NTNU
Det skapende universitet

Forretningsmodeller for trådløsutbygging langs vei

Bjørn-Viggo Hagan

Master i kommunikasjonsteknologi
Oppgaven levert: Juni 2007
Hovedveileder: Steinar Andresen, ITEM

Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet
Institutt for telematikk

Oppgavetekst

Skal utarbeide forretningsmodeller for trådløse kommunikasjonssystemer langs vei. Vil her fokusere på kommunikasjon med kjøretøy i fart (CALM), vei-instrumentering, samt styring, regulering og overvåkning for gatebelysning. Betrakter også synergieffekter og mulige løsninger for utbygging.

Oppgaven gitt: 17. januar 2007
Hovedveileder: Steinar Andresen, ITEM

Forretningsmodeller for trådløsutbygging langs vei

Bjørn-Viggo Hagan

Institutt for telematikk
Fakultet for informasjonsteknologi, matematikk og elektroteknikk
Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet

Vår 2007

NTNU
Det skapende universitet

Forord

Denne rapporten er utarbeidet i forbindelse med masteroppgaven "Forretningsmodeller for trådløsutbygging langs vei", som ble gjennomført ved Institutt for telematikk ved Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet (NTNU) våren 2007.

Masteroppgaven er en videreføring av fordypningsoppgaven "Trådløst nett via lyktestolper", som jeg sammen med Eivind Greve Aubert arbeidet med høsten 2006. Grunnlaget for denne rapporten er kunnskap tilegnet gjennom møter og samtaler, mailutvekslinger, tidligere undervisning, samt relatert stoff funnet på internett.

Jeg vil spesielt takke min veileder Steinar Andresen, som har bidratt med konstruktive innspill og satt meg i forbindelse med relevante kontakter. Jeg vil også takke min medstudent Eivind Greve Aubert for godt samarbeid under vår fordypningsoppgave i høst, samt nyttige diskusjoner underveis i masteroppgaven. I tillegg vil jeg takke alle andre som har bidratt.

Jeg håper denne oppgaven kan være til nytte for fremtidig arbeid innen lignende tema.

Trondheim 14.06.07

Bjørn-Viggo Hagan

Sammendrag

Utviklingen av trådløse teknologier gir opphav til stadig flere bruksområder. I denne oppgaven har jeg sett på tre av dem, nemlig kommunikasjon med kjøretøy i fart, SRO for veibelysning og vei-instrumentering. For hvert bruksområde har jeg utarbeidet forretningsmodeller basert på Alexander Osterwalders ontologi. En forretningsmodell er en konseptuell fremstilling av en virksomhet, og er ment å gi en lettfattelig, men likevel detaljert oversikt med mål om å gjøre det lettere å oppnå økonomisk gevinst.

CALM er et sett av standarder under utvikling, og har som formål å støtte trådløs kommunikasjon mellom kjøretøy og infrastruktur langs veikanten. Implementert i bilen med blant annet router, sensorer, CPU og interface vil CALM kunne tilby en rekke tjenester innenfor sikkerhet, informasjon og underholdning. Dermed kan sjåfører og passasjerer blant mye annet advares mot trafikkfarlige forhold, ledes til nærmeste ledige parkeringsplass eller surfe på internett. CALM kan gi store inntekter fra salg av både sikkerhetsmessige og kommersielle tjenester, samt bidra til en betydelig ulykkesreduksjon langs veiene.

Styring, regulering og overvåkning (SRO) for intelligent veibelysning er en nyvinning som kan medføre store besparelser i forbindelse med drift og vedlikehold av veibelysningsanlegg. Blant annet kan det realiseres dimming av lys, kontinuerlig overvåkning av anlegg, automatisk genererte feilmeldinger, med mer - hvor alt bidrar til mer effektivt energiforbruk. Et problemområde i denne sammenhengen er kommunikasjon, hvor tilstedeværelsen av et trådløst datanettverk gir muligheten for hurtig signaloverføring og god kapasitet. Både for eiere og driftsansvarlige for veilysanleggene er dette interessant, og begge parter kan oppnå besparelser.

Vei-instrumentering er en fellesbetegnelse for bruk av automatisert verktøy langs vei, som for eksempel trafikklys, fotobokser eller lystavler. Mange slike instrumenter krever forbindelse med en sentral, noe som ofte skaper problemer der det ikke er umiddelbar nettverkstilgang. Trådløs kommunikasjon fremstår som en ideell løsning på disse vanskelighetene, og vil gjøre det vesentlig mindre komplisert å installere nytt utstyr. Økt bruk av vei-instrumentering kan blant annet bidra til informasjonsdeling, trafikkovervåkning, forbedret flyt i trafikken og økt trafikksikkerhet. Incentivene for dette er at Statens Vegvesen gjerne ønsker å yte trafikantene bedre service, samt redusere antallet ulykker.

Da både utbygging og drift av eventuelle trådløse nettverk langs veier vil være ressurskrevende og kostbart, er det en naturlig fordel at det eksisterer flere mulige bruksområder. Et felles nettverk gjør at kostnader og risiko kan fordeles, og felles mekanismer for backup og sikkerhet kan benyttes. Videre er det enkelt å dele in-

formasjon ved bruk av felles ressurser, for eksempel ved at et overvåkningsanlegg rapporterer informasjon som er relevant både for belysningsbehov, informasjonstjenester i CALM, samt til bruk på lystavler langs veien.

Av aktuelle teknologier for aksessnettet fremstår WLAN ved bruk av Wi-Fi som et alternativ som vil kunne gi gode overføringshastigheter og høy kapasitet, og i tillegg lett kan designes for å tilpasse bruksbehovene best mulig. Eventuelt kan Wi-Fi komplementeres med billigere utbygging av mobilteknologier i mindre tettbebygde strøk. En potensiell realisering vil være å plassere aksesspunkter i en viss andel lyktestolper langs veien, med mating fra fibernettverk eller Wi-MAX via radiolinker i stolpene. For videre kommunikasjon til belysningen i hver eneste stolpe er power line communication en potensiell løsning. Finansiering av utbyggingen vil komme på store beløp, men med de store samfunnsøkonomiske fordelene som kan oppnås er det grunn til å tro at det offentlige vil være interessert i å bidra med tunge investeringer. Uansett er det ingen tvil om at trådløse nettverk langs veier er et konsept som vil bli spennende å følge i årene som kommer.

Innhold

Forord **ii**

Sammendrag **iii**

1 Innledning **1**

2 Begreper og forkortelser **3**

2.1 Standarder for WLAN 5

3 Forretningsmodeller **9**

3.1 Hva en forretningsmodell er 9

3.2 Forretningsmodellers nytte 10

3.3 Osterwalders forretningsmodell 11

4 Forretningsmodeller for trådløse nettverk langs veier **13**

4.1 Trådløse nettverk langs veier 14

4.1.1 Produkt 15

4.1.2 Customer interface 15

4.1.3 Infrastructure management 16

4.1.4 Økonomi 16

4.2 CALM 17

4.2.1 Produkt 18

4.2.2 Customer interface 25
4.2.3 Infrastructure management 28
4.2.4 Økonomi 31
4.2.5 Aktører 36
4.3 SRO for veibelysning 37
4.3.1 Produkt 38
4.3.2 Customer interface 45
4.3.3 Infrastructure management 46
4.3.4 Økonomi 49
4.3.5 Aktører 52
4.4 Vei-instrumentering 52
4.4.1 Produkt 53
4.4.2 Customer interface 59
4.4.3 Infrastructure management 60
4.4.4 Økonomi 62
4.4.5 Inntekter 62
4.4.6 Kostnader 64
4.4.7 Aktører 65

5 Synergieffekter 66
5.1 Infrastruktur 66
5.1.1 Utbygging 67
5.1.2 Drift og vedlikehold 67
5.1.3 Utvikling 67
5.2 Felles utnyttelse av nettkomponenter 68
5.3 Ulemper med felles ressurser 69

6 Utbygging av trådløst nettverk **71**

6.1 Hvorfor vi ønsker WLAN langs veier 71

6.2 Utbygging for trådløs kommunikasjon til lyktestolper 74

6.2.1 Løsning inni stolpene 75

6.3 Kommunikasjon til alle lyktestolper 77

6.4 Økonomi 78

6.4.1 Finansiering 80

7 Konklusjon **82**

8 Videre utvikling **84**

Bibliografi **85**

Figurliste **88**

A Detaljer i Osterwalders forretningsmodell **I**

A.1 Produkt II

A.1.1 Verditilbud (Value proposition) II

A.1.2 Tilbud (Offering) III

A.2 Customer interface IV

A.2.1 Kunde (Target customer) IV

A.2.2 Kriterie IV

A.2.3 Distribusjonskanal V

A.2.4 Link V

A.2.5 Kunderelasjon V

A.2.6 Mekanisme VI

A.3 Infrastructure management VI

A.3.1 Evne (Capability) VII

A.3.2 Ressurs VII
A.3.3 Verdikonfigurasjon (Value configuration) VII
A.3.4 Aktivitet VIII
A.3.5 Kompaniskap (Partnership) IX
A.3.6 Avtale (Agreement) IX
A.4 Økonomi (Financial aspects) X
A.4.1 Inntektsmodell (Revenue model) X
A.4.2 Inntektsstrømmer og prissetting (Revenue stream and pricing) X
A.4.3 Kostnadsstruktur (Cost structure) XI
A.4.4 Konto (Account) XII
A.4.5 Profitt XII
A.5 Aktør XII

B The CALM Handbook **XIII**

Kapittel 1

Innledning

Det heter seg at fremtiden er trådløs, og med den teknologiske utviklingen som har funnet sted i de senere år kommer vi hele tiden nærmere denne fremtiden. Bedre kapasitet, høyere hastigheter og til dels lengre rekkevidde gjør at WLAN egner seg stadig bedre som bredbånds aksessnett. Som en følge av dette ser vi en økende tendens til at byer ønsker å bygge ut soner for trådløs aksess i det offentlige, noe som blant annet har funnet sted i Trondheim. Slike WLAN gir opphav til nye tjenester, og stimulerer til innovasjon. Samtidig ser vi også en økning i tjenester for mobiltelefoner, særlig innenfor multimedia. Dette, i tillegg til et stadig større behov for kontinuerlig internettaksess, gjør utvikling av trådløse teknologier og tjenester svært attraktivt.

Kombinasjonen av teknologisk utvikling og økning i antall tjenester gjør at stadig flere åpner øynene for trådløs kommunikasjon, og ønsker å delta i utviklingen. Nye bruksområder gir nye markeder, med muligheter for både økonomisk gevinst og samfunnsmessig nytte. Det er nettopp dette som er fokus i denne masteroppgaven, som tar for seg tre nye bruksområder ved utbygging av trådløse nettverk langs vei. Disse inkluderer trådløs kommunikasjon med kjøretøy i fart og med installasjoner langs veikanten.

Denne rapporten er delt opp som følger. I kapittel 2 forklares en del begreper og forkortelser brukt i teksten. Kapittel 3 beskriver forretningsmodeller og deres nytte, med en kort gjennomgang av modellen til Alexander Osterwalder. En mer detaljert fremstilling av modellen er gitt i eget vedlegg. I kapittel 4 presenteres forretningsmodellene for trådløse nettverk langs vei, med Osterwalders modell som referanse. Innledningsvis beskrives nettverket som helhet, før tre bruksområder, henholdsvis CALM, SRO for veibelysning og vei-instrumentering, fremlegges i hver sin modell. For alle de tre modellene er det lagt stor vekt på å presentere produktene som til-

bys, men viktige aspekter som målkunder, interne egenskaper og samarbeid, samt økonomi, er også tatt med.

I kapittel 5 forsøker jeg å se på synergieffekter ved utbygging og bruk av trådløse datanettverk langs vei. Her ser jeg på fordeler ved bruk av felles infrastruktur, både i utbyggingsfasen og for drift, vedlikehold og utvikling. I tillegg har jeg kommet med forslag til felles utnyttelser av ulike komponenter i nettverket. Noen potensielle ulemper med felles ressurser er også beskrevet. Videre inneholder kapittel 6 en vurdering av selve utbyggingen, med argumenter for hvorfor man kan ønske seg WLAN-utbygging, litt om hvordan den i praksis kan realiseres, samt hvilke kostnader man kan se for seg. Avslutningsvis følger en konklusjon, samt noen ord om videre utvikling.

Kapittel 2

Begreper og forkortelser

Dette kapitlet inneholder beskrivelser av en del viktige uttrykk og forkortelser som er benyttet i teksten, og som er nødvendig for den generelle forståelsen av rapporten. Andre begrep som kan by på misforståelser skal være forklart der de forekommer.

CALM / CVIS. CALM (Continuous Air-interface Long and Medium range)[3] og CVIS (Cooperative Vehicle-Infrastructure System) er to akronymer som ofte blandes ved beskrivelse av den samme teknologien. CALM inkluderer arkitektur og et sett av standarder for trådløs kommunikasjon med kjøretøy i fart. Denne kommunikasjonen kan skje ved hjelp av flere ulike medier, deriblant GPRS, WiFi og infrarød. CALM muliggjør dermed en rekke tjenester for ITS.

CVIS[4] er et samarbeidsprosjekt i EU, hvor en rekke europeiske bedrifter har gått sammen for å designe, utvikle og teste teknologier som kreves for å tillate kjøretøy å kommunisere med hverandre og med infrastruktur langs veien. CVIS er ment å utgjøre et helhetlig system som danner rammeverket for produkter og tjenester innen ITS, basert på trådløse teknologier. Prosjektet er delt opp i fire arbeidsområder, hvor et av dem er kommunikasjon og nettoppbygging. Denne delen baserer seg på CALMs standarder, og utgjør dermed sammenhengen mellom CALM og CVIS.

I praksis omtales produkter og tjenester basert på de nye standardene for ITS-tjenester både som CALM og CVIS. **For å unngå unødvendig forvirring har jeg utelukkende valgt å bruke CALM i denne oppgaven.** En nærmere beskrivelse av produkter og tjenester finnes i forretningsmodellen i kapittel 4.2, mens en mer teknisk beskrivelse av arkitektur og funksjonalitet for kommunikasjonsløsninger er omtalt i eget vedlegg - The CALM Handbook.

GPRS (General Packet Radio Service)[8]. En pakkebasert tjeneste for dataoverføring over mobilnett, hvor man betaler for overført mengde data. Brukes typisk for tjenester som SMS, MMS, WAP, web-surfing og mail. Standard GPRS opererer med relativt lave hastigheter (opptil 80 kbit/s), mens den nye utvidelsen EDGE kan oppnå akseptable 236,8 kbit/s.

HSPA (High-Speed Packet Access)[9]. En samling protokoller som er ment å forbedre ytelsen til eksisterende UMTS-protokoller. Vil gi vesentlig bedre overføringskapasitet i mobilnettene. Foreløpig er teoretisk båndbredde 5,76 Mbit/s for uplink og 14,4 Mbit/s for downlink, men når protokollene er ferdig utviklet er det tenkt at disse tallene skal være på henholdsvis 50 og 100 Mbit/s. Dette vil gi muligheter for en kraftig utvidelse i bruk av 3G-tjenester til mobiltelefoner.

Intelligent veibelysning. Fellesbetegnelse på nye veibelysningssystemer med lavere energiforbruk og reduserte kostnader til drift og vedlikehold. Dette kan gjennomføres ved bruk av lyspærer med lavere strømforbruk, dimming av lys, fleksibel tenning og automatiske varslingssystemer. Presise målinger av strømforbruket kan dessuten oppnås, noe som ikke er tilfelle med eksisterende belysningsanlegg.

ITS (Intelligent Transportation Systems)[12]. Fellesbetegnelse for en rekke kommunikasjonsbaserte teknologier integrert i infrastruktur for transport. Flere ITS-tjenester har eksistert lenge, for eksempel styring av filer på veier med flere felt, og trådløse bompengesystemer. I nærmeste fremtid ventes det en stor økning av nye og mer avanserte tjenester basert på trådløs kommunikasjon mellom biler i fart, og mellom bilene og aksesspunkter langs veikanten. Disse er tenkt å benytte plattformen gitt av CALM. Hovedmotivet for utviklingen av ITS er sikkerhet, men flere nyttefunksjoner og underholdningstjenester vil også komme. Planlagte ITS-tjenester omfatter blant annet distribusjon av trafikkinformasjon, karttjenester, kollisjonsunngåelse, trafikkstyring og multimedia for kjøretøy.

Power line communication. Power line communication[15] er en fellesbetegnelse for flere teknologier som tillater kommunikasjon via strømledninger. Den kanskje mest interessante av disse er Broadband over Power Lines (BPL), som er under utvikling, og er ment å kunne gi gode overføringshastigheter for datatrafikk gjennom strømnettet. Det som gjør dette svært spennende er at eksisterende infrastruktur kan benyttes, hvilket gjør utbyggingskostnadene svært lave. Det finnes foreløpig ingen ferdigstilte standarder, men BPL er allerede tatt i bruk flere steder. Per i dag finnes produkter med en teoretisk øvre grense på 200 Mbit/s (men med betydelig

lavere reell throughput), men nye systemer viser potensiale til å overgå 1 Gbit/s. Power line communication kan etter hvert vise seg å bli aktuelt som matenett for WiFi aksesspunkter, og kan også benyttes som kommunikasjon for styringssystemer for veibelysning. Det gjenstår likevel en del utvikling, og blant annet må potensielt forstyrrende støy i strømledningene håndteres.

QoS (Quality of Service)[16]. Innebærer at ulike strømmer med datapakker kan få ulik prioritet, eller garanti for at en datastrøm oppfyller visse kriterier med hensyn på service. Parametre som kan inngå i QoS er overføringshastighet, forsinkelser, feilhyppighet, og så videre. For å muliggjøre QoS kreves kontrollmekanismer som overvåker dataflyten i et nettverk. Avtaler om QoS stadfestes ofte gjennom en SLA.

SLA (Service Level Agreement)[17]. Del av en kontrakt mellom to parter der servicenivået er formelt definert. Partene er typisk en tjenesteleverandør og en kunde, og innholdet i kontrakten går på hvilke tjenester som skal leveres, oppetid, garantier, responstider, og lignende.

SRO. Styring, regulering og overvåkning av automatiserte instrumenter. I denne rapporten er SRO for veibelysning omtalt i kapittel 4.3.

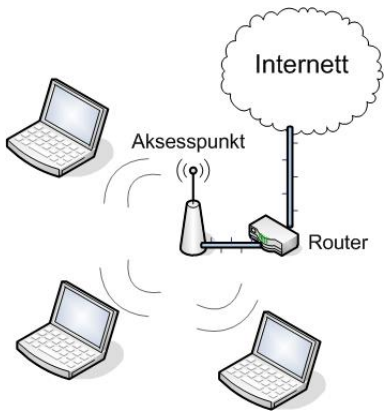
UMTS (Universal Mobile Telecommunications System)[19]. UMTS er en tredjegenerasjons teknologi for mobiltelefoner, og en forbedring av den veletablerte GSM-teknologien. Kombinasjoner av CDMA (Wideband Code Division Multiple Access) benyttes for kontroll av medieaksess, og muliggjør foreløpig en ytelse på 384 kbit/s. UMTS er for tiden under utbygging i store deler av verden, og cirka 80 prosent av den norske befolkningen har tilgang på teknologien.

Vei-instrumentering. Fellesbetegnelse for bruk av automatiserte instrumenter tilknyttet trafikken. Beskrevet i kapittel 4.4.

2.1 Standarder for WLAN

WLAN (Wireless Local Area Network)[23]. WLAN er en trådløs sammenkobling mellom to eller flere datamaskiner. WLAN bruker radiokommunikasjon for å oppnå samme funksjonalitet som et vanlig LAN. Enheter i et WLAN kan kommunisere

enten via et aksesspunkt (som vist i figur 2.1) eller direkte med hverandre. En oversikt over standardene for WLAN er gitt i figur 2.2.



Figur 2.1: WLAN-løsning med felles aksesspunkt

WiFi (Wireless Fidelity)[20]. Er et sett av standarder for trådløs kommunikasjon mellom elektroniske enheter, og beskriver den underliggende teknologien for WLAN. En WiFi-enhet kan koble seg til et nettverk når den er i nærheten av et aksesspunkt. Dekningsområdet for et eller flere aksesspunkter kalles gjerne for hotspot. Dagens aksesspunktene for WiFi har en ganske begrenset rekkevidde. Med relativt fri sikt dekkes gjerne et hundretalls meter utendørs, og opp til 50 meter innendørs. Dette avhenger imidlertid i stor grad av antenner, dekningssektor, fysiske hindringer og ønsket båndbredde. Andre ankepunkter mot WiFi er begrenset grad av sikkerhet, og dårlig håndtering av mange samtidige brukere. Det siste skyldes at brukere må konkurrere om ressurstildeling hver eneste gang de har behov for å sende data, hvorpå de som befinner seg lengst unna aksesspunktet gjerne blir avvist dersom det er for mange som henvender seg til samme tid. Dette gjør igjen at det er vanskelig å tilfredsstille krav til tjenestekvalitet. Forbedringer er likevel ventet å komme. Standardene innenfor WiFi er gitt av 802.11-serien, hvor de vanligste i bruk nå er 802.11a, 802.11b og 802.11g.

802.11a. 802.11a[10] benytter seg av 5GHz-båndet, og ved hjelp av OFDM (orthogonal frequency-division multiplexing) gir den en teoretisk båndbredde på 54 Mbit/s, med realistisk overføring på rundt 25 Mbit/s. 802.11a har tolv ikke-overlappende kanaler, hvorav åtte er dedikert til innendørsbruk, og fire punkt-til-punkt. Bruken av 5GHz-båndet er gunstig med tanke på at det ikke har så store støyproblemer, men til gjengjeld krever den høye frekvensen at man har tilnærmet fri sikt. Rekkevidden er heller ikke den beste.

802.11b. 802.11b[10] bruker 2,4 GHz-båndet. For kontroll av medieaksess benyttes CSMA/CA (Carrier Sense Multiple Access With Collision Avoidance). I forhold til 802.11a har 802.11b dårligere båndbredde, typisk rundt 6,5 Mbit/s av et teoretisk maksimum på 11 Mbit/s. Til gjengjeld er rekkevidden vesentlig bedre, for punkt-til-punkt kan den være på flere kilometer. 802.11b brukes likevel mest som punkt-til-multipunkt, fordi den lave frekvensen gjør at 802.11b ikke er så avhengig av fri sikt som 802.11a. Det aktuelle frekvensområdet er imidlertid svært utsatt for støy, blant annet fra andre aksesspunkter, mikrobølgeovner og kilder som bruker Bluetooth.

Standard	Utgitt	Teknologi	Rekkevidde	Båndbredde		Frekvensbånd	Mobilitet
				Teoretisk	Typisk		
802.11a	1999	WiFi	30-500 m	54 Mbit/s	25 Mbit/s	5 GHz	Nei
802.11b	1999	WiFi	50-500 m	11 Mbit/s	6,5 Mbit/s	2,4 GHz	Nei
802.11g	2003	WiFi	30-500 m	54 Mbit/s	25 Mbit/s	2,4 GHz	Nei
802.11n	2007*	WiFi	50-500 m	540 Mbit/s	200 Mbit/s	2,4 og 5 GHz	Nei
802.11p	2008*	WiFi	1 km	54 Mbit/s	25 Mbit/s	5,9 GHz	Ja
802.16d	2004	WiMAX	5-100 km	75 Mbit/s	40 Mbit/s	2-11 GHz	Nei
802.16e	2005	WiMAX	5-100 km	75 Mbit/s	40 Mbit/s	2-6 GHz	Ja

Figur 2.2: Oversikt over standarder for WLAN. Tallene for rekkevidde og båndbredde avhenger av mange forhold, og vil i mange tilfeller være vesentlig lavere enn angitte maksimalverdier.

802.11g. 802.11g[10] opererer i 2,4 GHz-båndet, benytter OFDM, og er en forbedring av 802.11b i form av høyere båndbredde. Overføringshastighetene er som i 802.11a, med teoretisk grense på 54 Mbit/s, og typisk praktisk grense på 25 Mbit/s. Rekkevidden er omtrent like god som for 802.11b, men båndbredden avtar i større grad etter hvert som avstandene blir store. Utstyr for 802.11g er kompatibelt med utstyr for 802.11b.

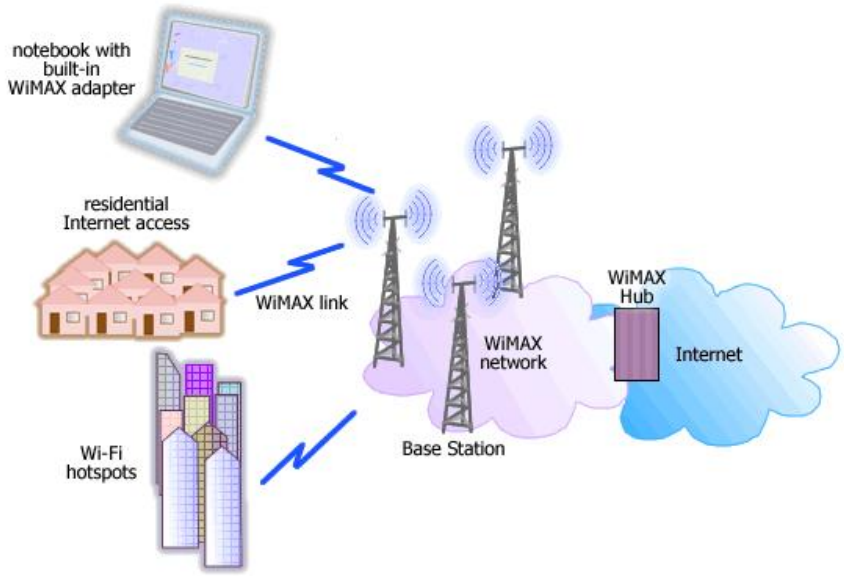
802.11n. 802.11n[10] er en standard under utvikling. 802.11n vil kunne bruke både 2,4 og 5 GHz-båndene, og er ment å gi langt bedre ytelse i form av en økt båndbredde med øvre teoretisk grense på cirka 250 Mbit/s. Standarden vil benytte et system med flere antenner og MIMO (multiple-input multiple-output), som gjør at flere signaler kan sendes og mottas samtidig. Rekkevidden skal også bli noe forbedret.

802.11p / WAVE. 802.11p[22], også kalt CALM M5 eller WAVE (Wireless Access for the Vehicular Environment), er en den mobile versjonen av WiFi-standarden 802.11 for støtte av ITS-applikasjoner. Dette vil si at 802.11p kan brukes for å

kommunisere med kjøretøy i fart. For CALM ligger det an til at 802.11p blir brukt som grunnlag for det generelle kommunikasjonsmediet, CALM M5.

WiMAX (Worldwide Interoperability for Microwave Access)[21, 24]. Implementasjonen av 802.16, en standard for trådløs høyhastighets datakommunikasjon. Denne kan være både punkt-til-punkt og punkt-til-flerpunkt. WiMAX har større båndbredde og rekkevidde enn WiFi, opptil 50-100 km på steder med fri sikt. Også steder uten fri sikt kan det oppnås god dekning, men hindringer som granskog kan stoppe signalene helt. WiMAX tilbyr større grad av sikkerhet enn WiFi, og håndterer ressursfordeling på en bedre måte. Dette ved at brukere får tildelt en fast ressurs ved første henvendelse, og denne varieres etter behovene som viser seg. Slik opprettholdes en kontinuerlig forbindelse, noe som garanterer brukeren aksess og gjør det lettere å sikre tjenestekvalitet for båndbredde, forsinkelse, sikkerhet og lignende. I tilfeller hvor alle nettverksressurser er fordelt vil nye henvendelser bli avvist. Dette sikrer stabilitet i nettet.

WiMAX kan være et alternativ som bredbånds aksessnett, ved at man via basestasjoner gir brukerne trådløs bredbåndsdekning. Installasjonskostnadene her vil være svært små i forhold til kabel og DSL, siden man slipper å grave ned kabler. WiMAX er også velegnet til å forbinde flere LAN eller WiFi hotspots med hverandre og til internett. Den faste standarden for WiMAX er 802.16d, mens 802.16e er en utvidelse for støtte av mobilitet. Figur 2.3 illustrerer bruk av WiMAX.



Figur 2.3: Eksempel på bruk av WiMAX

Kapittel 3

Forretningsmodeller

3.1 Hva en forretningsmodell er

Begrepet forretningsmodell er relativt ferskt, og var ikke særlig vanlig i bruk før i 1990-årene[30]. Siden den gang har flere forfattere forsøkt å definere uttrykket, og flere ulike tolkninger har dukket opp. Osterwalder (2004)[29] begynner sin forklaring med å trekke inn betydningen av ordene "forretning" og "modell":

- Forretning vil si en aktivitet hvor varer eller tjenester kjøpes og selges for å tjene penger.
- En modell er en forenklet representasjon eller beskrivelse av noe.

Kombinert innebærer dette at en forretningsmodell er en forenklet representasjon av hvordan et selskap kjøper og selger varer og tjenester med et mål om å tjene penger. Denne definisjonen er utilstrekkelig, men felles for de fleste forklaringer som finnes for uttrykket. For en mer utfyllende beskrivelse er definisjonen til Osterwalder, Pigneur og Tucci (2005)[30] blant de mest anerkjente:

"En forretningsmodell er et konseptuelt verktøy som inneholder et sett av elementer og deres forbindelser, og som skal uttrykke forretningslogikken for en bedrift. Det er en beskrivelse av verdien et selskap tilbyr ett eller flere kundesegmenter, samt arkitekturen til bedriften og dets nettverk av samarbeidspartnere for å skape, markedsføre og levere denne verdien og tilhørende kapital, med det formål å generere lønnsomme og bærekraftige inntektsstrømmer."

Kort sagt kan vi si at en forretningsmodell gir en oversiktlig oppdeling av en virksomhet, hvor alle komponenter som har en innvirkning på den totale forretningen

tas med. Osterwalder fortsetter videre med å skille forretningsmodeller fra strategi. Strategier går på visjoner og mål, mens forretningsmodeller gjenspeiler strategien i elementer og forbindelser for logikken bak hvordan selskapet tjener penger. Forretningsmodeller skiller seg også fra bedriftens interne prosesser, hvor organisering og arbeidsflyt inngår. Disse prosessene er den praktiske realiseringen av forretningsmodellen.

3.2 Forretningsmodellers nytte

Den kraftige veksten innenfor IKT, og spesielt internett, har redusert kostnader for koordinasjon og transaksjon. Dette har gitt en stor økning i bedrifters mulige forretningskonfigurasjoner, med blant annet ulike samarbeidsformer, flere potensielle distribusjonskanaler, økt interaksjon med kunder og delte inntektsstrømmer. Et økt antall interessenter og konfigurasjonsmuligheter gir imidlertid også større kompleksitet, og det blir derfor også vanskeligere for en bedrift å holde oversikt over alle detaljer og sammenhenger. IKT kjennetegnes dessuten av innovasjon, hurtige endringer og stor usikkerhet. Nye teknologier dukker stadig opp, produktenes levetid er kortet ned, og globale markeder gir økt konkurranse. Alt dette stiller høye krav til oversikt og tilpasningsevne.

Forretningsmodellen kan i denne sammenhengen være et nyttig verktøy. Den er ment å gi en forenklet representasjon av en bedrifts forretningsdrift. Noen av de viktigste egenskapene til en forretningsmodell er:

- Den fungerer som et felles språk for alle interessenter. Den er lettforståelig, og gjør ikke minst at alle får den samme forståelsen for ting. Dette gjør igjen at kommunikasjon forenkles.
- Visualisering i seg selv gjør det enklere for mennesker å håndtere informasjon, særlig etter hvert som kompleksiteten økes.
- Selve utarbeidelsen av forretningsmodellene forbedrer forståelsen av forretningsdriften til et firma. Viktige aspekter og forbindelser tilknyttet forretningsvirksomheten blir lett synliggjort.
- Når forretningen splittes opp i de enkelte elementer kan områder med forbedringspotensiale lettere identifiseres. Utviklingen på spesifikke felt kan dessuten følges over tid.
- Forretningsmodeller kan brukes som grunnlag for å sammenligne bedrifter. Forskjeller kommer lett frem når like modeller benyttes for å beskrive virksomhetene.

- Siden forretningsmodeller bidrar til forbedret kommunikasjon og forståelse vil ledere og ansatte i bedrifter være bedre informerte, og de er av den grunn bedre rustet til å ta gode beslutninger.
- Designere av forretningsmodeller kan lett endre på enkelte elementer i modellen. Dette er svært nyttig for å tilpasse seg markeder preget av endringer og usikkerhet.

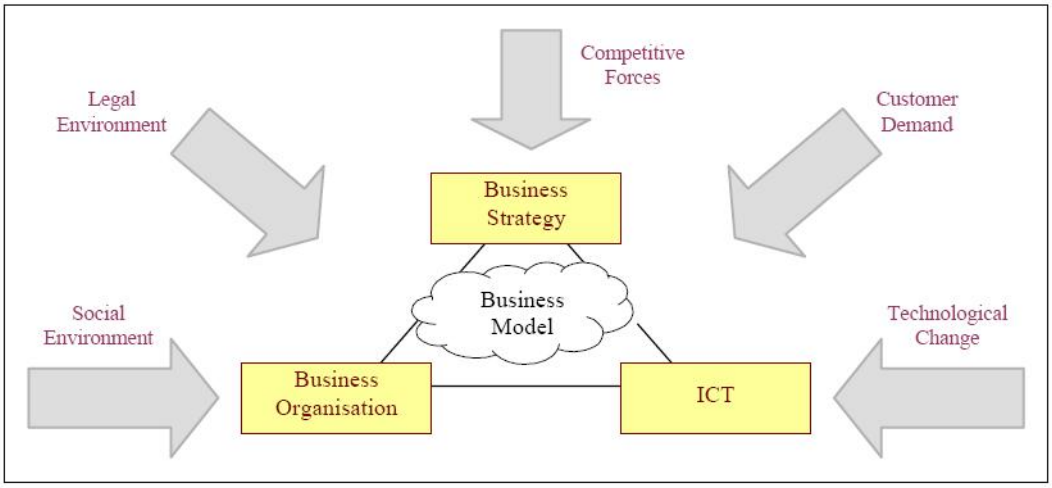
Bruken av forretningsmodeller er i startfasen, og det finnes derfor ingen omfattende dokumentasjon av hvilke virkninger som finnes. Basert på Osterwalders tilbakemeldinger[29] er det imidlertid grunn til å tro at mange vil dra nytte av slike modeller. Konseptet vil også utvikles videre, og snart vil vi trolig se flere softwarebaserte verktøy innen dette området.

3.3 Osterwalders forretningsmodell

Med "The Business Model Ontology" forsøker Alexander Osterwalder å gi en helhetlig løsning på problemene forbundet med den stadig økende kompleksiteten i IKT-tilknyttede markeder. Ontologien hans baserer seg på mange forfatteres arbeid, blant annet Stähler (2001)[32], Gordijn (2002)[27] og Pateli and Giaglis (2003)[31]. Osterwalder har trukket inn alle aspekter som er funnet av flere andre forfattere, og samlet det han mener er alt viktig tilknyttet det forretningsmessige i en felles modell.

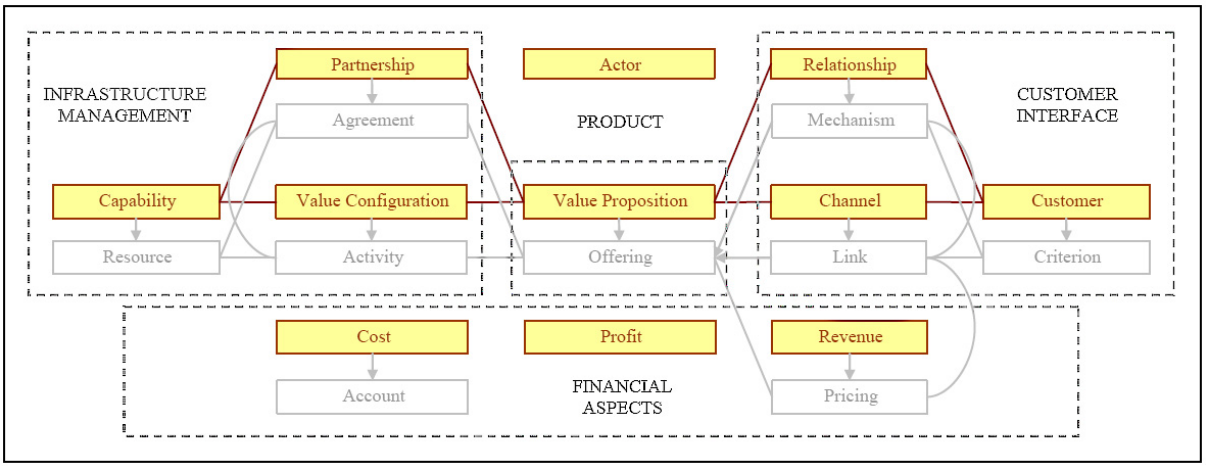
En måte å synliggjøre forretningsmodellens posisjon i en bedrift på kommer frem av figur 3.1. Her fremstår modellen som et bindemiddel mellom tre fagfelter innenfor en bedrift; strategi, organisering og IKT. Disse tre ytterpunktene har ofte ansatte med ulik bakgrunn, og deres synsvinkel i forhold til bedriften er gjerne deretter. For at de tre grupperingene skal kunne forstå hverandre er en konkret og lettfattelig visualisering til stor nytte. Felles forståelse gjør samarbeid og avgjørelser enklere, og bedriften vil være bedre rustet mot påvirkning fra de ytre kreftene som er vist på figuren.

Osterwalders modell baserer seg på fire hovedområder for bedriftens forretningsdrift, omtalt som de fire grunnpilarene. Grunnpilarene er produkt, customer interface, infrastructure management og økonomi. Produkt beskriver alt som bedriften tilbyr sine kunder, mens målkundene og interaksjonen med dem kommer frem av customer interface. Infrastructure management viser hvordan firmaet internt og ved hjelp av samarbeidspartnere gjør det mulig å tilby produkter, og til sist kommer inntekter og utgifter frem av økonomidelen.



Figur 3.1: Forretningsmodellens posisjon i bedriften.

De fire grunnpilarene er delt inn i til sammen ni byggeblokker, som utgjør kjernen i Osterwalders ontologi. Disse dekker alle hovedaspektene for en forretningsmodell. Videre kan byggeblokkene deles opp i elementer, hvor alle detaljer kommer godt frem. Mellom byggeblokker og elementer finnes det dessuten relasjoner, som viser hvilke deler som er forbundet med hverandre. En oversikt over Osterwalders forretningsmodell er gitt av figur 3.2. En detaljert gjennomgang av byggeblokkene i denne modellen finnes som eget vedlegg.



Figur 3.2: Osterwalders forretningsmodell

Kapittel 4

Forretningsmodeller for trådløse nettverk langs veier

Trådløse nettverk langs veier vil kunne gi en rekke kommersielle muligheter, med kommunikasjon med både trafikanter og utstyr og installasjoner langs veikanten. Denne forretningsmodellen har tre hovedfokus: Kommunikasjon med kjøretøy i fart, representert ved CALM, styring, regulering og overvåkning (SRO) for veibelysning, samt vei-instrumentering. En nærmere presentasjon av disse emnene følger senere i kapitlet. Slike WLAN kan også gi andre tilbud som ikke er betraktet i denne oppgaven, eksempelvis internettaksess, IP-telefoni og lokasjonsbaserte tjenester.

Forretningsmodellene forutsetter at det eksisterer trådløse nettverk med kontinuerlig dekning av veier over større områder, og som også kan tilby aksess for kjøretøy i fart. Slike nettverk er, med unntak av mobilnett, ikke vanlige i dag, men flere teknologier er på fremmarsj. Innen både WiMAX og WiFi er det ventet at løsninger for kommunikasjon med kjøretøy i fart vil komme i løpet av få år[1]. Betraktninger rundt selve utbyggingen av WLAN finnes i kapittel 6, og vil ikke bli diskutert mer i dette kapitlet.

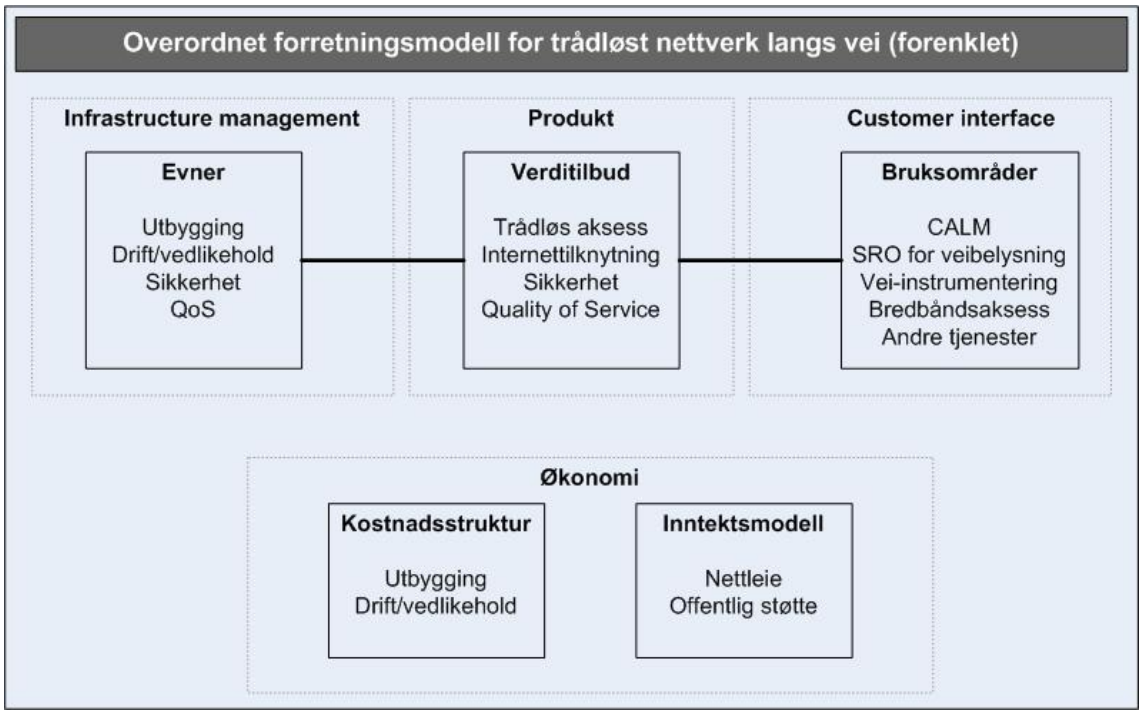
Forretningsmodellene som er presentert i dette kapitlet baserer seg på Osterwalders ontologi[29]. Konteksten er likevel noe forskjellig, da hans modell er fokusert ut fra synsvinkelen til den enkelte bedrift, mens mitt arbeid tar utgangspunkt i et helt marked. Dette innebærer at ikke alle deler av ontologien er like relevante, blant annet har jeg ikke tatt hensyn til konkurranse. I tillegg er det verdt å nevne at modellene i utgangspunktet gjelder for det norske markedet. Utvidelse til andre markeder kan likevel være mulig, da det finnes mange likheter.

[1] Ifølge IEEE er det planlagt at standarden 802.11p for WiFi-kommunikasjon med kjøretøy i fart vil bli publisert i april 2009.

I kapittel 4.1 følger en kort beskrivelse av forretningsmodellen for den trådløse infrastrukturen i seg selv. Deretter kommer mer detaljerte modeller av de tre bruksområdene jeg har sett på, med CALM i kapittel 4.2, SRO for veibelysning i kapittel 4.3, og til slutt vei-instrumentering i kapittel 4.4.

4.1 Trådløse nettverk langs veier

Utbredelsen av nettverk basert på ulike teknologier, også trådløse, har økt veldig i store deler av verden de siste tiårene. Forretningsmodellen for trådløs infrastruktur langs veier vil i prinsippet ikke skille seg nevneverdig fra andre nettverk, og jeg har derfor valgt å kun presentere en forenklet modell for den grunnleggende forståelsens skyld. Den overordnede modellen er vist i figur 4.1, og de viktigste elementene vil bli kort forklart i teksten som følger.



Figur 4.1: Forenklet forretningsmodell for WLAN langs vei.

4.1.1 Produkt

Av produktet WLAN langs veier forventer man å få enkel forbindelse til trådløse aksesspunkter og videre til internett. Det er dessuten ønskelig at forbindelsen holder et tilfredsstillende nivå hva gjelder sikkerhet og tjenestekvalitet.

Verditilbud

- Trådløs aksess. Det må være enkelt for alle brukere å oppnå forbindelse med aksesspunktene. For kommunikasjon med kjøretøy må aksessteknologien støtte store relative hastigheter mellom aksesspunkt og brukernoder.
- Internettilknytning. Det trådløse nettet har forbindelse med internett, som brukerne dermed kan aksessere.
- Sikkerhet. Nettverket må inneholde sikkerhetsmekanismer, med formål som å hindre uautoriserte tilgang på informasjon, sikre at informasjon er korrekt og fullstendig, følge en bestemt policy, og så videre.
- Quality of Service. Tjenestekvalitet er viktig for brukerne. Nettverket må blant annet tilby tilfredsstillende båndbredde, feilhyppighet, jitter og mest mulig kontinuerlig dekning.

4.1.2 Customer interface

Begrepet kunder er noe misvisende, så jeg velger å kalle nettverkets potensielle målgrupper for bruksområder. CALM, SRO for veibelysning og vei-instrumentering vil bli presentert i detalj senere i kapitlet.

Bruksområder

- CALM.
- SRO for veibelysning.
- Vei-instrumentering.
- Internettaksess. Trådløs internettilgang utendørs i byer er på full fremmarsj, og tillater alminnelig nettaksess for alle med laptop, mobiltelefoner eller andre håndholdte innretninger med nødvendig funksjonalitet. Dette er i aller høyeste

grad et aktuelt bruksområde med stort kommersielt potensiale, men utenfor fokus i denne oppgaven.

- Andre tjenester. Man kan tenke seg at trådløs utbygging vil føre til sterk vekst i markedet for trådløse tjenester. Det kan for eksempel være lokasjonsbaserte tjenester som viser veien til nærmeste ledige bysykkel, opplyser faste kunder om spesielle tilbud når de befinner seg i nærheten av en forretning, eller fungerer som reiseguide. Dette er et spennende marked, men ikke en del av oppgaven.

4.1.3 Infrastructure management

For å realisere et trådløst nettverk kreves kompetanse for utbygging, drift og vedlikehold, samt mekanismer for å sikre kundene funksjonaliteten de betaler for.

Evner

- Utbygging. Mer om dette i kapittel 6.
- Drift og vedlikehold. Utskifting og reparasjoner av utstyr, overvåkning, feilhåndtering og lignende er nødvendige aktiviteter forbundet med drifting av nettverk. Det krever at det settes av ressurser.
- Sikkerhet. Kundene vil forvente en viss grad av sikkerhet i nettverket. Sikring av konfidensialitet og integritet er viktig i denne forbindelse, og mekanismer for autentisering og kryptering bør eksistere.
- Quality of Service. Kundene vil ønske seg og betale for at parametre som forsinkelse, båndbredde og feilhyppighet skal oppfylle visse krav. Det er opp til nettoperatøren å se til at påkrevd tjenestekvalitet oppfylles, og det må derfor finnes funksjonalitet i nettet for å kontrollere slike verdier.

4.1.4 Økonomi

Grovt sett vil nettverket i seg selv gi opphav til kun én betydelig inntektskilde, i form av nettleie. I tillegg kommer eventuell offentlig støtte. På utgiftssiden vil det meste være knyttet til utbygging og drift.

Inntekter

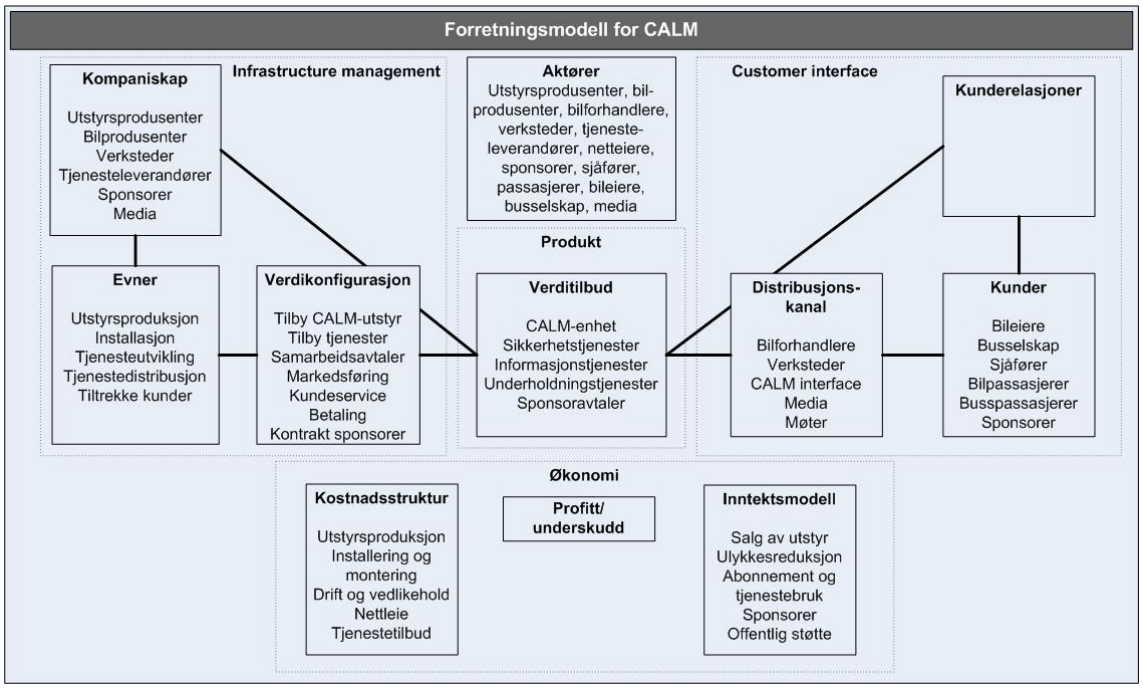
- Nettleie. Den primære inntektskilden for et trådløst nettverk vil være betaling for å aksessere nettet. Det kan her være snakk om faste beløp i form av abonnement eller avtaler, og det kan være variable inntekter i form av betaling for bruk. Totalt vil det kunne være snakk om store beløp. Det kan likevel være greit å ta et visst forbehold til eierforhold her. Dersom de som har nytte av nettet går sammen om å bygge det ut, og eiere og brukere dermed er samme aktører, vil ikke brukerne betale annet enn å dekke de variable utgiftene. Det er likevel stor sannsynlighet for at det vil finnes brukere som ikke samtidig er deleiere.
- Offentlig støtte. Siden et slikt nettverk kan gi store samfunnsøkonomiske gevinster, noe jeg skal komme tilbake til senere, kan det være aktuelt for det offentlige å finansiere utbygging og drift. Dette er sannsynlig i investeringsfasen og i perioder hvor driften går med underskudd. Det kan også være aktuelt dersom man ønsker å presse ned prisene for brukere av nettet, i håp om at det vil stimulere til tjenestevekst.

Kostnader

- Utbygging. Vil medføre store kostnader. Mer om dette i kapittel 6.
- Drift og vedlikehold. Vil kreve ressurser i form av drifting av nett, betaling til ansatte, utgifter til reparasjoner, nytt utstyr og lignende.

4.2 CALM

En meget aktuell utnyttelse av trådløse nettverk langs veier er CALM. CALM er for tiden under utvikling, og er ment å skulle støtte kommunikasjon mellom kjøretøy og infrastruktur langs veikanten. Med CALM som felles plattform vil en rekke tjenester som involverer kommunikasjon med kjøretøy kunne realiseres. I denne seksjonen presenteres en forretningsmodell for CALM, med Osterwalders arbeid som mal. Den overordnede modellen fremkommer av figur 4.2. Alle deler av modellen vil bli gått nærmere inn på i det følgende.



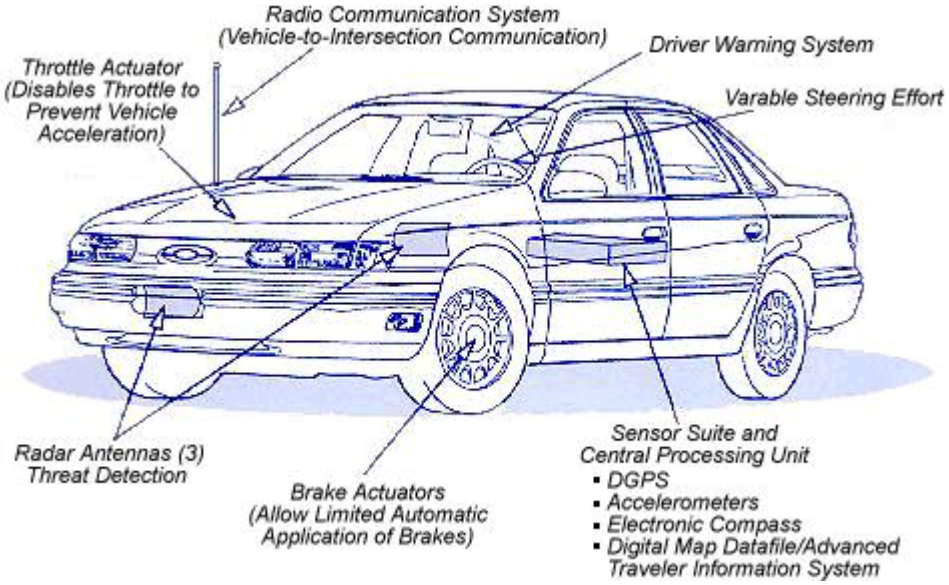
Figur 4.2: Overordnet forretningsmodell for CALM.

4.2.1 Produkt

Hensikten med CALM (Continuous Air-interface Long and Medium range) er å tilby arkitektur og et sett av standarder for trådløs kommunikasjon med kjøretøy i fart. Denne kommunikasjon kan skje både fra kjøretøy til kjøretøy, og mellom kjøretøy og tilgjengelig infrastruktur. Hvilke medier som kan benyttes er avhengig av hva som til en hver tid er tilgjengelig, og av hva som et støttet av kjøretøyets CALM-utstyr. Det er nemlig slik at CALM er ment å støtte flere trådløse kommunikasjonsstandarder, samt lett kunne oppgraderes til å støtte fremtidige standarder. Ved bruk velger CALM-systemet selv hvilket medium som skal benyttes, basert på parametre som kostnad og ønsket funksjonalitet.

Jeg skal ikke gå inn i tekniske detaljer om hvordan CALM fungerer. For nærmere informasjon og en generell innføring i CALM vil det være nyttig å lese eget vedlegg (The CALM Handbook), eller besøke CALMs hjemmeside[3]. Det kan likevel være nyttig å se kort på hvordan realiseringen vil se ut i praksis. I bilen vil det være minst én datamaskin, forbundet med et interface mot brukeren, og med en eller flere routere som kan kommunisere trådløst med tilgjengelige aksesspunkter. Det kan også knyttes diverse sensorer og kontrollere til systemet, eksempelvis infrarøde kamera. Hvordan CALM er implementert i kjøretøyet er opp til de enkelte bilprodusentene,

både hva gjelder utstyrsplassering og hvilke funksjonaliteter som ønskes. En aktuell løsning er vist i figur 4.3.

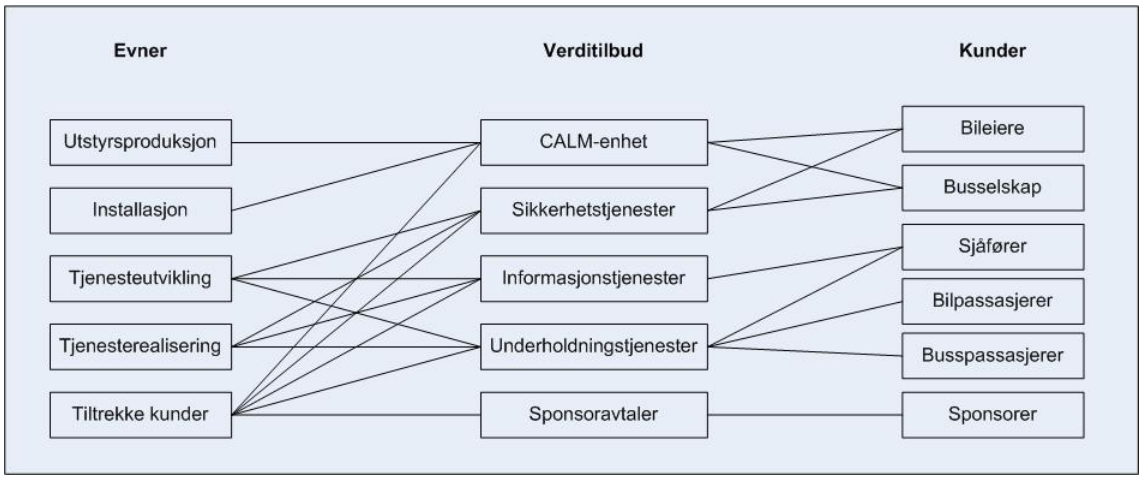


Figur 4.3: Realisering av CALM i kjøretøy. Inkluderer CPU, internt kommunikasjonssystem, system for radiokommunikasjon, samt sensorer og systemer med bestemte funksjoner.

Verditilbud

Tjenestene som kan tilbys ved hjelp av CALM er en del av ITS (Intelligent Transportation System) - en fellesbetegnelse for intelligente systemer tilknyttet trafikk. CALM-tjenestene er delt inn i to hovedgrupper, sikkerhetstjenester og kommersielle tjenester. Disse kan videre deles inn i type kommunikasjon - det vil si kjøretøy til infrastruktur, infrastruktur til kjøretøy, eller kjøretøy til kjøretøy. Jeg har også valgt å skille mellom to typer kommersielle tjenester, nemlig informasjon (nyttetjenester) og underholdning. Sammenhengene mellom verditilbud, evnene som kreves for å realisere verditilbudene og tilbudenes målkunder er vist i figur 4.4.

Verditilbud 1: Sikkerhetstjenester. CALM muliggjør en rekke forskjellige tjenester basert på sikkerhet. Noen av disse baserer seg på varselssignaler sendt fra andre kjøretøy eller infrastruktur langs veien, mens andre er knyttet til kameraer og sensorer i kjøretøyet selv. Føreren vil motta varsler enten som en kort melding i et display, og/eller via lyd. Litt frem i tid vil vi nok se at systemet kan gripe inn



Figur 4.4: Verditilbudene for CALM. Merk at det er eiere av kjøretøy som betaler for sikkerhetstjenestene, og dermed regnes som kunde. Hvorvidt betaling av kommersielle tjenester utføres av eiere eller brukere er noe usikkert, slik at her har jeg valgt å definere de faktiske brukerne som kunder.

og overstyre sjåfører, ved for eksempel å bremse ned farten. Uansett hvilke funksjoner de enkelte bilprodusentene velger å implementere i sine kjøretøy så vil nok sikkerhetstjenestene utgjøre basis. De utgjør også CALMs tyngste argumentet for utbygging av trådløse teknologier langs veistrekninger. Her følger en kort liste av aktuelle tjenester:

Kommunikasjon fra infrastruktur til kjøretøy:

- Advarsel om ulykkessted (inkludert stedsanvisning).
- Advarsel om vei- og føreforhold.
- Anbefalt kjørehastighet.
- Intelligente trafikklys.

Kjøretøy til infrastruktur:

- Automatisk kollisjonsvarsel.
- SOS-tjenester.
- Melding om at kjøretøyet har registrert kjøreforhold som kan være risikable.

Kjøretøy til kjøretøy:

- Utrykningskjøretøy som nærmer seg.
- Advarsel om kollisjonsfare.
- Advarsel om at kjøretøy befinner seg i blindsonen din.

VERDITILBUD Navn: Sikkerhetstjenester
Beskrivelse: CALM inneholder en rekke tjenester med formål om å gjøre trafikken tryggere. Noen av tjenestene baserer seg på varselssignaler sendt fra andre kjøretøy eller fra infrastruktur langs veien, mens andre er knyttet til kameraer og sensorer i kjøretøyet selv. Føreren vil motta varsler enten som en kort melding i et display, eller via lyd. Systemet vil med tiden trolig også kunne kontrollere kjøretøyets styringssystemer.
Mening: *Risiko*: Sikkerhetstjenestene reduserer muligheten for trafikkulykker, og gjør kjøreturen tryggere for både sjåfør, passasjerer og andre trafikanter.
Innsats: Tjenestene bidrar med assistanse, og gjør det enklere å være en god sjåfør.
Verdinivå: *Innovasjon*: De fleste av sikkerhetstjenestene vil være helt nye.
Prisnivå: *Gratis*: Disse tjenestene bør være tilgjengelige for så mange sjåfører som mulig, og følgelig må de ikke representere noen betydelig utgift for brukeren. Enten svært billig eller helt gratis.
Inneholder tilbud: (blant mye annet:)
- Advarsel om kjøreforhold
- Kollisjonsvarsel
- Melding om utrykningskjøretøy
- Kamera som oppdager mennesker/dyr i veibanen
- Automatisk fartstilpasning
- SOS-meldinger

Kunder: Målgruppe 1: Bileiere.
Målgruppe 2: Busselskap.

Figur 4.5: Detaljert oversikt over verditilbudet sikkerhetstjenester som helhet. Merk at for de enkelte tilbudselementer kan både mening, verdinivå, pris og målkunde være noe annerledes. Med bileiere menes alle eiere av kjøretøy.

For å konkretisere litt mer om hvordan CALMs sikkerhetstjenester kan virke forebyggende viser tall fra Statens Vegvesen[5] at personskadeulykker i 2005 fordelte seg omtrent slik:

- Utforkjøringer: 30 %.
- Påkjøring bakfra: 20 %.
- Kryssulykker: 20 %.
- Møteulykker: 10 %.
- Fotgjengerulykker: 10 %.

- Annet: 10 %.

I cirka halvparten av ulykkene var høy fart en medvirkende årsak. CALM inkluderer et antall funksjoner som kan være med på å forebygge disse typene av ulykker. Automatisk fartstilpasning gjør at du må trykke hardere på gassen for å bryte fartsgrensen, og sørger for at farten går ned. Infrarøde kameraer registrerer dessuten avstanden til bilen foran, og hindrer påkjøring bakfra ved å senke farten automatisk idet du kommer for nære. En feltgjenkjenner advarer deg dersom du ikke holder deg innenfor kjørefeltet ditt, og vil effektivt kunne redusere antall utforkjøringer og møteulykker (som ofte medfører alvorlige skader). Slike ulykker skjer ofte fordi føreren sovner eller på annen måte er sløvet. For å motvirke dette er et system som fanger opp uoppmerksomhet hos føreren under utvikling, og vil kunne advare både fører, passasjerer og førere av andre biler. I tillegg kan infrarøde kameraer fange opp mennesker og dyr langs veibanen før øyet kan se dem, noe som vil være særlig kjekt etter mørkets frembrudd. Vei- og føreforhold er også medvirkende til en betydelig andel ulykker. Varselsystemer som registrerer at en bil eksempelvis sklir i en sving kan sende meldinger til bilførere i nærheten med beskjed om å kjøre varsomt.

Mange ulykker i trafikken skyldes dårlige holdninger og uansvarlig adferd. Kjøring i alkoholpåvirket tilstand, manglende bilbelte og uforsvarlig høy fart er typiske eksempler. CALM vil trolig kunne bidra på dette området også. Et forebyggende tiltak kan være å lage en CALM-tjeneste som vurderer sjåførens innsats etter bestemte kriterier. Kameraer som fanger opp øyebevegelser kan registrere hvor oppmerksom sjåføren er, og om han eller hun kikker seg til siden ved filskifte eller lignende. Farten kan kontrolleres opp mot fartsgrensen, avstand til bilen foran registreres av et infrarødt kamera, bruk av bilbelte sjekkes, og så videre. Systemet kan så gi en totalvurdering av sjåførens adferd i trafikken, gi en poengscore for innsatsen, og kanskje komme med tips til hva som ikke var bra. Poengsummen vil være god motivasjon for mange sjåfører, men en slags bonus for de som kjører pent kan være ekstra motiverende. Eksempelvis kan stabilt gode sjåfører belønnes med lavere forsikringspremie.

Prisnivå. Hvordan brukere av CALM skal betale for å benytte tjenester kan løses på flere måter. Både faste og variable metoder er aktuelle, gjerne i en blanding. Sikkerhetstjenestene er som nevnt ment å forebygge ulykker i trafikken, og tilgjengeligheten av disse er til det beste både for den enkelte sjåfør og for medtrafikanter. Disse tjenestene bør derfor være tilgjengelige for alle og enhver, og ikke på noen måte være dyre i bruk. For likevel å generere en inntekt for de som driver sikkerhetstjenester kan en fast betaling være fornuftig, enten som en egen avgift eller som del av den årlige bilavgiften. For å unngå at denne betalingen blir en belastning for kunden kan det være aktuelt med redusert bilforsikring eller årsavgift for kjøretøy med CALM, da disse bidrar til å senke risikoen for ulykker.

Verditilbud 2: Informasjon. CALM vil også åpne opp markedet for kommersielle tjenester i kjøretøy, i form av nytteinformasjon og assistanse for sjåføren, samt underholdning for passasjerer. Enkelte funksjonaliteter vil finnes i kjøretøyets CALM-system, men for de fleste tjenester vil trolig CALM-enheten fungere som en klient opp mot databaser som nås via nettverket. Informasjonstjenestene vil hovedsakelig basere seg på å gi sjåføren praktisk informasjon som kan være til hjelp under kjøreturen. Noen aktuelle tilbud er:

- Betalingstjenester (for eksempel ved parkering).
- Karttjenester.
- Hjelp til å finne (og reservere) parkeringsplasser.
- Anvisning til neste bensinstasjon.

Verditilbud 3: Underholdning. Underholdningstjenestene vil realiseres på samme måte som informasjonstjenestene, med klient- og tjenerstruktur. Innholdet vil være noe annet, med mye ren underholdning av liten praktisk verdi for selve kjøreturen. Fokus i forhold til kunde vil også være noe annerledes, og i større grad rettet mot passasjerer enn mot sjåfør.

- Internett i kjøretøy.
- Musikk.
- Instant messaging.
- Nedlasting av video.

Prisnivå. For kommersielle tjenester som tilbyr informasjon og underholdning er utgangspunktet et annet enn for sikkerhetstjenester. De vil nok være en betydelig inntektskilde for tjenesteleverandører. Her ser jeg for meg tre scenarier, hvor hver enkelt tjeneste kan selges hver for seg, eller at flere tjenester kan tilbys i pakkeløsninger. En mulighet er å la tjenester være tilgjengelige uten kostnad, men hvor man tar seg betalt ved bruk. En annen mulighet er å innføre en fast kostnad for at tjenester skal være tilgjengelige, og i tillegg ta seg betalt for bruk. I dette tilfellet vil den variable betalingen være lavere enn ved forrige alternativ. Den tredje løsningen er å benytte en relativt høy fastpris, hvor bruk av tjenester er gratis. Konfigurasjonsmulighetene er mange, og man kan forestille seg at kunden selv kan velge løsning for flere av tjenestene. Pakkeløsninger kan inneholde kombinasjoner av disse alternativene, hvor

kunden ved å betale et fast beløp fritt kan benytte enkelte tjenester, mens andre koster penger ved bruk. Hvem som betaler for bruken av tjenestene er en annen sak. Et nærliggende alternativ er å knytte bruk av tjenester til de enkelte kjøretøy, hvorpå regningen sendes til eier. En annen mulighet er å registrere alle brukere, identifisere dem ved kjøp av tjenester, og beregne betaling uavhengig av kjøretøy.

Verditilbud 4: CALM-enhet. For å tilgjengeliggjøre tjenestene CALM tilbyr må det være installert en CALM-enhet i kjøretøyet. Med CALM-enhet menes systemet bestående av interface, datamaskiner, routere, sensorer og eventuelt annet utstyr som befinner seg i kjøretøyet, og som muliggjør bruk av CALM-tjenester. Prisnivået for denne enheten vil trolig være betydelig, da den representerer en engangsbetaling som gir mulighet for å tjene penger på sikkerhetsanordningene, og fordi det er forholdsvis enkelt å legge til en ekstra kostnad på et allerede dyrt produkt som kjøretøy. I tillegg vil det selvsagt være ønskelig å produsere med fortjeneste.

Verditilbud 5: Sponsoravtaler. CALM kan komme til å gi et betydelig bidrag i kampen mot trafikkulykker, og vil følgelig bli forbundet med positive verdier. I tillegg har produktet et stort nedslagsfelt av potensielle brukere, i form av alle som benytter seg av kjøretøy som bil og buss. Kombinasjonen av disse to egenskapene bør kunne gjøre CALM til et attraktivt sponsorobjekt, som mange store bedrifter ønsker å være forbundet med. Sponsing vil naturlig nok også være attraktivt for tilbydere av produktet CALM. Utbygging av trådløse nettverk kan bli en kostbar affære, og her kan sponsorpenger være en viktig finansieringsmåte. Også i senere stadier vil sponsorer kunne bidra til å generere ekstra inntekt. Et poeng er at sponsorer selvsagt ønsker å få noe igjen for pengene sine. Fordeler som gratisprodukter for ansatte er vel og bra, og ved messer, konferanser eller lignende er det kurant å sette opp stands eller bannere for å promotere sponsorene. Det er likevel tvilsomt om dette er tilstrekkelig for å hale i land store avtaler, og det kan tenkes at man må finne noen kreative løsninger for å vise frem sponsorene mest mulig. Man vil nødig at sjåfører skal forstyrres med unødvendig tekstlig informasjon mens de kjører, men korte lydklipp kan være en mulighet - disse bør dog ikke forekomme så hyppig at de er til irritasjon. Formidling av tekst og bilde kan skje som reklame på CALM-displayet ved oppstart, avslutning og oppdatering, samt ved bruk av enkelte underholdningstjenester. Der CALM brukes som hjelp til å finne og betale parkering kan eventuelt reklameplakater settes opp, det samme gjelder for bensinstasjoner eller i busser. Det finnes med andre ord mange muligheter, og sponsing kan ganske sikkert bli en inntektskilde for CALM.

4.2.2 Customer interface

CALMs målgrupper fordeler seg på eiere og førere av, samt passasjerer i kjøretøy. I tillegg kommer eventuelle sponsorer. I dette avsnittet følger en kort beskrivelse av de aktuelle kundene, hvordan disse kan nås, og hvilke relasjoner det kan være ønskelig å bygge til kunden.

Kunder

For å starte med å identifisere kunden vil jeg si at CALM slik jeg ser det har seks målgrupper. Disse er henholdsvis bileiere, busselskaper, sjåfører, bil- og busspassasjerer, samt sponsorer. Her følger en kort beskrivelse av de ulike kundegruppene.

Målgruppe 1: Bileiere. Bileiere (eller eiere av andre kjøretøy) er potensielle kjøpere av nytt kjøretøy med CALM-utstyr, eller CALM til kjøretøyet de allerede eier. De vil ønske seg CALM for å sikre seg selv og andre brukere av kjøretøyet mot trafikkulykker, samt for å kunne benytte de kommersielle tjenestene. Et eventuelt incentiv for bileiere kan også være at bruk av CALM gjør seg utslag i billigere forsikringsavgift.

Målgruppe 2: Busselskap. For å øke passasjermengden, og dermed inntektene, vil nok busselskapene her i landet være interesserte i å gi kundene sine et bedre tilbud. Ved å tilby CALM kan de gjøre akkurat det, i tillegg til å bedre sikkerheten for egne busser og andre kjøretøy. CALM vil dessuten gjøre det lettere å realisere informasjonstavler med bussavganger på holdeplassene. Busselskapene representerer dermed en målgruppe for salg av CALM-enheter.

Målgruppe 3: Sjåfører. Alle førere av kjøretøy i Norge vil kunne ha bruk for sikkerhetstjenester. Mange vil også være interesserte i å bruke informasjonstjenester, og enkelte underholdningstjenester kan være aktuelle. Dette gjør at samtlige sjåfører utgjør en målgruppe. Merk at bileier og sjåfør i praksis ofte vil være samme person, men tilhører hver sin del av CALMs livssyklus (henholdsvis kjøp og forbruk av produktet).

Målgruppe 4: Bilpassasjerer. Passasjerer som sitter på i bil utgjør en potensiell målgruppe for underholdningstjenester.

Målgruppe 5: Busspassasjerer. I 2004 hadde busselskapene i landet til sammen 280 millioner passasjerer[13]. Dette tallet er ventet å øke, etter hvert som tiltak for å skåne miljøet skal gjøre det mer attraktivt å bruke kollektivtransport. Mange synes det er kjedelig å kjøre buss, og vil særlig over lengre strekninger sette pris på å kunne benytte seg av eventuelle underholdningstilbud som internettaksess eller musikkavspilling.

Målgruppe 6: Sponsorer. For å finansiere CALM og skape inntekter vil det være interessant å tilføre kapital gjennom pengesterke sponsorer. For sponsorer vil det være attraktivt å bli forbundet med et produkt som bedrer trafikksikkerheten.

Distribusjonskanaler

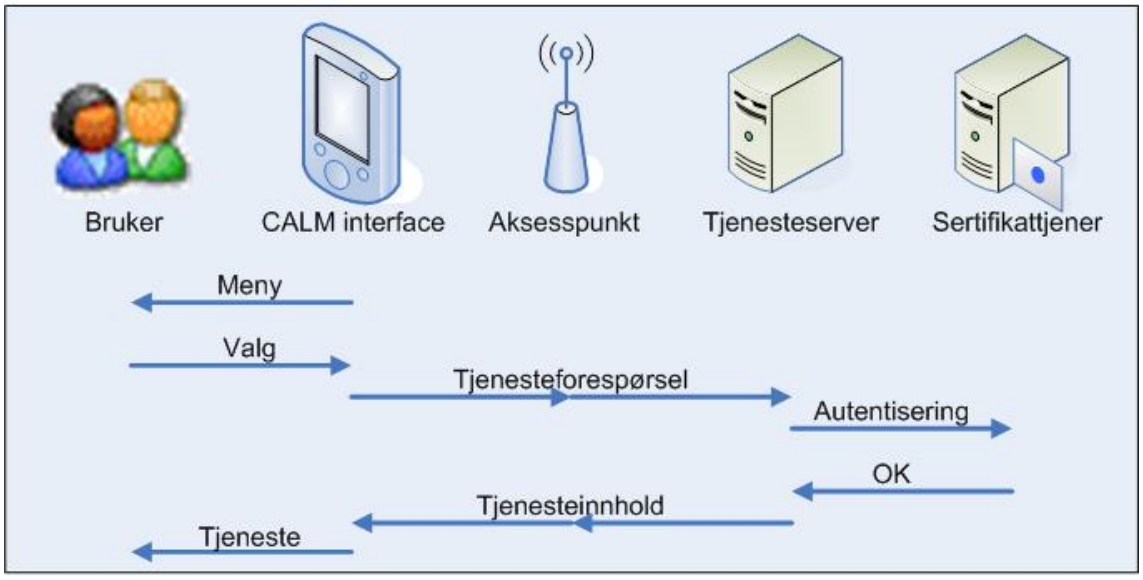
Dette avsnittet beskriver hvilke kanaler som kan brukes for å distribuere produkter til kundene. Hvilken kanal som til enhver tid er best egnet er basert på hvilket verditilbud som skal fremmes for hvilken målgruppe, og hva som er formålet med interaksjonen.

Distribusjonskanal 1: Bilforhandlere. Distribusjonen av selve CALM-enheten, eller den delen av kommunikasjonssystemet som er plassert i kjøretøyet, vil trolig skje først og fremst gjennom salg av nye kjøretøy med integrert CALM.

Distribusjonskanal 2: Verksteder. Det er en mulighet for at verksteder vil kunne montere og installere CALM-utstyr også på biler som er produsert uten noen form for CALM. Verksteder kan også installere nytt utstyr for å utvide CALM-funksjonaliteten på biler med eksisterende CALM.

Distribusjonskanal 3: CALM interface. Bruk av tjenester skjer gjennom et lett tilgjengelig CALM interface i kjøretøyet. Et enkelt eksempel på hvordan bruk av en innholdstjeneste kan fungere er vist i figur 4.6. På bakgrunn av brukerens valg gjennom interfacet sender CALM-enheten forespørsel opp mot en tjener. Ved godtatt forespørsel mottas så tjenesteinnholdet i retur, og distribueres til brukeren gjennom et display og/eller ved hjelp av lyd.

Distribusjonskanal 4: Media. For å tiltrekke kunders oppmerksomhet og oppnå blest om et produkt er reklame en velbrukt metode. En rekke medier kan benyttes, eksempelvis TV, internett, alle slags publikasjoner, samt reklameplakater. De samme



Figur 4.6: Enkelt sekvensdiagram som viser eksempel på bruk av CALM interface for å bestille tjeneste. Tar ikke hensyn til momenter som handover, og unnlater å ta med router og annen intelligens i CALM-enheten. Forutsetter direkte kontakt til tjenesteserveren, som foretar autentisering opp mot en spesiell tjener.

medier kan også brukes til å spre informasjon om produktet, for eksempel gjennom en hjemmeside.

Distribusjonskanal 5: Møter. For å knytte til seg sponsorer vil nok møter være den viktigste kanalen. Disse kan avtales etter initiativ enten fra CALM-tilbydere eller fra potensielle sponsorer som melder sin interesse. Avtaler med busselskaper kan også skje på denne måten.

Kunderelasjoner

En virksomhet kan ha tre intensjoner ved interaksjoner med kunden; å tiltrekke seg nye kunder, å beholde eksisterende kunder, eller foreta ytterligere salg til eksisterende kunder. Mye av det som er nevnt i relasjonen med bileiere, sjåfører og passasjerer gjelder også for de andre relasjonene, som jeg har valgt å ikke beskrive så detaljert.

Relasjon med bileiere, sjåfører og passasjerer. For å tilegne seg nye kunder må først produktet gjøres kjent. Reklamekampanjer og informasjon gjennom media vil identifisere alle de positive sidene ved CALM for kunden, og som et gjennombrudd

for økt trafikksikkerhet bør produktet også ha potensiale til å bli et samtaleemne blant folk flest. Også enkelttjenester kan promoteres. Det er viktig å nå kritisk kundemasse relativt tidlig, både fordi mange av tjenestene vil være avhengige av meldinger fra kjøretøy, og fordi det vil stimulere tjenesteleverandører til å tilby nye tjenester. For å tidlig få en akseptabel base av kunder kan spesielle tilbud være aktuelle, for eksempel gunstige priser for CALM og CALM-tjenester det første året. For å nå nye kunder er det dessuten viktig at CALM fungerer godt, slik at kundene føler seg sikre på og oppfatter CALM som et godt produkt.

For å holde på kundene er det viktig å oppnå et rykte for pålitelige produkter og tjenester, hvis ikke kan tjenestesalg gå dårlig, og rivaliserende teknologier presse seg frem tidligere enn ønskelig. Tilfredsstillende service må også være på plass.

For mersalg til eksisterende kunder må tjenestene være enkle i bruk, og det må også være enkelt å få tilgang på nye tjenester. Utvikling av spennende og nyttige tjenester, samt et brukervennlig interface, vil lokke kundene til merkjøp. Oppdateringer av software til CALM-enheten bør være både lettvint og billig (gjerne gratis), og dersom det kreves montering av nytt fysisk utstyr i bilen må dette være mulig å få utført på verksteder. Promotering av nye tjenester kan skje ved hjelp av reklame.

Relasjon med busselskap. Dersom store busselskap inngår avtaler om bruk av CALM i sine busser vil det være god reklame for produktet. Busser kan også være et utstillingsvindu for kommersielle tjenester, ved at passasjerene får testet ut disse. Busselskapene er dermed attraktive kunder for CALM, og særlig i en tidlig fase bør det være aktuelt å tilby dem gunstige avtaler for å bekjentgjøre produktet. Kanskje kan det også inngå i avtalen at bussene henger opp informasjonsplakater for CALM.

Relasjon med sponsorer. Det er viktig å opprettholde et godt forhold til både eksisterende og potensielle sponsorer, for at de skal få et positivt inntrykk og dermed være mer velvillige til å finansiere. Gunstige avtaler for kjøp og bruk av CALM, gratis testing av nye tjenester og billig service er blant godene som kan tilbys for å tilfredsstille sponsorene.

4.2.3 Infrastructure management

I Osterwalders modell inneholder infrastructure management bedriften og dens samarbeidspartneres egenskaper som skal til for å skape og levere verditilbud til kunder. I denne oppgaven vil fokuset her være på markedet, og hvilke evner, aktiviteter og aktører som er nødvendig for å tilby CALM.

Evner

Med evner menes de egenskapene som må være tilgjengelige for å danne verditilbudene. For å realisere CALM kreves minst fem viktige egenskaper, som alle er beskrevet i det følgende.

Evne 1: Utstyrsproduksjon. En forutsetning for at CALM-tjenester kan tilbys er selvfølgelig at det blir produsert CALM-utstyr som kan implementeres i kjøretøy. Flere komponenter (routere, brukerinterface, sensorer, med mer) vil bli produsert hver for seg, og forbundet ved hjelp av et internt kommunikasjonssystem. Den sammensatte CALM-enheten vil fungere som et lukket system, med et fåtall interface til omverdenen. En viktig del av produksjonen er testing av utstyret, for å forsikre seg om at den ferdige CALM-enheten oppfyller alle kriterier og ikke inneholder feil.

Evne 2: Installasjon/reparasjon. Sikkerhetssystemet må være korrekt montert for å fungere som det skal, og man kan ikke alltid forvente at kundene selv skal kunne installere utstyret. Det må derfor finnes kompetanse for riktig montering, både hos bilprodusentene og eventuelle verksteder/forhandlere som tilbyr CALM-utstyr. De samme aktørene som kan installere utstyret bør også kunne være i stand til å reparere det.

Evne 3: Tiltrekke kunder. Å tiltrekke seg kunder er essensielt for ethvert produkt, særlig innenfor markeder med nettverkseffekter, slik som CALM. En stor kundebase vil nemlig stimulere til økt utvikling av tjenester. I tillegg kan også sponsorer klassifiseres som kunder. Det er uklart i hvilken grad CALM har behov for sponsorer, men for finansiering av eksempelvis nettutbygging kan støtte fra pengesterke bedrifter vise seg å bli avgjørende.

Evne 4: Tjenesteutvikling. For å tiltrekke seg kunder er det viktig å ha et visst utvalg av tjenester. For å slå an er det essensielt at tjenestene holder god kvalitet, og at de har en nytteverdi for kunden. Utvikling av stadig nye tjenester er dessuten viktig for å sikre veksten i markedet.

Evne 5: Tjenestedistribusjon. Når kunden ønsker å benytte seg av tjenester må leverandøren være i stand til å levere disse feilfritt og effektivt, samt sikre seg selv betaling.

Verdikonfigurasjon

Verdikonfigurasjon beskriver hvilke aktiviteter som utføres for å realisere verditilbudene ved hjelp av tilgjengelige ressurser. CALM kan ses på som et verdinettverk (value network), hvor vekst hos enten utstyrsleverandører, tjenesteleverandører eller brukergruppe skaper verdi for de andre partene. Aktivitetene i et verdinettverk deles inn i tre typer; nettverkspromotering og avtaleforvaltning, tjenesteanskaffelse, samt drift av infrastruktur. Sistnevnte gjelder hovedsakelig for hele det trådløse nettverket, og går under posten for drift og vedlikehold i kapittel 4.1.

Aktiviteter innen nettverkspromotering og avtaleforvaltning:

Aktivitet 1: Inngå samarbeidsavtaler. For at CALM i det hele tatt skal bli en realitet kreves det samarbeid mellom flere ulike aktører. Bilfirmaer, utstyrsprodusenter, tjenesteleverandører, med flere - alle biter av puslespillet må være på plass tidlig i utviklingen. Det må dessuten finnes forsikringer om at tilfredsstillende trådløse nettverk er eller vil bli utbygd.

Aktivitet 2: Markedsføring. Å tiltrekke seg kunder er selvsagt en viktig aktivitet, da nytten for alle aktører øker med antall kunder. Markedsføring gjennom produktinformasjon og reklame er dermed sentralt.

Aktivitet 3: Kontraktere sponsorer. Sponsoravtaler kan bli en viktig inntektskilde for CALM, samtidig som det kan være et godt utstillingsvindu for sponsorene. For å binde begge parters ansvar og forpliktelser inngås skriftlige kontrakter.

Aktiviteter i forbindelse med tjenesteanskaffelse:

Aktivitet 4: Tilby CALM-utstyr. For at CALM-utstyr skal bli utbredt må det være lett å få tak i. Mange nye biler vil trolig inkludere slikt utstyr, og egne forhandlere kan også tilby CALM, inkludert installasjon.

Aktivitet 5: Tilby tjenester. Tjenester må gjøres lett tilgjengelige, slik at kunden enkelt kan se hvilke tjenester han har tilgang på, og kan ta dem i bruk ved hjelp av et par tastetrykk.

Aktivitet 6: Kundeservice. Dersom det finnes feil på produktet eller kunden har spørsmål vedrørende tjenester, betaling eller lignende må det finnes rutiner for å

tilby kundeservice. Service over telefon eller e-post kan gi kunden svar med en gang, og det må også være muligheter for å få reparert utstyr som ikke fungerer slik det skal.

Aktivitet 7: Betalinger. Det må opprettes løsninger for registrering av tjenestebruk og generering av fakturaer, for å sikre innbetaling fra kundene.

Kompaniskap

Jeg skal ikke bruke særlig mye plass på denne delen av modellen, men det må nevnes at en del samarbeidsforhold må være tilstede for å kunne realisere CALM. Bilprodusenter vil være svært interesserte i å tilpasse utstyr for sine biler, og må dermed gjøre avtaler med produsenter av utstyr. For å danne selve CALM-enheten vil antakeligvis flere utstyrsprodusenter delta med produksjon av enkeltkomponenter, og en aktør må være ansvarlig for å sette sammen og teste det ferdige utstyret. Videre må bilforhandlere og verksteder yte service. Alle disse bitene må være på plass for å tilby CALM-utstyr, og gjensidig samarbeid er påkrevd.

For å levere tjenester kreves ytterligere samarbeidspartnere. Mange sikkerhetstjenester vil bli implementert direkte med CALM-utstyret, men særlig for kommersielle tjenester er det åpning for egne aktører som kan utvikle og tilby ulike typer tjenester. Det vil være viktig å knytte til seg noen slike for å gjøre markedet så stort som mulig.

Videre må avtaler gjøres for utbygging og drift av trådløse nettverk, hvor nettoperatører og eventuelle andre kan bli involvert. I tillegg har vi finansiering og markedsføring, som gjennomføres gjennom avtaler med hovedsakelig sponsorer og media.

4.2.4 Økonomi

Etter å ha sett på produkt, kunder og evner er det på tide å ta for seg noen økonomiske betraktninger rundt CALM. Siden CALM er i utviklingsfasen og ikke kommersielt tilgjengelig på markedet er det veldig vanskelig å komme med presise antakelser for inntekter og utgifter. Tallene som er presentert her kan derfor ikke sees på som annet enn kvalifisert gjetting. Jeg har likevel prøvd meg på å vise hvilke inntektsområder som finnes, hva slags størrelsesorden det kan være snakk om, og noen av de kostnadene en må regne med.

Inntekter

Det er knyttet stor usikkerhet til hvor store inntekter som kan genereres av CALM, men det potensielle markedet er stort. Majoriteten av nordmenn bruker bil eller buss flere ganger i uken, og er således potensielle kunder. Inntektene kan komme fra salg av utstyr, bruk av tjenester, samt eventuelle sponsorer. Særlig markedet for kommersielle tjenester er vanskelig å forutse. I verste fall blir dette svært begrenset, men det kan også oppleve stor vekst med et stort antall leverandører av tjenester. Veksten i bruk av CALM er også vanskelig å spå, men forhåpentligvis vil et klart flertall av kjøretøy i Norge være utstyrt med CALM i løpet av 10-15 år etter introduksjon på markedet.

En beregning av inntekter for CALM er vist i figur 4.7. Hvordan jeg er kommet frem til tallene fremkommer av de neste avsnittene.

Totale årlige inntekter for CALM							
(alle tall i millioner)							
	Pessimistist anslag		Realistisk anslag		Optimistisk anslag		
Salg utstyr	kr	1 015	kr	2 350	kr	4 070	
Ulykkesreduksjon	kr	2 500	kr	7 500	kr	15 000	*Besparelse
Sikkerhetstjenester	kr	1 500	kr	1 800	kr	3 000	
Kommersielle tjenester	kr	105	kr	750	kr	2 300	
Totalt	kr	5 120	kr	12 400	kr	24 370	
*I tillegg kommer inntekter fra eventuelle sponsorer og statlig støtte, samt samfunnsøkonomiske fordeler.							

Figur 4.7: Totale inntekter for CALM i et modent marked med god nettverksutbygging og utbredt bruk av CALM i biler. Merk at ulykkesreduksjon utgjør en besparelse fra dagens situasjon, og dermed ikke er noen direkte inntekt. Grunnet stor usikkerhet er estimatene for salg av utstyr og tjenester relativt forsiktige i forhold til ulykkesreduksjon, særlig hva gjelder kommersielle tjenester. Merk også at tallene er angitt i millioner.

Salg av utstyr. Det selges årlig cirka 110 000 personbiler i Norge[1]. Tar vi med varebiler ligger antallet solgte kjøretøy på rundt 130 000. Dersom vi med dette som utgangspunkt antar at samtlige nye kjøretøy selges med CALM ti år etter introduksjon på markedet, innebærer det 130 000 solgte CALM-enheter. I tillegg kommer salg til biler i bruk som følge av ødelagt utstyr, og salg av CALM til eldre biler uten slikt utstyr. Det er også ventet at nye funksjoner vil dukke opp etter hvert, og medfører salg av nye komponenter som kan legges til systemet.

Prisen på CALM er for tidlig å fastsette, og den vil variere en del ut fra hvilke funksjoner man ønsker, samt hvilke løsninger de ulike bilmerkene velger. Basert på typiske priser for ekstrautstyr i dagens biler er det grunn til å tro at CALM vil koste kunden minimum 10 000 kroner, kanskje også vesentlig mer. I mine tall har jeg valgt å beregne 10 000 kroner for det pessimistiske anslaget, 15 000 for realistisk og 25 000 for optimistisk. Pessimistisk anslag forutsetter 100 000 solgte CALM-enheter i året, mens de to andre baserer seg på 150 000. I tillegg kommer salg av nye funksjonaliteter/komponenter. Her er prisen veldig avhengig av hva slags funksjonalitet det er snakk om, men inkludert installasjoner regner jeg en gjennomsnittspris på 3 000 kroner (pessimistisk), 5 000 kroner (realistisk) og 8 000 kroner (optimistisk). Antallet solgte komponenter for de tre beregningene er henholdsvis 5 000, 20 000 og 40 000. En oversikt over disse inntektene fremkommer av figur 4.8. Tallene forutsetter modent marked, det vil si at CALM er etablert som standardutstyr i de aller fleste biler.

Årlige inntekter fra salg av CALM-utstyr						
	Pessimistisk anslag		Realistisk anslag		Optimistisk anslag	
Antall solgte CALM-enheter		100 000		150 000		150 000
Gjennomsnittlig pris	kr	10 000	kr	15 000	kr	25 000
Salg CALM-enheter	kr	1 000 000 000	kr	2 250 000 000	kr	3 750 000 000
Antall solgte tilleggskomponenter		5 000		20 000		40 000
Gjennomsnittlig pris	kr	3 000	kr	5 000	kr	8 000
Salg tilleggskomponenter	kr	15 000 000	kr	100 000 000	kr	320 000 000
Totalt salg	**kr**	**1 015 000 000**	**kr**	**2 350 000 000**	**kr**	**4 070 000 000**

Figur 4.8: Beregning av årlig inntekt for salg av CALM-utstyr. Forutsetter modent marked.

Ulykkesreduksjon. Reduksjon i antall ulykker er en indirekte inntekt. Ifølge UPs distriktssjef i Østfold og Follo, Ole Høiby, koster trafikkulykker årlig 25 milliarder kroner her i landet[14]. Dette er en sum som kunne vært kraftig redusert ved bruk av intelligente systemer som CALM.

Et forsiktig estimat går ut på at vi ved hjelp av CALM kan redusere ulykkene med 10 prosent. Med utgangspunkt i dagens utgifter forbundet med trafikkulykker vil dette utgjøre en besparelse på cirka 2,5 milliarder kroner per år. Dette i tillegg til de opplagte samfunnsøkonomiske fordelene ved å unngå ulykker. Statens vegvesen arbeider imidlertid med sitt nullvisjonsprosjekt, og ambisjonene for CALM er nok å unngå en enda større andel av ulykkene. Med omfattende CALM-dekning langs

veiene og effektiv funksjonalitet kan vi se for oss et optimistisk scenario hvor 60 prosent av ulykkene unngås. Dette vil gi en besparelse på hele 15 milliarder. Et mer moderat anslag på 30 prosent vil også gi en pen gevinst, 7,5 milliarder i året.

Abonnement/tjenestebruk. I 2005 fantes det 2 millioner personbiler og 300 000 varebiler her i landet[1]. Med god markedsføring og godt tjenestetilbud kan vi tro at CALM vil være installert i minst 1,5 millioner kjøretøy cirka ti år etter introduksjon. Dette innebærer 1,5 millioner kunder for sikkerhetstjenestene. Disse tjenestene bør ikke på noen måte være kostbare for kunden, men kan likevel generere en inntekt. Dersom en andel av årsavgiften for bil tilfaller CALM-operatører, eller en egen avgift introduseres, kan det være realistisk å tjene 1 000-1 500 kroner i året for hver CALM-kunde. Den reelle utgiften for kunden bør kunne være mindre enn dette, da redusert ulykkesrisiko vil gi forsikringsselskapene incentiv til å senke avgifter for kunder med CALM. Totalt vil en fast årsavgift av nevnte størrelsesorden kunne gi inntekter på anslagsvis 1,5-2 milliarder kroner.

Markedet for kommersielle tjenester er ikke enkelt å forutse. Tjenester for parkering, bensinfylling, kart, musikk, video - noe vil helt sikkert komme, annet er mer usikkert. På grunn av den store usikkerheten har jeg valgt ganske forsiktige beregninger. Dersom 1,5 millioner kjøretøy med CALM kjører flere ganger ukentlig, gjerne også med flere passasjerer, har vi i løpet av året en potensielt svært stor brukermasse. Mange vil sannsynligvis nesten aldri benytte kommersielle tjenester, andre vil være mer aktive. Dersom vi pessimistisk anslår at hver bil i gjennomsnitt legger igjen 50 kroner årlig til slike tjenester vil den samlede inntekten være på 75 millioner. Et langt mer optimistisk anslag baserer seg på at markedet virkelig slår an, og for hver bil brukes årlig 1 000 kroner på disse tjenestene. I så fall oppnås en tisifret inntekt.

Det kan også være gode penger å hente fra busspassasjerer, som vi årlig har nærmere 300 millioner av i antall[13]. Dersom hver passasjer i gjennomsnitt legger igjen 50 øre for hver tur kan 150 millioner innkasseres. Men jeg vil igjen presisere at disse tallene bare er spekulasjoner. En oversikt over innteksberegningene er gitt av figur 4.9. Jeg forutsetter igjen at markedet er modent, og at CALM er godt etablert med en stor kundebase.

Sponsorer. Jeg har allerede nevnt at det kan være aktuelt å kontraktere sponsorer for CALM. Det er klart at betydelige summer kan frambringes ved slike avtaler, og uten å komme med altfor presise antydninger bør man kunne håpe på tall i millionklassen.

Årlige inntekter fra bruk av CALM-tjenester						
Sikkerhetstjenester	Pessimistisk		Realistisk		Optimistisk	
Antall kunder		1 500 000		1 500 000		2 000 000
Årsavgift per kunde	kr	1 000	kr	1 200	kr	1 500
Total inntekt sikkerhetstjenester	**kr**	**1 500 000 000**	**kr**	**1 800 000 000**	**kr**	**3 000 000 000**
Kommersielle tjenester						
Antall kunder - bil		1 500 000		1 500 000		2 000 000
Årlig forbruk per kunde	kr	50	kr	400	kr	1 000
Inntekt kommersielle tjenester for bil	kr	75 000 000	kr	600 000 000	kr	2 000 000 000
Årlig antall busspassasjerer		300 000 000		300 000 000		300 000 000
Forbruk per kunde per busstur	kr	0,10	kr	0,50	kr	1,00
Inntekt kommersielle tjenester for buss	kr	30 000 000	kr	150 000 000	kr	300 000 000
Total inntekt kommersielle tjenester	**kr**	**105 000 000**	**kr**	**750 000 000**	**kr**	**2 300 000 000**

Figur 4.9: Beregning av årlige inntekter for salg av tjenester til CALM. Forutsetter modent marked.

Offentlig støtte. CALMs sikkerhetstjenester vil ha høy samfunnsøkonomisk verdi i form av økt trafikksikkerhet, og støtte fra staten bør derfor være aktuelt dersom andre finansieringsformer ikke strekker til. Denne formen for finansiering vil trolig være mest aktuell i utbyggings- og startfasen, som representerer en stor økonomisk risiko. Et modent marked vil etter all sannsynlighet være selvfinansierende, men ønske om å holde prisen for sikkerhetstjenester nede og for å stimulere til tjenesteutvikling kan likevel gjøre at staten ønsker å bidra økonomisk også her. I likhet med for sponsorer er det imidlertid vanskelig å presentere noen antydninger om beløp.

Kostnader

Det er selvsagt også en del kostnader forbundet med CALM, og de viktigste er kort beskrevet her. Disse fordeler seg hovedsakelig på utvikling og produksjon av utstyr, installasjon og montering, drift og vedlikehold, nettleie, samt utgifter forbundet med tjenester. De fleste av punktene som er nevnt er svært vanskelig å tallfeste, og jeg har derfor ikke gjort noe forsøk på det.

Utstyrsproduksjon. Kostnader forbundet med produksjon av utstyr må tas med i betraktningen, og trekkes fra inntekt for salg av utstyr for å finne profitten for

utstyrssalget. Jeg antok ved realistisk anslag at CALM-utstyr årlig kunne gi hele 2,25 milliarder kroner i inntekt. Med en avanse på 50 prosent, som kan være realistisk, ville i så fall 1,5 milliarder gått med til å dekke utstyrsproduksjonen. Dette er dog usikre antakelser.

Montering og installering. En betydelig utgiftspost relatert til CALM vil være montering av kommunikasjonsutstyr langs veier, såfremst ikke eksisterende teknologier (som mobilnett og GPRS) viser seg å være tilstrekkelige. Med krav til høye hastigheter og kapasitet vil det derimot trolig være behov for omfattende montering av aksesspunkter, særlig i tettbygde strøk. Trådløse Trondheim[28] opererer med kostnader på rundt 20 000 kroner for hvert av sine aksesspunkter, slik at de totale kostnadene for et omfattende CALM-nettverk vil være store. Mer om kostnader knyttet til utbygging finnes i kapittel 6.

Installering av utstyr i hvert enkelt kjøretøy utgjør også en kostnad. Denne vil bli betalt av kjøper, men må trekkes fra prisen som er beregnet i inntektsdelen for å finne profitt.

Drift og vedlikehold. Drift og vedlikehold vil være en betydelig kostnad forbundet med det trådløse nettverket, hvor CALM er inkludert. En rekke aksesspunkter vil være utplassert, og disse krever fremfor alt en del strøm. Dernest må feil rettes opp, defekt utstyr byttes ut, og backup-løsninger må være operative, med mer.

Tjenestetilbud. Tjenestetilbydere vil også få en del kostnader tilknyttet utvikling av tjenester, drift, kundeservice, og så videre, uten at jeg vil komme nærmere inn på dette i denne oppgaven.

Nettleie. Ved bruk av trådløse nettverk krever eieren av nettverket betaling. Nettleie må betales enten av tjenesteleverandør, dens kunder (noe som kanskje er mest sannsynlig), eller fordelt mellom disse. Dersom CALM-ansvarlige skulle være eier av nettverket blir saken en annen, og de kan da selv generere inntekt ved å leie ut nettet sitt.

4.2.5 Aktører

Som avslutning for seksjonen om CALM skal jeg summere opp involverte aktører. En rekke deltakere vil være involvert i produksjon, utvikling og bruk av CALM. De viktigste er listet opp her:

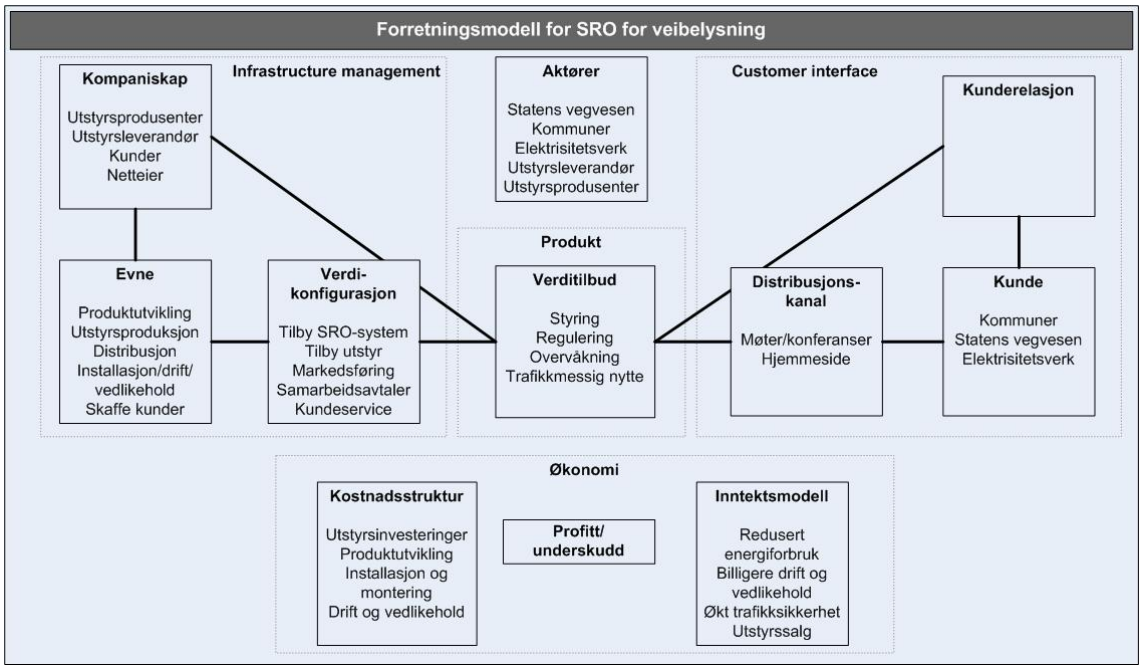
- Aktør 1: Bilprodusenter. Produsenter av kjøretøy som skal benytte CALM.
- Aktør 2: Bilforhandlere. Selgere av kjøretøy med CALM.
- Aktør 3: Utstyrsprodusenter. Produsenter av utstyr som inngår i CALM.
- Aktør 4: Utstyrsleverandører. Setter sammen og leverer CALM-utstyr til bilprodusenter og verksteder.
- Aktør 5: Verksteder. Installerer og reparerer CALM-utstyr i kjøretøy.
- Aktør 6: Tjenesteleverandører. Leverer tjenester som kan brukes ved hjelp av CALM.
- Aktør 7: Bilerere. Kjøpere og eiere av kjøretøy med CALM.
- Aktør 8: Busselskaper. Busselskaper kan monterer CALM i bussene sine for å øke sikkerheten og tilby tjenester til passasjerene.
- Aktør 9: Sjåfører. Førere av kjøretøy kan benytte tjenester basert på CALM.
- Aktør 10: Passasjerer. Passasjerer som sitter på i bil eller buss kan bruke underholdningstjenester.
- Aktør 11: Media. Media er en viktig aktør for å spre informasjon om CALM og dets tjenester.
- Aktør 12: Sponsorer. Sponsorer kan bli en viktig aktør i forbindelse med finansiering av utbygging og drift av nettverk og CALM-tjenester.

4.3 SRO for veibelysning

Med SRO menes styring, regulering og overvåkning av automatiserte instrumenter. Disse instrumentene kan være av mange typer, men denne oppgaven fokuserer kun på SRO for intelligent veibelysning. Jeg vil i dette kapitlet ikke gå i detalj på hvordan systemet fungerer, men se på hvilke funksjoner som kan realiseres, og hvilke økonomiske følger det kan gi. Det er også interessant å se hva et trådløst nettverk kan bidra med i denne sammenhengen.

Bakgrunnen for ønsket om å innføre SRO for veibelysning i Norge er at dagens situasjon medfører store kostnader for drift og vedlikehold. De fleste anleggene er gamle og trekker mye strøm. For å spare strømutgifter hender det derfor at noen kommuner slår av veibelysningen i visse perioder. Dette er selvsagt ingen ideell

situasjon, og sikkerheten langs veiene reduseres åpenbart i disse periodene. I tillegg er tenningssystemet bygd opp slik at flere veier utgjør en krets hvor enten alle lys er på, eller alle er av. Dette er lite fleksibelt. En annen svakhet med dagens anlegg er at det ikke finnes noen mekanismer for feilrapportering. Når lyspærer går eller belysning langs en strekning slukkes er de driftsansvarlige avhengige av meldinger fra mannen i gata, noe som krever en bemannet vakttelefon. Dessuten er feilsøking i veilysnettet en krevende og dyr prosess. Ytterligere en mangel med dagens løsning er at det ikke finnes måling av veibelysningens energiforbruk. Her brukes estimater som enten betrakter effekten hver lampe er tenkt å ha eller strømmen som leveres til nettet, men som ikke tar hensyn til variasjoner i faktisk effekt eller strømlekkasjer i gamle anlegg. Resultatet er en betydelig differanse mellom hva som forbrukes og hva som betales for. I det neste avsnittet betraktes produktet SRO for veibelysning, som kan løse problemene beskrevet her. Det er verdt å merke seg at SRO kan realiseres på flere nivåer, man trenger ikke nødvendigvis inkludere alt som er nevnt. Forretningsmodellen fremkommer av figur 4.10.

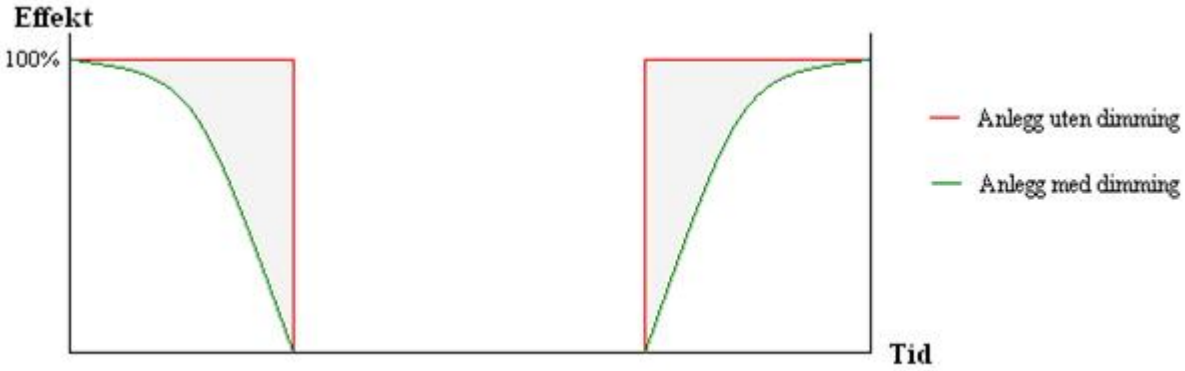


Figur 4.10: Overordnet forretningsmodell for SRO for veibelysning.

4.3.1 Produkt

Intelligent veibelysning er en fellesbetegnelse for systemer som gir en mer kostnadseffektiv bruk av belysning langs veier, både hva gjelder drift og vedlikehold. Systemene

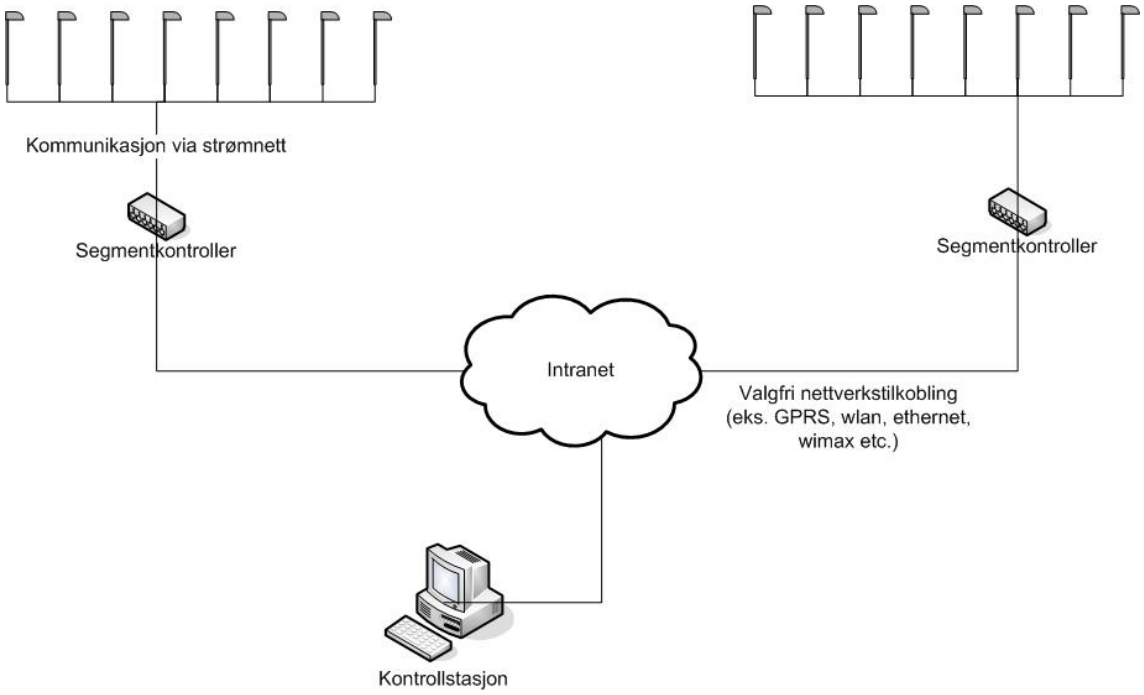
støtter toveis datakommunikasjon, og kan styres, reguleres og overvåkes fra et sentralt punkt. Bruk av intelligent veibelysning innebærer at lysstyrken justeres etter behov: Etter hvert som natt går over til dag blir det naturlige lyset gradvis sterkere, og effekten på lampene kan senkes, såkalt dimming. I forhold til dagens situasjon, hvor lysene enten er av eller står på med full effekt, vil strømbesparelsene ved dimming være store. Figur 4.11 illustrerer energibesparelsen ved dimming. Samtidig vil også levetiden på lyspærene kunne forlenges. I tillegg vil dessuten driftskostnadene og gjennomsnittlig tid en lampe ikke fungerer kunne senkes. Lamper lyser med ekstra effekt på slutten av levetiden sin, noe systemet kan registrere og varsle om i god tid før en lampe slukker. På den måten vil man ikke være avhengige av meldinger fra publikum om driftstans.



Figur 4.11: Besparelser ved bruk av dimming. Etter hvert som det naturlige lyset varierer kan lysstyrken, og dermed strømforbruket, justeres etter behov. Dette er ikke mulig med det gamle systemet. Det lett skraverte området viser differansen i strømforbruk.

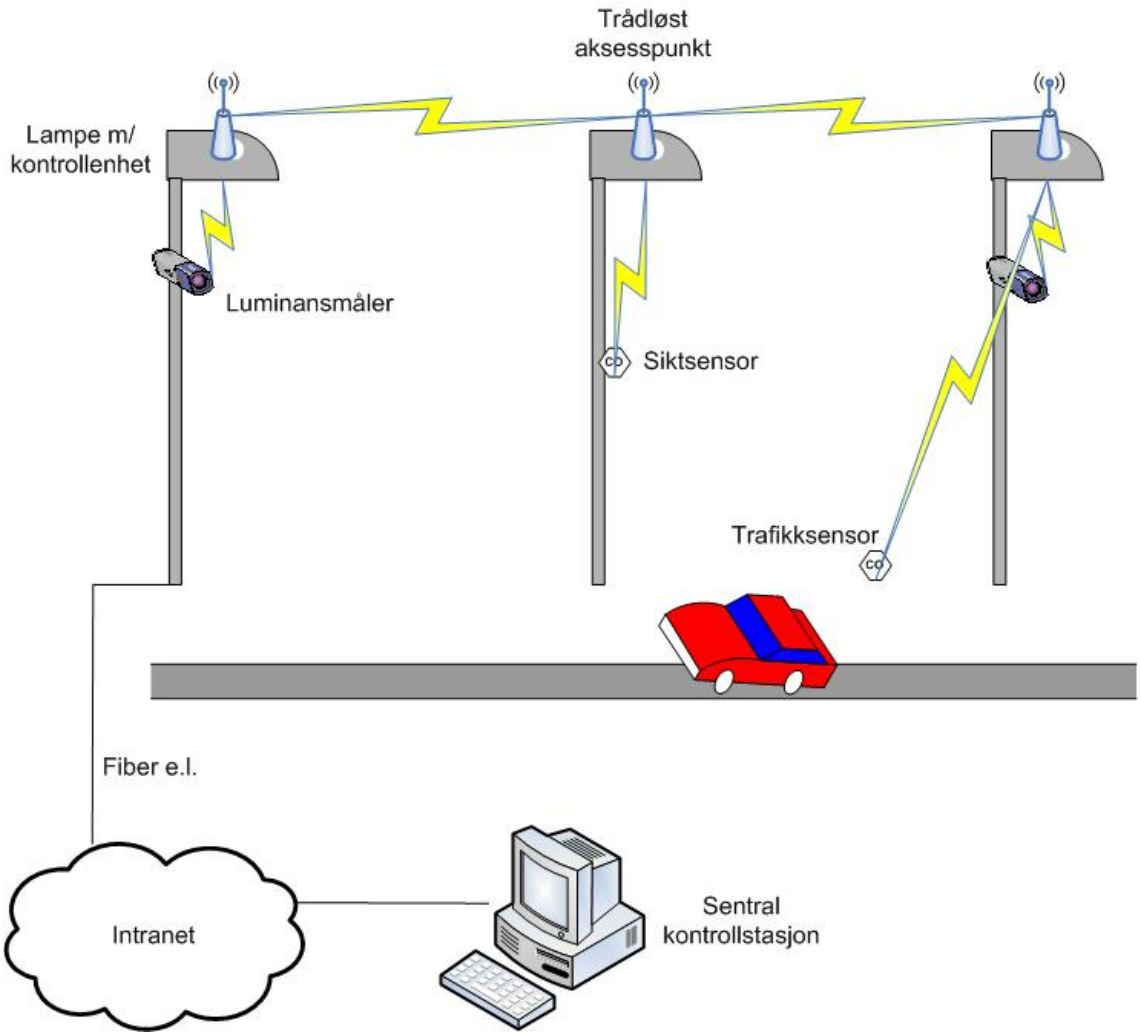
Dagens løsning for kommunikasjon i intelligente veibelysningssystem baserer seg på en hierarkisk modell som vist i figur 4.12. I hver lampe finnes en lampekontroller som overvåker og styrer effektbruk i lyspæren, og kommuniserer med segmentkontrollere over strømledninger. Segmentkontrollerne samler inn informasjon om status for hver enkelt lampe, setter verdier, leser av strømforbruk og videresender data fra lampen til kontrollstasjonen. Øverst i hierarkiet befinner den sentrale kontrollstasjonen seg. Kommunikasjonen mellom segmentkontrollerne og kontrollstasjonen kan skje ved hjelp av flere ulike medier. Optisk fiber og GPRS er mye brukt, men eksempelvis WLAN og Wi-MAX kan også benyttes. Det er verdt å merke seg at bruken av intelligent veibelysning ikke er særlig utbredt per i dag, men noen testanlegg finnes.

Kommunikasjonen slik den er beskrevet her har en del begrensninger. Hver segmentkontroller kan ikke styre, regulere og overvåke mer enn cirka 200 lys, og har dessuten en begrenset rekkevidde. I et system med hundretusener av lyktestolper kreves det



Figur 4.12: Dagens løsning for datakommunikasjon i intelligente veilyssystem.

derfor svært mange av disse styringsenhetene. Kommunikasjonen over strømnettet mellom kontrollere og lys støtter kun lave overføringshastigheter, og selv om dagens løsninger ikke krever store informasjonsmengder legger det klare begrensninger på mulighetene. I tillegg brukes som nevnt ofte GPRS, som er dyrt, for å kommunisere med kontrollstasjonen. Et trådløst nettverk tilgjengelig langs veiene vil åpne opp for en vesentlig endring av dagens arkitektur. Trådløse kommunikasjonsenheter i hver lampe kan kan benytte nettverket til raskt å sende informasjon til sentrale kontrollere, og man slipper det tungvinte mellomleddet som segmentkontrollerne representerer. En mer realistisk løsning vil være å ha aksesspunkter for trådløs kommunikasjon i en viss andel lamper, dit andre lamper sender signaler via strømledningene. Herfra sendes signalene videre til en sentral med høye overføringshastigheter. Segmentering kan så skje virtuelt i kontrollstasjonen, dersom man ønsker å dele belysningen i segmenter som "hovedvei", "stikkvei", "gangsti" eller lignende. Trådløs kommunikasjon fra lampene vil dessuten gjøre systemet mer fleksibelt i tilfelle man ønsker større informasjonsmengder, og kan i tillegg muliggjøre interaksjon med annet utstyr (mer om slike synergier finnes i kapittel 5). Ulempene ved bruk av trådløst er at kommunikasjonsenhetene i lampene trolig vil være dyrere, og at det må lages funksjonalitet for mottak og sending av signaler over andre medier enn strømledninger. En mulig realisering av intelligent veibelysning ved hjelp av trådløs kommunikasjon er vist i figur 4.13.



Figur 4.13: Mulig løsning for SRO basert på trådløs kommunikasjon. Inkluderer de fleste viktige komponenter. Et antall lamper (neppe alle) inneholder trådløse aksesspunkt, og disse kan kommunisere med hverandre. Det faste nettverket nås gjennom fiberforbindelser til enkelte lamper. På figuren er alle kommunikasjonslinjer basert på trådløse tilknytninger, men i praksis vil dette trolig bli for dyrt. En kan tenke seg løsninger hvor en del kommunikasjon over korte avstander (for eksempel til lamper uten trådløs tilknytning, eller mellom sensorer og lampekontroller) skjer på annet vis, gjerne gjennom strømledninger (power line communication) - alt etter hva som er mest hensiktsmessig og billig, og hvilke teknologier som er tilgjengelige.

Jeg vil i det følgende betrakte SRO for veibelysning med utgangspunkt i at trådløs kommunikasjon brukes frem til lampene, selv om mye også vil gjelde i tilfellet med kommunikasjon som illustrert i figur 4.12.

Verditilbud

SRO for veibelysning gir i utgangspunktet tre verditilbud for kunden, henholdsvis styring, regulering og overvåkning. Jeg har også valgt å ta med nytten intelligent veibelysning kan skape for trafikken. Målgruppene for disse verditilbudene er gitt i neste delkapittel.

Verditilbud 1: Styring. Styring er en bevisst påvirkning av en prosess som konsekvens av bestemte verdier[25]. Styring gjelder utøving av kommandoer som av/på og ut/inn. Slike styrekommandoer etterfølges ofte av positiv tilbakemelding om at styrt objekt har utført ønskelig handling. Styring kan foregå manuelt eller automatisk ved trigging av sensorer.

Verditilbud 2: Regulering. Regulering er en bevisst påvirkning av en prosess som konsekvens av en sammenligning mellom er- og skal-verdi[25]. Regulering brukes for lukkede kretser med tilbakekobling, for eksempel når effekten fra en lampe reguleres som en funksjon av luminansen i veidekket.

Det kan være interessant å se på noen av tilbudselementene som kan være inkludert i styring og regulering:

- Kontrollenhet (lampekontroller). Denne enheten vil være sentral i gatelyset, og mottar signaler fra ulike sensorer, samt fra overordnede kontrollstasjoner (eventuelt også segmentkontrollere). Ut fra mottatt informasjon bestemmer kontrollenheten pådraget til lampene, og kan dermed regulere lysstyrken etter behov.
- Ballast. En enhet som varierer pådraget til lampen basert på styresignaler fra kontrollenheten.
- Luminansmåler. Luminans vil si hvor godt vårt øye oppfatter lys fra en overflate. Luminansmåleren skal måle veidekkeluminansen, som er påvirket av naturlig lys, veibelysning, lyskilder i nærområdet, samt vær- og føreforhold. Behovet for effekt fra gatelysene kan beregnes som en funksjon av veidekkeluminans.

- Trafikksensor. En trafikksensor kan registrere og rapportere trafikktetthet og kjøretøyenes hastigheter. Dette er to parametre som påvirker behovet for belysning. Dersom trafikktettheten er stor, men hastighetene lave indikerer dette kødannelse. I lav fart trenger ikke sjåføren så mye lys, og effekten kan dempes. Dersom ulykker inntreffer kan lysstyrken økes for å belyse ulykkesstedet. Mange steder har dessuten sterkt variabel trafikk, og dermed variabelt lysbehov. Et eksempel på dette er fergeveier som kun benyttes av motoriserte kjøretøy. Her kan lysene slås helt av i perioder uten trafikk, da syklister og fotgjengere ikke finnes. På steder hvor en kan regne med umotorisert ferdsel kreves en viss belysning, men lysstyrken kan reduseres med opp mot 70 prosent i perioder uten kjøretøy.

- Siktsensor. På steder som er utsatte for tåke kan det være aktuelt med siktsensorer som måler sikten for å bedre sikkerheten. Forhold med dårlig sikt kan være problematiske, og det er ikke sikkert at økt lysstyrke er det som hjelper mest. Kanskje kan lys med andre farger være løsningen.

Verditilbud 3: Overvåkning. Overvåkning er en kontinuerlig tilstandskontroll, og utøves gjennom målinger og meldinger[25]. Målinger kan være digitale eller analoge øyeblikksverdier (av eksempelvis strøm eller spenning) eller registreringer av forbruk (kWh). Meldinger kan gjelde driftssituasjoner som av/på, manuell/automatisk, eller være notiser om feil i anlegget, ved jordfeil, lampeutfall og lignende. Noen aktuelle tilbudselementer:

- Energiforbruk. Målinger av energiforbruk er av stor interesse både av miljøhensyn, og ikke minst for den som betaler bruken av veibelysning. Forbruket registreres i lampens kontrollenhet, og kan hentes ut ved behov.

- Statusinformasjon. Meldinger om status for anlegget kan være nyttig. Disse kan inneholde om lamper er av eller på, hvilken effekt de har for øyeblikker, eller det kan være data fra tilknyttede sensorer. Det kan være at meldinger om statusinformasjon sendes automatisk, eller at det skjer på manuelle forespørsler.

- Driftsmeldinger. Når feil inntreffer i anlegget, eksempelvis lamper som går, kan det umiddelbart sendes melding til kontrollstasjonen om dette.

Verditilbud 4: Trafikkmessig nytte. I tillegg til at intelligent veibelysning gir strømbesparelser og økt fleksibilitet vil det også gi noen rent trafikkmessige fordeler:

VERDITILBUD Navn: Overvåkning.
Beskrivelse: Overvåkning er en kontinuerlig tilstandskontroll, og utøves gjennom målinger og meldinger. Målinger kan være digitale eller analoge øyeblikksverdier (av eksempelvis strøm eller spenning) eller registreringer av forbruk (kWh). Meldinger kan gjelde driftssituasjoner som av/på, manuell/automatisk, eller være notiser om feil i anlegget, ved jordfeil, lampeutfall og lignende.
Mening: *Innsats:* Gir presise tilbakemeldinger om forbruk og status. Feilmeldinger gjør at driftsansvarlig slipper å lete etter feilkilder manuelt.
Verdinivå: *Innovasjon:* Representerer en helt ny måte å kontrollere veibelysningsanlegg på.
Prisnivå: *Økonomi:* Vil medføre betydelige kostnader i utvikling, men produksjon og bruk i stor skala vil bidra til lave priser.
Inneholder tilbud:
- Målinger av energiforbruk
- Statusinformasjon
- Driftsmeldinger

Kunder: Målgruppe 1: Anleggseier.
Målgruppe 2: Driftsansvarlig.

Figur 4.14: Eksempel på verditilbud innen SRO for veibelysning. Hvert av tilbudselementene kan videre deles opp på lignende vis.

- Trafikkinformasjon. Trafikksensorer er en del av SRO, og registrerer som nevnt trafikktetthet og hastigheter som brukes lokalt for å bestemme nivå av belysning. Denne informasjonen er interessant også i andre sammenhenger, og kan brukes til å beskrive trafikksituasjonen for trafikantene (via CALM eller lystavler), samt være grunnlag for å planlegge tiltak for å bedre trafikkflyten. Andre bruksområder kan være statistiske formål eller beregninger av miljøutslipp fra kjøretøy.

- Trafikksikkerhet. Med forbedret belysning unngår man mørklagte lommer langs veien, hvilket minsker sjansen for at bilisten ikke oppdager fotgjengere eller syklister som befinner seg der. Neddimmet belysning vil dessuten forbruke lite strøm, slik at kommuner ikke vil spare så mye på å slå lyset helt av i perioder med lite trafikk. Intelligent veibelysning kan også ta hensyn til vanskelige siktforhold (som ved tåke), og tilpasse belysningen etter det. I tillegg kan ulykkessteder lyses opp.

- Hindrer kriminalitet. Som nevnt er det ikke uvanlig at veibelysningen blir slått av i perioder. Dette skaper utrygghet blant trafikanter, og øker dessuten sjansen for at kriminelle handlinger begås. Konstant belysning, selv om den er dimmet, vil ha en sterk preventiv effekt på dette området.

4.3.2 Customer interface

Tilknytningen til kundene er preget av at disse er fåtallig og relativt like. Det innebærer gode muligheter for å nå dem gjennom de samme kanalene med like tilbud. Et annet viktig aspekt er at tett samarbeid mellom kunder og leverandører er sentralt for å avdekke behov og ønsker.

Kunder

Kunder for SRO-systemer for veibelysning kan deles inn i to kategorier; de som eier gatelysene, og dermed betaler for bruken, samt de ansvarlige for drift og vedlikehold. I Norge er det hovedsakelig tre aktører som er involvert i veibelysningen, og rollefordelingen mellom disse er noe overlappende.

Målgruppe 1: Kommuner. Kommunene utgjør den største eierandelen av gatelys her til lands. Alle kommuner ønsker en veibelysning som gir god trafikksikkerhet for alle som ferdes på og langs veiene. Belyste veier gir også beskyttelse mot kriminelle handlinger. Samtidig ønsker kommunene å minimere kostnadene, som er betydelige i slike anlegg.

Målgruppe 2: Statens vegvesen. Statens vegvesen har ansvaret for planlegging, bygging, drift og vedlikehold av riks- og fylkesveinettet i Norge, inkludert tilhørende gatebelysning. SVV har både eierskap og driftsansvar for en hel del gatelys, og har som eier de samme interessene som kommuner, samtidig som også forenklet drift og vedlikehold vil være av stor interesse for denne kunden. Statens vegvesen vil også kunne nyttegjøre seg av trafikkinformasjon.

Målgruppe 3: Elektrisitetsverk. De mange elektrisitetsverkene her i landet har ofte ansvar for drift og vedlikehold av veilysanlegg. I tillegg eier E-verkene strømanleggene som forskyner veibelysningen med strøm.

Distribusjonskanaler

SRO for veibelysning er et produkt som vil ha få og store kunder med sterke relasjoner til hverandre. På grunn av sterkt begrenset bruksområde vil heller ikke produktet bli realisert uten at det på forhånd er inngått samarbeidsavtaler med

kunder. Direkte møtevirksomhet med kunder blir dermed den viktigste måten å selge produktet på, mens eksempelvis reklame gjennom media neppe vil spille noen rolle (iallfall ikke før kommersielle produkter til privat bruk blir tilgjengelige).

Distribusjonskanal 1: Møter/konferanser. Gjennom møter og konferanser vil behov og muligheter bli avdekket, og kunder og produsenter kan inngå avtaler. Konferanser som inkluderer store aktører som Statens vegvesen kan være svært nyttige, og informasjonen kan deretter spres gjennom deltakernes forgreninger. Statens vegvesen er involvert i veibelysning over hele landet, og informasjon vil raskt kunne spres mellom ulike avdelinger. Respektive avdelinger innen SVV har videre kontakt med kommuner og lokale E-verk, og en kan derfor regne med at SRO-informasjon vil bli effektivt formidlet lokalt gjennom møte- og lobbyvirksomhet.

Distribusjonskanal 2: Hjemmeside. For potensielle kunder som vil vite mer om SRO kan en hjemmeside på internett være nyttig. Her kan all ønskelig informasjon gjøres lett tilgjengelig, og kunden kan selv sette seg inn i produktet. Kontaktinformasjon bør også legges ut på hjemmesiden, slik at kunden kan stille spørsmål eller initiere avtaler.

Kunderelasjoner

Konferanser og møtevirksomhet er allerede nevnt, og det vil nok bli de viktigste aktivitetene både for å tiltrekke seg og følge opp kunder. Produsenter av SRO-system vil ha få og store kunder, og et nært samarbeid med kunden vil være viktig. Regelmessige møter må til for å få frem behov, grad av tilfredsstillelse, og forbedringspotensial for systemet.

4.3.3 Infrastructure management

Evnene, aktivitetene og aktørene som kreves for å tilby produktet SRO for veibelysning vil bli presentert i denne seksjonen. Mye vil være sentrert rundt produksjon og operasjoner tilknyttet utstyr, samt salg og markedsføring.

Evner

For å danne verditilbud for styring, regulering og overvåkning innen veibelysning kreves i all hovedsak fem evner, som fremkommer av det følgende.

Evne 1: Produktutvikling. Utvikle SRO-system. Et helhetlig SRO-system for veibelysning må utvikles. Systemet inkluderer blant annet en kontrollenhet i lampen, sensorer, sentrale kontrollenheter, kommunikasjonslinjer mellom komponentene, samt nødvendig software. Utfordringer her blir å integrere trådløs kommunikasjon i lampene, kombinere med kommunikasjon over strømledninger der det er mest hensiktsmessig, samt å holde kostnadsnivået på et akseptabelt nivå.

Evne 2: Utstyrsproduksjon. Produksjon av de forskjellige komponentene i systemet, som sensorer, kontrollenheter, kommunikasjonsutstyr og lignende, er helt nødvendig for å kunne levere et system. Under utstyrsproduksjon tilhører også testing av utstyret.

Evne 3: Distribusjon. Ferdig produsert utstyr må fysisk leveres til kunden.

Evne 4: Installasjon, drift og vedlikehold. Komponentene i systemet vil bli produsert hver for seg, og må settes sammen og installeres riktig for å fungere og kunne kommunisere feilfritt med hverandre. Kunnskap om riktig montering og installering av utstyr, utskifting av defekt utstyr, feilbehandling på software, kontroll av sensorer og lignende er egenskaper som må være tilstede.

Evne 5: Skaffe kunder. For at SRO for veibelysning skal bli en realitet må en eller flere store kunder skaffes til veie.

Verdikonfigurasjon

Virksomheten som skal til for å danne verditilbudet SRO kan ses på som en verdikjede. Når et system er utviklet kreves produksjon og distribusjon av utstyr, sammensetting av utstyr og software til ferdig produkt, salg og markedsføring, samt kundeservice.

Aktivitet 1: Tilby SRO-system. Å gjøre et komplett SRO-system tilgjengelig for salg til kunder er selvsagt en sentral aktivitet. En kan se for seg at kunder er interesserte i å kjøpe totalpakker som blant annet inkluderer leveranser av et stort antall komponenter, kommunikasjonsenheter, samt all nødvendig software. Garantier om kundeservice eller andre former som oppfølging kan også være inkludert.

Aktivitet 2: Tilby utstyr. Tilgjengelighet av utstyr er vesentlig. For leveranser av totalpakker for SRO-system kreves mye utstyr. For ytterligere salg kan det være snakk om enkeltkomponenter, for eksempel sensorer, som kan legges til for å forbedre systemet senere. Kunder vil dessuten senere være interesserte i å kjøpe nytt utstyr for å oppgradere systemet med forbedret funksjonalitet, for å utvide systemet til å inkludere nye veier, eller for å erstatte defekt utstyr.

Aktivitet 3: Markedsføring. Markedsføring er en viktig aktivitet for de aller fleste forretningsdrifter, og har som formål å bekjentgjøre produkter for potensielle kunder, og å overbevise kunden til å kjøpe.

Aktivitet 4: Samarbeidsavtaler. Inngåelse av kontrakter mellom produsenter og leverandører av SRO-utstyr er essensielt for å sikre at alt nødvendig utstyr blir produsert. Det er også grunn til å tro at kundene vil ha avtaler seg imellom, da eier og driftsansvarlig i flere tilfeller er ulike aktører. I tillegg kommer avtaler mellom leverandører og kunder, med enigheter angående leveranser, betaling, oppfølging, og så videre.

Aktivitet 5: Kundeservice. Hver kommune som benytter SRO-systemet vil ha flere ansatte som er involverte i bruken av systemet. Det totale antallet brukere vil dermed bli ganske stort, og fra tid til annen vil det dukke opp uklarheter eller feil. For å følge opp kundene kan det derfor være aktuelt å opprette en kundeservice. Denne kan ta imot henvendelser av alle typer, det være seg spørsmål om bruk, hjelp til feilhåndtering, klager ved utstyr som ikke fungerer, hjelp til reparasjoner og lignende.

Kompaniskap

Jeg skal ikke si så mye om dette punktet, foruten at det for å fremskaffe et komplett SRO-tilbud for kundene kreves samarbeid fra minst fire grupper av aktører.

Kompaniskap 1: Utstyrsprodusenter. Blant involverte aktører kreves produsenter av utstyr som kommunikasjonsenheter, lampekontrollere, regulerbare lamper, ulike typer sensorer, og lignende.

Kompaniskap 2: Utstyrsleverandør. Utstyrsleverandøren vil være leddet mellom produsenter og kunde, og kan eventuelt sette sammen en del av komponentene.

Kompaniskap 3: Kunder. Kundene vil også delta aktivt i fremstillingen av produktet, i form av å gi tilbakemeldinger og ønsker om hva de vil ha.

Kompaniskap 4: Netteier. Avtale med eier av nettverk er nødvendig for å sikre bruken av nettet.

4.3.4 Økonomi

SRO for veibelysning har et betydelig økonomisk potensial gjennom redusert og mer effektivt strømforbruk. I denne delen presenteres de viktigste inntektene og kostnadene forbundet med denne formen for SRO.

Inntekter

Det klart tyngste argumentet for innføring av SRO for veibelysning er store besparelser i energiforbruk. I tillegg kommer billigere drift og vedlikehold, samt noe forbedret trafikksikkerhet. Disse punktene gjelder uavhengig av hvilken kommunikasjonsform som benyttes, men jeg beskriver også hvilke besparelser som kan forekomme ved bruk av WLAN.

Redusert energiforbruk. Tester som Hafslund har gjort ved et lysanlegg på Oppsal viser at energiforbruket kan reduseres med omtrent 40 prosent ved å skifte ut de gamle lysanleggene med nye[25]. Tar man i tillegg i bruk dimming kan den totale besparelsen komme opp i så mye som 70 prosent.

Ifølge Ramnath[25] ligger det totale energiforbruket for veibelysning her i landet på cirka 600 GWh per år. Med en kraftpris på 25 øre/kWh (som er den laveste på flere år) skulle det bety årlige kostnader på 150 millioner kroner. Utskifting av samtlige gamle anlegg vil dermed gi årlige besparelser på 60 millioner kroner, og inkluderes i tillegg dimming vil samlet gevinst være cirka 105 millioner i året. Det vil imidlertid ta en del år før alt av dagens utstyr er skiftet ut.

Billigere drift og vedlikehold. I dagens anlegg brukes det lang tid på feilsøking. Dette kan i stor grad elimineres ved bruk av SRO, og dermed spare driftsansvarlige for et antall timelønner for hver eneste feil som oppstår. Siden man nå også avhenger av innrapportering fra tilskuere kreves kontinuerlig bemannet vakttelefon - dette er noe man vil kunne slippe. Nye lyspærer vil dessuten ha lenger levetid.

Økt trafikksikkerhet. Jeg har vært inne på at trafikksikkerheten vil forbedres med bedre belysning. Hvor mange ulykker som kan unngås er vanskelig å si, men om man oppnår beskjedne 0,2 prosent reduksjon vil det utgjøre omkring 50 millioner kroner årlig.

Utstyrssalg. For produsenter og leverandører vil naturlig nok utstyrssalg være den viktigste inntektskilden, og en overgang til systemer innen intelligent veibelysning vil være svært verdifull for denne industrien.

Besparelser ved bruk av trådløs kommunikasjon. Hvis vi kort skal se spesifikt på bruk av et eget nettverk for trådløs kommunikasjon er det klart at dette først og fremst vil utgjøre en forskjell i funksjonaliteten. Vi kan få større båndbredde og hurtigere signaloverføring, og en mer fleksibel løsning med muligheter for endringer i fremtiden. Dette kan i seg selv gi besparelser på sikt. I tillegg slipper man bruk av GPRS for kommunikasjon til kontrollstasjoner, hvilket utgjør en kostnad i dag.

Kostnader

Kostnadene forbundet med SRO for veibelysning vil hovedsakelig bestå av investeringer i nytt utstyr. Det finnes likevel andre utgiftsposter, som produktutvikling, installasjon og drift. Det er viktig å merke seg at majoriteten av kostnadene vil være engangsutgifter, mens inntektene som er beskrevet vil være gjelde for hvert eneste år.

Utstyrsinvesteringer. Investering i utstyr vil være en stor utgiftspost dersom en ønsker å ta i bruk SRO for veibelysning. Kostnadene for slikt utstyr vil imidlertid komme produsenter og leverandører til gode, og pengene vil således holdes innen markedsområdet. Foreløpig er prisene på en del av komponentene altfor høye til å muliggjøre omfattende bruk, men dersom store aktører melder sin interesse er det klart at mer effektiv produksjon og markedspress vil gjøre at prisene senkes kraftig.

- Lampekontrollere. Den typen som kommuniserer ved hjelp av strømnettet koster rundt 20-25 kroner per stykk. Spørsmålet er hvilken løsning man velger ved trådløs kommunikasjon, og om dette innebærer at man må ta i bruk kontrollere som kan kommunisere over IP. Disse vil i så fall trolig være dyrere, iallfall i startfasen.
- Luminansmålere: Er for øyeblikket svært dyre, rundt 20 000 kroner per stykk. Billigere versjoner er under utvikling, og som kjent vil økt markedsetterspørsel

kunne gi større produksjonsfordeler, flere produsenter og ikke minst lavere priser. For at systemet skal fungere godt er det viktig at én luminansmåler ikke er tilknyttet mer enn et fåtall lamper. Det totale antallet luminansmålere vil dermed være høyt, og vesentlig lavere priser er helt nødvendig.

- Trafikksensorer: Svært dyre. Prisen ligger nå på cirka 50 000 kroner, og produktet er ikke kommersielt tilgjengelig. Økt etterspørsel kan forhåpentlig presse ned prisen også her, men den må reduseres betydelig før slike sensorer kan tas i utstrakt bruk.

- Siktsensorer: Prisen på disse er omtrent 5500 kroner. Med tanke på at én sensor kan gi informasjon for et større område vil ikke det totale antallet slike sensorer være spesielt stor. Kostnadene for siktsensorer vil være små i forhold til den totale investeringen, selv om en lavere pris selvsagt vil være ønskelig.

- Kommunikasjonssystem. Bruk av Wi-Fi eller andre former for trådløs kommunikasjon til lampene vil kreve funksjonalitet for konvertering og routing av signaler. Denne utgiftsposten er tilknyttet utbygging av selve nettverket, og er betraktet i kapittel 6.

Produktutvikling. En må regne med utgifter til utvikling av et fullverdig SRO-system for belysning, inkludert funksjonalitet for trådløs kommunikasjon til lamper. Kanskje er det også behov for små endringer i design av lyktestolpe og armatur for å legge forholdene best mulig til rette.

Installasjon og montering. Fysisk transport med påfølgende installasjon og montering av utstyr vil kreve ressurser. Ettersom mange belysningsanlegg skal skiftes ut er det likevel grunn til å tro at denne kostnaden ikke trenger å bli så stor, da utstyret kan integreres i lyktestolpene allerede i produksjonsfasen. Utskiftning av stolpene vil riktignok medføre store kostnader, men behov for modernisering gjør at dette er noe som uansett må gjennomføres.

Drift og vedlikehold. Det nye utstyret vil også medføre kostnader til drift og vedlikehold. Blant annet vil både trådløst kommunikasjonsutstyr og intelligensen i lampen kreve konstant strømtilførsel. Totalt vil likevel denne utgiftsposten være redusert sammenlignet med de gamle anleggene.

4.3.5 Aktører

De viktigste aktørene innenfor SRO for veibelysning vil være:

- Statens vegvesen. Eier og drifter en stor del av gatelysene. Interessert i utvikling av mer effektive systemer.
- Kommuner. Eier en rekke gatelys, og vil være interesserte i å redusere kostnadene for disse.
- Elektrisitetsverk. Ansvarkuge for drift og vedlikehold av en del anlegg, og forskyner dem med strøm.
- Utstyrsprodusenter. Bedrifter som kan produsere komponenter til belysningssystemet.
- Utstyrsleverandører. Bedrifter som kan utvikle og sette sammen systemer for belysning.

4.4 Vei-instrumentering

Vei-instrumentering er en generell betegnelse for automatisert verktøy som er forbundet med veier på en eller annen måte, og som gir en form for nytteverdi i tilknytning til trafikken. Trafikklys er trolig den eldste formen for vei-instrumentering, mens litt nyere eksempler er informasjonsdeling ved hjelp av lystavler, samt trafikkovervåkning i form av fotobokser. Alle slike verktøy blir i Norge operert av Statens vegvesen.

En del av utstyret innen vei-instrumentering har kun lokal kommunikasjon, men tilknytning til sentraler blir stadig mer vanlig. Kommunikasjonen til slike sentraler skjer i dag enten via ISDN-tilkobling eller mobilnett. ISDN er en trådbasert tilkobling, noe som krever kabling (ofte med tilhørende graving), og som er uegnet på steder uten nær tilknytning til eksisterende nettverk. Trådløs kommunikasjon skjer via mobilnett som GPRS, som krever eget abonnement for hver tilkoblet enhet, og ikke er spesielt billig i bruk (Telenor opererer for tiden med priser på 10 kroner per megabyte). Dataoverføringshastigheten er dessuten noe begrenset.

Vei-instrumentering har ikke like stort økonomisk potensiale som CALM og SRO for veibelysning, og vil alene neppe være noe argument for å bygge ut trådløs infrastruktur. Økte krav til service langs veien gjør det likevel svært ønskelig å utvide bruken, og dersom det skal bygges ut trådløst nett vil det være aktuelt å benytte dette også

til kommunikasjon for ulike vei-instrumenter. Noen fordeler i denne sammenhengen er:

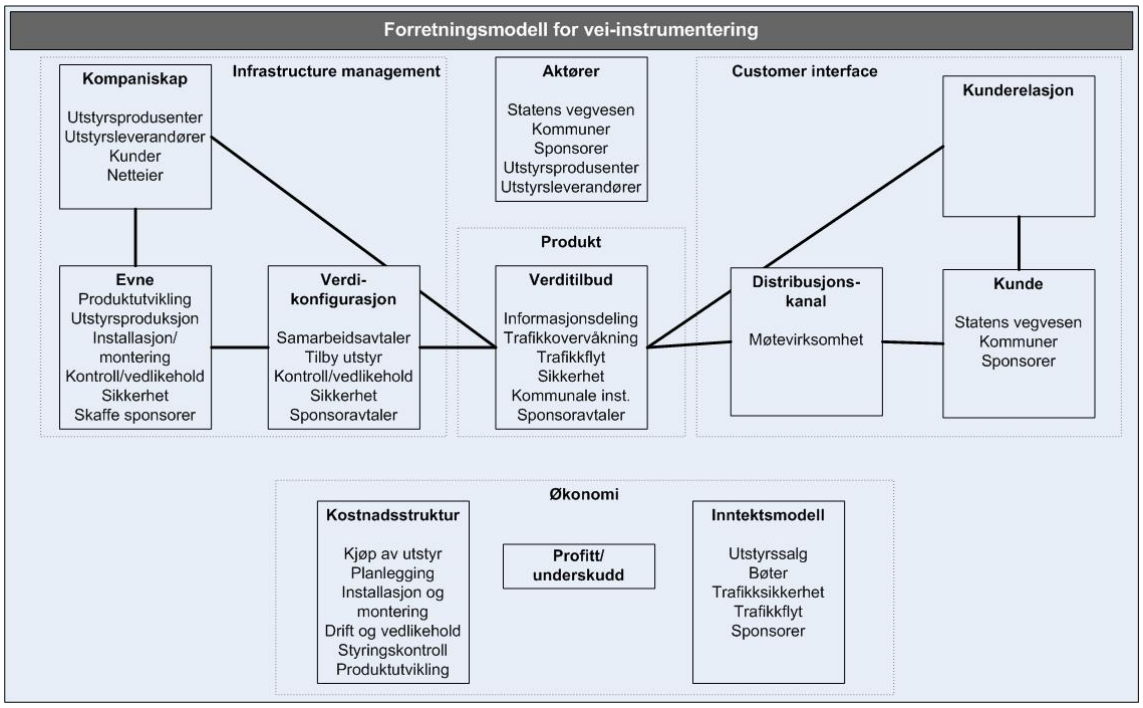
- Enkel tilkobling - ingen behov for nedgraving av kommunikasjonslinjer, men rutinemessig installasjon av utstyr for trådløst.
- Billig bruk.
- Hurtig dataoverføring.
- Fleksibilitet - data kan sendes flere steder parallelt, dessuten er det mulig å velge hvilke data man vil ha sendt.
- Samvirke med andre bruksområder - mer om dette i kapittel 5.

I sum vil disse fordelene åpne for utvidet bruk av vei-instrumenter, og dermed øke service-nivået i trafikken. Som en kommentar til punktet om samvirke med andre bruksområder bør det nevnes at vei-instrumentering og CALM har en viss overlapping. Begge kan ofte være medium for formidling av de samme beskjedene, det være seg spesielle kjøreforhold, kødannelser eller lignende. Bruk av CALM vil da være billigere, men inntil alle kjøretøy inneholder CALM vil det være nødvendig å distribuere informasjon også ved hjelp av lystavler dersom alle skal nås. Vei-instrumentering kan dessuten fungere som backup for viktige beskjeder dersom noe skulle gå galt med formidlingen i CALM, eller om det skulle være ønskelig å informere også syklister og fotgjengere. Informasjon formidlet gjennom vei-instrumentering og CALM kan i tillegg gjerne benytte det samme utstyret som kilde.

I resten av dette kapitlet har jeg forsøkt å fremstille en forretningsmodell for vei-instrumentering, som er vist i figur 4.15. Jeg har spesielt valgt å legge vekt på produktet, for å vise hvilke anvendelser et trådløst nett kan bidra til. Det er verdt å merke seg at vei-instrumentering ikke passer helt inn i Osterwalders modell, da produktene som tilbys ikke selges i den forstand, men utgjør en allmenn service for trafikanter. Kundedefinisjonen er også noe flytende. Likevel gir modellen et godt bilde av hvilke muligheter som finnes.

4.4.1 Produkt

Det finnes allerede et betydelig antall forskjellige vei-instrumenter, og dersom et trådløst nettverk skulle gjøre det lettere og billigere å ta i bruk slikt utstyr er det grunn til å tro at flere nye produkter vil dukke opp. Som nevnt er ikke vei-instrumentering et marked for å tjene store penger, men har som hovedformål å



Figur 4.15: Overordnet forretningsmodell for vei-instrumentering.

støtte samfunnsøkonomiske interesser. Jeg vil her se på noen av produktene som kan tilbys.

Verditilbud

Jeg har valgt å dele opp produktet vei-instrumentering i seks deler. Disse er informasjonsdeling, trafikkovervåkning, trafikkflyt, trafikksikkerhet, kommunale installasjoner og sponsoravtaler. Alle verditilbudene har flere elementer som vil tjene på tilgjengeligheten av WLAN.

Verditilbud 1: Informasjonsdeling. Nytteinformasjon om trafikkforhold kan formidles ved hjelp av variable skilt plassert på strategiske steder eller satt opp for en kort periode. Skilt som er variable viser budskap som kan endres og kan slås av og på etter behov[2]. Figur 4.16 viser eksempler på noen variable skilt. Informasjon fra denne type vei-instrumentering kan bidra til å øke trafikksikkerheten, bedre trafikkflyt, eller ikke minst gi praktisk nytteverdi for trafikanter. Hvordan informasjonen samles inn kan skje på flere måter. Det kan være ved innmeldte observasjoner, registrerte forhold via trafikkovervåkning eller CALM, eller trigging basert på faste

tidspunkt. Noen eksempler på tilbud innen informasjonsdeling er:

- Advarsel om vær- og føreforhold. På tekstbaserte lystavler kan alle spesielle føreforhold formidles, det være seg glatt veibane, overvann, rasfare eller lignende. Dette vil øke oppmerksomheten til førere, og de kan ta forholdsregler som å sette ned farten.
- Trafikale hendelser/ulykker. Kan angi distanse til ulykkesstedet, og melding til sjåfører om å sette ned farten. Dette vil øke sikkerheten rundt ulykkesstedet.
- Anvisning til omkjøring. Ved for eksempel veiarbeid eller ulykker er det ofte nødvendig å omdirigere trafikken, og lystavler egner seg godt til det formålet. En lignende bruk kan være å anvise til alternative ruter i perioder med tett trafikk.
- Informasjon om kollektivtrafikk. Hvor lenge er det til neste buss kommer? For passasjerer vil dette være svært nyttig å vite, da bussenes ankomst ikke nødvendigvis stemmer overens med rutetabellen. Denne informasjonen kan baseres på teknologier som holder rede på hvor bussene befinner seg, og på en eller annen måte regner ut antatt kjøretid.
- Opplysning om kjøretøyets hastighet ved hjelp av fartsmålingstavler. Dette for å gjøre førere mer oppmerksomme på hvilken hastighet de holder, og for å motivere til å overholde fartsgrensen.
- Detekteringssystem. Et system som på bakgrunn av sanntids trafikkparametre beregner reisetid for strekning og oppgir denne på variabelt skilt. Er en nyttetjeneste for trafikantene.
- Anvisninger til P-plass. Informasjon om parkeringsanlegg med ledige plasser reduserer unødig kjøring og øker servicenivået overfor trafikantene.

Verditilbud 2: Trafikkovervåkning. Trafikkovervåkning baserer seg på ulike sensore og måleinstrumenter plassert langs veien. Overvåkningen kan inkludere registrering av antall kjøretøy og deres hastighet, eller spesielle kjøreforhold av betydning. Tall fra trafikkovervåkning kan brukes på flere måter, blant annet som grunnlag for informasjonsdeling eller for å vurdere trafikkflyten. Ved hjelp av trafikkovervåkning kan man bidra til å øke sikkerhet, og man kan gjøre livet lettere for trafikantene. Noen nyttige tilbud innen trafikkovervåkning er:

- Fotobokser/automatisk trafikkontroll. Overvåkning som kan identifisere kjøretøy og sjåfør, og registrere de som kjører for fort. Fotobokser er et middel for å

Figur 4.16: Noen eksempler på variable veiskilt.

straffe fartssyndere, samt virke preventivt mot høy fart, og er av den grunn et tiltak for å bedre trafikksikkerheten. I 2006 fantes det cirka 400 fotobokser i Norge, men tallet er ventet å øke til nesten det dobbelte frem mot 2009.

- Klimastasjoner. Plassert langs veiene kan slike stasjoner måle og rapportere parametre som temperatur, nedbør, vindstyrke og lignende. Et kamera tar dessuten bilder med lav oppløsning for å visualisere forholdene. Ved hjelp av data fra klimastasjonene får Statens vegvesen vite om spesielle forhold som krever tiltak. Det kan være snø som krever brøyting, farlig vind eller dårlig sikt.

- Målinger i tunnel. Tunneler representerer en potensiell sikkerhetsrisiko på norske veier, og de lengste overvåkes kontinuerlig. Målinger av gassnivå og temperatur er viktig for å vurdere brannfare, samt hvorvidt det er forsvarlig for mennesker å oppholde seg der.

- Dynamisk trafikkinformasjon. Trafikksensorer, som ble nevnt i kapittelet om SRO for veibelysning, kan registrere trafikktetthet og kjøretøyenes hastighet. Slik informasjon, eventuelt i tillegg til data fra CALM i kjøretøy, kan brukes til å holde kontinuerlig oversikt over trafikken. Informasjonen kan brukes til å vurdere trafikkflyten, og eventuelt gjennomføre tiltak for å forbedre den. I tillegg kan statistikk utarbeides, og man kan beregne miljøutslipp basert på blant annet slike data.

Verditilbud 3: Trafikkflyt. Et viktig incentiv for å benytte vei-instrumentering er at det kan bidra til å forbedre trafikkflyten. Økt trafikkflyt gjør at kjøretøy bruker

kortere tid på å tilbakelegge en viss strekning, noe som medfører raskere transport av varer og personer, mer effektiv kollektivtrafikk, og generelt bedre humør blant trafikanter. Videre gir kortere kjøretider redusert bensinforbruk og utslipp, forutsatt at forbedret trafikkflyt ikke resulterer i økt trafikk. For å samle informasjon om trafikkflyt kan ulike verktøy tilknyttet trafikkovervåkning brukes. Tiltak for økt trafikkflyt vil være mest aktuell i tettbygde strøk og på tungt trafikkerte veier.

Noen viktige elementer innen verditilbudet trafikkflyt:

- Trafikklys. Sensorer som oppdager trafikk kan signalere til trafikklys om at kjøretøy nærmer seg, og lysene kan så skiftes på grunnlag av det. Dette gjør at biler slipper å vente på grønt lys uten at andre kjøretøy befinner seg i et kryss.
- Planlegging og utforming. Informasjon fra trafikkovervåkning kan brukes til å vurdere flyten på ulike veier. På bakgrunn av dette kan det gjennomføres tiltak med mål om forbedring, for eksempel lage rundkjøringer, utvide veien med flere kjørefelter, eller lage helt nye veier for avlastning.
- Sjåførassistanse. Vi vil trolig se CALM-baserte tjenester som assisterer sjåfører med å finne raskeste vei fra et sted til et annet. Her vil distanse, fartsgrenser og trafikk spille inn, hvor informasjon om sistnevnte hentes inn ved hjelp av trafikkovervåkning. Ved bruk av slike tjenester vil sjåførene kunne unngå tett trafikkerte strekninger, og vi unngår samtidig at det blir ytterligere opphopning der det allerede er kø.
- Variable skilt. Som jeg allerede har nevnt kan slike brukes for å spre informasjon til trafikantene. Ved kødannelser, ulykker eller andre forhold av betydning kan trafikkflyten forbedres ved å informere om steder hvor trafikkavviklingen er dårlig, slik at førere kan velge alternative reiseruter.

Verditilbud 4: Trafikksikkerhet. Flere av vei-instrumentene bidrar til å bedre trafikksikkerheten. De fleste er allerede nevnt i andre sammenhenger, men for ordens skyld lister jeg her opp noen relevante punkter i denne sammenhengen:

- Informasjonsdeling. Med bakgrunn i trafikkovervåkning kan informasjon om spesielle kjøreforhold og ulykkessteder distribueres til trafikanter. Dette vil gjøre dem mer oppmerksomme, og samtidig redusere risikoen for ulykker.
- Automatisk trafikkontroll. Fotobokser langs veibanen avslører fartssyndere, og er ment å virke preventivt mot høy fart. For at ikke bilistene kun skal sakke

Figur 4.17: Eksempler på vei-instrumenter som kan knyttes til trådløse nettverk. Til venstre en fotoboks, og til høyre informasjonstavle for buss.

ned farten akkurat der de vet fotoboksene står, vil det være nyttig å benytte metoder som kan måle gjennomsnittsfart over en viss strekning. For den preventive effekten er det lønnsomt å opplyse om at automatisk trafikkontroll finnes. Høy fart er som kjent årsak til mange stygge ulykker, noe fotobokser har en dokumentert[7] virkning mot.

- Trafikkflyt. Dersom trafikkflyten er dårlig vil mange trafikanter ofte bli stresset og irritert. Som en følge av det kjører de gjerne mer aggressivt, og farlige situasjoner kan lett oppstå. På den måten vil bedret trafikkflyt også være gunstig for trafikksikkerheten.

- Variable hastighetsskilt. Etter som kjøreforholdene varierer vil også forsvarlig kjørehastighet veksle. Mange ulykker skjer ved for høy fart på dårlig føre. Med variable hastighetsskilt kan man ta høyde for slike variasjoner, og til enhver tid operere med en forsvarlig fartsgrense. Per dags dato er det dog ikke tillatt å angi fartsgrenser ved hjelp av variable skilt her i landet.

Verditilbud 5: Kommunale installasjoner. I alle kommuner finnes det et antall installasjoner som er nøvendige for å ivareta kommunale interesser. Det være seg pumpestasjoner, vannanlegg eller annet som krever jevnlige målinger av spesielle parametre. Slike anretninger går ikke under betegnelsen vei-instrumenter, men finnes ofte i nær tilknytning til veier, og er dermed interessante likevel. For å slippe å være avhengig av manuelle avlesninger er det ønskelig å benytte trådløs kommunikasjon også på dette området.

Verditilbud 6: Sponsoravtaler. Det er uklart hvorvidt det kan være aktuelt å finansiere vei-instrumentering med sponsorpenger, men muligheten er tilstede. For Statens vegvesen og andre vil det selvsagt medføre en del kostnader å sette opp og bruke utstyr, og det vil naturlig nok være attraktivt å benytte penger fra andres pengesekker. Spørsmålet er hvilket utbytte sponsorer kan få for sin investering. En tanke er å promotere sponsoren ved hjelp av informasjonstavler langs veien, men på grunn av strenge regler for reklame i trafikken og fare for trafikksikkerheten vil det være vanskelig å gjennomføre. Det kan likevel være et alternativ for lystavler som ikke er ment for selve biltrafikken, for eksempel tavler på busstopp som informerer om neste buss, eller om man ønsker å gi noen form for informasjon på parkeringsplasser, bensinstasjoner eller lignende steder med liten fare for ulykker. Uansett må ikke reklamen gå på bekostning av informasjonsformidlingen. I tillegg kan sponsorene vise seg frem ved messer eller andre promoteringer av vei-instrumentering. Mulighetene er likevel begrensede sammenlignet med CALM, og det kan hende man må se seg om etter andre finansieringsmåter.

4.4.2 Customer interface

Produkter innen vei-instrumentering vil ikke være tilgjengelige for privatpersoner eller bedrifter, men rette seg utelukkende mot et fåtall kundegrupper innenfor det offentlige. Konsekvensene av få kunder er forenklet distribusjon og et ønske om tett kontakt mellom leverandør og kunde, for å lettere etterkomme kundens behov. Merk at kundedefinisjonen er noe vag, da det er kunden selv som kommer med verditilbudene, mens det er trafikanter som drar nytte av dem. Sett fra nettverkets perspektiv er det likevel ingen tvil rundt kundedefinisjonen.

Kunder

Veier åpne for allminnelig ferdsel og installasjoner tilknyttet veier er eid og drevet av det offentlige. Alle aktuelle kunder innenfor vei-instrumentering vil dermed være offentlige etater. I tillegg har jeg, med et visst forbehold, valgt å ta med sponsorer.

Målgruppe 1: Statens vegvesen. Den største kunden innen vei-instrumentering vil helt klart være Statens vegvesen, som styrer alt av trafikkovervåkningsutstyr i Norge. SVV er ansvarlige for trafikksikkerhet og -flyt her i landet, og vil derfor være interesserte i utstyr som hjelper dem å sørge for akkurat det. SVV ønsker dessuten å innfri krav om økt servicenivå i trafikken.

Målgruppe 2: Kommuner. Kommunene har en del installasjoner av forskjellig art, og som regel finnes disse i nærheten av veier. Det være seg pumpestasjoner, renseanlegg eller utstyr for måling av klimautslipp, som alle krever regelmessige avlesninger av bestemte verdier. Det vil ha stor praktisk nytte om disse avlesningene kan skje ved hjelp av trådløs kommunikasjon i stedet for manuelt.

Målgruppe 3: Sponsorer. Som nevnt i produktdelen kan sponsoravtaler være aktuelt, og i så fall vil sponsorer også regnes som kunder.

Distribusjonskanaler og kunderelasjoner

Det er ikke så veldig interessant å gå i detaljer på disse aspektene ved vei-instrumentering, da produktene ikke vil være tilgjengelige for private aktører. Det kan kort nevnes at et nært forhold mellom kunde og leverandør vil være viktig, hvor behov og muligheter kartlegges og produkter evalueres. Jeg ser for meg at felles avtaler gjøres mellom leverandører og kundenes øverste instanser (det vil si SVV sentralt, samt stat og fylkeskommmuner), hvorpå distribusjon skjer ved at underavdelinger og kommuner står fritt til å bestille utstyr fra leverandøren etter behov.

4.4.3 Infrastructure management

Kompetansen og aktivitetene som skal til for å realisere vei-instrumentering er ganske lik situasjonen for SRO for veibelysning. Mye vil dreie seg om utvikling, produksjon og vedlikehold av utstyr, samt samarbeid mellom de riktige aktørene.

Evner

Egenskapene og gjøremålene som skal til for å fremskaffe verditilbudene for vei-instrumentering fordeler seg stort sett på utvikling, produksjon og vedlikehold av utstyr, samt sikker bruk.

- Evne 1: Produktutvikling. Det må finnes kompetanse for å utvikle nye produkter basert på behov hos kunden, samt å forbedre eksisterende produkter.
- Evne 2: Utstyrsproduksjon. Uten aktører som kan produsere utstyr vil det ikke være mulig å realisere vei-instrumentering.

- Evne 3: Installasjon og montering av utstyr. Et viktig moment her er å skaffe nødvendig strøm. Utstyret må dessuten tilkobles nettverket, og det letteste i den forbindelse vil trolig være å opptre som en CALM-enhet, og opprette forbindelse til nærmeste CALM-antenne.
- Evne 4: Kontroll og vedlikehold av utstyr. Det er essensielt at utstyret fungerer som det skal, og det må derfor finnes kompetanse for feilsøking og reparasjoner.
- Evne 5: Sikkerhet. For enkelte komponenter vil sikkerhet være essensielt. Det er for eksempel alfa og omega at informasjon fra fotobokser er korrekt, og det samme gjelder for tekst formidlet via informasjonstavler. Mekanismer for å kontrollere riktigheten av slik informasjon er derfor helt nødvendig.
- Evne 6: Skaffe sponsorer, dersom det skulle være aktuelt.

Verdikonfigurasjon

For å fremme verditilbudene kreves et antall aktiviteter basert på de nevnte evnene. Noen av de viktigste er:

- Aktivitet 1: Samarbeidsavtaler. Inngås mellom de ulike aktørene for å sikre alle parter at andre oppfyller de krav som stilles.
- Aktivitet 2: Tilby utstyr. Gjennom produktutvikling og produksjon av utstyr ender man opp med et ferdig produkt som kan tilbys kunden. Hjelp til riktig installasjon, enten på papir eller ved demonstrasjon, kan også tas med her.
- Aktivitet 3: Kontroll og vedlikehold av utstyr.
- Aktivitet 4: Sikkerhet. Det må gjennomføres rutiner og metoder for å kontrollere at informasjon som sendes og formidles til enhver tid er korrekt. Kun autorisert personell kan endre på informasjon gitt på lystavler. Mye utstyr vil basere seg på kommunikasjon med styringssentraler, men i tilfelle kommunikasjonsbrudd må det også finnes lokale apparater for styring.
- Aktivitet 5: Sponsorkontrakter. Avtaler med eventuelle sponsorer må fastsettes skriftlig.

Kompaniskap

Slik jeg ser det må minst fire grupper av aktører være på plass for å realisere veiinstrumentering:

- Utstyrsprodusenter. Inkluderer produsenter av alle komponenter til trafikksensorer, klimastasjoner, lystavler, kommunikasjonsutstyr, og så videre.
- Utstyrsleverandører. Mellomledd mellom produsent og kunde. Setter hvis nødvendig sammen komponenter til ferdig produkt, og distribuerer dette videre til kunden. Kartlegger samtidig kundens behov, og gir utstyrsprodusentene oppdrag på bakgrunn av det.
- Kunder. Den som skal kjøpe og bruke produktet. Deltar aktivt i utviklingsfasen ved å beskrive ønsker og behov.
- Netteier. Avtale med eier av nettverk er nødvendig for å sikre bruken av nettet.

4.4.4 Økonomi

Jeg har allerede vært inne på at vei-instrumentering ikke er noen innbringende geskjeft. For produsenter og leverandører av utstyr vil det nok være god butikk, men sett fra ståstedet til det offentlige vil et slike tilbud langs veien representere en økonomisk utgift. For å dekke det sannsynlige underskuddet må staten enten omfordele midler i statsbudsjettet eller øke årlige inntekter med ekstra skatt eller en form for trafikkavgift. Kostnadene vil imidlertid kunne bli mer enn veid opp for i form av samfunnsøkonomisk nytte.

4.4.5 Inntekter

Som jeg har vært inne på er ikke økonomisk vinning det beste argumentet for å ta i bruk vei-instrumentering. Derimot gir det betydelige fordeler for trafikanter, i form av forbedret trafikksikkerhet, god flyt i trafikken, samt praktisk informasjon som kan være til hjelp. Disse fordelene veier vel så tungt som rene inntekter sett fra et samfunnsøkonomisk perspektiv. Muligheter for økonomiske gevinster finnes det likevel, særlig for ustyrsleverandører. I det følgende har jeg fokusert på en del mulige inntektskilder, og jeg har forsøkt å tallfeste de punktene hvor det er mulig.

Utstyrssalg. For produsenter og leverandører av utstyr til vei-instrumentering vil naturligvis salg være en sentral inntektskilde. Hver installasjon som skal settes opp vil bestå av et antall komponenter, deriblant sensorer og kommunikasjonsutstyr. Prisnivået vil variere ut fra type utstyr, og avtaler for kjøp av store kvanta vil kunne senke prisen. Vi kan regne med at hver komplette enhet vil ha en pris på alt fra noen få tusen kroner opp til flere hundre tusen, som går til fordeling mellom produsenter

og eventuelle leverandører. For forretningsområdet vei-instrumentering som helhet vil imidlertid denne inntektsposten bli utlignet av den tilsvarende kostnaden for aktørene som skal fremme verditilbudet.

Bøter. Ved hjelp av fotobokser og automatisk trafikkontroll blir stadig flere fartssyndere bøtelagt. I første kvartal av 2007 ble 40 872 fartsbøter sendt ut på grunnlag av automatisk trafikkontroll[6], noe som utgjør cirka 75 prosent av det totale antallet fartsbøter. Totalt genererte fotoboksene en inntekt på over 100 millioner kroner til statskassen i denne perioden, noe som tilsvarer 400 millioner årlig. Økningen i forhold til samme periode året før er på 19 prosent. Antallet fotobokser i Norge er på cirka 400, noe som innebærer at hver boks gjennomsnittlig gir en million kroner i året. Det er ventet at en økning i antallet fotobokser vil generere en ytterligere økt inntekt på kort sikt, men på lengre sikt er det en målsetting at den preventive effekten av automatisk trafikkontroll vil bidra til å senke antallet råkjørere. På dette stadiet vil inntekten kunne gå ned, men til gjengjeld vil den samfunnsøkonomiske gevinsten være betydelig.

Trafikksikkerhet. Jeg har tidligere nevnt at trafikkulykker koster Norge 25 milliarder kroner årlig. Det er vanskelig å spå hvor mye vei-instrumentering kan hjelpe på dette punktet, men så lite som én prosent reduksjon av ulykker vil gi besparelser på hele 250 millioner i året. Forhåpentligvis kan resultatene bli enda bedre enn som så, og kanskje kan besparelsene nærme seg en milliard kroner per år.

Trafikkflyt. Å tallfeste hvor mye økt trafikkflyt kan bety økonomisk er bortimot umulig. Det er likevel klart at mange bedrifter har ansatte som må bruke en del tid på å kjøre i arbeidstiden. Dersom kjøretiden kan reduseres vil de ansatte få mer tid til å utføre nyttig arbeid, noe som bør kunne gi økt profitt. Kollektivtrafikk vil også kunne bli mer attraktivt og effektivt, og dermed gi større overskudd.

Sponsorer. Jeg har vært inne på at sponsoravtaler kan bli aktuelt, og de vil i så fall kunne gi en inntekt. Det er likevel uklart hvorvidt man ønsker å involvere sponsorer, hva man kan gi tilbake til sponsoren, samt hvilke beløp det kan være snakk om. Å tallfeste eventuell inntekt er dermed vanskelig.

4.4.6 Kostnader

Når det gjelder kostnader forbundet med vei-instrumentering så vil en stor del gå med til investering i nytt utstyr, med påfølgende installasjonsarbeid. Etter det må en regne med en del utgifter til drift og vedlikehold. Andre kostnader er forbundet med planlegging og produktutvikling. Som for inntektene har jeg forsøkt å antyde en del tall i tilfeller hvor det er mulig.

Kjøp av utstyr. Investeringer i nytt utstyr vil utgjøre en omfattende utgiftspost. Økt etterspørsel og bestillinger av store kvanta vil bidra til å senke prisene, men man må likevel regne med kostnader på alt fra 10 000 kroner til opp til flere hundre tusen for hver enhet man ønsker å kjøpe, alt etter hvilket produkt det er snakk om. For trådløst kommunikasjonsutstyr alene må en nok regne med 5-10 000 kroner for hver node. Noe av utstyret som kan tenkes tatt i bruk er for eksempel:

- Trafikksensorer. Disse er per nå dyre, cirka 50 000 kroner per stykk, og ikke kommersielt tilgjengelige. Økt etterspørsel vil nok presse prisene ned, men en betydelig reduksjon trengs for at utstrakt bruk skal være realistisk. Merk at disse er nevnt i kapitlet om SRO for veibelysning, men også kan gi stor nytte i andre sammenhenger.
- Automatisk trafikkontroll. En komplett installasjon for ATK kommer på omtrent 580 000 kroner, og inkluderer blant annet styring og selve fotoboksen med digitalt kamera.
- Fritekstavle. En stor fritekstavle som kan brukes på alle motorveier her i landet koster rundt 500 000 kroner.
- Variable skilt. Disse kan som regel formidle to ulike beskjeder eller være av. Prislappen ligger på 80 000 kroner.

Planlegging. Investering i vei-instrumenter er kostnadskrevende, og planlegging er derfor viktig for å kartlegge behov og muligheter. Det er for eksempel langt billigere å bruke faste skilt i forhold til variable, og det må derfor i hvert enkelt tilfelle vurderes hvorvidt behovet er stort nok til å forsvare bruk av variable skilt. Videre må plassering og dimensjonering av utstyr fastsettes, nytten bør vurderes, og en gjennomføringsplan må settes opp.

Installasjon og montering. Hver enhet som skal tas i bruk må fysisk transporteres og monteres riktig på aktuelt sted. Strøm må anskaffes, hvilket kan medføre

en viss innsats i form av planlegging og graving. Etter installasjon bør det dessuten gjennomføres en test for å verifisere at utstyret fungerer. Alt dette vil ta tid og ressurser.

Drift og vedlikehold. Drift og vedlikehold av vei-instrumenter er en krevende prosess som krever en del ressurser. Utstyret vil forbruke en del strøm, og i tillegg vil slitasje og feil medføre behov for reparasjoner og utskiftninger. Kontroll og oppfølging av utstyret vil dessuten være svært viktig.

Styringskontroll. De fleste vei-instrumenter vil kommunisere med en sentral styringskontroll. Innenfor SVV utføres slik kontroll av veitrafikksentralen, og ytterligere opprettelse av sentraler vil neppe være nødvendig. Derimot kreves lokal backup for styring av vei-instrumenter i tilfelle kommunikasjonsbrudd. Oppsettelse av apparater for slik backup vil være en utgiftspost.

Produktutvikling. Jeg velger også å ta med produktutvikling som en kostnad. Utvikling av utstyr og tjenester basert på behov vil kreve et sett av ressurser, og aktiviteter som testing og kontroll må gjennomføres før utstyret kan introduseres på markedet.

4.4.7 Aktører

Til sist skal jeg kort summere opp hvilke aktører som er involvert i vei-instrumentering:

- Statens vegvesen. Den klart mest sentrale aktøren, da SVV er ansvarlige for veiene her til lands, og ønsker å yte best mulig service for trafikantene, samt avverge ulykker.
- Kommuner. Kan være interesserte i å knytte sine installasjoner til nettverket.
- Sponsorer. Eventuell aktør i forbindelse med finansiering.
- Utstyrsprodusenter. Produsenter av komponenter til vei-instrumentering.
- Utstyrsleverandører. Et mulig mellomledd som leverer ferdig utstyr til kunden.

Kapittel 5

Synergieffekter

Å bygge ut trådløs infrastruktur langs veier her i landet vil være en dyr investering. Av den grunn er det viktig å kartlegge bruksområder for nettverket, for å kunne vurdere hvorvidt nytteverdien er god nok til å veie opp for kostnadene. I dette kapitlet forsøker jeg derfor å se nærmere på hvordan ressurser i et dedikert trådløst nettverk langs vei kan utnyttes i fellesskap. Jeg legger her vekt på de bruksområdene som allerede er presentert i oppgaven, men vil understreke at også andre typer produkter og tjenester kan dra nytte av felles ressurser, og bidra til ytterligere synergi.

Jeg har valgt å se på fordelene med samvirke i to deler Den ene har fokus på utbygging og utnyttelse av felles infrastruktur, mens jeg i den andre har betraktet felles utnyttelse av en del spesialisert utstyr som kan knyttes til nettverket. Til slutt har jeg også vurdert noen potensielle problemer ved å ha felles ressurser, og sett på hvordan de eventuelt kan omgås.

5.1 Infrastruktur

En eventuell trådløs infrastruktur her i landet vil være kostbar, først og fremst ved utbygging, men også drift og vedlikehold vil kreve ressurser. Samtidig er det ønskelig å utnytte ny teknologi for å imøtekomme økte krav til sikkerhet i trafikken, behov for internettilgang overalt, åpne muligheter for nye typer tjenester til mobiltelefoner og i kjøretøy, med mer. Dette er meget gode incentiver for utbygging. Jeg tror likevel at samarbeid mellom flere parter er forutsetning for at nettverket skal bli en realitet, på grunn av fordelene jeg skal nevne her.

5.1.1 Utbygging

Utbygging av trådløse nettverk over større områder medfører som nevnt store kostnader, og dermed høy økonomisk risiko. Begge deler vil være gunstig å fordele mellom flere aktører, slik at terskelen blir lavere for hver aktør til å gi klarsignal for en slik satsing. I tillegg vil den samlede kompetansen være høyere om flere selskaper går sammen, noe som bør øke sjansen for vellykkede løsninger. Det offentlige vil også vurdere samarbeid mellom flere aktører som positivt, da flere utnyttelser av et slikt nett øker den samfunnsøkonomiske verdien. Betraktninger fra det offentlige vil være viktig, både fordi tillatelse for utbygging kommer herfra, og fordi stat og kommune kan komme til å delta aktivt med økonomisk støtte.

Trolig vil det aldri bli bygd ut egne trådløse nettverk av særlig størrelse kun for bruk til vei-instrumentering, og sjansen er liten for at vi vil se tilsvarende nettverk for intelligent veibelysning. Disse bruksområdene er dermed helt avhengige av at andre sterke aktører ønsker utbygging, for så å henge seg på. Dette betyr imidlertid ikke at aktører innen nevnte bruksområder ikke kan bidra ved utbygging. Tvert imot er det et faktum at mange belysningsanlegg skal byttes ut, noe som bør utnyttes. Dersom trådløst utstyr kan integreres i lyktestolper samtidig som belysningen skiftes ut, vil dette gi store besparelser i forhold til å måtte klatre opp i alle stolper for å installere.

En siste fordel i forbindelse med utbygging er muligheter for felles backup og sikkerhet. I tilfellet hvor hvert bruksområde opererer over egne nettverk ville hver aktør vært nødt til å lage sine egne løsninger for dette. Med et felles nettverk kan alle utnytte redundans ved alternative ruter, man kan benytte de samme tjenerne for autorisering, og så videre - kort sagt kan alle utnytte nettverkets sikkerhetsegenskaper.

5.1.2 Drift og vedlikehold

Det er klart at et trådløst nettverk av en viss størrelse vil kreve ressurser som tar seg av drift og vedlikehold. En felles nettverksløsning vil åpne muligheten for å opprette en felles instans med alt driftsansvar, som planlegger og utfører vedlikehold og reparasjoner, og som kontrollerer status for nettet.

5.1.3 Utvikling

Det er grunn til å tro at etter hvert som utviklingen går sin gang vil forbedret teknologi gi økt båndbredde og muligheter for nye tjenester. Med felles infrastruktur vil alle bruksområder samtidig kunne utnytte en oppgradering. Det gir rom for at par-

tene kan utvikle systemene sine, og samtidig kan få tilgang på eventuell nødvendig ekstra båndbredde. I tillegg kan aktørene sette av felles ressurser til bruk for forskning og utvikling på trådløse teknologier. Ved oppgraderinger av nettverket oppnås dessuten flere av de samme fordelene som ved utbygging, i form av fordelte kostnader og risiko.

5.2 Felles utnyttelse av nettkomponenter

Fordelene ved samvirke stopper ikke ved utbygging og drift av infrastruktur. Som det fremkommer av forretningsmodellene for de ulike bruksområdene finnes det flere like tilbudselementer. Blant annet er trafikksikkerhet et viktig punkt i alle modellene, og sikkerhetsmessig vil det utvilsomt være mye å hente med WLAN som benyttes av både CALM, SRO for veibelysning og vei-instrumentering. Fremfor alt finnes det en del komponenter og tjenester som har spesielle formål for sin bruk, men som likevel kan utnyttes i flere sammenhenger dersom kommunikasjonen tillater det.

Noen konkrete eksempler på felles utnyttelse av komponenter og tjenester:

- Dynamisk trafikkoversikt. Trafikksensorer som registrerer kjøretøy og dets hastighet kan utnyttes både for veibelysning, vei-instrumentering og CALM. Ut fra hastighet og trafikktetthet avgjøres det hvor stor belysningsbehovet er langs veien, lav fart reduserer nemlig behovet for lys. Basert på data fra sensoren kan man også avgjøre om det er kø på en vei, og isåfall kan det informeres om dette på lystavler eller via CALM. Kjøretid kan dessuten beregnes ut fra samme data, og presenteres på en lystavle, eller inngå som en del av parametrene for utregning av korteste reiserute i en CALM-tjeneste.

- Vær- og føreforhold. Klimastasjoner er gjerne utplassert i tunneler eller på fjelloverganger, og basert på data herfra gjøres bilister oppmerksom på spesielle forhold ved hjelp av lystavler. Denne informasjonen kan også distribueres ved hjelp av CALM. For veibelysningen finnes egne siktsensorer som bestemmer lysbehov. Også denne informasjonen kan sendes til CALM, for å gjøre sjåfører oppmerksom. I tillegg vil kanskje CALM ha en tjeneste som angir anbefalt hastighet, og da er det meget aktuelt å ta inn parametre relatert til føreforhold.

- Ulykker. Sikkerhetstjenester innen CALM registrerer når en ulykke har inntruffet, og vil automatisk kunne generere en nødmelding. Ved varsling til veibelysningen kan lysstyrken økes, slik at ulykkesstedet blir oversiktlig og lett å få øye på. Samtidig kan også eventuelle lystavler langs veien oppdateres med ulykkesinformasjon. Kanskje er veien blokkert, og omkjøring nødvendig.

- Felles servere. Jeg har allerede nevnt et par punkter for felles utnyttelse av informasjon. All informasjon kan lagres i sentrale servere, og være tilgjengelig for alle parter. Dette gjør at man slipper å administrere egne servere, og øker informasjonstilgangen.
- Datalagring. Bruk av flere radiolinker i serie for å mate aksessnettet krever mellomlagring, det vil si prosessor og minne, for hver link. Lampekontrollere vil inneholde funksjonalitet for prosessering og lagring. Spørsmålet er om denne funksjonaliteten kan kombineres, slik at en lampekontroller også kan styre mellomlagring for radiolinkene.

Slik felles utnyttelse vil bidra til forbedringer innen både trafikksikkerhet, trafikkflyt og informasjonsdeling som ikke ville vært mulig uten samvirke. Slike virkninger kan også gjøre sitt til at man ønsker å samarbeide om forskning og utvikling, med håp om å skape nye produkter.

5.3 Ulemper med felles ressurser

For å unngå ensidig fokusering på fordelene kan det være greit å ta med noen potensielle ulemper ved å dele på ressursene i et trådløst nettverk. Noen punkter i den forbindelse, sammen med en vurdering av virkning:

- Større konsekvenser ved fatale feil. Noder eller kommunikasjonslinjer som går ned vil forårsake kommunikasjonsbrudd, noe som vil få følger for alle aktørene som benytter nettet i det aktuelle området. For å redusere risikoen for slike brudd må det eksistere kompetente backup-løsninger i form av redundans eller muligheter for å route via andre nettverk. Snur vi imidlertid situasjonen på hodet, og tenker at det fantes egne kommunikasjonsløsninger for hvert bruksområde, ville konsekvensene ved hvert enkelt brudd vært mindre, men antallet brudd vært tilsvarende større, og man ville hatt behov for egne backup-løsninger. Slik sett kan dette sees på både som en fordel og en ulempe.
- Deling av båndbredde. Enkelte tjenester vil ha behov for større båndbredde enn andre, og særlig CALM kan tidvis komme til å holde av en stor del av overføringskapasiteten. Dersom CALM overbelaster nettverket vil det gå utover tjenestekvaliteten for de andre bruksområdene, noe som ikke er ønskelig. Det finnes imidlertid flere mekanismer for å unngå dette. Reservasjon av faste ressurser for alle bruksområder er et billig alternativ, men det vil innebære at ressurser holdes av også når de ikke brukes, og nettets kapasitet vil ikke bli utnyttet. Det beste vil trolig være å sette ulik prioritet på datastrømmer,

slik at data fra veibelysning eller -instrumentering er sikret forbindelse. Dette krever økt funksjonalitet i rutere. Det kan være verdt å poengtere at slik funksjonalitet trolig er nødvendig uansett, da det er naturlig å forestille seg at CALM-systemet selv vil generere datastrømmer av ulik viktighet - jeg tenker da på at sikkerhetstjenester bør prioriteres foran underholdning og internettbruk.

- Flere interessenter øker kompleksiteten. Det er klart at ulike aktører vil ha ulike behov for båndbredde og sikkerhet, kompetansen vil variere, og noen vil være mer avhengige av å få gjennomført en utbygging enn andre. Dette må tas høyde for i samarbeidsavtaler, og det gjelder å komme til enighet om hva som er mest hensiktsmessig i forhold til dimensjonering og funksjonalitet i nettverket, samt hvilket betalingsansvar hver part har. For å lettere skape enighet vil det være aktuelt å opprette en egen organisasjon som er ansvarlig for utbygging og drift av nettverket, og som forsøker å ivareta alles interesser på en best mulig måte.

Det finnes altså noen problemområder som må tas hensyn til, men som det fremgår av teksten finnes det tiltak for å omgås de fleste. Noen av problemene vil dessuten være uunngåelig uansett hvilken kommunikasjonsform man velger. Konklusjonen må være at det helt opplagt er flere fordeler enn ulemper knyttet til samarbeid rundt trådløs infrastruktur langs veier.

Kapittel 6

Utbygging av trådløst nettverk

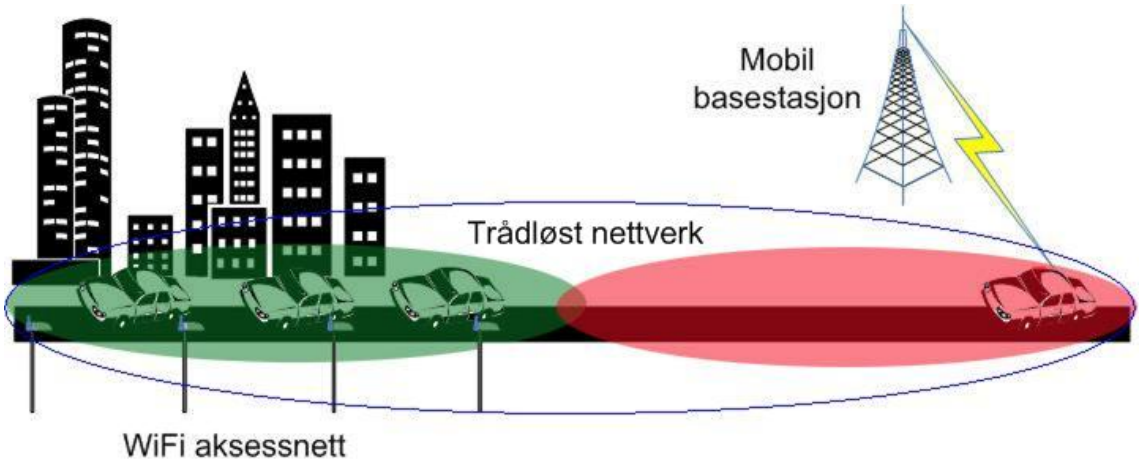
I modellene som hittil er presentert forutsettes det at trådløs dekning med tilstrekkelig kapasitet er tilgjengelig langs veiene i Norge. Dette er bare i liten grad tilfelle. I dette kapittelet har jeg derfor sett på hvordan utbygging av kontinuerlige trådløssoner langs veiene i praksis kan realiseres, og forsøkt å antyde hvilke kostnader en kan regne med.

I teksten under har jeg betraktet WLAN som aktuell infrastruktur for aksessnettet. Dette primært på grunn av de store hastighetene som oppnås, samt noen andre fordeler som jeg kommer tilbake til. Det er likevel et faktum at utbygging av WLAN ved bruk av WiFi som aksess vil bli en kostbar investering. Derfor er det mest realistisk at slik utbygging foregår i tettbygde strøk og langs tungt trafikkerte veier, mens mobile nett kan dekke mindre trafikkerte områder. Denne kombinasjonen er forsøkt vist i figur 6.1. Jeg ser for meg at det kan bli aktuelt med utbygging av egne mobilnett dedikert til dataoverføring, til bruk for CALM, vei-instrumentering og lignende. Slike nettverk vil være vesentlig billigere å bygge ut, og selv om de ikke kan vise til like gode hastigheter som WLAN er utviklingen på god vei også her. Den nye protokollen HSPA[9] støtter allerede hastigheter på 14,4 Mbit/s, og er ventet å senere oppnå 42 Mbit/s og etter hvert også hele 100-200 Mbit/s. Kombinasjonen av WLAN i byområder og HSPA ellers kan dermed vise seg å utgjøre et tilstrekkelig godt nettverk for de bruksområdene jeg har tatt for meg.

6.1 Hvorfor vi ønsker WLAN langs veier

Mobilnettene til Telenor og NetCom har meget god dekning, men begrenset kapasitet. 3G-teknologien UMTS[19] er under utbygging, og tilgjengelig i de fleste tett-

steder i landet. Dagens UMTS gir overføringshastigheter på 384 Kbit/s, mens den nyeste 3G-teknologien, HSPA, foreløpig kan gi så mye som 2 Mbit/s (men som nevnt en del mer etter hvert). Dette gir en tilfredsstillende kapasitet for mange utnyttelser av nettet, men er likevel ikke tilstrekkelig når etterspørselen etter multimediatjenester øker, og antallet samtidige brukere blir for stort. Det vil derfor være en fordel å bygge ut WLAN langs veiene, ikke minst dersom man ønsker å realisere et fullt funksjonelt CALM-system. På den annen side vil behovet for overføringskapasitet være varierende, og mange steder vil mobilnett med 3G-teknologi være tilstrekkelig i lang tid fremover. I tettsteder og langs tungt trafikkerte veier vil det derimot bli store kapasitetsbehov etter hvert som nye tjenester og tilbud presser seg frem. Noen av fordelene med WLAN fremfor mobilnett er:



Figur 6.1: Mulig utbygging av trådløst nettverk ved bruk av WiFi i tettbygde strøk, komplettert med billigere utbygging av mobilnett i utkanten.

- Bedre overføringshastigheter. Mens UMTS oppnår maksimalt 384 Kbit/s og HSPA foreløpig kan gi 14,4 Mbit/s er det beregnet at den nye standarden 802.11p (for kommunikasjon med kjøretøy i fart) vil gi en teoretisk båndbredde på 54 Mbit/s[22] fordelt på et mindre område og dermed færre brukere, mens en annen ny standard, 802.11n (som ikke er beregnet for samme forflytningshastigheter som 802.11p, men som er godt egnet som radiolink), kan komme opp i hastigheter på 270 Mbit/s[11]. Disse nye teknologiene vil gi et nettverk med langt større kapasitet, og tillater dermed flere typer bruk, særlig med tanke på multimedia.

- UMTS fokuserer ikke på QoS (Quality of Service) eller SLA (Service Level Agreement). Dette er en klar svakhet, og hindrer differensiering av datastrømmer. Jeg nevnte i forrige kapittel at trådløse nettverk med flere bruksområder bør

støtte QoS/SLA, slik at eksempelvis sikkerhetsmeldinger får en høyere prioritet enn vanlig internettaksess. Dette kan man ta høyde for ved design av egne WLAN for datatrafikk.

- Mobilnett benytter basestasjoner med langt større avstand enn det som vil være tilfelle for aksesspunkter i et WLAN. Ved for mange samtidige brukere risikerer man at basestasjonene blir overbelastet og går ned, med den følgen at brukere i et stort område da vil være uten forbindelse. Et aksesspunkt for WiFi vil dekke et vesentlig mindre areal, og rammer færre brukere ved overbelastning. I tillegg vil det være lettere å dimensjonere for kapasitet over et mindre areal, og det blir lettere å betrakte et enkelt vei-segment for seg.

- For å realisere et CALM-system med full funksjonalitet er WLAN med støtte for kommunikasjon med kjøretøy i fart nødvendig. Riktignok kan CALM benytte seg av flere trådløse standarder, inkludert UMTS og GPRS, men disse vil få problemer etter hvert som forespørslene øker langs tett trafikkerte områder. For utstrakt bruk av kommersielle tilbud som streaming video, fildeling, og så videre trengs overføringshastigheter som (foreløpig) kun WLAN kan tilby. I tillegg kan man tenke seg tilbud som for eksempel at utrykningskjøretøy får tilsendt grafiske data over ulykkesområde (eksempelvis bygningsprofil ved brann) - dette krever stor kapasitet.

- Mobiloperatørene har sine egne interesser, og ønsker dessuten å tjene penger på de som benytter nettene deres. Dersom aktører som ønsker å realisere CALM og andre bruksområder for nettet går sammen om selv å bygge ut kan de oppnå flere fordeler. De kan dimensjonere kompakte nett ut fra den bruken de er ment å støtte, med mest mulig kontinuerlig dekning langs veiene. Som eiere kan de selv avgjøre hvem som kan benytte nettet, og til hvilken pris. De kan selvsagt også benytte eget nett uten ekstra utgifter til annet enn det som går med til drift.

Det som taler mot utbygging er, som jeg har vært inne på, de store kostnadene forbundet med planlegging og ikke minst selve utbyggingen. Det mest realistiske er at det i første omgang bygges ut i tett befolkede områder, hvor slike nettverk vil ha størst verdi og flest anvendelser, og ellers gjøre bruk av andre teknologier (mobile nett). Da kan man samtidig få testet hvilke løsninger som fungerer best. Etter hvert som CALM og andre trådløse tjenester slår an vil det så bli aktuelt å utvide områdene til å inkludere flere og lengre veistrekninger her i landet. Et annet poeng er at mangelen på konstant spenning i gamle lysanlegg gjør det mest hensiktsmessig å bygge ut nettverket samtidig som det foregår utskiftning av belysningsanlegg, som sikrer kontinuerlig strømtilførsel.

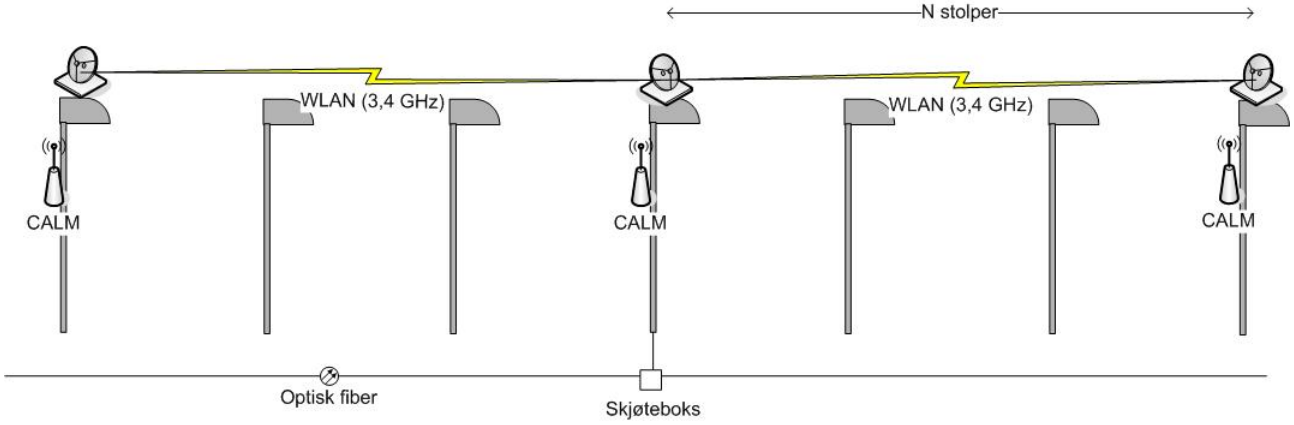
6.2 Utbygging for trådløs kommunikasjon til lyktestolper

I nær fremtid er det to teknologier som er realistisk å ta i bruk for å bygge ut trådløse aksessnettverk, nemlig Wi-MAX og WiFi. Wi-MAX er såpass ferskt og uutprøvd som aksessnett at jeg velger å fokusere på WiFi, som allerede er veletablert i markedet. WiFi-standarden 802.11p, som skal støtte kommunikasjon med kjøretøy i store hastigheter, er dessuten ventet å være et viktig medium for CALM. Et trådløst nettverk basert på WiFi vil videre benytte aksesspunkter med en rekkevidde på noen få hundre meter. For kontinuerlig dekning og radiolinking må dermed et betydelig antall aksesspunkter settes opp, og det vil i den forbindelse være gunstig å utnytte eksisterende konstruksjoner langs veien. Jeg anser lyktestolper som lovende i dette henseende, men andre installasjoner som skilt eller trafikklys kan også brukes. En fordel ved bruk av lyktestolper er økt mulighet for å innlemme SRO for veibelysning i nettverket. I tillegg er stolpene plassert med jevne mellomrom langs hele veinettet, og er dermed alltid tilgjengelig. For vei-instrumentering kan alle tilgjengelige nettverk være aktuelle. Ved utbygd WLAN for CALM antar jeg at vei-instrumenter kan kobles til som hvilken som helst annen node.

Figur 6.2 viser en løsning for utbygging av et trådløst nettverk som blant annet kan benyttes til CALM og vei-instrumentering. Nettverket krever tilknytning til et fibernettverk, og kan mates ved bruk av skjøtebokser. Skjøtebokser gjør at enkeltfiber kan trekkes ut, og fiberet kan så trekkes opp i lyktestolpen. Aktuelle løsninger inne i selve stolpen kommer jeg tilbake til. Som alternativ til fiber kan også Wi-MAX brukes som matenett. Wi-MAX kan ha en rekkevidde på flere mil (avhengig av sikt og ønsket båndbredde), og er velegnet for å mate WiFi aksesspunkter. Signaler kan rettes direkte mot enkelte mottakere, som dermed forskynes med en viss båndbredde. Økning i antall mottakere og ønsket båndbredde vil gjøre det nødvendig å øke tettheten av Wi-MAX basestasjoner. Disse basestasjonene må være tilknyttet fibernettverk.

Uansett mating antar jeg at lyktestolpen nå er tilknyttet et nettverk med stor kapasitet, og kan videre forskyne andre lyktestolper med båndbredde ved hjelp av radiolinker som vist på figuren. For at disse linkene ikke skal komme i konflikt med andre trådløse nettverk kan det være nyttig å bruke et nytt frekvensområde (3,4 GHz er foreslått), noe som igjen krever lisensiering og utvikling av aksesspunkter som kan benytte den aktuelle frekvensen. I områder utenfor byer kan gjerne 802.11a brukes, dersom det viser seg å være mest hensiktsmessig. I tillegg er 802.11n en kommende standard som er ment å gi forbedret overføringshastigheter. Videre har rettede radiolinker en rekkevidde som begrenser seg til noen få hundre meter (gjerne 250-300 meter, avhengig av omgivelser). Dette betyr at stolper som er forskynt

av radiolinker må mate andre stolper på samme måte. Hver stolpe må dermed ha to rettede antenner for tilknytning til det trådløse nettverket. I tillegg kreves egne antenner som fungerer som aksesspunkt for bruk av CALM.



Figur 6.2: Forslag til trådløs utbygging for CALM. Merk at andelen stolper som krever trådløs aksess vil være lavere enn indikert på figuren. Plasseringen av aksesspunktene på stolpen trenger ikke nødvendigvis være som vist her.

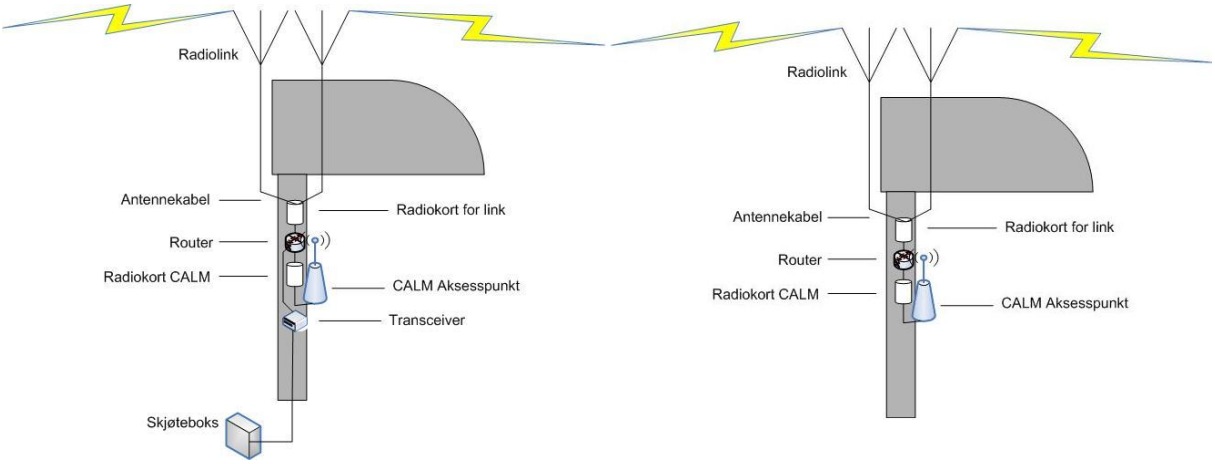
Hvor stor andel av lyktestolpene som krever trådløs tilknytning avhenger av rekkevidden til radiolink- og CALM-antennene, hvor den med kortest rekkevidde setter begrensningen. Rekkevidden påvirkes av fysiske hindre, sikt og lignende, og det kreves derfor egne betraktninger for hvert eneste kommunikasjonspunkt. Større avstander gir dessuten lavere dataoverføringskapasitet. I de fleste tilfeller bør likevel rekkevidden være minst 200-250 meter. Avstanden mellom lyktestolpene er også varierende, alt fra cirka 30 til 50 meter. Det kan antydes at cirka hver sjette eller sjuende stolpe krever trådløs aksess, men som man forstår vil det være variasjoner. Kostnadsmessig vil det selvsagt være gunstig å sette opp så få aksesspunkter som mulig, men kontinuerlig dekning må være sikret.

En del lyktestolper må også være tilknyttet et fast fibernettverk. Andelen som krever tilknytning vil også her være avhengig av en del parametre, hvor ønsket kapasitet i det trådløse nettverket og kapasiteten til radiolinkene er de viktigste.

6.2.1 Løsning inni stolpene

For å realisere et kontinuerlig trådløst nettverk langs lengre veistrekninger kreves det at man setter opp et betydelig antall aksesspunkter. Med løsningen som er skissert vil hver stolpe som benyttes ha både aksesspunkter for CALM og WiFi radiolinker, med tilhørende radiokort og antenner, samt en router. Det vil være visuelt skjemmende

å ha alt dette utstyret plassert på utsiden av lyktestolper, og av den grunn er det ønskelig å utvikle løsninger hvor så mye som mulig kan plasseres innvendig i stolpe eller armatur. I min fordypningsoppgave fra høsten 2006[26] så jeg på muligheten for å montere utstyr i selve lysarmaturen, men blant annet plass- og klimaproblemer gjør at en slik løsning foreløpig er et stykke unna. Derfor er det foreløpig mest interessant å se på en løsning med deler av aksesspunktene inni stolpen. Figur 6.3 viser forslag til løsning i stolpene.



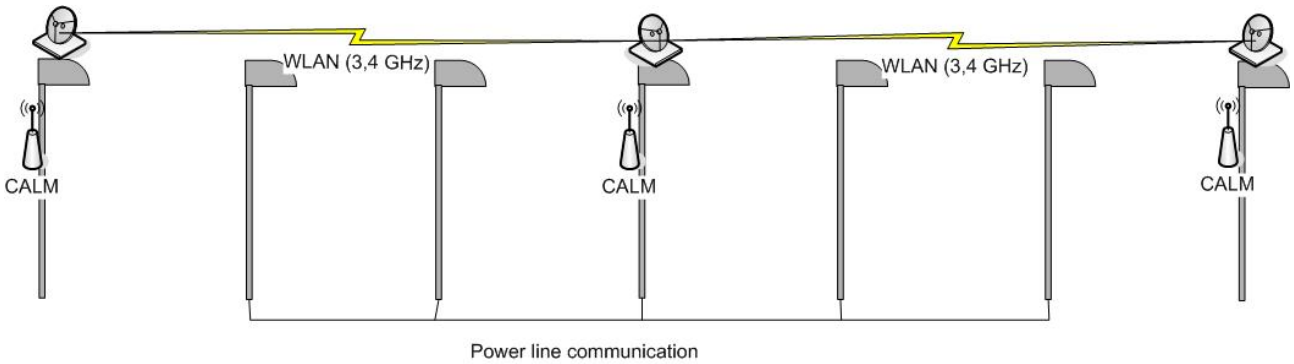
Figur 6.3: Mulig løsning med kommunikasjonsutstyr inni lyktestolpe. Stolpen til venstre er tilknyttet fibernettet i bakken, mens den til høyre er tilknyttet matenettet via radiolinker. På figurene er alle komponentene inni stolpen hver for seg, men ideelt sett kan man integrere alle disse i en rørformet boks. I tillegg til det som er vist på figuren vil man trolig behøve et cache og en prosessor for å mellomlagre data fra radiolinkene. Strøm må også tilføres, men det er en smal sak all den tid det går strømledninger opp i stolpen.

Aksesspunktene består primært av antenner og radiokort, samt antennekabler mellom disse. Videre trengs en router, og alt utstyr krever dessuten strømtilførsel. For lyktestolper tilkoblet fibernettverk kreves dessuten en transceiver for å konvertere signalet fra optisk til elektrisk. Utfordringen blir å finne en gunstig løsning for å få plass til alt utstyret innvendig i lyktestolpene. Typiske master fra Ørsta Stål (som leverer nesten alle lyktestolper her i landet) har en indre diameter på 85 mm nederst, og minst 40 mm øverst. Vanligvis er det plassert en del utstyr nederst i lyktestolper, mens det er god plass lenger opp. Dette gir rom for å huse rørformede objekter med en diameter på cirka 40 mm, og med en lengde på flere meter. Det bør være mulig å utvikle radiokort og routere som kan passe inn i en slik form, og som dermed kan fungere som en standard for trådløse aksesspunkter i lyktestolper. Fra radiokortene går det antennekabler til antenner plassert på utsiden av stolpen. Antennekabler krever små hull i stolpen. Nye stolper kan ventelig leveres med hull uten særlige eks-

trakostnader, mens hulltaking i eksisterende stolper krever visse tiltak for å holde stolpens egenskaper inntakte - disse vil imidlertid ikke utgjøre noe stort hinder. I tillegg krever utstyret strøm. Dagens veibelysning har ikke konstant spenning, men med nye belysningsanlegg vil ikke det utgjøre noe problem.

6.3 Kommunikasjon til alle lyktestolper

For å inkludere SRO i det trådløse nettverket kreves kommunikasjon hver eneste stolpe. Å etablere aksesspunkter for WiFi i hver eneste stolpe vil trolig være for dyrt til at det er hensiktsmessig. Billige trådløse teknologier som Bluetooth og Zigbee har på sin side for dårlig rekkevidde til å være aktuelle. Løsningen kan være å ta i bruk power line communication, slik som vist på figur 6.4.

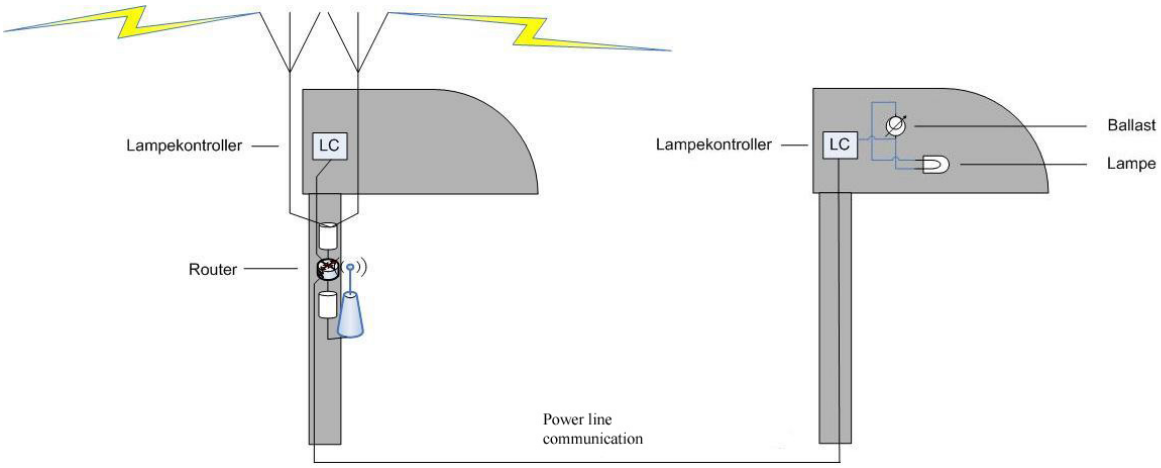


Figur 6.4: Utbygging med kommunikasjon til hver eneste stolpe.

Powerline communication[15] innebærer at man kan bruke strømledninger som ethernet. Dette er en fersk teknologi, og flere standarder er for tiden under utvikling. Det er vanskelig å si noe sikkert om båndbredde, men produkter for hjemmebruk kan angivelig gi opptil 200 Mb/s. Vi kan vel regne med vesentlig lavere kapasitet for rimelige produkter som egner seg til bruk i veibelysningsnettet, men et sted mellom 1 og 5 Mb/s vil være mer enn nok. Det finnes foreløpig ingen løsninger som er spesialisert for bruk i forbindelse med veibelysning, men ved et uttalt behov vil det etter all sannsynlighet bli utviklet gode alternativer. En tenkt løsning for hvordan det kan se ut på innsiden av lyktestolpene er vist i figur 6.5.

6.4 Økonomi

Det kan være greit å se på noen økonomiske betraktninger rundt utbyggingen. Kostnadene vil hovedsakelig fordele seg på utvikling, samt planlegging og selve utbyggingen. Inntektspotensialet er gitt i de enkelte forretningsmodellene, men en kan i tillegg regne med noe på nettutleie til andre bruksområder.



Figur 6.5: Mulig utvidet løsning for kommunikasjon med veibelysningen. Stolpen til venstre er tilknyttet det trådløse nettverket via radiolink, mens den til høyre kun kommuniserer ved hjelp av power line communication. Av hensyn til oversiktlighet er ikke alle detaljer tatt med. På stolpen til venstre ser vi at routeren mottar strøm og datasignaler fra power line communication. Et adapter vil trolig være nødvendig for å tilpasse strømpåtrykket og datastrømmen for routeren. Kommunikasjon fra den lokale lampekontrolleren kan eventuelt skje over vanlig LAN, hvis strømkabler benyttes kan adapteret brukes også her. På stolpen til høyre er kommunikasjonen videre fra lampekontrolleren tatt med - denne skjer via strømledninger. Ballasten regulerer påtrykket til lampen basert på styringssignaler fra lampekontrolleren.

Utvikling. For å få et system som tillater kommunikasjon med alle bruksområder må en regne med en viss kostnad. Dette vil primært dreie seg om engangsinvesteringer, eventuelt med noen forbedringer på et senere tidspunkt. Slik sett vil dette totalt utgjøre en liten kostnad, men likevel være viktig. Totalt kan man kanskje regne med et sted mellom en og fem millioner kroner for slik utvikling.

- Aksesspunkt med nytt frekvensbånd. 3,4 GHz-båndet er nevnt som aktuelt for bruk i et nytt nett. Atle Sægrov fra Radionor mente det ville koste omtrent

en halv million kroner å utvikle et aksesspunkt for dette båndet. Produksjon av utstyr vil deretter være relativt billig.

- SRO-system. Dagens løsning for SRO kommuniserer med LonWorks over strømnettet. Her må det opprettes funksjonalitet for å tillate kommunikasjon til datanettverket. Eventuelt kan man utvikle billige adaptere som kan brukes i stolpene.
- Løsning for mellomlagring. Radiolinker som går over flere etapper krever mellomlagring. Dette betyr at en form for minne og prosessering må ordnes. Muligens kan det skje i samvirke med lampekontrollfunksjonen, hvis ikke må en egen enhet lages.
- Enhet som kan plasseres i lyktestolper. For å kunne benytte lyktestolpene kreves et design som får plass på innsiden av stolpen, og som tåler klimaet. Man må regne med et visst arbeid også på dette området.

Planlegging og utbygging. Kostnader forbundet med selve utbyggingen vil være dominerende, og er dermed de mest interessante. I figur 6.6 følger en liste med de aller fleste komponentene som behøves i stolpene, med et kostnadsanslag. Det kan være greit å merke seg at prisene er svært varierende ut fra hvilket produkt man velger, og det er dessuten vanlig at avtaler om kjøp i store kvanta gir en viss rabatt. Siden man dessuten vil spesialdesigne komponenter for bruk i lyktestolper kan det hende den totale prisen blir lavere enn summen av enkeltkomponenter, særlig hvis en utstyrsleverandør får kontrakt på levering av alt utstyr. Prisene kan dermed ikke regnes som annet enn kvalifisert gjetting. Kostnadene som er gitt gjelder for selve nettverksutbyggingen, og representerer en merkostnad ved ombygging av eksisterende veibelysning eller utbygging av nytt anlegg. I tillegg kommer sensorer for spesielt bruk, samt SRO-systemet.

Med bakgrunn i tallene fra figur 6.6 har jeg i figur 6.7 forsøkt å gjøre et estimat for utbygging av et kontinuerlig WLAN langs en ti kilometer lang veistrekning. Jeg har her forutsatt at hvert aksesspunkt har en rekkevidde på 250 meter, slik at det totalt kreves 40 aksesspunkter. Videre kreves fibertilknytning til hvert tiende aksesspunkt. Dette forutsetter tilgjengelig fibernettverk i bakken, noe som ofte er tilfelle i byområder. Hvis ikke vil selvsagt utbygging av fibernettverk medføre en merkostnad. Totalt ser vi at strekningen anslagsvis medfører en utbyggingskostnad på 850 000 kroner.

Hvis vi viderefører dette til makronivå har stamveinettet i Norge en total lengde på drøyt 8500 kilometer[18]. Dette inkluderer alle de viktige fartsårene her i landet, blant annet E6 og E18. Hvis vi regner en gjennomsnittskostnad på en million kroner per mil vil en utbygging av hele stamveinettet her i landet totalt komme på et sted

Kostnader per aksesspunkt:		
Aksesspunkt radiolink (inkl. radiokort, antenner og kabler)	kr	5 000
Aksesspunkt CALM (inkl. radiokort, antenner og kabler)	kr	5 000
Router	kr	4 000
Kommunikasjon SRO-system	kr	1 000
Mellomlagring og prosessering	kr	2 000
Installasjon	kr	1 000
Kostnad per aksesspunkt	**kr**	**18 000**
Tillegg for aksesspunkter med fibertilknytning:		
Fibertilknytning (inkludert svitsj og skjøteboks)	kr	5 000
Transceiver	kr	1 000
Kostnad per AP m/fibertilknytning	**kr**	**24 000**

Figur 6.6: Estimat for utbygging av aksesspunkter langs vei. Tallene er basert på tilgjengelige kommersielle produkter eller tilsvarende kostnader hos Trådløse Trondheim[28]. De lave installasjonskostnadene forutsetter at montering skjer parallelt med installasjon av utstyr for moderne belysningsanlegg, hvis ikke vil disse være betydelig høyere.

rundt 850 millioner kroner. I tillegg finnes det en del viktige veier i de store byene, hvor det vil være naturlig å bygge ut. For 1-1,5 milliarder kroner bør det være mulig å bygge ut et nettverk som omfatter de aller fleste viktige veier her i landet, og som kan har kapasitet til å støtte en rekke bruksmåter og tjenester, samt mange samtidige brukere. Dette forutsetter samtidig oppgradering av veibelysningsanleggene for å minimere installasjonskostnadene, samt muligheter for forbindelse med fibernettverk i bakken.

Utbyggingskostnader strekning på 10 km			
Aksesspunkter med fibertilknytning	4 stk	kr	96 000
Aksesspunkter med mating fra radiolink	36 stk	kr	648 000
Planlegging og administrasjon		kr	100 000
Totalkostnad		**kr**	**844 000**

Figur 6.7: Kostnadsantydning for utbygging av WLAN langs ti kilometer lang veistrekning.

6.4.1 Finansiering

Fordeling av kostnader forbundet med utbygging kan bli en utfordring, avhengig av hvor mange og hvilke aktører som tar på seg ansvaret med å bygge ut. Man kan se for seg flere scenarier hva gjelder aktører som ønsker å delta i utbygging, men

det mest gunstige vil sannsynligvis være at de som har nytte av nettverket (altså CALM-aktører, Statens vegvesen, etcetera) også står for utbyggingen. Blant de som samarbeider om utbygging kan utgiftene fordeles etter hvor stort utbytte de ulike har av nettverket. Her er det eksempelvis naturlig å tro at representanter for CALM påtar seg større ansvar enn den lokale grenen for Statens vegvesen, rett og slett fordi CALM er mer avhengig av WLAN, og har mer å tjene på det. Eventuelt kan fordelingen justeres etter hvert som bruksmønstre avslører den reelle nytteverdien for hver enkelt.

En aktuell løsning er utbygging i hel eller stor grad basert på midler fra det offentlige. Jeg har tidligere argumentert for en rekke positive samfunnsøkonomiske effekter tilknyttet trådløsutbygging langs vei, og i tillegg vil stat og kommuner være av få aktører som kan være villige til å ta på seg de store kostnadene en utbygging fører med seg. Videre er Statens vegvesen ansvarlige for veilysanleggene langs alle riks- og fylkesveier her i landet, i tillegg til trafikksikkerhet, service og så videre. De vil dermed være interesserte i å selv kunne styre en utbygging som angår sine ansvarsområder. De vil da også kunne kontrollere hvilke bruksområder og prisnivåer som eksisterer.

Kapittel 7

Konklusjon

Jeg har i denne oppgaven fokusert på tre bruksområder for trådløse nettverk langs vei, og tilsammen vil de utgjøre gode argumenter for utbygging. Utviklingen av CALM er godt igang, og dette er et potensielt stort marked. Med mange mulige tjenester og kunder er det lett å forutse økonomisk gevinst, men også den samfunnsmessige nytten kan være stor, særlig gjennom alle sikkerhetstjenestene. SRO for veibelysning vil gi betydelige økonomiske besparelser, og kan dra nytte av mer effektiv kommunikasjon ved bruk av trådløse teknologier. I tillegg er det klart at tilgang på trådløse nettverk vil gjøre det enklere å ta i bruk vei-instrumenter, hvilket gir samfunnsmessige fordeler i form av økt sikkerhet og service for trafikanter.

Dersom man ønsker å realisere en utbygging langs vei finnes flere alternativer, hvor valg av teknologi vil bli en avveining mellom behov og økonomi. Utbygging av WLAN med WiFi for aksess og bruk av fiber eller Wi-MAX som matenett utmerker seg som det beste alternativet med tanke på dagens overføringshastigheter, og vil kunne gi stor kapasitet til bruk i aksessnettet. Dette er viktige argumenter for å kunne holde tritt med utviklingen innen multimediatjenester, og for å støtte et høyt antall samtidige brukere. På den annen side vil en eventuell utbygging av trådløse nettverk basert på WiFi som aksess være kostbar. Fordelene er likevel mange:

- Slike nettverk vil kunne gi mange bruksområder, deriblant for CALM, veibelysning og vei-instrumentering, i tillegg til offentlig bredbåndsaksess, lokasjonsbaserte tjenester, og så videre. Bruk av felles infrastruktur gjør det dessuten lettere å oppnå synergier i form av delte kostnader og felles ressursutnyttelser.

- Markedene innen trådløse tjenester og produkter langs vei har potensiale til å tjene inn utbyggingskostnadene, og vel så det. CALM alene kan gi årlige inntekter i milliard-klassen, noe som vil være nok til å dekke utbygging av de

aller fleste store fartsårene her i landet.

- Det finnes store samfunnsøkonomiske fordeler med nye tjenestetilbud langs vei. Fremfor alt fra et sikkerhetsmessig perspektiv, men også til nytte og service for trafikantene.
- Satsing på trådløse nettverk er fremtidsrettet, og stimulerer til en sterk økning i forskning og innovasjon.
- WLAN i byer kan kompletteres med billigere utbygging av mobilnett i mindre tettbygde strøk for å redusere kostnadene mest mulig, men samtidig få hensiktmessige og gode løsninger.

Avslutningsvis konkluderer jeg med at trådløse nettverk langs vei er en nærmest uunngåelig løsning for fremtiden. Dette på grunn av de store økonomiske og samfunnsmessige fordelene det vil gi, og fordi den teknologiske utviklingen presser frem muligheter og behov for nye produkter og tjenester. Jeg tror Norge kan oppnå store gevinster ved å realisere en utbygging, og ved å ligge i forkant kan vi også utvikle løsninger og tjenester for salg til andre land.

Kapittel 8

Videre utvikling

Før trådløse nettverk langs vei kan realiseres i stor skala er det en del arbeid som gjenstår. Utvikling av kommunikasjonsutstyr med tilfredsstillende egenskaper er en ting, og i tillegg må kommunikasjonsstandarder og lisenser for bruk av bestemte frekvensområder utarbeides. Opprettelse og bruk av enkelte testanlegg vil dessuten være viktig for å avdekke aktuelle løsninger, samt fungere som grunnlag for forskning. Videre må produkter og tjenester innen de enkelte bruksområdene utvikles - det være seg et fullstendig SRO-system for veibelysning, eller et ferdig utarbeidet CALM. I tillegg kreves også planer for utbygging, med de nødvendige finansieringsmidlene på plass.

Denne oppgaven baserer seg i stor grad på nåværende eller nært forestående standarder. Utviklingen innen trådløse teknologier går imidlertid fort, og det er klart at forutsetningene vil kunne endre seg etter hvert som forbedringer eller nyvinninger kommer til. Høyere hastigheter, lengre rekkevidde og økt utstyrsproduksjon vil kunne gi billigere utbygging av nett med bedre kapasitet enn det som er tilfelle i dag. Nye teknologier kan dessuten revolusjonere markedet.

Det eneste som er sikkert er at det blir spennende å følge utviklingen de neste årene. Kanskje er WiFi-kommunikasjon med kjøretøy dagligdags om ti år, kanskje tar det lenger tid. Det er uansett grunn til å tro at den trådløse fremtiden er ganske nærliggende.

Bibliografi

[1] *2 millioner personbiler*. Statistisk sentralbyrå, http://www.ssb.no/emner/10/12/20/bilreg/.

[2] *Bruk av variable trafikkskilt*. Statens vegvesen, http://www.vegvesen.no/vegnormaler/hb/053/.

[3] *CALM hjemmeside*. CALM, http://calm.hu/.

[4] *CVIS Project*. Ertico, http://www.cvisproject.org/.

[5] *Dybdeanalyser av dødsulykker i vegtrafikken 2005*. Statens Vegvesen, http://www.vegvesen.no/servlet/Satellite?blobcol=urlpdf&blobheader=applicationpdf&blobkey=id&blobtable=SVVvedlegg&blobwhere=1168004567427&ssbinary=true.

[6] *Fortsatt økning i antall fartsbøter*. Statens innkrevingssentral, http://www.statens-innkrevingssentral.no/listnewsarticle.do?artid=24.

[7] *Fotobokser gir redusert fart og færre ulykker*. Trygg Trafikk, http://www.tryggtrafikk.no/Norsk/Nyheter/Vei/?module=Articles;action=Article.publicShow;ID=872.

[8] *General Packet Radio Service*. Wikipedia, http://en.wikipedia.org/wiki/Gprs.

[9] *High-Speed Packet Access*. Wikipedia, http://en.wikipedia.org/wiki/High-Speed_Packet_Access.

[10] *IEEE 802.11*. Wikipedia, http://en.wikipedia.org/wiki/802.11.

[11] *IEEE 802.11n*. Wikipedia, http://en.wikipedia.org/wiki/802.11#802.11n.

[12] *Intelligent Transportation Systems*. U.S. Department of Transportation, http://www.its.dot.gov/index.htm.

[13] *Kollektivtransport med buss, båt og bane, 2004.* Statistisk sentralbyrå, http://www.ssb.no/emner/10/12/kolltrans/tab-2007-03-16-01.html.

[14] *Mange slurver med bilbeltet.* Moss Avis, http://www.moss-avis.no/apps/pbcs.dll/article?AID=/20070116/SISTENYTT/70116008/1051/ABON.

[15] *Power line communication.* Wikipedia, http://en.wikipedia.org/wiki/Power_line_communication.

[16] *Quality of Service.* Wikipedia, http://en.wikipedia.org/wiki/Quality_of_service.

[17] *Service Level Agreement.* Wikipedia, http://en.wikipedia.org/wiki/Service_Level_Agreement.

[18] *Stamveinettet.* Wikipedia, http://no.wikipedia.org/wiki/Stamveinettet.

[19] *Universal Mobile Telecommunications System.* Wikipedia, http://en.wikipedia.org/wiki/Universal_Mobile_Telecommunications_System.

[20] *Wi-Fi.* Wikipedia, http://en.wikipedia.org/wiki/Wi-Fi.

[21] *WiMAX.* Wikipedia, http://en.wikipedia.org/wiki/Wimax.

[22] *Wireless Access for the Vehicular Environment.* IEEE, http://standards.ieee.org/board/nes/projects/802-11p.pdf.

[23] *Wireless LAN.* Wikipedia, http://en.wikipedia.org/wiki/Wireless_LAN.

[24] *Can WiMAX Address Your Applications?* WiMAX Forum, 2005, http://www.wimaxforum.org/news/downloads/Can_WiMAX_Address_Your_Applications_final.pdf.

[25] R. Ambathy. *Styring av veilys ved hjelp av toveiskommunikasjon.* Masteroppgave NTNU, 2005.

[26] B. H. E.G. Aubert. *Trådløst nett via lyktestolper.* Fordypningsoppgave NTNU, 2006.

[27] J. Gordijn. *Value-based Requirements Engineering - Exploring Innovative e-Commerce Ideas.* Amsterdam, NL, Vrije Universiteit, 2002.

[28] T. Jelle. *Trådløse Trondheim.*

[29] A. Osterwalder. *The Business Model Ontology a proposition in a design science approach.* Universite de Lausanne, 2004, `http://www.businessmodeldesign.com/publications/TheBusinessModelOntologyapropositioninadesignscienceapproach.pdf`.

[30] A. Osterwalder, Y. Pigneur, and C. Tucci. *Clarifying Business Models: Origins, Present, and Future of the Concept.* Communications of AIS, 2005, `http://www.businessmodeldesign.com/publications/PreprintClarifyingBusinessModelsOrigins,Present,andFutureoftheConcept.pdf`.

[31] A. Pateli and G. Giaglis. *A Framework For Understanding and Analysing e-Business Models.* Bled Electronic Commerce Conference, 2003.

[32] P. Stähler. *Geschäftsmodelle in der digitalen Ökonomie. Merkmale, Strategien und Auswirkungen.* University of St.Gallen HSG, 2001.

Figurer

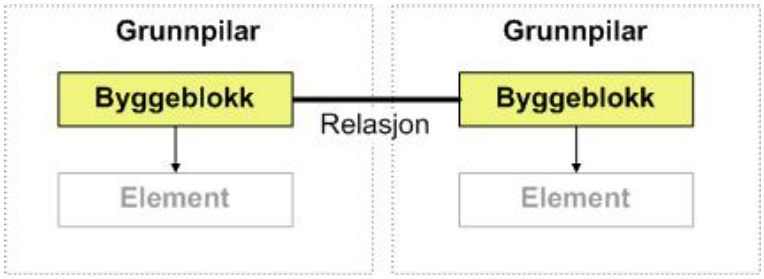
2.1	WLAN-løsning med felles aksesspunkt	6
2.2	Oversikt over standarder for WLAN	7
2.3	Eksempel på bruk av WiMAX	8
3.1	Forretningsmodellens posisjon i bedriften	12
3.2	Osterwalders forretningsmodell	12
4.1	Forenklet forretningsmodell for WLAN langs vei	14
4.2	Overordnet forretningsmodell for CALM	18
4.3	Realisering av CALM i kjøretøy	19
4.4	Verditilbudene for CALM	20
4.5	Detaljert oversikt over verditilbudet sikkerhetstjenester som helhet	21
4.6	Enkelt sekvensdiagram som viser eksempel på bruk av CALM interface	27
4.7	Totale inntekter for CALM i et modent marked	32
4.8	Beregning av årlig inntekt for salg av CALM-utstyr	33
4.9	Beregning av årlige inntekter for salg av tjenester til CALM	35
4.10	Overordnet forretningsmodell for SRO for veibelysning	38
4.11	Besparelser ved bruk av dimming	39
4.12	Dagens løsning for datakommunikasjon i intelligente veilyssystem	40
4.13	Mulig løsning for SRO basert på trådløs kommunikasjon	41
4.14	Eksempel på verditilbud innen SRO for veibelysning	44
4.15	Overordnet forretningsmodell for vei-instrumentering	54
4.16	Noen eksempler på variable veiskilt	56
4.17	Eksempler på vei-instrumenter som kan knyttes til trådløse nettverk	58
6.1	Mulig utbygging av kombinert trådløst nettverk med WiFi og mobil	72
6.2	Forslag til trådløs utbygging for CALM	75
6.3	Mulig løsning med kommunikasjonsutstyr inni lyktestolpe	76
6.4	Utbygging med kommunikasjon til hver eneste stolpe	77
6.5	Mulig utvidet løsning for kommunikasjon med veibelysningen	78
6.6	Estimat for utbygging av aksesspunkter langs vei	80
6.7	Kostnadsantydning for utbygging av WLAN langs veistrekning	80
A.1	Sammenheng mellom de ulike komponentene i modellen	I
A.2	Osterwalders forretningsmodell	II

Tillegg A

Detaljer i Osterwalders forretningsmodell

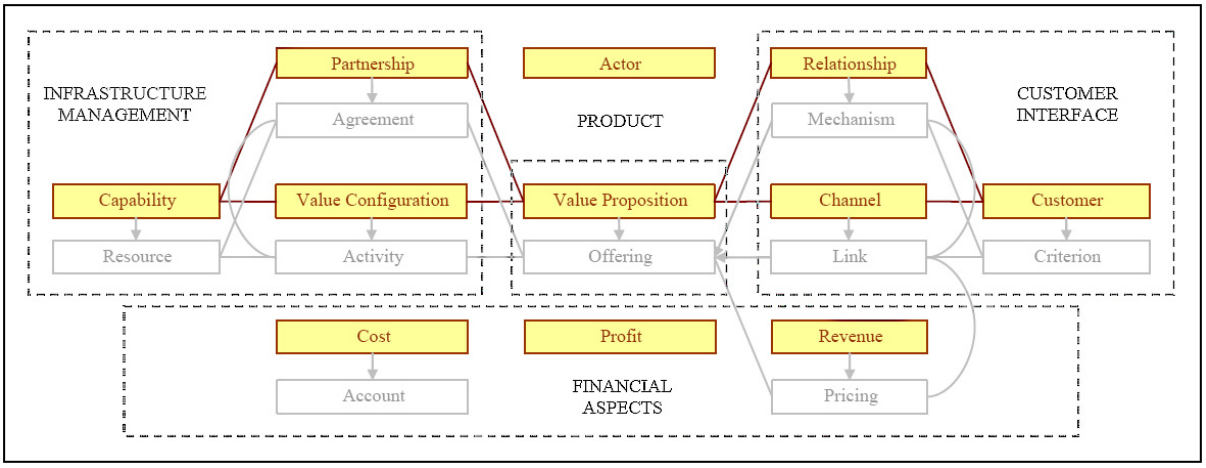
Som nevnt i hovedteksten baserer Osterwalders modell seg på fire hovedområder for bedriftens forretningsdrift, omtalt som de fire grunnpilarene. Grunnpilarene er produkt, customer interface, infrastructure management og økonomi. Produkt beskriver alt som bedriften tilbyr sine kunder, mens kundene og interaksjonen med dem kommer frem av customer interface. Infrastructure management viser hvordan firmaet internt og ved hjelp av samarbeidspartnere kan tilby produkter, og til sist kommer inntekter og utgifter frem av økonomidelen.

De fire grunnpilarene er delt inn i til sammen ni byggeblokker, som utgjør kjernen i Osterwalders ontologi. Disse dekker alle hovedaspektene for en forretningsmodell. Videre kan byggeblokkene deles opp i elementer, hvor alle detaljer kommer godt frem. Byggeblokker og elementer fungerer som deler av en helhet, og det finnes følgelig en del relasjoner mellom dem. Hvordan pilarer, byggeblokker, elementer og relasjoner henger sammen er vist i figur A.1.



Figur A.1: Sammenheng mellom de ulike komponentene i modellen.

En oversikt over Osterwalders forretningsmodell er gitt av figur A.2. Resten av dette tillegget inneholder definisjoner og forklaringer av alle komponentene i modellen. Jeg har etter beste evne forsøkt å oversette begrepene i modellen til norsk, men for å unngå misforståelser er engelske uttrykk for byggeblokker og elementer gitt i parantes der det kan oppstå uklarheter. Enkelte engelske uttrykk er beholdt der det er vanskelig å finne presise oversettelser.



Figur A.2: Osterwalders forretningsmodell

A.1 Produkt

Produkt innebærer alt som en virksomhet tilbyr sine kunder. Herunder inngår produkter og tjenester, samt måten tilbudene skiller seg fra konkurrentenes. Grunnpilaren produkt inneholder byggeblokken verditilbud, som igjen kan deles opp i de enkelte elementene tilbud.

A.1.1 Verditilbud (Value proposition)

Med verditilbud menes nytteverdien et firma tilbyr sine kunder. Dette gjennom produkter og tjenester som er bundet sammen, hvor tilleggstjenester også er med på å skape verdi for kunden. Et firma har oftest flere verditilbud, som hvert er rettet mot en bestemt type kunder.
Relasjoner: Verditilbud er basert på evner og tilbyr verdi for en eller flere kunder.

A.1.2 Tilbud (Offering)

Elementet tilbud vil si de enkelte komponentene som sammen danner et verditilbud. Det kan her være snakk om spesifikke produkter, tjenester eller eventuelle særtrekk som er av verdi for kunden. Et tilbud har bestemte attributter:

- Navn.
- Beskrivelse.
- Mening: Hvorfor virksomheten tror dette tilbudet gir en verdi for kunden. Denne attributten kan ta tre ulike verdier:
  - Bruk: Tilbudet matcher et bruksbehov hos kunden.
  - Risiko: Tilbudet er ment å redusere en risiko for kunden. (For eksempel en garanti.)
  - Innsats: Gjør en del av kundens liv lettere. (Eksempelvis en søkemotor på internett, som reduserer innsatsen som skal til for å finne en webside.)
- Verdinivå: Nytten som tilbys kunden sammenlignet med lignende produkter hos konkurrenter. Kan ta fire verdier:
  - Vanlig: Tilsvarende brukerverdi som hos konkurrentene.
  - Innovativ imitasjon: Ligner andre produkter, men har et særtrekk eller en egenskap som utgjør en forbedring. (For eksempel laptop fremfor stasjonær PC.)
  - Eksklusivt: Av høyeste kvalitet.
  - Innovasjon: En nyvinning i form av et helt nytt produkt, ny tjeneste eller en revolusjonerende kombinasjon av disse.
- Prisnivå:
  - Gratis.
  - Økonomi: Nederst på prisskalaen.
  - Marked: Gjennomsnittlig markedspris.
  - Dyrt.
- Livssyklus: Et verditilbud går gjennom en livssyklus, fra det blir dannet og til kunden ikke lenger har behov for det. Denne attributten viser hvilken del av livssyklusen tilbudselementet gir verdi for. Kan ta fem ulike verdier:

- Utforming: Involvering av kunden for å skape ytterligere verdi. Typisk for dette er at kunden former et produkt som passer best mulig for seg.
- Kjøp: Dersom rutinen for kjøp av en vare gjøres lettvint representerer det en nytte for kunden. Eksempelvis varer kjøpt via enkle tastetrykk på nettet, og som kommer i postkassen noen dager senere.
- Forbruk: Den vanligste formen for verdi er at elementet gir nytte ved bruk av verditilbudet.
- Fornyelse: Fornyelse eller oppgradering.
- Overføring: Verdiskaping i det kunden kvitter seg med et produkt, for eksempel ved salg av brukte bøker.

A.2 Customer interface

Den neste grunnpilaren er customer interface, som dreier seg om alle forhold er relatert til kunder. Customer interface inneholder tre elementer: Virksomheten velger seg ut kunder, som kan nås gjennom distribusjonskanaler, mens forholdet til kundene er gitt av kunderelasjoner.

A.2.1 Kunde (Target customer)

En kunde er et mål for forretningen, og der kan være snakk om både eksisterende og potensielle kunder. For et firma er det viktig å velge ut kunder som har mest mulig nytte av firmaets verditilbud. Dette gjøres ved hjelp av segmentering, altså oppdeling i kundegrupper med ulike interesser, som for eksempel forbrukere og bedrifter. En definert målgruppe gjør det også lettere å finne distribusjonskanalen som egner seg best for å nå kunden. Kunde kan videre deles opp i kriterier.
Relasjoner: Kunder mottar verditilbud.

A.2.2 Kriterie

Et kriterie definerer de enkelte egenskapene som kjennetegner en type kunde. Et kriterie har kun to attributter; navn og beskrivelse.

A.2.3 Distribusjonskanal

Distribusjonskanal er forbindelsen mellom verditilbud og kunder, og beskriver hvordan en virksomhet leverer et verditilbud til en kunde. Leveransen kan foregå både direkte eller gjennom et mellomledd. Distribusjonskanaler blir delt opp i de enkelte linker.
Relasjoner: Leverer verditilbud til kunder.

A.2.4 Link

En distribusjonskanal består oftest av flere linker. Hver link utgjør en spesiell rolle i forbindelsen mellom firma og kunde. En link kan også være et tilbud. Attributtene til link er de samme som nevnt for tilbud i forrige seksjon, med unntak av at livssyklus er byttet ut med kjøpssyklus i tilfeller hvor linken ikke samtidig er et tilbud.

- Kjøpssyklus: En kundes kjøpeforhold til et produkt går gjennom flere faser, helt fra han (eller hun) blir oppmerksom på produktet, og til han ønsker å kjøpe relaterte produkter eller tjenester. Det kan være nyttig å vite hvilken fase en link er fokusert på. Fire alternativer finnes:
  - Oppmerksomhet: Måter for å få kunder oppmerksomme på produkter eller tjenester som kan ha nytte for dem, for eksempel reklame.
  - Evaluering: Prosess hvor kunden vurderer hvorvidt han ønsker å gjennomføre kjøp. Informasjonstilgang er viktig for at kunden skal få et godt vurderingsgrunnlag, og dermed være sikker på å gjøre en god handel.
  - Kjøp: Selve kjøpet. Forhandlinger, ordrebestillinger og betaling inngår i denne fasen.
  - Tilleggssalg: Tilleggstjenester som kunden ønsker etter selve kjøpet, for eksempel hjelpetelefon.

A.2.5 Kunderelasjon

Dette elementet beskriver forholdet som virksomheten etablerer med kundene. Alle interaksjoner mellom firma og kunder påvirker kunderelasjonen, og sterke relasjoner gir opphav til inntekter for firmaet. Å opprettholde kunderelasjoner har imidlertid en kostnad, så det er viktig å definere hvilket nivå relasjonen trenger å være på. Kunderelasjon kan videre deles opp i mekanismer for relasjoner.
Relasjoner: En kunderelasjon fremmer et verditilbud, og kunderelasjoner dannes og

opprettholdes med kunder.
Kunderelasjoner har attributten intensjon, som beskriver hvilket formål bedriften har for kunden ved en interaksjon:

- Erverve: Bedrifter er avhengige av å tiltrekke seg kunder. Dette kan ofte skje gjennom kampanjer og spesielle tilbud.
- Beholde: Holde på kunder. God kvalitet og service er avgjørende, mens lojalitetsprogrammer og høye switching costs gjør det vanskelig for kunden å bytte til en annen bedrift.
- Mersalg: Salg av produkter og tjenester til eksisterende kunder.

A.2.6 Mekanisme

Mekanismer for kunderelasjoner er de enkelte funksjonene for bygging av relasjoner mellom bedrift og kunde. Mekanismene bidrar til personalisering, tillitt og merkevarebygging. En slik mekanisme kan også være en link eller del av et verditilbud. Mekanisme har de samme attributtene som link, altså mening, kjøpssyklus (dersom mekanismen også er en link), livssyklus (dersom mekanismen er del av et verditilbud), verdinivå og prisnivå, i tillegg til funksjon, som beskriver hvilken funksjon mekanismen oppfyller for kunderelasjonen. Funksjon kan ta følgende verdier:

- Personliggjøring: Informasjon om kunder lagres i profiler for å kunne gi tilpasset kundebehandling. Dersom en kunde kjøper mye av en type vare kan for eksempel bedriften opplyse kunden når disse varene er på tilbud.
- Tillit: Bygge opp kundens tillit til bedriften.
- Merkevarebygging: En kjent merkevare er gull verdt i et marked, og kan påvirkes av de fleste interaksjoner mellom bedriften og omverdenen. Bedrifter ønsker gjerne å bygge opp en spesifikk identitet.

A.3 Infrastructure management

Infrastructure management er en av de fire grunnpilarene, og omhandler en virksomhets verdiskapning. Her beskrives de nødvendige egenskapene som skal til for å skape verditilbudene og opprettholde customer interface. Dette inkluderer bedriftens aktiviteter for å skape og levere verdi, såkalt verdikonfigurasjon, forbindelsen mellom disse aktivitetene, samt bedriften og dens partneres kompetanser.

A.3.1 Evne (Capability)

Med evner menes egenskaper til å gjennomføre et gjentatt mønster av aktiviteter som skal til for å produsere et verditilbud. Evne utgjøres av et sett ressurser fra selskapet selv samt fra dets partnere.
Relasjoner: En evne tillater et selskap å fremskaffe sitt verditilbud.

A.3.2 Ressurs

Evne dannes av et sett ressurser. Disse ressursene kan være enten håndfast eller ikke håndfast. Videre er menneskelige ressurser nødvendige for å skape verdi ut fra de håndfaste og ikke håndfaste ressursene som eksisterer.
Relasjoner: En ressurs kan bli tilbudt av en aktør. Ressurser kan inngå i en eller flere aktiviteter, som hver kan benytte en eller flere ressurser.
En ressurs kjennetegnes av tre attributter: Navn, beskrivelse og ressurstype. Ressurstype er en klassifisering av ressurser, som kan ta tre verdier:

- Håndfast: Vanlige ressurser som alltid inngår i bedriftens balanse, for eksempel utstyr og penger.
- Ikke håndfast: Mer virtuelle ressurser som kan være vanskelig å verdsette. Eksempler er patenter, rettigheter, merkevarer og opparbeidet goodwill.
- Menneskelig: Menneskelige egenskaper som alene eller i kombinasjoner gir bedriften fortrinn i forhold til konkurrenter.

A.3.3 Verdikonfigurasjon (Value configuration)

Kombinasjoner av aktiviteter med formål om å skape verditilbud for kunder beskrives i byggeblokken verdikonfigurasjon.
Relasjoner: Verdikonfigurasjon benytter et sett av evner, og muliggjør verditilbud.
I tillegg til attributtene fra aktivitet forekommer konfigurasjonstyper, som det finnes tre av:

- Value chain: En verdikjede inneholder sekvensen av aktiviteter som en bedrift må gjennomføre for å omdanne inputs til et produkt, som så skal leveres. Logistikk, operasjoner, markedsføring, salg og service inngår her.

- Value shop: En utvidelse av verdikjeden hvor fokus ligger på å løse et problem for kunden. Problemdefinisjon og -løsning, valg, utførelse og kontroll og evaluering er sentrale aktiviteter for denne typen konfigurasjon.
- Value network: I et verdinettverk skapes verdi ved å tilby nettverksdannende tjenester, hvor kunder linkes til hverandre. Dette er en form for meglervirksomhet.

A.3.4 Aktivitet

Aktiviteter er kjernen i forretningsdrift, og er handlinger en bedrift gjør for å drive forretningen og nå målene sine.
Relasjoner: Aktiviteter gjør bruk av ressurser, og gjennomføres av aktører.
Aktivitet har flere attributter, i tillegg til navn og beskrivelse:

- Aktivitetsnivå. Modellen skiller mellom to nivåer av aktivitet:
  - Primæraktivitet: Hovedaktiviteter for bedriften er de som er involvert i dannelsen av, samt markedsføring og levering av verditilbud.
  - Støtteaktivitet: Grunnleggende aktiviteter som gjør det mulig å gjennomføre hovedaktivitetene. Aktiviteter som går på infrastruktur, ressursfordeling og teknologiutvikling inngår her.
- Aktivitetstype. Type hovedaktivitet som gjøres. Variablene som brukes er ulike for de forskjellige konfigurasjonstypene:
  - Value chain:
    * Innkommende logistikk: Aktiviteter tilknyttet mottak og lagring av inputs.
    * Operasjoner: Aktiviteter tilknyttet omdannelse av inputs til ferdig produkt.
    * Utgående logistikk: Aktiviteter tilknyttet innsamling, lagring og distribusjon av produktet.
    * Salg og markedsføring.
    * Service: Alle former for servicerelaterte aktiviteter.
  - Value shop:
    * Problemtilnærmelse: Vurdering og formulering av problemstillingen, samt valg av fremgangsmåte for å finne løsning.
    * Problemløsning: Løsningsalternativer dannes.

    - Valg: Valg av ønsket løsningsalternativ.
    - Gjennomføring: Aktiviteter tilknyttet utførelse av løsning.
    - Kontroll og evaluering: Måling og evaluering av hvorvidt problemet er løst.
  - Value network:
    - Network promotion and contract management: Aktiviteter som inkluderer invitasjoner av potensielle kunder til nettverket, og initierer deres deltakelse.
    - Service provisioning: Fremskaffelse og behandling av tjenester basert på avtaler. Inkluderer betalingsformer.
    - Network infrastructure operation: Aktiviteter tilknyttet drift av fysisk og informasjonsmessig infrastruktur. Holder nettverket tilgjengelig for mottak av forespørsler fra kunder.

A.3.5 Kompaniskap (Partnership)

Kompaniskap er et frivillig initiert samarbeid mellom to eller flere virksomheter som samkjører de nødvendige evner, ressurser og aktiviteter for å gjennomføre prosjekter eller spesielle aktiviteter. Det er i dag svært vanlig at bedrifter innleder flere former for samarbeid. Selskaper med ulike kompetanser kan samarbeide for å tilby produkter og tjenester med høy kvalitet, og dermed få en sterk markedsposisjon. IKT gjør det dessuten samarbeid enklere og billigere.
Relasjoner: Kan ofte være involvert i verdikonfigurasjoner. Kompaniskap fremskaffer verditilbud.

A.3.6 Avtale (Agreement)

Før to eller flere selskaper innleder kompaniskap forhandler de frem en avtale. Her fastsettes motivasjon og funksjon for samarbeidet, og dets betingelser.
Relasjoner: En avtale gjøres alltid med en aktør.
Attributtene navn og beskrivelse brukes også for å definere et agreement, i tillegg til:

- Begrunnelse: Årsaken til at samarbeidet er inngått. Grovt inndelt kan denne være:
- Optimalisering og stordriftsfordeler: Optimalisering av driften ved å utnytte hverandres spisskompetanser eller stordriftsfordeler.

- Redusere risiko og usikkerhet: Forsøk på utvikling av nye produkter og konsepter kan være kostbart, og medfører stor risiko. Dersom flere er involvert deler disse på risikoen, slik at fallhøyden reduseres for hvert enkelt selskap.
- Tilgang på ressurser: Mange selskap ønsker å tilegne seg andres ressurser for å utvide sitt eget marked eller øke egen kompetanse.
- Strategisk viktighet: Hvor viktig et samarbeid er for suksessen til et selskap. Tar verdiene 0-5, hvor 5 har den høyeste viktigheten.
- Grad av konkurranse: I hvor stor grad samarbeidspartnerne samtidig er konkurrenter. Verdier 0-5.
- Grad av integrering: I hvor stor grad aktørene i samarbeidet er linket sammen. Verdier 0-5.
- Byttemuligheter: Hvor lett det er å bytte ut samarbeidspartneren med en tilsvarende. Verdier 0-5, hvor det er lettest å finne en ny partner ved verdien 5.

A.4 Økonomi (Financial aspects)

Økonomien påvirkes av alle de andre blokkene, og gjenspeiler resultatene fra resten av modellen. Økonomi inneholder inntektsmodell og kostnadsstruktur for forretningsdriften.

A.4.1 Inntektsmodell (Revenue model)

Inntektsmodellen viser hvilken evne virksomheten har til å omsette verdiskapningen sin til økonomisk inntekt. Et firmas revenue model kan deles opp i de enkelte inntektsstrømmene.
Relasjoner: Inntektsmodellen er bygd på og avhengig av firmaets verditilbud.

A.4.2 Inntektsstrømmer og prissetting (Revenue stream and pricing)

Tilfredsstillende inntektsstrømmer er helt essensielt for at et firma skal overleve i lengden. Oppdeling i de enkelte inntektsstrømmer gjør det lettere å analysere hva som gir god avkastning, samt benytte ulike prismekanismer. Internett har gjort det

lett å sammenligne priser på tilsvarende produkter, noe bedrifter ønsker å forhindre gjennom å differensiere produktene sine - i håp om at kunden er villig til å betale mer enn for standardiserte produkter. Inntektsstrømmer og prissetting beskriver innkommende kontantstrøm i forhold til verdien selskapet tilbyr. Videre defineres også mekanismen som brukes for å fastsette prisen på verditilbudet.
Relasjoner: Inntektsstrømmer og prissetting gjelder for en eller flere tilbud. I tillegg kan en link ha et eller flere elementer av inntektsstrømmer og prissetting.
Attributter: Navn og beskrivelse, i tillegg til:

- Type inntekt: Beskriver hvilken type økonomisk aktivitet som gir denne inntektsstrømmen for selskapet. Vi skiller mellom fem slike typer:
  - Salg: Salg av produkt eller tjeneste.
  - Utlån: Lån av produkt over en bestemt tidsperiode.
- Lisensiering: Tillatelse til at andre kan benytte seg av noe selskapet har rettighetene til. Til forskjell fra lending kan man ved licensing selge de samme tillatelsene flere ganger samtidig.
- Transaksjonsandel: Et selskap som har bidratt til å legge til rette for gjennomføringen av en transaksjon mottar et beløp for dette. Eksempelvis tar banker gebyr for betaling av regninger.
- Reklame: Aktivitet der man formidler ønsket informasjon fra et selskap som betaler deg for det. Svært vanlig i mediasektoren.
- Prosentandel: Denne inntektsstrømmens andel av den totale strømmen.
- Prissetting: Tre hovedmåter å fastsette pris på:
  - Fast pris: Fast pris for alle kunder, uavhengig av kjøpsvolum.
  - Prisdifferensiering: Ulik pris basert på kunde- eller produktkarakteristikker. Typisk for denne prismetoden er pensjonistpriser, volumrabatter og bruk av flere produktversjoner.
  - Markedspris: Markedsprising er en fellesbetegnelse for mekanismer hvor prisen settes av markedskreftene som rår i øyeblikket (real-time). Pruting, auksjoner og aksjemarkeder er eksempler på dette.

A.4.3 Kostnadsstruktur (Cost structure)

Kostnadsstrukturen viser selskapets kostnader i forbindelse med danning, markedsføring og levering av verdi til kundene. Alle ressurser, eiendeler, aktiviteter og samarbeidsavtaler som koster penger er inkludert her.

A.4.4 Konto (Account)

En konto definerer spesifikke type utgifter, som hver er deler av kostnadsstrukturen. Attributter her er navn, beskrivelse, sum (total kostnad for denne kontoen) og prosentandel (av total kostnad).

A.4.5 Profitt

Overskuddet av virksomhetens drift, altså differansen mellom inntekter og utgifter.

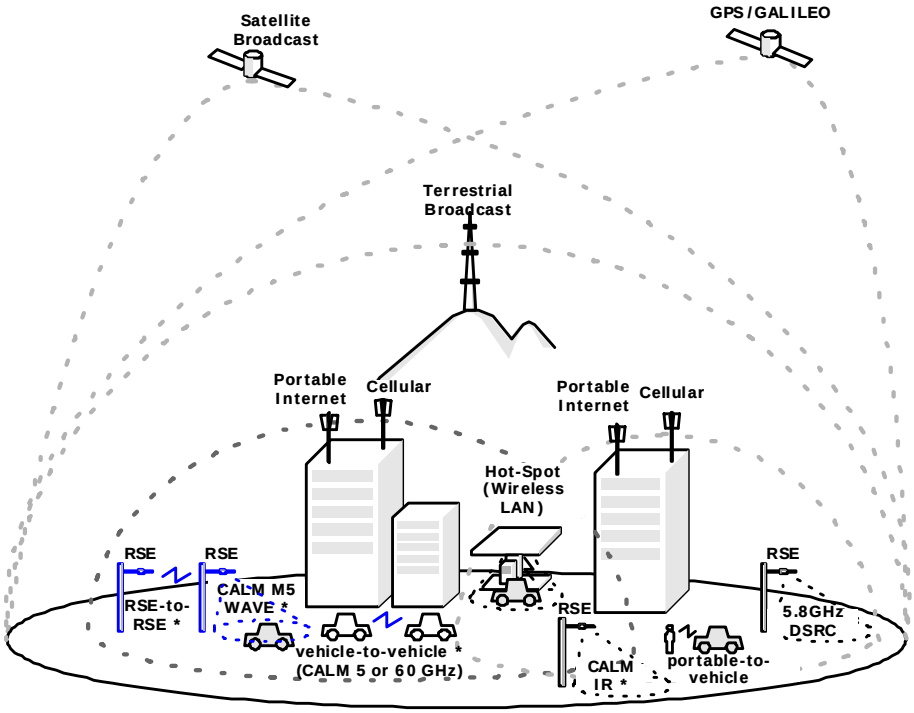
A.5 Aktør

Involverte aktører som identifiseres med navn og beskrivelse.

Tillegg B

The CALM Handbook

En nyttig introduksjon til CALM hentet fra CALMs hjemmeside[3].



The CALM Handbook

continuous communications for vehicles

Continuous Air-interface Long and Medium range

Handbook

ISO TC204 : ETSI ERM TG37

Authors Note:

In preparing this handbook guide to CALM I am indebted to the experts of ISO TC204 WG16 and ETSI ERM TG37. Most of the graphics in this handbook are theirs and I am pleased to acknowledge this. I also acknowledge contributions to the text from ERTICO and other ITS experts.

CALM was born as a concept in the autumn of 2000. The European standardization of the 5.8GHz dedicated short range communication, largely used for toll collection, was almost complete. And the new millennium had made us philosophical about the future.

With the aid of a good meal in Paris, and fine bottle of French wine, a few ITS aficionados pondered on the direction that ITS would move in the future. We quickly realised that the rest of the world had moved into continuous communications and this was the future backbone for ITS, indeed ubiquitous continuous communication was a prerequisite for many ITS services. We speculated on the research work going on and realised that though there were some exciting projects, no-one was doing much about providing a Standardization framework, and pondered on the thought that the European 5.8 GHz DSRC Standardization process would have been a lot quicker and smoother if the Standardization process had advanced before companies were already committed to defined products. What if they had thought out a basic architecture and fundamental principles first? .

We also realised three more things. Firstly, based on our experience to date, we would never get every government, road operator, vehicle manufacturer and equipment manufacturer to agree on the same solution. Secondly, working around this would be difficult and time consuming. Thirdly, we would avoid contentious competition if we could think this through before companies were too committed to products. And finally, that this wasn't something far into the future like vacations on the moon. This had to happen soon, because implementation phases were already under consideration. The clock was ticking fast.

With the further assistance of another bottle of fine French wine, and a couple of paper napkins from the restaurant, we came up with the basic concept and philosophy for CALM, and its first basic architecture. Apart from the level of sophistication and flexibility (and the red wine stains) if you saw that napkin today, it would bear a striking resemblance to what we now call CALM.

I thank my fellow developers of the concept, and those in the subsequently growing team who are bringing CALM to fruition (and of course I thank the manufacturer of the fine French wine for stimulating our initial thoughts so imaginatively).

For me the CALM project provides a model for us. The recognition by competitors of a future need, working enthusiastically together in a new area to collaborate and "think out of the box" to innovate has provided a model, based on open Standards, that will enable the market to operate. It has provided a migration to a future that will almost certainly be different from our original expectations, or our expectations today, and will help to realise the lifesaving and commercial opportunities that ITS can deliver. I believe that everyone who has participated feels that they have learned and their companies have benefited by their participation, so that they will be better able to move forward successfully, and competitively in this exciting new sector.

Bob Williams
Convenor ISO TC204 WG16.1 CALM
Convenor ISO TC204 WG1 Architecture
Chair ETSI ERM TG37 Intelligent Transport Systems
UK Head of Delegation ISO TC204

Contents

1	Introduction	2
1.1	Communications Trends	2
1.2	The Durable Vehicle	2
1.3	The Evolving "on-line" World	3
1.4	Regulations and Politics	3
1.5	The Conundrum	4
1.6	The CALM Concept	4
2	CALM Service Types	5
2.1	CALM Benefits	5
2.2	CALM enabled Safety Services	6
2.2.1	INFRASTRUCTURE <-> Vehicle CALM enabled Safety Services	6
2.2.2	Vehicle< -> Vehicle CALM enabled Safety Services	7
2.3	CALM enabled Commercial Services	7
2.3.1	INFRASTRUCTURE - Vehicle CALM enabled Commercial Services	7
2.3.2	Vehicle - Vehicle CALM enabled Commercial Services	8
3	Overview of the CALM Concept	9
4	The CALM Media	13
4.1	Overview	13
4.2	CALM Originated Interfaces	14
4.3	Generic Wireless Interfaces	14
4.4	ISO 15628 Compliant Interfaces	14
4.5	Cellular	15
4.6	5 GHz	15
4.7	Millimetre	16
4.8	Infra red	16
4.9	Mobile Wireless Broadband (MWB)	16
4.10	Satellite	16
4.11	Systems compliant to ISO 15628	16
5	CALM Networking	17
6	Lower Layer Service Access Points (SAP)	21
6.1.	Data SAPs	22
6.1.1	Data SAP "Request"	22
6.1.2	Data SAP "Indication"	22
6.2	Management SAPs	22
7	CALM Management Entity	22
7.1	Interface Manager	23
7.2	Network Manager	24
7.3	CALM/Application Manager	25
8	The CALM Architecture from an Engineering Perspective	26
8.1	The OSI Communications Stack	26
8.2	In-vehicle Implementation	27
8.3	CALM Implementation Scenarios	29
9	The CALM Standards	30
10	Future Opportunities	32
11	Frequently Asked Questions (FAQs)	33

1. Introduction

The objective of this handbook is to introduce the reader to the CALM initiative, to explain the need for CALM (Communications, Air-interface, Long and Medium range), to introduce the principles and concepts of CALM, to describe typical services that CALM will support, and to provide pointers to the Standards that underpin the CALM initiative.

1.1 Communications Trends

As we moved into the new millennium we were in the midst of experiencing a revolutionary change in the way that we communicate with each other, and the dramatic improvements in efficiency, speed and cost of communication.

If we cast our mind back to just 10 years before the millennium, the majority of people in the world relied on traditionally delivered mail, express packet delivery services, and traditional wired fixed line telephones.

Larger businesses had by this time quite good communications within their organization, even primitive forms of communications from one computer terminal to another, and managers were increasingly being given mobile telephones. But, at that stage, however, such communications were not ubiquitous.

The period up to the millennium saw both the mobile phone revolution and the internet revolution. I call these developments "revolutions" and not "evolutions" because they have brought disruptive step change to the way we think about and effect our communications, both from a personal point of view and the way that the business and social infrastructure communicates.

Firstly the role of the postal and express delivery services has changed from being the prime provider of first level communications, to one of being the logistics delivery medium for "virtual" world shoppers, and delivery of marketing material.

The fundamental nature of telecommunications has also changed, and at a personal level, the majority of people around the world, in both rich and poor countries, either have, or have access to, a mobile telephone. Indeed the effect on the third world has been even more dramatic. Lower infrastructure cost and ease of implementation of cellular technology has brought telephone access to many who could not have hoped that their state telephone company would invest in the fixed wire infrastructure to give them affordable access in remote, or economically disadvantaged regions.

The increase in internet and other services available over cellular media has brought modern technology to people who would never otherwise have access to computers or the "on line" world.

Throughout the world, this new on-line technology, whether through wired broadband or cellular wireless connectivity, is changing the way we learn, changing the way we shop, changing the way we move data, changing the way we organise our lives. Significant though we feel this to be at the time of writing this introduction, the impact has only just started to be felt and assimilated. The way our lives are organised, the way we are governed, the way we do business, will continue to change as the results of this revolution become apparent. Today, most of us already live in an "on-line" world where we can communicate immediately and affordably with anyone, or any organisation anywhere in the world .....*until we step into our vehicle that is !*

It is obvious to state that communication with and between vehicles has to be wireless. But for safety reasons, access to mobile telephones, and activities that would affect driver concentration, limit our access to the wired world. Safety considerations are likely to further restrict such access as new regulations to prevent or limit mobile phone use in vehicles are introduced. Yet many measures that may improve our safety, or improve the driving experience, are now possible, but are only possible with continuous, or quasi-continuous communications with vehicles.

The CALM initiative is designed to address this requirement.

1.2 The Durable Vehicle

Car owners will have noticed a significant improvement in the reliability and durability of vehicles of the past two decades. Indeed, car manufacturers now estimate that the average on-road life of cars in now in excess of 15 years, and expect that by 2010, the average on-road lifetime of a car will be up to 20 years. Heavy Goods Vehicles already frequently achieve 20 year working lifespan.

This has significant impact on any equipment, particularly co-operative equipment, fitted to vehicles. Systems fitted to vehicles sold in 2010-2020 must therefore still be able to operate in 2030-2040.

1.3 The Evolving "on-line" World

As we described in Section 1.1, our personal world now expects "on-line " connectivity. We expect our computers to have ubiquitous access to the internet, increasingly at broadband speeds. Current generations of cellular technology enable internet access using our mobile telephones and PDA's. The introduction of wireless broadband will provide true broadband access in a mobile environment, together with its wide range of services. Today, we already expect to have ubiquitous on-line access. Such requirements include when we are in our vehicles.

Typical personal demands within a vehicle include the "are we there yet?" syndrome, keeping the family entertained/occupied during journeys by providing access to the internet, downloading video, access to "yellow page" services, for passengers, on line navigation, map update and congestion avoidance navigation for the driver.

However, apart from the "demand pull" services called directly by the user, there are a large number of other services "pushed" by the requirements for safety and road management. Currently, governments are spending large amounts of money installing and managing variable messaging signs (VMS), but it is only practicable to have signs separated by one or many kilometres. Most of these messages are safety, congestion, or road management related (e.g. lane closures etc.). It is preferable to bring these messages immediately in-vehicle, displayed on the drivers navigation screens, or given as audio messages.

Vehicles are increasingly controlled by on board computer processors. These devices are complex and from time to time need to be upgraded, usually for safety reasons, although sometimes for efficiency reasons. At the moment, this requires a product recall, which is both expensive and bad publicity for vehicle manufacturers. Additionally, with ubiquitous on line access, the opportunity arises that when a vehicle is malfunctioning, or not functioning efficiently, the vehicle can contact the service department, the problem analysed remotely, often remedied remotely, or the driver alerted to take the vehicle to the service depot with an indication of the urgency of the situation.

But the main roadway system requirements for continuous (quasi-continuous) communications are safety related. While simple RFID tags can provide traffic light priority, this is a useful, but limited, benefit and is only useful where there are traffic control lights, and work only for local vehicles equipped with appropriate tags. Most requirements of emergency vehicles are on open roads, and early systems will include notification of an approaching emergency vehicle, communications between emergency vehicles, and between emergency vehicles and their base stations, including, for example, medical monitoring systems in ambulances.

Slightly further into the future, but the subject of very active current research and development activities, are those of collision avoidance and cooperative driving. For collision avoidance, vehicles need to communicate with adjacent vehicles and other vehicles in their proximity. Collaborative driving systems have similar requirements, for example advising other vehicles when they are changing lanes, or with adaptive cruise control systems where vehicles are adjusting their speed in dialogue with the preceding vehicle.

Centrally controlled incident management systems envisage collecting data from vehicles involved in/passing the incident, collating and disseminating information for approaching vehicles. For example identifying the exact location of an object or stationary vehicle on the road pavement, and providing exact location and warning to approaching vehicles.

Other possibilities under discussion in some countries, but unlikely to be popular in all countries, include vehicle speed limitation for example in the proximity of schools. Other proposed services include curve speed assistance, stop light assistant, roailroad collision avoidance, vehicles as probes, road condition warning (ice, snow, surface irregularities etc.,), low bridge warning, public transport coordination (trains/trams/busses running on or behind time etc.), emergency vehicle video relay, border clearance, vehicle safety clearance, driver verification.

Other commercial services include access control, on line payment systems (e.g. for parking or to acquire map updates), fleet management data, rental car processing, More sophisticated route guidance systems linked to congestion data also require quasi continuous access for congestion and road maintenance activities. Public transport vehicle fleet management is a particular example, especially in respect of on board incidents or threat environments, enabling video coverage of busses and trams to be centrally monitored in real time. And of course the many services made available by the provision of on board access to the internet.

All of these services need communications connectivity to the vehicle.

1.4 Regulations and Politics

When dealing with ubiquitous wireless communications, varying national regulations must be considered. Radio spectrum is managed nationally and is generally considered to be a sovereign national issue. Thus, whilst, in Europe, CEPT (Committee European de Postes et Telecommunications) may by consensus agree the parameters of a particular recommendation, it is at the discretion of a particular Nation as to whether to apply the Recommendation by introducing regulation in its country. Countries outside Europe face even more difficult challenges with coordination of frequency bands and services.The frequencies proposed for ITS at circa 5 GHz are different in Europe than in USA, and Japan uses yet a different band.

Further, different countries, even different road operators, considering the same scenarios, may not reach the same conclusions. Indeed, it is unlikely that they will. For example, while most of Europe has developed and adopted a Standard for plaza and free flow road tolling using 5 GHz technology, the largest country in Europe, Germany, has selected a system based on GPS/GSM.

Spending years either in EU Directorates or Standardization Committees, trying to get a single "best" global solution for continuous communications with vehicles, is unlikely to be productive, and by the time agreement is reached, if ever, technology will have moved on.

1.5 The Conundrum

While we may wish to see single choice types of decision, regulation and Standardization for the introduction and operation of ITS (Intelligent Transport System) services, the situation presents a conundrum. In summary, we have to meet the following requirements

a) Provide systems that enable (quasi) continuous communications between vehicles and the infrastructure, and between vehicles, in an environment where the vehicle marketplace is global with a limited number of large manufacturers providing vehicle models on a global basis with the minimum of variation to meet local national requirements.

b) Provide systems, with a useful Standardization lifetime of 10-20 years, where vehicles may be operational for 20+ years. Thus we are looking at systems functioning to 2040 and beyond.

c) The lifecycle of telecommunications systems is getting shorter, and several future possibilities are now apparent, and it is clear that other new technologies, not yet envisaged, will be developed in the period 2005-2040 and may be appropriate. Current communications systems, such as 2G and 3G cellular are unlikely to still be used in 2040.

d) Governments and system providers will not make common decisions about the base media permitted in their countries.

e) The characteristics of different media vary according to the properties of that media. Different media are better or less well suited to different applications.

f) Vehicles frequently travel cross border and operate in countries other than their home country. This is particularly true for commercial vehicles, and for all vehicles within Europe.

g) Manufacturers want to equip vehicles with a single global solution. They do not want the complexity, and risk, of too many uncoordinated communications systems providing different services.

h) ITS Standards are being developed as the technology develops. It is the role of the Standardizer to enable the market, not to determine it.

1.6 The CALM Concept

The fundamental principles of the CALM concept, and the architecture and standards that embody it, is predicated on th eprinciple of making "best" use of the resources available. The rersources are the various communications media available, and "best" is defined by the objectives to be achieved and their relative cost. Flexibility, adaptability, and extensibility are the keys to its success.

The CALM concept is therefore developed to provide a layered solution that enables continuous or quasi continuous communications between vehicles and the infrastructure, or between vehicles, using such (multiple) wireless telecommunications media that are available in any particular location, and have the ability to migrate to a different available media where required. Media selection is at the discretion of user determined parameters.

2 CALM Service Types

Services that are likely to use CALM fall into two categories- safety and commercial, although some safety related services are of commercial interest as options on up market vehicles. The lists given in Sections 2.2 and 2.3 provide a selection of services that have already been identified as probably suitable for support via CALM. The list is not exhaustive nor complete and continues to expand as ITS evolves. However, it gives an indication of the types of service that will use CALM.

2.1 CALM Benefits

CALM combines several communication media in an open manner in accordance with International Standards that provide:

- Openness, since the standards are available to everybody
- Stability, since there is a formal body responsible
- Visibility and credibility of the specifications
- An open way to influence the next phases of standards.
- Extensibility

CALM is based on IPv6 (Internet Protocol Version 6) which means that it is fully compatible with Internet services, while at the same time not being restricted by the addressing shortcomings of the current IPv4 protocols.

ERTICO assesses CALM's benefits to be:

"....

- CALM combines multiple communication media in an open way.

....

- IPv6 basis means that it is fully compatible with Internet services
- Spanning multiple media, and open to more medias both broadcast and others – by the integration of a simple IPv6/Management convergence layer.
- CALM is based on well-tested standards and media that are adopted and optimized for the mobile environment. This means:
  - Low risk strategy

  - Fast and relatively low cost implementation
  - Limited "chicken-and-egg" problem – much of the infrastructure and service network is already available
  - Allows new media to be easily introduced
- CALM includes the spectrum protected, 5GHz low-latency vehicle-vehicle / vehicle-roadside communications system needed for many vehicle-based public safety systems. This is a very high priority in North America, and also one of the findings of the recently concluded ESafety project.
- Supplements DSRC (European dedicated short range communication) with possibilities for higher speeds and longer distances, and manages spectrum so that units can, if required, support both CALM and DSRC in the same unit.
- Co-operation with ITS standardization Working Groups.
- Co-operation with IEEE 802.11 for mobile 5GHz W-LAN
- Co-operation with IETF for Internet functions
- Co-operation with ITU-R and ETSI
- Co-operation with ITS America"

(ERTICO: CALM Fact Sheet update. May 2004 Peter Van der Perre ERTICO SCRL)

2.2 CALM enabled Safety Services

2.2.1 INFRASTRUCTURE <-> Vehicle CALM enabled Safety Services

INFRASTRUCTURE to ON BOARD EQUIPMENT

- Animal Crossing Zone Information - Adaptive Headlight Aiming - Blind Merge Warning
- Curve Speed Warning - Emergency Vehicle Signal Preemption
- Emergency Vehicle Video Replay
- External Speed Limitation
- GPS Corrections - Highway/Rail Collision Warning - Homeland Security Identification and Management
- Incident Mapping and Warning
- Infrastructure Intersection Collision Warning - Intelligent On-Ramp Metering
- Intelligent Traffic Lights
- Intersection Collision : Infrastructure-Based Warning
- Intersection Collision : Vehicle-Based Warning
- Keep Clear Warning - Left Turn Assistant - Low Bridge Warning - Low Parking Structure Warning
- Merge Assistant - On Board VMS signage
- Open Road (no barrier) Tolling
- Pedestrian Crossing Information - Pedestrian/Children Warning - Post-Crash Warning
- Right Turn Assistant
- Road Condition Warning
- Rollover Warning
- School Zone Warning - Sign information (warning assistance) - SOS Services
- Speed Limit Advisory
- Speed Limit Control
- Stop Sign Movement Assistance - Stop Sign Warning - Traffic Signal Warning - Vehicle Safety Inspection
- Work Zone Warning - Wrong-way Driver Warning

ON BOARD EQUIPMENT-to-INFRASTRUCTURE

- Automatic Crash Notification
- Blind Merge Warning
- eCall
- Intelligent Traffic Light pre-emption for priority vehicles
- Intersection Collision
- Probe data
- Vehicle-Based Warning
- SOS Services

2.2.2 Vehicle< -> Vehicle CALM enabled Safety Services

- Approaching Emergency Vehicle Warning
- Blind Merge Warning - Blind Spot Warning - Cooperative Adaptive Cruise Control
- Cooperative Collision Warning
- Cooperative Glare Reduction - Cooperative Vehicle-Highway Automation System (Platooning)
- Crash Warning - Curve Speed Warning - Enhanced Differential GPS Corrections - Highway Merge Assistant
- Highway/Rail Collision Warning - Hybrid Intersection Collision Warning - Instant (Problem) Messaging - Intersection Collision – Vehicle-Based Warning
- Lane Change Assistant - Left Turn Assistant - Merge Assistant - Pre-crash Sensing
- Post-Crash Warning
- Right Turn Assistant
- Road Feature Notification - SOS Services
- Stop Sign Movement Assistant - Vehicle-based Road Condition Warning - Vehicle-to-Vehicle Road Feature Notification
- Vehicle Platooning
- Visibility Enhancer - Wrong-Way Driver Warning

2.3 CALM enabled Commercial Services

2.3.1 INFRASTRUCTURE - Vehicle CALM enabled Commercial Services

INFRASTRUCTURE to ON BOARD EQUIPMENT
- Adaptive Drivetrain Management - Adaptive Headlight Aiming
- Border Clearance
- Commercial Service Payments
- Commercial Vehicle Operations
- Drivers Daily Log
- Driver Validation
- Enhanced Route Guidance and Navigation - GPS Corrections - Just-In-Time Repair Notification
- Map Downloads and Updates - Optimal Speed Advisory
- Parking Space Identification/Navigation- GPS Corrections - Infotainment
- Intelligent On-Ramp Metering (road management)
- Intelligent Traffic Lights (road management)
- Internet in-vehicle
- Instant Messaging
- Just-In-Time Repair Notification
- Locomotive Refuelling Management
- On Board VMS Signage
- Open Road (no barrier) Tolling
- Rental Car Processing
- Transit Vehicle Refuelling Management
- Transit vehicle Data Transfer
- Vehicle Emissions Monitoring
- Video Downloads
- Yellow Page Services (via in car internet)

ON BOARD EQUIPMENT-to-INFRASTRUCTURE
- Infrastructure-based Traffic Probes (traffic management) - Just-in-Time Repair Notification - Infrastructure-Based Traffic Management – Probes

2.3.2 Vehicle - Vehicle CALM enabled Commercial Services

- Cross Vehicle Messaging
- In vehicle Internet - Region Feature Notification

3. Overview of the CALM Concept

3.1 CALM Scope

The scope of CALM is to provide a Standardized set of air interface protocols and parameters for medium and long range, high speed ITS communication using one or more of several media, with multipoint and networking protocols within each media, and upper layer protocols to enable transfer between media.

This service includes the following communication modes:

Vehicle-Infrastructure: Multipoint communication parameters are automatically negotiated, and subsequent communication may be initiated by either roadside or vehicle

Infrastructure-Infrastructure: The communication system may also be used to link fixed points where traditional cabling is undesirable.

Vehicle-Vehicle: A low latency peer-peer network with the capability to carry safety related data such as collision avoidance, and other vehicle-vehicle services such as ad-hoc networks linking multiple vehicles
.

Figure 1 : Pictorial Overview of the CALM Communications Concept

3.2 Infrastructure – Vehicle Architecture and applications

One of the most important functions of an ITS system is to support vehicle-to-infrastructure services. Generally, this comprises a beacon connected to the infrastructure and used to maintain contact with several vehicles to provide these ITS services. The infrastructure may also wish to update a mobile or fixed variable message sign (VMS) or similar "infrastructure" equipment out in the field. In turn that VMS may wish to transfer its message to a screen on board the car. Figure 2 provides a simple architecture representation of these aspects of the pictorial Figure 1.

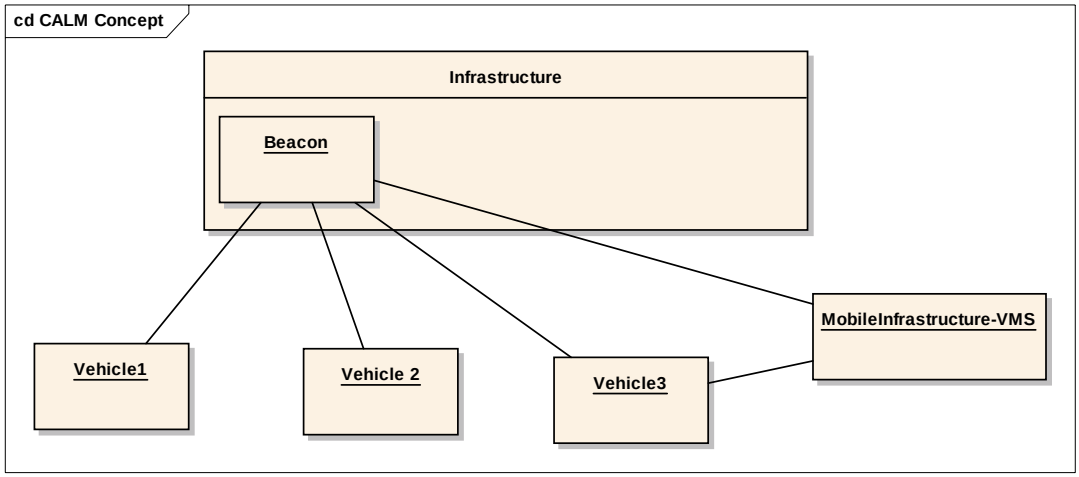


Figure 2: Infrastructure-Vehicle-Equipment Architecture Overview

In practice there will be many instances of vehicles, many instances of beacons and many instances of mobile infrastructures. Indeed, as is depicted in Figure 2 and 3, the situation can be complex. Note that Figure 3 does not include all the options, classes and objects, but is representative.

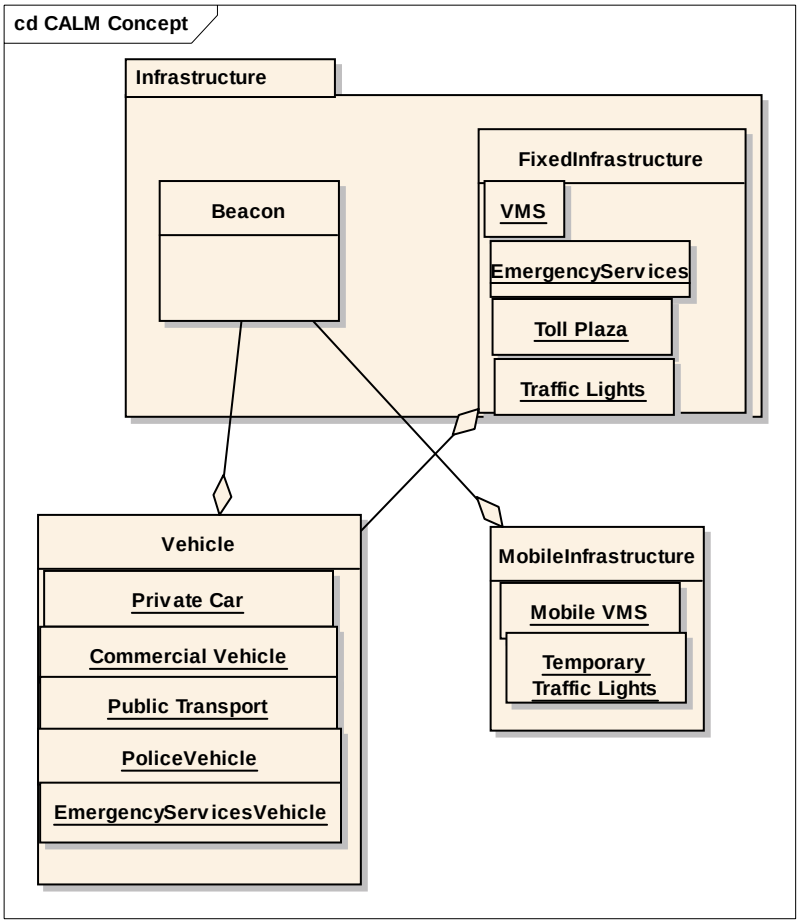


Figure 3: Infrastructure-Vehicle-Equipment Architecture Class Diagram

In communications terms, how does CALM make it possible?

At the highest level we can imagine that, on one side, we have multiple services possibly operating simultaneously all requesting communications services. At the other side we have the possibility of multiple communications media opportunities in the vehicle to handle the transaction. In the middle sits CALM (Communications, Air-interface, Long and Medium range) managing quasi continuous communications using the available media, to satisfy the needs of one or multiple applications. It is important to understand that the vehicle may be maintaining multiple simultaneous sessions.

Figure 4 provides an architectural schematic at the highest level of abstraction.

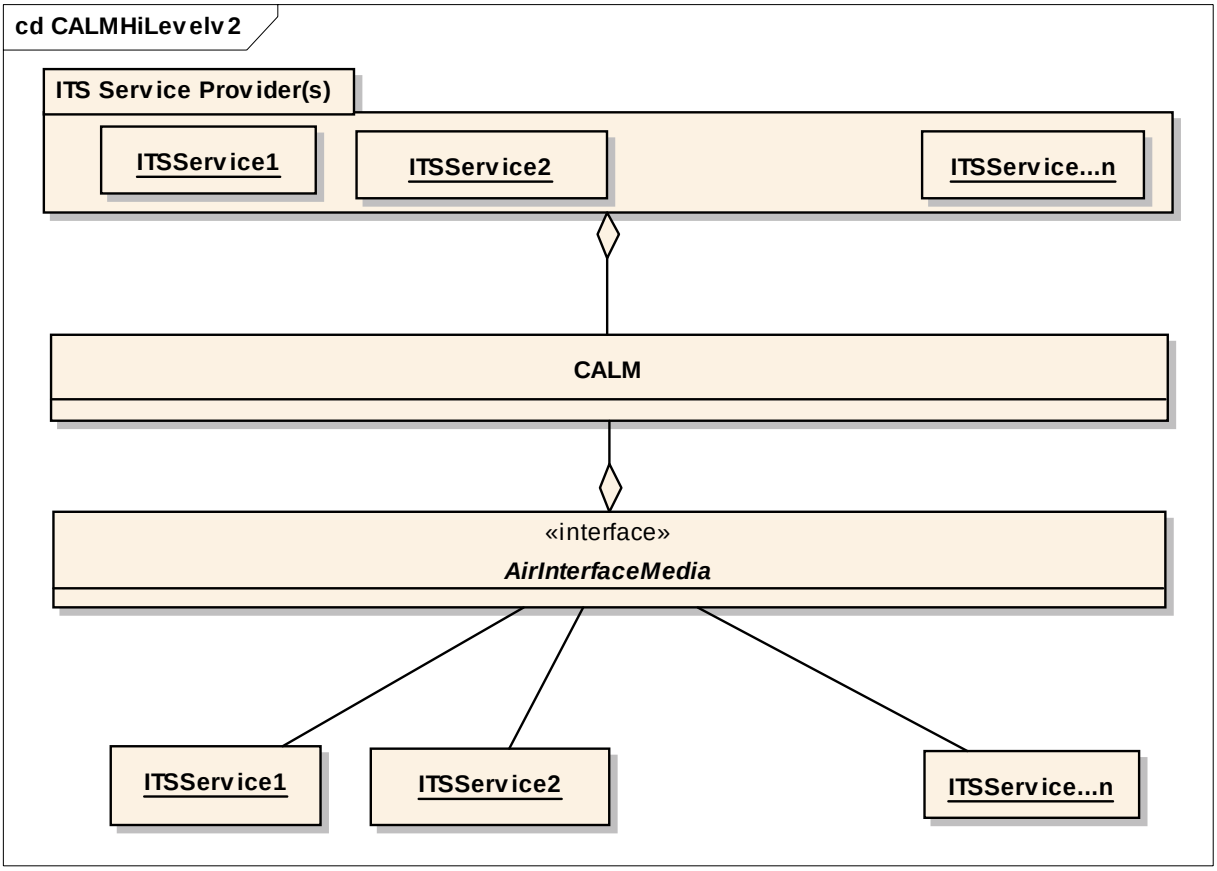


Figure 4: The CALM concept at the highest level of abstraction

It is important to understand that the CALM specifications/standards are not designing a physical piece of equipment. While CALM may indeed operate from a "box" designed to achieve its functions, CALM is actually a related set of protocols, procedures and management processes; implemention is a function of commercial decision. While it may appear in the vehicle in the form of a box, it is just as likely to be incorporated into one of the in-car computing functions.

The functionality could, as well be spread. However, what is reasonably sure is that there will be a firewall, controlled by the automotive manufacturer, between the CALM equipment and any critical in vehicle data buses. This is for the obvious reason that the vehicle manufacturer takes the responsibility for the safety critical aspects of the vehicle, and therefore must be the controller of data flow within the vehicle. To the manufacturer CALM simply provides him with an efficient communications means to the outside world.

CALM will support multiple types of application (of which more later) and it is capable of supporting multiple types of media simultaneously. However IT IS IMPORTANT TO UNDERSTAND THAT THERE IS NO REQUIREMENT FOR EQUIPMENT TO SUPPORT ALL OF THE POSSIBLE MEDIA. Indeed, it is not expected that this will be the case. The choice of how many media are supported will be a decision of the vehicle manufacturer (or equipment manufacturer if an aftermarket device). In addition to the influences of cost, the actual media supported will also depend on the media options that are available in the country of purchase.

Although it would be nice to believe that all countries would come to the same conclusions about which media will be supported, experience shows that this is unlikely to be the case. So CALM will work with a wide range of media, and will therefore work with the media supported in any particular place, and this will vary from place to place.

You can expect also that at one end of the market, a low cost compact car may only support, for example emergency services using say cellular communications, whereas the higher end luxury car will also support

internet in the car, dynamic route guidance and congestion monitoring, and other services, adaptive cruise control etc. Most cars will fall somewhere in-between.

Also commercial decisions need to be user driven, not just driven by available media. It may be possible to download full length feature films using 2G cellular technology, but the user may input price parameters that determine that source as too expensive for video download. Also for some services to work successfully, higher data rates will be needed, so de minimus performance criteria may be input. Parental choice is also an issue regarding the terminals available for passengers.

In order to achieve such functional options, it is clear that Figure 4 is a gross simplification. Figure 5 is an enhancement of figure 4 to show that it shows the Interface management functions, network management functions and CALM system and application level management functions that support, enable and control the system. There therefore also exist service access protocols (SAPs) both for the data and for the management (of which more later).

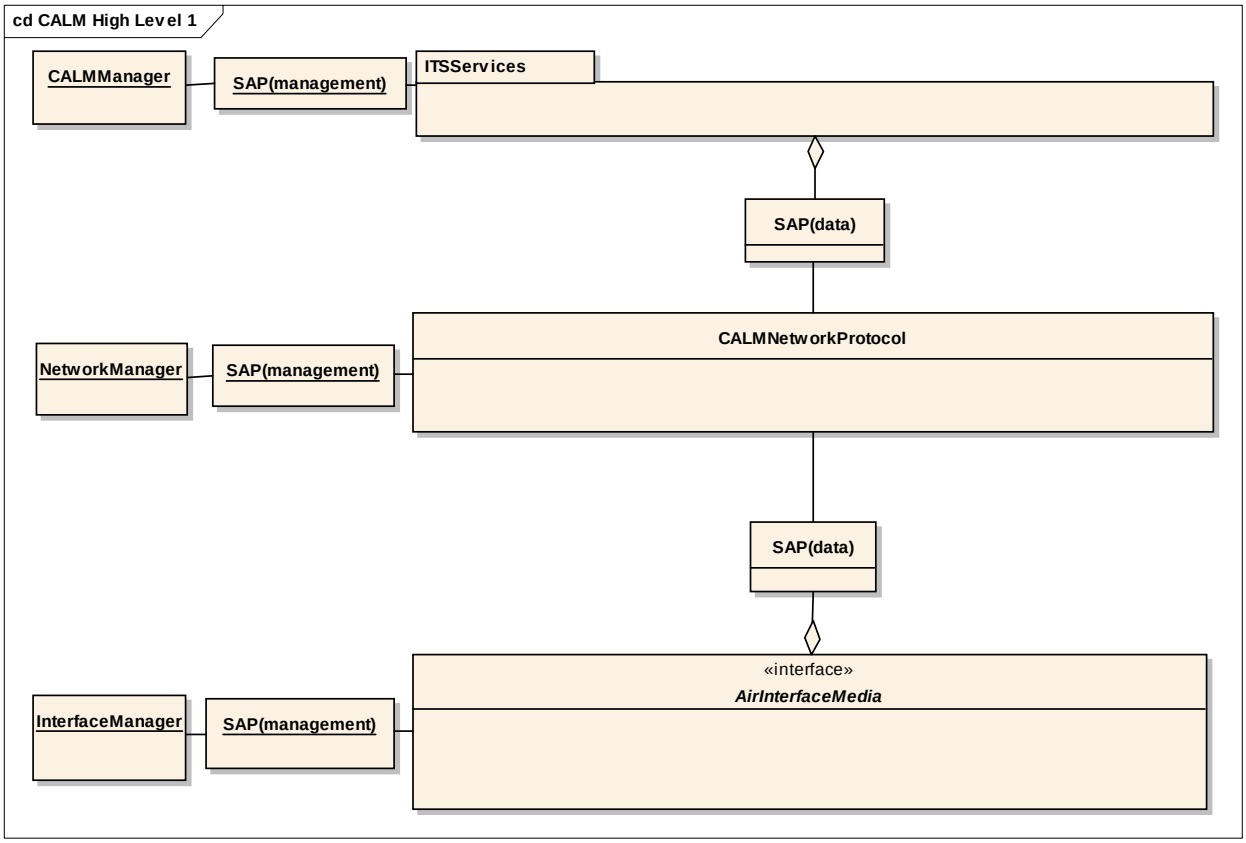


Figure 5: CALM High level architecture including Management and SAP Functions.

Figure 6 is similar to Figure 5, but adds the relevant references to Standards.

4. The CALM Media

4.1 Overview

We have seen that the choice of medium will depend on what media are available at any particular location at any point in time, and of course is a function of what media support has been fitted in the vehicle. As we have seen above, this will vary from country to country, location to location, and will change over time as new media become available and others will disappear as they are replaced. Also, we have the situation that some services are better performed on one media than another.

Figure 7 focuses in on the air interface aspects of the CALM Architecture.

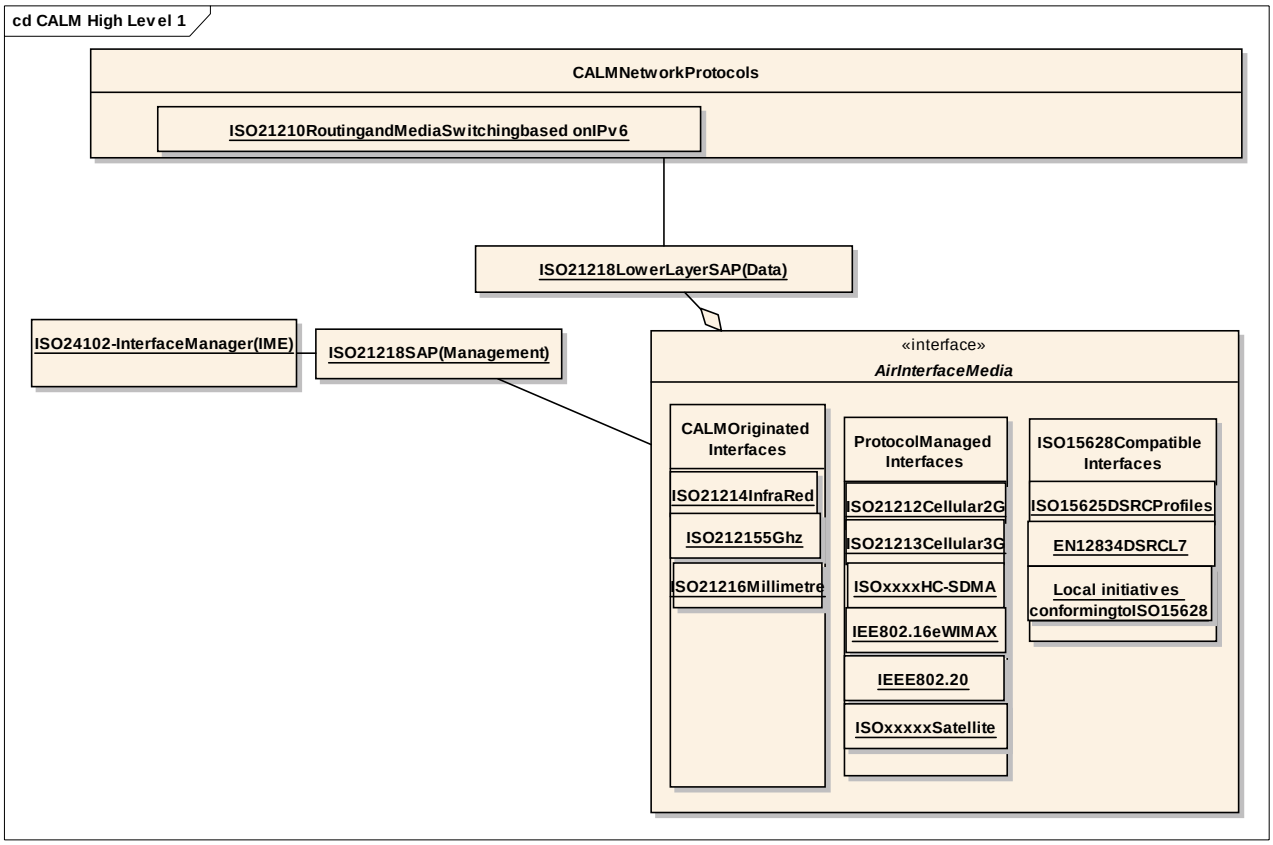


Figure 6: CALM Air Interface Classes

4.2 CALM Originated Interfaces

This class of air interface has been specifically designed for CALM. The handshake, sign-up and management protocols have been designed specifically to establish and maintain a CALM ITS transaction. Generally speaking CALM originated interfaces should offer the highest performance interface at any particular frequency. Figure 6 shows the ISO Standards for CALM InfraRed, CALM M5 and CALM Millimetre. Other CALM originated air interfaces may be specified in the future.

4.3 Protocol Managed Interfaces

This class of air interface has not been specifically designed for CALM. The handshake, sign-up and management protocols have been designed for a generic wireless telecommunications session such as 3G cellular communications, wireless mobile broadband, or satellite communications Here the communication is limited by the features of the generic interface and has only the ITS specific features that have been negotiated with the specifiers. (For example, if the ITS industry negotiates with the cellular telecommunications sector to pass a crash notification as part of the handshaking at session start). However, once the session is established it operates according to the rules of that interface, it data rates, coverage etc. and carries any limitations that have been inbuilt in its design. Generally these interfaces are adopted as potential CALM interfaces because they have wide area, even ubiquitous, coverage. Examples would be 3G Cellular, wireless mobile broadband, satellite.

4.4 ISO 15628 Compliant Interfaces

In the 1990's, European 5.8GHz dedicated short range communication (DSRC) Standards were developed for tolling and other associated commercial activities. With moves towards interoperability and consistency, the

"application" layers of the Standards link to application services (largely tolling) became increasingly important. The development of ISO 15628, following the OSI communications protocol stack principles, deliberately separates the application from the carrier. In practice it is a little more complex as part of ISO 15628 lies below the CALM network protocols and part lie between the network protocols and the application. But so long as this can be managed, any air interface that can support ISO 15628 should be able to link into the application services that will use CALM, although the efficiency may be restricted. Even with restricted performance this will allow roaming from one place to another, so long as they have installed the appropriate interrogators. It also provides the first steps to a migration path, and, when software defined radios eventually become available, provides access to an additional media. ISO 15628 compliant systems therefore form the third class of CALM Air interfaces.

4.5 Cellular

The first instances of ITS two way communications are being built using cellular communications. Although expensive as a medium for continuous communications, the 2G cellular network is ubiquitous around most of the world. Unfortunately the basic systems are different in different countries, although GSM has spread around much of the world. However, as vehicles do not often change continents, the density of ITS systems is currently low, and critical incident avoidance systems are not yet fully developed, this will not prevent successful implementations of early generation systems. 2G systems are performance limited in respect of most ITS systems which have high data-rate and data-speed demands, so applications tend to relate to non continuous or emergency systems. Examples of such systems are emergency buttons in vehicles that call the emergency services, and are based on 2G+GPS co-ordinates.

3G systems are better co-ordinated through the 3GPP (3rd Generation Partnership Project) collaboration (managed by ETSI). Although there are differences between the Japanese, Korean, European and US developments, common protocols enable the systems to interoperate. There are performance differences, with the Japanese and Korean systems, at the time of writing, offering performance advantages, but at least the one cellular telephone can operate globally. A larger problem for 3G is that, in 2005, it is not yet ubiquitously available, and it is unlikely that the technology will ever be used in more rural and remote areas because of the need for a high number of transmitters.

Early examples of ITS systems using 3G, include the combined navigation and congestion management system in operation in Korea.

While the cost model for 2G phones is largely connection time based (therefore making a an expensive scenario for continuous communications), the situation for is changing in many place. Although the initial introduction of 3G has largely been on a connection time basis, it is clear that the cost models are moving to fixed subscription basis, at least for domestic usage.

3G systems offer significantly improved data rates which are capably of carrying many first generation ITS services. However, in respect more advanced systems, both the signup protocols and data-rates will be inadequate.

4.6 5 GHz

5.8 GHz DSRC (dedicated short range communications) systems form the basis of last generation systems for road tolling and access control in Europe and Japan. The European Standard has been adopted and is now used in many countries including Australia, several countries in Asia and South America.

DSRC technology and has been proven to be successful for communicating between the infrastructure and vehicles, and this frequency range is therefore an obvious technology choice as one of the CALM Media. Additionally it is expected that CALM should also be able to accommodate the legacy systems currently supporting tolling in Europe and Japan, and in the other countries using their Standards.

The "VII" initiative in USA, for quasi continuous communications with vehicles (confusingly also called DSRC) also uses only 5 GHz. Several European Research and Development projects based on continuous communications with vehicles are also using 5 GHz media. There is significant collaboration within the standardization community to find a common solution through the CALM Standard at 5 GHz.

(see also systems compliant to ISO 15628)

4.7 Millimetre

Millimetre wave technology (62-63 GHz) offers the possibility of high directionality. (in order to achieve useful operating ranges, the higher the frequency, the narrower the spread of the signal) and very high data rates (there is significantly greater bandwidth available in the Millimetre frequency range) and this frequency range therefore lends itself towards many safety applications. It can also be used in conjunction with radar signals at similar frequencies.

4.8 Infra red

Infra red is already used in tolling systems, both directly to collect the toll and for enforcement in GSM/GPS tolling systems. It offers very high data rates and a lightweight, comparatively inexpensive, beacon infrastructure, with relatively high directionality.

4.9 Mobile Wireless Broadband (MWB)

It is clear that wireless broadband will become ubiquitous within urban areas and in areas where wired broadband installation is difficult or not cost effective. Clearly, although wireless broadband cells are usually much larger than 3G cells, a travelling vehicle will soon move from one cell to another. One standard has already been developed to enable cell to cell handover protocols to provide "Mobile Wireless Broadband" (HC-SDMA), and two others (802.16e [WIMAX] and 802.20) will incorporate handover protocols once its fixed wireless broadband standards are finalised and proven.

It is therefore clear that MWB will provide a low infrastructure media for CALM.

4.10 Satellite

Regardless of the success of CALM, there will be areas of the world where other CALM media are not present. Some CALM type ITS services (for example crash notification data) will still be required. Satellite communications are unlikely to be a low cost media, but are provided globally, and therefore a useful media for CALM to provide global reach for ITS.

4.11 Systems compliant to ISO 15628

ISO 15628 was developed to provide an application layer for European DSRC at 5.8 GHz. Services that can be supported are limited to those covered within ISO 15628, and this is a severe limitation. However, the inclusion of this standard within the CALM Architecture provides backwards compatibility for legacy European DSRC systems at 5.8 GHz. It was quickly realised that if the Italian 5.8 GHz system could be adapted to be compliant to ISO 15628 it could also be supported within the CALM architecture. This has been done and the same limited services can be supported. A similar situation applies to the Japanese ARIB 75, 5.8 GHz DSRC. Further consideration has brought the realisation that that this does not only apply to 5.8 GHz systems. Any system that complies to ISO 15628, at whatever frequency, can access the limited services within the CALM architecture. (Of course, it requires that suitable equipment for that media is installed in the vehicles). However, this provides a potential migration path for countries that have legacy systems that do not yet use one of the mainstream CALM media.

5. CALM Networking

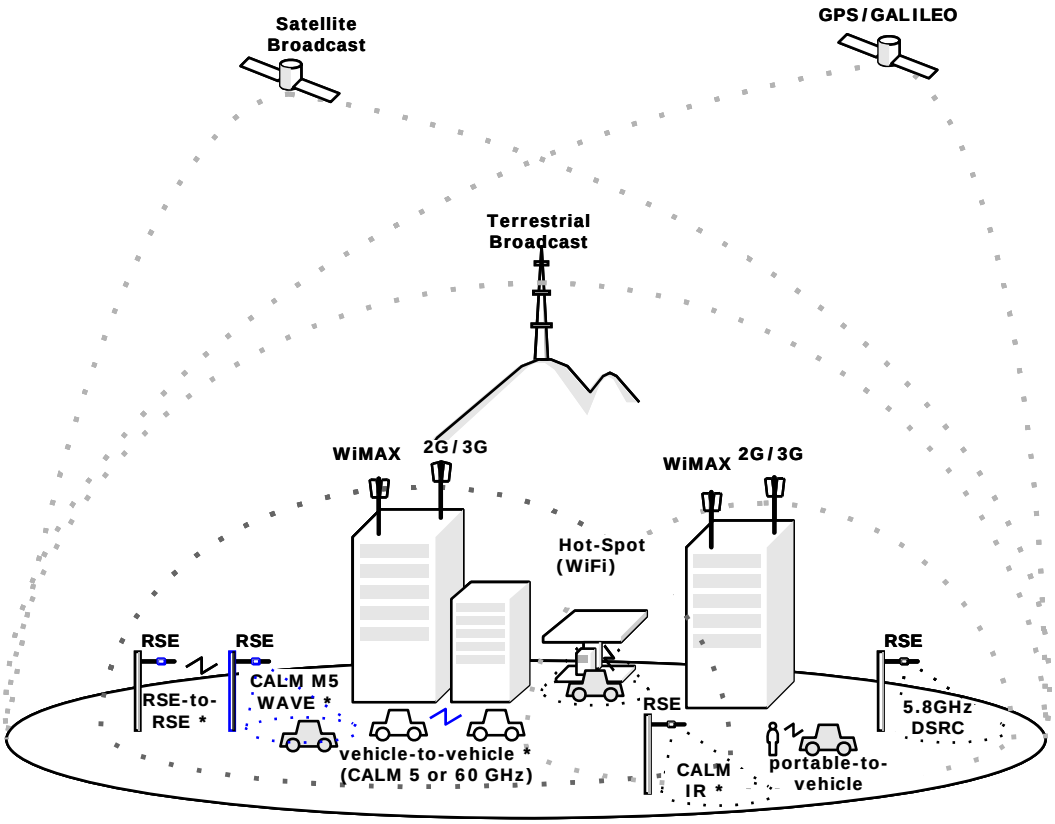


Figure 7: CALM, Operating in a multi-media environment

Although CALM can, and will, be used for infrastructure to infrastructure communications, the vast majority of communications envisioned for CALM, will involve vehicles that are moving. Therefore, all media must have a means of transparently networking from one cell to another, just as your cellular telephone does.

However, CALM is much broader than this. The central key feature of CALM is that it supports multiple media, and enables networking between media. This means that if a media ceases to be available, or another, better suited media becomes available, it is possible to network from one media to another. Transfers within a medium will be transparent to the user. Transfers between media may not be transparent and there may be brief service interruption, but it will be possible to automatically resume the service on the new media so long as it fits within the customer preferences.

The network protocols support the handover of a session conducted between a "point" and a mobile station to another "point" using the same media, or the handover of a session conducted between a "point" and a mobile station to another "point" using a different CALM media.

Let us consider the situations in which CALM is likely to operate.

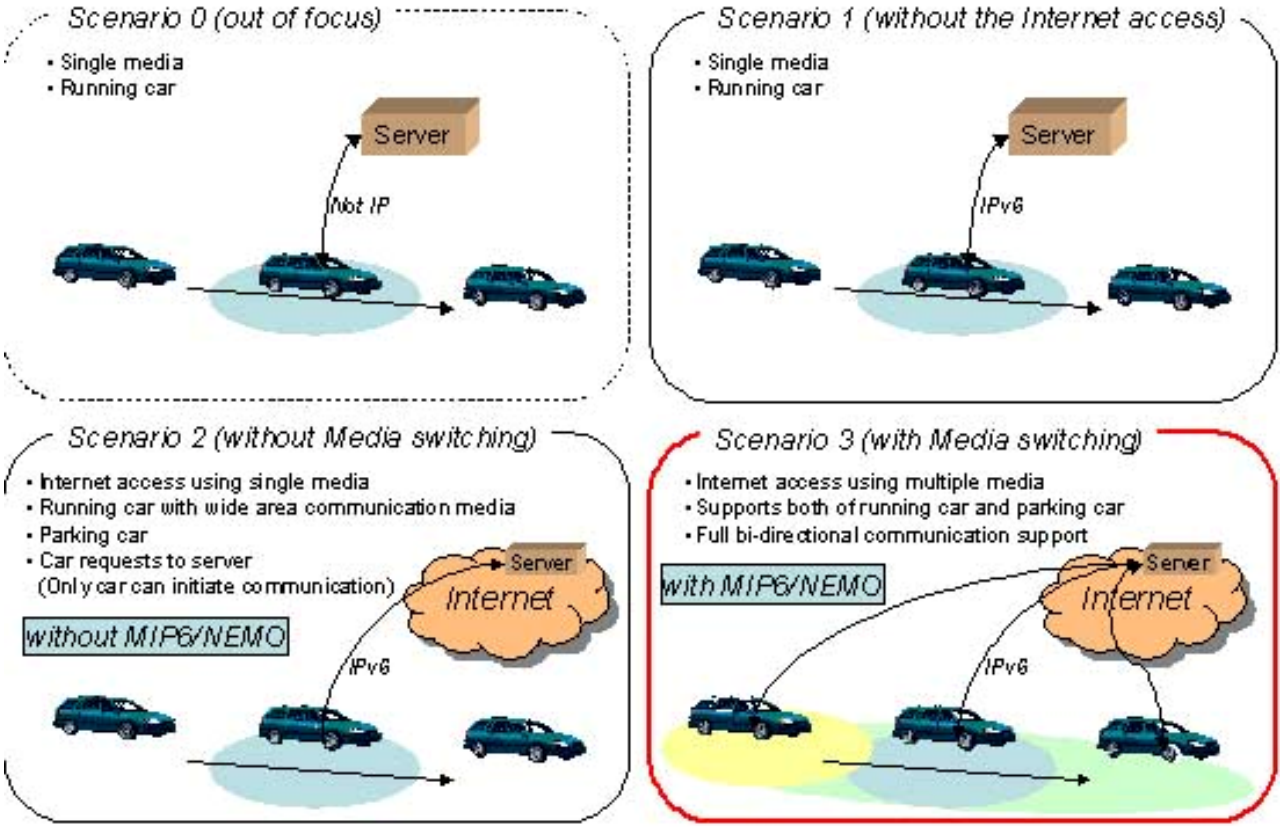


Figure 8: CALM Scenarios

Clearly CALM has to work in all of these environments and the NEMO provisions both enable us to achieve this for the CALM environment, and also make it easier for us to support services in the vehicle that use an internet platform.

The key principles embraced within the CALM network layer are:

- Kernel is IPv6
- Mobile IPv6 elements are included for handover
- NEMO*
- Header compression
- Internet connectivity
- Mobile connectivity and routing in fast ad-hoc network situations
- Common Service Access Points (SAP) towards the lower layers (LSAP) and for management services

(* NEMO (NEtwork MObility) NEMO is an IETF task group. IETF is the organization that manages internet standards and NEMO is concerned with managing the mobility of a network. The mobile network includes one or more mobile routers which connect it to the global Internet. A mobile network is assumed to be a leaf network, i.e. it will not carry transit traffic. However, it could be multi-homed, either with a single mobile router that has multiple attachments to the internet or by using multiple mobile routers that attach the mobile network to the Internet.)

Figure 9 shows the service environment for CALM networking

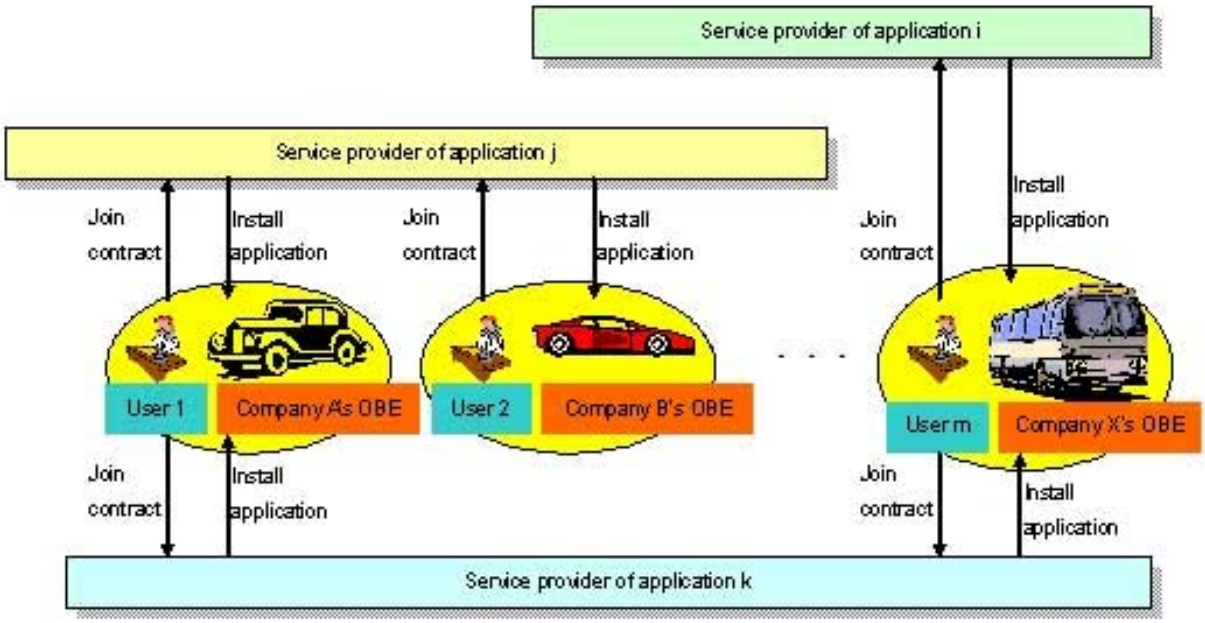


Figure 9 : The Service Environment for CALM Networking

In this networking environment, a node is identified by an IP address. An IP address has two parts : Network ID and Host ID. The IP address also manages the routing. In the mobile environment it is important to be aware that when a node moves, the IP address must be changed (because the Network ID is dependent on network to which it is attached.

Figure 10 shows how NEMO envisage scenario configurations in support

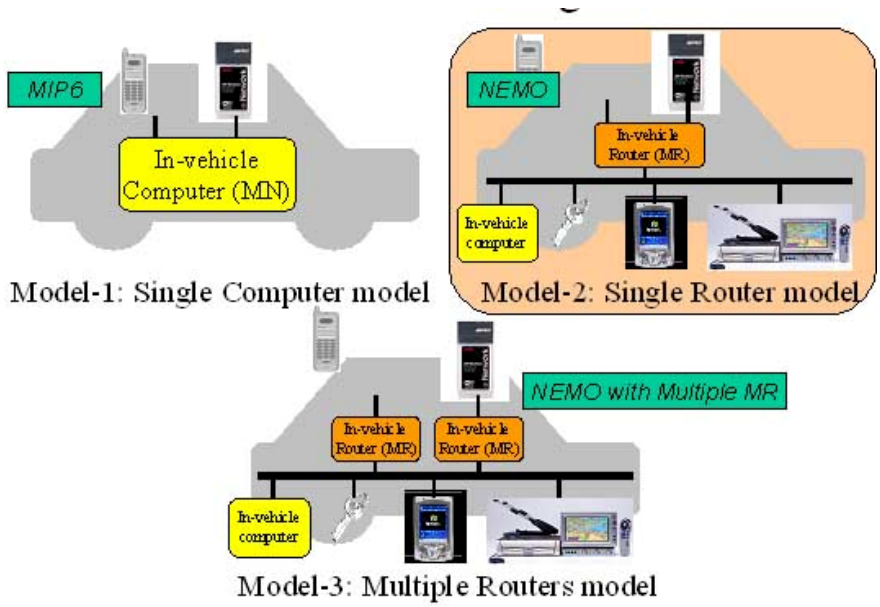


Figure 10 :NEMO Configuration Scenarios

The Network Management Entity constantly monitors the received signals of the communication media in order to identify which media are/are not available. When the Network Management Entity identifies the new signals, it attempts to be configure the IP address. After that, the Network Management Entity notifies the CALM Management Entity that the Interface IDs of the media are available. The Interface ID is the representative MAC address. It also defines the selected communication medium and the lower layer communication link.

When the Network Management Entity detects the loss of signals of the selected communication medium, it notifies the CALM Management Entity. (The CALM Management Entity will also periodically ask the status of medium and recognize the updated status of the selected communication medium.

How then does NEMO/Ipv6 enable networking in the CALM environment ?

Figure 11 show Host-a being identified as "A:a". After moving , Host-a changes to be identified as "B:a" to accommodate successful routing.

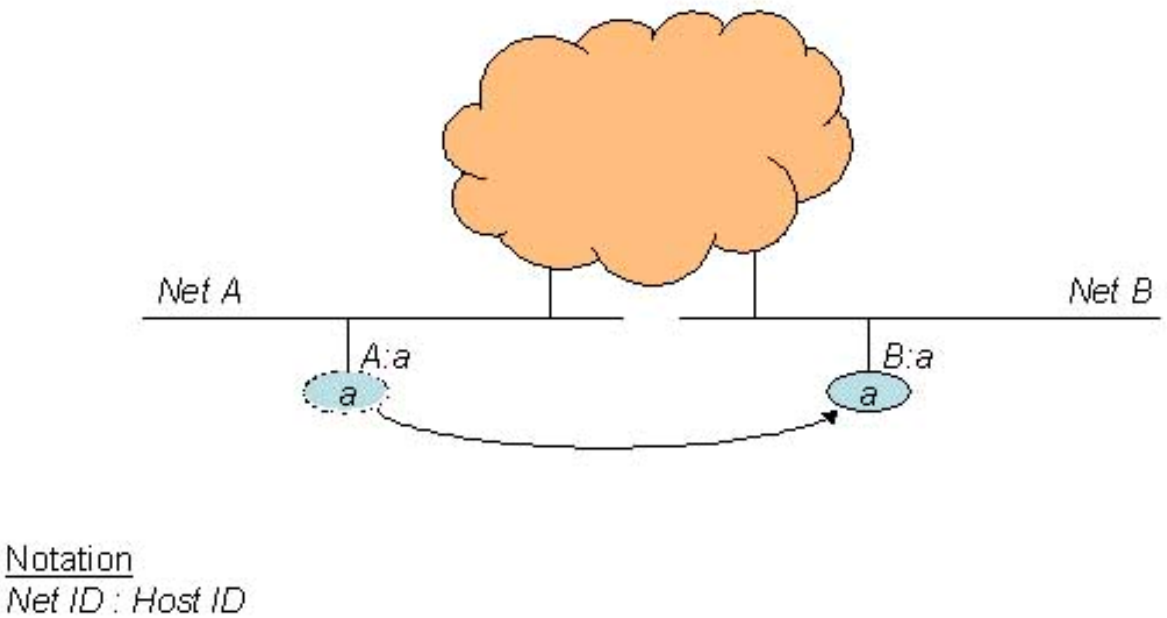


Figure 11 : NEMO IP Mobility

Mobility support in Ipv6 (IETF: RFC 3775) introduces a "Home Agent" as an anchor point. The Home Agent forwards the package addressed to A:a which becomes the "Home Address" (HoA). Figure 12 portrays this.

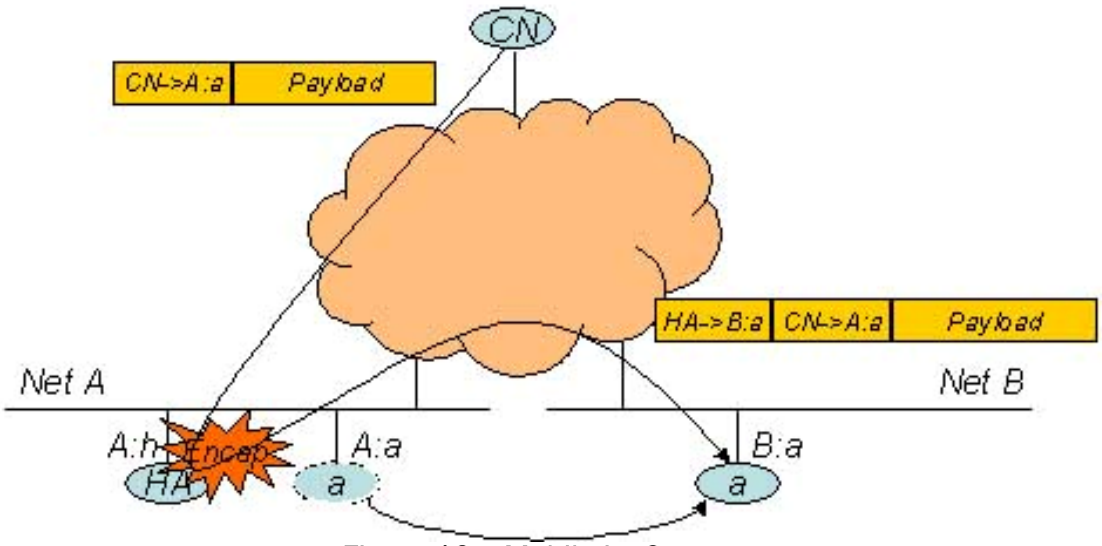


Figure 12 : Mobile Ipv6

ensures that solutions will scale and function for the different mobile network configurations, without requiring changes to Correspondent Nodes in the Internet. All solutions will aim at preserving route aggregation within the Internet and will satisfy an acceptable level of security

The Base Unit can include a "Mobile Network Prefix" (MNP) and can communicate with Host-b and Host-c continuously. This is shown in Figure 13.

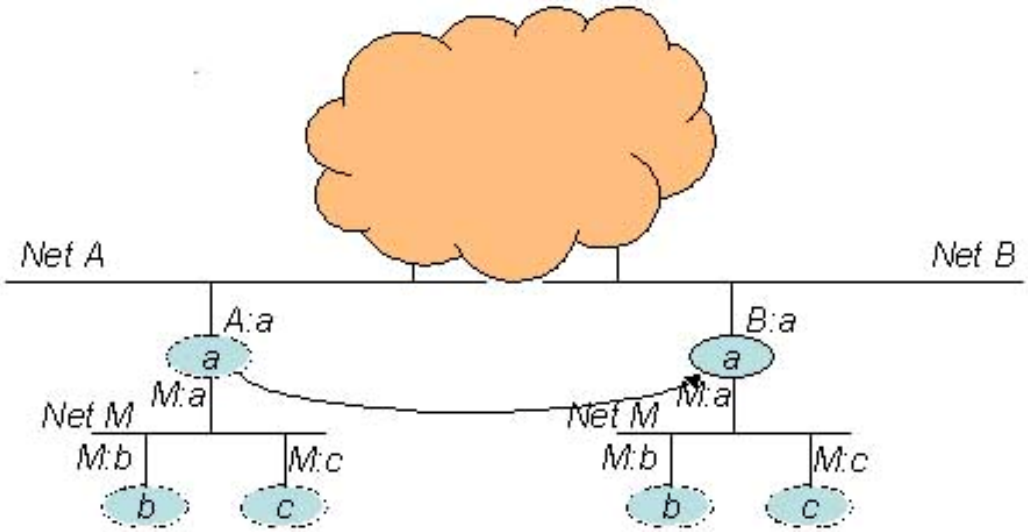


Figure 13 : NEMO Mobile Network

6. Lower Layer Service Access Points (SAP)

Turning to the technical achievement of the CALM architecture, the reader will have noted that Figures 5 and 6 also show something called "SAPs" – Service Access Points - between the air interface and the networking protocols, and between the air interface and the CALM management protocols. These SAPs provide a common basis for transaction between the air interface and the network layer, and between the network layer and the upper application layers.

The management SAP to the CALM Management uses the principles as outlined in

ISO/IEC 8802-11:1999 with respect to the 'Station Management Entity' and can be considered as a medium specific management entity providing the adaptation of the specific needs of a medium.

6.1 Data SAPs

The different CALM media all use the same CALM network layer. All media also use the same type of SAP to communicate between the CALM network layer and the communications adaptation layer and this is achieved by following the principles as defined in ISO/IEC 8802-2:1998 for Link Layer Type 1 operation.

This is achieved by two service primitives (request and indication).

6.1.1 Data SAP "Request"

A "request" service primitive is passed from the CALM network layer to the addressed medium communication adaptation layer to request that a data unit be sent to one or more remote SAPs using unacknowledged connectionless-mode data transfer mode procedures (ISO/IEC 8802-2:1998).

Receipt of this primitive causes the communication adaptation layer to attempt to send the data unit using unacknowledged connectionless-mode data transfer mode (ISO/IEC 8802-2:1998) taking into account the adaptation procedures for the selected medium.

6.1.2 Data SAP "Indication"

This service primitive is passed from the communications adaptation layer to the CALM network layer where there has been a successful error free reception of the physical layer frame to indicate the arrival of a data unit from the specific remote entity. In case of fragmentation performed in the medium, this service primitive is passed only upon complete error free reception of all fragments of the same block.

The effect on receipt of this primitive by the network layer depends on the network protocol addressed. In the absence of errors, the content of the data parameter is logically complete and has been transferred unchanged and error free.

NOTE: Explicit implementation of the medium adaptation "UNITDATA" service (ISO/IEC 8802-2:1998 or ISO/IEC 8802-11:1999) is not required. Thus this SAP is not specified in the CALM Standards, but may be specified in some application Standards.

6.2 Management SAPs

Unlike the situation in ISO/IEC 8802-11:1999, in CALM there are several different media and possible multiple instances of the same medium that may occur. In order to support this situation, the management SAPs taken from ISO/IEC 8802-11:1999 are extended. The list of these SAP's is detailed in ISO 21218.

These SAPs handle the overall management of the transaction: start, reset, join, authenticate, re-authenticate, de-authenticate, scan (for media), associate, de-associate, re-associate, etc.

7. CALM Management Entity

The management SAPs send control information to the CALM Management Entity. Figure 5 showed that CALM incorporates 3 "managers": An "Interface Manager", "Network Manager" and "CALM Manager" (which incorporates application management issues)".

In managing each of these levels there are some decisions to be made according to the availability of specific media at any point in time, others that are controlled by user preferences. CALM management entities are represented in Figure 14.

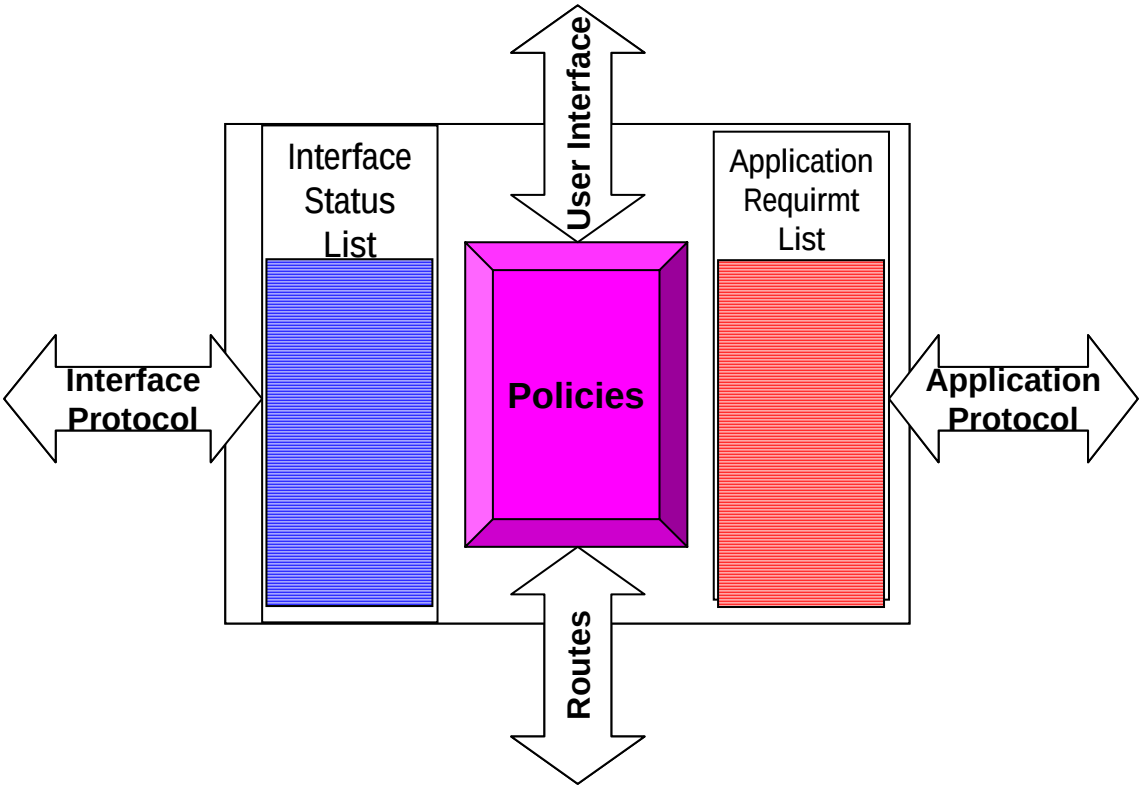


Figure 14 : CALM Management Entities

Both the static capabilities of the available communication media parameters and the media requirements from application parameters are stored in the CALM Management Entity data base in advance. In some cases, the dynamic capabilities of the available communication media are provided by spectrum manager or by each medium entity via Network Management Entity (see Figure 15).

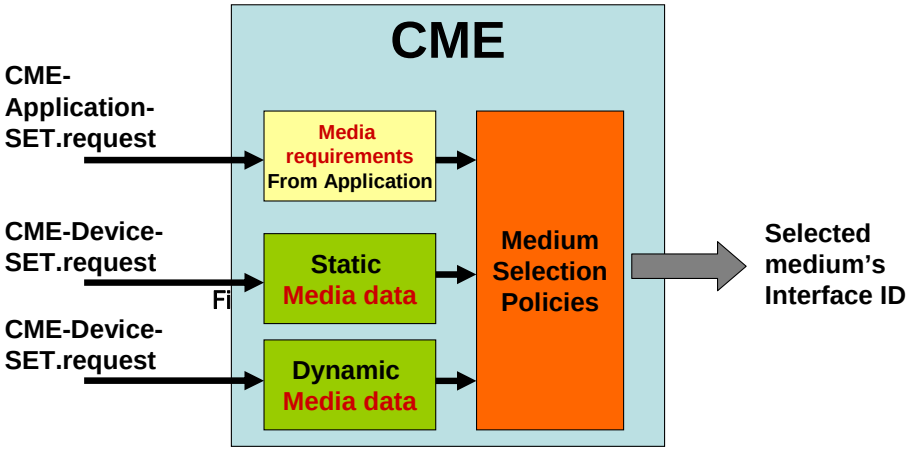


Figure 15: The CALM Management Entity

7.1 Interface Manager

The Interface Manager may be pre-programmed to work within local regulations and be tuned to local frequencies. Alternatively, or additionally, the Interface Manager may dynamically obtain information about available media and set up its receivers accordingly to find the signals and comply with local regulations.

The Interface Manager has to find what media are available at any time, and the qualities of that signal (signal strength, data rate etc) and keep the records of the status of the media updated.

The Interface Manager provides protocols and parameters for co-ordinating multiple air interfaces with the objective of minimising interference and avoiding blocking of vital services. The situation is that multiple air interfaces may be physically located so that they might interfere. This is valid for interfaces using the same frequency or nearby frequency bands where one transmitter may block other receivers in the vicinity. As CALM will support several applications and services related to safety, and therefore managing spectrum and interference is of vital importance.

The Interface Manager manages status updates from the medias, and registers performance updates for communicating to Networking and CALM Entity managers.

Then, using the data SAPs it has to effect the successful movement of data.

In the event of multiple interfaces with EMC blocking characteristics, the Interface Manager holds back a lower priority transmission that will interfere with a high priority transaction.

The Interface Manager uses the lower layer management SAPs to shut down lower priority interfaces while a high-priority transaction is underway.
The Interface Manager will know all active interfaces and their capabilities and can activate a local handover when this is possible and provide homogenous or heterogeneous handover where the IPv6 source/destination address can be kept intact.

The Interface Manager can request a full vertical (IPv6/NEMO) handover when this is the only possibility.

7.2 Network Manager

The Network manager has to effect two things.

Firstly it provides the link between one or more media and one or more service (that may be operating simultaneously) and directs data to/from the service provider to the application service running on board the vehicle.

Secondly, when required, it has to move the "session" from one media to another media to the instruction of the CALM Application Manager.

The Network Manager therefore provides support for multipoint MAC layer handover between different communication points within any specific media and Network layer handover between different media and different providers using IETF NEMO functionality.

In order to achieve this it has also to provide/maintain application layer support for session transfer/resumption across different media or different service providers.

Example of the operation of the Network Manager.

- The PHY notifies the 21210 management entity, which notifies SME, of pending loss of signal.
- SME executes decision algorithm, based on data requirements of application (available bandwidth, QoS, etc)
- If acceptable, the network layer is revised as follows:
- (FMIP protocol) Using current medium, send handover to home agent
- SME establishes new connection on new medium, (Sending management messages out lower SAP to transceiver(s) being used)

- SME reads new connection parameters from new transceiver.
- SME establishes continuous query for status information from new transceiver.
- SME changes routing table from old to new network.
- SME sends notification datagrams to new network (according to FMIP).
- If not acceptable, 21201 management entity notifies application of imminent end of service.
- 21210 management entity notifies application of change of network.

7.3 CALM/Application Manager

The CALM/Application Manager performs two types of operation.

Its principal role is to manage the overall functioning of CALM, but it also has to provide the session management with the application.

To manage the session it has to direct messages/data/requests to/from the application to the appropriate destination in the vehicle.

The CALM Manager stores the user controllable data. This data controls which interface conditions are acceptable and which not, and order of preference.

This information will be input by/updated by the user or his service agent. Consider it like setting up an on-board audio system, where the preset buttons are set, or the electronic settings for preset seat positions, only here the settings are for example the minimum download speed for downloading video, or the download cost; it may be setting parental controls on what is possible on the rear seat terminals; the conditions of providing data to the vehicle manufacturer etc. In some cases it might prod a physical "do you want to connect under these circumstances" prompt (but not to the driver apart from in exceptional conditions).

The application requirement table is updated and then forms some of the control parameters for the CALM Manager.

Interface status list updates are provided by the Interface Manager to the CALM Manager.

The CALM Manager continually compares the list properties of the available media and compares this with the user application requirement list, makes selection decisions, and instructs the Network Manager to take the appropriate action.

8. The CALM Architecture from an Engineering Perspective

8.1 The OSI Communications Stack

CALM has been described so far as a Unified Modelling Language type system architecture. Engineers may appreciate viewing CALM from the perspective of a Communications stack. The following Figures provide architectural views from the perspective of the communications stack.

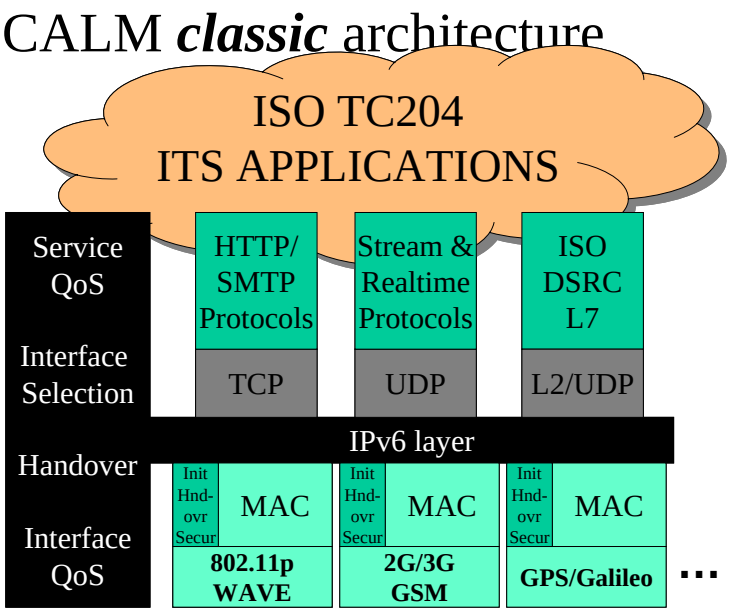


Figure 16: CALM Classic Architecture

A more detailed view of the architecture can be viewed as in Figure 17, or in detail as in figure 18.

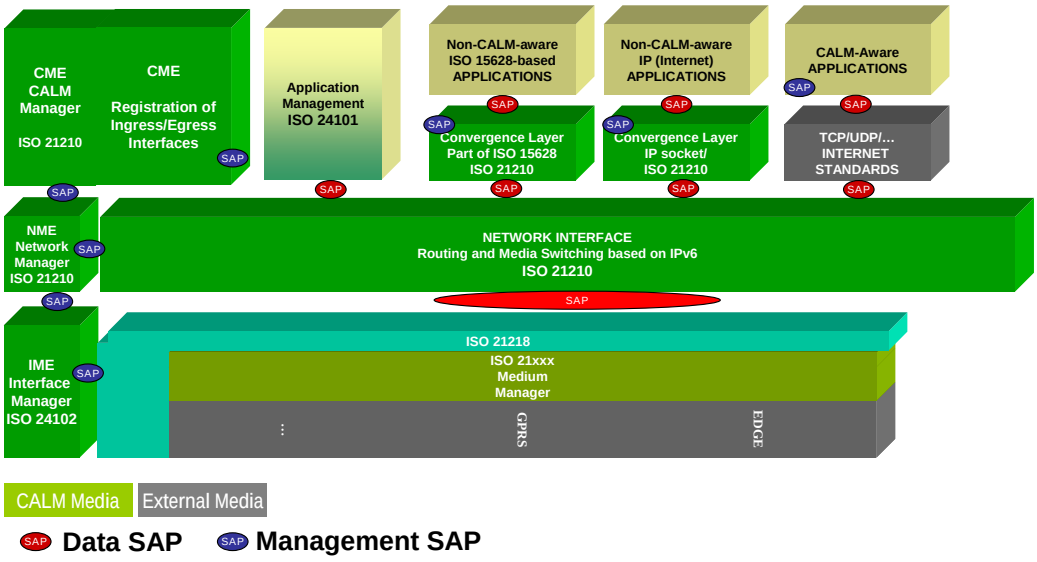


Figure 17 : CALM System Architecture (ISO 21217)

CALM System Architecture (21217) (July 2005)

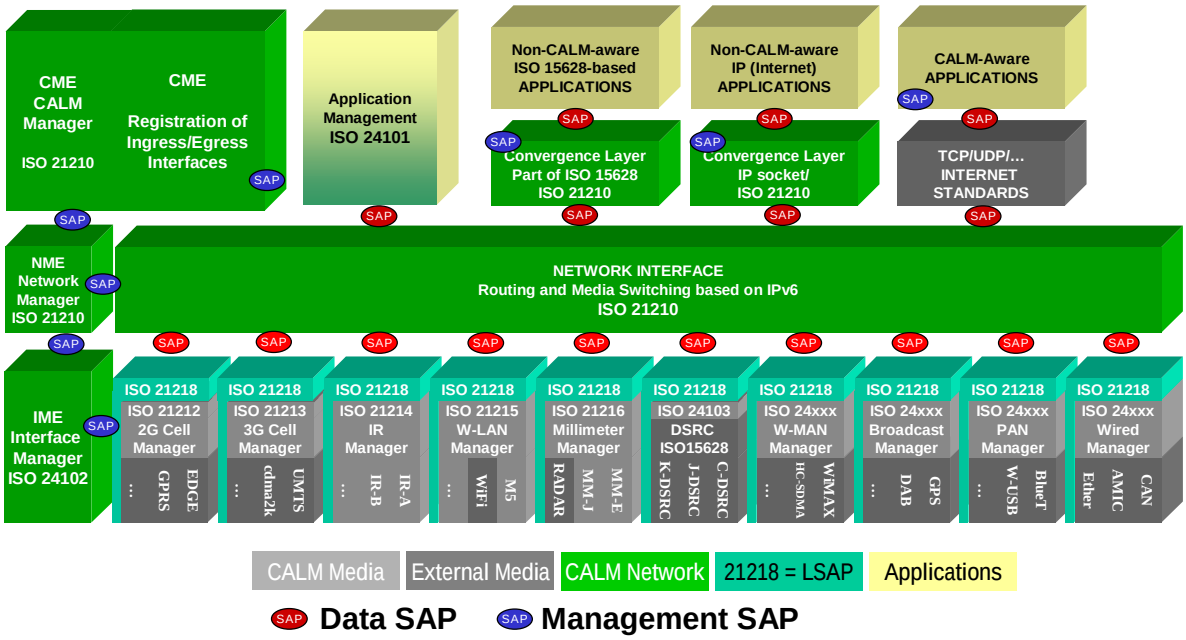


Figure 18: Detailed CALM Architecture Stack

8.2 In-vehicle Implementation

The CALM project and its associated Standardsdefine the behaviour of a wireless communications system. They do not define or design physical boxes. Nevertheless, one of the first questions that we receive is "what form does this take in the vehicle ?".

The CALM function may indeed instantiate itself in the vehicle as a "box", but it may also appear as software in one or more in-vehicle computers controlling the communications equipment. In the long term there is most likely to be a software defined radio, a cognitive radio, or a software reconfigurable radio, controlled by a software function in one of the in vehicles computers.

To give some examples of how the in car functionality may be instantiated, the following diagrams may be of assistance. However, it must be clearly understood that these are potential examples and not definitions.

An early example vehicle architecture might be as shown in Figure 19.

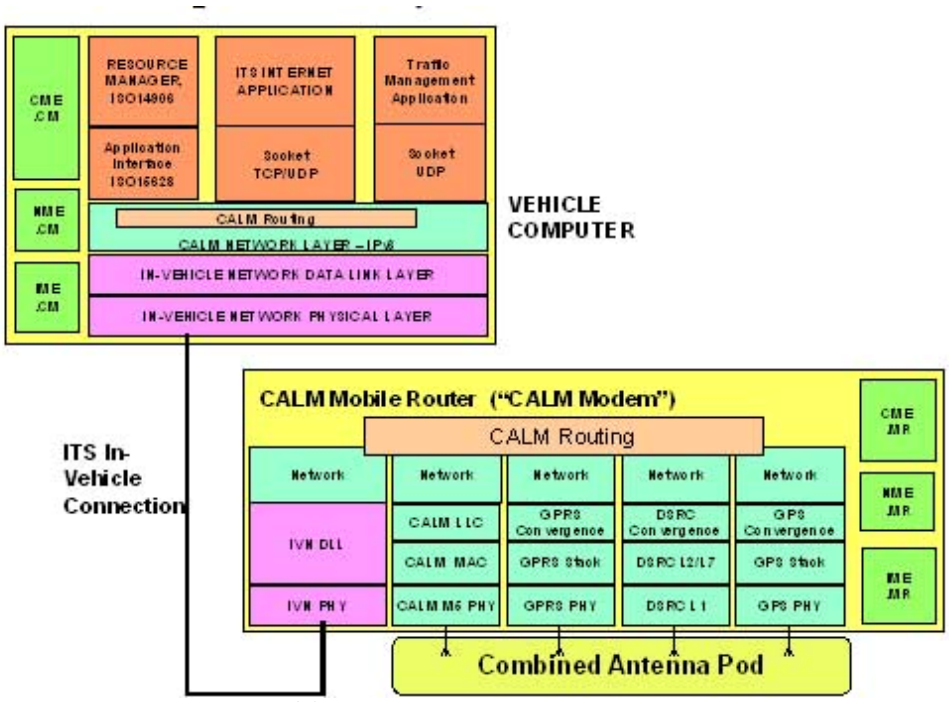


Figure 19: Example Early Vehicle Architecture

An example of a possible full vehicle architecture is shown in Figure 20.

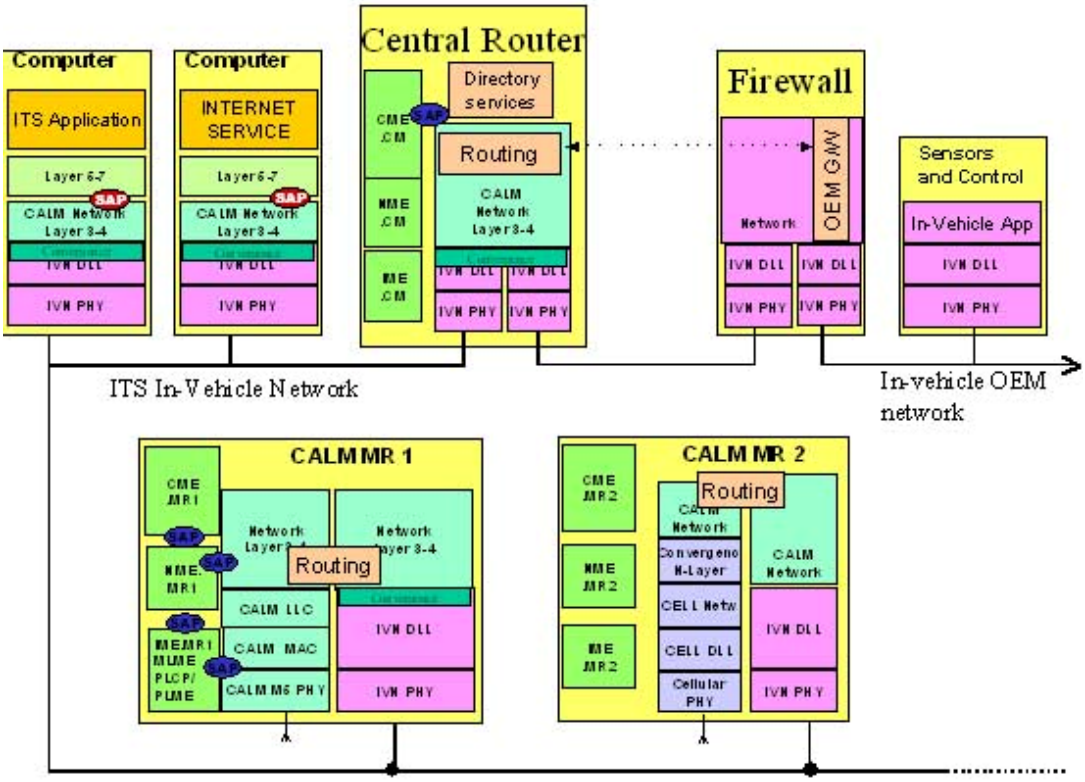


Figure 20: Example Full Vehicle Architecture

In both Figure 19 and Figure 20, note the firewall protection between the CALM functions and any in vehicle control computers/data-buses.

Many applications are safety related and must be under the control of the vehicle manufacturers systems. The reason for this is clear. Vehicle manufacturers carry the final legal liability for the safety systems that operate in the vehicle. For those imagining and inventing possible vehicle safety systems, understanding of this situation is crucial. No vehicle manufacturer will allow any third party control of the vehicle control systems.

The role of CALM is to provide an application agnostic access point to available media. Clearly, CALM will prioritise safety and emergency data. However, the prioritisation of safety systems within the vehicle will be controlled by the vehicle manufacturer.

8.3. CALM Implementation Scenarios

Early implementations of CALM are already underway.

In USA the FII initiative is already testing a 5.9 GHz microwave test application, based on IEEE 802.11P-WAVE (a principal input to CALM M5) with a view to roll out before 2010.

In Europe the Car2Car Consortium project, CVIS and Safespot all use one or more CALM media. Japan is starting to roll out its 5.8 Ghz DSRC Project.

Figure 21 compares the Car2Car approach with the WAVE project.

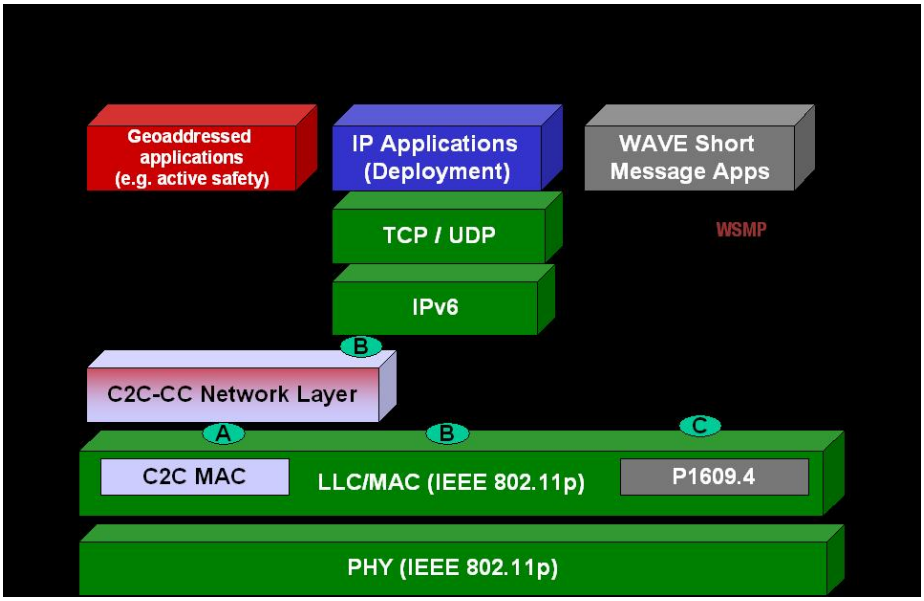


Figure 20: Car2Car and WAVE comparison

9. The CALM Standards

Figure 21 is an extension to Figures 5 and 6, but with references to the key ISO Standards included

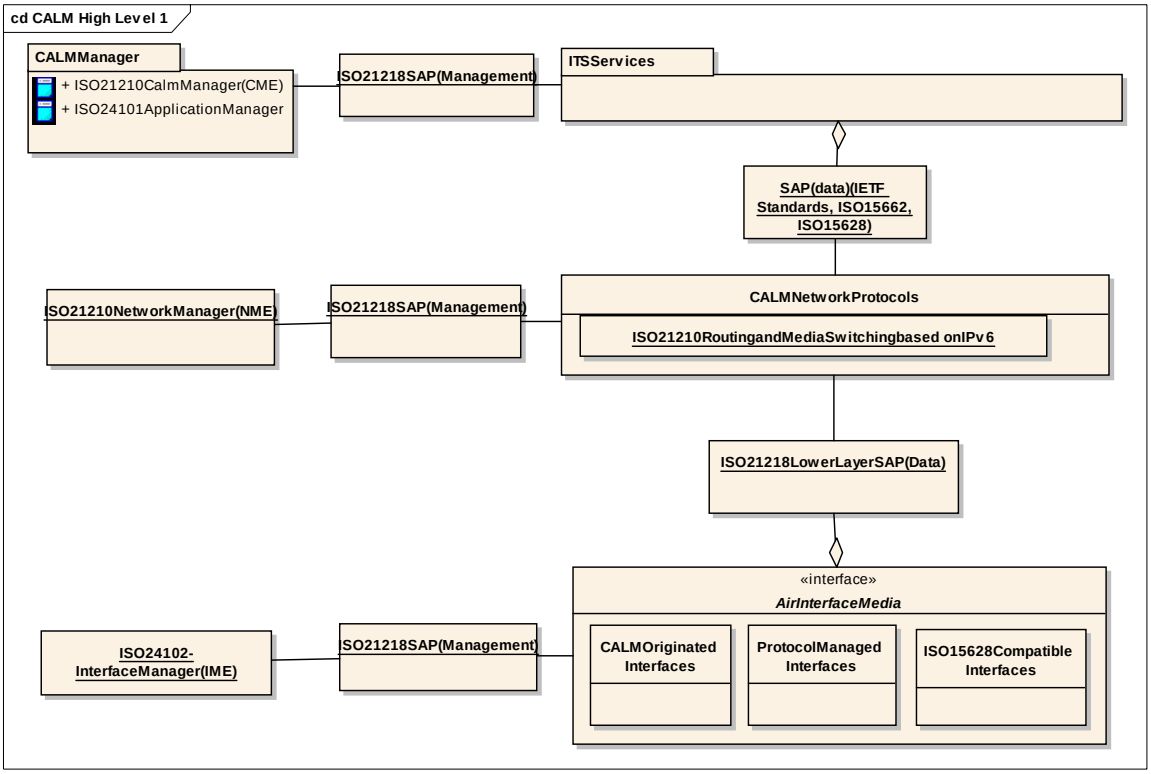


Figure 21: CALM High level architecture including references to Standards.

A full list of the ISO Standards that underpin CALM is shown in Table 1.

Table 1: ISO Standards for CALM

Reference	Type/Title	Including
	Overview	
ISO 21217	CALM Architecture	
	Management and Networking	
ISO 21210	CALM Networking	CALM Manager,
	21210-1 Networking Protocol- Complementary Element	
ISO 21218	CALM Lower Layer SAP	Management and Data SAPs
ISO 24101	CALM Application Manager	
ISO 24102	CALM Interface Manager	
	Media	
	(ISO 21210 analogue cellular. Cancelled)	
ISO 21212	CALM 2G/2.5G/GPRS Cellular	
ISO 21213	CALM 3G	
ISO 21214	CALM Infra Red	
ISO 21215	CALM 5 GHz	
ISO 21216	CALM Millimetre	
ISO XXXXX	Mobile Wireless Broadband 102.16 /WIMAX	
ISO XXXXX	Mobile Wireless Broadband 802.20	
ISO XXXXX	Mobile Wireless Broadband- Existing Systems	
ISO XXXXX	Satellite	
ISO 24103	CALM Media Adapted Interface Layer (MAIL) (to ISO 15628)	
	Related Standards	
ISO 15628	DSRC Application Interface	
ISO 15662	ITS Protocol Management Information	
ISO 24978	Automatic Crash Notification Data Registry	
ISO 24977	ECall Minimum Set of Data	

The communications aspects of these Standards will be underpinned by ETSI Standards in the near future, and by national communications Standards in other countries. In the fullness of time ITU recommendations may be expected to globally reinforce these Standards.

Table 2 : ETSI Standards for CALM

	t.b.d	

Table 3: IEEE Standard for CALM

IEEE 802.11P	Wireless Access in Vehicular Environments (WAVE)	
IEEE 1609	**A**pplication layer for **IEEE** 802.11p	

Table 4: National Related Standards for CALM

	t.b.d	
ARIB T88	DSRC Application Sub-Layer	Japan
ARIB T75	Dedicated Short-Range Communication Sysytem	Japan

10. Future Opportunities

The applications listed in the early part of this guide are examples that are either under development or active discussion. Some will, no doubt, either fall by the wayside or be overtaken by new developments, others will be successful.

This is a new area of activity, and we will no doubt see many other developments not currently under development or consideration.

Moving away from the applications to the media, this will evolve over time as communications evolve. Indeed CALM has already evolved. Analogue cellular communications were originally included, but subsequently excluded as obsolete. Mobile wireless broadband and satellite communications have only recently been embraced.

The strength of the CALM architecture is that, because of its layered structure, it is flexible to such evolution.

So for future opportunities, we can best say that new media will be adopted as they become appropriate.

11. Frequently Asked Questions (FAQs)

Q: CALM seems very complicated and therefore expensive, is it ?

A: Implementation of CALM is as simple or complex as you (or the manufacturer) need it to be.

• In a simple instantiation it might just be a GPS / GSM:GPRS link that alerts in the event of an accident in the country/region that the vehicle was purchased, or may simply provide combined guidance and congestion avoidance routing. It might just work with one, or perhaps two, media.

• On the other hand you might want a vehicle to work in many countries where you know the Governments have implemented different media and want to support the full CALM suite. You might want the full range of services available, including infotainment, internet and other commercial services.

THE CHOICE IS COMMERCIAL, NOT technical.

- CALM provides the possibility of simple solutions, but can accommodate the more capable and advanced possibilities and has migration ability over time
- ADOPTING CALM DOES NOT MEAN IMPLEMENTING ALL OF ITS POSSIBILITIES
- IT JUST MEANS THAT THE BITS YOU DO IMPLEMENT WILL OPERATE SEAMLESSLY- ANYWHERE that the available mediaare supported

Q: Why develop CALM Standards now, before the working implementation environment is clearly defined ?

A: To get take up by vehicle and equipment manufacturers, the Standards must be available in a timely way and before commitment to any specific implementation is too far advanced

- To get take up by Road Operators, who must have some choice in which solutions they adopt
- To get take up by end customers (whether drivers or legislators) the systems must work.
- To get equipment manufacturers to effectively collaborate in a pre-competitive environment

Q: Why not select just one Media /solution ? Wouldn't it be easier if we specified just one technical solution and one media?

A: Yes- if you can get every government , every road operator and every vehicle manufacturer in the world to agree on that one choice !

We don't believe in fairies or Father Christmas.

The CALM way will let the market and political decisions decide what pertains where, but will support their decisions and enable early low risk implementation. See next Q:A

Q: Why does CALM support more than 1 Communications Medium?

A: It is true that vehicle manufacturers want only 1 communications solution per vehicle model- Globally....but....

- Road operators will make the choice of which technology infrastructures they will implement and this will be different in different countries/Regions/Localities.... You can be sure they will not come to the same solution preference
- Therefore the CALM solution, if it is to be provided from a single "source" , must be adaptable to different media opportunities in different places
- Different services are better (or lesser) suited to particular applications. There is no "one size fits all" solution

Q: How does CALM Work Differently in different places ?

A: The vehicle manufacturer/equipment supplier determines which and how media he wishes to support – for commercial services, you will get what you pay for

- The sales point engineer “tunes” the equipment to the local regulations prior to delivery (just like pre-tuning radio stations)
- The user makes some operational choices
- CALM senses what media are available and to what quality and matches this against the user requirements and service requirements