



# **En lokasjonsavhengig reiselivstjeneste**

*–drøfting av nøyaktighet, bruksområde og tjenestekvalitet*

Hovedoppgave  
ved  
sivilingeniørutdanningen i  
Informasjons- og Kommunikasjonsteknologi

av  
Hans Anders Hvale

Grimstad, mai 2002

## Sammendrag

Denne oppgaven har diskutert hvilken nøyaktighet, hvilket bruksområde og hvilken tjenestekvalitet som det er behov for i forbindelse med mobile lokasjonsbaserte tjenester. Den har til slutt anbefalt noen forbedringer til reiselivsapplikasjonen, Travel Assistant.

Arbeidet har blant annet omfattet en test og evaluering av dagens cellebaserte posisjoneringsmetode, CGI + TA. Resultatet av dette, viste at denne metoden har store begrensninger med tanke på hvilke tjenester som kan tilbys av tredje part. Hovedårsaken til dette var den høye konsentrasjonen av store bygninger i de aktuelle områdene. Videre har ulike grupper lokasjonsbaserte tjenester, samt andre standardiserte posisjoneringsmetoder (både 2G og 3G) blitt presentert. Dette har så blitt vurdert med hensyn på hvilke kvaliteter tjenestene og posisjoneringsmetodene har, for den enkelte tjeneste- og applikasjonstype. Lokasjonstjenesten "I nærheten" og lignende tjenester kan fint benytte dagens posisjoneringsmetode. Dersom man vil benytte eksempelvis "Buddy"-tjenester vil det være fordelaktig å benytte en posisjoneringsmetode, E-OTD eller UL-TOA, som har bedre nøyaktighet.

Reiselivsapplikasjonen, Travel Assistant sitt samarbeid med blant annet Trafikanten i Oslo, viser at de har planer om å gjøre applikasjonen bredere enn basisversjonen som kommer ut i juni 2002. Forslag til løsninger, som omhandler integrasjon av en kulturkalender.no- og filmweb.no sine databaser, vil være med på å berike applikasjonen. Ser man i litt lengre perspektiv, vil Travel Assistant også være egnet for navigasjonstjenester som vil komme ved innførelsen av posisjoneringsmetoden, A-GPS.

## Forord

Denne rapporten markerer avslutningen på min utdanning som sivilingeniør innen Informasjons- og Kommunikasjonsteknologi (IKT) ved Høgskolen i Agder, avdeling Grimstad.

Hovedoppgaven omfatter ett semesters arbeid, som vil si 10 vekttall. Arbeidet har pågått fra januar til slutten av mai 2002.

Oppgaven er utført i samarbeid med Maponweb. Spesielt ønsker jeg å takke Maponweb for oppgaven, hvor Alf Pettersen (kontaktperson) og Marijana Kosmerlj har vært viktige støttespillere. Jeg ønsker også å takke Per E. Pedersen, som har vært min faglige veileder under prosjektperioden.

Grimstad, 27.05.2002

Hans Anders Hvale

# Innholdsfortegnelse

<b>SAMMENDRAG</b> .....	<b>2</b>
<b>FORORD</b> .....	<b>3</b>
<b>INNHALDSFORTEGNELSE</b> .....	<b>4</b>
<b>FORTEGNELSE OVER FIGURER OG TABELLER</b> .....	<b>6</b>
<b>1 INNLEDNING</b> .....	<b>8</b>
1.1 BAKGRUNN FOR OPPGAVEN.....	8
1.2 OPPGAVEBESKRIVELSE .....	8
1.3 LESERVEILEDNING .....	9
<b>2 LOKASJONSBASERTE TJENESTER</b> .....	<b>10</b>
2.1 GENERELT OM LOKASJONSBASERTE TJENESTER .....	11
2.2 POSISJONERINGSTJENESTER .....	12
2.2.1 Informasjonstjenester .....	13
2.2.2 Betalingstjenester .....	13
2.2.3 Sikkerhetstjenester.....	14
2.2.4 Sporingstjenester .....	14
2.3 POSISJONERINGSMETODER I GSM.....	15
2.3.1 Cell Global Identity + Timing Advance (CGI+TA).....	16
2.3.2 Uplink Time of Arrival (UL-TOA) .....	17
2.3.3 Enhanced Observed Time Difference (E-OTD).....	18
2.3.4 Network-assisted Global Positioning System (A-GPS).....	21
2.4 POSISJONERINGSMETODER I UMTS .....	23
2.5 BENYTTET TEKNOLOGI HOS TJENESTELEVERANDØRENE .....	23
2.5.1 Mobile Positioning Protocol (MPP).....	23
2.6 ADOPSIJONSPARAMETRE .....	26
2.6.1 Nytteverdi.....	27
2.6.2 Brukerpersepsjon (-oppfatning).....	27
2.6.3 Geografi/topografi/basetthet.....	28
2.7 TRAVEL ASSISTANT .....	29
2.7.1 Hva er Travel Assistant? .....	29
2.7.2 Virkemåte til Travel Assistant.....	31
<b>3 METODE FOR ARBEIDET</b> .....	<b>32</b>
3.1 GENERELT OM ARBEIDSPROSESSEN .....	32
3.2 METODE OG OPPSETT FOR TESTING .....	33
3.3 VERKTØY OG METODE FOR EVALUERING .....	34
<b>4 RESULTATER</b> .....	<b>37</b>
4.1 FRA ÉN SPESIFIKK Plass .....	37
4.1.1 Statistiske data.....	37
4.1.2 Måledata fra Gjert Sørensensvei 54 i Grimstad .....	38
4.1.3 Måledata fra Scandic Hotell på Sjølyst .....	39
4.1.4 Måledata fra Strandveien 13 på Lysaker.....	41
4.1.5 Måledata fra Lysaker stasjon .....	42
4.2 LANGS EN TRASÉ.....	44
4.2.1 Statistiske data.....	44
4.2.2 Måledata fra en trasé på Lysaker .....	44

---

4.2.3	Måledata rundt Strandveien 8 på Lysaker.....	46
4.2.4	Måledata fra en trasé i Grimstad .....	47
<b>5</b>	<b>DRØFTING .....</b>	<b>48</b>
5.1	NØYAKTIGHET .....	48
5.2	BRUKSOMRÅDE .....	49
5.3	TJENESTEKVALITET.....	50
5.4	LØSNINGER FOR TRAVEL ASSISTANT .....	50
<b>6</b>	<b>KONKLUSJON.....</b>	<b>52</b>
	<b>LITTERATURLISTE.....</b>	<b>55</b>
	<b>VEDLEGG .....</b>	<b>58</b>
	VEDLEGG A: TIDS- OG STEDSBESKRIVELSE AV TESTRESULTATENE .....	58
	VEDLEGG B: NØYAKTIGHETSMÅLINGER AV CGI + TA FRA TELENOR .....	64
	VEDLEGG C: NØYAKTIGHETSMÅLINGER AV UL-TOA FRA ERICSSON.....	66
	VEDLEGG D: NØYAKTIGHETSMÅLINGER AV E-OTD FRA ERICSSON .....	67

## Fortegnelse over figurer og tabeller

### FIGURER

FIGUR 1: RAMMEVERK FOR 3G TJENESTER [27] .....	10
FIGUR 2: FORRETNINGSMODELL AV LOKASJONSBASERTE TJENESTER [27] .....	12
FIGUR 3: CELLE I MOBILNETTVERKET .....	16
FIGUR 4: CELL GLOBAL IDENTITY + TIMING ADVANCE (CGI+TA) .....	17
FIGUR 5: RTT MELLOM BTS OG MS .....	17
FIGUR 6: E-OTD LOCATION (HYPERBOLIC) .....	20
FIGUR 7: E-OTD LOCATION (CIRCULAR) .....	21
FIGUR 8: OVERSIKT OVER NETWORK-ASSISTED GPS (A-GPS) [21] .....	22
FIGUR 9: ARKITEKTUR TIL MPP 3.0 .....	24
FIGUR 10: EKSEMPEL PÅ FORESPØRSEL OM POSISJON .....	25
FIGUR 11: EKSEMPEL PÅ RESPONS FRA MPC .....	26
FIGUR 12: NOKIA 9201 .....	29
FIGUR 13: KAN VISE ALT FRA ATLAS- TIL GATENIVÅ [17] .....	31
FIGUR 14: DIALOGVINDU FOR SØK [17] .....	31
FIGUR 15: DIALOGVINDU FOR SØKERESULTAT [17] .....	31
FIGUR 16: KART VISNING [17] .....	31
FIGUR 17: XML-DOKUMENT MED MÅLEDATA FRA TELENOR SIN POSISJONERINGSTJENESTE .....	33
FIGUR 19: JAVA SERVLET DESIGNET FOR VALIDERING AV MÅLEDATA [17] .....	35
FIGUR 20: KART OVER GJERT SØRENSENSVEI 54 I GRIMSTAD [12] .....	38
FIGUR 21: KART OVER SCANDIC HOTELL SJØLYST UTENFOR OSLO[12] .....	39
FIGUR 22: KART OVER STRANDVEIEN 13 PÅ LYSAKER UTENFOR OSLO[12] .....	41
FIGUR 23: KART OVER LYSAKER STASJON UTENFOR OSLO[12] .....	43
FIGUR 24: KART OVER LYSAKER-OMRÅDET UTENFOR OSLO[12] .....	45
FIGUR 25: KART OVER STRANDVEIEN 8 PÅ LYSAKER UTENFOR OSLO[12] .....	46
FIGUR 26: KART OVER GRIMSTAD-OMRÅDET[12] .....	47

### TABELLER

TABELL 1: EGENSKAPER TIL ULIKE POSISJONERINGSMETODER [6][10][16][21] .....	16
TABELL 2: EKSEMPEL PÅ TABELL BEREGNET FOR BEREGNEDE STATISTISKE DATA FRA TESTINGEN AV CGI + TA .....	34
TABELL 3: EKSEMPEL PÅ TABELL BEREGNET FOR RÅDATA FRA TESTING AV CGI + TA .....	36
TABELL 4: ESTIMERTE DATA, BEREGNET FOR EVALUERING. HVER RAD REPRESENTERER EN SPESIFIKK PLESS. .....	37
TABELL 5: MÅLEDATA FRA GJERT SØRENSENSVEI 54 .....	39
TABELL 6: MÅLEDATA FRA SCANDIC HOTELL SJØLYST .....	41
TABELL 7: MÅLEDATA FRA STRANDVEIEN 13 .....	42
TABELL 8: MÅLEDATA FRA LYSAKER STASJON .....	43
TABELL 9: ESTIMERTE DATA FRA ULIKE OMRÅDER, BEREGNET FOR EVALUERING .....	44
TABELL 10: MÅLEDATA FRA OMRÅDET PÅ LYSAKER .....	46
TABELL 11: MÅLEDATA FRA STRANDVEIEN 8 .....	46
TABELL 12: MÅLEDATA FRA ET OMRÅDE I GRIMSTAD .....	47
TABELL 13: TID OG STEDSBESKRIVELSE AV TESTRESULTATENE FRA EN TRASÉ PÅ LYSAKER .....	58
TABELL 14: TID OG STEDSBESKRIVELSE AV TESTRESULTATENE FRA SCANDIC HOTELL SJØLYST .....	59
TABELL 15: TID OG STEDSBESKRIVELSE AV TESTRESULTATENE FRA STRANDVEIEN 13 .....	60
TABELL 16: TID OG STEDSBESKRIVELSE AV TESTRESULTATENE FRA STRANDVEIEN 8 .....	61

---

TABELL 17: TID OG STEDSBESKRIVELSE AV TESTRESULTATENE FRA EN TRASÉ I GRIMSTAD .....	61
TABELL 18: TID OG STEDSBESKRIVELSE AV TESTRESULTATENE FRA GJERT SØRENSENSVEI 54 .....	62
TABELL 19: TID OG STEDSBESKRIVELSE AV TESTRESULTATENE FRA LYSAKER STASJON .....	63
TABELL 20: SAMMENDRAG AV MÅLERESULTATER FRA TELENOR .....	64
TABELL 21: MÅLERESULTATER AV CGI + TA FORETATT AV TELENOR .....	65
TABELL 22: SIMULERINGSRESULTATER AV UL-TOA FORETATT AV ERICSSON.....	66
TABELL 23: SIMULERINGSRESULTATER AV E-OTD FORETATT AV ERICSSON .....	68

# 1 Innledning

## 1.1 Bakgrunn for oppgaven

Etter hvert som Internett-baserte tjenester tilgjengeliggjøres for mobile terminaler, forventes det stor etterspørsel etter lokasjonsbaserte tjenester. Den mobile brukeren ønsker tjenester og informasjon, tilpasset det sted han/hun befinner seg.

Maponweb har i samarbeide med Telenor FoU og Nokia utviklet Travel Assistant, en kart- og informasjonsløsning for Nokia 9210 Communicator. Travel Assistant er en Java applikasjon basert på Symbian Epos plattformen. Applikasjonen tilbyr visning av kart (zoom, pan) og søk i geografisk informasjon (adresser, stedsnavn og "points of interest") og hendelser (fra Aftenpostens Oslopuls-database). Kart og informasjon hentes fra Maponweb sin server.

Suksess for lokasjonsbaserte tjenester avhenger av enkel teknisk tilgang til lokasjonsinformasjonen, nøyaktigheten i denne og kommersielle betingelser for bruk av informasjonen.

## 1.2 Oppgavebeskrivelse

Etter samarbeid med Høgskolen (Per E. Pedersen) og Maponweb (Alf Pettersen), ble hovedoppgaven definert til å omfatte følgende:

- Teknisk beskrivelse av ulike metoder for posisjonering av mobiltelefoner i nåværende GSM system. Beskrivelsen skal omfatte begrensninger og muligheter med vekt på nøyaktighet, samt hvilke løsninger som tilbys av nettverksoperatørene i dag.
- Beskrivelse av andre eksisterende teknologier (GPS) eller forventede løsninger i fremtidige mobile systemer (UMTS).
- Testing av nøyaktighet i lokasjonsdataene fra GSM nettet. Testingen skal blant annet gjøres med hensyn på geografisk lokasjon og krav til nøyaktighet som sluttbrukeren setter. (*Det stilles ulike krav til nøyaktighet avhengig om man befinner seg i storby, tettsted, eller landsbygd*). Selve testingen er selvsagt avhengig av at alt fungerer som det skal fra Telenor sin side.
- Beskrivelse av aktuelle applikasjoner innefor flere bransjer, for eksempel turisme, transport, helse, underholdning. Vurdering av hvilke krav som stilles til nøyaktighet for de enkelte applikasjonene.



- Evaluering av hvordan funksjonalitet kan tilpasses nøyaktigheten i lokasjonsinformasjonen for minst to applikasjoner. En av disse skal være basert på informasjon fra GSM, en annen på alternativ teknologi, for eksempel GPS.
- Anbefaling av løsninger for turistinformasjon til Travel Assistant.

Hovedoppgaven tar dessuten utgangspunkt i noen tester og simuleringer som er foretatt av henholdsvis Telenor og Ericsson (se vedlegg).

### **1.3 Leserveiledning**

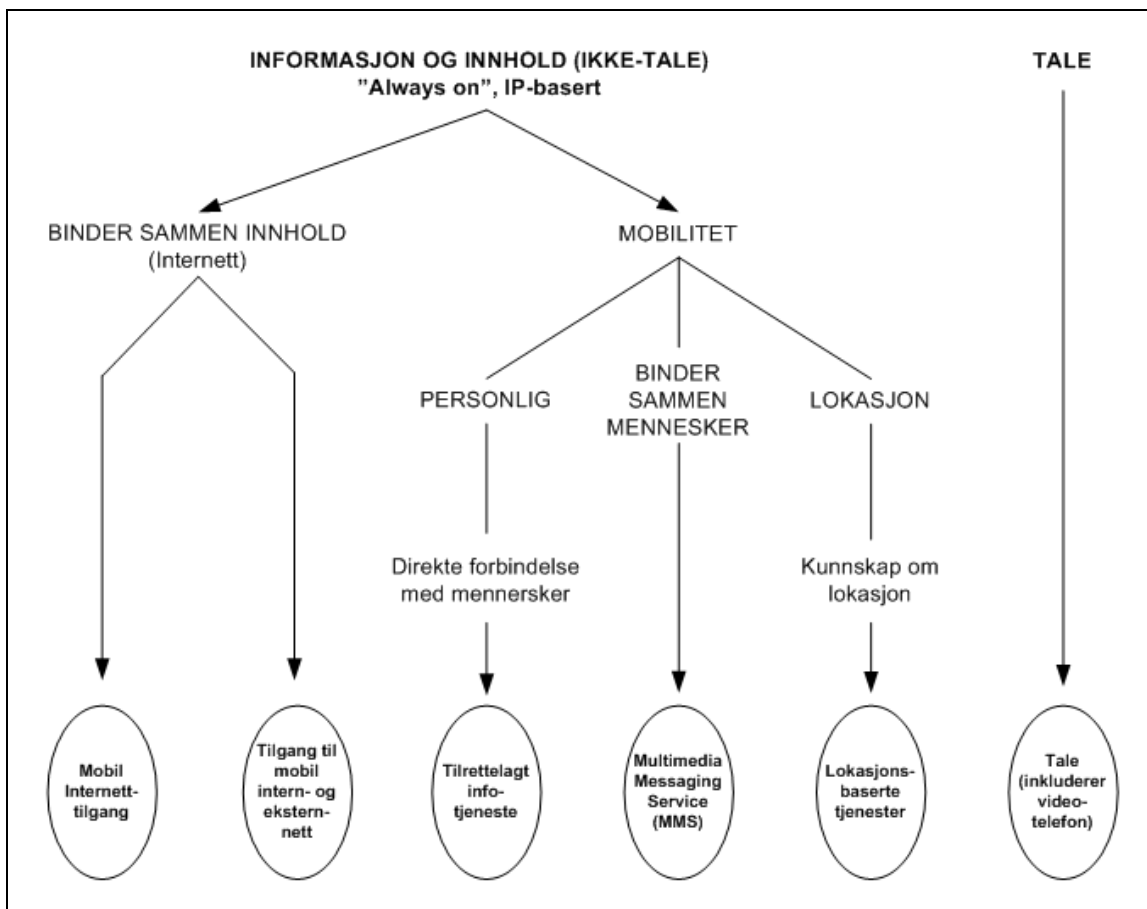
Rapportens første kapittel leder leseren inn i oppgavens problemstilling. Her inngår litt om bakgrunnen for oppgaven, samt oppgavebeskrivelse og denne leserveiledningen. Under "Lokasjonsbaserte tjenester" i kapittel 2, blir oppgavens teorigrunnlag presentert. Her vil det først bli presentert litt generelt om hva som inngår under begrepet "lokasjonsbaserte tjenester". Deretter vil man kunne lese om posisjoneringsmetoder, både i GSM og UMTS, hvilken teknologi som blir benyttet av dagens tjenesteleverandører, samt adopsjonsparametre. Til slutt i kapittel 2, får man en innføring i hva applikasjonen "Travel Assistant" er. I kapittel 3, "Metode for arbeidet", får man et innblikk i hvilken metode som er brukt for utarbeidelsen av dette prosjektet. Videre får man i kapittel 4, resultatene fra målingene som er gjort under nøyaktighetstesting. Resultatene fra kapittel 3, samt noen simuleringer foretatt av andre (se vedlegg B, vedlegg C og vedlegg D), blir så evaluert i kapittel 5. Drøfting av nøyaktighet, bruksområde og tjenestekvalitet, blir presentert i kapittel 5, sammen med noen løsninger for Travel Assistant, før leseren finner en konklusjon av hovedoppgaven i kapittel 6.

I slutten av rapporten følger referanser og vedlegg.

## 2 Lokasjonsbaserte tjenester

Lokasjonsbaserte tjenester er en følge av overgangen fra andre- til tredje- generasjons mobilsystem, henholdsvis fra Global Positioning System (GSM) til Universal Mobile Telecommunication System (UMTS). For å utforme denne UMTS-standard er det nedsatt et forum (UMTS-forum), som skal standardisere dette mobile systemet. I følge UMTS-forum er lokasjonsbaserte tjenester sidestilt med fem andre tjenestekategorier (se Figur 1) innenfor tredje generasjons mobiltjenester. De seks tjenestekategoriene er definert fra et brukerperspektiv og er ment å gjenspeile oppfatningen av markedet.

Vi skal i dette kapittelet konsentrere oss om lokasjonsbaserte tjenester. De andre tjenestekategoriene som er illustrert i figuren under (Figur 1), vil dermed ikke få fokus i denne oppgaven.



Figur 1: Rammeverk for 3G tjenester [27]

## 2.1 Generelt om lokasjonsbaserte tjenester

Det mobile informasjonssamfunnet er på vei over fra andre generasjons (2G) til tredje generasjons (3G) mobilteknologi. Internett og dets tjenester har kommet inn i trådløse enheter (blant annet PDA). Location Based Services (LBS) og personlig navigasjon er en del av det de mobile multimedia-tjenestene, som tillater mennesker å finne ut av hvor de er, hvor de kan finne produkter og tjenester og hvordan de kan komme til et bestemt mål. [19]

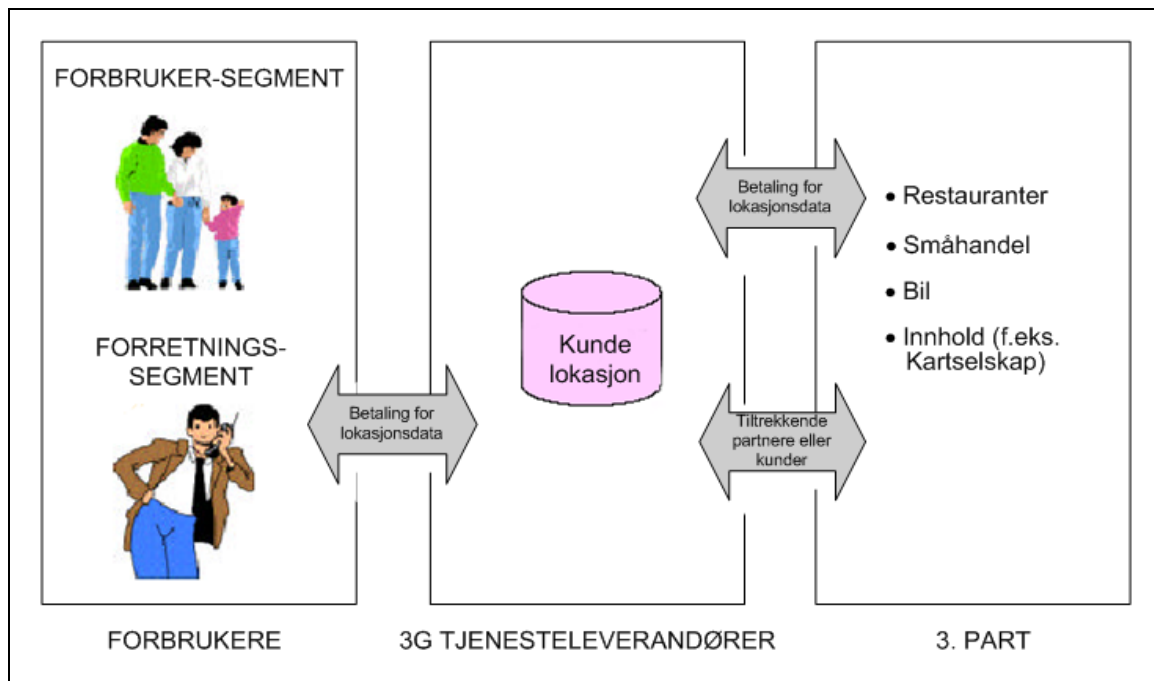
LBS er et begrep som inneholder alle tale- og datatjenester, som er forsterket med lokasjonsinformasjon. Disse tjenestene blir opprettholdt i en kundedatabase hos leverandøren. Tjenestene kan bestå av lokale værmeldinger, nyheter, hotell- og restaurantinformasjon, trafikk- og resemeldinger, navigasjonstjenester, telemetri, mobil handel og lokasjon av personer eller mobile terminaler.

Lokasjonsinformasjon er et så unikt produkt at 3G mobile tjenesteleverandører vil kunne levere sine tjenester både via mobile portaler, til nødtjenester basert på tale, samt til SMS og annet. Disse tjenestene kommer selvsagt i tillegg til Internett. I og med at kunden bruker den lokasjonsbaserte tjenesten, kan også tjenesteleverandøren få en indikasjon på hvor kunden befinner seg, til en hvilken som helst tid. På den måten kan leverandøren av tjenesten fokusere sine tjenester omkring de produktene kundene vil ha. Lokasjonsbaserte tjenester tilbyr sluttbrukere tilleggsverdien av å få nøyaktig den informasjonen de er ute etter, til enhver tid. LBS øker altså tilgjengeligheten og verdien av lokal informasjon.

Ut fra dette kan vi komme med følgende definisjon på lokasjonsbaserte tjenester:

*“Location- Based Services are a business and consumer 3G service, that enables users or machines to find other people, vehicles, resources, services or machines. It also enables others to find users, as well as enabling users to identify their own location via terminal or vehicle identification.” [27]*

Figuren under (Figur 2), illustrerer den mulige forretningsmodellen for lokasjonsbaserte tjenester mellom tredje generasjons tjenesteleverandører, kunder og tredje part.



Figur 2: Forretningsmodell av lokasjonsbaserte tjenester [27]

Som en tredje part kan man skreddersy den tjenesten man ønsker og som er best egnet for kunden, ut fra kundens tilstedeværelse og behov. Slike posisjoneringstjenester kan du lese mer om under i 2.2 Posisjoneringstjenester.[1]

## 2.2 Posisjoneringstjenester

I tilknytning til og i overgangen mellom andre- og tredje- generasjons mobilsystem relaterer det seg mange ulike tjenester som baserer seg på en spesifikk posisjon. For å systematisere disse tjenestene noe, kan vi gruppere dem ut fra hvilken type tjeneste de representerer. Alternative metoder å gruppere disse tjenestene på er ved posisjoneringshyppighet og nøyaktighet, men en slik gruppering vil ikke bli prioritert i denne oppgaven. Det er mest vanlig å dele tjenestetypene opp i fire grupper, som er presentert i punktene under:

- Informasjonstjenester
- Betalingstjenester
- Sikkerhetstjenester
- Springstjenester

## 2.2.1 Informasjonstjenester

Informasjonstjenester representerer tjenester, hvor hensikten er å informere brukeren om noe. Lokasjonsbasert informasjon kan igjen deles inn i to underkategorier, som representerer to ulike grunner til hvorfor informasjonen er sendt. Disse underkategoriene omhandler ”Pull”- og ”Push” -orientert informasjon.

### ”Pull”- orientert informasjon

Informasjonen er ”Pull”-orientert når informasjonens mottaker har foretatt en klar forespørsel om informasjonen. Et eksempel på dette er tjenesten, Gule sider, hvor brukeren kan sende en forespørsel etter nærmeste restaurant. Brukeren får da en liste over restauranter som er lokalisert innenfor en spesifikk radius, ut fra personens nåværende lokasjon.

### ”Push” -orientert informasjon

Når informasjonen blir sendt uten noen form for forespørsel fra brukeren, kan det betegnes som ”Push”-orientert informasjon. Mottakeren skal kunne velge den informasjonen som er ønskelig, eller hvem han/hun vil ha det fra. Eksempler på ”Push” -orientert informasjon kan være:

- *Trafikkinformasjon* –Hvis det er trafikkork der du befinner deg, kan tjenesten varsle deg om det og foreslå en alternativ rute, hvis det er noen tilgjengelige.
- *Lokasjonsbasert reklame* –Når du nærmer deg en kino, kan du få en melding som tilbyr deg ”siste minutt” kinobilletter for halv pris. Denne tjenesten er fortrinnsvis forbundet med en brukerprofil hvor brukeren kan spesifisere hvilke tjenester han/hun er interessert i.
- *Storby-sightseeing* –Denne tjenesten guider brukeren gjennom en storbytur som er definert på forhånd. Den skal informere brukeren om hvor de skal, samt gi informasjon om severdigheter.

## 2.2.2 Betalingstjenester

Lokasjonsbasert betaling tillater en abonnent å betale forskjellig pris for en vare, avhengig av hvor han/hun befinner seg. Denne betalingstjenesten kan bli anvendt på flere måter. Det kan eksempelvis være:

- *Lokasjonsbasert betaling* –Hvor mye betaling operatøren skal ta for en ting eller tjeneste, er avhengig av hvor abonnenten befinner seg. Betalingen kan avhenge av trafikk, kapasitet, tid og annet. Betalingen vil bli lav hvis det er lav trafikk og omvendt, hvor man prøver å spre trafikken så kødannelser kan bli unngått. Abonnenten skal ha mulighet til å se den aktuelle prisen ved hver anledning.

- *Sonebasert betaling* –Abonnenten som er tilkoblet operatøren, kan koblet opp i mot operatøren kan ha en spesiell prisavtale, for så å få et godt tilbud innefor ett visst område. For eksempel kan et selskap ha en spesiell pris i kontorområdet, hvor de kan gjøre de fleste av deres samtaler. Da kan operatøren tilrettelegge nettverket for høy aktivitet i dette spesifikke området.

### 2.2.3 Sikkerhetstjenester

Denne gruppen representerer tjenester for sikkerhetsgrunner eller assistanse av et eller annet slag. Tjenester av denne typen kan være:

- *Nødtjenester* –når et nødnummer er foretatt fra en mobiltelefon til en nødsentral, kan de spore posisjonen til den personen som ringer og dermed forkorte responstiden.
- *Voldsalarm* –Hvis en person har presset på en slags alarmknapp på telefonen, kan nødtjenesten spore lokasjonen og tilkalle politiet.
- *Assistansetjeneste* –Når en bil bryter sammen og det er gjort en forespørsel til assistansetjeneste, kan posisjonen til den ødelagte bilen lett bli funnet og hjelp kan være der innen kort tid. Denne tjenesten er selvfølgelig også anvendelig til andre typer assistansetjenester.

### 2.2.4 Springstjenester

Springstjenestene er det folk tenker på når det er snakk om mobil posisjonering. Dette er sannsynligvis fordi de fleste av GPS-tjenestene er av denne typen og er vel kjent. Det er minst fire underkategorier av denne typen:

- *Flåtestyring* –Det er en mengde praktiske applikasjoner av denne typen. Et eksempel er en transporttjeneste for et leveransefirma som viser lokasjon og status til budbærerne. Disse typer tjenester er vanligvis knyttet til et slags Geographic Information System (GIS) som presenterer informasjonen til kunden.
- *Eiendelssporing* –Sporing av en eiendel er mulig hvis eiendelen inneholder en GSM-terminal. Hvis en bil med en innebygget GSM-enehet er stjålet, kan den lett bli sporet opp og levert tilbake til eieren.
- *Menneskesporing* –Bekymrede foreldre vil holde tilsyn med deres barn når de leker på utsiden. Eller, tenkt deg at du forventer å møte en venn som er på en plass med mye støy at vennen ikke hører at du ringer. Da er du i stand til å posisjonere ham og møte ham der uansett.
- *Trafikkovervåking* –Gjennomsnittshastigheten til et kjøretøy er mulig å finne ut av hvis to posisjoner og tiden mellom disse er kjent. Med dette menes at trafikkflyten kan bli overvåket veldig lett hvis folk rundt omkring i byene tillater tjenesten som vil posisjonere dem.

[13][30]

### **2.3 Posisjoneringsmetoder i GSM**

Når man skal finne posisjonen til en mobil enhet, finnes det noen forskjellige metoder for å gjøre dette på. Metodene baserer seg henholdsvis på teknologi hvor posisjonen enten bestemmes av det mobile systemet alene, navigasjonssystemer basert på satellitter, eller andre integrerte systemer.

For å systematisere dette noe mer, kan vi se litt på hvordan det amerikanske Federal Communications Commission (FCC), som er hovedaktøren bak standardiseringen av GSM posisjonering, har kategorisert dette. Organisasjoner som representerer brannstasjoner, sykehus og andre nødsentraler har vært deltakende i formuleringen av betingelsene til FCC. Betingelsene er ikke helt ferdige ennå, men et utkast og karakteristikk har blitt spesifisert. Forskriftene til FCC skiller mellom ”terminalbaserte” og ”nettverksbaserte” løsninger.

Når man snakker om terminalbaserte posisjoningsløsninger vil si at dataene for posisjoningsberegningen ligger i selve mobilterminalen eller dens SIM-kort. Disse typer av posisjonsmekanismer trenger en ny terminal, et nytt SIM-kort, eller begge deler. I realiteten betyr det at når systemet er installert, må folk bytte ut deres håndholdte enheter og SIM-kort for å benytte seg av denne tjenesten.

Den andre hovedmetoden for posisjonering er den nettverksbaserte, som ikke trenger posisjoningsintellegens i mobilterminalen. Med denne nettverksbaserte posisjoningsmetoden, blir posisjonen beregnet ved hjelp av nettverket.

Eksempler på terminalbaserte løsninger er Network Assisted Global Positioning System (A-GPS) og Observed Time Difference (E-OTD). Eksempler på nettverksbaserte løsninger er Cell Identity (Cell ID) og Uplink Time of Arrival (UL-TOA). I april 2000 ble standardiseringsorganet European Telecommunications Standards Institute (ETSI) ferdig med å standardisere UL-TOA, E-OTD og A-GPS. [6]

Går man på utsiden av USA, er utviklingen av posisjoneringssystemer hovedsakelig drevet av kommersielle hensyn. Det er tre kommersielle hovedgrunner til at operatører vil investere i posisjoneringstjenester:

- Forskjell – ved å legge til posisjoningsmuligheter, kan operatører tilby deres kunder nye og attraktive tjenester. Operatører som gjør slike ting, kan konkurrere fra en mer gunstig strategisk posisjon.
- Redusere kostnader – operatører som introduserer posisjoneringssystemer kan forbedre deres nettverk med å spore opp mislykkede kall. Med denne informasjonen kan de tilpasse deres nettverk (uten sløsing eller overdimensjonering) til å tilsvare ringemønstre.

- Økt betaling –potensialet til kommersielle tjenester som bruker posisjoneringsinformasjon er trulig utallige. Profesjonelle og private kunder er villige til å betale for disse tjenestene.

[21]

Tabellen under viser en oversikt over ulike posisjoneringsmetoder. De er enten nettverksbaserte, terminalbaserte, eller en kombinasjon av disse.

Posisjonerings teknologi	Nøyaktighet	Nettverks- basert	Terminal- basert	Nivå
CGI + TA	100-200 meter	✓		Grunnleggende
UL-TOA	50-150 meter	✓		Utvidet
E-OTD	50-150 meter	✓	✓	Utvidet
A-GPS	5-40 meter	✓	✓	Avansert

Tabell 1: Egenskaper til ulike posisjoneringsmetoder [6][10][16][21]

Videre under de neste punktene vil det bli gitt en gjennomgang av hvordan de ulike posisjoneringsmetodene fungerer.

### 2.3.1 Cell Global Identity + Timing Advance (CGI+TA)

Den enkleste teknikken å lokalisere en mobilterminal på, er basert på celle identifikasjon. Teknikken drar nytte av at mobilnettverkene er bygd opp av celler, hvor hver celle har sin unike lokasjon. Nettverksoperatøren vil ha oversikt over hvilken celle som er din tjenercelle og bruke koordinatene til denne cellens basestasjonen (BS) (eller senterpunkt i cellens dekningsområde), som da igjen brukes til å vurdere mobilterminalens koordinater. Dette vil si at operatøren til enhver tid har oversikt over hvilken posisjon de enkelte cellene dekker og i hvilken celle din mobilterminal befinner seg. Siden informasjonen omkring tjenercellen er lett tilgjengelig, er det ikke behov for store forandringer. En annen fordel med denne metoden, er at man ikke trenger noen kalkulasjoner for å oppnå lokasjonsinformasjon.



Figur 3: Celle i mobilnettverket

Ulempen er at nøyaktigheten ikke er større enn cellens størrelse, noe som vil si at posisjoneringsmetoden kan bli meget unøyaktig. I storbyområder med mange små celler, kan nøyaktigheten være så bra som 30 meter. Beveger man seg derimot i mer landlige strøk, kan cellens størrelse komme opp i 35 kilometer.

Metoden som baserer seg på celle identifikasjon har fått mange forskjellige navn: Cell of Origin (COO), Cell Global Identity (CGI), eller bare Cell Identity (Cell ID).





**Figur 4: Cell Global Identity + Timing Advance (CGI+TA)**

For å øke nøyaktigheten til posisjoneringen av en mobilterminal, utvider man celleidentifikasjon, som er beskrevet i kapittel 2.2.1, med Timing Advance (TA). TA er en parameter som er nevnt i GSM-spesifikasjonen. Dermed blir metoden i sin helhet kalt Cell Global Identity + Timing Advance (CGI + TA).



**Figur 5: RTT mellom BTS og MS**

Parameteren TA, er basert på forsinkelse i ankomst mellom Base Transceiver Station (BTS) og Mobile Station (MS). Dette blir kalt for BTS-MS "round trip time" (RTT). Siden de mobile enhetene kan ha forskjellig avstand fra basestasjonen, er også forsinkelsen til signalet konsekvent avhengig av avstanden.

Nøyaktigheten til avstanden er avhengig av oppløsningen til TA. Oppløsningen er 1 GSM bit, som tilsvarer  $3.69 \mu\text{s}$ . Siden RTT tilsvarer tiden målt frem og tilbake, må vi dividere denne tiden med to, for å finne den ene veien. Resultatet blir da  $1,845 \mu\text{s}$ , noe som utgjør omtrent 550 meter. Ut fra dette resultatet kan man si at bruk av TA stort sett bare øker nøyaktigheten til CGI der cellenes radius er 550 meter eller mer. På grunn av nyere utvikling av TA, kan man derimot få oppløsning som er opp til 16 ganger høyere (omtrent 30 meter). [10][20]

Når en bedrift skal konstruere et produkt, kan det være nyttig å verifisere den nøyaktighetsinformasjonen nettverksoperatøren oppgir. Dessuten kan det være interessant å se på hvilken grad bygninger påvirker posisjoneringen med posisjoneringsmetoden, CGI + TA. Siden denne oppgaven blir gjort i samarbeid med Maponweb, vil det være interessant å utføre en slik test med tanke på Telenor sitt mobilnettverk.

### 2.3.2 Uplink Time of Arrival (UL-TOA)

Uplink Time of Arrival (UL-TOA) er en posisjoneringsmetode som er basert på målinger av ankomsttiden til et signal. Disse signalene kommer fra en mobil terminal og mottas av fire eller flere måleenheter. Ideelt sett er signalet en opplæringssekvens for en tilfeldig ankommende ramme, men det kan også være en normal ramme. Posisjoneringsmetoden, UL-TOA, fungerer med alle eksisterende mobilterminaler, noe som betyr at ingen håndsett trenger å bli modifisert. Location Measurement Units (LMU) lokalisert på basestasjonene, mottar rammene og måler verdiene for UL-TOA. Mobile Positioning

Center (MPC) beregner tidsdifferansen for ankomst (TDOA), ved å trekke i fra to og to UL-TOA verdier.

Forutsetningene for beregning av posisjon, er for posisjoneringsmetoden, UL-TOA, som følger:

- ✓ De geografiske koordinatene til måleenhetene er kjent
- ✓ Tidsforskyvningen mellom måleenheter er kjent –for eksempel, ved bruk av absolutt GSM-tid til måleenhetene, eller ved å bruke andre måleenheter for referanse (også referert til som referanseterminaler) til å bestemme sanntidsdifferansen (RTD).

Følgende formel kan settes opp for TOA:

$$TOA = T_L + T_P + T_T + T_E,$$

der:

- $T_L$ : LMU referansetid
- $T_P$ : Utbredeshastighet fra mobil til LMU
- $T_T$ : Utsendestidspunkt fra mobil
- $T_E$ : Feil og avvik i målinger

Ved å ta differansen mellom to basestasjoner får vi ”Time difference Of Arrival” (TDOA).

$$TDOA = TOA_1 - TOA_2 = (T_{L1} - T_{L2}) + (T_{P1} - T_{P2}) + (T_{T1} - T_{T2}) + (T_{E1} - T_{E2})$$

MPC frigir et posisjonsberegningen og en annen uviss beregning til applikasjonen. Nøyaktigheten til denne metoden varierer avhengig av omgivelsene og antall måleenheter som er anvendt til lokasjonen. UL-TOA beregner vanligvis en posisjon, hvor nøyaktigheten varierer mellom 50 og 150 meter, henholdsvis i landlige omgivelser og dårlige urbane strøk.[16][21]

### 2.3.3 Enhanced Observed Time Difference (E-OTD)

Enhanced Observed Time Difference (E-OTD) er en posisjoneringsmetode som er utviklet fra Observed Time Difference (OTD). For synkroniserte nettverk måler MS signalenes ankomsttid ut fra flere BTS-er. For nettverk som ikke er synkroniserte, kommer de mottatte signalene fra et stasjonært målepunkt, der lokasjonen er kjent. Dette stasjonære målepunktet er også kjent som Location Measurement Unit (LMU). Posisjonen til MS bestemmes ved å utlede de geometriske komponentene av tidsforsinkelsene fra de ulike BTS-ene og frem til MS.

Målinger er utført av MS uten noen tillegg av hardware. For å synkronisere målinger fra OTD, kan normal- og ”dummy” overføringsrammer benyttes. Dersom overføringsrammene fra BTS-ene ikke er synkroniserte, trenger nettverket å måle Real

Time Differences (RTD) mellom dem. Nettverket trenger da RTD-målinger for minst tre geografisk adskilte BTS-er, for å oppnå nøyaktig treangelering av OTD-målingene. Basert på de målte OTD-verdiene, kan lokasjonen til MS enten bli beregnet av nettverket, eller av selve MS. Dette forutsetter selvsagt at all nødvendig informasjon er tilgjengelig i MS.

Lokasjonsberegningen fungerer med en Position Calculation Function (PCF) plassert i MS eller mobilnettverket. PCF kan være basert på én av to mulige typer E-OTD lokasjonsberegning:

1. Hyperbolsk type
2. Sirkulær type

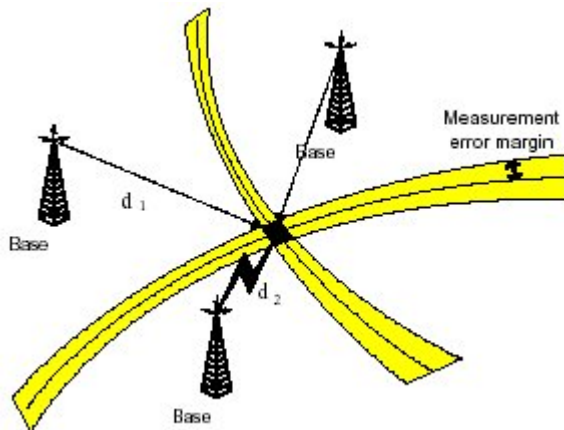
### **Hyperbolsk lokasjonsberegning**

Det er tre grunnleggende tidsmengder tilknyttet hyperbolsk E-OTD lokasjonsberegning:

1. Observed Time Difference (OTD)
2. Real Time Difference (RTD)
3. Geometric Time Difference (GTD)

Forholdet mellom disse tre mengdene er:  $OTD = RTD + GTD$

OTD er den bestemte mengden som blir målt når mobilstasjonen blir lokalisert. RTD er en bestemt mengde relatert til nettverket (BTS). GTD er en bestemt mengde, relatert til geometrien ut fra posisjonene til mobilen og ulike BTS-er. GTD er den egentlige mengden som er nyttig for lokasjonsformål, siden det inneholder informasjon om posisjonen til MS. Hvis bare OTD-verdiene er kjent, kan det ikke beregnes noen lokasjon. Derfor må RTD-verdiene være kjent.



Figur 6: E-OTD location (hyperbolic)

Lokasjonen til MS kan enten bli beregnet av MS eller av nettverket, avhengig av implementasjon. Uansett hvilken metode som blir brukt, blir lokasjonen til MS beregnet fra GTD. Dette er basert på det faktum, at den mulige lokasjonen til MS observerer en konstant GTD-verdi ( $d_2 - d_1 = \text{konstant}$ ) mellom to BTS-er. Dette danner da en hyperbel. MS kan bli lokalisert i krysningspunktet til to hyperbler, som kan bli oppnådd ved hjelp av tre basestasjoner og to GTD-er. Hvis flere GTD-er er tilgjengelige, kan det mulige lokasjonsområdet bli redusert.

Den stiplede linjen i Figur 6 representerer den bestemte GTD, som for eksempel kan være avstandsdifferansen til to konstante BTS-er. Måleresultatet er ikke eksakt, derfor representerer det grå området det mulige området til MS. Det sorte området i krysningen av hyperblene er den mulige lokasjonen til MS.

### Sirkulær lokasjonsberegning

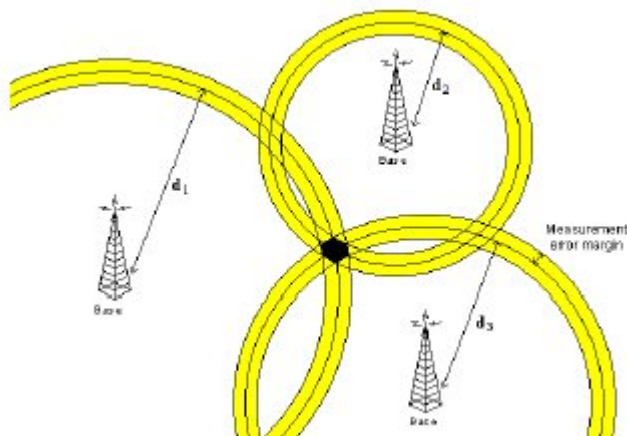
E-OTD av typen Sirkulær lokasjonsberegning fungerer på en litt annen måte enn den hyperbolske typen. Den sirkulære E-OTD foretar ikke målinger av tidsdifferansen mellom en MS og en LMU. Det måles heller ankomsttiden til disse signalene individuelt.

Det er fem mengder tilknyttet den sirkulære type av E-OTD:

1. Observed Time til MS (MOT) som ønsker at et signal ankommer fra en BTS. Dette er en tidsmåling mot MS sin interne klokke.
2. Observed Time i LMU (LOT) som ønsker at et signal ankommer fra en BTS. Dette er en tidsmåling mot LMU sin interne klokke.
3. Vanligvis vil det bli en tidsforskyvning,  $\varepsilon$ , mellom MS sin interne klokke og LMU sin interne klokke.
4. Den geometriske distansen fra MS til BTS (DMB).
5. Den geometriske distansen fra LMU til BTS (DLB).

Forholdet mellom disse mengdene er som følger:  $DMB - DLB = v(\text{MOT} - \text{LOT} + \varepsilon)$ ,

hvor  $v$  er farten til radiosignalet. Det vil bli en slik løsning for hver BTS. Siden det er tre ukjente mengder (MS posisjon  $x$ ,  $y$  og klokkeforskjellen  $\epsilon$ ), er minst tre BTS-er nødvendig for å løse MS sin lokasjonen og den ukjente klokkeforskjellen  $\epsilon$ . Dette er samme antall BTS-er som er nødvendig for den hyperbolske typen av E-OTD.



Posisjonen til MS er definert som krysningpunktet av sirkler sentrert på BTS-ene. Dette er vanligvis observasjoner laget av MS og LMU-er og bli betegnet som den sirkulære typen av E-OTD. Det er vist en illustrasjon av denne i Figur 7.

**Figur 7: E-OTD location (circular)**

Den hyperbolske og den sirkulære typen av E-OTD skiller seg fra hverandre når det gjelder forholdet mellom MS sin målte feilmargin og den geografiske lokasjonen til MS, som står i forbindelse med BTS-ene. På alle andre områder er implementasjonen identisk. [8]

I følge CPS ligger nøyaktigheten til E-OTD mellom 50 – 150 meter. [6]

### 2.3.4 Network-assisted Global Positioning System (A-GPS)

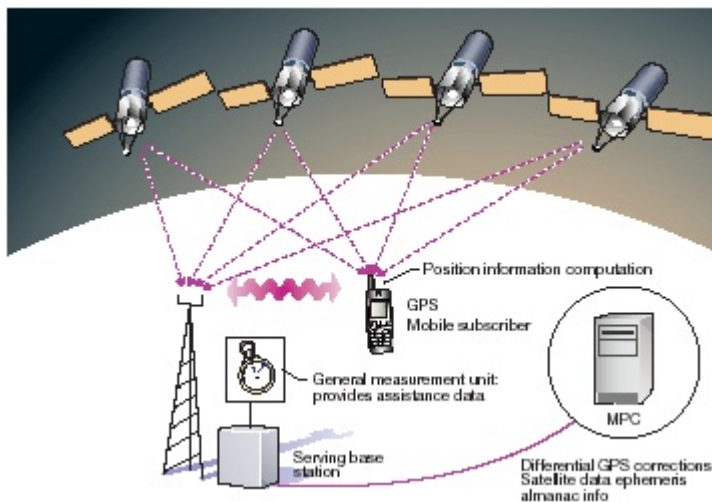
Global Positioning System (GPS) er et verdensomspennende radio-navigasjonssystem, basert på 24 satellitter som kretser rundt jorda og deres bakkestasjoner som overvåker GPS-satellittene. Som et resultat av de 24 satellittene, er det mulig å foreta mobil posisjonering med meget stor nøyaktighet, uansett hvor på jordkloden man befinner seg. For å finne en todimensjonal posisjon må GPS-mottakeren ha kontakt med tre satellitter. Det trengs fire eller flere satellitter for å finne bedre posisjon.

For å få tilgang til GPS-systemet trenger man fri sikt mellom GPS-mottakeren og GPS-satellittene. Det er på dette området en av de viktigste begrensningene ligger for et satellittbasert system. Det gjør det blant annet vanskelig å bruke innendørs eller i byer hvor det er høye bygninger som blokkerer signalene. Systemet trenger også opp til to minutter for å synkronisere, før det får en stabil posisjon.

Siden den amerikanske regjeringen fjernet det fordreide signalet i mai 2000, kan man nå få en GPS-posisjonering, med en nøyaktighet på 5 – 40 meter.

GPS har funnet veien inn i biler, båter, fly, konstruksjonsutstyr, filmutstyr, gårdsmaskiner og bærbare datamaskiner. Det har også begynt å komme GPS-mottakere i mobile terminaler. Et eksempel på det er Benefon Locus, som er en GSM-telefon med integrert GPS mottaker.[28]

Network-assisted GPS (A-GPS) benytter en fjern server som støtter GPS-mottakeren med å finne en posisjon. Serveren kan støtte GPS-mottakeren på forskjellige måter. Den kan hjelpe mottakeren til å synkronisere raskt med satellittene og den kan hjelpe mottakeren med å beregne posisjonen. Støtten hjelper også mottakeren med å få posisjonen i et område med svake signaler (for eksempel innendørs). Med A-GPS er det mulighet for å få en nøyaktighet fra 5 til 40 meter.[3][21]



Figur 8: Oversikt over network-assisted GPS (A-GPS) [21]

Det finnes også et lignende satellittbasert radio-navigasjonssystem som heter Global Navigation Satellite System (GLONASS). Det er den russiske versjonen av amerikanernes GPS. GLONASS har en veldig god og konkurransedyktig karakteristikk, siden tiden for synkronisering er vesentlig lavere enn hos GPS. Synkroniseringen i GLONASS bruker bare en tredjedel av den tiden GPS bruker. Grunnet de økonomiske og politiske problemene i Russland, er det uvisst om GLONASS vil bli støttet i fremtiden.[4]

Videre har European Commission og European Space Agency (ESA) tatt initiativ til et samarbeid om en europeisk standard som blir kalt GALILEO. GALILEO er det første satellitt navigasjon- og posisjoneringssystem som er designet for sivile formål. Det har som formål å bli mer avansert, mer effektivt og mer pålitelig enn det amerikanske GPS, som i skrivende stund har et monopol på markedet. GALILEO er basert på 30 satellitter, som skal dekke hvert område på jorda med et nettverk av kontrollstasjoner her nede på jorda. Dette systemet er planlagt operativt i 2008.[18]



## 2.4 Posisjoneringsmetoder i UMTS

Det er standardisert forskjellige teknikker for å posisjonere en mobilterminal i et 3.generasjons mobilsystem (UMTS).

De standardiserte posisjoneringsmetodene som er støttet i UMTS sitt radionettverk (UTRAN) inkluderer:

- Cell Identity (Cell ID)
- Observed Time Difference Of Arrival-Idle Period DownLink (OTDOA-IPDL)
- Network-assisted Global Positioning System (A-GPS)

I posisjoneringsmetoden som er basert på Cell ID, er posisjonen til en terminal beregnet med den viten som kommer fra radionettverket (UTRAN). Cell ID er omtrent uendret i forhold til metoden som benyttes i GSM.

Observed Time Difference Of Arrival-Idle Period DownLink (OTDOA-IPDL) er en adopsjon av posisjoneringsmetoden, E-OTD. Den vil bli mønstret etter UMTS nettverkene har blitt tatt i offentlig bruk.[9] Denne posisjoneringsmetoden involverer målinger foretatt av terminalen, LMU og selve radionettverket (UTRAN). Målingene blir så sendt til Serving Radio Network Controller (SRNC) og kan bli videresendt til Stand-Alone Mobile Location Centre (SAS), som er integrert i nettverket. Avhengig av konfigurasjonen av nettverket, blir posisjonen beregnet enten i SRNC eller i SAS.

Assisted GPS fungerer på samme måte i UMTS som i GSM.  
[2]

Nøyaktigheten for disse posisjoneringsmetodene i UMTS vil bli noe forbedret i forhold til GSM. Hvor mye dette blir er vanskelig å forutsi, siden det eksisterer minimalt med tester på dette området.

## 2.5 Benyttet teknologi hos tjenesteleverandørene

I Norge eksisterer det per dags dato kun to forskjellige mobilnettverk. Disse eies av henholdsvis Telenor og NetCom. I skrivende stund er det bare Telenor som tilbyr en slik posisjoneringstjeneste, men det er forventet at NetCom vil lansere tilsvarende mulighet i løpet av kort tid. Telenor benytter Ericsson sin Mobile Positioning Protocol (MPP) for posisjoneringen. Det blir her en presentasjon av denne protokollen, for senere å forstå metoden resultatene fra testingen av CGI + TA, blir presentert på.[14][17][26]

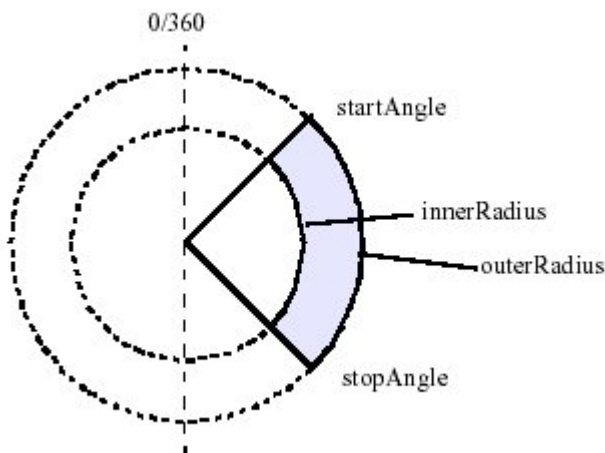
### 2.5.1 Mobile Positioning Protocol (MPP)

Mobile Positioning Protocol (MPP) er en XML-basert protokoll designet av Ericsson og er beregnet for GSM posisjonering på applikasjonsnivå. MPP fungerer som et grensesnitt mellom Mobile Positioning Centre (MPC) og lokasjonsapplikasjonen. MPC kan få

informasjon fra ulike posisjoneringsmetoder, om hvor den aktuelle mobilterminalen befinner seg. Ved hjelp av MPP er det altså mulig å spørre om posisjonen til en mobilterminal.

MPC skjuler den underliggende teknologien som er brukt for å finne posisjonen til en MS. Den eneste tingen applikasjonen trenger å håndtere er MPP, som er implementert på toppen av HTTP 1.0.

Området som posisjeringen representerer, tar for seg et spesifikt punkt, som tilsvarer posisjonen til BS. Punktet består av en lengde og breddegrad og ut fra dette punktet blir det så beregnet en startvinkel og en stoppvinkel, samt en indre radius og en ytre radius (Arc). I dette tilfellet beskriver det fylte feltet, det aktuelle området hvor mobilterminalen befinner seg. Den innerste sirkelen definerer den indre radius og den ytre sirkelen definerer den ytre radius. Gradene telles alltid med klokka. Opprinnelsepunktet blir oppgitt i kartkoordinater (longitude og latitude), som blir presentert i grader, minutter og sekunder (For eksempel: N:59°54'45" og E:10°38'18").



Arkitekturen i MPP 3.0 er som vist i figuren under, hvor det er en startAngle, stopAngle, innerRadius og en outerRadius.

**Figur 9: Arkitektur til MPP 3.0**

Når man vil ha tak i posisjonen til en spesifikk mobilterminal, må man foreta en forespørsel opp mot MPC.



```

<?xml version= '1.0' encoding='ISO-8859-1' standalone='yes'?>
<!DOCTYPE REQ>
<REQ ver="3.00">
  <CLIENT>
    <ID>TheUser</ID>
    <PWD>The5PW</PWD>
  </CLIENT>
  <LIR>
    <GEO_INFO>
      <COORD_SYS>LL</COORD_SYS>
      <DATUM>WGS-84</DATUM>
      <FORMAT>IDMS0</FORMAT>
    </GEO_INFO>
    <MSIDS>
      <MSID>461011334411</MSID>
      <MSID>461011334414</MSID>
      <MSID_RANGE>
        <START_MSID>461011334500</START_MSID>
        <STOP_MSID>461011334599</STOP_MSID>
      </MSID_RANGE>
    </MSIDS>
    <QoS>
      <MAX_DEL>0030</MAX_DEL>
    </QoS>
  </LIR>
</REQ>
    
```

Figur 10: Eksempel på forespørsel om posisjon

Etter man har sendt en forespørsel til MPC om posisjonen til en mobilterminal, vil man få et svar. Det kan enten være et svar som tilsvarer eksempelet under, eller det kan være en feilmelding av ett eller annet slag.

```

<?xml version='1.0' encoding='ISO-8859-1' standalone='yes'?>
<!DOCTYPE ANS>
<ANS ver="3.00">
  <LIA>
    <GMT_OFF> +0100 </GMT_OFF>
    <POS msid="1234512345">
      <PD>
        <TIME> 20000626171825 </TIME>
        <ARC>
          <LL_POINT>
            <LAT> N301628.3 </LAT>
            <LONG> W974425.2 </LONG>
          </LL_POINT>
          <IN_RAD> 1100 </IN_RAD>
          <OUT_RAD> 1650 </OUT_RAD>
          <START_ANGLE> 120 </START_ANGLE>
          <STOP_ANGLE> 240 </STOP_ANGLE>
        </ARC>
      </PD>
    </POS>
    <POS msid="1234512346">
      <PD>
        <TIME> 20000626171825 </TIME>
        <ARC>
          <LL_POINT>
            <LAT> N301630.3 </LAT>
            <LONG> W974450.2 </LONG>
          </LL_POINT>
          <IN_RAD> 0 </IN_RAD>
          <OUT_RAD> 1650 </OUT_RAD>
          <START_ANGLE> 120 </START_ANGLE>
          <STOP_ANGLE> 240 </STOP_ANGLE>
        </ARC>
      </PD>
    </POS>
  </LIA>
</ANS>
    
```

Figur 11: Eksempel på respons fra MPC

[7]

## 2.6 Adopsjonsparametre

For at en tjeneste skal bli adoptert av en sluttbruker, er det en forutsetning at enkelte parametre er på plass. Sluttbrukeren må få et innblikk i hvilken nytteverdi den aktuelle tjenesten har. En parameter som da kommer inn, er hvordan brukeren i realiteten oppfatter selve tjenesten. Til slutt må man ikke glemme de fysiske begrensningene, som omhandler hvor tett basestasjonene ligger, hvilken topografi som området er preget av og hvor området ligger.

Disse parametre er viktig med tanke på testing av posisjoneringsmetoder og for videre evaluering av hvilke tjenester som er egnet med tanke på gjeldende posisjoneringsmetode.

Disse parametrene er videre beskrevet i de følgende underkapitler.

### 2.6.1 Nytteverdi

Behovet for en tjeneste varierer veldig avhengig hvilken type og hva slags tjeneste det dreier seg om. I forkant, før tjenesten markedsføres, må den tilbydende tredjepart bestemme seg for hvilken profil de vil skape for tjenesten og hvilken brukergruppe de vil henvende seg til. Det er eksempelvis en del lokasjonsbaserte tjenester, hvor det er enklest å henvende seg til den yngre garde.

Et av kriteriene for at en tjeneste skal bli adoptert av en brukergruppe, er at det eksisterer en holdning eller et behov hos den spesifikke gruppen. Dersom dette ikke eksisterer, må leverandøren forsøke å skape et slikt tjenestebehov for at tjenesten skal få innpass hos den aktuelle brukergruppen.

Det finnes ulike metoder og innfallsvinkler til hvordan en gruppe mennesker kan se nytteverdien av en tjeneste. Dette avhenger selvsagt av hvilken profil og målgruppe tredje part baserer seg på. Noen gode eksempler på hvordan tredje part kan infiltrere tjenesten hos en bruker kan være via:

- Venner – Dette er muligens den mest innflytelsesrike metoden for at en ny bruker skal ta i bruk en tjeneste. Venner har en stor påvirkningskraft, uansett målgruppe.
- Reklame – For at tjenesten skal komme raskest mulig ut i markedet, vil muligens reklame via ulike mediekkanaler være den mest effektive publikasjonsmåten i etableringsfasen. Når tjenesten har blitt en del av folkemunne, vil reklamebasert markedsføring bli mer overflødig.
- Familie – Når tjenesten er tilegnet en gruppe som henvender seg til veletablerte grupper, samt barn i ung alder, vil familien være en viktig kanal for tjenesten.
- Arbeidskolleger – Mange mennesker tilbringer mye av dagen på arbeidsplassen. Siden denne plassen krever så mye tid, vil arbeidskollegaene der være viktig aktører for markedsføring av en tjeneste. Graden av påvirkningskraft i et arbeidsmiljø vil variere fra plass til plass og type bedrift man tilhører.

I tillegg til disse punktvis eksemplene over, vil erfaring fra lignende tjenester være av stor betydning for en mulig adopsjon av en tjeneste. Dette går også litt på hvordan brukeren har oppfattet en tidligere lignende tjeneste, noe som vil bli nærmere beskrevet i kapittel 2.6.2.

### 2.6.2 Brukerpersepsjon (-oppfatning)

Markedet har ulik oppfatning av en tjeneste. Forskjellen mellom langsiktige og kortsiktige løsninger er forstått ved tilførselsiden, men er ikke oppskrevet på

etterspørselsiden av markedet. Det å love for mye, for tidlig, kan ha alvorlige og uheldige sider på en eventuell markedsutvikling.

Brukerpresepsjon er ikke basert på virkeligheten av teknologien, men bestemmer suksessen til teknologien. Brukerpresepsjon og tjenestemerking betyr en stor forretning.

Vi kan eksempelvis trekke frem i-Mode, som er en pakkebasert tjeneste for mobile terminaler, på det japanske markedet. I motsetning til andre aktører i det trådløse markedet, har i-Mode unngått Wireless Application Protocol (WAP) og bruker en simpel versjon av Hypertext Markup Language (HTML).[29]

Brukerne oppfatter i-Mode som en utvidelse av mobiltelefoni, inn i de databaserte Internett-omgivelser. i-Mode tilbyr tilleggsfunksjonalitet, noe som har vist seg å ha positiv innvirkning.

Som en kontrast til i-Mode, kan vi se på WAP. Noen tjenesteleverandører markedsfører WAP, som gir adgang til at mobiltelefoner kan ”surfe” på Internett. Løftet her er fullstendig annerledes. Ved å gjøre data og Internett mer mobilt, skaper det helt andre forventninger. Internett-surfere er ikke villige til å godta et kompromiss med redusert funksjonalitet. Derfor har WAP kommet som en skuffelse, selv om det er tilsiktet å være en ”telefon pluss” isteden for å være en ”datamaskin minus”.

For at man ikke skal gå i en ny felle, må man ta lærdom av det som har hendt med i-Mode og WAP. Man må også ta høyde for at morgendagens internettbrukere vil ha mye større markedsforventninger enn det de har i dag.

Brukeroppfatninger har større innflytelse på kommersiell suksess enn teknologiske realiteter. Dette burde være satt seg i minne når man skal betrakte tredje generasjons tjenester og applikasjoner.  
[27]

### 2.6.3 Geografi/topografi/basetetthet

Hvordan nøyaktigheten og oppfatningen av en tjeneste blir, avhenger mye av dekningsforholdene. Dekningen og antall basestasjoner varierer avhengig av hvor i landet man befinner deg. Dersom man bor på en øde plass, kan man ikke forvente like mange basestasjoner som i byer med stor befolkning. Teleoperatøren vil av økonomiske og konkurransemessige hensyn, plassere flest basestasjoner der det befinner seg flest mennesker.

Som et resultat av antall basestasjoner i et område, vil det mobile tjenestetilbudet reguleres etter befolkningen og nøyaktigheten til mobilterminalens posisjonering.

Nøyaktigheten er også relatert til landskapsformasjonen i ulike områder. Består området eksempelvis av høye fjell eller annet kupert terreng, vil det skape skyggepartier for

dekningen. I et slikt terreng kan det være nødvendig med mange basestasjoner, men det vil som sagt være lite interessant for en teleoperatør, som må tenke på lønnsomhetsfaktoren.

## 2.7 Travel Assistant

### 2.7.1 Hva er Travel Assistant?

Travel Assistant er en ”online” kartapplikasjon for Nokia 9210, som er beregnet for reisende. Kartapplikasjonen kombinerer kart, lokasjoner og informasjon om interessante plasser og presenterer det på en håndholdt enhet.

Travel Assistant blir utviklet i samarbeid mellom Maponweb, Telenor FoU og Nokia. Maponweb har ansvar for å utvikle serversiden og innholdet i applikasjonen, Telenor FoU har ansvar for å utvikle den første versjonen av klientapplikasjonen. Nokia på sin side har ansvar for stå til tjeneste med plattform, markedsføring, samt være behjelpelig med distribusjon.

Teknologien som ligger til grunn i Travel Assistant er en Symbian Epcoc plattform. For å imøtekomme valget av plattform, ble Nokia 9210 valgt. Det var den første mobilterminalen av sitt slag, med et slikt operativsystem. Selv om denne terminalen var den første, er det et krav at Travel Assistant skal være flyttbar til alle mobiltelefoner og PDA'er som støtter Java. Nokia 9210 har en høy kvalitet med tanke på fargeskjerm, noe som er en stor og viktig fordel med tanke på kartvisning. En av ulempene med Nokia 9210, er at den er bygget på gammel GSM teknologi og ikke General Packet Radio Service (GPRS), noe som kommer i de nyere terminalene. Noen andre ulemper, er at den ikke har noen musepeker og at den har noen begrensninger som resultat av minimalt med minne og prosessorkraft.



Figur 12: Nokia 9201

---

Travel Assistant er en klient/server applikasjon som er skrevet i Java. Server applikasjonen er ansvarlig for å levere kart og interessante posisjoner (adresser, plasser, restauranter, hoteller og så videre) til klient en som presenterer informasjonen ut mot brukeren. Klient applikasjonen på sin side, kan inneholder informasjon fra Aftenposten, normalt forsynt fra websiden, oslopuls.no. OsloPuls blir daglig oppdatert og gir brukeren av Travel Assistant ”online” informasjon om Oslo sine restauranter, museum, konserter og andre relevante begivenheter for besøkende og beboere i Oslo.

For at brukeren skal kunne benytte seg av tjenestene til Travel Assistant, må det være en Java-applikasjon installert i brukeren sin terminal. I tillegg må mobilterminalen ha et minimum av minne, for å kunne kjøre applikasjonen.

Det settes store krav til en slik applikasjon som Travel Assistant. Den må presentere sanntidsinformasjon, i motsetning til sider hvor man kan laste ned statiske kart. Dette krever at applikasjonen regelmessig opptaterer seg mot de relevante databaser.

De samarbeidende parter har som mål å lansere Travel Assistant i juni 2002.  
[11][17][22][25]

På neste side vil det bli en presentasjon av virkemåten til Travel Assistant.

## 2.7.2 Virkemåte til Travel Assistant

For at leseren lettere skal forstå hvordan Travel Assistant fungerer, er det under dette punktet satt opp fire steg som beskriver hvordan Travel Assistant fungerer.[17]

1.



Figur 13: Kan vise alt fra Atlas- til gatenivå [17]

Med Travel Assistant har du mulighet til å se på kart helt fra atlas- til gatenivå. Applikasjonen har en meny på høyre side, hvor du kan velge mellom å søke, se resultater, samt lukke ned applikasjonen.

2.



Figur 14: Dialogvindu for søk [17]

Dersom du velger å søke, vil du få frem et dialogvindu hvor du kan sette ulike søkekriterier. Du kan blant annet velge om du vil søke i OsloPuls-databasen eller Maponweb sin adresse- og stedsnavnsdatabase, som gjelder for hele Skandinavia. Deretter velger du hva du vil søke etter, enten det er restaurant, kino, eller hva du måtte ønske. Så kan du velge hvilket fylke du vil søke på og hva du vil sortere søket etter. Når du har skrevet inn de aktuelle søkekriteriene, trykker du OK og søket vil bli foretatt.

3.



Figur 15: Dialogvindu for søkeresultat [17]

Etter en liten stund vil du få fram et nytt dialogvindu, hvor søkeresultatet vil komme opp.

4.



Figur 16: Kart visning [17]

Hvis du ut fra dette søket har funnet frem til det riktige resultatet, kan du igjen velge å se nærmere på hvor på kartet dette resultatet befinner seg.

## 3 Metode for arbeidet

### 3.1 Generelt om arbeidsprosessen

I denne hovedoppgaven, har det blitt sett på ulike tjenester som baserer seg på mobil posisjonering. Det har blitt sett på hvilken lokasjonsmetode som er i bruk hos teleoperatørene per dags dato, hvilke metoder som er standardisert, samt hvilke metoder som mest sannsynlig vil komme på markedet i løpet av neste tiårsperiode. En test har også blitt foretatt i forbindelse med nåværende posisjoneringsteknologi, CGI + TA. Videre har det blitt gjort en analyse av disse testresultatene, supplementert med resultater fra en lignende test Telenor har foretatt. Drøftingen har også trukket inn noen simuleringresultater Ericsson har foretatt av henholdsvis UL-TOA og E-OTD. Til slutt er det anbefalt noen løsninger for videre utbedring av turistinformasjonen til Travel Assistant.

Arbeidet har forløpet seg i flere prosesser. Den første perioden var en tid da innsamlingen av informasjon stod sentralt. Det ble skaffet en oversikt over hvor omfattende en hovedoppgave skulle være og hva oppgaven skulle inneholde. Videre fortsatte arbeidet med å finne ut av hvilke posisjoneringsmetoder som eksisterte og hvilke som var standardisert. Etter det, ble det funnet ut av hvilken metode som ble brukt per dags dato, samt hvilke metoder som vil bli brukt i morgendagens mobilterminaler. Til hjelp for dette arbeidet måtte det samles en del materiale, både av dokumenter og bøker som beskrev de ulike posisjoneringsmetodene. Gjennom Maponweb, som har en pilotavtale for test av Telenor sitt posisjoneringssystem, ble det foretatt en test. Denne testen skulle gi svar på hvilken nøyaktighet som ligger i posisjoneringsmetoden, CGI + TA. Det skulle også gi svar angående hvilket område en eventuell unøyaktighet befant seg og hva som var grunnen til denne unøyaktigheten. Disse svarene som kom ut av testperioden, var en del av et datamaterialet som ble brukt for å drøfte nøyaktigheten, bruksområde, samt tjenestekvalitet med tanke på den gitte posisjoneringsteknologien. Det måtte dessuten undersøkes hva som lå i begrepet; lokasjonsbaserte tjenester og hvilke applikasjonstyper disse kunne innebære. I den siste arbeidsperioden, ble det lagt vekt på selve utformingen av denne rapporten.

Det meste av informasjonsmaterialet er hentet fra standardiseringsorganisasjoner (blant annet 3GPP, ETSI og T1), samt andre dokumenter og ”paper”. Videre vil metode for testing og evaluering presenteres i de neste to underkapitlene.

Selve testperioden ble en del forsinket, da noen tekniske detaljer angående pilotavtalen mellom Telenor og Maponweb ikke var klare. Dette hadde ikke større konsekvenser enn at annet arbeid ble utført først, noe som planlagt skulle utføres på et senere tidspunkt. Den opprinnelige planen var å skaffe til veie resultater fra tre forskjellige geografiske områder. Det skulle foretas tester i en storby, et tettsted og i et landlig område hvor befolkningstettheten var minimal. Testene i de to første områdene ble en suksess, men det viste seg etter testingen i det landlige området, at serveren for loggingen av resultatene



ikke var operativ på testtidspunktet. Dette manglende resultatet bør ikke ha noen nevneverdig betydning av oppgavens innhold og relevans.

### 3.2 Metode og oppsett for testing

Siden Maponweb hadde fått en pilotavtale med Telenor, betydde det at de kunne registrere enkelte telenorabonnement. For å starte posisjoneringen av mobilterminalen måtte sende en SMS til 1999, med meldingen POS START. Ved å gjøre dette godkjenner abonnenten å bli posisjonert.

```
<?xml version="1.0" encoding="ISO-8859-1" standalone="yes" ?>
<!DOCTYPE ANS (View Source for full doctype...)>
- <ANS ver="3.00">
- <LIA>
  <GMT_OFF>+0100</GMT_OFF>
  - <POS msid="4790944082">
    - <PD>
      <TIME>20020416153810</TIME>
      - <ARC>
        - <LL_POINT>
          <LAT>N582003</LAT>
          <LONG>E0083443</LONG>
        </LL_POINT>
        <IN_RAD>550</IN_RAD>
        <OUT_RAD>1087</OUT_RAD>
        <START_ANGLE>300</START_ANGLE>
        <STOP_ANGLE>60</STOP_ANGLE>
      </ARC>
    </PD>
  </POS>
</LIA>
</ANS>
```

For å teste ut hvordan CGI + TA oppførte seg, hadde Maponweb utviklet en Java-servlet som koblet seg mot Telenor sitt Mobile Positioning Center (MPC). Ved hjelp av denne servleten kunne man få angitt hvilket område mobilterminalen befant seg. Disse dataene ble så presentert via Extensible Markup Language (XML). Parameterne i Figur 17, er beskrevet i 2.5.1 Mobile Positioning Protocol (MPP).

**Figur 17: XML-dokument med måledata fra Telenor sin posisjoneringstjeneste**

Det ble benyttet en Nokia 9210 for å kalle opp servleten, som igjen logget posisjonsdataene på en stasjonær server. Dette var for at testingen skulle bli mest mulig praktisk gjennomførbar.

For å teste posisjoneringsmetoden, CGI + TA, var det nyttig med et testoppsett, noe som beskrev hvilke eksperimenter jeg skal foreta meg, samt hva disse skulle inneholde.

Siden det er ulik størrelse på mobilcellene, avhengig av hvor i landet man befinner deg, ble det foretatt målinger på tre forskjellige plasser. Intensjonen var at det skulle testes i en storby (Oslo), på et tettsted (Grimstad) og på landsbygda.

For å se hvor stor nøyaktighet det er i henhold til en spesiell BS, ble det testet på to plan:

1. Det ble foretatt 20-40 spørringer på en fast plass, for å bestemme stabiliteten av resultatene

2. Det ble foretatt spørringer langs en bestemt rute, for å se på nøyaktigheten til tjenesten (burde gjøres i Grimstad, Oslo-området og på landsbygda)

Ved testing i en by, ville det være naturlig å teste med relativt liten avstand mellom målingene, siden det er liten avstand mellom basestasjonene. I et tettbebygde område ble det målt med omtrent samme avstand som i byen. Derimot kunne man øke avstanden en del, ved testing på landsbygda.

Følgende ble dokumentert i hvert av tilfellene:

- BS sin ID
- BS sin posisjon
- Indre og ytre radius på sektoren (inner radius og outer radius)
- Størrelsen på vinkelen (start angle og stop angle)
- Hvor mange meter feil den reelle posisjonen lå fra det oppgitte området
- Reell posisjon til MS

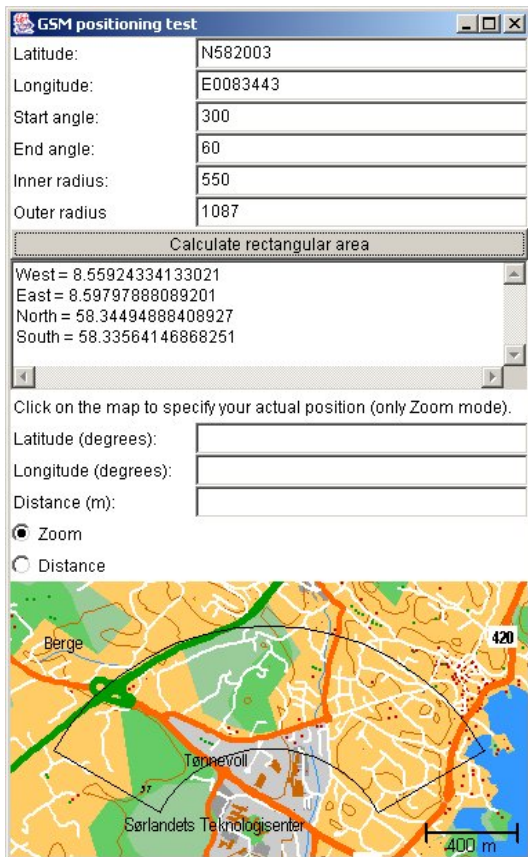
Denne dokumentasjonen som er satt opp i punktene over ble logget på en ekstern server og deretter ført inn i en lignende tabell som det er eksemplifisert under i Tabell 2.

ID	BS sin posisjon (latitude, longitude)	Radius [meter] (indre, ytre)	Vinkel [°] (start, stop)	Feil [meter]	Reell posisjon til MS
#	N _____, E _____	_____	_____	_____	N _____, E _____
...	...	...	...	...	...

**Tabell 2: Eksempel på tabell beregnet for beregnede statistiske data fra testingen av CGI + TA**

### 3.3 Verktøy og metode for evaluering

Selve testresultatene er ofte vanskelig å trekke noen enkle slutninger ut fra, uten noen videre form for evaluering. Det vil derfor under dette kapitlet presenteres et grafisk verktøy og videre noen statistiske begreper som var nyttig for evalueringen av testresultatene.



**Figur 18: Java servlet designet for validering av måledata [17]**

For å forenkle evalueringsjobben, har Maponweb utviklet et grafisk evalueringsverktøy. Med dette kunne man manuelt overføre posisjoneringsverdiene fra det aktuelle XML-dokumentet (se Figur 18), som blir hentet fra Telenor sin posisjoneringsserver. Deretter kunne man trykke på ”Calculate rectangular area” for å få et kartutsnitt, som inkluderer et markert område. Dette området representerer posisjonen av mobilterminalen.

Verktøyet har også to andre hendige funksjoner. Den ene er en zoom-funksjon, hvor man kan zoome inn og ut, etter hva man ønsker. Den andre er en distansemåler, man kan markere den distansen man ønsker informasjon om. Distansen blir så presentert i et tekstfelt like over kartutsnittet.

Ved hjelp av denne kartapplikasjonen som er avbildet i Figur 18, så man hvilket område resultatene ga. Dess større området var, dess dårligere var nøyaktigheten. I verste fall kunne området som posisjoneringsverdiene ga, være i uoverensstemmelse med hvor mobilterminalen i realiteten befant seg.

Et vesentlige aspekt under evalueringen, var å se at den reelle posisjonen lå innefor det angitte området. Hvis så ikke var tilfelle, var det interessant å vite hvor langt posisjonen lå unna dette området. Til dette formålet brukte jeg noen vanlige statistiske begreper.

Det første viktige momentet er å vite om datagrunnlaget er akseptabelt stort. Derfor må det oppgis hvor mange målinger som er utført i det aktuelle geografiske området.

Som en del av vurderingen om en posisjoneringsmetode er god nok for en gitt type tjeneste, er det også et stort poeng å vite hvor stor feilmarginen er. Denne marginen, som ofte er oppgitt i prosent, sier noe om hvor stor sikkerhet det er rundt posisjonen.

En måte å validere om resultatene befinner seg på et akseptabelt nivå, er å estimere persentiler. I denne oppgaven ble det benyttet et 50. persentil og et 90. persentil. For en serie målinger  $Y_1, \dots, Y_N$ , må man skrive om dataene, ordnet i økende rekkefølge i størrelsesorden  $Y_{[1]}, \dots, Y_{[N]}$ . Persentilene er estimert fra  $N$  målinger som følger:

For den  $p$ . persentil, sett  $1+p(N-1)$  lik  $k+d$ , hvor  $k$  er et heltall og  $d$  en brøkdel større eller lik 0 og mindre enn 1.

1. For  $0 < k < N$ ,  $Y(p) = Y_{[k]} + d(Y_{[k+1]} - Y_{[k]})$

2. For  $k = 0$ ,  $Y(p) = Y_{[1]}$

3. For  $k = N$ ,  $Y(p) = Y_{[N]}$

[15]

Disse statistiske dataene ble beregnet i Microsoft Excel og ble så videreført til en lignende tabell som er eksemplifisert under.

Område	Antall målinger	Målinger med feil [%]	Feil [meter] 90-persentil	Feil [meter] 50-persentil
-----	-----	-----	-----	-----
...	...	...	...	...
...	...	...	...	...

**Tabell 3: Eksempel på tabell beregnet for rådata fra testing av CGI + TA**

## 4 Resultater

Dette kapitlet inneholder resultater fra testingen jeg foretok med posisjoneringsmetoden, CGI + TA. Kapittel 3.2 Metode og oppsett for testing er tatt som utgangspunkt for disse resultatene. Tabelltypene som er eksemplifisert der, er også benyttet for å presentere testresultatene; både tabell for statistiske data og rådata. Inndelingen av underkapitlene er også preget av preget av eksperimenttypene.

### 4.1 Fra én spesifikk plass

Felles for målingene i dette eksperimentet er at hver måleserie har blitt foretatt på én bestemt plass. Disse plassene omfatter henholdsvis Gjert Sørensensvei 54 i Grimstad, Scandic Hotell på Sjølyst, Strandveien 13 på Lysaker, samt Lysaker stasjon.

#### 4.1.1 Statistiske data

Tabellen under presenterer statistiske data beregnet ut fra rådataene som er presentert i underkapitlene etter dette. Her vil man finne hvilken plass målingene er foretatt på, antall målinger, hvor mange målinger som inneholdt feil i henhold til reell posisjon, samt et 90- og 50-persentil for feilmålinger i meter.

Plass	Antall målinger	Målinger med feil [%]	Feil [meter] 90-persentil	Feil [meter] 50-persentil
Gjert Sørensensvei 54	40	0,0	0	0
Scandic Hotell Sjølyst	40	40,0	460	355
Strandveien 13	40	32,5	540	460
Lysaker stasjon	20	35,0	494	470

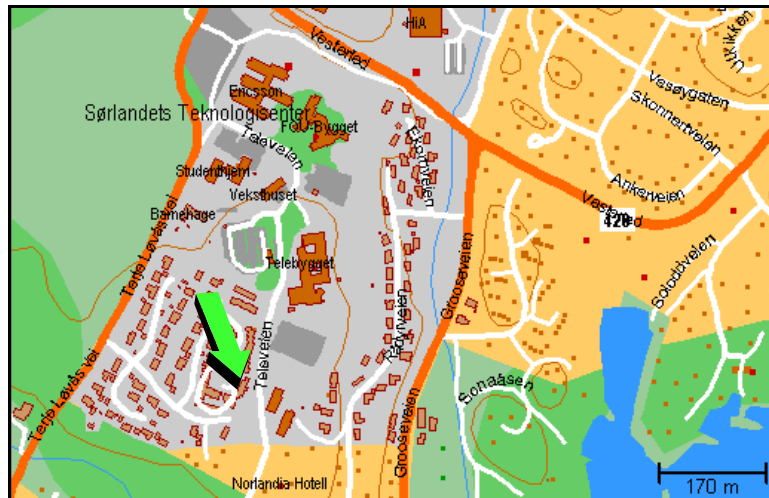
**Tabell 4: Estimerte data, beregnet for evaluering. Hver rad representerer én spesifikk plass.**

Videre, i de neste underkapitlene følger rådata fra testingen. I disse tabellene vil man finne målingens identifikator, BS sin posisjon i lengde- og breddegrad, indre og ytre radius, start- og stoppvinkel, feil oppgitt i meter, samt MS sin reelle posisjon.

For videre tids- og posisjonsbeskrivelse av disse testene, kan dette finnes i Vedlegg A.

#### 4.1.2 Måledata fra Gjert Sørensenvei 54 i Grimstad

Målingsserien som er presentert i Tabell 5, er foretatt inne i Gjert Sørensenvei 54 i Grimstad. Pilen på kartet i Figur 19 markerer lokasjonen av Gjert Sørensenvei 54.



Figur 19: Kart over Gjert Sørensenvei 54 i Grimstad [12]

ID	BS sin posisjon (latitude, longitude)	Radius [meter] (indre, ytre)	Vinkel [°] (start, stop)	Feil [meter]	Reell posisjon til MS
200	N582003, E0083446	0, 537	120, 240	0	N581956,E083432
201	N582004, E0083446	0, 537	120, 240	0	N581956,E083432
202	N582002, E0083447	0, 537	120, 240	0	N581956,E083432
203	N582003, E0083443	0, 537	120, 240	0	N581956,E083432
204	N582001, E0083445	0, 537	120, 240	0	N581956,E083432
205	N582002, E0083446	0, 537	120, 240	0	N581956,E083432
206	N582005, E0083446	0, 537	120, 240	0	N581956,E083432
207	N582004, E0083450	0, 537	120, 240	0	N581956,E083432
208	N582004, E0083448	0, 537	120, 240	0	N581956,E083432
209	N582005, E0083442	0, 537	120, 240	0	N581956,E083432
210	N582004, E0083447	0, 537	120, 240	0	N581956,E083432
211	N582005, E0083450	0, 537	120, 240	0	N581956,E083432
212	N582003, E0083449	0, 537	120, 240	0	N581956,E083432
213	N582001, E0083446	0, 537	120, 240	0	N581956,E083432
214	N582005, E0083442	0, 537	120, 240	0	N581956,E083432
215	N582001, E0083445	0, 537	120, 240	0	N581956,E083432
216	N582004, E0083444	0, 537	120, 240	0	N581956,E083432
217	N582004, E0083444	0, 537	120, 240	0	N581956,E083432
218	N582003, E0083447	0, 537	120, 240	0	N581956,E083432
219	N582004, E0083448	0, 537	120, 240	0	N581956,E083432

220	N582003, E0083445	0, 537	120, 240	0	N581956,E083432
221	N582004, E0083448	0, 537	120, 240	0	N581956,E083432
222	N582004, E0083449	0, 537	120, 240	0	N581956,E083432
223	N582004, E0083447	0, 537	120, 240	0	N581956,E083432
224	N582003, E0083443	0, 537	120, 240	0	N581956,E083432
225	N582004, E0083445	0, 537	120, 240	0	N581956,E083432
226	N582003, E0083449	0, 537	120, 240	0	N581956,E083432
227	N582002, E0083448	0, 537	120, 240	0	N581956,E083432
228	N582002, E0083449	0, 537	120, 240	0	N581956,E083432
229	N582003, E0083447	0, 537	120, 240	0	N581956,E083432
230	N582002, E0083449	0, 537	120, 240	0	N581956,E083432
231	N582004, E0083444	0, 537	120, 240	0	N581956,E083432
232	N582003, E0083446	0, 537	120, 240	0	N581956,E083432
233	N582003, E0083443	0, 537	120, 240	0	N581956,E083432
234	N582002, E0083442	0, 537	120, 240	0	N581956,E083432
235	N582002, E0083446	0, 537	120, 240	0	N581956,E083432
236	N582003, E0083449	0, 537	120, 240	0	N581956,E083432
237	N582002, E0083443	0, 537	120, 240	0	N581956,E083432
238	N582005, E0083444	0, 537	120, 240	0	N581956,E083432
239	N582001, E0083445	0, 537	120, 240	0	N581956,E083432

Tabell 5: Måledata fra Gjert Sørensenvei 54

### 4.1.3 Måledata fra Scandic Hotell på Sjølyst

Målingsserien som er presentert i Tabell 6, er foretatt inne på et hotellrom på Scandic Hotell på Sjølyst, utenfor Oslo. Pilen på kartet i Figur 20 markerer lokasjonen av Scandic Hotell på Sjølyst.



Figur 20: Kart over Scandic Hotell Sjølyst utenfor Oslo[12]

ID	BS sin posisjon (latitude, longitude)	Radius [meter] (indre, ytre)	Vinkel [°] (start, stop)	Feil [meter]	Reell posisjon til MS
40	N595514, E0104104	0, 537	0, 360	0	N595513,E104056
41	N595511, E0104107	550, 1087	0, 360	350	N595513,E104056
42	N595514, E0104104	550, 1087	0, 360	430	N595513,E104056
43	N595513, E0104107	0, 537	0, 360	0	N595513,E104056
44	N595511, E0104105	0, 537	0, 360	0	N595513,E104056
45	N595511, E0104104	0, 537	0, 360	0	N595513,E104056
46	N595512, E0104106	550, 1087	0, 360	350	N595513,E104056
47	N595513, E0104101	0, 537	0, 360	0	N595513,E104056
48	N595513, E0104103	0, 537	0, 360	0	N595513,E104056
49	N595512, E0104106	550, 1087	0, 360	350	N595513,E104056
50	N595513, E0104101	550, 1087	0, 360	460	N595513,E104056
51	N595512, E0104107	550, 1087	0, 360	350	N595513,E104056
52	N595512, E0104105	0, 537	0, 360	0	N595513,E104056
53	N595512, E0104106	0, 537	0, 360	0	N595513,E104056
54	N595511, E0104103	0, 537	0, 360	0	N595513,E104056
55	N595512, E0104108	550, 1087	0, 360	350	N595513,E104056
56	N595513, E0104108	0, 537	0, 360	0	N595513,E104056
57	N595511, E0104105	550, 1087	0, 360	360	N595513,E104056
58	N595513, E0104105	550, 1087	0, 360	360	N595513,E104056
59	N595512, E0104108	0, 537	0, 360	0	N595513,E104056
60	N595511, E0104108	550, 1087	0, 360	350	N595513,E104056
61	N595514, E0104105	0, 537	0, 360	0	N595513,E104056
62	N595514, E0104105	0, 537	0, 360	0	N595513,E104056
63	N595513, E0104101	550, 1087	0, 360	460	N595513,E104056
64	N595513, E0104103	0, 537	0, 360	0	N595513,E104056
65	N595513, E0104106	0, 537	0, 360	0	N595513,E104056
66	N595513, E0104106	550, 1087	0, 360	350	N595513,E104056
67	N595511, E0104100	0, 537	0, 360	0	N595513,E104056
68	N595512, E0104105	550, 1087	0, 360	350	N595513,E104056
69	N595510, E0104100	0, 537	0, 360	0	N595513,E104056
70	N595512, E0104100	550, 1087	0, 360	460	N595513,E104056
71	N595511, E0104102	0, 537	0, 360	0	N595513,E104056
72	N595510, E0104101	0, 537	0, 360	0	N595513,E104056
73	N595512, E0104103	0, 537	0, 360	0	N595513,E104056
74	N595511, E0104106	0, 537	0, 360	0	N595513,E104056
75	N595514, E0104107	550, 1087	0, 360	380	N595513,E104056
76	N595510, E0104105	0, 537	0, 360	0	N595513,E104056
77	N595514, E0104101	550, 1087	0, 360	460	N595513,E104056

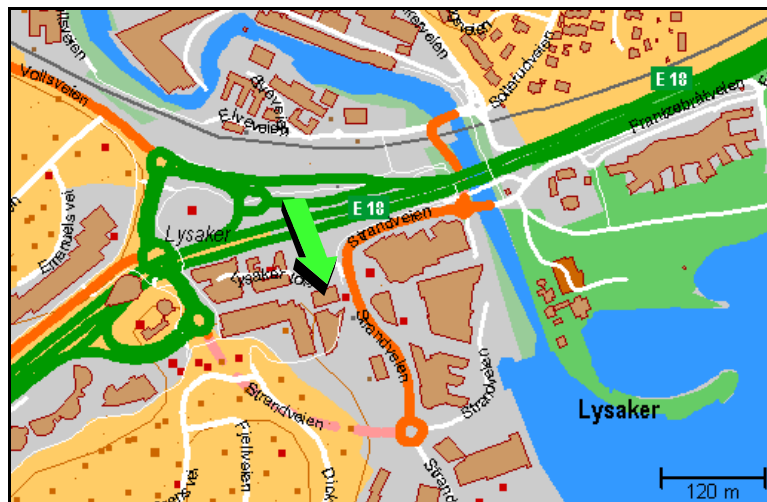


78	N595511, E0104103	0, 537	0, 360	0	N595513, E104056
79	N595512, E0104106	0, 537	0, 360	0	N595513, E104056

**Tabell 6: Måledata fra Scandic Hotell Sjølyst**

#### 4.1.4 Måledata fra Strandveien 13 på Lysaker

Målingsserien som er presentert i Tabell 7, er foretatt inne i Strandveien 13 på Lysaker, utenfor Oslo. Pilen på kartet i Figur 21 markerer lokasjonen av Strandveien 13.


**Figur 21: Kart over Strandveien 13 på Lysaker utenfor Oslo[12]**

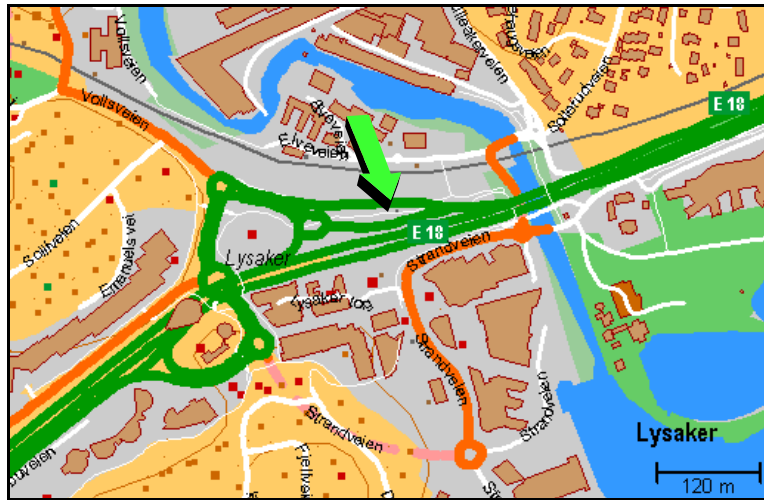
ID	BS sin posisjon (latitude, longitude)	Radius [meter] (indre, ytre)	Vinkel [°] (start, stop)	Feil [meter]	Reell posisjon til MS
100	N595445, E0103829	550, 1087	0, 360	340	N595442, E103816
101	N595447, E0103826	550, 1087	0, 360	340	N595442, E103816
102	N595444, E0103831	550, 1087	0, 360	310	N595442, E103816
103	N595445, E0103827	550, 1087	0, 360	330	N595442, E103816
104	N595444, E0103818	0, 537	190, 310	0	N595442, E103816
105	N595445, E0103823	550, 1087	190, 310	440	N595442, E103816
106	N595446, E0103819	0, 537	190, 310	0	N595442, E103816
107	N595447, E0103817	0, 537	190, 310	0	N595442, E103816
108	N595444, E0103823	0, 537	190, 310	0	N595442, E103816
109	N595445, E0103818	0, 537	190, 310	0	N595442, E103816
110	N595446, E0103820	550, 1087	190, 310	480	N595442, E103816
111	N595445, E0103818	0, 537	190, 310	0	N595442, E103816
112	N595445, E0103816	0, 537	190, 310	0	N595442, E103816
113	N595445, E0103821	550, 1087	190, 310	480	N595442, E103816

114	N595446, E0103822	0, 537	190, 310	0	N595442,E103816
115	N595445, E0103823	0, 537	190, 310	0	N595442,E103816
116	N595445, E0103819	550, 1087	190, 310	490	N595442,E103816
117	N595445, E0103818	0, 537	190, 310	0	N595442,E103816
118	N595447, E0103822	0, 537	190, 310	0	N595442,E103816
119	N595444, E0103824	0, 537	190, 310	0	N595442,E103816
120	N595443, E0103818	0, 537	190, 310	0	N595442,E103816
121	N595443, E0103824	550, 1087	190, 310	430	N595442,E103816
122	N595444, E0103822	0, 537	190, 310	0	N595442,E103816
123	N595444, E0103817	0, 537	190, 310	0	N595442,E103816
124	N595445, E0103816	550, 1087	190, 310	550	N595442,E103816
125	N595443, E0103822	0, 537	190, 310	0	N595442,E103816
126	N595446, E0103822	0, 537	190, 310	0	N595442,E103816
127	N595447, E0103818	0, 537	190, 310	0	N595442,E103816
128	N595443, E0103823	0, 537	190, 310	0	N595442,E103816
129	N595445, E0103816	550, 1087	190, 310	550	N595442,E103816
130	N595446, E0103821	0, 537	190, 310	0	N595442,E103816
131	N595447, E0103821	0, 537	190, 310	0	N595442,E103816
132	N595445, E0103823	0, 537	190, 310	0	N595442,E103816
133	N595446, E0103823	0, 537	190, 310	0	N595442,E103816
134	N595446, E0103818	0, 537	190, 310	0	N595442,E103816
135	N595446, E0103817	0, 537	190, 310	0	N595442,E103816
136	N595445, E0103818	0, 537	190, 310	0	N595442,E103816
137	N595445, E0103822	550, 1087	190, 310	460	N595442,E103816
138	N595446, E0103820	0, 537	190, 310	0	N595442,E103816
139	N595444, E0103819	550, 1087	190, 310	500	N595442,E103816

Tabell 7: Måledata fra Strandveien 13

#### 4.1.5 Måledata fra Lysaker stasjon

Målingsserien som er presentert i Tabell 8 er foretatt ute på Lysaker jernbanestasjon, utenfor Oslo. Pilen på kartet i Figur 22 markerer lokasjonen av Lysaker jernbanestasjon.



Figur 22: Kart over Lysaker stasjon utenfor Oslo[12]

ID	BS sin posisjon (latitude, longitude)	Radius [meter] (indre, ytre)	Vinkel [°] (start, stop)	Feil [meter]	Reell posisjon til MS
180	N595444, E0103817	0, 537	0, 360	0	N595447,E103816
181	N595444, E0103820	0, 537	0, 360	0	N595447,E103816
182	N595445, E0103817	0, 537	0, 360	0	N595447,E103816
183	N595446, E0103820	0, 537	0, 360	0	N595447,E103816
184	N595446, E0103823	550, 1087	0, 360	430	N595447,E103816
185	N595446, E0103818	550, 1087	0, 360	500	N595447,E103816
186	N595445, E0103818	0, 537	0, 360	0	N595447,E103816
187	N595443, E0103821	0, 537	0, 360	0	N595447,E103816
188	N595446, E0103822	0, 537	0, 360	0	N595447,E103816
189	N595444, E0103817	550, 1087	0, 360	460	N595447,E103816
190	N595446, E0103821	550, 1087	0, 360	470	N595447,E103816
191	N595444, E0103822	0, 537	0, 360	0	N595447,E103816
192	N595445, E0103820	0, 537	0, 360	0	N595447,E103816
193	N595447, E0103821	550, 1087	0, 360	470	N595447,E103816
194	N595445, E0103821	550, 1087	0, 360	450	N595447,E103816
195	N595447, E0103819	550, 1087	0, 360	490	N595447,E103816
196	N595446, E0103817	0, 537	0, 360	0	N595447,E103816
197	N595445, E0103821	0, 537	0, 360	0	N595447,E103816
198	N595446, E0103824	0, 537	0, 360	0	N595447,E103816
199	N595443, E0103822	0, 537	0, 360	0	N595447,E103816

Tabell 8: Måledata fra Lysaker stasjon

## 4.2 Langs en trasé

Felles for målingene under er at de har blitt gjort innenfor et begrenset område.

Felles for målingene i dette eksperimentet er at de har blitt foretatt innenfor et begrenset område. Disse områdene omfatter henholdsvis en trasé i Lysaker-området, rundt Strandveien 8 på Lysaker, samt en trasé i Grimstad.

### 4.2.1 Statistiske data

Tabellen under presenterer statistiske data, beregnet ut fra rådataene som er presentert i underkapitlene etter dette. Her vil man finne hvilket område målingene er foretatt på, antall målinger, hvor mange målinger som inneholdt feil i henhold til reell posisjon, samt et 90- og 50-persentil for feilmålinger i meter.

Område	Antall målinger	Målinger med feil [%]	Feil [meter] 90-persentil	Feil [meter] 50-persentil
Lysaker	26	26,9	318	100
Strandveien 8	10	80,0	509	470
Grimstad	9	11,1	200	200

**Tabell 9:** Estimerte data fra ulike områder, beregnet for evaluering

Videre, i de neste underkapitlene følger rådata fra testingen. I disse tabellene vil man finne målingens identifikator, BS sin posisjon i lengde- og breddegrad, indre og ytre radius, start- og stoppvinkel, feil oppgitt i meter, samt MS sin reelle posisjon.

For videre tids- og posisjonsbeskrivelse av disse testene, kan dette finnes i Vedlegg A.

### 4.2.2 Måledata fra en trasé på Lysaker

Målingene som er presentert i Tabell 10, er foretatt langs en trasé på Lysaker-området, utenfor Oslo. Pilen på kartet i Figur 23 markerer området av Lysaker-området.



Figur 23: Kart over Lysaker-området utenfor Oslo[12]

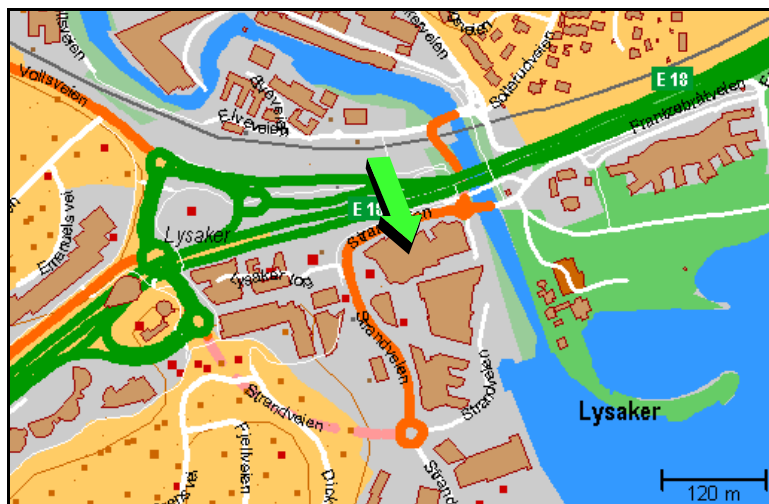
ID	BS sin posisjon (latitude, longitude)	Radius [meter] (indre, ytre)	Vinkel [°] (start, stop)	Feil [meter]	Reell posisjon til MS
4	N595445, E0103816	0, 537	0, 360	0	N595445,E103817
5	N595445, E0103821	550, 1087	0, 360	80	N595446,N103825
6	N595443, E0103822	0, 537	0, 360	0	N595447,E103817
7	N595445, E0103818	0, 537	0, 360	0	N595448,E103820
8	N595444, E0103802	0, 537	310, 70	0	N595447,E103811
9	N595445, E0103808	0, 537	100, 220	100	N595447,E103804
10	N595445, E0103811	0, 537	50, 170	100	N595444,E103804
11	N595446, E0103822	0, 537	190, 310	0	N595442,E103808
12	N595445, E0103817	0, 537	190, 310	0	N594543,E103810
13	N595444, E0103817	0, 537	190, 310	0	N594443,E103812
14	N595447, E0103816	0, 537	190, 310	0	N595442,E103816
16	N595444, E0103817	0, 537	94, 214	0	N595444,E103818
17	N595445, E0103811	550, 1087	10, 130	160	N595440,E103833
18	N595450, E0103858	275, 1332	0, 360	0	N595449,E103841
19	N595452, E0103854	0, 537	0, 360	0	N595453,E103855
20	N595450, E0103856	0, 537	0, 360	0	N595454,E103901
21	N595503, E0103952	550, 1087	0, 360	0	N595458,E103919
22	N595503, E0103949	0, 537	0, 360	0	N595458,E103920
23	N595503, E0103956	0, 537	0, 360	0	N595501,E103932
24	N595503, E0103951	550, 1087	0, 360	420	N595503,E103943
25	N595450, E0103859	0, 537	0, 360	50	N595501,E103932
26	N595450, E0103859	0, 537	0, 360	0	N595458,E103920
27	N595443, E0103814	275, 1332	10, 130	0	N595454,E103905
28	N595452, E0103859	0, 537	0, 360	0	N595453,E103855
29	N595445, E0103827	550, 1087	0, 360	250	N595449,E103841

30	N595447, E0103819	0, 537	0, 360	0	N595446, N103825
----	-------------------	--------	--------	---	------------------

**Tabell 10: Måledata fra området på Lysaker**

### 4.2.3 Måledata rundt Strandveien 8 på Lysaker

Målingene som er presentert i Tabell 11, er foretatt rundt Strandveien 8 på Lysaker, utenfor Oslo. Strandveien 8 er en stor bygning med flere andre store omliggende bygninger. Pilen på kartet i Figur 24 markerer området av Strandveien 8.

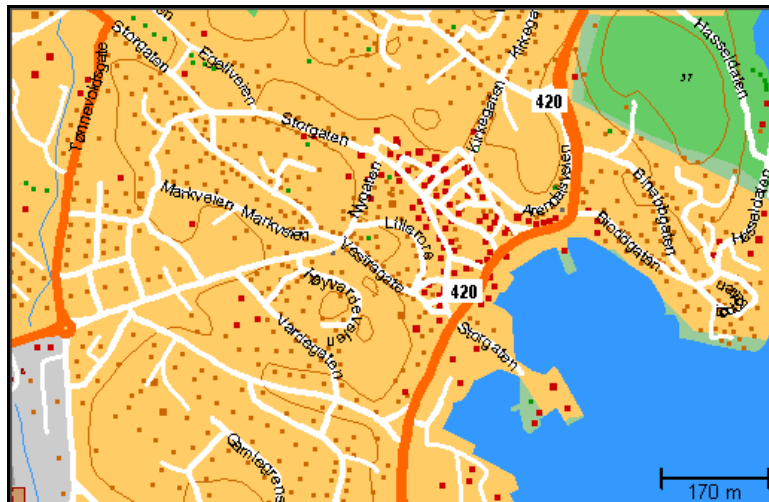

**Figur 24: Kart over Strandveien 8 på Lysaker utenfor Oslo[12]**

ID	BS sin posisjon (latitude, longitude)	Radius [meter] (indre, ytre)	Vinkel [°] (start, stop)	Feil [meter]	Reell posisjon til MS
150	N595443, E0103823	550, 1087	190, 310	470	N595445, E103818
151	N595445, E0103820	0, 537	190, 310	0	N595444, E103820
152	N595446, E0103820	0, 537	94, 214	0	N595444, E103820
153	N595446, E0103826	550, 1087	0, 360	470	N595444, E103823
154	N595444, E0103820	0, 537	94, 214	20	N595445, E103825
155	N595445, E0103830	550, 1087	0, 360	500	N595445, E103826
156	N595448, E0103829	550, 1087	0, 360	480	N595446, E103826
157	N595445, E0103826	550, 1087	0, 360	530	N595446, E103825
158	N595444, E0103819	0, 537	0, 360	430	N595446, E103823
159	N595444, E0103816	0, 537	0, 360	440	N595445, E103820

**Tabell 11: Måledata fra Strandveien 8**

#### 4.2.4 Måledata fra en trasé i Grimstad

Målingene som er presentert i Tabell 12, er foretatt langs en trasé i Grimstad-området. Pilen på kartet i Figur 25 markerer området av Grimstad-området.



Figur 25: Kart over Grimstad-området[12]

ID	BS sin posisjon (latitude, longitude)	Radius [meter] (indre, ytre)	Vinkel [°] (start, stop)	Feil [meter]	Reell posisjon til MS
400	N582005, E0083449	825, 1882	300, 60	0	N582041,E083502
401	N582003, E0083446	275, 1332	300, 60	0	N582036,E083502
402	N582004, E0083443	275, 1332	300, 60	0	N582026,E083459
403	N582110, E0083408	825, 1882	0, 360	200	N582028,E083514
404	N582032, E0083523	0, 537	0, 360	0	N582034,E083529
405	N582034, E0083524	0, 537	0, 360	0	N582031,E083534
406	N582008, E0083618	550, 1087	246, 6	0	N582027,E083536
407	N582008, E0083617	550, 1087	246, 6	0	N582022,E083536
408	N582008, E0083614	275, 1332	246, 6	0	N582017,E083534

Tabell 12: Måledata fra et område i Grimstad

## 5 Drøfting

En lokasjonsavhengig reiselivstjeneste kan være en nyttig tjeneste for folk som er ”på farten” i ulike sammenhenger. For at en lokasjonsavhengig tjeneste skal være av interesse for brukeren, må kvaliteten på tjenesten være så god, at brukeren vil finne nytteverdien i den. Dette aspektet ønsker man at Travel Assistant skal bidra med.

Ved testing av CGI + TA, hadde bygninger stor innvirkning på posisjoneringresultatene til mobilterminalen. Dette hadde sin begrunnelse i at bygningene skapte refleksjoner av mobilsignalet. Nøyaktigheten til CGI + TA er ikke veldig bra og er dermed ikke egnet for navigering. For tjenester som omhandler navigasjon, trenger man en posisjoneringstjeneste som A-GPS.

Ut fra oppgavebeskrivelsen ble oppgaven løst med de kriterier som var forespeilt. Det eneste resultatet som mangler, er fra testen som ble foretatt på landsbygda. Det ble foretatt en test opp mot Omli og Fyresdal, men resultatene ble desverre ikke logget som de skulle på serveren, på grunn av en server som var nede. Foruten dette, gikk alt som det skulle.

Resultatene var som forventet, selv om det ikke var beregnet at feilmarginen i byområdene skulle være så store som de i realiteten var. På bakgrunn av den store usikkerheten som ble observert ved de testseriene som ble foretatt på de ulike plassene, kan man i ettertid se at testen som ble gjort i Grimstad sentrum hadde noe tynt grunnlag. Her er det nok noe tynt med målinger, men det skal allikevel kunne gi en indikasjon på hvordan situasjonen er i forhold til andre områder, sammenlignet med situasjonen i en storby.

Videre, i de tre neste underkapitlene følger en drøfting av nøyaktighet, bruksområde og tjenestekvalitet, i henhold til aktuelle lokasjonstjenester og posisjoneringsmetoder. Til slutt vil det komme noen løsninger for Travel Assistant.

### 5.1 Nøyaktighet

Ved innføring av nye applikasjoner basert på lokasjonsinformasjon, krever enkelte applikasjoner et minstemål av nøyaktighet. Dette minstemålet må til for at tjenesten skal ha noen nytteverdi for sluttbrukeren. Ettersom nøyaktigheten er det største hinderet for utviklingen av mobile lokasjonsbaserte tjenester, må tredje part ta dette med i beregningen ved utviklingen av nye tjenester. Testen som ble foretatt i forbindelse med posisjoneringsmetoden, CGI + TA, bestod av to eksperimenter. Disse blir nå videre vurdert, sammen med andre tilgjengelige posisjoneringsmetoder.

Det ene av de to eksperimentene hadde som hovedmål å se hvor stor tillit man kan sette til den enkelte observasjon i en måling. Som et resultat av testseriene, hvor hver test ble foretatt på én spesifikk plass, fikk man en indikasjon på hvor god nøyaktigheten var på de



ulike plassene. Disse plassene var henholdsvis på Lysaker Stasjon, et kontor på Lysaker, et rom på Scandic Hotel Sjølyst, samt i et hus i Grimstad. Det viste seg at det var veldig stor nøyaktighetsforskjell på området i Grimstad sammenlignet med området på Lysaker. Mens Grimstad på sin side hadde meget bra nøyaktighet for sine målinger (0 % feil), var området på Lysaker preget av en mye større unøyaktighet. Det ble målt feil på 32,5 % og opp i mot 40 % av tilfellene. Den store nøyaktighetsforskjellen mellom disse to plassene, har trolig sitt opphav i at Lysaker er en mye større plass, med større tetthet av bygninger. Dette er med på å skape refleksjoner av mobilsignalet fra BS, som da ofte vil påvirke TA og sende et galt signal. Den store tettheten av basestasjoner kan også skape unøyaktighet, i form av feil valg av basestasjon. Denne type måling som er foretatt i dette eksperimentet, vil være en viktig indikator på hvor mye man kan stole på målinger i et spesifikt område. Eksperimentet viste eksempelvis at man kan stole på målingene som er gjort i Grimstad, mens målingene fra Lysaker, må man sette litt større usikkerhet rundt.

På bakgrunn av de resultatene som ble gjort i forrige eksperiment, må et visst antall målinger til, for å skape et rett bilde av situasjonen. Dette andre eksperimentet gikk ut på å gå langs en trasé, for deretter å evaluere hvilken tjeneste som kan være egnet til posisjoneringstjenesten, CGI + TA. Situasjonen i Lysaker-området var som sagt preget av mange refleksjoner fra bygninger og lignende, som fordreide signalet. Det var kjent at bygninger hadde stor innvirkning på resultatet av posisjoneringen, men det var ikke forventet en så stor grad av påvirkning. Hvordan andre posisjoneringsmetoder er i de områdene som er testet her er vanskelig å si, uten å selv ha testet dette for de spesifikke områdene. Ser man derimot på tidligere tester som er foretatt av Ericsson, for metoder som UL-TOA og E-OTD, kan man få en indikasjon på hvordan forholdene er for ulike områder. Målinger fra eksperimentet i forbindelse med CGI + TA, ga feilmålinger fra 26,9 % til hele 80 % i området på Lysaker, men kun 11,1 % i Grimstad. Dette viser at CGI + TA fungerer relativt greit i områder, med kun tettbebygde strøk, uten store bygninger.

Dersom man eksempelvis tar for seg hvilken nøyaktighet ”den mobile student” vil kreve i henhold til en gitt tjeneste, kan man ikke regne med at så stor feilprosent vil bli tolerert. Det samme vil gjelde andre grupper mennesker. Dersom det blir for tungvint å bruke tjenesten, vil brukerne la være eller velge andre alternative tjenester.

## 5.2 Bruksområde

Bruksområde er en viktig parameter når en tredje part skal innføre en mobil reiselivstjeneste. Tjenesten må brukes på det området hvor det er mest tjenlig. Den norske stat, på sin side vil alltid jobbe for et bredt tilbud til folket også de som bor i utkantstrøk. Dette begrenser seg imidlertid noe med tanke på de resurser tjenesteleverandørene ønsker å bruke på formålet og den posisjoneringsteknologi som eksisterer per dags dato. Innføres det imidlertid andre posisjoneringsmetoder med bedre nøyaktighet, vil tilbudet automatisk bli mye mer bredt. Mye av denne nøyaktighetsforbedringen vil skje når den mobile verden går over fra andre til tredje generasjons mobilsystem (UMTS).

Dersom man tar for seg ”den mobile student”, vil de i de fleste tilfeller være bosatt i urbaniserte områder, der tjenestetilbudet bør være stort. I slike områder kan det være en god idé å tilby såkalte ”Buddy”-tjenester som NetCom tilbyr. Tjenester som ”i nærheten” bør også vurderes i slike områder. Slike tjenester kan være særdeles nyttig til å finne nærmeste kino, teater, minibank og lignende. Tar man i bruk GPS-baserte terminaler, som Benefon sin terminal, vil den kunne brukes til navigasjonstjenester. Ulempen er imidlertid at en slik terminal krever enormt med batterikapasitet, siden posisjonen beregnes i selve terminalen.

### **5.3 Tjenestekvalitet**

For at det skal bli størst mulig adopsjon blant sluttbrukerne, er det viktig å opprettholde en viss kvalitet på tjenestene. Dette er selvsagt mye opp til tilbydereren av tjenesten, siden det er de som skal selge den. Alt er derimot ikke opp til tjenestens tilbyder. For at tilbydereren av tjenesten skal kunne levere et så bra produkt som mulig, er man avhengig av andre faktorer som de ikke råder over. En av disse faktorene er hvor bra posisjonering som blir tilbudt av teleoperatørene. Med dagens system, CGI + TA, er denne brukelig til enkle posisjoneringstjenester, som for eksempel ”I nærheten”-tjenester, men den er ikke god nok for navigasjonstjenester. Dersom den tredje part vil tilby en navigasjonstjeneste vil operatøren måtte tilby A-GPS, som har en nøyaktighet ned mot tre meter på sitt beste.

Det at man får opp et kart på sin terminal, med en kartvisning over det aktuelle området tjenesten omhandler, vil være til god hjelp for brukeren av applikasjonen. Til dette kan man for eksempel vise til ”Buddy” tjenesten som NetCom har. Her kan brukeren få greie på hvor vennen befinner seg. Hvis brukeren i tillegg hadde hatt et kart, hvor posisjonen til vennen ble markert, ville det være til en stor hjelp. Til dette formålet vil nok brukeren kreve en rimelig bra nøyaktighet, med få feilmålinger og maksimum 150 meter innenfor et 90-persentil. Man vil da ut fra de ulike testers simuleringresultater minst trenge UL-TOA eller E-OTD.

### **5.4 Løsninger for Travel Assistant**

Ut fra det som er diskutert i de tre foregående kapitlene, vil dette kapittelet presentere noen forslag til løsninger. Disse løsningene kan vurderes, for skape en videre popularisering og anvendbarhet av reiselivstjenesten, Travel Assistant.

For at Travel Assistant skal bli best mulig og levere den turistinformasjonen som folk syntes interessant, må den basere seg på den nyeste og beste teknologien som eksisterer. Dette er viktig for å holde aktuelle konkurrenter bak seg og for at bedriften skal tjene penger på Travel Assistant.

Travel Assistant vil bli sluppet på markedet i juni 2002. Med denne basisversjonen vil funksjonaliteten som er beskrevet i kapittel 2.7, om Travel Assistant gjelde. Posisjonering av mobilterminalen vil altså ikke inngå i denne versjonen. Den vil ha kart for hele Skandinavia, men vil ha søkbart innhold kun for Norge. Før den tid, vil det vanskelig

gjøres å tilføre noen nye løsninger for at applikasjonen skal bli ennå bedre. Travel Assistant vil tjene med to databaser, som henholdsvis er OsloPuls-databasen og Maponweb sin adresse- og stedsnavnsdatabase. Det vil derimot i senere utbedringer være interessant å supplere med andre databaser som kan være med på å berike applikasjonen.

Maponweb har allerede et prosjekt gående med Trafikanten og skal lage en demonstrator for søk på buss-, bane- og toginformasjon fra Travel Assistant. De har også fremmet et forslag om å ta inn en bedre kartløsning enn den som eksisterer hos trafikanten per dags dato. Et viktig valg Maponweb må ta en avgjørelse på, i forhold til sin applikasjon, er om de skal velge én leverandør for et geografisk område (for eksempel OsloPuls) eller om de skal satse på flere. Dette blir en avveining mellom å ha komplette data, kontra at de samme dataene kan være tilgjengelig fra flere kilder, noe som selvsagt vil redusere brukervennligheten.

Dersom Maponweb vil velge å satse på flere leverandører for et geografisk område, vil det være flere alternativ som kan være nyttig å vurdere. Foruten Trafikanten, kunne det være interessant å integrere databasen og funksjonaliteten fra Filmweb. Mange reisende vil være interessert i hvilke filmer som går på kino, hvor og når filmene går. Hos Filmweb, som er på god vei til å bli landsdekkende, er det også mulighet for å bestille bilettene, noe sannsynligvis brukeren vil sette pris på. For de kulturinteresserte vil det også være interessant å kunne søke i en kulturkalender, som sier noe om hvor og når ulike kulturarrangementer foregår. Et godt alternativ på dette området er Kulturkalender.no sin database. Mange reisende vil også være interessert i hvilke spisesteder som finnes i området. Til dette formålet kan Spisekartet.com sin database komme til sin rett. Ved å integrere en eller flere av disse databasene som er eksemplifisert over, vil Travel Assistant tjene med et bredere tilbud til ulike grupper mennesker. Får man i tillegg tilgang på lokasjonsinformasjon fra ulike områder utenfor by-norge, med god nok nøyaktighet, vil dette være en tilleggsfunksjonalitet som vil gjøre at Travel Assistant vil bli opp i mot en komplett applikasjon. Den manglende faktor for å oppnå dette er lokasjon av selve terminalen, samt at applikasjonen integreres i flere typer terminaler.

## 6 Konklusjon

Dette arbeidet har tatt for seg nøyaktighet, bruksområde og tjenestekvalitet rundt lokasjonsbaserte reiselivstjenester. Som et utgangspunkt har det blitt tatt utgangspunkt i posisjoneringsmetoden, CGI + TA, siden det er den metoden som eksisterer på markedet per dags dato. Det er da et spørsmål om hvilke krav den enkelte tjenesten setter til posisjoneringsmetoden.

Det kan fastslås en gang for alle, at CGI + TA ikke er fremtidens posisjoneringsmetode, siden også Norge syntes å bli mer og mer urbanisert. Etter tester gjort på Lysaker, kan man se at radiosignalet blir påvirket i vesentlig grad, siden 26,9 % av alle målingene ikke ligger innenfor angitt område. Posisjoneringsmetoden, CGI + TA egner seg derfor best i områder med få hindringer, slik at signalet kan gå noenlunde uforstyrret. Denne posisjoneringsmetoden er dessuten ikke egnet for navigering. Til det formålet bør man heller vente på A-GPS. Dette vil imidlertid ta noen år, siden dette er en teknologi som er relativt fersk hos teleoperatørene.

Dersom en posisjonerings-tjeneste skal fungere i forhold til sin målsetting, må det være en viss sikkerhet i posisjeringen, noe CGI + TA ikke har i særlig grad. Dessuten må tredje part utvikle posisjonerings-tjenester som står i samsvar med tilgjengelig posisjonerings-teknologi.

En av tjeneste som vil være realistisk i nærmeste fremtid, vil være en videreføring av NetCom sine "Buddy"-tjenester. Får man disse tjenestene med en kartvisning, vil det berike denne type tjeneste betraktelig og brukeren av tjenesten vil ha mye større nytte av den.

Reiseplanleggingsapplikasjonen, Travel Assistant vil trolig nå nye steg ved å integrere andre databaser, som kan inneholder tjenester som ruteopplysning og lokalinformasjon. Et annet aspekt er at integrasjon av flere tjenester i en og samme applikasjon, vil være med på å berike tilbudet for den reisende.

Med tanke på den enorme utviklingen som skjer i forbindelse med mobile tjenester og da særlig lokasjonsbaserte tjenester, vil det bli et stort behov for utvikling av slike typer tjenester. Når tredje generasjons mobilsystem for alvor har overtatt for GSM, vil mange hendige lokasjonsbaserte tjenester og applikasjoner kunne bli en realitet. Dette på grunnlag av mobilterminaler og mobilnettverk med mye større kapasitet enn dagens GSM. Med UMTS vil trolig A-GPS bli lansert og dermed vil nyttige og hendige navigasjonstjenester bli tilgjengelig via mobile terminaler.

## Forkortelser

2G	Second Generation
3G	Third Generation
3GPP	The 3 <sup>rd</sup> Generation Partnership Project
A-GPS	Network-assisted GPS
BS	Base Station
BTS	Base Transceiver Station
Cell ID	Cell Identity
CGI	Cell Global Identity
COO	Cell of Origin
DLB	Distance from LMU to BTS
DMB	Distance from MS to BTS
E-OTD	Enhanced Observed Time Difference
ESA	European Space Agency
ETSI	European Telecommunications Standards Institute
FCC	Federal Communications Commission
FoU	Forskning og Utvikling
GIS	Geographic Information System
GLONASS	Global Navigation Satellite System
GPRS	General Packet Radio Service
GPS	Global Positioning System
GSM	Global System for Mobile communication
GTD	Geometric Time Difference
HTML	Hypertext Markup Language
ID	Identity
IKT	Informasjon- og Kommunikasjonsteknologi
LBS	Location Based Services
LIF	Location Interoperability Forum
LMU	Location Measurement Unit
LOT	LMU Observed Time
MOT	MS Observed Time
MPC	Mobile Positioning Centre
MPP	Mobile Positioning Protocol
MPS	Mobile Positioning System
MS	Mobile Station
OTD	Observed Time Difference
OTDOA-IPDL	Observed Time Difference Of Arrival-Idle Period DownLink
PDA	Personal Digital Assistant
PCF	Position Calculation Function
RTD	Real Time Difference
RTT	Round Trip Time
SAS	Stand-Alone Mobile Location Centre
SIM	Subscriber Identity Module
SMS	Short Message Service

---

SRNC	Serving Radio Network Controller
TA	Timing Advance
UE	User Equipment
UL-TOA	Uplink Time Of Arrival
UMTS	Universal Mobile Telecommunication System
USA	United State of America
UTRAN	Universal Terrestrial Radio Access Network
WAP	Wireless Application Protocol
XML	Extensible Mark-up Language

---

## Litteraturliste

- [1] 3GPP, 3GPP TS 22.071 v5.1.1; Location Services (LCS) - Service description, Stage 1, mars 2002
- [2] 3GPP, 3GPP TS 25.305 v5.4.0; Stage 2 Functional Specification of Location Services in UTRAN, mars 2002
- [3] Andersson, Christoffer. GPRS and 3G Wireless Applications; Location-based services. 2001
- [4] Bjørkenes, Martin. Location based services for Mobile Internet and SMS, Pocket IT, 1. november 2001: <http://kurs.nlh.no/gis300/presentasjoner/pocketit.pdf>
- [5] Börjesson, Jörgen. GLONASS Contributions to Space Geodesy, Chalmers University of Technology, Göteborg, Sweden 2000: <http://www.oso.chalmers.se/~geo/introduction.pdf>
- [6] Cambridge Positioning Systems. CPS introduce Coverge™, for mobile location application and services: <http://www.vtt.fi/tte/rd/location-techniques/larder.pdf>
- [7] Ericsson, Mobile Positioning Protocol version 3.0 (MPP 3.0)
- [8] ETSI, ETSI TS 101 724 V8.4.0, Annex C (informative); Description of E-OTD, desember 2001: [http://webapp.etsi.org/action%5CPU/20020115/ts\\_101724v080400p.pdf](http://webapp.etsi.org/action%5CPU/20020115/ts_101724v080400p.pdf)
- [9] Korkea-aho, Mari. Department of Computer Science and Engineering, Location Information in the Internet, Helsinki 8.oktober 2001: <http://www.hut.fi/~mkorkeaa/licthesis/LicThesis-Mari-Korkea-aho-Final-Version-08102001.pdf>
- [10] Ludden, Brendan. Vodafone, Location Technology: [www.locationforum.org/About\\_LIF/Documents/0106-Location\\_Technology\\_MLS.ppt](http://www.locationforum.org/About_LIF/Documents/0106-Location_Technology_MLS.ppt)
- [11] Maponweb.com, Informasjon om Travel Assistant: [http://www.maponweb.com/no/produkter/info\\_wire.html](http://www.maponweb.com/no/produkter/info_wire.html)
- [12] Maponweb.com. Kartutsnitt
- [13] mobileIN.com, Location Based Services: [http://www.mobilein.com/location\\_based\\_services.htm](http://www.mobilein.com/location_based_services.htm)

- 
- [14] Mobilmagasinet #3, Lokasjonstjenester er mer enn posisjonering, april 2002
- [15] NIST/SEMATECH, Engineering Statistics Handbook, 7.2.5.2 Percentiles:  
<http://www.itl.nist.gov/div898/handbook/prc/section2/prc252.htm>
- [16] Oust, Lars og Nomeland, Arild. Location Based Services:  
<http://student.nlh.no/~laous/oppgaver/prosjekt/GISPRO.pdf>
- [17] Pettersen, Alf og Kosmerlj, Marijana. Samtaler og annet materiale i forbindelse med Maponweb
- [18] PricewaterhouseCoopers, Inception Study to Support the Development of a Business Plan for the GALILEO Programme - Executive Summary, 20. November 2001:  
[http://www.europa.eu.int/comm/energy\\_transport/library/gal\\_exec\\_summ\\_final\\_report\\_v1\\_7.pdf](http://www.europa.eu.int/comm/energy_transport/library/gal_exec_summ_final_report_v1_7.pdf)
- [19] Raino, Antti. Location-based services and personal navigation in mobile information society, Coordinator of NAVI Programme, Navinova Ltd., Finland:  
<http://www.ddl.org/figtree/pub/proceedings/korea/full-papers/pdf/plenary1/rainio.pdf>
- [20] Sergio Ríos. Position Aware WAP Content Personalization, Pontifical University of Salamanca in Madrid,  
<http://www.perfectxml.com/Conf/Wrox/Files/riostext.pdf>
- [21] Swedberg, Göran. Ericsson Review No. 04, 1999; Ericsson's mobile location solution:  
[http://www.ericsson.com/about/publications/review/1999\\_04/files/19990406.pdf](http://www.ericsson.com/about/publications/review/1999_04/files/19990406.pdf)
- [22] Symbian, Informasjon om Travel Assistant:  
<http://www.symbianpages.com/proddetails.asp?nP=496>
- [23] T1, T1P1.5/98-021R8; Evaluation Sheet for Enhanced Observed Time Difference (E-OTD) Method, 17. august 1998
- [24] T1, T1P1.5/98-034r1; Evaluation sheet for the uplink TOA positioning method, 20. april 1998
- [25] Telenor FoU, Informasjon om Travel Assistant:  
<http://www.telenor.com/rd/publisering/travel.shtml>
- [26] Telenor Mobil AS, CPA Posisjonering:  
<http://telenormobil.no/partner/tjenester/posisjonering/>



- 
- [27] UMTS Forum. Report No. 9; The UMTS Third Generation Market – Structuring the Service Revenues Opportunities: <http://www.umts-forum.org/reports/report9.pdf>
- [28] Wapinsight. Benefon Locus - GSM & GPS phone, [http://www.wapinsight.com/benefon\\_gps.htm](http://www.wapinsight.com/benefon_gps.htm)
- [29] whatis.com. searchNetworking.com; i-Mode: [http://searchnetworking.techtarget.com/sDefinition/0,,sid7\\_gci214547,00.html](http://searchnetworking.techtarget.com/sDefinition/0,,sid7_gci214547,00.html)
- [30] Åkerberg, Stefan. Master's Thesis, Positioning of mobile devices, KTH, 18. juli 2001: [http://www.nada.kth.se/kurser/kth/exjobb/publicering/slut/stefanakerb\\_slut.pdf](http://www.nada.kth.se/kurser/kth/exjobb/publicering/slut/stefanakerb_slut.pdf)

## Vedlegg

### ***Vedlegg A: Tids- og stedsbeskrivelse av testresultatene***

#### **Tid og stedsbeskrivelse av testresultatene fra en trasé på Lysaker**

ID	Tid	Beskrivelse
4	20020417140119	Strandveien 8 ved busstopp
5	20020417140433	Strandveien 8, rundkjøring mot Solerødstranden
6	20020417140646	Lysaker Stasjon (ved undergang)
7	20020417141326	Lysaker Stasjon (perrongen)
8	20020417141555	Lysaker Stasjon (ved taxi-/bilparkering)
9	20020417141743	Rundkjøring ved Vollsveien (til høyre mot Lilleaker)
10	20020417142007	Rundkjøring ved Vollsveien (til høyre mot Bekkestua)
11	20020417142158	Lysaker Torg 25 (DNB)
12	20020417142337	Lysaker Torg 10
13	20020417143536	Lysaker Torg 2
14	20020417144147	Strandveien 13 (øvre inngang)
16	20020417144845	Strandveien 20 (baksiden)
17	20020417150538	Solerud båtforening
18	20020417151400	Drammesveien 288
19	20020417151701	Frantzebråtveien 2
20	20020417152110	Avkjørsel fra E-18 mot Vækerød (undergang E-18)
21	20020417152735	Utkjørsel til Vækerød (overgang E-18)
22	20020417152941	Utkjørsel til Vækerød, under brua
23	20020417153805	Maxbo stormarked
24	20020417153937	Ved bensinstasjon
25	20020417154213	Maxbo stormarked
26	20020417154600	Utkjørsel til Vækerød, under brua
27	20020417154756	Avkjørsel fra E-18 mot Vækerød (undergang E-18)
28	20020417155054	Frantzebråtveien 2
29	20020417155513	Drammesveien 288
30	20020417155651	Strandveien 8, rundkjøring mot Solerødstranden

**Tabell 13: Tid og stedsbeskrivelse av testresultatene fra en trasé på Lysaker**

#### **Tid og stedsbeskrivelse av testresultatene fra Scandic Hotell Sjølyst**

ID	Tid	Beskrivelse
40	20020417235646	Scandic Hotel Sjølyst
41	20020417235745	Scandic Hotel Sjølyst

42	20020417235804	Scandic Hotel Sjølyst
43	20020418001244	Scandic Hotel Sjølyst
44	20020418001336	Scandic Hotel Sjølyst
45	20020418001403	Scandic Hotel Sjølyst
46	20020418001430	Scandic Hotel Sjølyst
47	20020418001450	Scandic Hotel Sjølyst
48	20020418001506	Scandic Hotel Sjølyst
49	20020418001526	Scandic Hotel Sjølyst
50	20020418001554	Scandic Hotel Sjølyst
51	20020418001613	Scandic Hotel Sjølyst
52	20020418001629	Scandic Hotel Sjølyst
53	20020418001644	Scandic Hotel Sjølyst
54	20020418001703	Scandic Hotel Sjølyst
55	20020418001721	Scandic Hotel Sjølyst
56	20020418001746	Scandic Hotel Sjølyst
57	20020418001801	Scandic Hotel Sjølyst
58	20020418001815	Scandic Hotel Sjølyst
59	20020418001839	Scandic Hotel Sjølyst
60	20020418001911	Scandic Hotel Sjølyst
61	20020418001926	Scandic Hotel Sjølyst
62	20020418001940	Scandic Hotel Sjølyst
63	20020418001958	Scandic Hotel Sjølyst
64	20020418002013	Scandic Hotel Sjølyst
65	20020418002027	Scandic Hotel Sjølyst
66	20020418002040	Scandic Hotel Sjølyst
67	20020418002054	Scandic Hotel Sjølyst
68	20020418002123	Scandic Hotel Sjølyst
69	20020418002140	Scandic Hotel Sjølyst
70	20020418002233	Scandic Hotel Sjølyst
71	20020418002249	Scandic Hotel Sjølyst
72	20020418002306	Scandic Hotel Sjølyst
73	20020418002322	Scandic Hotel Sjølyst
74	20020418002342	Scandic Hotel Sjølyst
75	20020418002357	Scandic Hotel Sjølyst
76	20020418002420	Scandic Hotel Sjølyst
77	20020418002438	Scandic Hotel Sjølyst
78	20020418002453	Scandic Hotel Sjølyst
79	20020418002507	Scandic Hotel Sjølyst

**Tabell 14: Tid og stedsbeskrivelse av testresultatene fra Scandic Hotell Sjølyst**

**Tid og stedsbeskrivelse av testresultatene fra Strandveien 13**

ID	Tid	Beskrivelse
----	-----	-------------

100	20020418114346	Strandveien 13
101	20020418114359	Strandveien 13
102	20020418114417	Strandveien 13
103	20020418114428	Strandveien 13
104	20020418114444	Strandveien 13
105	20020418114456	Strandveien 13
106	20020418114507	Strandveien 13
107	20020418114515	Strandveien 13
108	20020418114527	Strandveien 13
109	20020418114545	Strandveien 13
110	20020418114600	Strandveien 13
111	20020418114610	Strandveien 13
112	20020418114626	Strandveien 13
113	20020418114637	Strandveien 13
114	20020418114651	Strandveien 13
115	20020418114706	Strandveien 13
116	20020418114717	Strandveien 13
117	20020418114728	Strandveien 13
118	20020418114737	Strandveien 13
119	20020418114746	Strandveien 13
120	20020418114807	Strandveien 13
121	20020418114918	Strandveien 13
122	20020418114928	Strandveien 13
123	20020418114937	Strandveien 13
124	20020418114948	Strandveien 13
125	20020418114955	Strandveien 13
126	20020418115007	Strandveien 13
127	20020418115018	Strandveien 13
128	20020418115029	Strandveien 13
129	20020418115041	Strandveien 13
130	20020418115052	Strandveien 13
131	20020418115059	Strandveien 13
132	20020418115108	Strandveien 13
133	20020418115115	Strandveien 13
134	20020418115125	Strandveien 13
135	20020418115134	Strandveien 13
136	20020418115143	Strandveien 13
137	20020418115152	Strandveien 13
138	20020418115202	Strandveien 13
139	20020418115211	Strandveien 13

**Tabell 15: Tid og stedsbeskrivelse av testresultatene fra Strandveien 13**

### Tid og stedsbeskrivelse av testresultatene fra Strandveien 8

ID	Tid	Beskrivelse
150	20020418130918	Strandveien 8
151	20020418131001	Strandveien 8
152	20020418131051	Strandveien 8
153	20020418131155	Strandveien 8
154	20020418131257	Strandveien 8
155	20020418131653	Strandveien 8
156	20020418131724	Strandveien 8
157	20020418131754	Strandveien 8
158	20020418131847	Strandveien 8
159	20020418131935	Strandveien 8

**Tabell 16: Tid og stedsbeskrivelse av testresultatene fra Strandveien 8**

### Tid og stedsbeskrivelse av testresultatene fra en trasé i Grimstad

ID	Tid	Beskrivelse
400	20020423124115	Misjonskirken
401	20020423124302	Grøm studenthjem
402	20020423124556	Rundkjøring, Kiwi
403	20020423125416	Sørlandets tekniske fagskole
404	20020423125717	Kryss ved Kulturhuset
405	20020423125839	Nordea
406	20020423130022	Sparebanken Sør
407	20020423130121	Grimstad rutebilstasjon
408	20020423130243	Oddensenteret

**Tabell 17: Tid og stedsbeskrivelse av testresultatene fra en trasé i Grimstad**

### Tid og stedsbeskrivelse av testresultatene fra Gjert Sørensensvei 54

ID	Tid	Beskrivelse
200	20020421144526	Gjert Sørensensvei 54
201	20020421144558	Gjert Sørensensvei 54
202	20020421144617	Gjert Sørensensvei 54
203	20020421144638	Gjert Sørensensvei 54
204	20020421144647	Gjert Sørensensvei 54
205	20020421144701	Gjert Sørensensvei 54
206	20020421144723	Gjert Sørensensvei 54
207	20020421144737	Gjert Sørensensvei 54
208	20020421144757	Gjert Sørensensvei 54
209	20020421144826	Gjert Sørensensvei 54

210	20020421144845	Gjert Sørensensvei 54
211	20020421144902	Gjert Sørensensvei 54
212	20020421144915	Gjert Sørensensvei 54
213	20020421144927	Gjert Sørensensvei 54
214	20020421144945	Gjert Sørensensvei 54
215	20020421144958	Gjert Sørensensvei 54
216	20020421145014	Gjert Sørensensvei 54
217	20020421145029	Gjert Sørensensvei 54
218	20020421145049	Gjert Sørensensvei 54
219	20020421145103	Gjert Sørensensvei 54
220	20020421145130	Gjert Sørensensvei 54
221	20020421145143	Gjert Sørensensvei 54
222	20020421145158	Gjert Sørensensvei 54
223	20020421145214	Gjert Sørensensvei 54
224	20020421145232	Gjert Sørensensvei 54
225	20020421145255	Gjert Sørensensvei 54
226	20020421145309	Gjert Sørensensvei 54
227	20020421145340	Gjert Sørensensvei 54
228	20020421145355	Gjert Sørensensvei 54
229	20020421145418	Gjert Sørensensvei 54
230	20020421145433	Gjert Sørensensvei 54
231	20020421145454	Gjert Sørensensvei 54
232	20020421145514	Gjert Sørensensvei 54
233	20020421145532	Gjert Sørensensvei 54
234	20020421145545	Gjert Sørensensvei 54
235	20020421145600	Gjert Sørensensvei 54
236	20020421145612	Gjert Sørensensvei 54
237	20020421145633	Gjert Sørensensvei 54
238	20020421145648	Gjert Sørensensvei 54
239	20020421145702	Gjert Sørensensvei 54

**Tabell 18: Tid og stedsbeskrivelse av testresultatene fra Gjert Sørensensvei 54**

### **Tid og stedsbeskrivelse av testresultatene fra Lysaker stasjon**

ID	Tid	Beskrivelse
180	20020418133109	Lysaker stasjon
181	20020418133126	Lysaker stasjon
182	20020418133141	Lysaker stasjon
183	20020418133158	Lysaker stasjon
184	20020418133214	Lysaker stasjon
185	20020418133235	Lysaker stasjon
186	20020418133307	Lysaker stasjon
187	20020418133324	Lysaker stasjon

188	20020418133339	Lysaker stasjon
189	20020418133352	Lysaker stasjon
190	20020418133410	Lysaker stasjon
191	20020418133434	Lysaker stasjon
192	20020418133502	Lysaker stasjon
193	20020418133534	Lysaker stasjon
194	20020418133552	Lysaker stasjon
195	20020418133612	Lysaker stasjon
196	20020418133628	Lysaker stasjon
197	20020418133645	Lysaker stasjon
198	20020418133702	Lysaker stasjon
199	20020418133718	Lysaker stasjon

**Tabell 19: Tid og stedsbeskrivelse av testresultatene fra Lysaker stasjon**

## Vedlegg B: Nøyaktighetsmålinger av CGI + TA fra Telenor

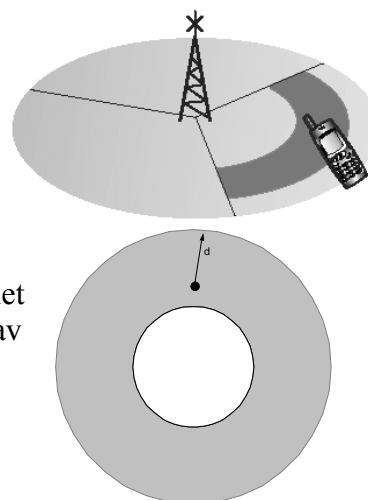
Disse målingene er foretatt av Telenor FoU, på oppdrag fra Telenor Mobil, sommeren 2001. Målingene gjelder for CGI + TA.

### Nøyaktighetsmålinger

- Utvalgte områder
  - Oslo Ring 1
  - Oslo Ring 3
  - Romerike
  - Gudbrandsdalen
- 30 000 målinger totalt

### Beregning

- Posisjoneringsystemet kan returnere et areal som vist i figuren
- Beregningen legger til grunn at alle punkter i arealet har lik sannsynlighet. Nøyaktigheten er resultatet av summen av avstanden fra GPS posisjonen til alle punkter i det arealet.



### Resultater av nøyaktighetsmåling

Area	Error [meter] 90-percentile	Error [meter] 50-percentile	Measurements outside predicted area [%]
Oslo – Ring 1	750	450	12
Oslo – Ring 3	1770	670	10
Romerike	8875	2625	21
Gudbrandsdalen	8525	2825	30

Tabell 20: Sammendrag av måleresultater fra Telenor



## Alternativ betraktning GPS-BS

- Nøyaktighet regnet ut fra avstanden fra GPS måling til vektet areal
  - Vektet areal er for eksempel midten av en rundstrålende celle eller vektet midt av en sektor.

Table D-2 Percentiles of the GPS-BS-distance for all areas:

Area	Error [meter] 90-percentile	Error [meter] 50-percentile
Oslo – Ring 1	330	120
Oslo – Ring 3	1440	550
Romerike	7890	2880
Gudbrandsdalen	8030	3240

**Tabell 21: Måleresultater av CGI + TA foretatt av Telenor**

### Vedlegg C: Nøyaktighetsmålinger av UL-TOA fra Ericsson

Disse målingene er hentet fra en test foretatt av Ericsson i april 1998. Målingene omhandler resultater gjort med posisjoneringsmetoden, UL-TOA.[24]

Environment	MS speed [km/h]	perc. @ 125 m [%]	err. @ 67% [m]	err. @ 90% [m]	RMSE of 90% [m]	# of BS
BadUrbanExp2	3	21	∞	∞	9.8e7	3
		33	359	∞	5370	4
		40	252	∞	3285	5
		40	234	∞	2359	6
		43	209	414	182	7
UrbanExp2	3	46	302	∞	1.26e6	3
		61	149	∞	824	4
		69	120	328	109	5
		73	112	241	93	6
		80	97	184	81	7
Suburban2	3	78	80	243	83	3
		93	62	118	52	4
		97	55	86	44	5
		97	48	79	40	6
		97	47	75	39	7
Rural2	3	77	85	250	86	3
		93	53	103	45	4
		97	41	73	35	5
		98	33	66	31	6
		98	33	61	29	7

Tabell 22: Simuleringsresultater av UL-TOA foretatt av Ericsson

## Vedlegg D: Nøyaktighetsmålinger av E-OTD fra Ericsson

Disse målingene er hentet fra en test foretatt av Ericsson i august 1998. Målingene omhandler resultater gjort med posisjoneringsmetoden, E-OTD.[23]

Environment	MS speed [km/h]	Perc. @ 125 m [%]	err. @ 67% [m]	err. @ 90% [m]	RMSE of 90% [m]	# of BS
<b>Bad Urban</b>	3	11	–	–	–	3
		21	359	–	–	5
		22	310	–	–	7
	50	21	–	–	–	3
		30	283	–	–	5
		32	234	–	–	7
<b>Urban A</b>	3	32	308	–	–	3
		54	159	320	138	5
		62	140	294	127	7
	50	37	256	–	–	3
		66	131	239	110	5
		72	110	193	95	7
<b>Urban B</b>	3	52	185	–	417	3
		79	98	173	82	5
		81	91	174	78	7
	50	58	164	–	491	3
		89	78	131	65	5
		92	68	117	58	7
<b>Suburban</b>	3	64	142	315	121	3
		88	76	133	64	5
		91	70	121	58	7
	50	83	65	200	66	3
		99	46	82	39	5
		99	42	64	34	7
<b>Rural</b>	3	77	96	202	82	3
		96	55	86	45	5
		98	45	80	40	7
	100	88	54	156	51	3
		99	40	63	32	5
		99	34	56	29	7
<b>Indoor Suburban</b>	3	58	141	–	420	3
		87	78	139	66	5
		85	75	152	65	7
<b>Indoor Urban A</b>	3	35	304	–	–	3
		46	206	367	170	5

		50	192	364	162	7
<b>Indoor</b>	3	50	202	461	181	3
<b>Urban B</b>		75	102	192	88	5
		79	92	186	79	7

**Tabell 23: Simuleringsresultater av E-OTD foretatt av Ericsson**