



**Optimalisering av modulasjon og koding for å muliggjøre
høyere datarater i videreutviklingen av eksisterende
Inmarsat satellittkommunikasjonssystemer**

Hovedoppgave
ved
Sivilingeniørutdanning i
informasjons- og kommunikasjonsteknologi

av
Siv Kleiberg
Billingstad, våren 2002

SAMMENDRAG

Inmarsat plasserer en ny generasjon satellitter i geostasjonærbane i løpet av 2003/04. De nye satellittene vil være 100 ganger kraftigere enn dagens og vil kunne øke kommunikasjonskapasiteten betraktelig. Denne rapporten ser på muligheten til å øke dataraten i videreutviklingen av Nera SatCom AS sitt eksisterende utstyr når de nye satellittene tas i bruk.

Det er vurdert kombinasjoner av modulasjonsmetoder og koderater for å kunne øke dataraten. Kombinasjonene er vurdert med hensyn på kritiske parametre i en satellitt link.

Resultatene viser at en økning i dataraten er fullt mulig med lavere ordens modulasjon ved å øke kanalbåndbredden. Det viser seg også at lavest mulig båndbredde for ønsket datarate ikke nødvendigvis er det alternativet som utnytter effekt og båndbredde i satellitten best. Ved å øke båndbredden får man en bedre utnyttelse av satellitten samtidig som det er en gevinst i lavere modulasjonsorden og enklere mottakerkompleksitet på terminalen. Det er i tillegg fullt mulig å vurdere en reduksjon i antennestørrelsen på den mobile brukerterminalen.



FORORD

Denne rapporten er resultatet av arbeidet med hovedoppgaven utført ved sivilingeniørstudiet innen informasjons- og kommunikasjonsteknologi (IKT) ved Høgskolen i Agder (HiA). Oppgaven er utført i vårsemesteret 2002 med en varighet på 20 uker.

Oppgaven er gitt og utformet av Nera SatCom AS.

Veiledere for oppgaven har vært Espen Eriksen og Karl Petter Sundby fra Nera SatCom, en takk til dem for gode råd og veiledning gjennom hele prosjektet.

Grimstad, mai 2002.

Siv Kleiberg



INNHOLDSFORTEGNELSE

SAMMENDRAG	II
FØRORD	III
INNHOLDSFORTEGNELSE	IV
1. INNLEDNING	ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.
1.1 OPPGAVEBESKRIVELSE	1
1.1.1 Oppgavetittel	1
1.1.2 Bakgrunn for oppgaven	1
1.1.3 Oppgavedefinisjon.....	2
1.2 AVGRENSNINGER	2
1.3 STATUS PÅ OMRÅDET	2
1.4 ARBEIDSMETODE	2
1.5 RAPPORTSTRUKTUR	3

Det henvises til oppgavens poster for noe mer informasjon om oppgaven. Fullstendig rapport skal ikke være tilgjengelig før juni 2005, etter avtale mellom Nera SatCom AS og Høgskolen i Agder.

1. INNLEDNING

I dagens mobile verden er tendensen at man som bruker forventer kontakt med omverden uansett hvor man er eller hvordan man reiser. Det er ikke alle steder det er gitt at det finnes jordbundne og cellulære nettverk, som for eksempel i båt midt ute på Atlanteren, i et fly eller på øde og vanskelig fremkommelige steder som en fjellvandrers beskriver det om sin opplevelse i Nepal:

'...men ca 4 dagers gange fra nærmeste landsby med bilforbindelse ligger Kyangjin Gompa på 3800 m.o.h like ved foten av det majestetiske Langtang fjellet. Det er for glatt og bratt for hester å ta seg opp dit slik at absolutt alt er fraktet dit av mennesker.

På et av de små stenhuse ne reklamerer det over hele veggen med "International phone service". På taket står en liten Nera satellittantenne og et lite solpanel. Jeg gikk inn på kjøkkenet, der de lokale stod og laget mat over et bål i peisen, og ba om å få ringe hjem. Den ene tok med seg oljelampen og viste meg veien til telefonrommet, som bestod av et gammelt bord og en liten trekrakk. Plassert på krakken ventet jeg mens han fant frem en stor digital telefon fra en skuff i bordet. Det grønne displayet lyste opp mens han tastet inn nummeret. Bare minutter senere var jeg oppdatert på hva som hadde hendt de siste ukene i Grimstad, og folk hjemme hadde fått en ivrig beskrivelse av de flotte fjellene i Langtang dalen, alt til den nette sum av 10 dollar pr minutt.'

Satellittkommunikasjon brukes både som supplement og erstatning for jordbundne og cellulære nettverk og gir, som beskrevet ovenfor, i mange områder den eneste pålitelige formen for telekommunikasjon. Flere kommersielle satellittsystemer tilbyr tale- og datakommunikasjon med et bredt spekter av tjenester. Ett av disse er Inmarsat-systemet som i dag tilbyr overføring av tale og data via geostasjonære satellitter plassert i bane ca. 36.000 km over ekvator. Systemet består av fire satellitter og en rekke landstasjoner som sammen tilbyr trafikk til landportable, maritime, aeronautiske og stasjonære terminaler. Satellittene som er i bruk i dag er Inmarsats 3. generasjons satellitter (I-3 satellittene).

1.1 Oppgavebeskrivelse

1.1.1 Oppgavetittel

Optimalisering av modulasjon og koding for å muliggjøre høyere datarater i videreutviklingen av eksisterende Inmarsat satellittkommunikasjonssystemer.

1.1.2 Bakgrunn for oppgaven

I år 2003 og 2004 skal en ny generasjon Inmarsat satellitter (I-4 satellittene) plasseres i bane med mer avansert antenne- og forsterkerteknologi enn dagens I-3 satellitter. For de satellittkommunikasjonssystemene som er designet for I-3 satellittene vil dette bety økt linkmargin når I-4 satellittene tas i bruk. Det er et ønske å kunne dra nytte av økt linkmargin i videreutviklingen av det satellittkommunikasjonsutstyret Nera SatCom allerede har utviklet.

Den store avstanden mellom satellitt og terminal gir høy strekkdempning og medfører normalt lav signalstyrke i mottakeren, noe som stiller meget strenge krav til design og implementasjon ved utvikling av satellittprodukter. Lav signalstyrke kombinert med begrenset tilgang til båndbredde stiller igjen strenge krav til valg av modulasjons- og kodingsprinsipper.

Oppgavens primære mål er, som oppgavetittelen sier, å optimalisere modulasjon og koding for å muliggjøre høyere datarater i videreutviklingen av eksisterende Inmarsat satellittkommunikasjonssystemer.

Det tas sikte på å vurdere modulasjons- og kodingsmetoder som utnytter linkmarginen på en best mulig måte slik at det er mulig å oppnå høyere datarater når I-4 satellittene tas i bruk.

1.1.3 Oppgavedefinisjon

Oppgaven går ut på å foreslå alternative metoder for å utnytte økt linkmargin til å oppnå høyere datarater, og diskutere disse med hensyn på blant annet:

- utnyttelse av effekt og båndbredde i satellitt
- kritiske terminalparametre: G/T, antennestørrelse, EIRP

Dersom tiden strekker til kan det også gjøres vurderinger rundt:

- mottakerkompleksitet og krav til prosesseringskraft i terminalen

1.2 Avgrensninger

I et satellittkommunikasjonssystem er det mange parametre som er avhengige av hverandre og som har en innvirkning på vurdering av effekt, båndbredde og kritiske terminalparametre. Det ble tidlig klart at noen av disse parametrene måtte settes fast for å kunne begrense oppgaven. Det var da naturlig å se på de spesifikasjonene og ønskene Inmarsat har for sine systemer. Blant annet er det fra deres side kommet frem til at en rolloff faktor på 25% er det beste alternativet. Oppgaven begrenser seg til å se på et utvalg av båndbredder og informasjonsrater. Det er også valgt å kun se på I-4 satellittenes regionale stråler ettersom det pr idag ser ut til at spot strålene kun vil være for bruk til Broadband Global Area Network (BGAN) produkter.

Tiden strakk ikke til for å se på mottakerkompleksitet og krav til prosesseringskraft i terminalen. At tiden ville bli for knapp var allerede skissert i definisjonen av oppgaven, det er likevel tatt med noen ord for å belyse hvilken innvirkning resultatene vil ha for utstyret som skal brukes uten å gå i detalj. Det er utelatt å gjøre noen konklusjon om temaet.

1.3 Status på området

Nera SatCom har i arbeidet med å se på muligheter for å øke dataraten utover 64kbps utarbeidet et forslag for å overføre 128kbps over Inmarsats I-3 satellitter. I dette forslaget er det også kommentert mulige løsninger for 128kbps når I-4 satellittene tas i bruk. Muligheten for enda høyere datarater er det ikke sett på for videreutvikling av eksisterende utstyr, men det arbeides med nye terminaler med nye bruksområder som skal tas i bruk mot I-4 satellittene.

1.4 Arbeidsmetode

Den mest relevante bakgrunnen for oppgaven ble gitt i faget 'Mobil raidokommunikasjon' ved HiA høsten 2001. Faget tok for seg GSM-nettet spesielt. Oppgaven på sin side har tatt for seg Inmarsats geostasjonære satellittsystemer og modulasjons- og kodingsprinsipper i dette

miljøet. I starten gikk det derfor mye tid med til å sette seg inn i satellittsystemer generelt og Inmarsat sine systemer spesielt.

Det som da var viktig å se på var hvilke metoder som egnet seg best for satellittkommunikasjonssystemer, hvilke kriterier som er viktige og hvordan et linkbudsjett kan settes opp.

Etter en modningsperiode hvor de mange komplekse avhengighetsforholdene i et satellittsystem kom litt klarere frem ble arbeidet med å finne relevante løsninger satt igang. Det ble da arbeidet etter prinsippet om å starte bredt for så å velge de beste resultatene å arbeide videre med. Bakgrunnstall ble funnet og grafer laget ved hjelp av MatLab mens påtrykk av variable parametre ble gjort i oppsett som ble laget i Excel. De endelige resultatene ble først synlige etterhvert som arbeidet nærmet seg slutten. Drøfting med begrunnelse av videre valg ble gjort underveis og muligheten for å gå tilbake å prøve et annet alternativ dersom det første viste seg ikke å la seg gjennomføre lå hele tiden åpen.

1.5 Rapportstruktur

I hovedsak følger rapportstrukturen den arbeidsmetoden som er beskrevet i Kapittel 1.4. Det er naturlig å dele den teoretiske bakgrunnsdelen inn i to kapitler hvor Kapittel 2 tar for seg den generelle satellittkommunikasjonsteorien og Kapittel 3 beskriver Inmarsat sine systemer. Kapittel 2 fungerer i så måte som et grunnlag for utregninger av de resultater som legges frem i Kapittel 4, mens Kapittel 3 gir tall og verdier ut fra Inmarsat sine spesifikasjoner som resultatene bygger på. Rapporten avslutter med en konklusjon i Kapittel 5.