



WAP-tjeneste for SATREF

Hovedoppgave
ved
sivilingeniørutdanningen i
informasjons- og kommunikasjonsteknologi

av
Stig Werner Amundsen

Grimstad, juli 2000

Sammendrag

Mobil data kommunikasjon er et område som stadig omfatter nye tjenester og muligheter. Det er spesielt i den senere tid at dette har fått en bred støtte og stadig flere ser mulighetene og fordelene med teknologien. En teknologi med stor aksept innen mobil datakommunikasjon er Wireless Application Protocol (WAP).

Global Positioning System (GPS) er et system til bruk for posisjonsbestemmelse, navigasjon og tidsangivelse. For å korrigere for feil og unøyaktighet i dette systemet benyttes en teknikk kalt differensiell GPS (DGPS). Til nå er distribusjon av DGPS korreksjoner foregått via RDS/FM og radiofyr.

Denne oppgaven ser på mulighetene for å benytte WAP til distribusjon av differensiell GPS (DGPS) korreksjonsdata. WAP vil i dette tilfellet fungere som et overføringsmedium. Tjenesten vil kreve at man har en pålitelig tjeneste for overføring der blant annet en faktor som forsinkelse må holdes på et minimum. Rapporten har til hensikt å belyse eventuelle muligheter for å benytte Wireless Application Protocol (WAP) til overføring av korreksjonssignaler for differensiell GPS.

Den teoretiske studien viser at det med dagens WAP-standard ikke er mulig å overføre slike signaler. Ved å vurdere og tolke dagens WAP standard har jeg kommet frem til at flere manglende egenskaper i denne teknologien gjør at den ikke egner seg til slik overføring.

Datagram protokollen i WAP, WDP, gir ikke en pålitelig overføring. Dette kan føre til tap av meldinger som vil bety at korreksjonene som overføres ikke vil komme frem når de skal og dermed gjøre posisjons bestemmelsen mindre nøyaktig.

Bestemmelsen av posisjonen vil bli mindre nøyaktig fordi korreksjonene er påvirkelig for tidsforsinkelse. Man vil da ikke lenger være i samme posisjon som man var da man mottok signalene fra satellittene til DGPS mottakeren.

Det er heller ikke mulig med transparent overføring av data gjennom terminalene grunnet den standarden som i dag er implementert. Noe som fører til at man ikke vil få transportert korreksjonene til DGPS mottakeren. Årsaken til at dette ikke går er at det til terminalene ikke er mulig å transportere non-browser informasjon.

Grunnen til dette er basert på at standarden ikke støtter annet en WML sider for presentasjon i displayet.

Det er ikke mulig å overføre korreksjoner via Wireless Application Protocol. Da WAP standarden mangler mange funksjoner en slik tjeneste vil være avhengig av.

Forord

Denne rapporten inneholder resultater fra hovedoppgaven utført våsemesteret 2000. Hovedoppgaven er skrevet som et ledd i sivilingeniørutdanningen i informasjons- og kommunikasjonsteknologi ved Høgskolen i Agder.

Oppgaven ble gitt av Statens Kartverk avdeling Hønefoss.

Jeg vil takke veileder, faglærer ved Høgskolen i Agder, Rune Fensli, for god veiledning og oppfølging samt for mange gode ideer og råd underveis og veileder ved Statens Kartverk, Leif-Morten Tangen.

Grimstad, juli 2000

Stig Werner Amundsen

Innholdsfortegnelse

Sammendrag.....	2
Forord.....	3
Innholdsfortegnelse	4
Figurliste.....	7
Tabeller.....	7
1 Innledning.....	8
1.1 Oppgavedefinisjon	8
1.2 Bakgrunn/motiv for oppgaven	8
1.3 Mål	9
1.4 Avgrensninger	9
1.5 Problemstillinger	9
1.6 Litteratur.....	10
1.6.1 Internett	10
1.6.2 Personlig referanse	10
1.6.3 Utviklingsgrupper.....	11
1.7 Rapportstruktur.....	11
1.7.1 Innledning.....	11
1.7.2 Det teoretiske grunnlaget.	11
1.7.3 Modellen og metoden for å komme frem til løsning.....	11
1.7.4 Drøfting av muligheter og konklusjon	12
2 SATREF	13
2.1 Innledning.....	13
2.2 Global Positioning System (GPS)	13
2.2.1 Innledning.....	13
2.2.2 Systemet	13
2.2.3 Hva slags informasjon sender en GPS satellitt?.....	14
2.2.4 Feilkilder	15
2.3 Differensiell GPS (DGPS)	16
2.3.1 Innledning.....	16
2.3.2 Systemet	16
2.3.3 Distribusjon av signalene	16
2.4 Mål for SATREF.....	16
2.5 SATREF systemet.....	16
2.5.1 Kontrollsenter.....	17
2.5.2 Distribusjonssystem	17
2.5.3 Korreksjoner.....	18

3 Innføring i WAP.....	19
3.1 Innledning.....	19
3.1.1 Motivet bak WAP.....	19
3.1.2 Krav til WAP.....	20
3.2 Grunnlaget for WAP	20
3.2.1 Internett Modellen	20
3.2.2 Hvorfor benytte Internet?	21
3.2.3 WAP modellen	21
3.2.4 WAP-nettverk.....	22
4 WAP arkitekturen.....	23
4.1 Applikasjons laget (Wireless Application Environment, WAE)	23
4.1.1 Adresseringsmodellen	24
4.1.2 Wireless Markup Language (WML).....	25
4.1.3 WMLScript.....	25
4.1.4 Wireless Telephony Applications (WTA).....	26
4.2 WAP Protokollene.....	26
4.2.1 Sesjons Laget (Wireless Session Protocol, WSP).....	26
4.2.2 Transaksjons Laget (Wireless Transaction Protocol, WTP)	27
4.2.3 Sikkerhets Laget (Wireless Transport Layer Security, WTLS)	28
4.2.4 Wireless Datagram Protocol (WDP)	28
5 Global System for Mobile (GSM).....	30
5.1 Innledning.....	30
5.2 Systemet	30
5.2.1 Tjenester i GSM	30
6 WAP og bærere i fremtiden	33
6.1 Innledning.....	33
6.2 WAP standard, versjon 1.2.....	33
6.2.1 PUSH.....	33
6.2.2 Lokasjonskontroll.....	34
6.2.3 Wireless Telephony Application (WTA)	34
6.3 Fremtidige versjoner av WAP	35
6.4 Bærer utvikling.....	35
6.4.1 Innledning.....	35
6.4.2 HSCSD	36
6.4.3 GPRS	36
6.4.4 Universal Mobile Telcommunication System (UMTS)	37
6.5 WAP over nye bærere	38
6.5.1 Innledning.....	38
6.5.2 WAP og GPRS	38
7 Modell	39
7.1 Innledning.....	39
7.2 Tjenesten	39

7.3 Systemskisse.....	40
7.4 Krav til nettverket og grensesnitt mellom enhetene.....	40
7.4.1 Referansestasjon/kontroll senter	40
7.4.2 Gateway/Server	41
7.4.3 WAP-telefonen.....	41
7.4.4 Virtuelle Referanse Stasjonen (VRS).....	42
7.4.5 DGPS-mottakeren	42
7.5 Krav til tjenesten.	43
7.5.1 Generelle krav	43
7.5.2 Slutt bruker forhold	43
7.5.3 Operasjons miljø	43
7.6 Hva skal overføres?.....	44
7.7 Nøyaktighet	44
7.8 Egenskaper tjenesten krever i WAP, telefoner og nettverk	45
8 Drøfting	46
8.1 Innledning.....	46
8.2 Tjenesten	46
8.2.1 Uthenting av data	46
8.2.2 Applikasjonen.....	46
8.3 Pålitelighet.....	47
8.3.1 GSM	47
8.3.2 WDP	48
8.4 Sanntid.....	48
8.4.1 Push	48
8.4.2 Kringkasting	48
8.5 Transparent data	49
8.5.1 Format og applikasjon.....	49
8.5.2 Grensesnitt.....	49
8.6 Fremtidig arbeid med systemet	49
8.7 GPS.....	50
9 Konklusjon	51
10 Referanser.....	52
10.1 SATREF og GPS.....	52
10.2 WAP	52
10.3 Bærer	54
10.4 Diverse	55
Forkortelser	56

Figurliste

Figur 1: Eksempel på WAP-nettverk [13: WAP-forum, 1999]	22
Figur 2: Protokollarkitekturen i WAP [13: WAP-forum, 1999]	23
Figur 3: Komponentene i WAE-arkitekturen [14, WAPForum].....	24
Figur 4: Sammenlikning av pull og push teknologi [21, WAPForum]	33
Figur 5: Systemskisse.....	40
Figur 6: Eksempler på display med tanke på tjenesten.	42

Tabeller

Tabell 1: Sammenlikning av parametere for SATREF tjenesten i dag og WAP-tjenesten.....	45
--	----

1 Innledning

1.1 Oppgavedefinisjon

WAP-tjeneste for SATREF

SATREF (SATellittbasert REFeransesystem) er Kartverkets nasjonale tjeneste for nøyaktig posisjonsbestemmelse basert på Global Positioning System (GPS).

SATREF leverer GPS-data og differensielle GPS-data (DGPS) til navigasjon, posisjonsbestemmelse og geodetisk oppmåling.

I dag sendes DGPS-data over radiofyr til maritime brukere, og via FM-nettet for brukere i Fastlands-Norge og i kystnære områder. Statens Kartverk ønsker realisert en ny tjeneste for å distribuere korreksjonssignaler for differensiell GPS (DGPS). Dette foreslås implementert som en multi-broadcast tjeneste fra en WAP-server, med utgangspunkt i en kravspesifikasjon fra Statens Kartverk.

WAP-teknologien skal vurderes med tanke på utvikling av en optimal tjeneste, hvor teoretiske begrensninger og mulige overføringskapasiteter beregnes. Ut i fra dette skal det utarbeides et forslag til applikasjon, hvor en også tar tilstrekkelig hensyn til brukerbehov og aktuelle applikasjoner på mottakersiden.

En demonstrator skal utvikles for uttesting av de foreslåtte løsninger.

Det skal også vurderes hvordan ny teknologi (GPRS, UMTS etc.) kan påvirke tjenesten.

1.2 Bakgrunn/motiv for oppgaven

Mobil telefonen er blitt allemannseie i dag og det er ikke lenger bare tale som benyttes. I den senere tid er mobilt Internett, og dermed også mobil data kommunikasjon, et område som stadig får mer oppmerksomhet og der det kontinuerlig utvikles nye tjenester. Antall mobile enheter ventes å overstige 530 millioner i løpet av 2001 og senere dobles i løpet av 2004 [24, WAPForum]. Wireless Application Protocol (WAP) er designet for å håndtere begrensningene i det trådløse miljøet. Den tar hensyn til begrensninger både i nettverk og klient, og fungerer over et bredt spekter av trådløse nettverk og bærere.

En annen teknologi som er meget populær er Global Positioning System (GPS). Dette er en teknologi som benyttes for navigasjon, posisjonsbestemmelse og tidsangivelse. For å bestemme en mer nøyaktig posisjon innføres differensiell GPS (DGPS), som er en teknikk for å beregne korreksjoner for GPS. Disse korreksjonene distribueres til brukere på forskjellige måter fra et kontrollsenter drevet av Statens Kartverk.

Denne oppgaven skal ta for seg WAP standarden og se på mulighetene for en tjeneste for distribusjon av slike korreksjoner.

1.3 Mål

Utforming av konkrete mål for oppgaven er en dynamisk prosess. Mål og målforuleringer forandret seg etter hvert som man arbeidet med oppgaven.

Mål som ble satt:

- Introduksjon av WAP, GPS, DGPS og SATREF.
- Studere og få forståelse for muligheter og begrensninger i teknologien. Deretter å bruke dette til å se på mulighetene for å overføre korreksjoner via WAP på en måte som tilfredsstillt kravene til Statens Kartverk.
- Kartlegge hva fremtidige versjoner av WAP og bærertjenestene kan gi av nye muligheter.

1.4 Avgrensninger

En oppgave som omhandler så mye teknologi blir fort meget omfattende. Av den grunn må man gjøre visse avgrensninger.

- Jeg forutsetter at systemet frem til WAP serveren fungerer.
- Sikkerhetsaspektet i WAP er ikke adressert da det er et meget omfattende emne og ikke anses som kritisk i denne sammenhengen.

1.5 Problemstillinger

I forbindelse med at man setter seg mål, dannes også problemstillinger.

Det viktigste emnet er WAP-standarden og hvilke muligheter og begrensninger denne har. Man må se på hva man kan realisere i dag, hva som vil komme i senere versjoner og hvordan dette vil påvirke en løsning.

Det viktigste å se på i denne sammenhengen er da hvordan man kan få tilsendt signalene fra serveren og til brukeren og om dette er mulig. Finnes det metoder i WAP for kringkasting, slik at de samme dataene kan adresseres til flere abonnenter? Vil dette spare ressurser? Er det mulig med sanntids overføring i WAP?

Hvordan er mulighetene i terminalene for transparent overføring? Med transparent data menes i dette tilfellet data som ikke skal vises på skjermen, men som skal sendes "gjennom" telefonen uten mellomagring.

Nøyaktigheten på posisjonen avhenger av hvor ofte man kan sende dataene til GPS mottakeren. Hvor store mengder data takler WAP og GSM?

Hvordan henter man ut data fra serveren? Finnes det muligheter for at dette automatisk kan sendes til brukeren når det kommer en oppdatering?

Hvilke formater finnes definert i WAP for overføring av data? Hvilket format skal man sende korreksjoner i?

1.6 Litteratur

WAP teknologien er en forholdsvis ny teknologi standard som er under utvikling og der man har laget en spesifisering som beskriver arkitektur og de forskjellige protokollene WAP består av.

Det meste av informasjon i forbindelse med denne teknologien finnes på de ulike utviklerenes web-sider og den fremste informasjonskilden til WAP er nettstedet til WAP Forum og tilhørende medlemmer som Ericsson, Telenor, Nokia og Phone.com. De bøkene som finnes beskriver generelt WAP-teknologien og programmering av applikasjoner med WAP.

1.6.1 Internett

En av de store fordelene med Internett er den korte veien fra spesifisering av en teknologi til dokumentasjonen og beskrivelsen vil være tilgjengelig for folk flest. Dette medfører enkelte negative sider ved det å skaffe til veie informasjon som kan brukes som underlag for planlegging og beslutninger. Det blir produsert store mengder informasjon om de ulike emnene og spesielt rundt en så aktuell og akseptert standard som WAP. Dette fører til at det finnes mye informasjon, flere tolkninger og man får dermed et problem i arbeidet med å sile informasjonen og hele tiden ha tilgang til den seneste og oppdaterte informasjon innen emnet.

Da det på Internet ikke finnes retningslinjer for hvordan man skal presentere informasjonen, kan det i noen tilfeller være vanskelig å finne bakgrunnen for informasjonen som presenteres. Det være seg hvem som har skrevet teksten, når den er produsert, med hvilket utgangspunkt er den produsert og i tilfellet med WAP, hvilken standard er den basert på. Dette gjør at man i mange tilfeller kan finne motstridende informasjon, der det er vanskelig å vite hvem som er den oppdaterte og dermed den gjeldende. Noe som medfører problemer når man skal fatte beslutninger og vite om de ble fattet på et riktig grunnlag i forhold til gjeldende fase i utviklingen.

1.6.2 Personlig referanse

For å begrense usikkerheten som følge av problemene nevnt ovenfor benyttes en personlig referanse med inngående kjennskap til teknologien som en bekreftelse på hva som gjelder og hva som er mulig.

Dette fører til at prosessen med å innhente informasjon blir mer omfattende samt at den tar lenger tid enn den egentlig burde. Grunnen er at det er en ny teknologi som utvikles med store skritt og at den videre utviklingen skjer med store skritt. Når teknologien har satt seg og standarden er moden og akseptert vil disse problemene forsvinne

Når det gjelder informasjonen som ligger på nettet er den konsentrert rundt emnet WAP og mobilt Internett. Dette temaet er det eneste som vurderes og som dokumenteres meget grundig. Informasjon og arbeider som omhandler andre muligheter med WAP på andre områder er meget begrenset.

1.6.3 Utviklingsgrupper

En annen kilde for informasjon er de ulike utviklings gruppene på nettet. Her har man mulighet til å stille spørsmål og få svar fra fagpersonell, men også se hva andre har spurt om og dermed få nye problemstillinger som man selv kanskje ikke har tenkt på.

Når det gjelder problemene med å skaffe informasjon om WAP utvikling og tolke den referer jeg til en artikkel i ITavisen [47, ITavisen]. Testen utført av det uavhengige engelske firmaet AnywhereYouGo.com viser at av 50 testede WAP portaler, inkludert portaler til store IT-selskaper og firmaer i oppstartsfasen, var det så store feil ved 14 av de at de ikke fungerte. Grunnen til dette var at man tolket spesifikasjonene forskjellig og at utviklingsspråket ikke tillater små feil.

Når det gjelder informasjon om SATREF, GPS osv. har jeg kontaktpersoner hos Statens Kartverk som kan svare eller eventuelt henwise til litteratur.

1.7 Rapportstruktur

1.7.1 Innledning

Rapporten begynner med en innledning der beskrivelse av oppgaven, motivet og problemstillinger presenteres.

1.7.2 Det teoretiske grunnlaget.

Rapporten fortsetter så med en innføring i SATREF og de aktuelle teknologiene berørt i oppgaven. Først en innføring i GPS og DGPS der de beskrives og det gis en innføring i funksjoner, forskjeller og fordeler.

Deretter følger en innføring i og grunnlaget for WAP teknologien, dens arkitektur og de enkelte komponentene den består av. WAP spesifikasjonen får størst oppmerksomhet da det er den som ligger som et grunnlag for hele oppgaven og som også er motivasjonen for oppgaven.

Andre teknologier jeg tar for meg er dagens bærer i nettverket i form av GSM og fremtidige bærere som for eksempel GPRS og UMTS. Et viktig aspekt ved teknologi innføringen og kartleggingen er terminalenes begrensninger, videre utvikling og hvordan denne blir vurdert av de ulike store aktørene i markedet.

1.7.3 Modellen og metoden for å komme frem til løsning

Denne delen av rapporten er en beskrivelse av modellen og hvilke metoder som er benyttet for å komme frem til de ulike beslutningene. Her tar jeg også for meg de ulike mulighetene og begrensningene ved de ulike teknologiene og ser på hvordan en slik tjeneste kan løses, både når det gjelder oppsett av nettverk og selve applikasjonen. Det vises til hvilke hensyn som er viktig å tenke på når man skal drive utvikling i et trådløst miljø.

I denne delen kommer det frem hvordan man tar fatt på oppgaven, med utgangspunkt i modellen for tjenesten.

1.7.4 Drøfting av muligheter og konklusjon

Rapporten/oppgaven avsluttes med en diskusjon og konklusjon på bakgrunn av de mulighetene man er kommet frem til, basert på det grunnlaget man viser til i begynnelsen av rapporten. I diskusjonsdelen av rapporten henviser man til hvordan utviklingen i dette miljøet vil påvirke de resultatene man er kommet frem til på bakgrunn av den teknologien som er tilgjengelig for oss i dag.

Her fremlegges resultatene man har kommet frem til av muligheter og begrensninger og begrunner hvorfor eller hvorfor man ikke kan benytte WAP til de ulike fasene som denne tjenesten består av.

2 SATREF

2.1 Innledning

Navigasjon og posisjonsbestemmelse ved bruk av satellittbaserte systemer effektiviserer arbeidet for mange brukere, og stadig nye kommer til. En del har også behov for tilleggsdata fra et referansesystem.

Statens Kartverk har i den forbindelse etablert et slikt referansesystem, kalt SATREF (SATellittbasert REFeransesystem) [1: Statens Kartverk].

SATREF (SATellittbasert REFeransesystem) er Kartverkets nasjonale tjeneste for nøyaktig posisjonsbestemmelse basert på NAVSTAR GPS (Navigation System with Time and Ranging Global Positioning System) [Kapittel: 2.2].

SATREF leverer GPS-data og differensiell GPS-data (DGPS) [For DGPS se kapittel: 2.3] til navigasjon, posisjonsbestemmelse og geodetisk oppmåling.

2.2 Global Positioning System (GPS)

2.2.1 Innledning

NAVSTAR (Navigation System with Time and Ranging) GPS (Global Positioning System) er et amerikansk utviklet satellitt basert navigasjonssystem som primært ble utviklet for det amerikanske forsvars departementet (US Department of Defense). GPS ble gjort tilgjengelig for sivil bruk tidlig i 1990 årene og ble erklært å ha nådd "fully operational capability" i juli 1995. Det er ett globalt system som kan benyttes for navigasjon, posisjonsbestemmelse og tidsangivelse og som fungerer over hele jorden, 24 timer i døgnet uansett meteorologiske forhold.

2.2.2 Systemet

Systemet består av 24 satellitter i seks ulike plan på vinkler av 55 grader i forhold til ekvator, i en avstand av ca 20200 km fra jorden.

Satellittene, som sirkulerer rundt jorden en gang hver 12. time, er organisert med fire satellitter som følger hverandre i totalt seks sirkulære baner. En observatør på jorden ser mellom seks og elleve satellitter hver gang han skanner himmelen ved fem eller flere graders vinkel over den lokale horisonten. 21 av totalt 24 satellitter blir brukt til å gi posisjonsbestemmelse, de gjenværende tre blir benyttet som "backup", for å øke tilgjengeligheten og påliteligheten til GPS i global målestokk.

Selv om systemet er erklært fullt operativt, er det poengtert at man skal benytte det på eget ansvar.

GPS satellittene blir brukt til å kalkulere posisjonen til en GPS mottaker på eller under jordens overflate ved å legge til veldig enkel geometri kombinert med noen smarte algoritmer. Begge disse assisterer mottakeren i å finne den korrekte satellitten å benytte og løser enhver lokasjons uklarhet som måtte oppstå. Hver satellitt kringkaster sitt unike navigasjons og identifikasjons signal som mottakeren dekode og bruker for kalkulasjonsformål.

GPS benytter signaler og data for to typer brukere, militære og sivile. Den militære delen av GPS gir høyest nøyaktighet og kalles PPS (Precise Positioning Service). Det kreves spesielle militære GPS-mottakere for å benytte denne tjenesten. Sivile brukere har adgang til Standard Positioning Service (SPS). SPS-tjenesten degraderes av USAs forsvar med en teknikk som kalles Selective Availability (S/A).

PPS garantert nøyaktighet

- 22 meter horisontal nøyaktighet
- 27,7 meter vertikal nøyaktighet
- 200 nanosekunder tidsnøyaktighet

SPS garantert nøyaktighet

- 100 meter horisontal nøyaktighet
- 156 meter vertikal nøyaktighet
- 340 nanosekunder tidsnøyaktighet

Tallene gjenspeiler 95 % nøyaktigheter, hvilket betyr at en sivil GPS vil ha en garantert nøyaktighet på 100 meter i 95 % av tiden [11, Federal Navigation Plan].

GPS systemet er gratis å bruke, slik at alle som kjøper en GPS mottaker kan benytte GPS satellittene for å bestemme sin posisjon.

2.2.3 Hva slags informasjon sender en GPS satellitt?

GPS signalet inneholder en 'pseudo-random kode', efemeride(ephemeris) og almanakk data [10, Garmin]. 'Pseudo-random' koden identifiserer hvilken satellitt som sender (ID kode) ved hjelp av deres PRN (pseudo-random nummer), fra 1 til 32. Nummeret som vises på en GPS mottaker forteller hvilke(n) satellitt(er) man mottar. Grunnen til at det er mer enn 24 nummer er for å forenkle vedlikehold av GPS nettverket. En erstatningssatellitt kan bli skutt opp, slått på og brukes før satellitten den var ment å erstatte faktisk svikter. De bruker bare et annet nummer (igjen fra 1 til 32) for å identifisere den nye satellitten.

Efemeride data sendes konstant av hver satellitt og inneholder viktig informasjon som satellittens status, nåværende dato og tid. Uten denne delen av meldingen, ville ikke GPS mottakeren din ha noen ide om hva aktuell tid og dato var. Denne delen er essensiell for å bestemme en posisjon.

Almanakk data forteller GPS mottakeren hvor hver GPS satellitt skal være til enhver tid gjennom dagen. Hver satellitt sender almanakk data som viser bane informasjonen for den satellitten og for alle andre satellitt i systemet.

Man kan si, veldig forenklet, at hver satellitt sender en melding som sier, "Jeg er satellitt X, min posisjon er Y og denne meldingen ble sendt ved tiden Z." Din GPS mottaker leser meldingen og lagrer efemeride og almanakk data for videre/uavbrutt bruk. Denne informasjonen kan også bli brukt til å sette eller korrigere klokken i GPS mottakeren.

For å bestemme posisjonen din sammenlikner GPS mottakeren tidspunktet et signal ble sendt av en satellitt med tidspunktet det ble mottatt av GPS mottakeren. Tidsdifferansen forteller GPS mottakeren hvor langt unna den bestemte satellitten er. Dersom vi legger til distanse målinger fra noen flere satellitter, kan vi triangulere vår posisjon. Dette er eksakt hva en GPS mottaker gjør. Med et minimum av tre satellitter, kan din GPS mottaker bestemme en bredde-/lengdegrad posisjon – noe som kalles en 2D posisjonsbestemmelse. Med fire eller flere

satellitter, kan en GPS mottaker bestemme en 3D posisjon som inkluderer breddegrad, lengdegrad og høyde. Ved å kontinuerlig oppdatere posisjonen din, kan en GPS mottaker også nøyaktig gi hastighet og retning på bevegelsen.

2.2.4 Feilkilder

Den første av disse feilkildene og den største kilden til feil i posisjonen, er Selective Availability (SA) [10, Garmin]. SA er en forringelse av nøyaktigheten på sivile GPSer pålagt med hensikt av U.S. Department of Defense. Dette kan føre til en unøyaktighet på opptil 100 meter. Selvsagt, forringer de ikke typisk GPS nøyaktigheten til det nivået, men feil på 30 meter eller mer er ikke uvanlig.

En annen feilkilde som innvirker på GPS nøyaktigheten er satellitt geometri. Satellitt geometri refererer til hvor satellittene er lokalisert i forhold til hverandre (fra perspektivet til GPS mottakeren). Dersom en GPS mottaker er låst på fire satellitter og alle fire av disse satellittene er på himmelen til nord og vest for mottakeren, er satellitt geometri forholdsvis dårlig.

Faktisk kan GPS mottakeren være ute av stand til å gi en posisjons avlesning, fordi alle distanse målingene kommer fra samme hovedretning. Dette betyr at "trianguleringen" blir dårlig og felles området der disse distansene krysser er rimelig stort (det vil si, det området der GPS mottakeren tror vår posisjon er dekker et stort område, så å presisere nøyaktig posisjonen er ikke mulig). I dette scenariet, selv om GPS mottakeren rapporterer en posisjon, vil nøyaktigheten ikke være veldig god (kanskje så mye som flere hundre meter).

Med de samme fire satellittene, dersom vi sprer de ut i alle retninger, vil posisjons nøyaktigheten øke drastisk. Gå ut fra at disse fire satellittene er separert likt ved intervaller på ca. 90 grader (nord, sør, øst, vest). Nå vil satellitt geometrien være veldig god siden distanse målene kommer fra alle retninger. Det felles området der alle fire distanse målene krysser er mye mindre, hvilket betyr at man blir sikrere på vår eksakte posisjonen. I dette scenariet, selv med SA, vil vår nøyaktighet være innenfor 30 meter, eller bedre.

En annen kilde til feil er "multipath". Enkelt forklart er "multipath" resultatet av at radiosignalet blir reflektert fra et objekt. Med GPS, oppstår "multipath" når signalet spretter fra en bygning eller terrenget før det når GPS mottakerens antenne. Signalet bruker lenger tid på å nå mottakeren enn om det hadde gått direkte frem. Dette tillegget i tiden gjør at GPS mottakeren tror satellitten er lenger unna enn det den egentlig er, hvilket legger til feil i den samlede posisjons bestemmelsen. Når de oppstår, utgjør "multipath" feil typisk godt under 3 meter feil i den samlede posisjonen.

"Propagation delay" på grunn av atmosfæriske effekter/virkninger kan påvirke nøyaktigheten. Det kan også interne klokke feil. I begge tilfeller, er GPS mottakeren designet til å kompensere for disse effektene/virkningene og vil gjøre det ganske effektivt. Men, veldig små feil på grunn av disse problemene kan fortsatt hende. "Propagation delay" er 'bremsingen' av GPS signalet når det passer gjennom Jordens ionosfære og troposfære. I rommet, beveger radio signaler seg med lysets hastighet, men de blir signifikant tregere når de går inn i atmosfæren.

Nøyaktigheten til GPS kan bedres gjennom en prosess kjent som "Differensiell GPS (DGPS)".

2.3 Differensiell GPS (DGPS)

2.3.1 Innledning

DGPS er en teknikk for å forbedre nøyaktigheten i GPS systemet. Feil/avvik i GPS systemet skyldes flere ulike faktorer/kilder, som satellitt klokken, unøyaktigheter i satellittbanene, S/A og forstyrrelser i forbindelse med signalets reise gjennom jordens atmosfære. Siden disse feilene varierer er det vanskelig å beregne/forutse de for å få de korrigert.

2.3.2 Systemet

DGPS er en måte å måle/beregne de faktiske feilene når de oppstår. Dette gjøres ved at man har plassert en GPS-mottaker i et punkt med kjent posisjon (referansestasjon). Denne mottakeren bestemmer sin posisjon utfra satellittdataene og sammenlikner så disse med sin kjente posisjon. Ut fra dette genereres såkalte DGPS-korreksjoner, en prosess som må gjøres kontinuerlig da feilene endres hele tiden. Referanse mottakeren må stå å beregne korreksjoner kontinuerlig og enten sende de eller lagre de for senere bruk.

En bruker som har tilgang til DGPS-korreksjoner kan korrigere sine GPS-målinger og oppnå en nøyaktighet på navigasjon/posisjonsbestemmelse i størrelsesordenen en til ti meter. DGPS-data er, avhengig av krav til nøyaktighet, gyldig i en avstand på flere hundre kilometer fra referansestasjonen [1: Statens Kartverk].

2.3.3 Distribusjon av signalene

Det finnes flere tjenester tilgjengelig som tilbyr DGPS korreksjoner. Her i Norge er det Statens Kartverk som via maritime radiofyr og FM radio leverer DGPS korreksjonene.

2.4 Mål for SATREF

SATREF skal tilby GPS- og DGPS-rådata. Data skal leveres for bruk i sanntid (navigasjon, posisjonsbestemmelse og lokalisering) og i ettertid (posisjonsbestemmelse) for et vidt spekter av bruksområder på land, på sjøen og i luften.

2.5 SATREF systemet

SATREF består av følgende hovedkomponenter:

Referanse- og monitorstasjoner (plassert i Kartverkets "nasjonale basispunkt")

SATREF har i dag ni referansestasjoner på fastlandet og en i Ny-Ålesund på Svalbard. Det tekniske utstyret på referansestasjonene består av GPS-mottakere, nettverks-komponenter, en radio-mottaker for monitorering av kystradiofyr og en PC.

Hovedfunksjonene til referansestasjonene er:

- beregning av differensielle korreksjoner (DGPS)
- sending av DGPS-data og rå GPS-data til kontrollsentret. Standard rate er 1 Hz (en registrering pr. sekund), med mulighet for 2 Hz (en registrering hvert 0,5 sekund)
- sending av DGPS-data (RTCM-format) til Kystverket for distribusjon over maritime radiofyr

- motta DGPS-data fra kontrollsentret (rerutet fra andre referansestasjoner) dersom de lokale GPS-mottakerne ikke fungerer eller er fjernet
- å være en autonom stasjon dersom kommunikasjonen til kontrollsentret er brutt
- automatisk oppkopling til kontrollsentret når kommunikasjonen kommer opp igjen
- data blir lagret på referansestasjonen når sambandet er nede og kan på forespørsel oversendes som postdata når sambandet er gjenopprettet
- å utføre RAIM (Receiver Autonomous Integrity Monitoring) basert på GPS-observasjoner fra GPS-mottakerne
- å utføre lokal integritetsmonitorering (LIM) - se nedenfor
- lokal integritetsmonitorering:
 - monitorering av genererte og kringkastede DGPS-data:
 - alder på korreksjonsdata
 - midlere utsendingsrate
 - standardavvik for rate
 - kvalitetsindikator på monitorerte korreksjonsdata
 - radioparametre, signal/støy-forhold (S/N) og signalstyrke
 - midlertidig lagring av GPS/DGPS-data
 - valg av GPS/DGPS-data fra primær eller sekundær GPS-mottaker basert på kvalitetskontroll
 - automatisk skifte til primær-/sekundær-mottaker
 - statistikk på GPS-data (ytelsen til GPS-mottakeren):
 - flerveisinterferens og mottakerstøy
 - ionosfære og fasestøy
 - fasebrudd (cycle slip teller)
 - generering av integritetsmeldinger (alarmer) til kontrollsentret

Referansestasjonene er kontinuerlig overvåket og kan fjernstyres fra kontrollsentret.

Alle stasjoner er knyttet til kontrollsentret med 64 kbps full duplex-linjer. Sambandet til Ny-Ålesund (Svalbard) er et Norsat-B-samband via Intelsat 702-satellitten.

2.5.1 Kontrollsenter

Kontrollsentret er i Statens kartverks hovedkontor på Hønefoss.

GPS-observasjoner, korreksjonsdata og status informasjon blir sendt fra referansestasjonene og mottatt/behandlet på kontrollsentret i sann tid.

Hovedfunksjonene til kontrollsentret er:

- lagring av GPS/DGPS-data
- sann- og ettertidsdatadistribusjon
- fjernstyring av referansestasjonene med mulighet for oppdatering av programvare
- styring/kontroll av nettverkskomponenter sentral integritetsmonitorering (CIM)- se ovenfor

2.5.2 Distribusjonssystem

Det er en multiserver på kontrollsentret i Hønefoss for generering av SATREF-data til forskjellige distribusjonssystem. SATREF har inngått samarbeidsavtaler med andre offentlige

institusjoner og private firmaer om distribusjon/kringkasting av SATREF-data i sann tid. Distribusjonen er hovedsakelig basert på eksisterende kommunikasjonsløsninger. DGPS-data blir kontinuerlig levert fra SATREF referansestasjoner til kontrollsenderet. Ved kontrollsenderet går dataene gjennom en kvalitetskontroll.

Distribusjon av SATREF-data foregår i sanntid og i ettertid etter tre metoder:

- Statens kartverk leverer SATREF-data direkte til sluttbruker
- Data direkte til sluttbruker leveres i samarbeid med andre offentlige institusjoner
- Statens kartverk leverer data til private firma som kan tilby verdiøkende tjenester basert på SATREF-data

I samarbeid med Kystverket sendes DGPS-data til maritime brukere over de maritime radiofyr. For brukere i Fastlands-Norge og i kystnære områder sendes DGPS-data ut over FM-nettet. DGPS-data over Kystverkets maritime radiofyr og FM-nettet er gratis.

Kystverkets maritime radiofyr

Kystverket er operatør for de maritime radiofyrene langs norskekysten. Disse er oppgradert til også å kunne sende DGPS-data. Konseptet er i samsvar med internasjonale avtaler om å bruke maritime radiofyr til slik distribusjon. IALA (The International Association of Lighthouse Authorities) har gitt ut retningslinjer for dette formålet.

Kystverket og Statens kartverk har inngått en samarbeidsavtale om distribusjon av SATREF-data over maritime radiofyr. Hele norskekysten er nå dekket med signaler fra disse radiofyrene.

DGPS over FM/RDS

Distribusjon av SATREF-data over dette nettverket foregår ved bruk av underbærebølgen RDS (Radio Data System) på P2 kanalen. Det oppgis (NORKRING) at P2 dekker ca 99 % av befolket landareal og ca 150 km ut fra kysten. DGPS over FM/RDS har i mange områder dårligere dekning.

Via FM/RDS leveres DGPS-data ca. hvert tredje sekund. En tidsforsinkelse i systemet på 3 - 5 sekunder medfører en feil på 0.2 - 0.3 meter i posisjonsløsningen i forhold til data uten forsinkelse [1, Statens Kartverk].

DGPS/RDS gir et nøyaktighetspotensiale på 1 - 4 meter avhengig av GPS mottakeren og hvor man befinner seg i landet [9, Opseth].

De tre første komponentene, referansestasjoner, kontrollsender og kommunikasjonslinjer, defineres som basis infrastruktur og her foregår datainnsamling, beregning av korreksjonsdata, kvalitetskontroll og lagring av data.

2.5.3 Korreksjoner

For formatet på korreksjoner for sending og mottak benyttes en internasjonal standard kalt RTCM SC-104 (Radio Technical Commission for Maritime- Special Committee 104) protokollen [2, RTCM]. Denne definerer flere typer for overføring.

3 Innføring i WAP

3.1 Innledning

Internet har bevist å være en enkel og effektiv måte å levere tjenester til millioner av brukere. I 1997, tok Ericsson, Motorola, Nokia og Unwired Planet initiativet til å opprette WAP Forum, hvis mål er å bringe Internettets muligheter inn i det trådløse miljøet. WAP Forum har i dag oppnådd stor tillit i den trådløse industrien verden over, med mer enn 200 av verdens ledende organisasjoner/bedrifter innen trådløs telekommunikasjon er medlemmer [48, WAPForum].

3.1.1 Motivet bak WAP

WAP er et resultat av WAP-forums forsøk på spesifisere en internasjonal standard som vil være nyttig til utvikling av applikasjoner og tjenester som kan brukes over trådløse nettverk. WAP spesifiserer nettverksprotokoller og et rammeverk for applikasjoner til trådløse komponenter som for eksempel mobiltelefoner og PDA (Personal Digital Assistant).

Motivet bak WAP er:

- En protokoll åpen for alle.
- Gjøre innhold fra Internett og andre avanserte datatjenester tilgjengelig for mobile terminaler.
- Lage en global trådløs spesifisering som vil fungere på forskjellige trådløse nettverk.
- Protokollen skal være uavhengig av andre nettverk standarder.
- Lage applikasjoner som skalerer over ulike typer bærere og terminaler.
- Utnytte de standarder som eksisterer og videreutvikle disse der dette er nødvendig.

To områder der man kan se en rask utvikling er trådløs datakommunikasjon og Internett. Med et WAP-interface vil man få disse områdene integrert i en trådløs enhet. Den økende bruken av trådløs kommunikasjon og Internett gjør at det hele tiden er behov for eksisterende og nye informasjonstjenester.

Det meste av dagens Internett teknologi er laget for vanlige PC'er med høy båndbredde, stor prosesseringskraft og nettverk som man kan stole på. Mobilenheter har helt andre forutsetninger enn vanlige PC'er. Noe som vanligvis skiller mobilenheter fra vanlige PC'er er at de har:

- Mindre prosesseringskraft.
- Mindre minne (ROM og RAM)
- Begrenset strømforbruk
- Mindre display
- Færre tilkoblingsmuligheter.

Med WAP må det også tas hensyn til nettverkene som brukes. All data må gå over trådløse nettverk, noe som gjør det vanskeligere med tanke på overføring av store datamengder. På grunn av begrenset strømtilgang, frekvensområde og mobilitet har trådløse nettverk i forhold til faste nettverk vanligvis:

- Mindre båndbredde
- Større tidsforsinkelse
- Mindre stabilitet i forbindelsen
- Mindre forutsigbar tilgjengelighet

Mange av de nåværende nettverkene som er laget for mobil kommunikasjon tilbyr tilleggstjenester for å forbedre tjenestekvaliteten ytterligere. Disse nettverkene har likevel langt igjen i forhold til de faste nettverkene, spesielt når det gjelder båndbredder og tidsforsinkelser [13, WAPForum].

3.1.2 Krav til WAP

Da WAP-standarden ble utarbeidet var det mange krav som måtte tilfredsstilles. Et av kravene var at WAP skulle gjøre bruk av og tilpasse mange av de standardene som allerede eksisterte. Det fantes fra før mange forskjellige protokoller som var beregnet for overføring da første del av WAP-standarden ble utarbeidet. WAP skulle bygge på en lagdelt arkitektur som var skalerbar. Det er viktig å tenke på fremtidige teknologier når det utarbeides en standard. Med tanke på dette ble det bestemt at WAP skulle støtte så mange trådløse nettverk som mulig.

For at WAP skulle være brukervennlig måtte det blant annet lages applikasjoner som ikke tok så mye minne og prosesseringskraft. Resultatet var nye språk beregnet for mobilkommunikasjon. Disse språkene var mer effektive enn de språkene som brukes i internetsammenheng. Språkene var WML og WMLScript.

3.2 Grunnlaget for WAP

De følgende seksjonene diskuterer hvorfor Internet er en passende plattform for trådløse verdiskapende tjenester og den tette koblingen mellom programmeringsmodellene for Internett og WAP.

3.2.1 Internett Modellen

Internett modellen gjør det mulig for en klient å nå tjenester på et stort antall opprinnelses servere; hver adressert av en unik Uniform Resource Locator (URL). Innholdet som er oppbevart/lagret på serverene er på forskjellige format, men HTML er den dominerende. HTML gir innholdsutvikleren et middel til å beskrive oppførselen til en tjeneste i en flat dokument struktur; det vil si hele innholdet på en side vises samtidig. Dersom man trenger mer avanserte egenskaper/muligheter som prosess logikk, kan man benytte skript språk som JavaScript eller VB Script.

På Internett, benyttes standard kommunikasjons protokoller som HTTP og Transmission Control Protocol/Internet Protocol (TCP/IP).

Innhold kan være statisk eller dynamisk. Statisk innhold blir produsert en gang og oppdateres eller endres veldig sjelden, for eksempel en presentasjon av et firma. Dynamisk innhold benyttes når informasjonen tilbudt av tjenesten endres oftere, for eksempel tidstabeller, nyheter, aksjekurser og konto informasjon. Teknologier som Active Server Pages (ASP), Common Gateway Interfaces (CGI) og "Servlets" tillater at innhold genereres dynamisk.

3.2.2 Hvorfor benytte Internet?

Under de siste årene er vi blitt vant med de brede utvalget av tjenester som tilbys via Internett og WWW. Ikke bare tjenestene i seg selv tiltrekker oss, men også den enkle måten å aksessere tjenestene på via en Internett browser. Vi kan aksessere den samme tjenesten over hele verden dersom vi har tilgang til en PC og Internett.

Tjeneste leverandører drar også nytte av WWW paradigmet siden deres tjenester kan lanseres uavhengig av brukerens lokasjon. Tjenestene lages og oppbevares på en server, noe som betyr at det er lett å endre de etter kundenes ønsker og behov. Ved å bruke lett tilgjengelige utviklingsverktøy lages tjenester med liten anstrengelse, noe som kombinert med den hurtige og behagelige/lettvinne måten å lansere de på, muliggjør en ekstremt rask vei frem til markedet. Den korte utviklingstiden betyr også reduserte kostnader sammenliknet med "vanlig utvikling av tjenester" i trådløse nettverk.

Ettersom brukerne blir mer og mer avhengige av tjenestene som tilbys på Internett, åpenbarer det seg en svakhet, nemlig – behovet for en "kobling" til Internett. Denne svakheten gjør seg gjeldende for de millioner av brukere som tilbringer mye tid på å reise.

De siste årenes forsøk på å fjerne denne svakheten har ikke gjort at Internet har krysset kløften som en trådløs plattform, kun spesielt interesserte har akseptert teknologien som er tilbudt så langt. En av hovedgrunnene til dette er mangelen på en bredt akseptert standard, et problem som er blitt adressert av WAP Forum. Den brede støtten for WAP muliggjør Internet som et middel for å tilby tjenester til trådløse enheter, som inkluderer både tjenester vi kjenner fra WWW samt telefoni tjenester. Det neste kapittelet viser hvordan WAP forholder seg til den tidligere nevnte Internett modellen.

3.2.3 WAP modellen

WAP benytter Internet paradigmet for å gi en fleksibel tjeneste plattform. For å gi trådløs aksess til informasjonen tilbudt fra WWW, er WAP basert på velkjent Internet teknologi som er blitt optimalisert for å møte begrensningene/restriksjonene i et trådløst miljø.

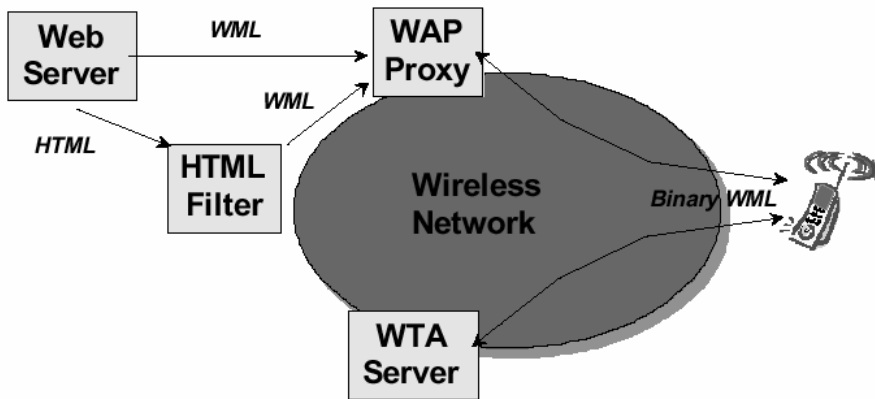
Tjenester som er laget ved bruk av HTML ville ikke passe veldig bra på små håndholdte enheter siden de er ment for bruk på "desktop computere" med store skjermer. Trådløse bærere med lav båndbredde ville heller ikke være passende for å levere den forholdsvis omfattende informasjonen som HTML sider ofte består av. Derfor er et "markup" språk tilpasset disse begrensningene utviklet – Wireless Markup Language (WML) [se kapittel om WML].

WML tilbyr en navigasjons modell designet for enheter med små skjermer og begrensede "input" muligheter (ingen mus og begrenset tastatur). For å spare verdifull båndbredde i det trådløse nettverket, kan WML kodes i et kompakt binært format. Koding av WML er en av oppgavene utført av WAP Gatewayen/Proxyen, som er entiteten som kobler det trådløse domenet med Internet.

WAP har også støtte for mer avanserte oppgaver, sammenliknbare med de løst ved bruk av for eksempel JavaScript i HTML. Løsningen i WAP kalles WML Script.

WAP er designet for å "skalere" over et bredt utvalg trådløse nettverk, som GSM, IS-95, IS-136 og PDC, protokoll stakken er designet på en lagdelt måte, noe som betyr at den er utvidbar og "fremtids sikker".

3.2.4 WAP-nettverk



Figur 1: Eksempel på WAP-nettverk [13: WAP-forum, 1999]

I eksempelet på figuren kommuniserer WAP-klienten med to servere i det trådløse nettverket. Proxyen oversetter forespørsler i WAP-formatet (WML) til forespørsler i WWW-formatet (HTML). Proxyen vil deretter kode svarene på forespørslene tilbake i WAP-formatet som er binært.

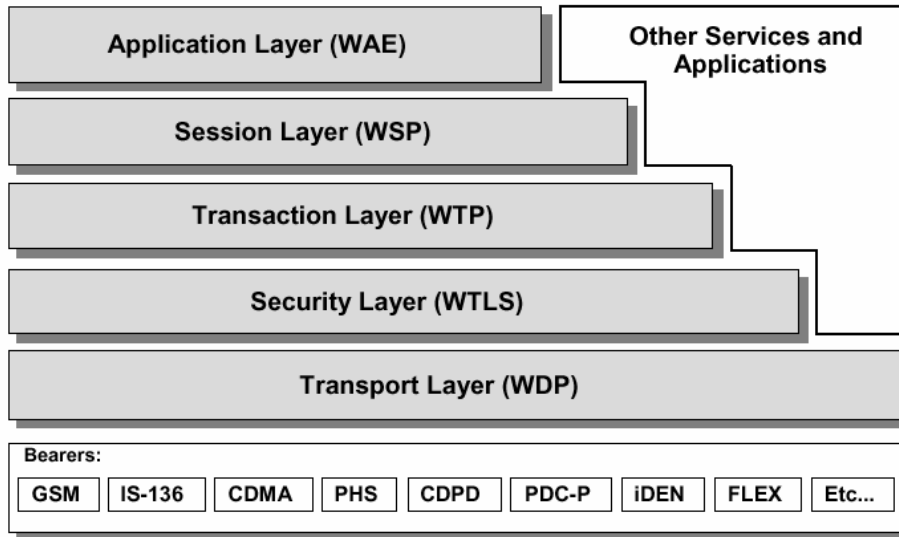
Dersom webserveren skulle svare i WAP-formatet vil disse svarene bli sendt direkte til WAP-terminalen via proxyen. Skulle svarene derimot komme i WWW-formatet vil disse gå gjennom et HTML-filter der de blir konvertert fra HTML til WML.

WTA-serveren vil svare på forespørsler fra WAP-klienten umiddelbart etter at de er mottatt. Denne serveren sørger for at WAP har aksess mot for eksempel mobiltelefonnett.

Ved å adressere begrensningene i det trådløse miljøet, samt tilpasse eksisterende Internet teknologi for å møte disse restriksjonene, har WAP Forum lyktes i å utvikle en standard som skalerer over et stort antall trådløse enheter og nettverk.

4 WAP arkitekturen

WAP er designet på en lagdelt måte for å være utvidbar, fleksibel og skalerbar. WAP stakken er hovedsakelig delt inn i fem lag.



Figur 2: Protokollarkitekturen i WAP [13: WAP-forum, 1999]

Merk at de mobile nettverks bærerne ikke er del av WAP protokoll stakken.

Hvert lag av WAP protokoll stakken spesifiserer et veldefinert grensesnitt til laget ovenfor, noe som betyr at et bestemt lag gjør lavere lag usynlige for lagene ovenfor. Den lagdelte arkitekturen tillater også andre applikasjoner og tjenester å benytte egenskapene til WAP stakken. Dette gjør det mulig å bruke WAP stakken for tjenester og applikasjoner som ennå ikke er spesifisert av WAP.

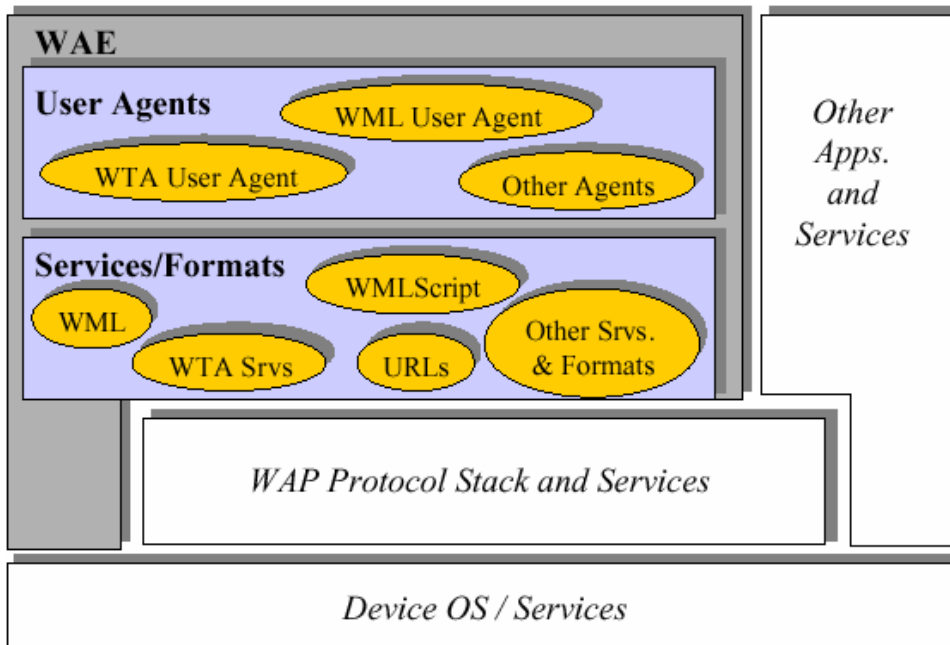
4.1 Applikasjons laget (Wireless Application Environment, WAE)

Det øverste laget i WAP stakken, Wireless Application Environment (WAE) tilbyr et miljø som muliggjør et stort antall applikasjoner å bli brukt på trådløse enheter. Jeg vil her fokusere på de ulike komponentene i WAE:

- Adresseringsmodellen
En syntaks passende for å navngi ressurser lagret på servere.
- Wireless Markup Language (WML)
Et lettvekts markup språk designet for å møte restriksjonene i et trådløst miljø med lav båndbredde og små håndholdte enheter.
- WMLScript
Et lettvekts skript språk.

- Wireless Telephony application (WTA, WTAI)
Et rammeverk og programmeringsgrensesnitt for telefoni tjenester.

For å gjøre bruk av egenskapene nevnt ovenfor, forutsetter WAP at to bruker-agenter vil være tilgjengelige i den trådløse enheten.



Figur 3: Komponentene i WAE-arkitekturen [14, WAPForum]

En bruker-agent er i denne sammenhengen en applikasjon i enheten som tolker/tyder innhold på en veldefinert måte og håndterer bruker-interaksjoner når nødvendig. I den faste verdenen, er en bruker-agent typisk referert til som en browser; for eksempel Microsoft Internet Explorer og Netscape Navigator brukt på stasjonære PCer. Som nevnt forutsetter WAP to bruker-agenter, en for WML og en for WTA. WML bruker-agenten tolker både WML og WMLScript etc, men er i kontrast til WTA bruker-agenten, ikke kapabel til å håndtere telefoni tjenester. Alle typene data er gitt en spesifikk type, dermed vil en brukeragent kunne skille mellom ulike typer data og presentere/håndtere disse på rett måte. WAP spesifiserer to primære dataformater, Wireless Markup Language (WML) og Wireless Markup Language Script (WMLS). Andre dataformater som er inkludert i WAE er vCard, vCal og bildeformater. Se avsnitt lenger ned om WML og WMLS.

4.1.1 Adresseringsmodellen

WAP benytter samme adresseringsmodell som på Internet, det vil si, Uniform Resource Locators (URL). En URL er en unik identifisering av en ressurs, for eksempel et WML dokument, på en server som kan finnes ved bruk av velkjente protokoller.

I tillegg til URL'er, benytter WAP også Uniform Resource Identifiers (URI). En URI blir brukt til å adressere ressurser som ikke nødvendigvis blir aksessert ved bruk av velkjente protokoller. Et eksempel på bruk av en URI er lokal aksess til en trådløs enhets telefoni funksjoner.

4.1.2 Wireless Markup Language (WML)

Wireless Markup Language er WAP sin analogi til HTML benyttet på WWW. WML er basert på Extensible Markup Language (XML) [kilde].

WML bruker en "kort" metafor for å spesifisere en tjeneste. Et kort er typisk en enhet av interaksjoner med brukeren, det vil si, enten presentasjon av informasjon eller forespørsler etter informasjon fra brukeren. Denne tilnærmingen sikrer at en passende mengde informasjon blir vist brukeren på samme tid siden navigasjon mellom sider kan bli unngått i størst mulig grad.

Nøkkel funksjoner i WML inkluderer:

- Variabler
- Tekst formateringsmuligheter
- Støtte for bilder
- Støtte for 'soft-buttons'
- Navigasjons kontroll
- Kontroll med browser historie
- Støtte for hendelseshåndtering (for eksempel telefoni tjenester)
- Forskjellige typer bruker interaksjoner, for eksempel valg lister og 'input' felter.

WML kan kodes binært av WAP Gatewayen/Proxyen for å spare båndbredde i det trådløse domenet.

4.1.3 WMLScript

WMLScript er basert på ECMAScript det samme skript språket som JavaScript er basert på [36, Mobic.com]. Det kan brukes for å forbedre tjenester skrevet i WML ved at det i en viss grad legger intelligens til tjenesten, for eksempel prosess logikk, løkker, betingede uttrykk og funksjoner.

WMLScript kan benyttes til, for eksempel, validering av bruker 'input'. Siden WML ikke tilbyr noen mekanisme for å oppnå dette, vil en 'round-trip' til serveren være nødvendig for å bestemme om 'input' fra brukeren er gyldig eller ikke, dersom skripting ikke var tilgjengelig. Aksess til lokale funksjoner i en trådløs enhet er et annet område der WMLScript blir benyttet; for eksempel aksess til telefoni relaterte funksjoner.

WMLScript støtter også WMLScript biblioteker. Disse bibliotekene inneholder funksjoner som utvider basis funksjonaliteten i WMLScript. Dette gir mulighet for senere utvidelser av funksjoner uten å måtte forandre kjernen i WMLScript.

Akkurat som med WML, kan WMLScript kodes binært av WAP Gatewayen/Proxyen for å minimere mengden data som blir sendt 'over the air'.

4.1.4 Wireless Telephony Applications (WTA)

Wireless Telephony Application (WTA) er en måte å skape telefoni tjenester på ved bruk av WAP. Som nevnt allerede, benytter WTA en annen bruker-agent enn den vanlige WML bruker-agenten, i hvert fall logisk. WTA bruker-agenten er basert på WML bruker-agenten, men er utvidet med funksjonalitet som møter de spesielle kravene for telefoni tjenester. [13, WAPForum]

4.2 WAP Protokollene

WAP protokoll suiten inneholder fire protokoller for håndtering av kommunikasjonen mellom klienter og WAP Gateway'en/Proxy'en. Disse protokollene er modellert etter protokoller benyttet på Internet og kan bli benyttet i fire ulike konfigurasjoner [24, WAPForum] (hver av protokollene nevnt nedenfor blir nærmere forklart i de følgende seksjonene):

- **Forbindelsesløs modus**
Denne konfigurasjonene benytter kun WSP over WDP. Den tilbyr en datagram tjeneste, noe som betyr at sendte meldinger ikke vil bli bekreftet og dermed gis ingen garanti på leveringen. Funksjonaliteten kan bli sett på som en enkel "send-and-forget" modell.
- **Forbindelsesløs modus med sikkerhet**
I tillegg til det som er nevnt ovenfor, blir WTLS brukt for å tilby autentisering, kryptering, etc.
- **Forbindelsesorientert modus**
Den forbindelsesorienterte modusen benytter WTP i tillegg til WSP og WDP. WTP tilbyr pålitelig transmisjon, noe som betyr at sendte meldinger må bekreftes og kan bli retransmittert dersom de blir tapt. Den benytter også en modus av WSP som håndterer sesjoner med lang levetid.
- **Forbindelsesorientert modus med sikkerhet**
I tillegg til det som er nevnt ovenfor, blir WTLS brukt for å tilby autentisering, kryptering, etc.

4.2.1 Sesjons Laget (Wireless Session Protocol, WSP)

WSP er grensesnittet mellom WAE og resten av protokoll stakken. Wireless Session Protocol'ene består for tiden av tjenester tilpasset for "browsing" applikasjoner (WSP/B). WSP er en binær versjon av HTTP 1.1 med tillegg som:

- Mulighet for kapasitets forhandlinger.
- "Header caching"
- Langvarige sesjoner
- Push

De to hoved stakk konfigurasjonene (forbindelsesløs- og forbindelsesorientert modus) er oppkalt etter sesjons tjenestene tilbudt av WSP. Den forbindelsesløse sesjon tjenesten er i

grunnen et tynt lag som WAE kan benytte når det ikke er bruk for pålitelig levering av meldinger.

Hovedfunksjonaliteten til den forbindelsesorienterte modusen til WSP er å sette opp en sesjon mellom en klient og WAP Gateway'en/Proxy'en. Denne sesjonen håndterer kapasitetsforhandlinger ved etablering av sesjoner samt kommunikasjons "interrupts" som bytte av bærer. Den er antatt å ha lang levetid og kan bli stoppet, og senere gjenopptatt, i stedet for utkoblet dersom ingen kommunikasjon er nødvendig på en stund. Dette betyr at ingen nye kapasitetsforhandlinger er nødvendig når sesjonen blir gjenopptatt, noe som reduserer trafikkmengden/belastningen. Støtte for asynkron håndtering av forespørsler medfører at, dersom flere data forespørsler er blitt sendt, kan svarene bli levert i en annen rekkefølge.

WSP støtter "header caching" for å bedre utnyttelsen av bæreren. I HTTP, som ikke støtter "header caching", inneholder omtrent 90% av forespørslene statiske "headers" som ikke må sendes igjen og igjen.

WSP/B er designet for å tillate en WAP proxy å koble en WSP/B klient til en standard HTTP server. [15: WAPForum]

4.2.2 Transaksjons Laget (Wireless Transaction Protocol, WTP)

WTP er ansvarlig for kontroll av sendte og mottatte meldinger. Den tilbyr en pålitelig kommunikasjon der meldinger er entydig identifiserbare slik at de ikke blir akseptert to ganger og kan bli retransmittert dersom den blir tapt under overføringen. Det er ingen forbindelse mellom kommunikasjoner da hver kommunikasjonsskvens kun er i live under utvekslingen av et individuelt meldingssett. WTP fungerer med tre forskjellige meldingsklasser:

- Upålitelig "send" uten resultatmelding
Ingen retransmisjon dersom den sendte meldingen blir tapt.
- Pålitelig "send" uten resultatmelding
Mottakeren bekrefter den sendte meldingen. Ellers blir meldingen sendt igjen.
- Pålitelig "send" med pålitelig resultatmelding (treveis kommunikasjon)
En data forespørsel blir sendt og et resultat blir mottatt som til slutt blir bekreftet av den initierende parten.

WTP er også tilpasset restriksjonene i trådløse bærere på den måten at den begrenser protokoll overhead ved å introdusere funksjonalitet for å begrense antall (re-)transmisjoner, for eksempel, bekreftelser av mottatte data forespørsler. WTP kan bli utvidet med funksjonalitet for å segmentere og sette sammen meldinger. Dette inkluderer selektiv retransmisjon av tapte segmenter.

WSP og WTP er modellert sammen på en slik måte at de ulike funksjonene i WSP har en definert og konsistent bruk av meldingsklassene i WTP. [16: WAPForum]

4.2.3 Sikkerhets Laget (Wireless Transport Layer Security, WTLS)

Som navnet antyder, er formålet til WTLS å tilby transport lag sikkerhet mellom en WAP klient og WAP Gateway'en/Proxy'en. WTLS er basert på Transport Layer Security (TLS) 1.0 men optimalisert for smalband kommunikasjonskanaler. Nøkkel egenskaper inkluderer:

- Integritet gjennom bruk av Message Authentication Codes (MAC).
- Konfidensialitet gjennom bruk av kryptering.
- Autentisering og "nonrepudiation" av server og klient, ved bruk av digitale sertifikater.
- "Denial-of-service" beskyttelse – WTLS inneholder fasiliteter for å detektere og avvise data som er erstattet eller ikke sikkert verifisert. WTLS gjør mange typiske "denial-of-service" angrep vanskeligere å oppnå og beskytter de øvre protokoll lagene.

Disse egenskapene gjør det mulig å bekrefte at de sendte dataene ikke er blitt manipulert av en tredjepart, det vil si at "privacy" er garantert. Noe som betyr at en forfatter av en melding kan bli identifisert og at ingen parter kan benekte å ha sendt sine meldinger. En sikker forbindelse blir satt opp mens en etableringsfase der forhandlinger som parameter innstillinger, nøkkel utveksling og "authentication" blir utført. Begge parter kan avbryte den sikre forbindelsen under etablering/oppkobling eller senere til enhver tid.

WTLS er valgfritt og kan bli brukt med både forbindelsesløs og forbindelsesorientert modus WAP stakk konfigurasjon. Hvis benyttet, er den alltid plassert over WDP.

WTLS kan også bli brukt for sikker kommunikasjon mellom terminaler, for eksempel, til autentisering av utveksling av elektroniske visitt kort.

Applikasjoner er i stand til å selektivt aktivere eller deaktivere WTLS egenskaper avhengig av om deres sikkerhets krav, og karakteristikkene til det underliggende nettverket.

[17: WAPForum]

4.2.4 Wireless Datagram Protocol (WDP)

Basisen til WAP protokoll stakken er et datagram lag, WDP, som tilbyr et konsistent grensesnitt til de øvre lagene av stakken.

WDP kan brukes over flere bærere, med forskjellige karakteristikker. For å optimalisere protokollen med tanke på bruk av minne og båndbredde, kan ytelsen over forskjellige bærere variere.

Dersom WAP blir brukt over en bærer som støtter User Datagram Protocol (UDP), er ikke WDP laget nødvendig. På andre bærere, som GSM SMS, blir datagram funksjonaliteten tatt hånd om av WDP. Dette betyr at om WAP benytter enten UDP eller WDP, er den gitt en datagram tjeneste som skjuler karakteristikkene til de ulike bærere og gir port nummer funksjonalitet. Hvis nødvendig kan WDP også utvides med funksjonalitet for segmentering og reassemblering av datagrammer som er for store for den underliggende bæreren.

WDP tilbyr en konsistent, men upålitelig tjeneste, til protokollene i de øvre lagene av WAP og kommuniserer transparent over en av de tilgjengelige bærere.

Det er derfor mulig å utvide WDP med en valgfri protokoll for feilrapportering kalt Wireless Control Message Protocol (WCMP). Denne protokollen kan bli brukt når WAP ikke brukes

på en IP bærer (IP har sin egen kontroll meldingsprotokoll). WCMP kan også bli brukt til informasjons og diagnostiske formål. [18: WAP Forum]

5 Global System for Mobile (GSM)

5.1 Innledning

Global System for Mobile (GSM) er en andre generasjons standard som ble introdusert i det europeiske markedet i 1992.

Datatransmisjon er som kjent tatt i bruk over trådløse nettverk og det er GSM som i de fleste tilfeller benyttes som bærer. Dette medfører en overføringshastigheten for tiden (vår 2000) på 9,6 kbps.

5.2 Systemet

GSM (Global System for Mobile Communication) er et digitalt cellebasert system utbredt over store deler av verden. Frekvensområde ligger rundt 900 MHz (933-960 MHz for å sende og 890-915 MHz for å motta) og rundt 1800 MHz for GSM 1800, og hver celle har en gjennomsnittlig rekkevidde på 35 km eller 70 km ved bruk av "extended cells".

GSM er kompatibel med ISDN og tilbyr dermed en del tilleggstjenester. I tillegg til vanlig telefoni har man i GSM også en datatjeneste som inkluderer ende til ende kommunikasjon over et pakkesvitsjet nettverk. Dataratene ligger på fra 300 bps til 9,6 kbps.

For å få tilstrekkelig kapasitet i mobilnettene til det store antall abonnenter, må flere brukere dele på samme radiokanal (frekvens). Dette skjer i GSM-systemet ved hjelp av tidsdeling (TDMA - Time Division Multiple Access). Hver telefon kan i prinsippet bare bruke radiokanalen en 8-del av tiden. En slik 8-del kalles en tidsluke. Dette er fullt tilfredsstillende for tale. Man arbeider for tiden intenst med på forskjellige måter å øke dataratene i GSM-systemet. Rater fra 14,4 kbps til 57,6 kbps (4 tidsluker hver med 14,4 kbps) testes i dag i laboratoriene. Dette nedsetter mobilnettets kapasitet i form av antall samtidige brukere.

5.2.1 Tjenester i GSM

En av grunnene til innføringen av GSM var muligheten for nye tjenester over mobiltelefon.

Tjenestene i GSM deles i to hovedgrupper [37, Bjugan]:

Tele tjenester som gir en komplett kommunikasjon, inkludert terminalfunksjoner, mellom to brukere, i samsvar med standardiserte protokoller på alle nivåer. Vanlig telefoni og telefaks er eksempler på teletjenester.

Bærer tjenestene eller data tjenestene er overføring av brukerdata med gitte kapasiteter og egenskaper mellom definerte aksessgrensesnitt. Støtter tjenester som pakkesvitsjede protokoller og data rater fra 300 bps til 9,6 kbps. Ren dataoverføring er et eksempel på en bærertjeneste, data kan enten overføres på en transparent måte eller en ikke transparent måte.

Disse to gruppene utgjør det som vi med en fellesbetegnelse kaller *basistjenestene* i GSM. Til basistjenestene tilbys *tilleggstjenester* som modifierer eller supplerer en basistjeneste.

Teletjenester

Teletjenestene omfatter i dag følgende tjenester:

Telefoni

Brukerne har tilgang til nesten alle de samme fasiliteter som abonnentene i det faste telefon-nettet.

Ved *fullratekoding* benyttes bittakt 13 kbit/s for taleoverføring. Dette er den høyeste netto bittakt som GSM-systemet tillater for taleoverføring. Fullrate dataoverføring har tilsvarende en netto bittakt på 12 kbit/s, og tillater inntil 9600 bit/s standard dataoverføring. Etter at signalet er kanalkodet, er brutto bittakt 22,8 kbit/s ved både fullrate tale- og dataoverføring.

Ved *halvratekoding* benyttes halve brutto bittakten, dvs. 11,4 kbit/s. To talekanaler/brukere tidsmultiplekseres til en fullratekanal og systemkapasiteten dobles. Halvrate tjenestene brukes ikke i Norge.

Nødanrop

Kortmeldingstjenestene

Kortmeldingstjenestene (SMS – Short Message Service) gjør det mulig å sende meldinger med et begrenset informasjonsinnhold til eller fra mobilabonnenter i GSM. Det finnes tre typer kortmeldingstjenester:

- mobilterminert punkt til punkt
- mobiloriginert punkt til punkt
- kringkasting i radiocelle

En punkt-til-punkt melding kan ha en maksimal lengde på 160 7-biters tegn eller 140 oktetter. Punkt-til-punkt meldinger kan sendes eller mottas selv om mobilabonnenten er opptatt i en samtale. En kringkastet kortmelding kan bestå av opptil 15 sider av inntil 93 tegn, og de kringkastede meldingene kan bare mottas når MS ikke er i trafikk.

Alle kortmeldinger må mellomlagres i et tjenestesenter (**SC** = Service Center) som ligger utenfor GSM-nettet. Dette kan aksesseres på forskjellige måter, f.eks. via telefon, epost eller via websider. Meldinger kan lagres her når abonnenten ikke er tilgjengelig (f.eks. ute av deknings-området), og blir automatisk sendt når hun har radiokontakt igjen.

Punkt-til-punkt kortmeldinger kan f.eks. brukes;

- når det ikke er mulig å få kontakt med en mobilabonnent i øyeblikket
- når en mobilabonnent er opptatt
- når det skal gis en beskjed på en ubeleilig tid av døgnet

Telefaks

Tilleggstjenester

Tilleggstjenester er tjenester som modifierer eller supplerer basistjenestene.

Eksempler på spesifiserte tilleggstjenester:

- viderekoplingstjenester (call forwarding)
- sperretjenester (call barring)
- samtale venter/hold (call waiting/hold)
- Vising av A-nummer (calling line identification presentation)

Andre bærertjenester i GSM:

GSM USSD (Unstructured Supplementary Service Data)

Som med Short Message Service (SMS), benytter USSD signaleringskanalen som bærer. Men, mens SMS må reservere en kanal for hver melding, er USSD sesjons orientert. Det betyr

at når en bruker aksesserer en USSD tjeneste, etableres en sesjon og radio forbindelsen står åpen til den blir terminert av brukeren, applikasjonen eller en time-out. Respons tid for interaktive applikasjoner er kortere enn med SMS, siden en reservasjon av kanalen ikke er nødvendig for hver melding og fordi det ikke er en "store and forward" forsinkelse. Under et anrop kan USSD være opp til syv ganger raskere enn SMS. [38, GSMWorld]. Maksimallengde på meldingen er 182 7-biters tegn eller 160 oktetter.

Verken GSM USSD eller GSM SMS benyttes som bærer for WAP i nettverkene i Norge.

GSM CSD (Circuit Switched Data)

Den eneste bæreren som støttes i nettverkene og benyttes for WAP er GSM CSD [28, Kristensen]. Dette er en bærer tjeneste med lang oppkoblingstid opptil 30 sekunder og man opptar en linje så lenge man er på.

6 WAP og bærere i fremtiden

6.1 Innledning

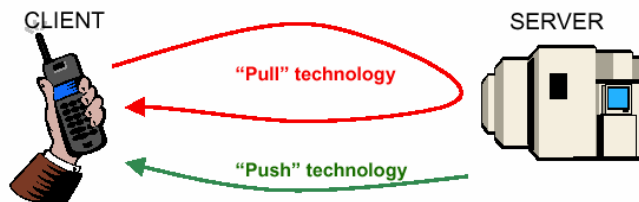
Dagens WAP standard er versjon 1.1. Neste versjon 1.2 blir implementert i produkter i løpet av sommeren. Man vil ikke oppleve at alle terminalene vil følge denne standarden med en gang, men noen av produktene vil støtte denne. Det vil gå hurtigst med nettverkskomponentene (gateway og server), da disse er nødvendig for at noen av terminalene i det hele tatt skal fungere [28: Kristensen]. I denne versjonen vil man få nye funksjoner som er meget viktige for utviklingen av tjenester for WAP. Blant de funksjonene som vil få stor innvirkning på WAP kan nevnes, PUSH, WTA, lokasjonskontroll og ende-til-ende sikkerhet. [31: Aslaksen].

6.2 WAP standard, versjon 1.2.

6.2.1 PUSH

WAP Push rammeverket introduserer en måte innen WAP for å overføre informasjon til en terminal uten tidligere handlinger fra brukeren. I den normale klient/tjener modellen, gjør en klient en forespørsel etter en tjeneste eller informasjon fra en server, som deretter gir en respons ved å overføre informasjon til klienten. Dette er kjent som "pull" teknologi: klienten henter informasjon fra serveren. "World Wide Web" er typisk et eksempel på pull teknologi, der en bruker skriver inne en URL (forespørselen) som sendes til serveren, og serveren svarer deretter med å sende en Web side (responsen) til brukeren. Dette prinsippet benyttes også i WAP i dag.

I kontrast til dette finnes det også "push" teknologi, som er basert på klient/tjener modellen, men der det ikke er noen eksplisitt forespørsel fra klienten før serveren sender innholdet.



Figur 4: Sammenlikning av pull og push teknologi [21, WAPForum]

En annen måte å si det på er at mens "pull" informasjons transaksjoner alltid er initiert fra klienten, er "push" transaksjoner server initiert.

Nye elementer

For å innføre Push teknologien i WAP kreves noen nye elementer i nettverket. Disse elementene er en Push Proxy Gateway (PPG) og en Push Initiator (PI). I tillegg trengs noen ny mekanismer i klienten. Disse er Session Initiation Application (SIA) og "Application Dispatcher". Der SIA trengs for å opprette en WSP sesjon dersom dette ikke finnes da det kreves ved forbindelses orientert push. Når så SIA mottar en sesjons forespørsel, oppretter den en sesjon med PPG'en, og forteller hvilken applikasjon som aksepterer innhold via den nye etablerte sesjonen. SIA kan også ignorere forespørselen dersom det ikke finnes en applikasjonen som passer forespørselen.

Når en klient mottar pushet innhold, ser "Application Dispatcher" på meldingens header for å bestemme destinasjon applikasjon. Den er også ansvarlig for å avvise innhold som ikke har riktig destinasjons applikasjon installert og for å bekrefte push operasjoner til PPG'en dersom applikasjonen tar ansvar for pushet innhold [21, WAPForum].

Meldinger som kan benytte en slik funksjon inkluderer nyheter, aksje kurser, vær, trafikk meldinger og meldinger om hendelser som for eksempel innkommende e-mail. Det vil si informasjon det er viktig for brukeren å få så fort den er tilgjengelig.

Kringkasting

Det vil være scenarier der en Push Initiator vil sende identiske meldinger til flere mottakere. I stedet for å sende flere identiske push meldinger, kan PI'en sende en enkel push melding adressert til flere mottakere. Støtte av multiple mottakere er valgfritt i PPG'en. I tillegg kan en enkel adresse sendt i det trådløse nettverket bli mottatt av flere enheter. Denne typen tjeneste er ment for distribusjon av informasjon av interesse for et stort publikum, for eksempel vær, nyheter og trafikk meldinger. Siden utvidelsen av adressen er gjort i PPG'en eller i det trådløse nettverket, er oppførselen mellom PI'en og PPG'en den samme som om adressen ikke var utvidet [21, WAPForum].

6.2.2 Lokasjonskontroll

Lokasjonskontroll vil gjøre det mulig å finne ut hvor terminalen befinner seg basert på nettverksinformasjon som hvilken celle man befinner seg i.

6.2.3 Wireless Telephony Application (WTA)

Wireless Telephony Application (WTA) er en måte å skape telefoni tjenester på ved bruk av WAP. Som nevnt allerede, benytter WTA en annen bruker-agent enn den vanlige WML bruker-agenten, i hvert fall logisk. WTA bruker-agenten er basert på WML bruker-agenten, men er utvidet med funksjonalitet som møter de spesielle kravene for telefoni tjenester. Denne funksjonaliteten inkluderer:

Wireless Telephony Application Interface (WTAI)

Et grensesnitt mot et sett av telefoni relaterte funksjoner i en mobil telefon som kan kalles fra WML og/eller WMLScript. Disse funksjonene inkluderer for eksempel: anropshåndtering, håndtering av tekst meldinger og telefonbok.

Repository

Mange WTA tjenester legger krav til sanntidshåndtering, noe som antyder at det ikke er mulig å hente innhold fra en server siden dette involverer en viss forsinkelse. "Repository" gjør det mulig å lagre/oppbevare WTA tjenester i enheten for å muliggjøre aksess til de uten å aksessere nettverket.

Håndtering av hendelser

Typiske hendelser i et mobil nettverk er innkommende anrop, samtale utkobling og svar på anrop. For å skape telefoni tjenester, må det være mulig å håndtere disse hendelsene. Hendeshåndtering innen WTA muliggjør WTA tjenester lagret i "repository" å bli startet som respons til slike hendelser. Hendelser kan også bli bundet til en viss handling i WML for å gjøre det mulig å håndtere hendelser innen en tjeneste.

WTA Service Indication

En innholdstype som tillater brukeren å bli informert om hendelser av forskjellig slag (for eksempel nye tale beskjeder (voice mails) og dermed bli gitt muligheten til å starte/sette i gang den passende tjenesten for å håndtere hendelsen. I sin enkleste form, gjør WTA Service Indication det mulig å sende en URL og en melding til en trådløs enhet. Meldingen vises brukeren, som blir spurt om han umiddelbart vil starte tjenesten indikert av URL'en eller om han vil utsette Service Indication'en for senere håndtering. WTA Service Indication bør leveres til en enhet ved bruk av push.

WTAI muliggjør aksess til funksjoner det ikke er egnet å tillate vanlig aksess til. For eksempel, kan oppsett av samtaler og manipulering av telefonregisteret uten bekreftelse fra brukeren både medføre uønskede kostnader og krenke bruker-integriteten dersom de korresponderende funksjonene blir brukt upassende. De andre funksjonene WTA rammeverket tilbyr kan bli betraktet på samme måte.

WTA rammeverket er avhengig av en dedikert WTA bruker-agent som er i stand til å utføre disse funksjonene, hvilket den vanlige WML bruker-agenten ikke er. Kun "betrodde" innholdsleverandører burde være i stand til å gjøre innhold tilgjengelig for WTA bruker-agenten, det vil si operatøren eller innholdsleverandører betrodd av operatøren. Derfor må det være mulig å skille mellom servere som har lov til å levere tjenester til bruker-agentene som inneholder disse funksjonene, og de som ikke har lov. For å oppnå dette henter (retrieves) WTA bruker-agenten sine tjenester fra WTA domenet, som, i kontrast til Internet, blir kontrollert av nettverksoperatøren.

WTA serveren kan være en standard web server brukt for oppbevaring av innhold. Den kan også være i stand til å kommunisere med andre entiteter, som IN-noder eller tale beskjed systemer, for å tilby utvidet telefoni-relatert funksjonalitet. Kommunikasjonen med denne type entiteter kan bli kontrollert av applikasjoner på WTA serveren som kan bli henvist til innen en WTA tjeneste ved bruk av URL'er [22, WAPForum].

6.3 Fremtidige versjoner av WAP

Fremtidige revisjoner av spesifikasjonen vil inkludere funksjoner for fakturering, smart kort, WAP over Bluetooth, WAP i tredje generasjons trådløse systemer, multimedia og konvergens med XHTML. Kortfattet kan man karakterisere utviklingen av WAP som:

- Øke funksjonaliteten til WAP i nåværende andre generasjons trådløse systemer, derigjennom styrke systemene i bruk i dag.
- Utvide mulighetene til WAP i å fungere sammen med andre teknologier, nå og i fremtiden; for eksempel, Bluetooth, smart kort også videre.

WAP vil også utvikles til en av hovedtjenestene for tredje generasjons trådløse nettverk.

6.4 Bærer utvikling

6.4.1 Innledning

Det arbeides med nye teknologier for å øke båndbredden og dermed gjøre det mulig å tilby helt nye og mer ressurskrevende tjenester.

6.4.2 HSCSD

HSCSD, eller High Speed Circuit Switched Data [42, Leskinen], er første steget på vei til å gi oss raskere dataoverføring på mobiltelefoner i GSM-nettet.

I utgangspunktet har vi hatt dataoverføringshastighet på 9,6 Kbps i GSM-nettet, det som kalles en tidsluke. Enkelte operatører har klart å tilby 14,4 Kbps. Med HSCSD vil man teoretisk kunne få fire ganger (fire tidsluker) så rask dataoverføring: $4 \times 9,6 \text{ Kbps} = 38,4 \text{ Kbps}$. Men vær obs på at dette er nedlastingshastighet. Opplastingshastigheten er på 19,2 Kbps (to tidsluker). Det kan bli mulig å øke datahastigheten ytterligere med fire tidsluker på 14,4 Kbps. Da vil man få: $4 \times 14,4 \text{ Kbps} = 57,6 \text{ Kbps}$.

Men våren 2000 begrenses hastigheten av terminaltilbudet. Foreløpig er det ingen mobiltelefoner som har HSCSD. Men Nokia har levert et PC-kort for GSM-dataoverføring - Nokia CardPhone. Dette kortet klarer bare å utnytte tre av de fire tidslukene, og kan derfor maksimalt oppnå en hastighet på 28,8 Kbps. I utgangspunktet er HSCSD såkalt linjesvitsjet teknologi. Det betyr at du betaler for hele tiden som du er oppkoblet, uansett om du overfører data eller ikke.

6.4.3 GPRS

General Packet Radio Service (GPRS) [39, Cai & Goodman og 40, Brasche & Walke] er en av de nye tjenestene som blir introdusert i GSM Fase 2+ standarden. Dette er en GSM tjeneste for ende-til-ende pakkesvitsjing. GPRS deler og benytter seg av de samme GSM frekvensressursene og TDMA-strukturen (Time Division Multiple Access) som tale og linjesvitsjet datatrafikk benytter.

For å kunne oppnå høyere ytelse blir det i GPRS benyttet en metode som på en dynamisk og fleksibel måte deler de tilgjengelige ressursene med andre GSM tjenester. For å kunne overføre data ved høyere hastigheter blir det brukt flere tidsluker i stedet for en tidsluke per mobilstasjon som dagens GSM gjør. Antall tidsluker som blir benyttet blir regulert dynamisk ut i fra trafikkmengde, ledig kapasitet, og hva slags tjeneste brukeren ønsker og er villig til å betale for.

GPRS er en såkalt "alltid online" teknologi, noe som betyr at man alltid kan være pålogget et nett slik at man får meget rask respons tid, i prinsippet skal man da også kun betale for den tiden man bruker kanalen til aktiv dataoverføring.

GPRS egner seg spesielt godt til skur trafikk, dvs. trafikk hvor man i korte perioder overfører store mengder data.

For å tilføre denne funksjonaliteten i det eksisterende GSM nettet, blir det tilført noen nye noder i nettet for å støtte standard protokoller som IP og X.25. GPRS har støtte for både Punkt til Punkt (PTP) og Punkt til Multipunkt (PTM) tjenester, og tilbyr 4 nivåer av tjenestekvalitet (Quality of Service). GPRS er konstruert for å kunne reservere ressurser raskt, og ligger typisk på 0,5 til 1 sekund før noden kan begynne transmisjon av pakker.

GPRS sies å være neste generasjon innen dataoverføring for mobiltelefoner i GSM-nettet, og de fleste større mobiloperatørene er i ferd med å prøve ut GPRS. Men man regner med at GPRS blir tilgjengelig for folk flest først i andre halvdel av år 2001.

ETSI (European Telecommunications Standards Institute) har godkjent fire standarder for GPRS:

CS1 som gir 9,05 Kbps per tidsluke, CS2 som gir 13,4 Kbps per tidsluke, CS3 som gir 15,6 Kbps per tidsluke og CS4 som gir 21,4 Kbps per tidsluke. Med totalt åtte mulige tidsluker kan man teoretisk få dataoverføring på opptil 171,2 Kbps og man kan reservere den båndbredde man trenger.

Mye tyder på at mobiloperatørene vil tilby flere varianter av GPRS - alt etter hva som er ditt behov for datahastighet og hvor mye du er villig til betale for farten. Man ser for seg en folkevariant som gir fire tidsluker på 9,05 Kbps, totalt 36,2 Kbps.

6.4.4 Universal Mobile Telecommunication System (UMTS)

Tredjegerasjon (3G) mobiltelefon teknologi er under utvikling, UMTS er et slikt system. UMTS vil integrere både pakke og linjesvitsjet dataoverføring. Den viktigste drivkraften bak og det viktigste aspektet ved 3G systemene er økt bitrate. Det betyr at man utover tale kan tilby et bredt spekter av tjenester, det vil blant annet bety mobile multimediatjenester. Med en 3G terminal kan man oppnå opptil 2 Mbit (Mega bit) per sekund. Lanseringen av UMTS er beregnet til å skje i 2002 [43, UMTSForum].

I dag finnes flere nasjonale og regionale standarder som gjør at man ikke uten videre kan ta med seg sin mobiltelefon til et annet land. Visjonen i UMTS er at den skal bli en fremtidig global plattform for mobilitet med en rekke nye tjenester og forbedringer i forhold til dagens 2. generasjons mobile systemer.

Disse områdene er:

- Forbedrede tjenester når det gjelder:
 - Talekvalitet, radiodekning, og kostnadseffektivitet
 - Tjenestekvalitet (QoS), transmisjonskvalitet, forsinkelse
 - Forbedret effektivitet, og kapasitet (Frekvensallokering og forbruk).
- Nye tjenester og funksjonaliteter:
 - Høy båndbredde for multimedia
 - Båndbredde etter behov, dynamisk allokering av båndbredde, asymmetrisk dataoverføring.
- Fleksibilitet med muligheter for å benytte flere aksessmetoder, frekvensområder, og teknologier.
- Sameksistens, samspill og kompatibilitet med dagens 2. generasjonssystemer, slik at overgangen fra dagens systemer kan foregå flytende.

Arbeidet og utviklingen er faseinndelt og i fase 1 er det spesifisert funksjonalitet for høykvalitetstale ved bruk av lave bitrater, dataoverføring med hastigheter fra 144 kbit/s og opptil 2 Mbit/s. Dette skal være godt egnet for multimedia, roaming mellom GSM og UMTS nettverk og DUAL mode GSM/UMTS telefoner.

I motsetning til da GSM ble utviklet er man i utviklingen av UMTS klar over behovet for datatjenester.

6.5 WAP over nye bærere

6.5.1 Innledning

WAP muliggjør Internett aksess til mobile enheter, det faktum at aksessen skjer over mobile nettverk har noen viktige konsekvenser.

For det første, det å begrense bruk av båndbredde vil alltid være relevant selv med nye bærere. De kommende bredbånds nettverkene, som HSCSD, GPRS og UMTS, vil riktignok tilby økt båndbredde, men i begynnelsen vil dekningen være begrenset til steder med mye trafikk. I tillegg vil selv maksimums båndbredden på 2 Mbps for stasjonære terminaler og 384 kbps for mobile terminaler være betydelig lavere enn båndbredden i fast nettet i dag. Den massive bruken av WAP terminaler vil innskrenke bruken av båndbredde. Derav følger at båndbredden i mobile nettverk vil være en begrenset ressurs i overskuelig fremtid [33: Nokia]. Dette tatt i betraktning, vil det fortsatt være bruk for WAP som er designet med disse begrensningene i tankene.

6.5.2 WAP og GPRS

GPRS er en ny bærer som vil tilby en pakkesvitsjet aksess til mobilnettet. Med GPRS kan mobilterminalen være tilkoblet nettet hele tiden, slik at man raskt kan starte sending og mottak av datapakker. GPRS vil også kunne tilby høyere datarater enn det man har i dag, pluss at man bare bruker nettressurser når man aktivt sender eller mottar data.

Disse egenskapene er ideelle for WAP og vil hjelpe til å gjøre WAP ennå mer attraktiv. Med GPRS vil WAP tjenestene være MEGET raskt tilgjengelig på mobilterminalen, og man vil hele tiden være mottagelig for interaktive tjenester.

Ved bruk av GPRS vil man enklere få mulighet til å browse med en vanlig HTML-browser, men WAP vil fremdeles ha en store fordeler ved at:

- WAP utnytter GPRS-bæreren mye bedre enn TCP/IP.
- WAP tjenestene er tilpasset de fremdeles små display og tastatur.
- WAP kan tilby spennende ny teknologi som f.eks. sann "push" som gir større mulighet for interaktivitet.
- Mange mobiltelefonleverandører har signalisert at alle deres mobilterminaler om kort tid vil ha støtte for WAP. [49, Telenor Mobil]

Forsinkelser i overføringen

GPRS pakker som selv om de skal til samme destinasjon kan ta forskjellige veier for å komme dit. Dette åpner for muligheten for at en eller noen av disse pakkene vil bli tapt eller ødelagt i løpet av overføringen over radio linken. For å kompensere for dette legger man inn strategier i GPRS for data integritet og retransmisjon. Men uansett kan dette føre til at forsinkelser kan oppstå.

På grunn av dette, kan applikasjoner som krever å sende ut video kvalitet bli implementert med bruk av High Speed Circuit Switched Data (HSCD). HSCD er ganske enkelt et Circuit Switched Data kall hvor brukeren kan bruke over opp til 4 separate kanaler på samme tid. På grunn av denne avhengigheten mellom sender og mottaker er sannsynligheten for forsinkelser mindre. [50, MobileGPRS.com]

7 Modell

7.1 Innledning

Utgangspunktet i oppgaven er SATREF systemet og distribusjon av korreksjoner. Som beskrevet i mål for oppgaven [Kapittel: 1.3] består oppgaven av å beskrive mulighetene og begrensningene med basis i WAP teknologien for å overføre korreksjoner, det vil si at tyngden problemstillinger blir på selve overføringsprosessen i forbindelse med å distribuere korreksjonene via WAP. Grunnlaget, forutsetningene for tjenesten og hvordan tjenesten er tenkt blir presentert i dette kapittelet. Utgangspunktet for tjenesten er satt i kravspesifikasjonen fra Statens Kartverk [3, Statens Kartverk].

Systemet for tjenesten inkluderer SATREF systemet som består av alt fra satellitter, referansestasjoner og kontroll senter [Kapittel: 2.5] til DGPS mottakeren. Denne oppgaven tar for seg WAP-delen av dette systemet. Det vil si at som nevnt i avgrensninger [Kapittel: 1.4] forutsettes at systemet frem til WAP server fungerer optimalt i forhold til kravene.

Løsningsproblematikken besto i å fremstille mulighetene for å overføre korreksjonene innenfor de rammene Statens Kartverk har satt. Modellen består av en systemskisse med forutbestemte elementer samt kravene fra Statens Kartverk [3, Statens Kartverk]. Den gir et skjematisk utgangspunkt for konfigurasjon av entitetene i tjenesten og plan over tjenesten der detaljene om de enkelte entiteter og grensesnitt gir uttrykk for kravene satt i system.

Tjenesten skal se på sanntids data distribusjon ved bruk av mobile telefon systemer. Man skal vurdere og kartlegge bruk av WAP og det eksisterende GSM nettet som distribusjonsmåte for overføring av SATREF data.

7.2 Tjenesten

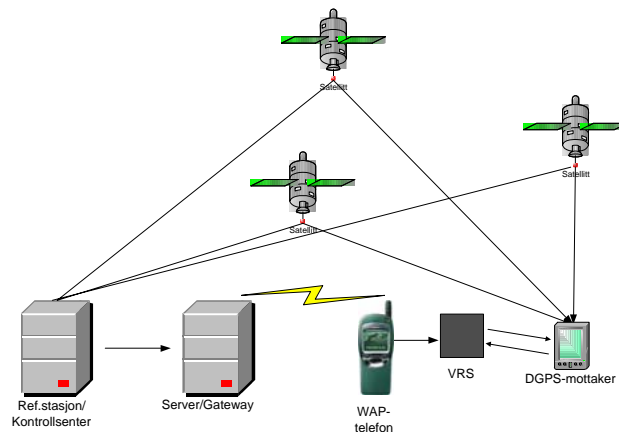
Fra SATREF kapittelet [Kapittel: 2.5.2] har vi at data leveres både i sanntid og i ettertid. Dette skal være en tjeneste for distribusjon av korreksjoner i sanntid. Det stilles meget strenge krav til systemet på dette punktet.

Systemet vil i hovedsak involvere tre parter:

- SATREF tjenesten som leverer dataene.
- WAP og GSM som overfører/videreformidler dataene.
- Brukeren av posisjons- og navigasjonsdata levert av SATREF tjenesten.

Utgangspunktet for tjenesten er SATREF systemet som leverer korreksjonene. For å motta korreksjoner skal en bruker fra en WAP-telefonen koble seg opp mot en gateway/server, i applikasjonen skal brukeren velge hvilken referansestasjon han ønsker korreksjoner fra og deretter bli koblet opp mot dataene fra denne. Dataene skal nå fortløpende mottas i telefonen og derfra sendes videre til en Virtuell Referanse Stasjon og deretter fra denne til DGPS mottakeren for å gi en mer nøyaktig posisjon.

7.3 Systemskisse



Figur 5: Systemskisse

Figuren over gir en oversikt over de enkelte elementene involvert i systemet. Utgangspunktet for modellen er en tjeneste for overføring av korreksjoner som skal benytte WAP som distribusjonsmåte.

7.4 Krav til nettverket og grensesnitt mellom enhetene.

Jeg vil her forklare og definere kravene man må sette for et sanntids distribusjons system for kringkasting av SATREF data [3, Statens Kartverk].

Spesifikasjonen og kravene for hvert element og grensesnittene dem imellom er som følger:

7.4.1 Referansestasjon/kontroll senter

Referansestasjonene og kontroll senteret, SATREF systemet, beregner korreksjonsdata og sender ut korreksjonene for alle referanse stasjonene. SATREF leverer data produkter ved bruk av en sanntids distribusjons prosess kalt "MULTILINK" til en multiport seriell ruter. Grensesnittet er basert på Ethernet nettverks teknologi med IEEE 802.3 arkitektur og TCP/IP protokoll på LAN siden av ruter. Produktene levert her vil være i RTCM SC-104 format.

Dette er den fysiske forbindelsen mellom SATREF og WAP/GSM. Den multiport serielle ruter fungerer ikke kun som en multi-protokoll ruter, men også som en kommunikasjons server for telekommunikasjons tjenester. Forbindelsen mellom nettverket og ruter skal være en leid linje i samsvar med følgende spesifikasjon:

Ruter Hardware Egenskaper (på WAN siden)

- 1 ISDN BRI port (RJ-45)
- 2 høyhastighets synkrone serie porter
- 8 lavhastighets asynkrone/synkrone serie porter

Port konfigurasjon

De asynkrone og synkrone portene støtter data overføringsrater opp til 115.2 kbps på flere serielle grensesnitt:

EIA/TIA-232 (kjent som "recommended standard" RS-232)

EIA/TIA-449 (kjent som "recommended standard" RS-232)

EIA-530

V.35

X.21

Den multi-port serielle ruterer støtter flere kommunikasjons protokoller. Full duplex kommunikasjon skal benyttes mellom SATREF og nettverket.

For å se nærmere på konfigurasjonen, egenskaper og oppgaver for referansestasjon og kontrollsenter, se SATREF [Kapittel: 2.5].

Enhetene og grensesnittene ovenfor er ikke adressert videre i rapporten da en avgrensning ble gjort [Kapittel: 1.4] om at korreksjonene blir levert server og at dette fungerer som tenkt. Oppgaven konsentreres rundt selve overføringen av korreksjonene i WAP.

7.4.2 Gateway/Server

Koblingspunktet der anropet fra WAP-telefonen kommer inn og kobles opp mot data fra riktig referansestasjon. Man ringer ett nummer, laster ned applikasjonen og velger fra hvilken referansestasjon man ønsker korreksjoner. Da skal man kobles opp mot data fra den rette referansestasjonen. Korreksjonene fra de respektive referansestasjonene kommer på hver sin linje inn til serveren. Når en forbindelse er opprettet skal korreksjonene sendes til WAP-telefonen.

7.4.3 WAP-telefonen

Når det gjelder WAP telefonen er den basisen i systemet for overføringen. Med denne skal man ringe opp gateway/server og motta signalene. WAP telefonen skal kobles opp mot serveren, hente ned applikasjonen, velge referansestasjon fra en liste i displayet og deretter motta data og videresende disse. Fra WAP-telefonen og til VRSen skal dataene være SATREF produkter på samme format som de originalt ble levert til ruterer. I tillegg må telefonen være utstyrt med mulighet for en RS-232 forbindelse da dette skal være forbindelsen til VRSen. I tilfellet at data må kodes om i et annet format for overføring til WAP-telefonen kreves prosessor kraft for å kjøre algoritmer for dekoding og omgjøring av dataene til RTCM formatet igjen. Dette kan for eksempel være en bærbar PC med to RS-232 porter. Data mottatt fra WAP-telefonen må dekodes til et standard format som RTCM SC-104. Denne prosessen sender så ut de dekodete dataene til en separat VRS. Grensesnittet mellom WAP-telefonen og VRSen er basert på RS-232.

Applikasjonen for oppkobling mot tjenesten

Med en WAP-telefon er ikke klikke og surfeteknikken lik som på en pc. Dermed må de nye tjenestene som utvikles være utformet på en annen måte mot brukerne. Spørsmålet om brukervennlighet er derfor viktig [25, Stegavik & Saastad].

Telefonen skal ha et brukergrensesnitt der man har mulighet til å velge hvilken referansestasjon man ønsker korreksjoner fra.

Vi vet fra SATREF kapittelet [Kapittel: 2] at systemet består av 10 ulike referansestasjoner lokalisert fra Vardø i nord til Kristiansand i sør. Brukergrensesnittet må derfor være basert på en liste der brukeren kan velge hvilken referansestasjon korreksjonene ønskes fra.



Figur 6: Eksempler på display med tanke på tjenesten.

Figuren illustrerer hvordan et enkelt oppsett i displayet kan se ut og begrensningene i brukergrensesnittet i WAP-telefonen (her Nokia 7110)

Når man skal lage/designe en applikasjon i WAP er det flere forhold man må ta hensyn til. Hvordan løser WAP problemet med små skjermer? WAE/WML spesifiserer et kortstokk prinsipp [Kapittel: 4.1] som gjør at man kan foreta flere interaksjoner med brukeren uten å måtte laste ned en ny side for hver gang. Slik får man selv med lite informasjon per skjerm, innhentet flere opplysninger fra brukeren uten å overføre noe hele tiden. Slik denne tjenesten er tenkt skal man velge referansestasjon og sende forespørsel om data fra denne ved å velge ønsket referansestasjon i displayet.

7.4.4 Virtuelle Referanse Stasjonen (VRS)

Skal ta imot dataene fra WAP telefonen eller en bærbar PC og prosessere de. Den vil ta imot korreksjonene på RTCM formatet og hente inn signaler fra DGPS mottakeren og fra dette lage en mer nøyaktig posisjon. For mer informasjon om VRS og dens funksjoner se nedenfor [Kapittel: 7.6].

7.4.5 DGPS-mottakeren

En ekstern satellitt mottaker vil samle inn data fra GPS systemet. Mottakeren prosesserer data fra SATREF sammen med innsamlet satellitt data for så å produsere posisjons koordinater. De endelige posisjons koordinatene er deretter tilgjengelig for å bli benyttet av sluttbruker applikasjoner. Her skal RTCM SC-104 standarden benyttes.

7.5 Krav til tjenesten.

7.5.1 Generelle krav

Data kapasitet:

Data kapasiteten må være større enn den benyttet i dag via RDS tjenesten, > 67 bit/s. Det er ventet at SATREF krever en kapasitet på omtrent 5000 bit/s.

Forsinkelse:

SATREF sanntids systemer skal levere data til kunder/brukere innen ett sekund. Tiden måles fra det øyeblikket en pakke forlater SATREF referansestasjonen og til dataene mottas hos brukeren.

Tilgjengelighet:

Nettverket må dokumentere en system tilgjengelighet på 99,99% over ett år.

Bit feil rate:

Nettverket skal ha en bit feil rate lavere enn $10 \exp -6$.

Kompatibilitet:

Nettverk segmentets hardware og software må være kompatibelt og ikke forstyrre andre tjenester levert av SATREF systemet.

7.5.2 Slutt bruker forhold

Slutt bruker utstyret skal være lett å håndtere, brukervennlig og vel integrert og kompakt.

7.5.3 Operasjons miljø

Software utviklet for MULTILINK prosessen vil bli installert på SATREF maskiner lokalisert ved Statens Kartverks hovedkontor i Hønefoss.

Slutt bruker CPU'en skal operere i tre steg:

1. Samle inn data fra den mobile mottaker enheten.
2. Konvertere det mottatte data formatet til RTCM SC-104.
3. Videre sende dataene til en satellitt mottaker.

Målet er å gjøre det nødvendige utstyret brukervennlig. For eksempel, både den mobile mottaker enheten og sluttbruker CPU'en kan være en enhet. Som et første steg kan sluttbruker CPU funksjonen bli utført av en PC med to RS-232 kommunikasjons porter. En RS-232 port er også nødvendig på satellitt mottakeren som må være designet for differensiell bruk basert på RTCM SC-104 formatet.

[3, Statens Kartverk]

7.6 Hva skal overføres?

Korreksjonene leveres av SATREF på et standard serielt data format spesifisert i RTCM SC-104. I dette systemet skal man overføre Type 1, 2, 3 og 59.

Type 1 inneholder pseudo-range korreksjoner (korreksjoner til hver enkelt avstandsmåling mot satellittene). Bruk av kun denne vil kunne korrigere målingene til en bruker slik at man oppnår en nøyaktighet på 2-5 meter.

Størrelse: 40 bits per satellitt

Overføringsfrekvens: Sendes ut en gang per sekund. [9, Opseth]

Type 2 inneholder efemeride data

Størrelse: 40 bits ganger antallet efemerider

Overføringsfrekvens: Sendes kun når en ny efemeride dekodes fra en satellitt.

Type 3 inneholder lokasjonen til referansestasjonen.

Størrelse: 120 bits

Overføringsfrekvens: Sendes ut med 31 ganger intervallet av Type 1.

Type 59. For nærmere beskrivelse se nedenfor.

Størrelse: Legger 10- 20 % overhead til meldingen over.

Overføringsfrekvens: Sendes ut hvert hele minutt. [12, Butler]

Hva skal Type 59 brukes til? Type 59 er proprietær så man vil ikke kunne vite helt eksakt hva denne meldingen inneholder. En vanlig GPS mottaker vil ikke forstå innholdet i Type 59, så tanken er da at man kobler en Virtuell Referanse Stasjon (VRS) til en WAP-telefon. Denne boksen er avhengig av standard RTCM formater og samtidig type 59. Til denne VRS'en kobles også GPS mottakeren og her foregår kommunikasjonen begge veier. GPS mottakeren forer VRS'en med posisjoner. På bakgrunn av oppgitt posisjon vil VRS optimalisere en standard RTCM melding for den posisjonen brukeren er i. GPS mottakeren vil således motta RTCM meldingstype 1, 2 og 3. Med denne korreksjonen vil brukeren forhåpentlig oppnå 20 – 30 centimeter nøyaktighet. [9, Opseth]

Hvor mange satellitter som er tilgjengelige varierer fra time til time, men maksimalt antall er for øyeblikket 12 satellitter samtidig. Det finnes perioder på dagen hvor antallet er helt nede i 5 satellitter.

Korreksjonene sendes for alle satellitter som taes ned. Korreksjonene som sendes ut baserer seg på GPS data mottatt fra alle referansestasjoner som finnes i SATREF nettverket. Over et så stort område er det mulig "å se" flere satellitter enn hva en enkelt mottaker gjør. Det distribueres korreksjoner for flere satellitter enn det antallet satellitter en enkelt bruker "ser" med sin mottaker.

7.7 Nøyaktighet

I dagens system vil oppnåelig nøyaktighet variere fra 1 til 4 meter avhengig av hvilken GPS mottaker man benytter og hvor i landet man befinner seg, blant annet avstand til referansestasjon. Det er forutsatt at man er i stand til å ta imot korreksjoner som er kringkastet via NRK P2, dette dreier seg om RTCM type 1 og 3 og systemet baserer seg på utsendelse av korreksjoner hvert tredje sekund [Kapittel: 2.5.2].

WAP-tjenesten skal ta i bruk RTCM Type 59 i tillegg til 1, 2 og 3, og sende ut med en overføringsfrekvens på 1 Hz og overføring frem til bruker i løpet av 1 sekund. Med dette systemet ser det ut til at man kan oppnå en nøyaktighet på 20 – 30 centimeter, avhengig av ionosfæreaktiviteten [9, Opseth]. Overføring hvert sekund (1 Hz) og overføring frem til bruker i løpet av 1 sekund.

Tabell 1: Sammenlikning av parametere for SATREF tjenesten i dag og WAP-tjenesten.

System	DGPS (FM/RDS)	DGPS (WAP)
Typer	RTCM 1 og 3	RTCM 1, 2, 3 og 59
Overføringsfrekvens	1/3 Hz	1 Hz
Nøyaktighet	1 meter	20 - 30 centimeter

7.8 Egenskaper tjenesten krever i WAP, telefoner og nettverk

- **Pålitelighet**
WAP og bærer må tilby en pålitelig tjeneste for overføringen grunnet de strenge kravene til forsinkelse i systemet.
- **Sanntid**
Tjenesten stiller krav til at nettverket er i stand til å sende korreksjoner når en oppdatering, det vil si en ny korreksjon, ankommer serveren.
- **Formater**
Man må fortrinnsvis kunne overføre formatet for korreksjonene, RTCM SC-104.
- **Grensesnitt**
Når det gjelder grensesnitt må telefonene være utstyrt med RS-232 grensesnitt.
- **Transparent data**
Tjenesten er avhengig av transparent data, det vil si en mulighet til å motta dataene i telefonen og sende det videre.

8 Drøfting

8.1 Innledning

Når man skal vurdere et system for overføring av korreksjoner er kvaliteten på dataene brukeren mottar meget viktig. I denne sammenheng vil kvaliteten på tjenesten være avhengig av egenskapene i WAP standarden. I forbindelse med overføringen av korreksjonene kan man se på kvaliteten på informasjonen brukeren vil få. For å vurdere denne kvaliteten må man se på dataenes verdi og relevans når de mottas av brukeren. Man vil ha en pålitelig tjeneste for overføringen som kan garantere at korreksjonene kommer frem som ventet.

I dette kapitlet skal jeg synliggjøre mulighetene og begrensningene som finnes i WAP og de andre teknologiene med påvirkning på systemet. Jeg vil peke på begrensninger i systemet i forhold til kravene og slik tjenesten er tenkt. Drøftingen tar utgangspunkt i nødvendige egenskaper i WAP for tjenesten [Kapittel: 7.8].

Under WAP i fremtiden [Kapittel: 6.2] har jeg beskrevet noen egenskaper i den nye versjonen, versjon 1.2, av WAP standarden. Disse egenskapene blir vurdert oppmot hvilke problemer de kan løse og hvilke muligheter de kan gi tjenesten. Hva kan de nye egenskapene tillegge av funksjon og muligheter for tjenesten? Kan de nye egenskapene forbedre tjenesten? Kan de nye egenskapene løse noen av problemene jeg har pekt på i forbindelse med dagens standard?

8.2 Tjenesten

8.2.1 Uthenting av data

Med tanke på hvordan tjenesten er tenkt og egenskapene i WAP er det ikke mulig å hente ut data slik det er tenkt. Siden korreksjonene blir sendt fra kontrollsentret må de legges ned i en database på serveren før man kan gjøre en forespørsel etter dataene [32, Walseth]. Dette tilfører et element i systemet som utgjør en tidsforsinkelse i overføringen.

I WAP er det ikke mulig å koble seg opp mot en linje og motta data til telefonen. Siden kontroll senteret sender ut data vil man være avhengig av en applikasjon/servlet som kontinuerlig leser av linjene og legger de i databaser for deretter, at man fra WAP-telefonen gjør en forespørsel etter data fra ønsket referansestasjon. Grunnen til at man må ha en slik prosess er at man i WAP ikke har push [Kapittel:]. WAP er som nevnt basert på pull prinsippet noe som krever en respons for hver respons man ønsker til telefonen. I neste WAP versjon (1.2) blir push implementert og dermed vil man ikke lenger være avhengig av å gjøre en forespørsel mot database men man vil kunne få data når det skjer en oppdatering.

8.2.2 Applikasjonen

Applikasjonen kan fremdeles være på samme måte men forskjellen vil være at punktene i listen peker på databasene der korreksjonene legges.

Når det gjelder en ny mulighet for applikasjonen, vil det i WAP standard 1.2 være definert egenskaper for lokasjonskontroll. Dette er en funksjon man kan tenke seg å benytte for å gjøre tjenesten mer brukervennlig. I forbindelse med denne tjenesten for SATREF er et av punktene

at man skal hente data fra den mest aktuelle referansestasjonen. Ved å innføre dette for denne tjenesten vil valgene av referansestasjon som brukeren må ta i dag ikke lenger være der. Å velge referansestasjon avhenger av at brukeren har kunnskap om hvor referansestasjonene befinner seg.

Dersom man innførte lokasjonskontroll og koblet lokalisering av telefonen ved hjelp av nettverket med en funksjon som beregnet hvor brukeren befant seg kunne prosessen med å velge referansestasjon foregå automatisk. Dette ville innebære at brukeren ikke lenger trenger å tenke på om han beveger seg over i dekningsområdet for en ny referansestasjon da nettverket vil håndtere dette.

Dette vil kanskje gjøre tjenesten litt tregere å starte opp siden man må lokaliseres først. Men jeg tror allikevel det vil spare tid for brukeren som ikke trenger å tenke på hvilken referansestasjon han er nærmest. I dag vil det være vanskelig å stille garantier for tjenesten til brukeren siden det er opp til abonnenten å velge referansestasjon. Man må da bestemme i hvilken avstand fra referansestasjonen som gir en bestemt nøyaktighet. Så må brukeren selv sørge for at han er innenfor den rekkevidden. Med lokasjonshåndtering kan nettverket gjøre dette og hele tiden holde brukeren innenfor den rekkevidden, med forbehold om den unøyaktigheten som finnes i posisjonen.

Brukeren, vil ikke bytte stasjon så lenge det går med den referansestasjonen han er koblet opp mot. Mens dersom nettverket kontrollerer vil det som sagt bytte så fort det finnes en som gir bedre nøyaktighet eller nøyaktighet innenfor satte krav.

8.3 Pålitelighet

Med pålitelighet menes at systemet kan garantere at dataene kommer frem når vi ønsker det. Det vi si at det innehar en form for "Quality of Service" noe som gjør at man kan sette krav til overføringen. En tjeneste som denne for SATREF er avhengig av en pålitelig tjeneste for overføring av korleksjonene. Dette gjelder pålitelighet både i bæreren og i datagram tjenesten, WDP, i WAP.

8.3.1 GSM

Bæreren for WAP er GSM CSD [Kapittel: 5.2.1]. GSM er et cellebasert system, noe som betyr hendelser som handover og roaming som igjen kan føre til tap av data. Et annet problem i forbindelse med denne bæreren er den variable forsinkelsen i nettverket samt at feltstyrken i senderne varierer og gir dårlig dekning i noen områder. For en tjeneste som denne er forsinkelse en av de viktigste faktorene og utelukker dermed GSM som noen ideell bærer. Tap av data og forsinkelse for en tjeneste som denne, forringer kvaliteten på tjenesten og nytte verdien for brukeren. Bærer tjenesten levert av GSM er ikke pålitelig og tilstrekkelig for tjenesten.

Dataene som skal overføres krever en båndbredde på 5000 bps [Kapittel: 7.5.1]. Det er lite sannsynlig at systemet vil takle en slik mengde med utsendelse av nye data hvert sekund. Dette problemet er vel det som ligger nærmest i å bli løst da nye teknologier ikke er langt fra å bli tatt i bruk og som har en betydelig forbedret overføringshastighet. Allikevel er det kanskje snakk om år også på dette området da det ikke er sikkert problemet er løst før 3G(UMTS).

Slike forhold er ikke egnet for denne tjenesten med så strenge krav til tidsforsinkelse og oppdateringsfrekvens.

Når det gjelder fremtiden på bærer området vil innføringen av GPRS medføre at bæreren blir pakkesvitsjet og en større båndbredde [Kapittel: 6.4.3]. Ved en pakkesvitsjet overføring kan pakkene ta forskjellige veier for å komme til samme destinasjon, noe som kan føre til tap av pakker, pakkesvitsjet teknologi har større sannsynlighet for tap enn en linjesvitsjet forbindelse [Kapittel: 6.5.2]. Dette gjør at den største fordelen med ny bærer vil være muligheten for overføring av mer data, men det at data kan gå tapt gjør at overføring av korreksjoner ikke vil være egnet.

8.3.2 WDP

Når det gjelder datagram tjenestene i WAP tilbys de av WDP. WDP gir ikke en pålitelig tjeneste [Kapittel: 4.2.4]. Data kan gå tapt og slik det fungerer i WAP i dag er at serveren trenger en bekreftelse fra WAP-telefonen om at dataen er kommet frem. Dersom den ikke får en bekreftelse regner den dataene som tapt og sender de på nytt. Selv med en tjeneste i WAP for tjenestekvalitet (QoS) basert på retransmisjon ville ikke det vært tilfredsstillende grunnet de strenge kravene til tidsforsinkelse for å oppnå den ønskede posisjonsnøyaktigheten. Og siden kravene ikke kan nås vil man få en tjeneste med liten verdi for brukeren.

8.4 Sanntid

Tjenesten stiller krav til at nettverket er i stand til å sende korreksjoner når en oppdatering, det vil si en ny korreksjon, ankommer serveren. Funksjonen for dette kalles for PUSH teknologi [Kapittel: 6.2.1]. Dette er en funksjon/egenskap som ikke er definert i versjonen av WAP standarden (det vil si versjon 1.1) som er implementert i nettverk og telefoner i dag [28, Kristensen].

I dag er WAP basert på PULL prinsippet [Kapittel: 6.2.1], med det menes at man er avhengig av å gjøre en forespørsel for hver respons man ønsker til telefonen. Noe som er grunnen til at dagens standard ikke er så brukervennlig som man skulle ønske. Det finnes mange tjenester som er avhengig av PUSH teknologi. Det ville bli særdeles tungvint for en bruker å måtte oppdatere hver gang han ville ha en ny korreksjon.

8.4.1 Push

Denne egenskapen er den som gjør at det grunnleggende kravet for en slik tjeneste blir adressert. Man vil være avhengig av at nettverket selv kan håndtere sanntidsdata, noe som blir mulig med denne funksjonen. Dette gjør at man ikke lenger trenger å gjøre en forespørsel for hver respons man ønsker til telefonen. Dette gjør at man i teorien skal kunne sende korreksjonene når de kommer til serveren. Om systemet takler en frekvens på 1 Hz vet man ikke, men sannsynligvis vil slike mengder data jamme nettverket.

8.4.2 Kringkasting

Med PUSH introduseres også kringkasting. De nye elementene, PUSH Proxy og PUSH Initiator, som innføres i nettverket kan håndtere multi-adressering. Dette gjøres ved at gatewayen modifierer og legger til adressen til de meldingene som er interessante for flere [Kapittel: 6.2.1]. For denne tjenesten må det være slik at brukeren abonnerer på tjenesten slik

at deres adresse ligger i gateway/server og når de da starter en applikasjon, man kan ikke ha det slik at abonnenten får tilsendt korreksjoner når telefonen slås på, det kan hende vedkommende skal bruke telefonen til noe annet. Denne applikasjonen må gi beskjed til nettverket om at abonnenten ønsker korreksjoner tilsendt og dermed legge adressen til i meldingene for den referansestasjonen.

8.5 Transparent data

Tjenesten var avhengig av at WAP var i stand til å overføre formater tilpasset tjenesten. I forbindelse med at dataene er kommet til terminalene er det en forutsetning at det gis mulighet for å videresende de til GPS mottakeren. I WAP standard 1.1 gis det ikke støtte for dette. Det er ikke mulig å hente noe fra minnet i telefonen og videresende dette ut på seriell utgang kompatibel med RS-232-C.

8.5.1 Format og applikasjon

Det som gjør at dette ikke er mulig er formatene og applikasjonene (bruker agentene) spesifisert i WAP. WAP standarden definerer primært to typer for overføring, wml og wmls. Dette er formater for browseren i telefonene definert i WAE [Kapittel: 4.1]. En browser sammen med en telefoni-agent er de eneste applikasjonene i telefonen.

En mulig løsning på problemet med formatet blir å definere en egen type som terminalen oppfatter og tolker som transparent data. Typene benyttet til dette er MIME (Multipurpose Internet Mail Extension) typer som må defineres av Internet Assigned Numbers Authority (IANA). For å opprette en ny MIME type må man sende inn en detaljert søknad til IANA (www.iana.org/cgi-bin/mediatypes.pl), denne blir vurdert av eksperter og dersom den er godkjent vil den normalt registreres innen tre uker [52, IANA]. I tillegg måtte denne typen bli tilpasset WAP og integrert i WAP standarden. Dette er trolig en mer omfattende prosess. I og med at dette mest sannsynlig er en omfattende prosess bør man på forhånd være klar over behovet og interessen for en slik tjeneste via WAP. En forutsetning for å gjøre dette vil være om de andre kravene som er stilt til distribusjon av korreksjoner blir oppfylt.

For at typen skal bli tolket riktig og håndtert på rette måten må en applikasjon som forstår typen defineres. En applikasjon i telefonen for denne spesielle typen data måtte kunne lese minnet og videresende. Dersom man skulle definere en ny type må man også vurdere den med hensyn på at man kan laste ned maks 1400 bytes (Nokia 7110) i telefonens minne.

8.5.2 Grensesnitt

Når det gjelder kravet til grensesnitt er de fleste telefonene utstyrt med muligheter for kommunikasjon via RS-232 grensesnitt [51, WAP.no].

8.6 Fremtidig arbeid med systemet

Jeg har konsentrert meg om WAP-domenet. Nettverks konfigurasjonen må vurderes dersom problemene i dag blir løst. Grensesnittet mellom kontroll senteret og WAP domenet blir her veldig viktig.

8.7 GPS

Under perioden for arbeidet med oppgaven ble den største feilkilden i GPS systemet fjernet. Clinton administrasjonen bestemte å fjerne Selective Availability (SA), som er signal forringelse av Global Positioning System (GPS) [Kapittel: 2.2.4].

Det vil gi brukerne fordeler som:

- Forbedringer i posisjons nøyaktighet.
- Mer riktig hastighet.
- Vil forbedre nøyaktigheten, men DGPS gir fortsatt bedre nøyaktighet.
- GPS mottakere vil automatisk justere seg etter denne fjerningen.

Fjerningen var effektiv fra midnatt, 1.mai, 2000 [46, Garmin].

Det medfører nye krav til systemet og muligens en endring i behovet og aktualiteten for WAP-tjenesten. Nøyaktigheten er forbedret betraktelig selv uten DGPS, men den vil fortsatt være bedre ved bruk av denne teknologien. Dessuten kan det være en fordel å designe system med mulighet for korrigering av denne feilkilden da den er kontrollert og ikke krevende å starte på nytt dersom behovet melder seg i fremtiden.

Det at denne feilkilden ble fjernet fører til at man får nye krav til systemet og at man kanskje ikke trenger samme overføringshastighet og samme krav til forsinkelse i systemet som tidligere. Man gjør for tiden undersøkelser i forbindelse med å finne optimal tid fra kontroll senteret til DGPS mottakeren samt unøyaktighetene ved visse forsinkelser [12, Butler].

9 Konklusjon

I denne hovedoppgaven har jeg presentert Statens Kartverks ønske om å kartlegge og undersøke mulighetene rundt overføring av korreksjonssignaler for differensiell GPS via WAP. Det er gjort rede for de ulike teknologiene i forbindelse med en slik tjeneste og vurdert hvordan det trådløse miljøet og WAP standarden setter begrensninger for en slik overføring. Samtidig er det sett på det videre arbeidet på de aktuelle områdene og hvilke endringer dette vil få for tjenesten.

Innhenting av informasjon til denne oppgaven har bydd på store problemer med å vite hvilken informasjon som er den gjeldende og sist oppdaterte når det gjelder WAP samt hvordan man skal tolke denne. Det har vært lite informasjon å finne om de aktuelle problemstillingene da det meste av informasjonen er konsentrert rundt utvikling av innenfor WML.

Overføringer i det trådløse miljøet via WAP er i dag basert på at man foretar en forespørsel per respons. Dette strider mot kravene fra Statens Kartverk om en tjeneste som leverer real-time data, der tiden fra kontrollserveret til DGPS mottakeren er viktig. En tidsforsinkelse gjennom systemet vil føre til en mindre nøyaktig posisjonsbestemmelse.

Teknologien er basert på Internett standarder og dette medfører at man mangler vesentlige forutsetninger for at en slik tjeneste skal kunne fungere tilfredsstillende. Dette gjelder for eksempel mangel på en pålitelig overføring i og med at transmisjon i WAP er basert på UDP, som er likt UDP i det tradisjonelle Internett. Dette er en best-effort tjeneste der det ikke finnes garantier for om meldingene kommer frem eller ikke. Og i og med at nøyaktigheten på posisjoneringen er veldig avhengig av at denne overføringen er til å stole på vil dette være lite egnet til dette formålet.

WAP spesifikasjonen definerer kun data for browseren i telefonen. Man vil derfor ikke være i stand til å få overført data til telefonen dersom den ikke er av en bestemt type, det vil si WML, som er tilpasset for visning i displayet. Derfor er konklusjonen at det ikke er mulig med "transparent" overføring av dataene noe som er en forutsetning for å få dataene over til DGPS mottakeren.

Slik WAP standarden fremstår i dag er ikke denne egnet for overføring av korreksjoner for DGPS.

Vi kan derfor konkludere med at kravene faller igjennom på flere ulike viktige områder og at de ikke er mulig å oppnå slik situasjonen er i dag på både WAP standarden, det underliggende nettverket og ikke minst terminalene.

Hvordan utviklingen vil gå for WAP standarden er for tidlig å si noe om da man vet for lite om de nye teknologiene som er under utvikling.

10 Referanser

10.1 SATREF og GPS

[1] SATREF

URL: <http://www.statkart.no/satref/info/innhold-n.html>

[2] RTCM recommended standards for differential NAVSTAR GPS service.
Version 2.0

[3] User Requirement Document for ORION (1999)
Krav spesifikasjon fra Statens Kartverk.
Geodetic Institute

[4] Hurn, Jeff (1993). *Differential GPS Explained: An exposé of the surprisingly simple principles behind today's most advanced positioning technology.*
Trimble Navigation Ltd.

[5] Hurn, Jeff (1989). *GPS A Guide to the Next Utility.*
Trimble Navigation Ltd.

[6] Parkinson, B. W. og Spilker Jr, J. J. (1996). *Global Positioning System: Theory and Application.* Volume I.
American Institute of Aeronautics and Astronautics, Inc. Washington, USA.

[7] Parkinson, B. W. og Spilker Jr, J. J. (1996). *Global Positioning System: Theory and Application.* Volume II.
American Institute of Aeronautics and Astronautics, Inc. Washington, USA.

[8] Hewlett Packard (1996). *GPS and Precision Timing Applications.*

[9] Statens Kartverk. Personlig meddelelse, januar - juni 2000

[10] Garmin , About GPS

URL: <http://www.garmin.com/aboutGPS>

[11] Federal Radionavigation Plan (1999)

URL: <http://www.navcen.uscg.mil/frp/default.htm>

[12] Butler, Bruce. Trimble, Personlig meddelelse.
Email: bruce_butler@trimble.com

10.2 WAP

[13] Wireless Application Protocol Forum, Ltd. (1999), *Wireless Application Protocol Architecture Specification*, 30. april 1999

URL: <http://www.wapforum.org> [Februar 2000]

[14] Wireless Application Protocol Forum, Ltd. (1999), *Wireless Application Environment Overview*, 4. november 1999

URL: <http://www.wapforum.org> [Februar 2000]

[15] Wireless Application Protocol Forum, Ltd. (1999), *Wireless Session Protocol*, 5. november 1999

URL: <http://www.wapforum.org> [Februar 2000]

[16] Wireless Application Protocol Forum, Ltd. (1999), *Wireless Transaction Protocol Specification*, 11. juni 1999

URL: <http://www.wapforum.org> [Februar 2000]

[17] Wireless Application Protocol Forum, Ltd. (1999), *Wireless Transport Layer Security Protocol*.

URL: <http://www.wapforum.org> [Februar 2000]

[18] Wireless Application Protocol Forum, Ltd. (1999), *Wireless Datagram Protocol Specification*.

URL: <http://www.wapforum.org> [Februar 2000]

[19] Wireless Application Protocol Forum, Ltd. (1999), *Wireless Control Message Protocol Specification*.

URL: <http://www.wapforum.org> [Februar 2000]

[20] Wireless Application Protocol Forum, Ltd. (1999), *WAP over GSM USSD Specification*.

URL: <http://www.wapforum.org> [Februar 2000]

[21] Wireless Application Protocol Forum, Ltd. (1999), *Push Architectural Overview Specification*.

URL: <http://www.wapforum.org> [Februar 2000]

[22] Wireless Application Protocol Forum, Ltd. (1999), *Wireless Telephony Application Specification*.

URL: <http://www.wapforum.org> [Februar 2000]

[23] Wireless Application Protocol Forum, Ltd. (1999), *Push Architectural Overview Specification*.

URL: <http://www.wapforum.org> [Februar 2000]

[24] Wireless Application Protocol Forum, Ltd. (1999), *WAP White Paper*.

URL: <http://www.wapforum.org> [Mars 2000]

[25] Stegavik, Harald og Saastad, Erik (1999). *Brukergrensesnitt, designretningslinjer for WAP applikasjoner*. Version 1.0, Telenor Mobil. [Mars 2000]

[26] Aslaksen, Erik (1999). *WAP – Wireless Application Protocol: Introduction*. Telenor Mobil. [Februar 2000]

[27] Aslaksen, Erik (2000). *Teknisk orientering fra WAP-forum; Hva vil fremtiden bringe?*, NORTIB WAP/SMS seminar mars 2000
URL: <http://utvikler.mobilinfo.com> [Mai 2000]

[28] Kristensen, Espen. Ericsson. Personlig meddelelse, februar - mai 2000.
Emailadresse: espen.kristensen@eto.ericsson.com

[29] WAP DEPLOYMENT FACT SHEET, februar 2000.
URL: http://www.motorola.se/wap/WAP_Deployment_Fact_Sheet_022000.doc [Mai 2000]

[30] Telenor, ukjent publiseringsdato.
URL: http://wap.telenor.no/go/docs/fase0/no/index.jsp?q='wh_wmlhtml' [Mai 2000]

[31] Aslaksen, Erik. Telenor. Personlig meddelelse, februar - mai 2000.
Emailadresse: erik.aslaksen@telenor.com

[32] Walseth, Tron. Telenor. Personlig meddelelse, mai - juni 2000.
Emailadresse: tron.walseth@telenor.com

[33] Nokia Wireless Software Solutions (1999). *Wireless Application Protocol – The Corporate Perspective*.
NOKIA GROUP, FINLAND

[34] Nokia, *WML Reference* (September 1999). Version 1.1
URL: www.forum.nokia.com

[35] Nokia, *WMLScript Reference* (September 1999). Version 1.1
URL: www.forum.nokia.com

[36] Mobic.com, (1999) *A developer's Introduction to WAP*.
URL: www.mobic.com

10.3 Bærer

[37] Bjugan, Vidar. *Innføring i GSM*. Notat i faget Mobil Radiokommunikasjon, HiA.

[38] GSMWorld, 1999. *Optimal WAP Bearer*.
URL: http://www.gsmworld.com/technology/wap_05.html

[39] Cai, Jian og Goodman, David J; Rutgers University (1997). **General Packet Radio Service in GSM (s 122-131)**, IEEE Communications Magazine.

[40] Brasche, Götz og Walke, Bernhard; Aachen University of Technology (1997). **Concepts, Services and Protocols of the New GSM Phase 2+ General Packet Radio Service (s 94-104)**, IEEE Communications Magazine.

[41] Grolms, Gabriela. **The role of Internet technology in UMTS**, Project I, Telenor R & D. 1999.
URL: <http://infotorg.fou.telenor.no/prosjekter/umts/> [August 1999]

- [42] Leskinen, T., Muhonen, A., (1998), ”*Opportunities and developments for GSM mobile data capabilities*”, SMG NEWS Special edition – 1998 GSM World congress, 10 –11.
- [43] UMTS Forum (1998). ”*The Path towards UMTS – Technologies for the information society*”. UMTS Forum Secretariat, Russel Square House, London UK
- [44] Rappaport, Theodore S. (1996), *Wireless communications, principles & practice*, prentice hall, New Jersey.
- [45] Peterson, Larry L. & Davie, Bruce S. (1996), *Computer networks, A Systems Approach*, Morgan Kaufmann Publishers, Inc., San Francisco, CA.

10.4 Diverse

- [46] Garmin, (2000). *Decision to discontinue SA announced, GPS Posistin Accuracy Increased*
URL: <http://www.garmin.com/whatsNew/announcements2000/announcements01.html>
- [47] ITavisen, (22.mai 2000). *Hver fjerde WAP-portal ikke brukbar*.
URL: <http://www.itavisen.no/art/1291447.html>
- [48] Wireless Application Protocol Forum, Ltd. (1999), *WAP GROWTH & POSITION*.
URL: <http://www.wapforum.org/faqs/index.htm> [Juni 2000]
- [49] Telenor Mobil, (1999). *Historisk og teknisk innføring i WAP*.
URL: <http://www.mobil.telenor.no/OmTelenor/nyheter/991007-v13.asp>
- [50] MobileGPRS.com, (1999). *An Introduction to GPRS*.
URL: <http://www.mobilegprs.com>
- [51] WAP.no. *Produkter*.
URL: <http://www.wap.no/linker.html#produkter>
- [52] IANA. Personlig meddelelse, juni 2000.
Email: iana@iana.org

Forkortelser

DGPS	Differensiell Global Positioning System
GPS	Global Positioning System
GPRS	General Packet Radio Service
HTML	HyperText Markup Language
HTTP	HyperText Transport Protocol
NAVSTAR	Navigation System with Time and Ranging
PI	Push Initiator
PPG	Push Proxy Gateway
SA	Selective Availability
SMS	Short Message Service
SIA	Session Initiation Application
TCP/IP	Transmission Control Protocol/Internet Protocol
TLS	Transport Layer Security
UMTS	Universal Mobile Telecommunication System
UDP	User Datagram Protocol
URL	Uniform Resource Locator
VRS	Virtuell Referanse Stasjon
WAE	Wireless Application Environment
WAP	Wireless Application Protocol
WCMP	Wireless Control Message Protocol
WDP	Wireless Datagram Protocol
WML	Wireless Markup Language
WML	Wireless Markup Language Script
WSP	Wireless Session Protocol
WTA	Wireless Telephony Application
WTAI	Wireless Telephony Application Interface
WTLS	Wireless Transport Layer Security
WTP	Wireless Transaction Protocol
WWW	World Wide Web
XHTML	Exstensive Hyper-Text Markup Language
XML	Extensible Markup Language