød sirkel i grafen til høyre, som viser avvikene per minutt mellom AISSat-1 og AISDET. Det er også en periode med store avvik mellom 17:00 – 17:15. Dette fenomenet gjenspeiler seg i de andre tidssegmentene (se Vedlegg A). I nesten alle segmentene så følger simuleringene egentlig satellittdata ganske nærme, men det er noen korte perioder med et markant avvik fra satellittdataene. Størrelsen på avviket varierer, men dette gjentar seg i de fleste tidsperiodene. Dette gjelder både for AISSat-1 og AISSat-2.

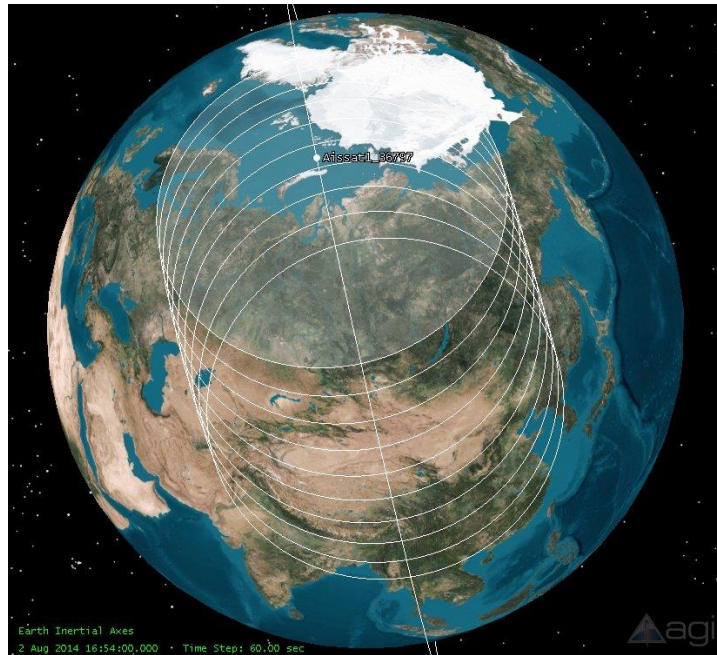


Figur 4.6 Grafen til venstre viser antall meldinger mottatt per minutt i tidssegmentet 16:00 – 18:00. Den blå linjen viser AISSat-1 data og den oransje linjen viser AISDET-data. Grafen til høyre viser forskjellene i antall mottatte meldinger mellom AISDET og AISSat-1. De røde sirklene merker minutter hvor disse forskjellene er i 90-persentil.

Figur 4.7 viser antall meldinger mottatt på kanal 1 og kanal 2 for AISSat-1 i tidsrommet 16:00 - 18:00. Den stiplede linjen viser halve meldingene mottatt i AISDET i samme tidsrom. Det er liten forskjell mellom antall meldinger mottatt på de ulike kanalene. Avviket mellom 16:45 - 17:00 er fremdeles tydelig. Dette tyder på at hvis det er noe som påvirker meldingsmottakelsen til AISSat-1 i denne perioden, så påvirker det begge kanalene. Fullstendige resultater for hele analyseperioden for AISSat-1 og AISSat-2 er i vedlegg C og vedlegg D.

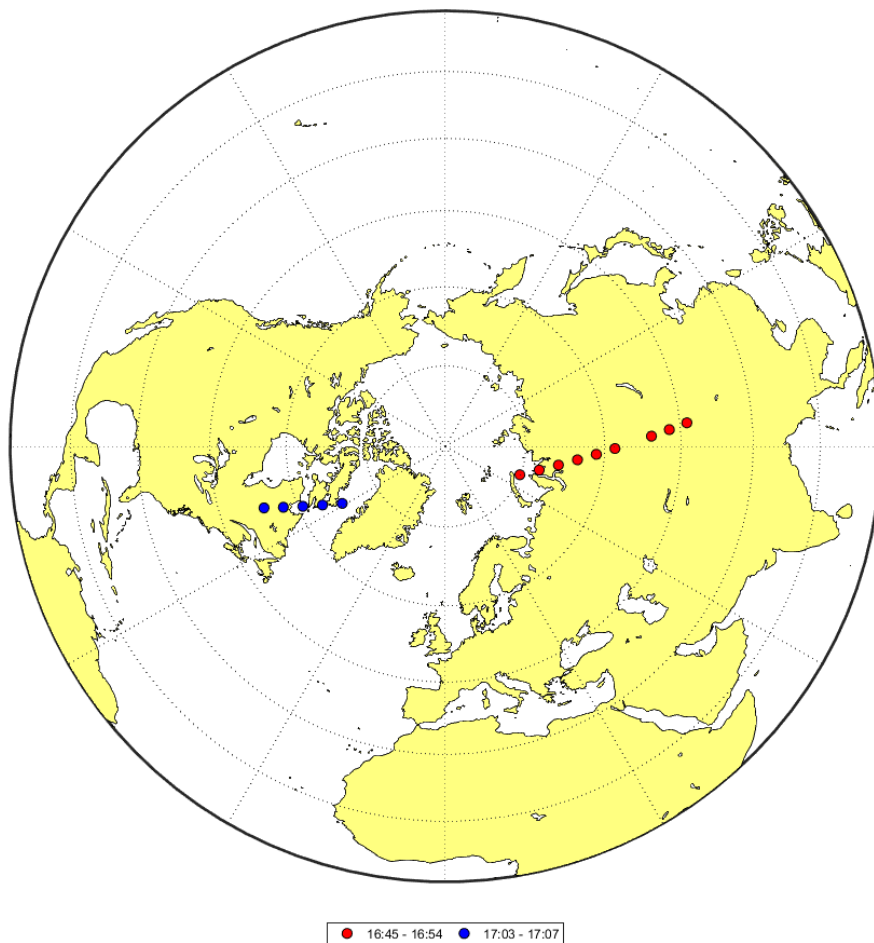


Figur 4.7 Antall meldinger mottatt per minutt i perioden 2. august 2014 16:00-18:00 på hver av AIS-kanalene for AISSat-1, sammenlignet med halve meldingene mottatt i AISDET.



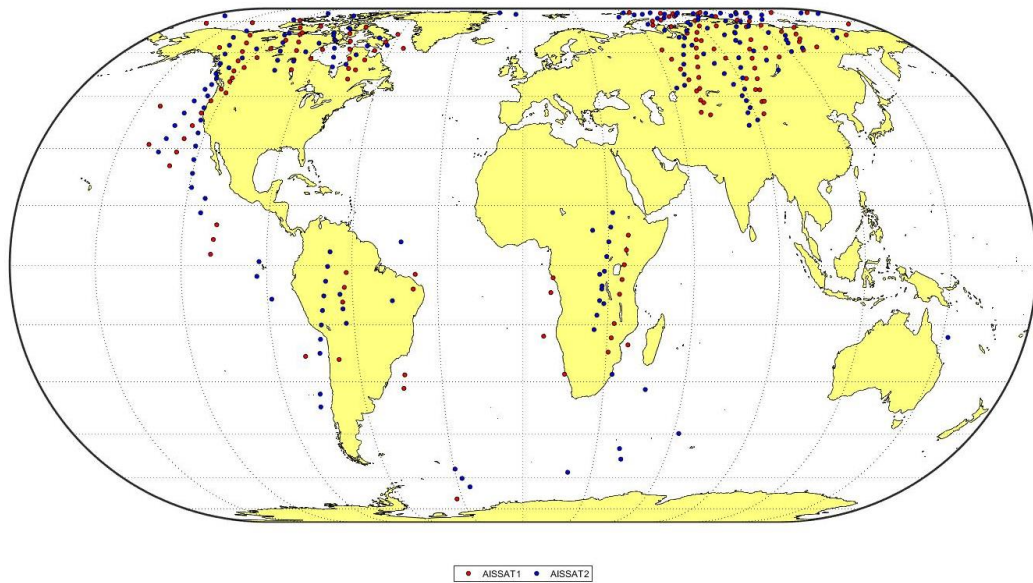
Figur 4.8 Dekningsområdet til AISSat-1 i tidsrommet 16:45 - 16:54. Hver hvit sirkel representerer et tidssteg på 60 s.

Figur 4.8 viser dekningsområdet til satellitten fra 16:45 – 16:54. Det er antatt at mottakerantennen ser ut til horisonten. I de minuttene det er avvik i tidssegmentet 16:00 – 18:00, så er AISSat-1 over nordlige halvkule. Figur 4.9 viser projeksjonspunktene til AISSat-1 i rødt ved avvikene 16:45 – 16:54. Det er avvik i perioden 17:03 – 17:07 og projeksjonspunktene for disse minuttene har blitt markert i blått. Alle punktene er i nordlige halvkule.

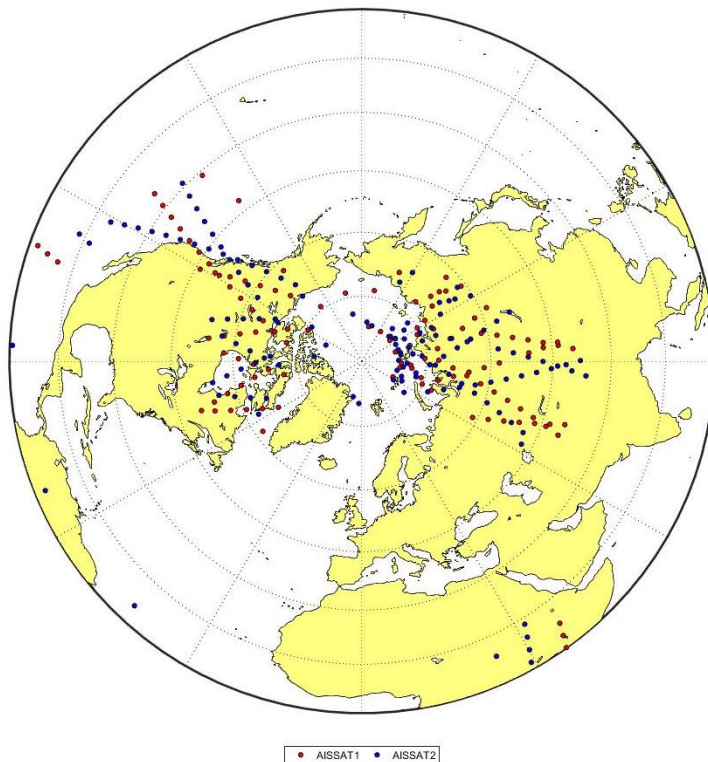


Figur 4.9 Prosjeksjonspunktene til AISSat-1 i tidsperiodene 16:45 - 16:54 og 17:03 - 17:07 plottet på verdenskart med nordpolar asimutal projeksjon. De markerte punktene er avvik over 90-persentil mellom AISSat-1 og AISDET.

Figur 4.10 og Figur 4.11 viser projeksjonspunktene til AISSat-1 og AISSat-2 ved alle avvikene mellom simuleringene og satellittdata i løpet av hele døgnet. 86 % av avvikene mellom AISSat-1 og AISDET er på den nordlige halvkule. Den tilsvarende andelen for AISSat-2 er 80 %. De fleste avvikene for begge satellittene er ved høyere breddegrader, hovedsakelig over Russland og Nord-Amerika. Dette tyder på at det er bakkebasert interferens og at det påvirker meldingsmottakelse i satellittene. Det er noen få enkelte avvik, men de fleste er i perioder som varer flere minutter.



Figur 4.10 Prosjeksjonspunktene til satellittene plottet på verdenskart. De røde punktene er avvikene over 90-persentil mellom AISDET og AISSat-1. De blå punktene er avvikene over 90-persentil mellom AISDET og AISSat-2.



Figur 4.11 Prosjeksjonspunktene til satellittene plottet på verdenskart med nordpolar asimutal projeksjon. De røde punktene er avvikene over 90-persentil mellom AISDET og AISSat-1. De blå punktene er avvikene over 90-persentil mellom AISDET og AISSat-2.

4.2 Analyse av meldingsmottakelse 2. august 2014 med store avvik fjernet

Tabell 4.2 viser antall meldinger mottatt av begge satellittene 2. august 2014, og antall meldinger AISDET simulerer i samme periode. For AISSat-1 er det 143 minutter i døgnet hvor forskjellen mellom data og simuleringene er over 500 meldinger per minutt, dermed over 90-persentil og regnes som et stort avvik. For AISSat-2 er det tilsvarende 162 minutter i løpet av samme døgn med store avvik. Hvis vi fjerner alle meldingene mottatt i disse minuttene, både fra satellittdata og i simuleringene, får vi resultatene i kolonnen til høyre i Tabell 4.2. AISDET overestimerer med 15.7 % mot AISSat-1 i forhold til 32.8 % tidligere. AISDET overestimerer med 18.1 % mot AISSat-2 i forhold til 38.6 % når de største avvikene er inkludert. Det er dermed en markant bedring når de minuttene med de 10 % største avvikene blir fjernet fra datasettet. Dette tyder på at interferens, som simuleringeverktøyet ikke tar hensyn til, har en klar effekt på antall meldinger mottatt av satellitten. Nøyaktigheten i simuleringene kan forbedres ved å legge til bakkebaserte interferensilder i simuleringene. Vedlegg A og Vedlegg B viser at meldingsmottakelse i områdene med store avvik ikke er null. Det er dermed ikke en effektiv løsning å fjerne alle minuttene med store avvik, siden det fremdeles blir mottatt meldinger av satellittene. Videre undersøkelse kan fastsette mer bestemt lokasjonen til bakkebasert interferens og effekten den har.

	Antall meldinger mottatt 2. august 2014	Antall meldinger mottatt 2. august 2014 (store avvik fjernet)
AISSat-1	588 984	553 873 (35 111 meldinger fjernet)
AISDET (AISSat-1 simulering)	782 228	640 757 (141 471 meldinger fjernet)
Differanse	-193 244 (overestimert 32.8%)	-86 884 (overestimert 15.7 %)
AISSat-2	551 391	514 985 (36 406 meldinger fjernet)
AISDET (AISSat-2 simulering)	764 269	608 118 (156 151 meldinger fjernet)
Differanse	-212 878 (overestimert 38.6 %)	-93 133 (overestimert 18.1 %)

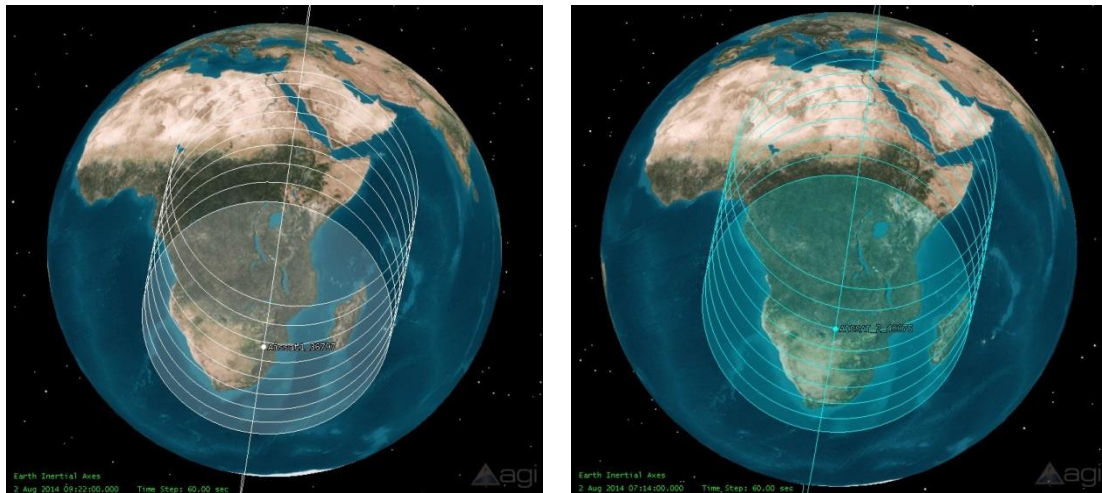
Tabell 4.2 *Meldinger faktisk mottatt og simulert 2.august 2014. Høyre kolonne viser antall meldinger mottatt hvis vi fjerner meldingene mottatt i minutter hvor det er store avvik.*

4.3 Undersøkelse av avvik på den sørlige halvkule

De fleste avvikene er på den nordlige halvkule, men det er to perioder med avvik på den sørlige halvkule som skiller seg ut. En periode er over Sør-Amerika, og en annen over Afrika.

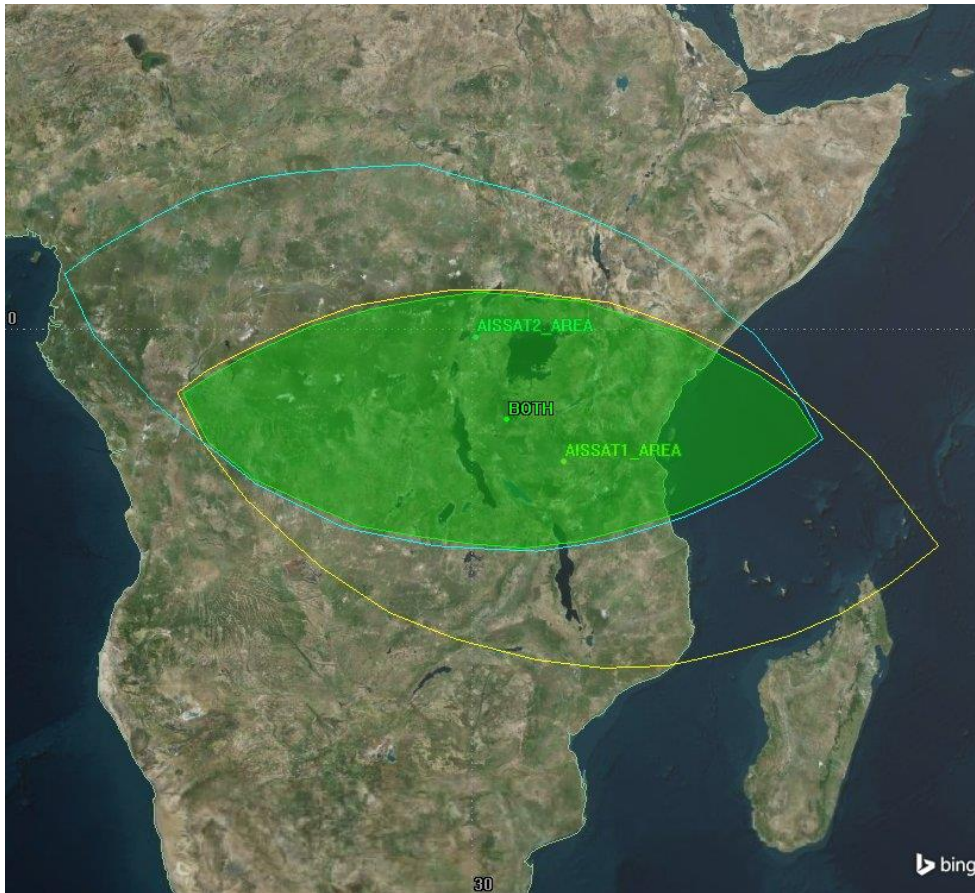
Projeksjonspunktene til satellittene i disse avviksperiodene kan ses i Figur 4.10.

Meldingsmottakelse i AISSat-2 ser ut til å bli påvirket i perioden over Sør-Amerika, men den mulige forstyrrelsen der ser ikke ut til å påvirke AISSat-1 i like stor grad. Den mulige forstyrrelsen når satellittene passerer over Afrika ser ut til å påvirke AISSat-1 og AISSat-2 likt, og vil bli undersøkt videre. Figur 4.12 viser synsfeltet til satellittene ved avvik i 90-persentil mellom simuleringene og satellittdata over Afrika for begge satellittene. For AISSat-1 begynner avvikene 09:13 og ender 09:22. For AISSat-2 begynner avvikene 07:05 og ender 07:14. Det er nesten to timer fra AISSat-2 begynner å passere over området til begynnelsen av AISSat-1 sitt pass over samme område. Tidsperiodene med avvik varer i litt over åtte minutter for begge satellittene, og dekker mye av det samme området.



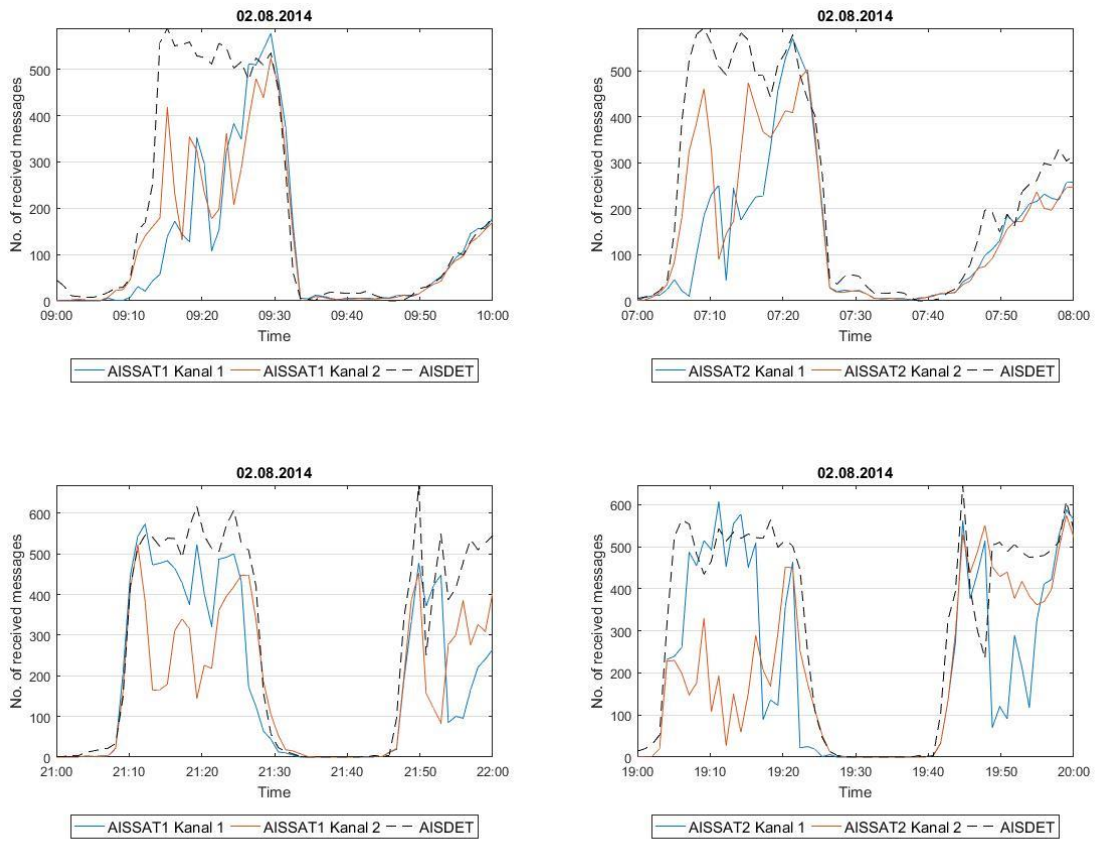
Figur 4.12 Avvik i 90-persentil mellom satellittdata og simuleringer som forekommer over Afrika. Venstre bildet viser dekningsområdet til AISSat-1, høyre viser AISSat-2.

Figur 4.13 viser området som er synlig i hele perioden det er store avvik for hver av satellittene. Disse områdene blir merket i STK. Det fellesområdet som er synlig for begge satellittene gjennom begge avviksperiodene blir markert. Dette området er fremhevet i grønt i Figur 4.13.



Figur 4.13 Interesseområdet er fremhevet i grønt. Dette området er felles for AISSat-1 og AISSat-2 gjennom hele perioden med avvik.

STK blir brukt til å finne alle tidspunktene når dette området er innenfor synsfeltet til satellittene. Hver satellitt har to omløp 2. august 2014 hvor de dekker hele interesseområdet. På begge pass for hver satellitt er det avvik i 90-persentil. Kanalanalysen viser noe interessant. For hver satellitt er det ett pass hvor kanal 1 mottar flere enn kanal 2, og ett pass hvor kanal 2 mottar flere meldinger enn kanal 1. Dette kan ses i Figur 4.14 som viser meldingsmottakelse for hver av satellittene fordelt etter kanal. Det blir gjort et enkelt forsøk på å sjekke om avviket i meldingsmottakelse over dette området gjentar seg, ved å hente alle tidspunktene hver av satellittene har tilgang til dette området i de neste seks dagene etter 2. august 2014, og deretter se på meldingsmottakelse ved disse tidene. Resultatene for AISSat-1 er gitt i Tabell 4.3, mens resultatene for AISSat-2 er gitt i Tabell 4.4. Den siste kolonnen i begge tabellene viser at simuleringsverktøyet konsistent overestimerer signifikant ytelsen til satellitten når det relevante området er innenfor synsfeltet til satellittene. Størrelsen på avvikene varierer svært mye, fra en overestimering på 26 % som regnes som normalt, til 166 % som er svært høyt. Kanalanalyse ved disse avviksperiodene viser det samme fenomenet som på passene 2. august 2014; i noen perioder blir det mottatt langt flere meldinger på kanal 1 enn kanal 2, mens i andre avviksperioder er det motsatt. Det er vanskelig å konkludere noe konkret ut ifra disse resultatene, men området har potensiale for videre undersøkelse i senere arbeid.



Figur 4.14 Kanalanalyse i pass over Afrika-interesseområde 2. august 2014 for AISSat-1 og AISSat-2.

Tilgang til hele området	Start tid (UTCG)	Stopp tid (UTCG)	Varighet (sek)	Forskjell i antall mottatte meldinger (AISDET – AISSat-1)	Prosentandel forskjell (%)
1	2 Aug 2014 09:13:50.638	2 Aug 2014 09:22:07.748	497.110	10388 – 4002 = 6386	AISDET overestimerer med 159.57%
2	2 Aug 2014 21:20:00.536	2 Aug 2014 21:28:03.823	483.287	8715 – 6037 = 2678	44.36%
VALIDERINGSTEST					
1	3 Aug 2014 09:29:31.967	3 Aug 2014 09:38:06.183	514.216	10649 – 4208 = 6441	153.07%
2	3 Aug 2014 21:35:38.868	3 Aug 2014 21:43:49.701	490.833	9831 – 6269 = 3562	56.82%
4	4 Aug 2014 21:51:52.152	4 Aug 2014 21:59:07.379	435.227	9789 – 4698 = 5091	108.37%
5	5 Aug 2014 22:10:36.878	5 Aug 2014 22:12:56.491	139.613	3127 – 1625 = 1502	92.43%
6	7 Aug 2014 09:02:03.170	7 Aug 2014 09:07:48.997	345.826	6441 – 3312 = 3129	94.47%
7	7 Aug 2014 21:08:05.694	7 Aug 2014 21:14:28.119	382.425	7032 – 5550 = 1482	26.70%
8	8 Aug 2014 09:17:04.262	8 Aug 2014 09:25:31.955	507.693	9871 – 4264 = 5607	131.50%
9	8 Aug 2014 21:23:14.110	8 Aug 2014 21:31:21.909	487.800	8859 – 6520 = 2339	35.87%

Tabell 4.3 Resultater for AISSat-1 pass over Afrika-interesseområdet 2. august – 8. august 2014

Tilgang til hele området	Start tid (UTCG)	Stopp tid (UTCG)	Varighet (sek)	Forskjell i antall mottatte meldinger (AISDET – AISSat-2)	Prosentandel forskjell (%)
1	2 Aug 2014 07:05:51.209	2 Aug 2014 07:14:16.857	505.648	9847 - 3822 = 6025	157.64%
2	2 Aug 2014 19:13:26.384	2 Aug 2014 19:21:18.641	472.257	9431 - 5489 = 3942	71.82%
VALIDERINGSTEST					
1	3 Aug 2014 07:27:48.525	3 Aug 2014 07:31:33.528	225.003	5140 - 3470 = 1670	48.13%
2	3 Aug 2014 19:34:39.649	3 Aug 2014 19:38:35.777	236.128	5236 - 2934 = 2302	78.46%
3	5 Aug 2014 06:31:02.491	5 Aug 2014 06:37:38.420	395.929	7790 - 2921 = 4869	166.69%
4	5 Aug 2014 18:38:38.667	5 Aug 2014 18:45:44.859	426.192	8106 - 5335 = 2771	51.94%
5	6 Aug 2014 06:49:14.967	6 Aug 2014 06:57:57.250	522.283	9415 - 5776 = 3639	63.00%
6	6 Aug 2014 18:56:56.035	6 Aug 2014 19:05:11.677	495.642	10055 - 5488 = 4567	83.22%
7	7 Aug 2014 07:08:17.243	7 Aug 2014 07:16:37.129	499.886	9220 - 5210 = 4010	76.97%
8	7 Aug 2014 19:15:49.384	7 Aug 2014 19:23:38.407	469.023	9546 - 5321 = 4225	79.40%
8	7 Aug 2014 19:15:49.384	7 Aug 2014 19:23:38.407	469.023	9546 - 5321 = 4225	79.40%
9	8 Aug 2014 07:30:31.978	8 Aug 2014 07:33:39.276	187.297	3990 - 2437 = 1553	63.73%
10	8 Aug 2014 19:37:16.074	8 Aug 2014 19:40:44.483	208.409	3959 - 2129 = 1830	89.96%

Tabell 4.4 Resultater for AISSat-2 pass over Afrika-interesseområdet 2. august – 8. august 2014

4.4 Frekvenskanalanalyse

Meldingsmottakelse på hver av AIS frekvenskanalene er blitt undersøkt. Resultatene er oppsummert i Tabell 4.5. I løpet av døgnet 2. august 2014 så mottar AISSat-1 292 034 meldinger på kanal 1 og 296 950 meldinger på kanal 2. I denne studien er vi kun interessert i de største avvikene. En forskjell på over 250 meldinger per minutt mellom kanalene skjer i mindre enn 5 % av minuttene i analyseperioden for begge satellittene, og regnes som et stort avvik. Det er 29 tilfeller for AISSat-1 hvor forskjellene mellom antall meldinger mottatt per minutt på hver av kanalene er over 250 meldinger per minutt. For AISSat-2 skjer dette 44 ganger i løpet av analyseperioden. Resultatene er samlet i Tabell 4.6. Det er observert at i kun 6 av de 29 tilfellene for AISSat-1 blir det mottatt flere meldinger på kanal 1 enn på kanal 2. Dette kan indikere at det er mer interferens på kanal 1 frekvensen enn kanal 2. Dette må undersøkes grundigere og over lengre tid for å kunne si noe konkret. Det er interessant å se at AISSat-1 mottar 37593 flere meldinger enn AISSat-2 i løpet av hele analyseperioden, men det er 15 færre tilfeller hvor forskjellene mellom frekvenskanalene er svært store i forhold til AISSat-2. AISSat-1 mottar i gjennomsnitt tre flere meldinger per minutt på kanal 2 enn kanal 1, mens AISSat-2 i gjennomsnitt mottar fire flere meldinger per minutt på kanal 2 enn kanal 1. Forskjellene mellom kanalene kan imidlertid være mye større i kortere perioder.

	Totalt antall mottatte meldinger 2. august 2014	Gjennomsnittlig antall mottatte meldinger per minutt 2. august 2014
AISSat-1 Kanal 1	292034	203
AISSat-1 Kanal 2	296950	206
AISSat-2 Kanal 1	272651	189
AISSat-2 Kanal 2	278740	193

Tabell 4.5 Totalt antall mottatte meldinger på hver av frekvenskanalene og gjennomsnittet per minutt for AISSat-1 og AISSat-2 den 2. august 2014

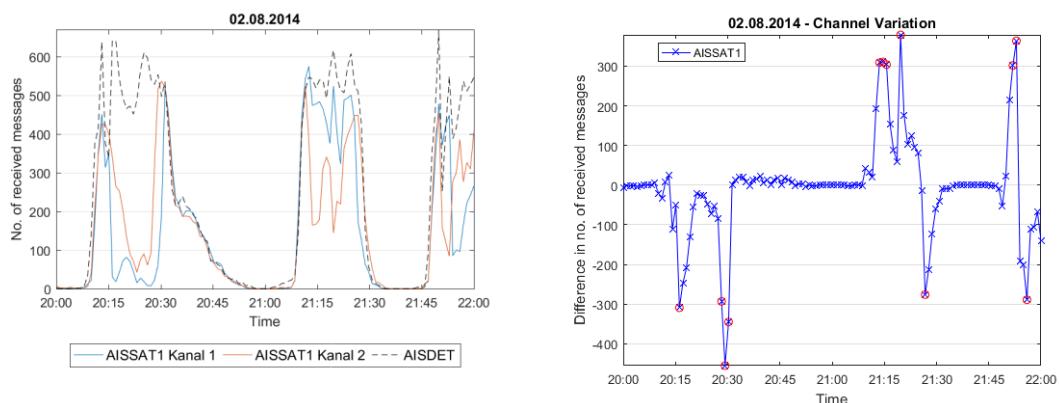
	Antall minutter med store avvik	Antall minutter med store avvik hvor kanal 1 mottar flere enn kanal 2	Antall minutter med store avvik hvor kanal 2 mottar flere enn kanal 1
AISSat-1	29	6	23
AISSat-2	44	18	26

Tabell 4.6 Antall store avvik i mellom frekvenskanalene for hver satellitt den 2. august 2014.

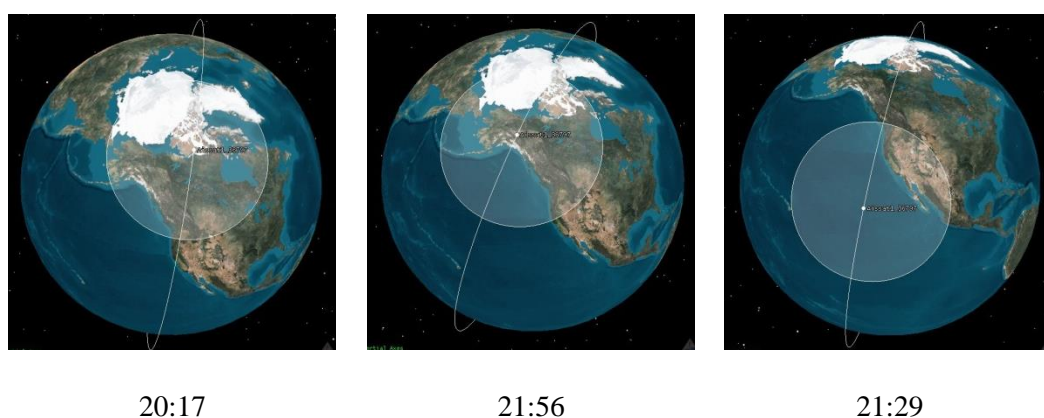
Figur 4.15 viser antall meldinger mottatt per minutt 2. august 2014 20:00 – 22:00 på hver AIS kanal for AISSat-1. De røde sirklene i grafen til høyre viser de minuttene hvor forskjellene mellom kanalene er over 250 meldinger per minutt. Grafen viser at det er enkelte minutter hvor kanal 1 mottar langt flere meldinger enn kanal 2, og motsatt.

For AISSat-1 er det totalt 29 tidspunkter med store avvik mellom kanalene den 2. august 2014. Ved å telle sammenhengende minutter som en periode kan disse 29 minuttene deles i 13 perioder. Når man ser på dekningsområdet til satellitten i disse periodene, er Nord-Amerika det

området som dukker oftest opp. I alle tilfellene med avvik over Nord-Amerika, mottar satellitten flere meldinger på kanal 2 enn på kanal 1. Dette gjelder både for AISSat-1 og AISSat-2. I grafen til høyre i Figur 4.15 er det fire perioder hvor AISSat-1 mottar flere meldinger på kanal 2 enn på kanal 1 (forskjellene er negative). I tre av disse fire tilfellene er satellitten over vestkysten av Nord-Amerika. Figur 4.16 viser omtrentlig dekningsområde for disse tre tilfellene. Forskjeller mellom kanalene som dette kan være en indikasjon på gjenbruk av frekvensen (for eksempel på land) av den kanalen som blir forstyrret mest..



Figur 4.15 Antall meldinger mottatt per minutt 2. august 2014 20:00 – 22:00 på hver av AIS-frekvenskanalene for AISSat-1, sammenlignet med halve meldingene simulert mottatt per minutt i AISDET. Grafen til høyre viser forskjellene i antall mottatte meldinger mottatt per minutt mellom AIS kanal 1 og AIS kanal 2. De røde sirklene merker minutter hvor forskjellene er over 250 meldinger.



Figur 4.16 Tre av dekningsområdene for AISSat-1 når avvikene mellom frekvenskanalene er over 250 meldinger per minutt i perioden 2. august 2014 20:00 - 21:00 og kanal 2 mottar flere meldinger enn kanal 1.

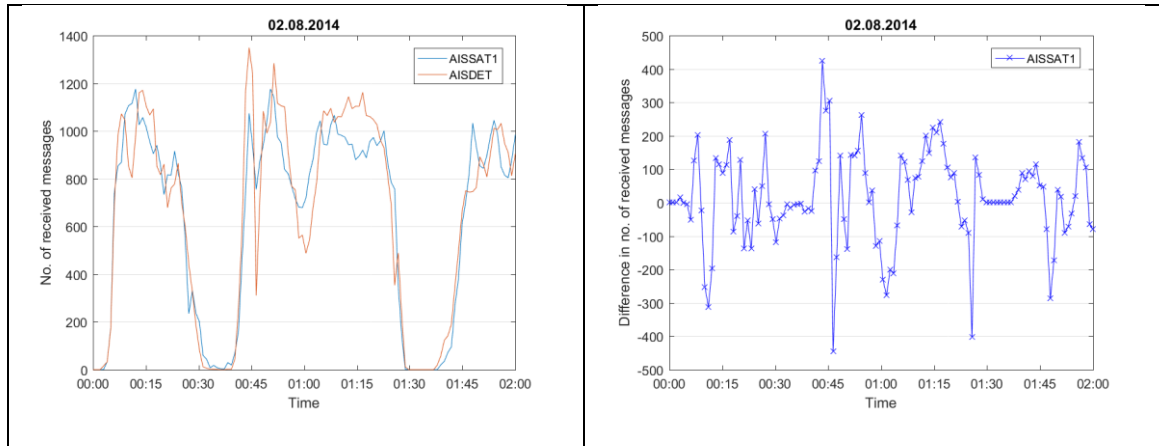
5 Konklusjon

AISDET er et simuleringsverktøy utviklet ved FFI for å evaluere ytelsen til et satellittbasert AIS-system. Denne rapporten undersøkte avvik mellom antall AIS meldinger mottatt av AISSat-1 og AISSat-2 den 2. august 2014, og antall meldinger simulert mottatt i AISDET over samme periode. Forskjeller mellom de to AIS-frekvenskanalene ble også undersøkt. Målet var å identifisere mulige forstyrrelser som kan tas hensyn til i en senere utgave av programverktøyet, og dermed forbedre nøyaktigheten i simuleringene.

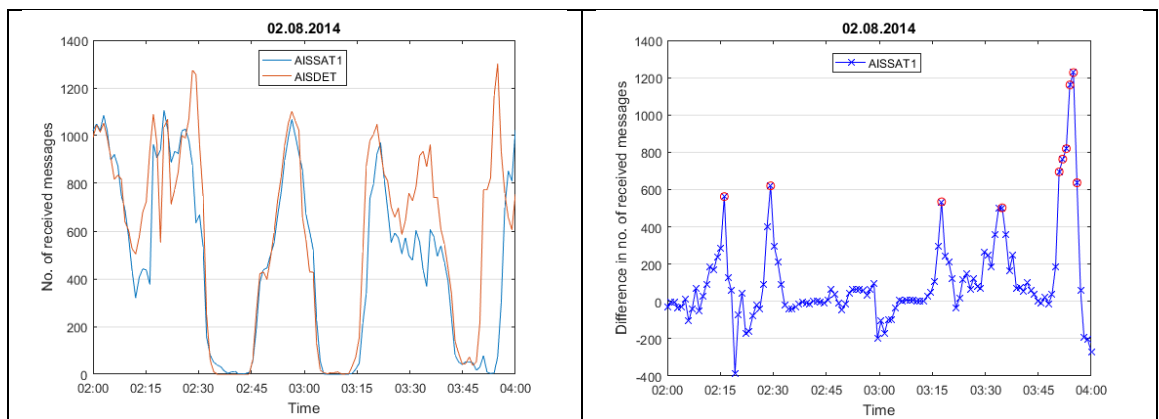
Resultatene når meldingene er fordelt per omløp viser at AISDET simulerer ytelsen til AIS-satellittene godt, men konsistent overestimerer ytelsen. Meldingene ble deretter delt opp i minutt-intervaller for å se nærmere på variasjonene mellom simuleringene og satellittdata. I denne rapporten er kun de største avvikene av interesse. Prosjeksjonspunktene til begge satellittene ved de største avvikene mellom satellittdata og simuleringene ble plottet på et kart. Resultatene tyder på at det er områder, spesielt på den nordlige halvkule, hvor det potensielt er bakkebasert interferens. Avvikene er spredt over et geografisk område som tyder på at det er mer enn en interferenskilde. To tyngdepunkter trer tydelig fram, det ene over sentrale deler av Russland, mens det andre er i nordvestlige deler av Nord-Amerika. Forstyrrelsene påvirker både AISSat-1 og AISSat-2. Ved å fjerne alle meldingene mottatt i minutter hvor det er store avvik, både fra satellittdata og simuleringene, så vi ser vi en tydelig forbedring i nøyaktigheten til simuleringene. Det er mulig å oppnå en solid forbedring i simuleringene ved å ta hensyn til bakkebasert interferens. Det var få perioder med store avvik på den sørlige halvkule, men en avviksperiode som påvirket begge satellittene skilte seg ut og ble undersøkt nærmere. Resultatene fra analysen tyder på det potensielt er en interferenskilde i Sentral-Afrika som ser ut til å påvirke begge AIS-frekvenskanalene. Dette området er godt egnet for nærmere analyse i fremtidig arbeid.

Meldingene ble også fordelt etter hvilken frekvenskanal de ble mottatt på. Kanalanalysen viser at over lang tid så mottar AIS satellittene omtrent like mange meldinger på kanal 1 som på kanal 2. Forskjellene mellom kanalene kan imidlertid være veldig store i kortere perioder og det er enkelte områder som viser store avvik. Et område hvor begge satellittene gjentatte ganger mottok flere meldinger på kanal 2 enn på kanal 1 var vestkysten av Nord-Amerika. Dette hadde vært egnet for nærmere undersøkelse i fremtiden der videre arbeid burde simulere over et lengre tidsrom for å fjerne tilfeldigheter, og flere pass vil tillate mer nøyaktig lokalisering av eventuelle bakkebaserte interferensilder.

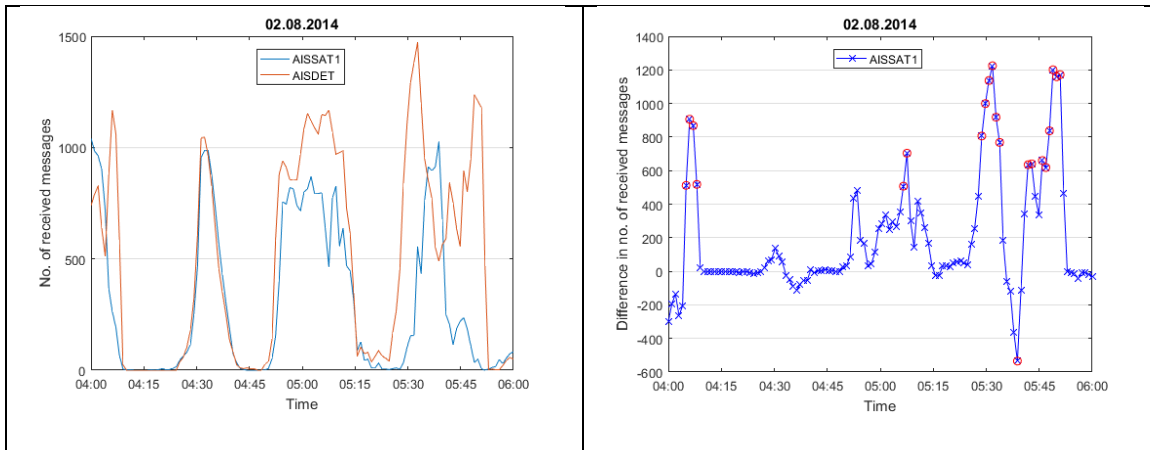
A AISSat-1 Meldingsanalyse



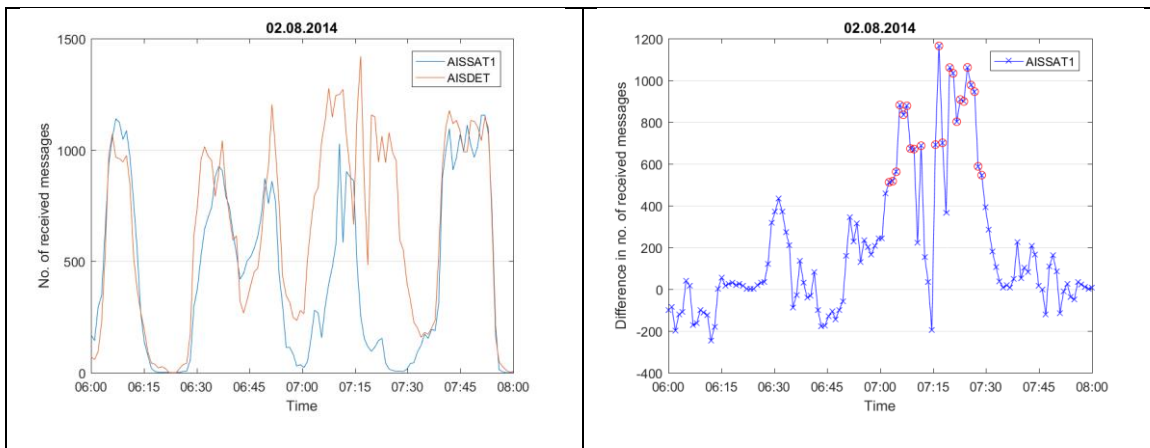
Figur A.1 Grafen til venstre viser antall meldinger mottatt per minutt 2. august 2014 00:00 – 02:00. Den blå linjen viser AISSat-1 data og den oransje linjen viser AISDET-simuleringen. Grafen til høyre viser forskjellene i antall mottatte meldinger mottatt per minutt mellom simuleringene og AISSat-1. De røde sirklene merker minutter hvor disse forskjellene er i 90-persentil.



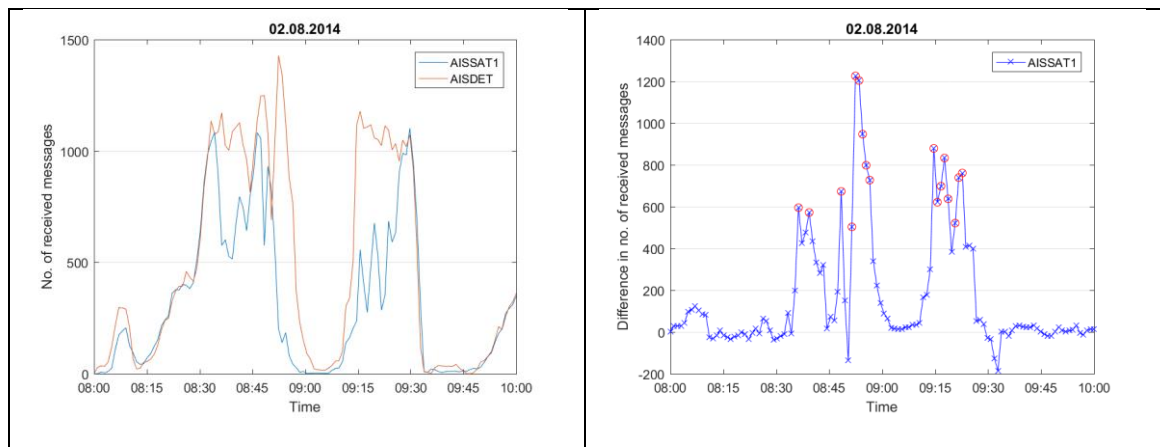
Figur A.2 Grafen til venstre viser antall meldinger mottatt per minutt 2. august 2014 02:00 – 04:00. Grafen til høyre viser forskjellene i antall mottatte meldinger mottatt per minutt. De røde sirklene merker minutter hvor disse forskjellene er i 90-persentil.



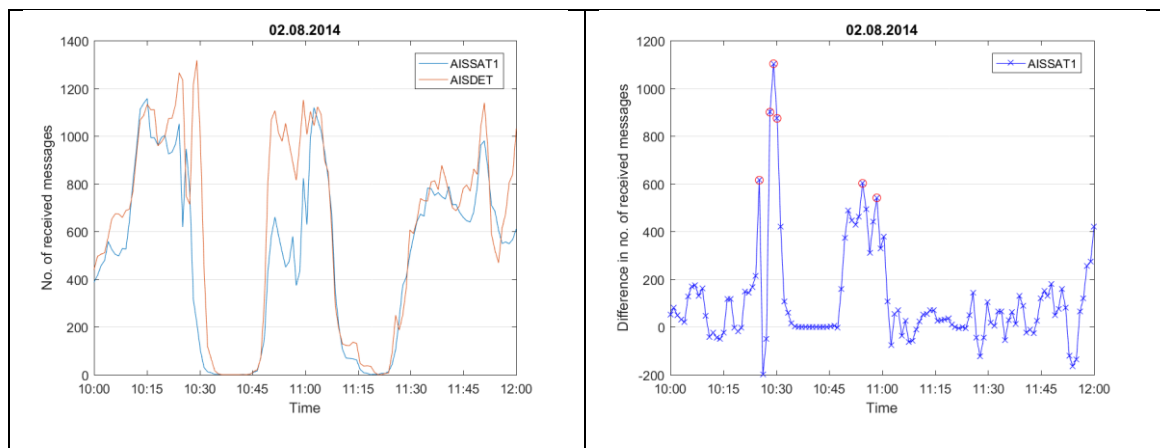
Figur A.3 Grafen til venstre viser antall meldinger mottatt per minutt 2. august 2014 04:00 – 06:00. Grafen til høyre viser forskjellene i antall mottatte meldinger mottatt per minutt. De røde sirklene merker minutter hvor disse forskjellene er i 90-persentil.



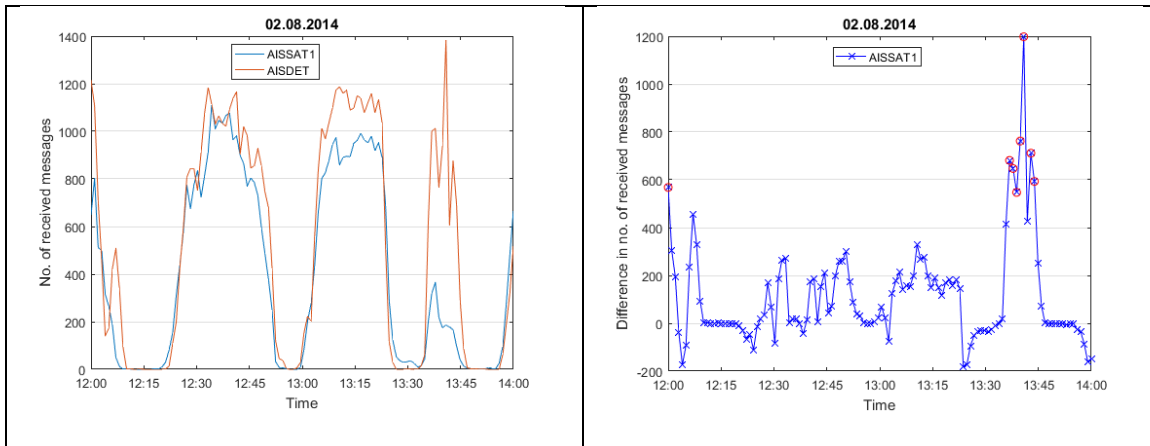
Figur A.4 Grafen til venstre viser antall meldinger mottatt per minutt 2. august 2014 06:00 – 08:00. Grafen til høyre viser forskjellene i antall mottatte meldinger mottatt per minutt. De røde sirklene merker minutter hvor disse forskjellene er i 90-persentil.



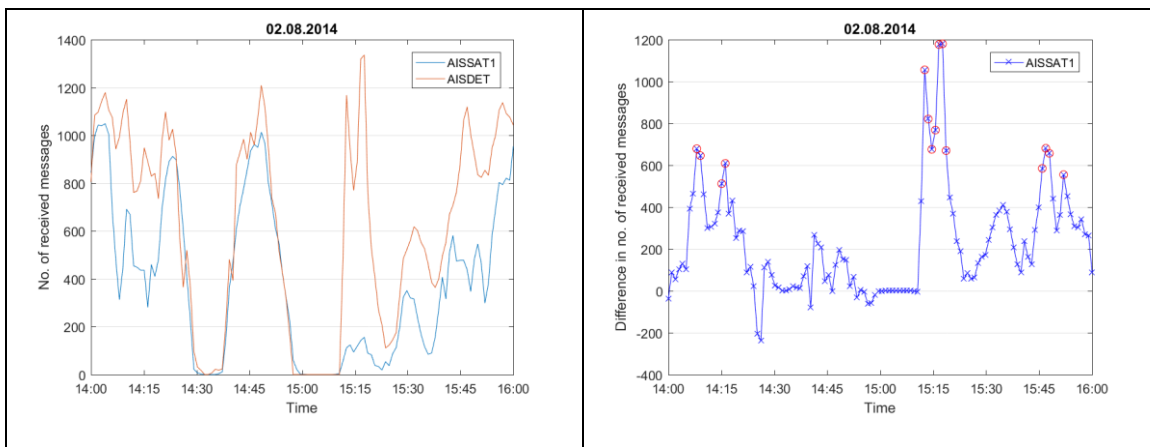
Figur A.5 Grafen til venstre viser antall meldinger mottatt per minutt 2. august 2014 08:00 – 10:00. Grafen til høyre viser forskjellene i antall mottatte meldinger mottatt per minutt. De røde sirklene merker minutter hvor disse forskjellene er i 90-persentil.



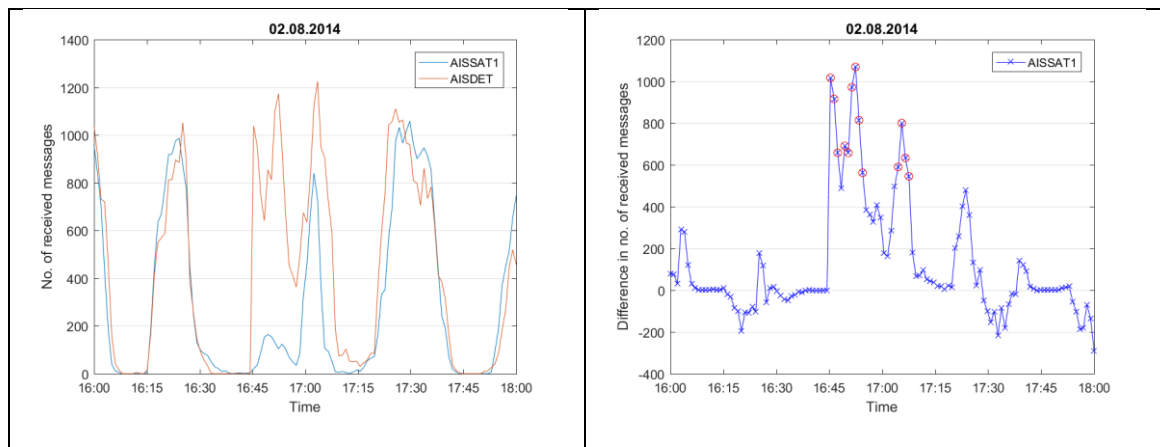
Figur A.6 Grafen til venstre viser antall meldinger mottatt per minutt 2. august 2014 10:00 – 12:00. Grafen til høyre viser forskjellene i antall mottatte meldinger mottatt per minutt. De røde sirklene merker minutter hvor disse forskjellene er i 90-persentil.



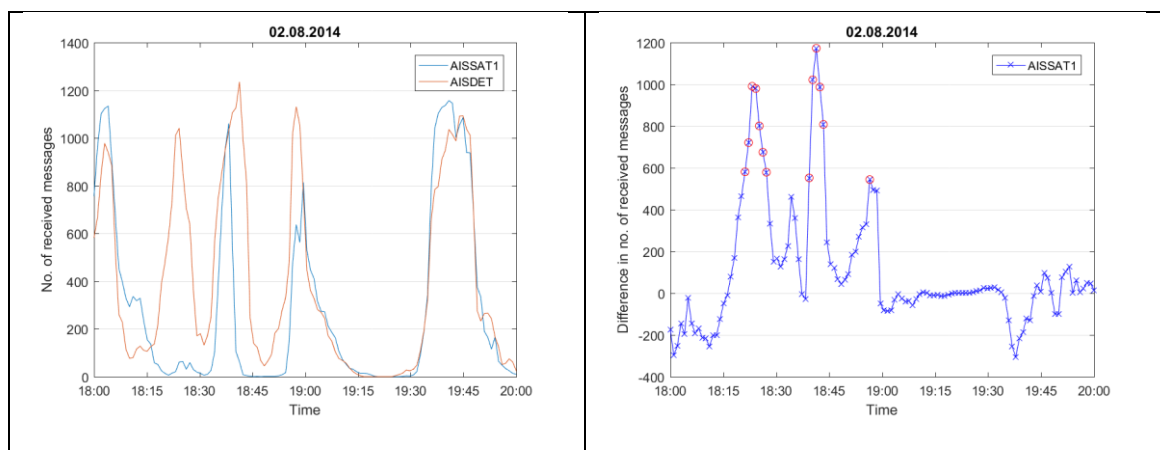
Figur A.7 Grafen til venstre viser antall meldinger mottatt per minutt 2. august 2014 12:00 – 14:00. Grafen til høyre viser forskjellene i antall mottatte meldinger mottatt per minutt. De røde sirklene merker minutter hvor disse forskjellene er i 90-persentil.



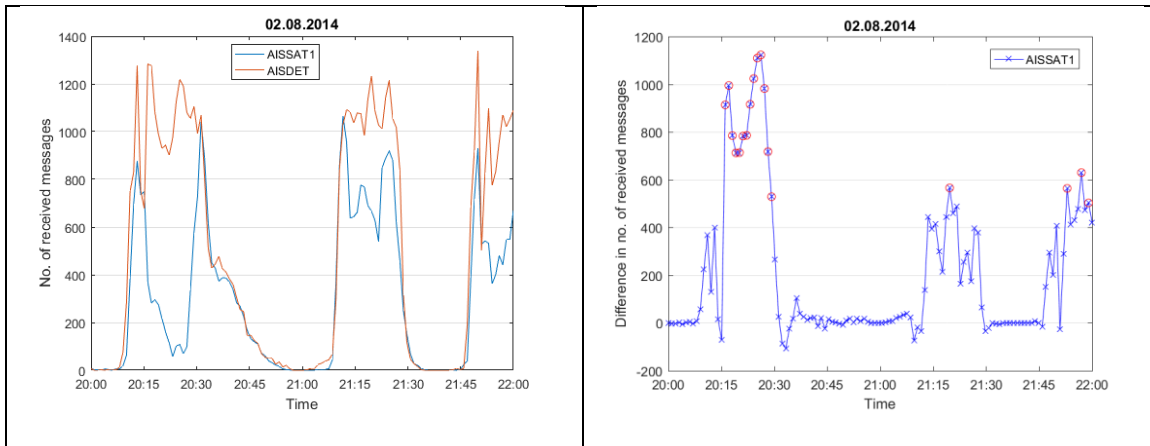
Figur A.8 Grafen til venstre viser antall meldinger mottatt per minutt 2. august 2014 14:00 – 16:00. Grafen til høyre viser forskjellene i antall mottatte meldinger mottatt per minutt. De røde sirklene merker minutter hvor disse forskjellene er i 90-persentil.



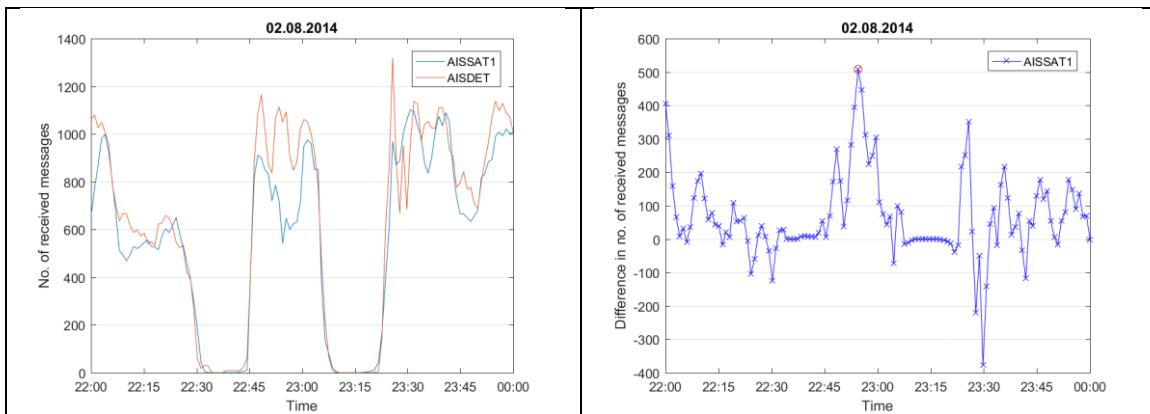
Figur A.9 Grafen til venstre viser antall meldinger mottatt per minutt 2. august 2014 16:00 – 18:00. Grafen til høyre viser forskjellene i antall mottatte meldinger mottatt per minutt. De røde sirklene merker minutter hvor disse forskjellene er i 90-persentil.



Figur A.10 Grafen til venstre viser antall meldinger mottatt per minutt 2. august 2014 18:00 – 20:00. Grafen til høyre viser forskjellene i antall mottatte meldinger mottatt per minutt. De røde sirklene merker minutter hvor disse forskjellene er i 90-persentil.

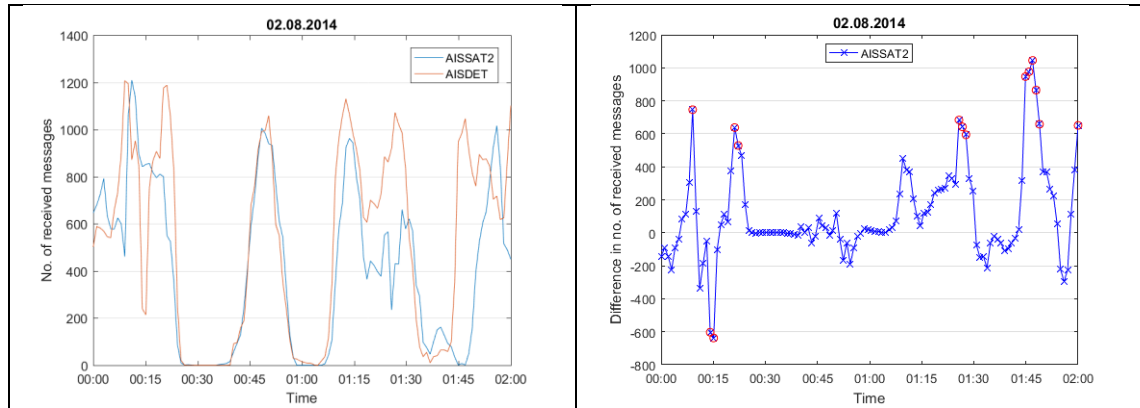


Figur A.11 Grafen til venstre viser antall meldinger mottatt per minutt 2. august 2014 20:00 – 22:00. Grafen til høyre viser forskjellene i antall mottatte meldinger mottatt per minutt. De røde sirklene merker minutter hvor disse forskjellene er i 90-persentil.

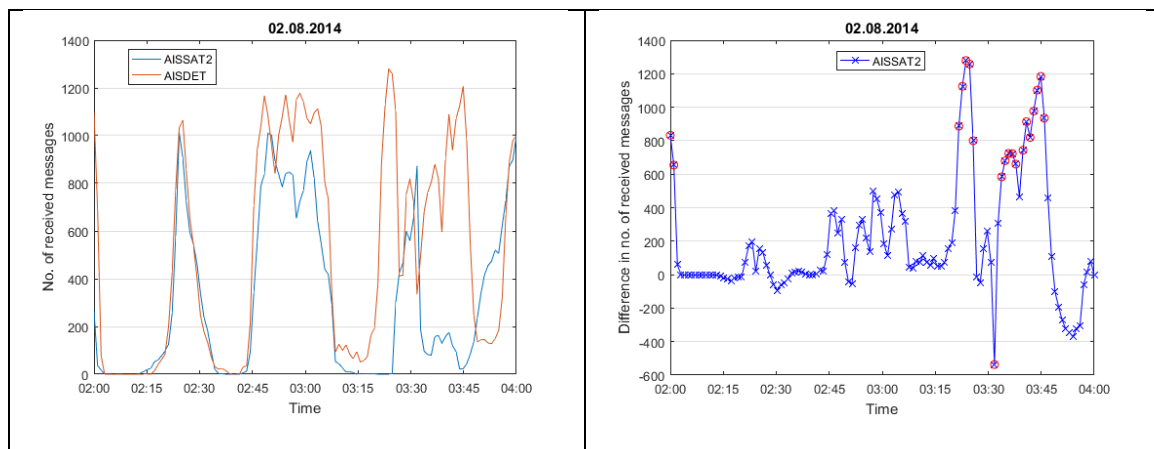


Figur A.12 Grafen til venstre viser antall meldinger mottatt per minutt 2. august 2014 22:00 – 00:00. Grafen til høyre viser forskjellene i antall mottatte meldinger mottatt per minutt. De røde sirklene merker minutter hvor disse forskjellene er i 90-persentil.

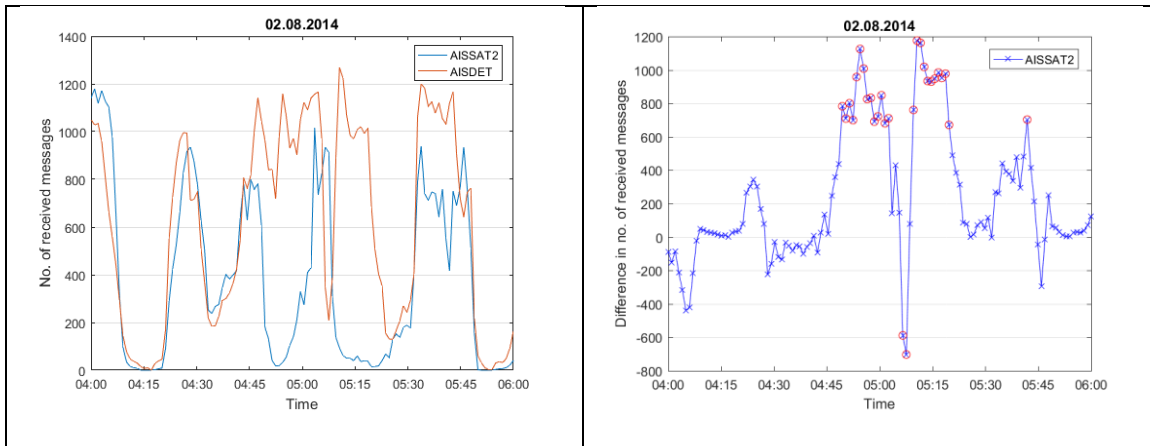
B AISSat-2 Meldingsanalyse



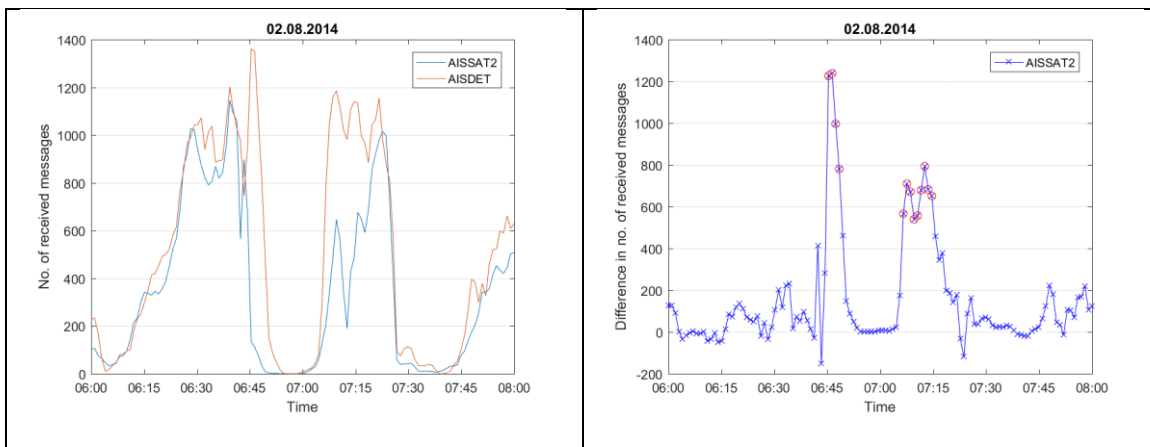
Figur B.1 Grafen til venstre viser antall meldinger mottatt per minutt 2. august 2014 00:00 – 02:00. Den blå linjen viser AISSat-2 data og den oransje linjen viser AISDET-simuleringen. Grafen til høyre viser forskjellene i antall mottatte meldinger mottatt per minutt mellom simuleringene og AISSat-2. De røde sirklene merker minutter hvor disse forskjellene er i 90-persentil.



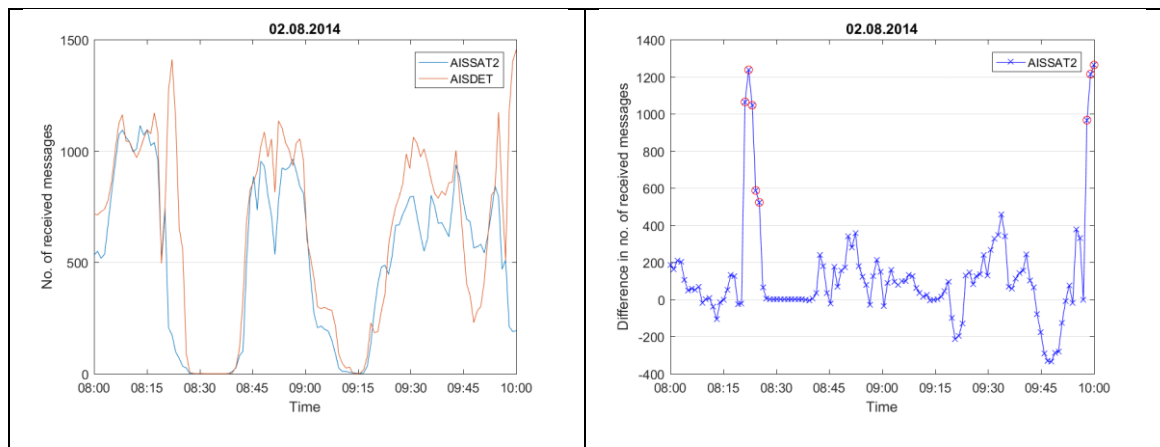
Figur B.2 Grafen til venstre viser antall meldinger mottatt per minutt 2. august 2014 02:00 – 04:00. Grafen til høyre viser forskjellene i antall mottatte meldinger mottatt per minutt. De røde sirklene merker minutter hvor disse forskjellene er i 90-persentil.



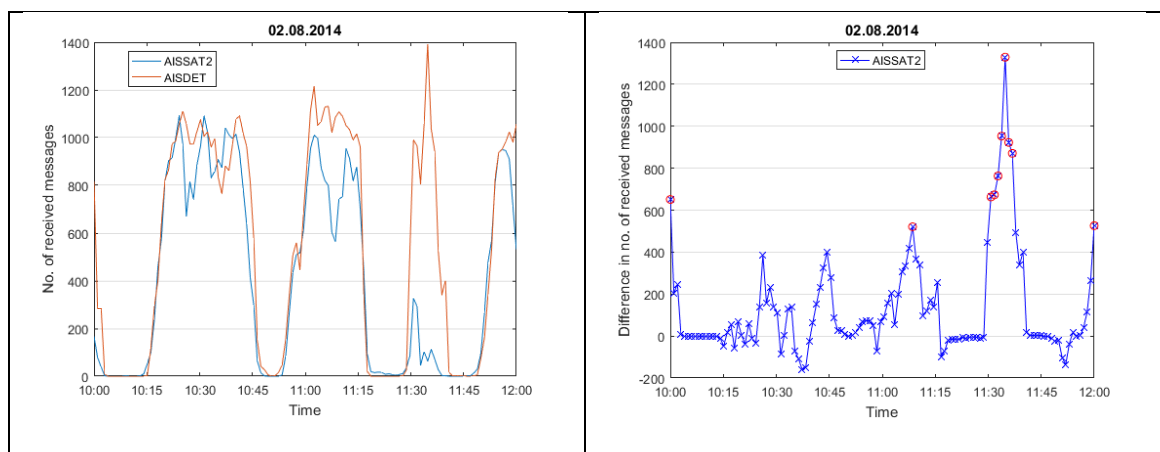
Figur B.3 Grafen til venstre viser antall meldinger mottatt per minutt 2. august 2014 04:00 – 06:00. Grafen til høyre viser forskjellene i antall mottatte meldinger mottatt per minutt. De røde sirklene merker minutter hvor disse forskjellene er i 90-persentil.



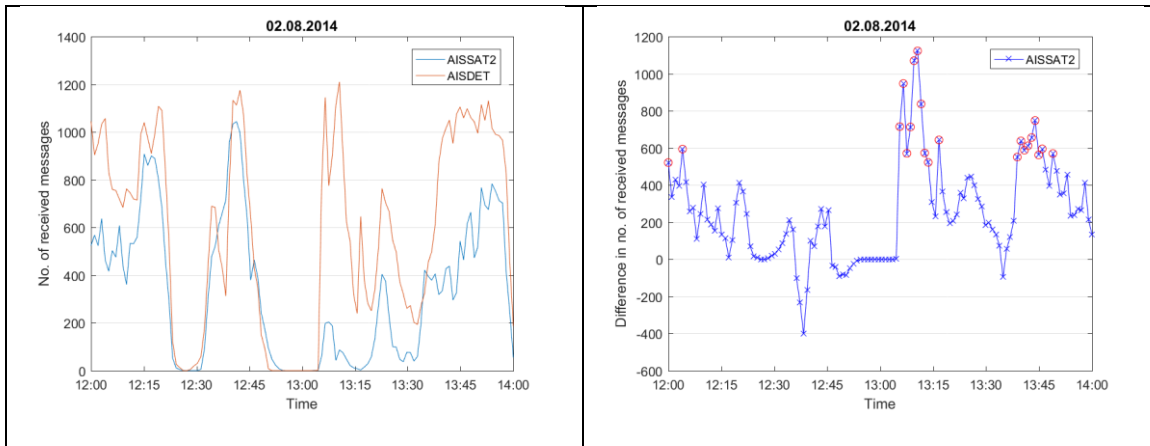
Figur B.4 Grafen til venstre viser antall meldinger mottatt per minutt 2. august 2014 06:00 – 08:00. Grafen til høyre viser forskjellene i antall mottatte meldinger mottatt per minutt. De røde sirklene merker minutter hvor disse forskjellene er i 90-persentil.



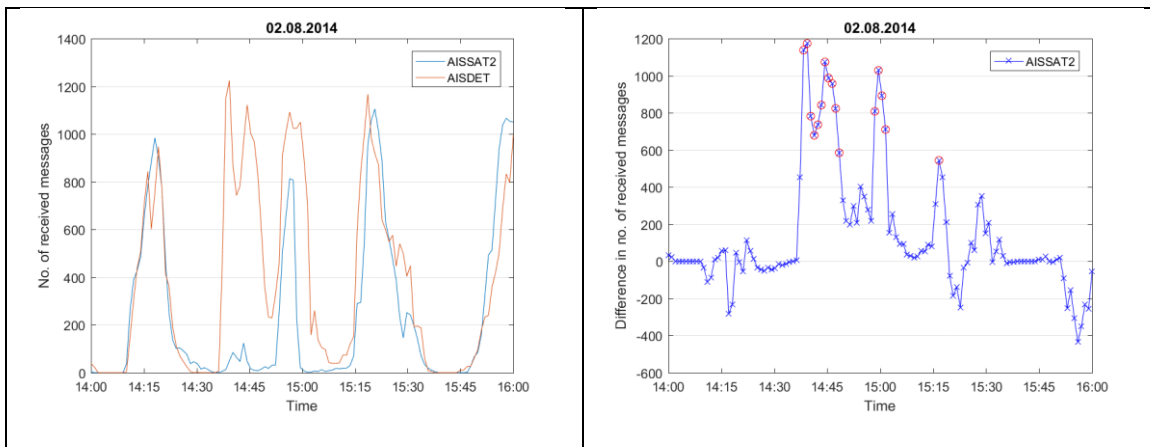
Figur B.5 Grafen til venstre viser antall meldinger mottatt per minutt 2. august 2014 08:00 – 10:00. Grafen til høyre viser forskjellene i antall mottatte meldinger mottatt per minutt. De røde sirklene merker minutter hvor disse forskjellene er i 90-persentil.



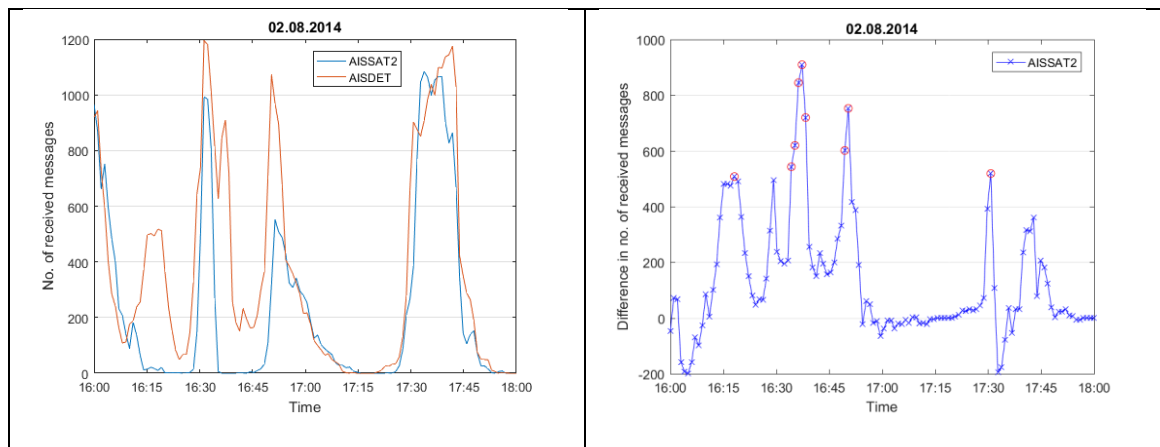
Figur B.6 Grafen til venstre viser antall meldinger mottatt per minutt 2. august 2014 10:00 – 12:00. Grafen til høyre viser forskjellene i antall mottatte meldinger mottatt per minutt. De røde sirklene merker minutter hvor disse forskjellene er i 90-persentil.



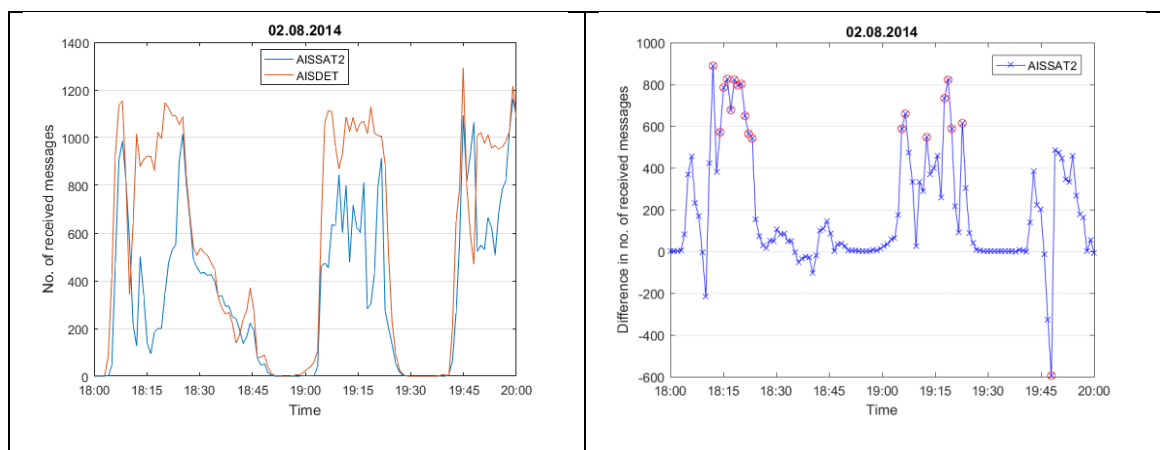
Figur B.7 Grafen til venstre viser antall meldinger mottatt per minutt 2. august 2014 12:00 – 14:00. Grafen til høyre viser forskjellene i antall mottatte meldinger mottatt per minutt. De røde sirklene merker minutter hvor disse forskjellene er i 90-persentil.



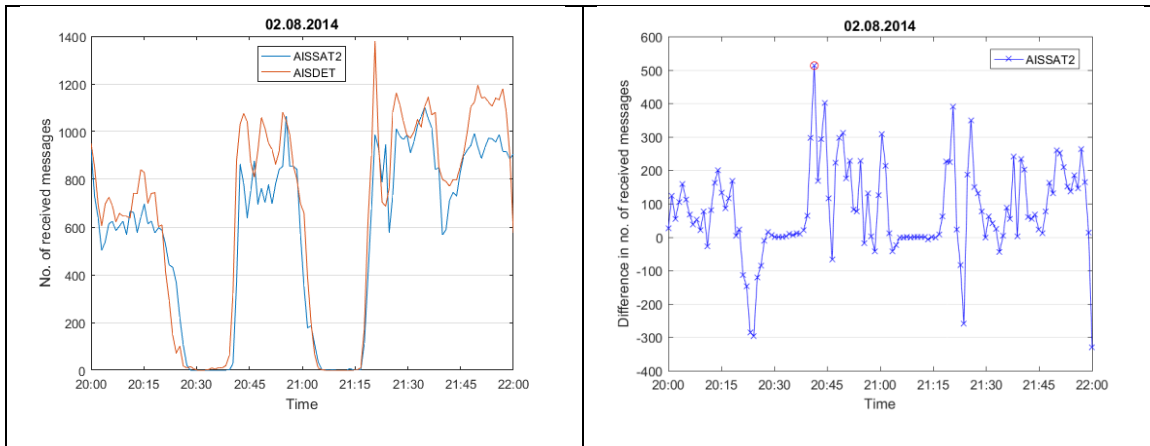
Figur B.8 Grafen til venstre viser antall meldinger mottatt per minutt 2. august 2014 14:00 – 16:00. Grafen til høyre viser forskjellene i antall mottatte meldinger mottatt per minutt. De røde sirklene merker minutter hvor disse forskjellene er i 90-persentil.



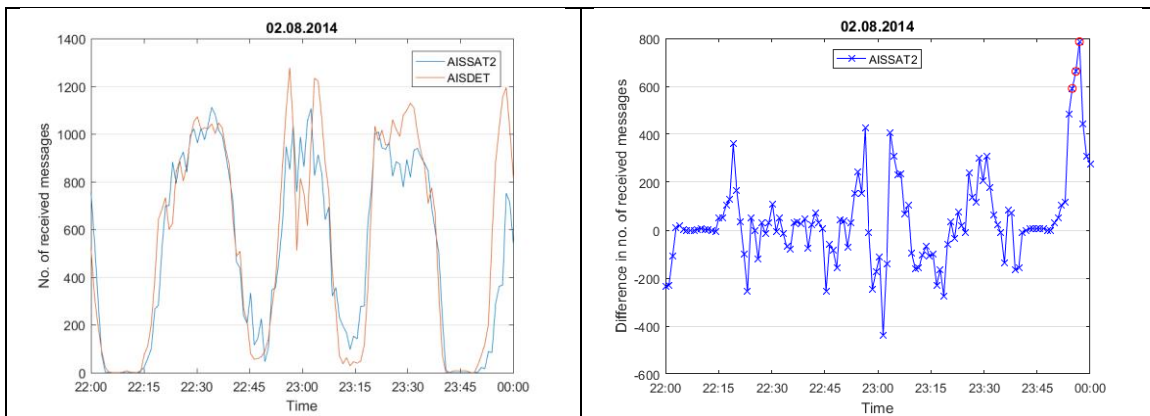
Figur B.9 Grafen til venstre viser antall meldinger mottatt per minutt 2. august 2014 16:00 – 18:00. Grafen til høyre viser forskjellene i antall mottatte meldinger mottatt per minutt. De røde sirklene merker minutter hvor disse forskjellene er i 90-persentil.



Figur B.10 Grafen til venstre viser antall meldinger mottatt per minutt 2. august 2014 18:00 – 20:00. Grafen til høyre viser forskjellene i antall mottatte meldinger mottatt per minutt. De røde sirklene merker minutter hvor disse forskjellene er i 90-persentil.

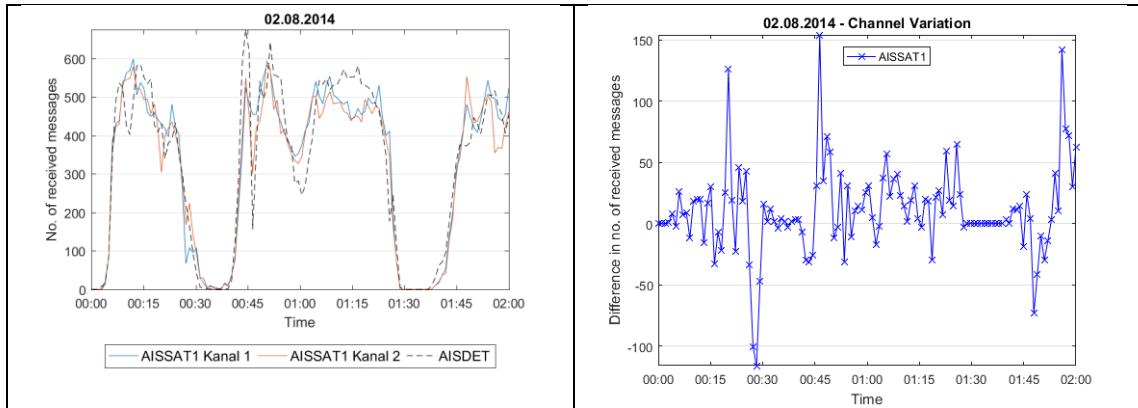


Figur B.11 Grafen til venstre viser antall meldinger mottatt per minutt 2. august 2014 20:00 – 22:00. Grafen til høyre viser forskjellene i antall mottatte meldinger mottatt per minutt. De røde sirklene merker minutter hvor disse forskjellene er i 90-persentil.

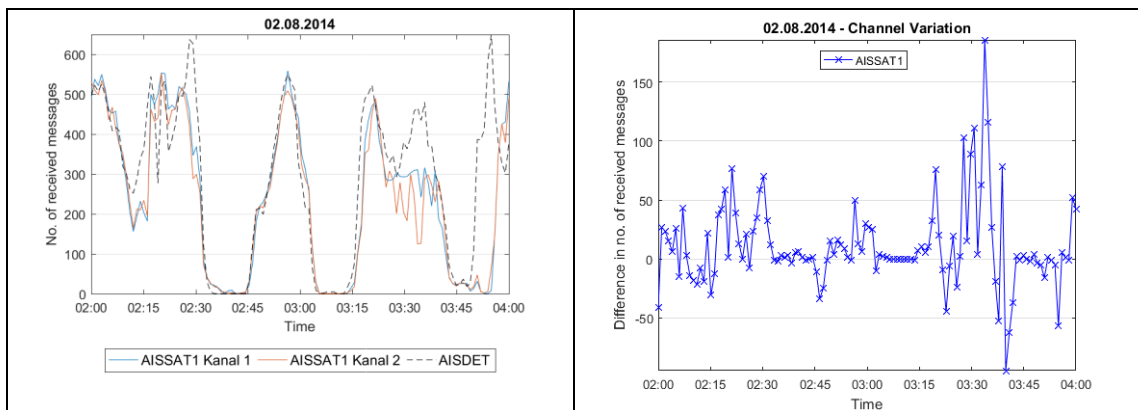


Figur B.12 Grafen til venstre viser antall meldinger mottatt per minutt 2. august 2014 22:00 – 00:00. Grafen til høyre viser forskjellene i antall mottatte meldinger mottatt per minutt. De røde sirklene merker minutter hvor disse forskjellene er i 90-persentil.

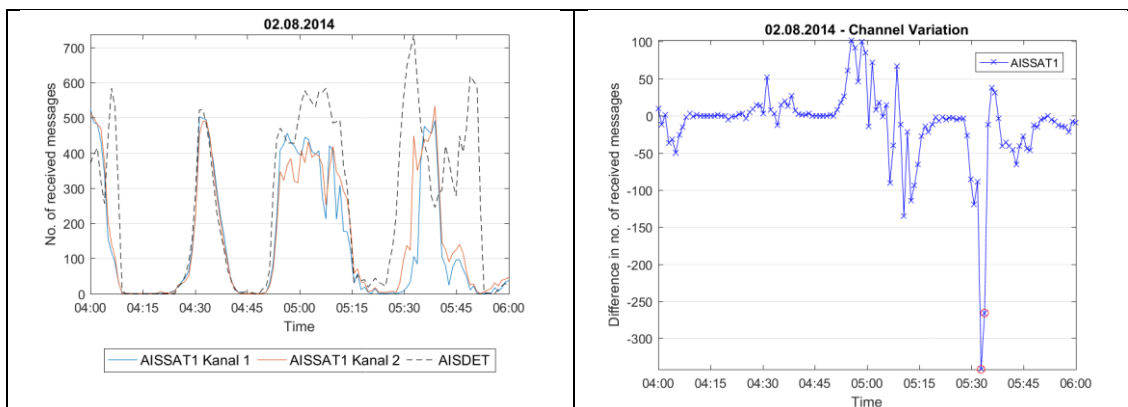
C AISSat-1 Kanalanalyse



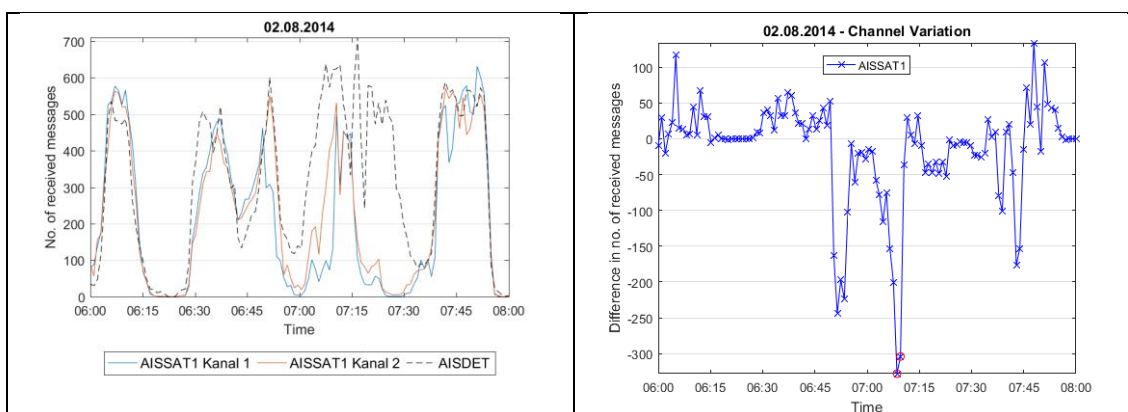
Figur C.1 Grafen på venstre viser antall meldinger mottatt per minutt 2. august 2014 00:00 – 02:00. Den blå linjen viser meldingene mottatt på AIS kanal 1 for AISSat-1. Den oransje linjen viser meldingene mottatt på AIS kanal 2 for AISSat-1. Den stiplede linjen viser halve meldingene simulert mottatt per minutt for AISDET. Grafen til høyre viser forskjellene i antall mottatte meldinger mottatt per minutt mellom AIS kanal 1 og AIS kanal 2. De røde sirklene merker minutter hvor disse forskjellene er over 250 meldinger per minutt.



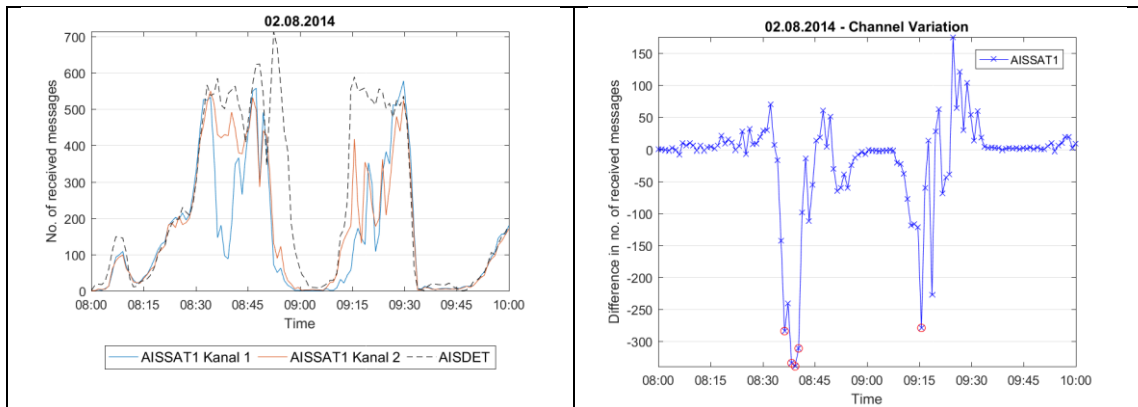
Figur C.2 Antall meldinger mottatt per minutt 2. august 2014 02:00 – 04:00 på hver av AIS-frekvenskanalene for AISSat-1, sammenlignet med halve meldingene simulert mottatt per minutt i AISDET. Grafen til høyre viser forskjellene i antall mottatte meldinger mottatt per minutt mellom AIS kanal 1 og AIS kanal 2. De røde sirklene merker minutter hvor disse forskjellene er over 250 meldinger per minutt.



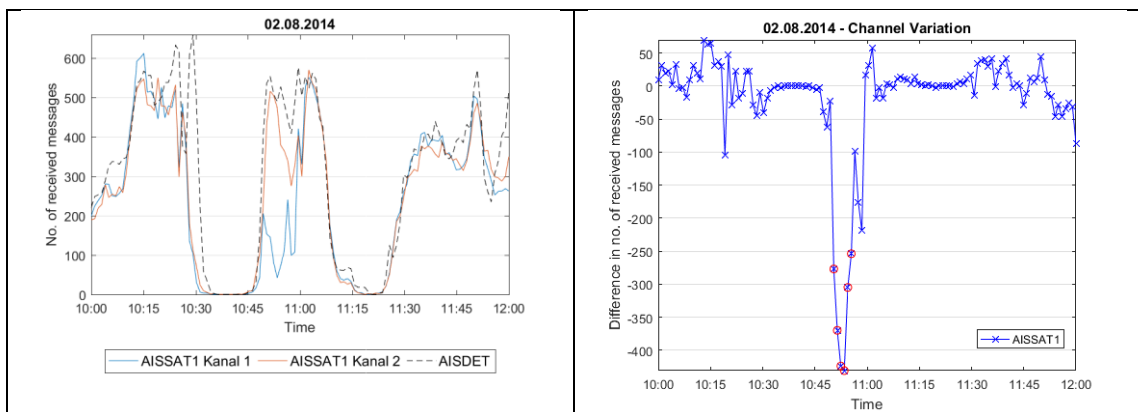
Figur C.3 Antall meldinger mottatt per minutt 2. august 2014 04:00 – 06:00 på hver av AIS-frekvenskanalene for AISSat-1, sammenlignet med halve meldingene simulert mottatt per minutt i AISDET. Grafen til høyre viser forskjellene i antall mottatte meldinger mottatt per minutt mellom AIS kanal 1 og AIS kanal 2. De røde sirklene merker minutter hvor disse forskjellene er over 250 meldinger per minutt.



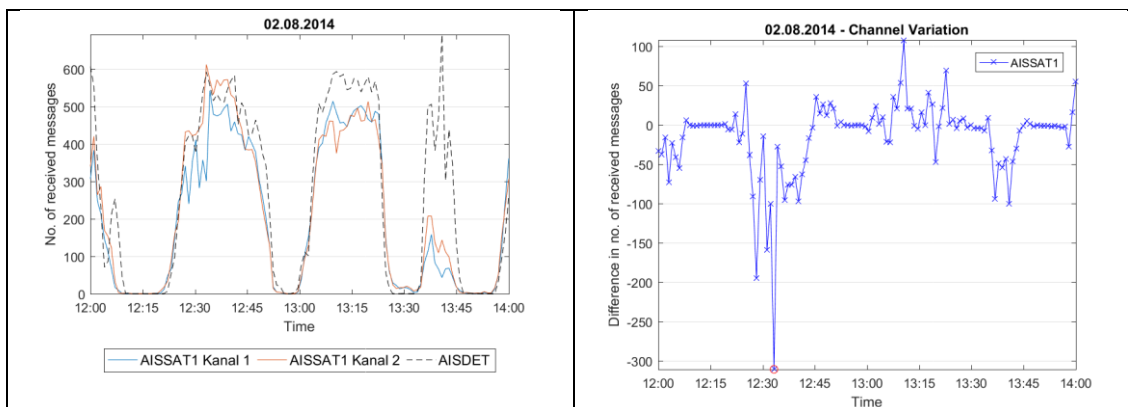
Figur C.4 Antall meldinger mottatt per minutt 2. august 2014 06:00 – 08:00 på hver av AIS-frekvenskanalene for AISSat-1, sammenlignet med halve meldingene simulert mottatt per minutt i AISDET. Grafen til høyre viser forskjellene i antall mottatte meldinger mottatt per minutt mellom AIS kanal 1 og AIS kanal 2. De røde sirklene merker minutter hvor disse forskjellene er over 250 meldinger per minutt.



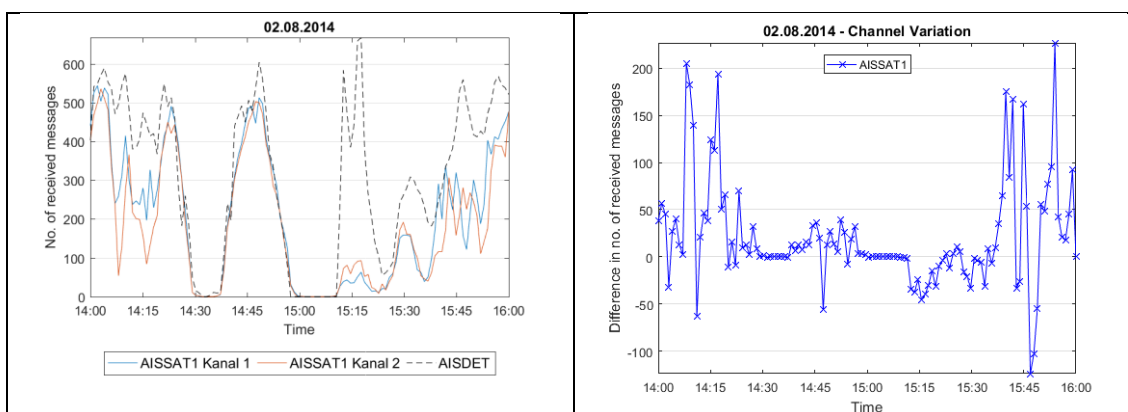
Figur C.5 Antall meldinger mottatt per minutt 2. august 2014 08:00 – 10:00 på hver av AIS-frekvenskanalene for AISSat-1, sammenlignet med halve meldingene simulert mottatt per minutt i AISDET. Grafen til høyre viser forskjellene i antall mottatte meldinger mottatt per minutt mellom AIS kanal 1 og AIS kanal 2. De røde sirklene merker minutter hvor disse forskjellene er over 250 meldinger per minutt.



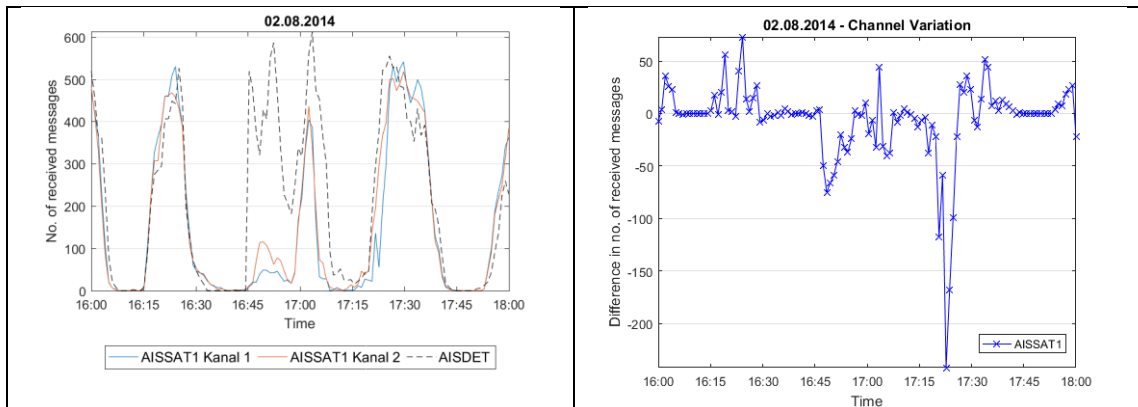
Figur C.6 Antall meldinger mottatt per minutt 2. august 2014 10:00 – 12:00 på hver av AIS-frekvenskanalene for AISSat-1, sammenlignet med halve meldingene simulert mottatt per minutt i AISDET. Grafen til høyre viser forskjellene i antall mottatte meldinger mottatt per minutt mellom AIS kanal 1 og AIS kanal 2. De røde sirklene merker minutter hvor disse forskjellene er over 250 meldinger per minutt.



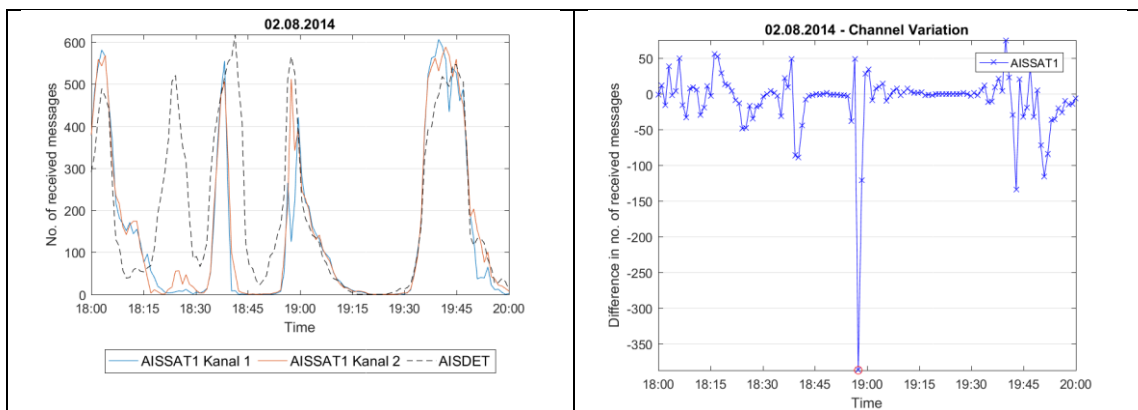
Figur C.7 Antall meldinger mottatt per minutt 2. august 2014 12:00 – 14:00 på hver av AIS-frekvenskanalene for AISSat-1, sammenlignet med halve meldingene simulert mottatt per minutt i AISDET. Grafen til høyre viser forskjellene i antall mottatte meldinger mottatt per minutt mellom AIS kanal 1 og AIS kanal 2. De røde sirklene merker minutter hvor disse forskjellene er over 250 meldinger per minutt.



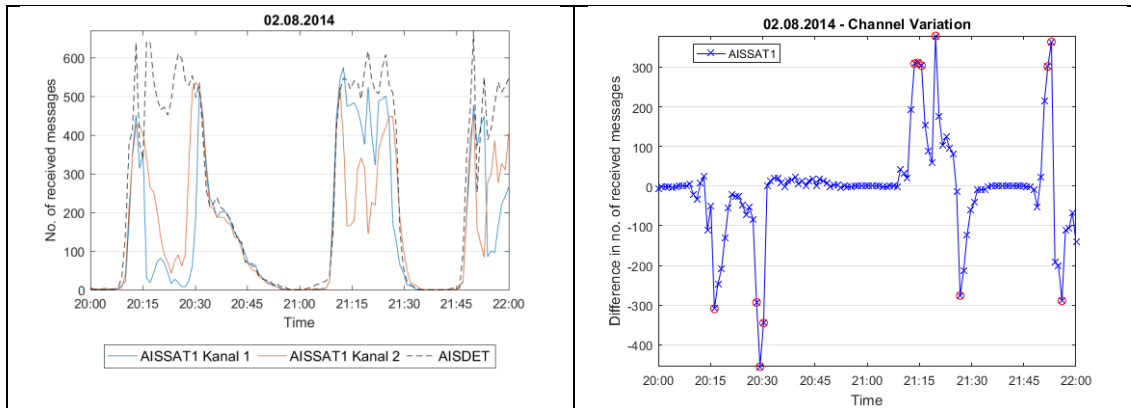
Figur C.8 Antall meldinger mottatt per minutt 2. august 2014 14:00 – 16:00 på hver av AIS-frekvenskanalene for AISSat-1, sammenlignet med halve meldingene simulert mottatt per minutt i AISDET. Grafen til høyre viser forskjellene i antall mottatte meldinger mottatt per minutt mellom AIS kanal 1 og AIS kanal 2. De røde sirklene merker minutter hvor disse forskjellene er over 250 meldinger per minutt.



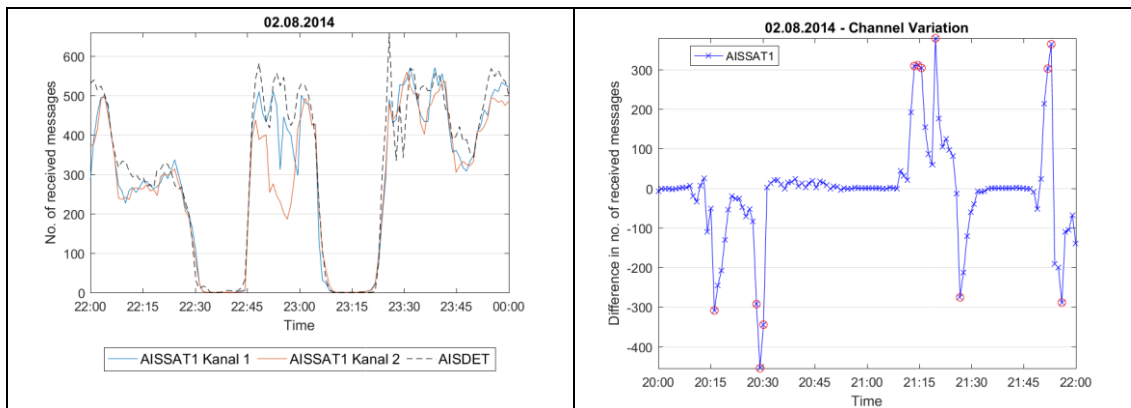
Figur C.9 Antall meldinger mottatt per minutt 2. august 2014 16:00 – 18:00 på hver av AIS-frekvenskanalene for AISSat-1, sammenlignet med halve meldingene simulert mottatt per minutt i AISDET. Grafen til høyre viser forskjellene i antall mottatte meldinger mottatt per minutt mellom AIS kanal 1 og AIS kanal 2. De røde sirklene merker minutter hvor disse forskjellene er over 250 meldinger per minutt.



Figur C.10 Antall meldinger mottatt per minutt 2. august 2014 18:00 – 20:00 på hver av AIS-frekvenskanalene for AISSat-1, sammenlignet med halve meldingene simulert mottatt per minutt i AISDET. Grafen til høyre viser forskjellene i antall mottatte meldinger mottatt per minutt mellom AIS kanal 1 og AIS kanal 2. De røde sirklene merker minutter hvor disse forskjellene er over 250 meldinger per minutt.

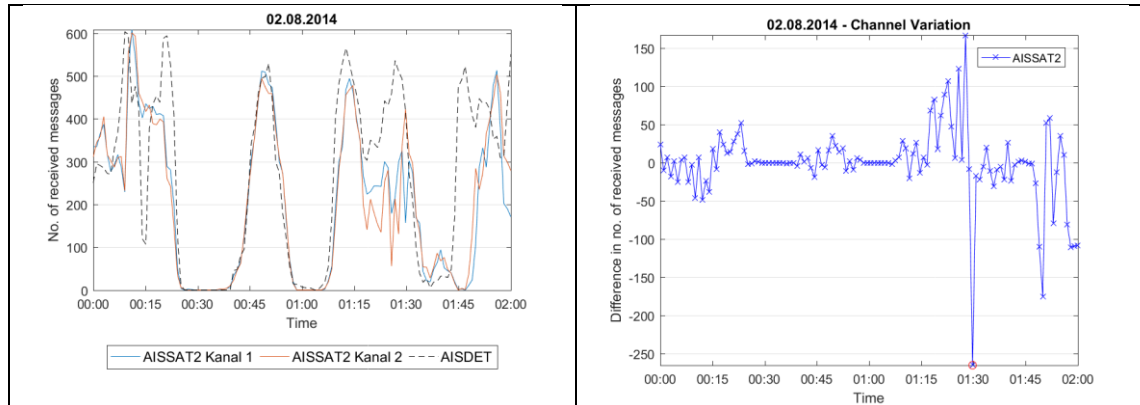


Figur C.11 Antall meldinger mottatt per minutt 2. august 2014 20:00 – 22:00 på hver av AIS-frekvenskanalene for AISSat-1, sammenlignet med halve meldingene simulert mottatt per minutt i AISDET. Grafen til høyre viser forskjellene i antall mottatte meldinger mottatt per minutt mellom AIS kanal 1 og AIS kanal 2. De røde sirklene merker minutter hvor disse forskjellene er over 250 meldinger per minutt.

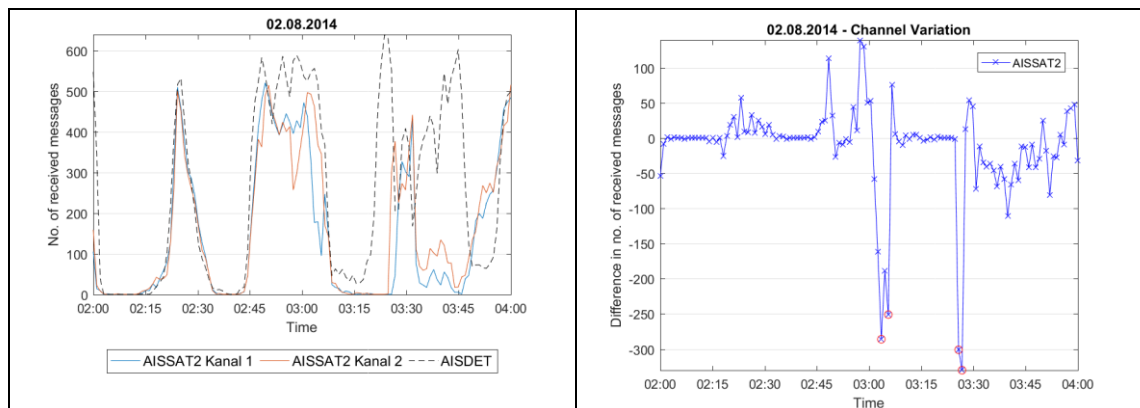


Figur C.12 Antall meldinger mottatt per minutt 2. august 2014 22:00 – 00:00 på hver av AIS-frekvenskanalene for AISSat-1, sammenlignet med halve meldingene simulert mottatt per minutt i AISDET. Grafen til høyre viser forskjellene i antall mottatte meldinger mottatt per minutt mellom AIS kanal 1 og AIS kanal 2. De røde sirklene merker minutter hvor disse forskjellene er over 250 meldinger per minutt.

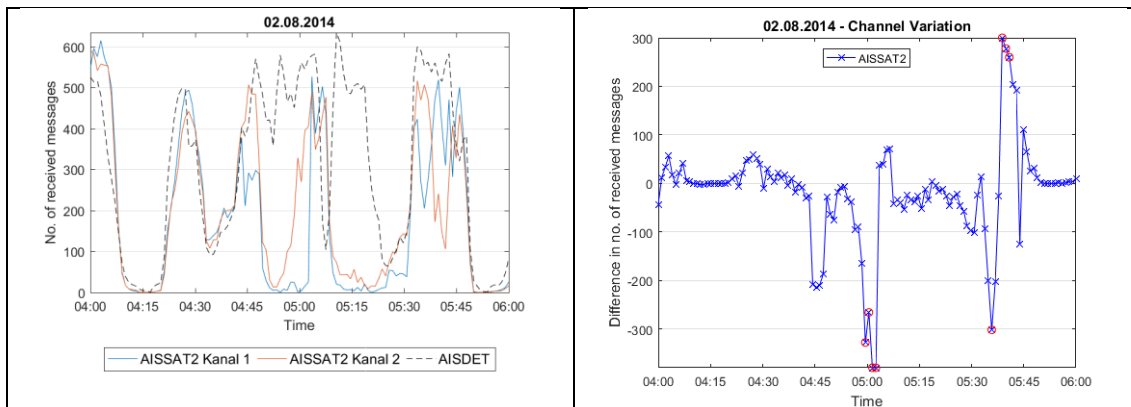
D AISSat-2 Kanalanalyse



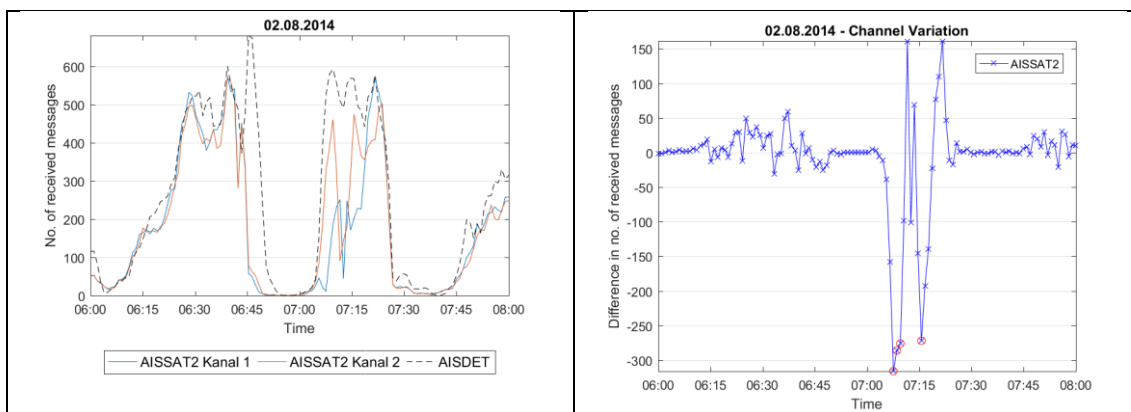
Figur D.1 Grafen på venstre viser antall meldinger mottatt per minutt 2. august 2014 00:00 – 02:00. Den blå linjen viser meldingene mottatt på AIS kanal 1 for AISSat-2. Den oransje linjen viser meldingene mottatt på AIS kanal 2 for AISSat-2. Den stiplede linjen viser halve meldingene simulert mottatt per minutt for AISDET. Grafen til høyre viser forskjellene i antall mottatte meldinger mottatt per minutt mellom AIS kanal 1 og AIS kanal 2. De røde sirklene merker minutter hvor disse forskjellene er over 250 meldinger per minutt.



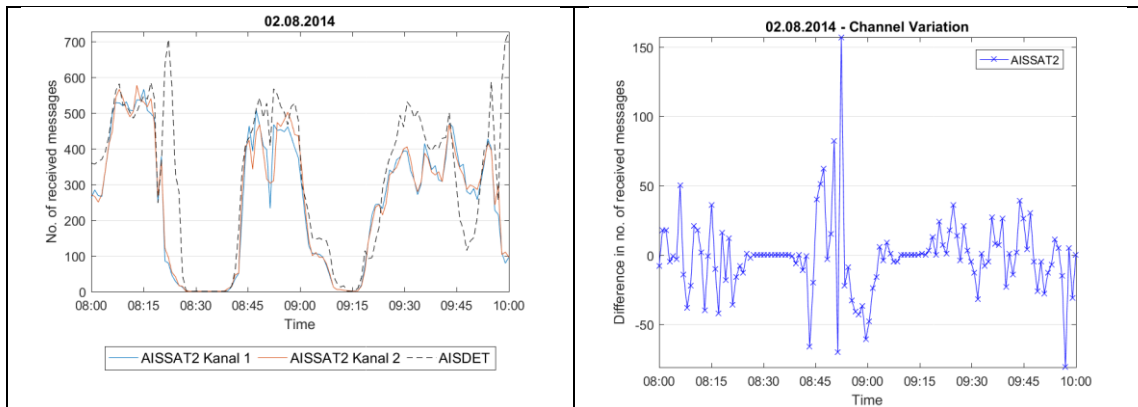
Figur D.2 Antall meldinger mottatt per minutt 2. august 2014 02:00 – 04:00 på hver av AIS-frekvenskanalene for AISSat-2, sammenlignet med halve meldingene simulert mottatt i AISDET. Grafen til høyre viser forskjellene i antall mottatte meldinger mottatt per minutt mellom AIS kanal 1 og AIS kanal 2. De røde sirklene merker minutter hvor disse forskjellene er over 250 meldinger per minutt.



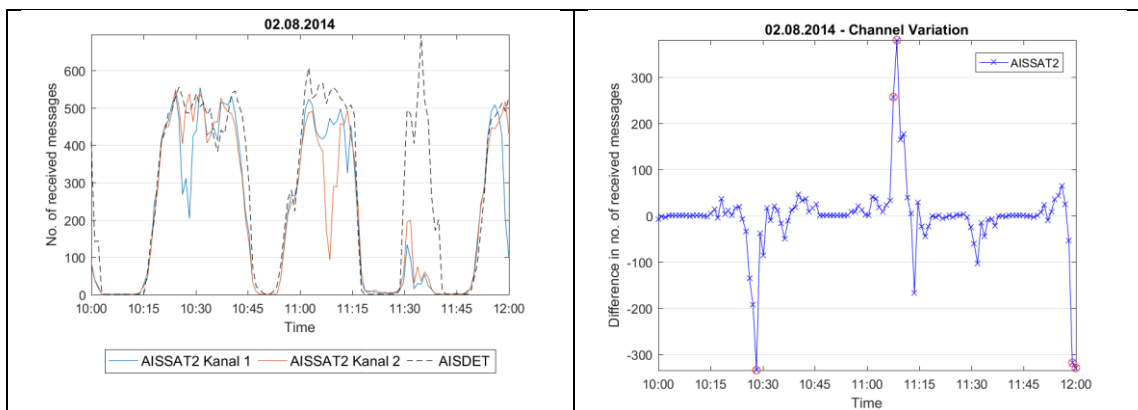
Figur D.3 Antall meldinger mottatt per minutt 2. august 2014 04:00 – 06:00 på hver av AIS-frekvenskanalene for AISSat-2, sammenlignet med halve meldingene simulert mottatt per minutt i AISDET. Grafen til høyre viser forskjellene i antall mottatte meldinger mottatt per minutt mellom AIS kanal 1 og AIS kanal 2. De røde sirklene merker minutter hvor disse forskjellene er over 250 meldinger per minutt.



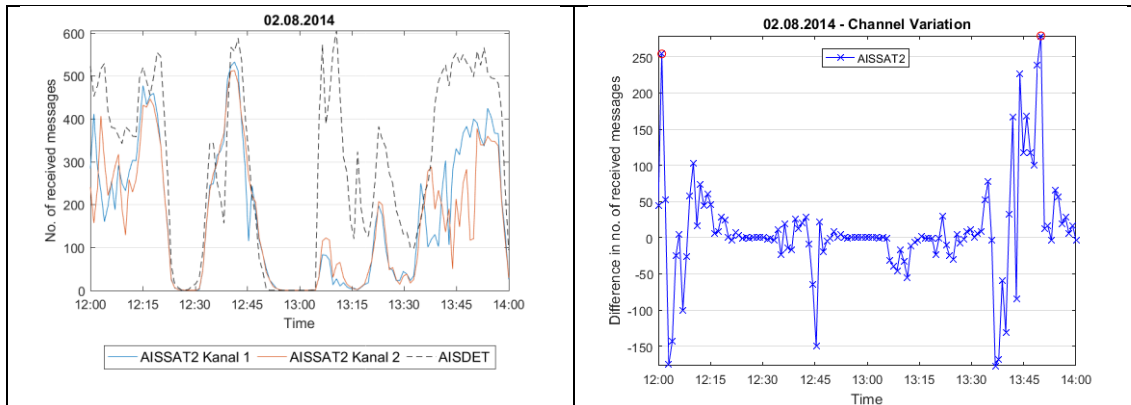
Figur D.4 Antall meldinger mottatt per minutt 2. august 2014 06:00 – 08:00 på hver av AIS-frekvenskanalene for AISSat-2, sammenlignet med halve meldingene simulert mottatt per minutt i AISDET. Grafen til høyre viser forskjellene i antall mottatte meldinger mottatt per minutt mellom AIS kanal 1 og AIS kanal 2. De røde sirklene merker minutter hvor disse forskjellene er over 250 meldinger per minutt.



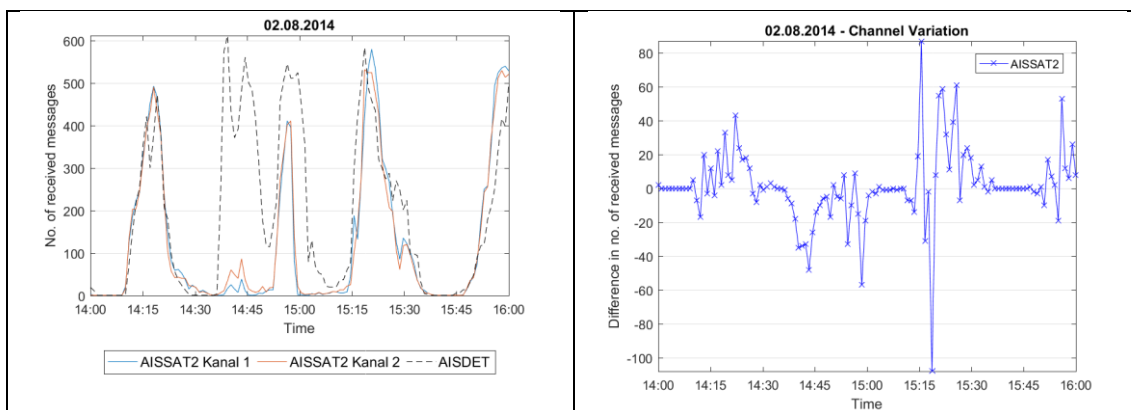
Figur D.5 Antall meldinger mottatt per minutt 2. august 2014 06:00 – 08:00 på hver av AIS-frekvenskanalene for AISSat-2, sammenlignet med halve meldingene simulert mottatt per minutt i AISDET. Grafen til høyre viser forskjellene i antall mottatte meldinger mottatt per minutt mellom AIS kanal 1 og AIS kanal 2. De røde sirklene merker minutter hvor disse forskjellene er over 250 meldinger per minutt.



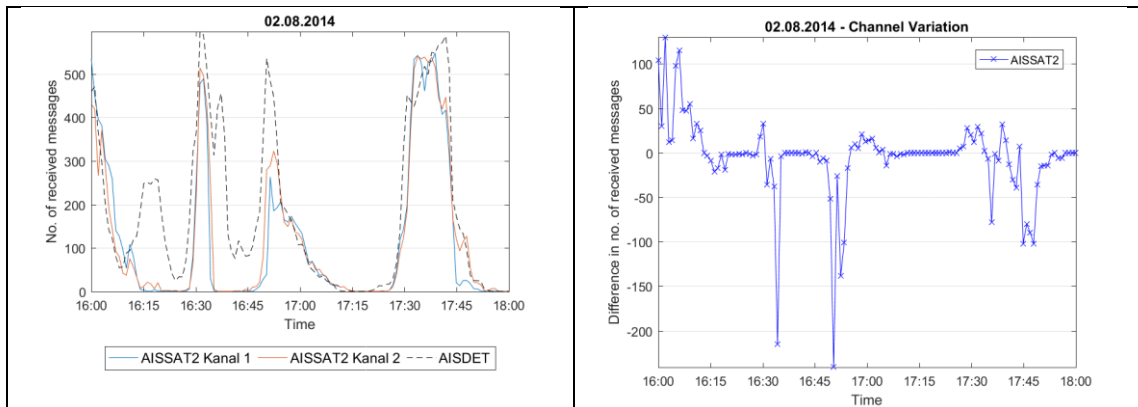
Figur D.6 Antall meldinger mottatt per minutt 2. august 2014 10:00 – 12:00 på hver av AIS-frekvenskanalene for AISSat-2, sammenlignet med halve meldingene simulert mottatt per minutt i AISDET. Grafen til høyre viser forskjellene i antall mottatte meldinger mottatt per minutt mellom AIS kanal 1 og AIS kanal 2. De røde sirklene merker minutter hvor disse forskjellene er over 250 meldinger per minutt.



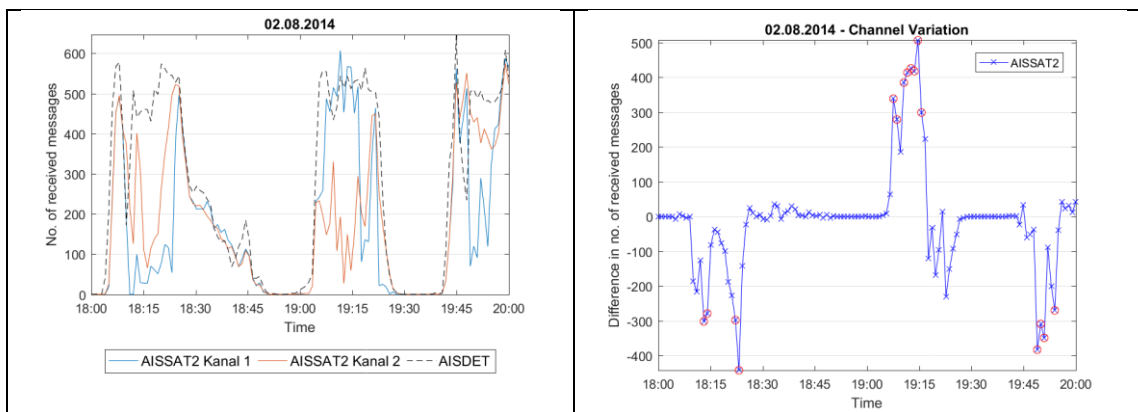
Figur D.7 Antall meldinger mottatt per minutt 2. august 2014 12:00 – 14:00 på hver av AIS-frekvenskanalene for AISSat-2, sammenlignet med halve meldingene simulert mottatt per minutt i AISDET. Grafen til høyre viser forskjellene i antall mottatte meldinger mottatt per minutt mellom AIS kanal 1 og AIS kanal 2. De røde sirklene merker minutter hvor disse forskjellene er over 250 meldinger per minutt.



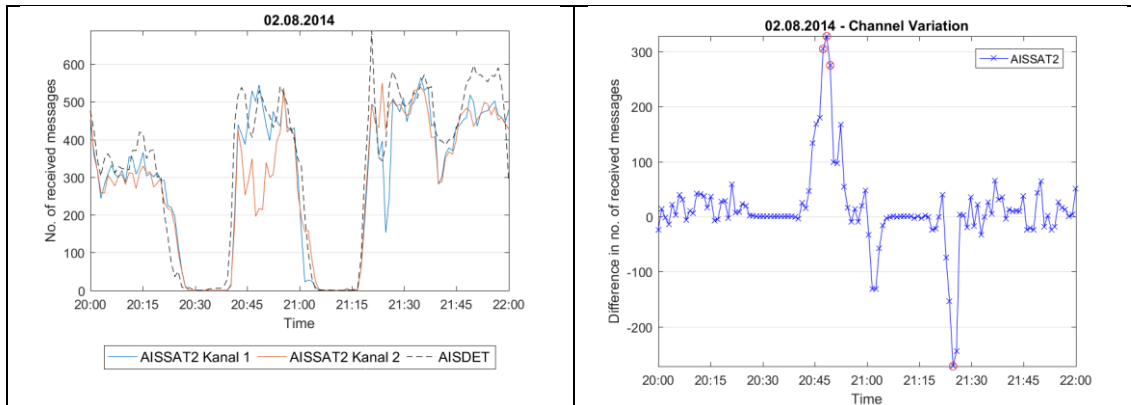
Figur D.8 Antall meldinger mottatt per minutt 2. august 2014 14:00 – 16:00 på hver av AIS-frekvenskanalene for AISSat-2, sammenlignet med halve meldingene simulert mottatt per minutt i AISDET. Grafen til høyre viser forskjellene i antall mottatte meldinger mottatt per minutt mellom AIS kanal 1 og AIS kanal 2. De røde sirklene merker minutter hvor disse forskjellene er over 250 meldinger per minutt.



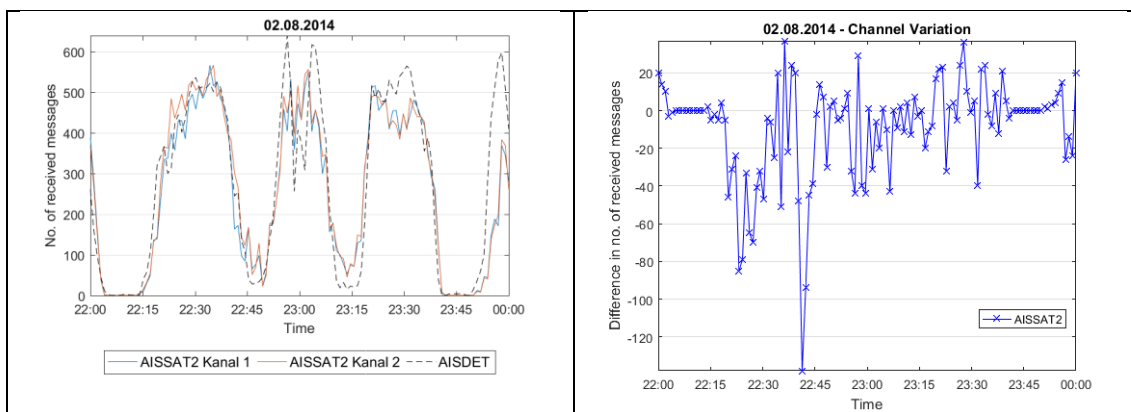
Figur D.9 Antall meldinger mottatt per minutt 2. august 2014 16:00 – 18:00 på hver av AIS-frekvenskanalene for AISSat-2, sammenlignet med halve meldingene simulert mottatt per minutt i AISDET. Grafen til høyre viser forskjellene i antall mottatte meldinger mottatt per minutt mellom AIS kanal 1 og AIS kanal 2. De røde sirklene merker minutter hvor disse forskjellene er over 250 meldinger per minutt.



Figur D.10 Antall meldinger mottatt per minutt 2. august 2014 18:00 – 20:00 på hver av AIS-frekvenskanalene for AISSat-2, sammenlignet med halve meldingene simulert mottatt per minutt i AISDET. Grafen til høyre viser forskjellene i antall mottatte meldinger mottatt per minutt mellom AIS kanal 1 og AIS kanal 2. De røde sirklene merker minutter hvor disse forskjellene er over 250 meldinger per minutt.



Figur D.11 Antall meldinger mottatt per minutt 2. august 2014 20:00 – 22:00 på hver av AIS-frekvenskanalene for AISSat-2, sammenlignet med halve meldingene simulert mottatt per minutt i AISDET. Grafen til høyre viser forskjellene i antall mottatte meldinger mottatt per minutt mellom AIS kanal 1 og AIS kanal 2. De røde sirklene merker minutter hvor disse forskjellene er over 250 meldinger per minutt.



Figur D.12 Antall meldinger mottatt per minutt 2. august 2014 22:00 – 00:00 på hver av AIS-frekvenskanalene for AISSat-2, sammenlignet med halve meldingene simulert mottatt per minutt i AISDET. Grafen til høyre viser forskjellene i antall mottatte meldinger mottatt per minutt mellom AIS kanal 1 og AIS kanal 2. De røde sirklene merker minutter hvor disse forskjellene er over 250 meldinger per minutt.

Referanser

- [1] Ø. Olsen, "AISDET 2.0 User manual", FFI-rapport 2011/02300 (2011).
- [2] Ø. Olsen, "AISDET ICD", FFI-rapport 2011/00639 (2011).
- [3] International Telecommunication Union, "Recommendation ITU-R M.1371-5
Technical characteristics for an automatic identification system using time-division
multiple access in the VHF maritime mobile band" (2014)

About FFI

The Norwegian Defence Research Establishment (FFI) was founded 11th of April 1946. It is organised as an administrative agency subordinate to the Ministry of Defence.

FFI's MISSION

FFI is the prime institution responsible for defence related research in Norway. Its principal mission is to carry out research and development to meet the requirements of the Armed Forces. FFI has the role of chief adviser to the political and military leadership. In particular, the institute shall focus on aspects of the development in science and technology that can influence our security policy or defence planning.

FFI's VISION

FFI turns knowledge and ideas into an efficient defence.

FFI's CHARACTERISTICS

Creative, daring, broad-minded and responsible.

Om FFI

Forsvarets forskningsinstitutt ble etablert 11. april 1946. Instituttet er organisert som et forvaltningsorgan med særskilte fullmakter underlagt Forsvarsdepartementet.

FFIs FORMÅL

Forsvarets forskningsinstitutt er Forsvarets sentrale forskningsinstitusjon og har som formål å drive forskning og utvikling for Forsvarets behov. Videre er FFI rådgiver overfor Forsvarets strategiske ledelse. Spesielt skal instituttet følge opp trekk ved vitenskapelig og militærteknisk utvikling som kan påvirke forutsetningene for sikkerhetspolitikken eller forsvarsplanleggingen.

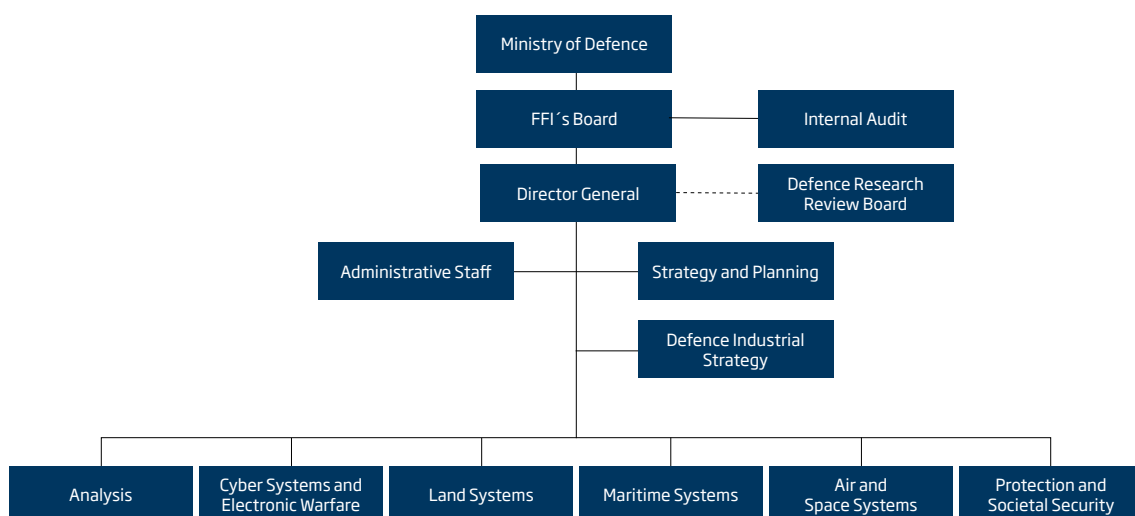
FFIs VISJON

FFI gjør kunnskap og ideer til et effektivt forsvar.

FFIs VERDIER

Skapende, drivende, vidsynt og ansvarlig.

FFI's organisation



Forsvarets forskningsinstitutt
Postboks 25
2027 Kjeller

Besøksadresse:
Instituttveien 20
2007 Kjeller

Telefon: 63 80 70 00
Telefaks: 63 80 71 15
Epost: ffi@ffi.no

Norwegian Defence Research Establishment (FFI)
P.O. Box 25
NO-2027 Kjeller

Office address:
Instituttveien 20
N-2007 Kjeller

Telephone: +47 63 80 70 00
Telefax: +47 63 80 71 15
Email: ffi@ffi.no