

# Mediauavhengig handover

**Kjetil Melheim**

Master i kommunikasjonsteknologi  
Oppgaven levert: Juni 2006  
Hovedveileder: Steinar Andresen, ITEM



# Oppgavetekst

I den seinare tid har ein sett framvekst av fleire løysingar som skal syte for konnektivitet for brukartenester uavhengig av aksessteknologi. Det kan for eksempel vere ynskjeleg å flytte ei pågåande GSM-samtale over på WLAN når ein kjem heim, -for å spare samtaleavgift. Diskuter og samanlikn IEEE 802.21 med andre føreslegne initiativ og arbeid innan denne sektoren.

Oppgaven gitt: 16. januar 2006

Hovedveileder: Steinar Andresen, ITEM





## Forord

Denne rapporten er resultatet av mi masteroppgåve utført ved Norges Teknisk-Naturvitenskapelige Universitet i Trondheim våren 2006. Oppgåva er eit sjølvstendig arbeid, utført ved institutt for telematikk og er tidsavgrensa til 21 veker.

Arbeidet med oppgåva har vore interessant og lærerikt. Spesielt, har det gitt meg betre innsyn i temaet mobilitet. IEEE 802.21 har vore ein interessant teknologi å studere. Spesielt har det vore lærerikt å følge utviklinga av forslaget til standard frå sidelinja.

Takk til vegleiar og nære venner som har vore til hjelp under arbeidet.





# Innhald

Forord	i
Innhald	iii
Figurar	vii
Tabellar	viii
Forkortelsar	ix
Samandrag	xiii
<b>1 Innleiing</b>	<b>1</b>
1.1 Skildring av oppgåva . . . . .	1
1.2 Motiv . . . . .	1
1.3 Avgrensing av oppgåva . . . . .	2
1.4 Mål . . . . .	2
1.5 Rapporten sin struktur . . . . .	2
1.6 Kjeldebruk . . . . .	3
<b>2 Definisjon av begrep</b>	<b>5</b>
2.1 Mobilitet . . . . .	5
2.1.1 Nodemobilitet . . . . .	5
2.1.2 Makromobilitet/Global mobilitet . . . . .	6
2.1.3 Mikromobilitet/Lokal mobilitet . . . . .	6
2.2 Handover . . . . .	6
2.2.1 Hard Handover . . . . .	6
2.2.2 Mjuk Handover / handoff . . . . .	6
2.2.3 Sømlaus handover . . . . .	7



2.2.4	Horisontal Handover . . . . .	7
2.2.5	Vertikal Handover . . . . .	7
2.3	Begrep knytta til nettverk . . . . .	7
<b>3</b>	<b>Standardisering</b>	<b>9</b>
3.1	IETF . . . . .	9
3.2	IEEE . . . . .	10
3.3	3GPP . . . . .	11
<b>4</b>	<b>Introduksjon til mobilitet</b>	<b>13</b>
4.1	Horisontal handover . . . . .	13
4.2	L3MP . . . . .	14
4.3	GAN . . . . .	14
4.4	IEEE 802.21 . . . . .	14
4.5	Oppsummering . . . . .	15
<b>5</b>	<b>IEEE 802.21</b>	<b>17</b>
5.1	Føremålet med gruppa . . . . .	17
5.2	Framdriftsplan for gruppa . . . . .	17
5.3	Tenestekontinuitet . . . . .	17
5.4	Grunnar til handover . . . . .	18
5.5	Rammeverk . . . . .	19
5.5.1	Kommunikasjonsmodell . . . . .	19
5.5.2	Logisk oppbygging i nettverket . . . . .	21
5.6	802.21 Funksjonelle komponentar . . . . .	22
5.6.1	MIES . . . . .	23
5.6.2	MICS . . . . .	24
5.6.3	MIIS . . . . .	25





5.6.4	SAP . . . . .	25
5.7	IE . . . . .	26
5.7.1	Skjemarepresentasjon av informasjonselement . . . . .	27
5.7.2	Nabokart . . . . .	27
5.8	Media Independent Handover Protocol . . . . .	30
5.9	Handover . . . . .	31
5.10	Oppsummering . . . . .	34
<b>6</b>	<b>IEEE 802.21 assistert L3MP</b>	<b>37</b>
6.1	SIP . . . . .	37
6.1.1	Protokollen . . . . .	38
6.1.2	Eksempel på samtaleoppsett . . . . .	39
6.1.3	SIP Handover . . . . .	41
6.1.4	SIP Handover med 802.21 . . . . .	42
6.2	MIPv6 . . . . .	42
6.2.1	MIPv6 og IEEE 802.21 . . . . .	44
6.3	FMIPv6 . . . . .	44
6.3.1	FMIPv6 og IEEE 802.21 . . . . .	46
6.4	Utrekning av tidsforbruk . . . . .	47
6.5	Oppsummering av L3MP handover . . . . .	49
<b>7</b>	<b>Andre nett enn IEEE 802</b>	<b>51</b>
7.1	GAN . . . . .	51
7.1.1	Arkitektur . . . . .	51
7.1.2	Protokoll . . . . .	52
7.1.3	Handover . . . . .	53
7.1.4	Modifikasjon av kanal under samtale . . . . .	54
7.1.5	Oppsummering av GAN . . . . .	55



7.2	GAN og IEEE 802.21 . . . . .	55
<b>8</b>	<b>Diskusjon</b>	<b>57</b>
8.1	IEEE 802.21 og L3MP . . . . .	57
8.2	IEEE 802.21 og GAN . . . . .	58
<b>9</b>	<b>Konklusjon</b>	<b>61</b>
<b>10</b>	<b>Vidare arbeid</b>	<b>63</b>
<b>A</b>	<b>Vedlegg: Nettverksprotokollar</b>	<b>69</b>
<b>B</b>	<b>Vedlegg: IP</b>	<b>71</b>
B.1	IPv6 . . . . .	71
<b>C</b>	<b>Vedlegg: RDF</b>	<b>75</b>
C.1	Konseptet . . . . .	75
C.1.1	RDF uttrykksmåte . . . . .	75
C.1.2	RDF diagram . . . . .	76
C.1.3	URIrefs . . . . .	77
C.2	Vokabular . . . . .	78
C.3	Representasjon . . . . .	79
C.4	Oppsummering . . . . .	79



## Figurar

1	Mobilitetsprotokoll . . . . .	15
2	MIH kommunikasjonsmodell . . . . .	20
3	MIH logisk oppbygging i nettverket . . . . .	22
4	MIHF referansemodell . . . . .	23
5	Fjern MIH-kommando . . . . .	24
6	Dei forskjellige MIH SAP . . . . .	26
7	Eksempel på RDF-diagram . . . . .	28
8	Eksempel 1 på nabokart . . . . .	29
9	Eksempel 2 på nabokart . . . . .	29
10	Forberedingar til MIH handover . . . . .	32
11	Forberedingar til MIH handover . . . . .	33
12	Utføring av MIH handover . . . . .	34
13	SIP nettverkslag . . . . .	38
14	SIP signalering . . . . .	39
15	SIP invite melding utan SDP . . . . .	40
16	Handover med SIP . . . . .	41
17	handovertid med SIP . . . . .	41
18	handovertid med SIP og IEEE 802.21 . . . . .	42
19	handover i MIPv6 . . . . .	43
20	handovertid med MIPv6 . . . . .	43
21	handovertid med MIPv6 og 802.21 . . . . .	44
22	Skifte av tilkoplingspunkt med FMIPv6 . . . . .	45
23	Handovertid med FMIPv6 . . . . .	46
24	Handovertid med tanke på $RTT_{BAR-HA}$ . . . . .	49
25	GAN funksjonell arkitektur . . . . .	52



26	GAN protokoll for talesamband . . . . .	52
27	GAN protokoll for pakke­data . . . . .	53
28	Handover mellom Geran og Gan . . . . .	54
29	OSI modellen og Internett arkitekturen . . . . .	69
30	Nettverks­lag og ruter -illustrasjon . . . . .	70
31	IPv6 header format . . . . .	72
32	Illustrasjon av eit generellt RDF diagram . . . . .	76
33	Enkelt eksempel på RDF diagram . . . . .	76
34	Eksempel på RDF diagram med fleire statement . . . . .	77
35	Eksempel URI referanse . . . . .	77
36	Eksempel på RDF diagram med URI referansar . . . . .	78
37	Eksempel på RDF skildra med XML . . . . .	79

## Tabellar

1	Transportmoglegheit­ar for MIHP . . . . .	31
---	---	----



## Forkortelsar

3G	Third Generation
3GPP	3G Partnership Project
3GPP2	3G Partnership Project 2
AAA	Authentication, Authorization, and Accounting
AR	Aksess ruter
ARIB	Association of Radio Industries and Businesses
ATIS	Alliance for Telecommunications Industry Solutions
BSC	Base Station Controller
BSS	Basic Service Set
BU	Binding Update
CCSA	China Communications Standards Association
CN	Correspondent Node
DAD	Duplicate Address detection
DHCP	Dynamic Host Configuration Protocol
EDGE	Enhanced Data rates for GSM Evolution
ESS	Extended Service Set
ETSI	European Telecommunications Standards Institute
F-BU	Fast Binding Update
FMIP	Fast Handover MIP
FMIPv6	FMIP version 6
F-NA	Fast Neighbor Advertisement
FTP	File Transfer Protocol
GAN	Generic Access Network
GANC	GAN Controller
GERAN	GSM EDGE Radio Access Network
GGSN	Gateway GPRS Support Node
GPRS	General Packet Radio Service
GSM	Global System for Mobile Communication
HA	Home Agent
Hack	Handover Acknowledgement



HI	Handover Initiate
HLR	Home Location Registry
HO	Handover
HTTP	Hypertext Transfer Protocol
IE	Informasjonselement
IEEE	Institute of Electrical and Electronics Engineers
IEEE-SA	IEEE Standards Association
IETF	Internet Engineering Task Force
IP	Internet Protocol
IPsec	IP security
IPv4	IP version 4
IPv6	IP version 6
ISO	International Organization for Standardization
L1	PHY, fysisk lag
L2	MAC og LLC
L3	IP-laget
L3MP	Layer 3 Mobility Management Protocol
LAN	Local Area Network
LLC	Logical Link Control
MAC	Medium Access Control
MICS	Media Independent Command Services
MIES	Media Independent Event Services
MIH	Media Independent Handover
MIHF	Media Independent Handover Function
MIHP	Media Independent Handover Protocol
MIIS	Media Independent Information Service
MIP	Mobile IP
MIPSHOP	MIPv6 Signaling and Handoff Optimization WG
MIPv6	MIP version 6
MN	Mobile Node
MSC	Mobile Switching Center



NMS	Network management system
OSI	Open Systems Interconnection reference model
PAR	Project Authorization Request
PHY	Physical Layer
PoA	Point of Attachment
PoS	Point of Service
RD	Router Detection
RDF	Resource Description Framework
RevCom	Review Committee
RFC	Request for Comment
RTP	Real Time Protocol
RTT	Round Trip Time
SAP	Service Access Point
SDP	Session Description Protocol
SEGW	Secure Gateway
SGSN	Serving GPRS Support Node
SIP	Session Initiation Protocol
SMTP	Simple Mail Transfer Protocol
TCP	Transmission Control Protocol
TLV	Type-Length-Value
TOS	Type of Service
TTA	Telecommunication Technology Association
TTC	Telecommunication Technology Committee
TTL	Time To Live
UDP	User Datagram Protocol
UMA	Unlicensed Mobile Access
UMTS	Universal Mobile Telecommunications System
URI	Uniform Resource Identifier
URIs	URI referanse
url	Uniform Resource Locator
UTRA	UMTS Terrestria Radio Access



UTRAN UMTS Terrestria Radio Access Network  
VPN Virtual Private Network  
WLAN Wireless Local Area Network  
XML Extensible Mark-up Language





## Samandrag

Mediauavhengig handover skal gjera det mogleg for brukaren å nytte det beste tilkoplingspunktet uavhengig av aksessteknologi. Det kan vere å flytte ein telefonsamtale frå GSM til sitt eige heimenettverk og heilt generelt mellom heterogene nettverk. Det kan vere mange grunnar til at ein brukar ynskjer handover mellom forskjellige nettverk. Det kan vere endring i brukarbehov, ynskje om lågast mogleg kostnad, fysisk forflytting eller at terminalen har lite straum og vil nytte det minst energikrevjande grensesnittet.

Eksisterande løysingar lir under at det ikkje er noko uniform tilgang til nettverksintelligens og nettverksinformasjon på tvers av aksessteknologiar. Arbeidsgruppa IEEE 802.21 arbeider med eit forslag til ein standard som skal løyse dette. Standarden inneheld eit rammeverk som gjer at brukaren får eit grensesnitt å forholde seg til med tanke på å sende konfigurerande og utførande kommandoar til linklaga. Brukaren kan abonnere på hendingar som varsling av låg signalstyrke og varskuing om nye nettverk. Det er ogso ei omfattande informasjonsteneste i IEEE 802.21. Informasjonstenesta gir brukaren informasjon om tilkoplingspunkt som er registrert som naboar til det den no er kopla til. Standarden har som mål å assistere L3MP ved handover.

For å studere korleis IEEE 802.21 kan assistere L3MP ved horisontal handover har eg gjort ein studie av handovertida. Eg har lagt fram to forslag til forbetringar til L3MP. Desse forbetringane nyttar informasjon som vert tilgjengeleg gjennom IEEE 802.21 og omhandlar førhandskonfigurering av IP-adresse og registrere ny IP-adresse før terminalen skiftar tilkoplingspunkt.

Resultata av å nytte informasjonen som er tilgjengeleg gjennom IEEE 802.21 er signifikant forbetring av handovertida til MIPv6 og SIP. FMIPv6 som allereie har denne informasjonen og derfor desse eigenskapane i tillegg til at den set opp tunnel mellom den gamle og den nye ruterer, vert påverka.

GAN er ein standard tatt opp i 3GPP. GAN gjer at terminalar kan ta handover mellom GERAN/UTRAN og dei IP-baserte nettverka terminalen er kopla til. GAN tilbyr både linjesvitsja og pakkebaserte tenester. Gjennom det har GAN ein lett tilgjengeleg brukarmasse i alle dei som er mobilabbonentar.



GAN tilbyr ikkje nabokart på tvers av teknologi, so for å kunne nyttiggjere seg dei potensielle tilkoplingspunkta lyt grensesnitta søke heile tida. Kostnaden kjem i form av unødig høgt energiforbruk og nettverkskostnad. IEEE 802.21 inneheld denne informasjonen i tillegg er det informasjon om kva forskjellige PoA kostar å nytte og kva bandbreidd ein kan vente å få. På den måten kan terminalen ha relevante grensesnitt aktive og på eit godt datagrunnlag ta handover til det rimelegaste nettverket eller på andre grunnlag som for eksempel bandbreidde.

Dei eigenskapane eg leita etter i IEEE 802.21 var tilgjengelege og løyser IEEE 802.21 si oppgåve på ein god måte. Det er ingen andre teknologi som på samme måte er retta mot mobile einingar og ikkje er retta mot bestemte teknologi på høgare eller lågare lag.



# 1 Innleiing

I innleiinga vil eg fyrst skildre kjerna i oppgåva og freiste å skilje det viktige frå det uviktige. Eg vil definere mål og fortelje kva framgangsmåte eg har nytta. Ei skisse av rapportens struktur og ei forklaring på kjeldebruk føl etter det.

## 1.1 Skildring av oppgåva

Oppgåva har som mål å studere mediauavhengig handover. I den samanheng meiner ein med mediauavhengig, at det skjer uavhengig av aksessteknologiar, til dømes mellom IEEE 802.11 og UMTS Terrestria Radio Access Network(UTRAN) eller to like nettverk.

Av initiativ eg kjem til å sjå nærmare på i denne oppgåva er IEEE 802.21. Eg vil vidare studere korleis den samvirker med forskjellige Lag 3 mobilitets protokollar(L3MP) ved horisontal handover og 3GPP initiativet Generic Access Network(GAN) for handover mot andre teknologiar enn IEEE 802.

## 1.2 Motiv

Motivet for denne oppgåva er nye krav og moglegheit for brukarar av tele-tenester og andre sanntidstenester som krev mjuk handover mellom ulike aksessteknologiar. Til dømes kan det vere mobiltelefonbrukarar som vil at tenesta automatisk skal verte kopla over på rimelegare aksessteknologi når slik er tilgjengeleg. Det kan vere at ein på jobben og heime har tilgang til Wireless Local Area Network(WLAN) og heller vil nytte det til taletransport framfor UTRAN eller GSM EDGE Radio Access Network(GERAN). På denne måten kan brukaren slippe med å ha ein telefon, eit telefonnummer og det vil fungere uavhengig av om ein er heime, på jobb eller ein anna stad. Tenesteprisen vil avhenge av kva tilkopling ein til ei kvar tid nyttar.



### 1.3 Avgrensing av oppgåva

Denne oppgåva vil kun vere ein studie av mobilitetshandteringa. Den vil ikkje ta for seg tema som sikkerheit, autentisering, autorisering eller fakturering. Oppgåva vil ikkje ta seg handover som vert handtert av L2, kun kort fortelje om initiativa på området. Oppgåva vil ikkje innehalde noko om kva som skjer med dei forskjellige transportprotokollane ved brot i sambandet.

### 1.4 Mål

Målet med oppgåva er å gjere ein studie av IEEE 802.21 og sjå korleis den kan samvirke med L3MP teknologiar og GAN. Dette for å finne ut om IEEE 802.21 kan vera ein føremålsteneleg teknologi.

### 1.5 Rapporten sin struktur

Arbeidet med oppgåva skal vere å studere IEEE 802.21. For å gjere det er det naudsynt med ein del forkunnskap. Oppgåva vert innleia med å få på plass eit begrepsapparat, slik at misforståingar rundt sentrale begrep ikkje førekjem. Sidan oppgåva er ein studie av ein standard som ikkje er ferdig og inneheld referansar til andre former for standardar er det med eit kapittel om standardisering.

Teorien vert innleia med eit kapittel som handlar om mobilitet. Det er ei stutt innføring i på kva lag dei forskjellige protokollane høyrer heime og korleis dei kan samvirke. Vidare fortset teoridelen med ei innføring i IEEE 802.21.

Med dette i botn kan ein gjera ein studie av korleis IEEE 802.21 kan assistere L3MP. Ei innføring i kvar einskild L3MP kjem før kvar samkøyring med IEEE 802.21. Slik er det tenkt at ein lett skal sjå korleis dette vil fungere. Etter det kjem ei innføring i GAN. Rapporten vil fokusere på kva fordeler ein får ved å la GAN og IEEE 802.21 samvirke.

I diskusjon og konklusjon samlar eg trådane og kjem med framlegg til vidare arbeid.

I vedlegga er det korte innføringar i emner som har relevans for rapporten, men



som mange av lesarane har kjennskap til frå før. Det er ei generell innføring i korleis lagbasert nettverk fungerer. Sidan ei lett innføring i IP, som er adresse-ringsprotokollen som vert nytta. Til slutt eit vedlegg om Resource Description Language(RDF), som er eit av dei aktuelle informasjonsformata i IEEE 802.21.

## 1.6 Kjeldebruk

Kjeldene som er brukt er av vidt forskjellig sort. Det er faglitteratur i form av bøker. Det er papers som er trykt i tidsskrift eller presentert på konferansar. Det er ogso med referansar til ferdig utvikla standardar, standardar under utvikling og arbeid som er presentert i eksperimentelle dokument. Desse har alle til felles at dei er statiske og lett sporbare.

Wikipedia er ogso i somme tilfeller nytta til å få informasjon. Wikipedia er eit dynamisk oppslagsverk der brukarane sjølve opprettar og vedlikeheld informasjonen. I tilfeller der emnet har vore enkelt, godt diskutert eller av enklare art, og innhaldet udiskutabelt har vore korrekt har eg sett det teneleg å nytte Wikipedia som kjelde. Kjeldene er oppgitt med Uniform Resource Locator(url) og dato slik at ein kan finne dei fram frå historia.





## 2 Definisjon av begrep

For å hindre begrepsforvirring presenterar eg IETF[1] og IEEE[2] sine definisjonar slik dei vert nytta i denne rapporten. Det er ogso ein forutsetning for å forstå desse begrepa at ein kjenner til det som står i vedlegg A om nettverk. Begrep knytta til logiske nettverkseiningar kjem frå IEEE[2] og særskilde begrep for Mobil IP(MIP) kjem får RFC 3775[3].

### 2.1 Mobilitet

Når me snakkar om mobilitet i denne samanhengen, handlar det om forflytting av tenester ein er tilkopa gjennom eit telenett frå eit tilkoplingspunkt til eit anna utan å skifte terminal. Eksempel på tenester er fjernsyn, samtale, spel, internettilkopling. Forflyttinga kan vere transparent ovanfor tenestene, men treng ikkje vera det.

Endringa av tilkoplingspunkt kan vere gjort på fleire forskjellige grunnlag:

- Fysisk forflytting.
- Endring av miljø
- Endring av tenestebehov
- Batteristatus
- Pris på aksessnett

Me kan skilje mellom node- og nettverksmobilitet. Mobiliteten kan vere over store eller små avstandar med tanke på korleis ein er kopa mot nettverket. Mobilitet med tanke på rolle og sesjon er ikkje innanfor denne rapportens interesse og vert heller ikkje nemnt. Det er å få ein avbrotsfri sesjon på ein terminal som er målet.

#### 2.1.1 Nodemobilitet

Nodemobilitet gir moglegheit for noden til å skifte sitt tilkoplingspunkt mot nettverket. Dette vert gjort utan interaksjon frå brukaren. Avhengig om ein får mjuk



eller hard handover vil det verte brot i pakkestraumen.

### **2.1.2 Makromobilitet/Global mobilitet**

Mobilitet over store områder. Dette inkluderar støtte for handover mellom ulike aksessteknologiar og aksesstilbydarar.

### **2.1.3 Mikromobilitet/Lokal mobilitet**

Mobilitet over eit lite område. Typisk eit subnett, ei bedrift eller eit IP-domene, der ein har lagt vekt på å støtte handover.

## **2.2 Handover**

Med handover meiner ein at ein skiftar tilkoplingspunkt. Handover kan vere av typen som er framsynt og koplar om før ein skiftar tilkoplingspunkt eller eit som ikkje gjer noko før ein mister den gamle forbindelsen. Det kan ogso vere gjort med garantiar om at tenestep primitiva vert ivaretatt. Handover kan vere mellom samme type media eller til eit av anna type.

### **2.2.1 Hard Handover**

Når handover vert gjort slik at ein får avbrot i pakkestraumen. Det vil skje i tilfeller der ein ny tilkopling ikkje vert gjort klar før den gamle vert kopla ifrå og at ein soleis får tid utan tilgang til nett. Dette vil gi avbrot i pakkestraumen.

### **2.2.2 Mjuk Handover / handoff**

Når handover vert gjort med minimalt pakketap. Dette vert gjort ved at pakkestraumen vert handtert kontinuerleg når ein skiftar tilkoplingspunkt. Ein set opp transportfasilitetar mot det nye tilkoplingspunktet før det gamle vert kopla frå.





### 2.2.3 Sømmlaus handover

Handover som vert gjort mellom heterogene eller homogene nettverk, der den mobile noden verken opplever nedgradering i tenestekvaliteten, sikkerheita eller moglegheitane til nettverket.

### 2.2.4 Horisontal Handover

Når ein har handover mellom media av samme type fortrinnsvis på samme grensesnitt. Slik at ein fortset å bruke dei samme protokollaga.

Her kjem ogso handover som vert handtert av lågare lag inn og som er transparent for lag høgare enn L2.

### 2.2.5 Vertikal Handover

Nå handover vert gjort mellom forskjellige grensesnitt/media. Då får ein i dei fleste tilfeller eit nye lågare lag å forholde seg til.

## 2.3 Begrep knytta til nettverk

**Mobile Node(MN):** Ein MN er ein node som skiftar tilkoplingspunkt mot internett.

**Correspondent Node(CN):** Er ein node som MN kommuniserar med.

**Home Agent(HA):** Er agenten som er lokalisert på heimenettverket og som vidaresender pakkar til MN, når MN ikkje er heime.

**Care-of address(CoA):** Adressa som MN har når den er i eit framandt nettverk.





## 3 Standardisering

Ein standardiseringsorganisasjon har som oppgåve å utvikle, koordinere, kunngjere, endre, revidere og vedlikehalde standardar. Dei fleste standardar vert utvikla i organisasjonar som har standardisering som mål. I dette kapittelet vil eg kort ta for meg korleis standardane denne rapporten refererer til vert utvikla, korleis organisasjonane er samansatt og arbeidsmåten deira. Denne oppgåva kjem spesielt nært innpå IETF og IEEE. For 3GPP har eg kun nemnt kva føremålet med organisasjonen er og kven som deltek.

### 3.1 IETF

Internet Engineering Task Force(IETF) er ein open internasjonal gruppe. Den består av operatørar, designerar, produsentar og forskarar med målsetning om å utvikle internettarkitekturen. IETF er open for alle og er laust sjølvorganiserande. IETF Mission Statement er dokumentert i RFC 3935[4].

Organiseringa av arbeidet er gjennom arbeidsgrupper(WG), som er organisert etter områder. Det meste av arbeidet vert gjort gjennom epostlister og det er møter 3 gonger kvart år.

Internettstandardar vert publisert av IETF som Request for Comments(RFC). RFCar er klassifiserte i Standards-Track og Non-Standards-Track(Informative, beste noverande måte og liknande) RFCar. Non-Standards-Track RFCar vert primært brukt til å dokumentere praksis, erfaringar frå eksperiment, historikk og anna informasjon. Berre Standards-Track kan verte internettstandard.

Standards-Track RFCar er vidare klassifisert, basert på kor moden den er[5]:

- Proposed Standard
- Draft Standard
- Internet Standard

I dei to fyrste modenheitsnivåa er levetida på RFCen avgrensa oppover til 2 år i kvar, då skal den enten avansere opp eller verte forkasta.



## 3.2 IEEE

Referanse: [6]

Institute of Electrical and Electronics Engineers(IEEE) er ein internasjonal for-tenestelaus profesjonell organisasjon for teknologi med knytting mot elektrisitet. Organisasjonen tel over 360000 medlemmar verden over.

IEEE tar som mål av seg å vera ein vitsskapeleg og utdannande organisasjon. Dei publiserar tidsskrift og organiserer konferansar. Dei er ogso ein av organisasjonane som utviklar industristandardar, deriblant innan telekommunikasjon og informasjonsteknologi.

Standardiseringa i IEEE er delt opp i 7 steg.

**1. Sikring av fadderskap:** Ein IEEE godkjent organisasjon må vere fadder for standarden. Ein fadderorganisasjon har ansvaret for å koordinere og kontrollere standardutviklinga frå start til mål. Det er ganske vanleg at profesjonelle organisasjonar innan IEEE er fadder.

**2. Anmode om prosjekttillatelse:** For å få tillatelse for å lage ein standard vert det sendt ein Project Authorization Request(PAR) til IEEE Standards Association(IEEE-SA) Standards Board. Komiteen for nye standardar i IEEE-SA Standards Board går gjennom PAR og lagar ei anbefaling til Standards Board om PAR skal godkjennast.

**3. Samle ei arbeidsgruppe:** Etter at PAR er godkjent samlar dei ei arbeidsgruppe av einskildpersonar som vert påverka og/eller er interessert i denne standarden. IEEE-SA reglar bestemmer at alle gruppemøter er opne og at alle har rett til å vere tilstades og bidra i møta.

**4. Utkast av standarden:** Arbeidsgruppa lagar so eit utkast.

**5. Avstemming:** Når standardutkastet er ferdig i arbeidsgruppa, vert det sendt over til avstemming. Alle som har vist interesse for å delta i avstemminga vert med i avstemmingsgruppa. For å vere med der må ein vere IEEE medlem eller ha betalt avstemmingsavgifta. IEEE krev at minst  $3/4$  av dei potensielle stemmene vert returnert og at  $3/4$  av stemmene er positive til standardutkastet. Om resultatet er negativt lyt ein lage nytt utkast.



**6. Gjennomgangskomite:** Etter å ha fått 3/4 fleirtal vert standardutkastet saman med kommentarane sendt til IEEE-SA Standards Board Review Committee(RevCom). RevCom lagar ei tilråding om standardutkastet skal godkjennast som standard eller ikkje.

**7. Avsluttande avstemming:** Kvar medlem i IEEE-SA Standards Board stemmer om det oversendte standardutkastet skal godkjennast. Om eit fleirtal er positive vert den tatt opp som standard.

### 3.3 3GPP

3G Partnership Project(3GPP)[7] er eit samarbeid som byrja i 1998. Deltakarane er ETSI (European Telecommunications Standards Institute - Europa), ARIB/TTC (Association of Radio Industries and Businesses / Telecommunication Technology Committee - Japan), CCSA (China Communications Standards Association - Kina), ATIS (Alliance for Telecommunications Industry Solutions - Nord Amerika) og TTA (Telecommunication Technology Association - Sør Korea).

Definisjonen av prosjektet 3GPP[8]:

*3GPP will provide globally applicable Technical Specifications for a 3rd Generation Mobile System based on the evolved GSM core network, and the Universal Terrestrial Radio Access (UTRA), to be transposed by relevant standardization bodies (Organizational Partners) into appropriate deliverables (e.g., standards).*





## 4 Introduksjon til mobilitet

Vårt nestegenerasjons telenett byggjer på IP-nettet[9]. IP-nettet støttar ikkje mobilitet i utgangspunktet. Ein må derfor lage nye mekanismar som kan gjere dette mogleg. Løysingar for handoff i homogene nett eksisterar til ein viss grad, der ein løyser det på L2 og det er lett å oppnå lokal mobilitet. Handoff mellom heterogene nett er problemet. Grunnen til vanskaner er at med global mobilitet føl lange signaleringsvegar, ulike nett med ulike karakteristikkar og skalerbarheit.

Dette kapitlet gir ein introduksjon til mobilitet i IP-nett. Målsetnaden er å gi eit forståingsgrunnlag, slik at dei følgjande kapitla vert lettare å forstå.

### 4.1 Horisontal handover

Handover mellom nett av lik type, på samme grensesnitt, vert kalla horisontal handover. Horisontal handover kan løysast på L2 eller av L3MP. I eit mobiltelefonnett slik som i UTRAN og GERAN, gjer ein dette ofte og i dei netta har ein støtte for det frå grunnen av, altso på L2 sett i frå eit IP-nett sin ståstad.

For IEEE 802.11 nett er det under utvikling to standardar som saman vil gi sømlaus Basic Service Set(BSS) overgang i WLAN. IEEE 802.11k[10] skal gi informasjon for å finne det beste tilgjengelege aksesspunktet. Val av aksesspunkt vert gjort tanke på signalsstyrke og belastning på aksesspunktet. Slik vil ytelsen til nettverket totalt bli optimert. IEEE 802.11r[11] definerer mekanismar for sikker og rask handover mellom aksesspunkt innan samme Extended Service Set(ESS).

IEEE 802.16[12] nett tilbyr trådløst breibandsnett med god rekkevidde og låg utbyggingskostnad. Gjennom utvidinga til standarden IEEE 802.16e[13] er det lagt til rette for handoff mellom IEEE 802.16 aksesspunkt. Utbygginga av IEEE 802.16 nett er endå i startgropa. Ein reknar med at denne standarden vil gjere breiband tilgjengeleg for mange nye brukarar der det er dyrt og vanskeleg å legge faste linjer, samt at det betrar konkurransen mellom tilbydarar.



## 4.2 L3MP

Når ein skiftar tilkoplingspunkt mot internett må ein ogso ha ny IP-adresse for at pakkane skal nå fram. Denne adressa kjenner ikkje dei som vil nå brukaren til, derfor lyt ein vere registrert med si lokale IP-adresse i ein sentral database. Dette vert gjort med L3MP. Det eksisterar forskjellige variantar av L3MP som tilbyr forskjellig grad av mobilitet. Eg kjem her til kort å nemne opp hovudtrekka i Session Initiation Protocol(SIP), Mobile IP version 6(MIPv6) og den vidareutvikla varianten Fast MIPv6(FMIPv6), som er laga av IETF arbeidsgruppa MIPSHOP.

## 4.3 GAN

GAN[14] gjer det mogleg for teleoperatøren å tilby linsjesvitsja og pakkebaserte tenestene som er kjent i mobilnettet IP-nett. På den måten kan brukaren nytte andre tilgjengelege nett med lågare aksesspris og betre tenestetilbod. GAN kan for eksempel ta handover mellom GSM og eit trådløst nett som brukaren har heime.

## 4.4 IEEE 802.21

Ein standard under utvikling, IEEE 802.21[2], arbeider som eit nytt nettverkslag mellom L2 og L3. Den standarden tar mellom anna mål av seg å gi brukaren enkel tilgang til kunnskap om Point of Attachment(PoA) ein er kopla til og PoA i nærområdet, samt enkel tilgang til linklagsintelligens uavhengig av kva type grensesnitt det er.

IEEE 802.21 spesifikasjonane har som mål å tilby informasjon, assistere L3MP og gjere L3MP. Avhengig av om det vert laga ny kopling før den gamle vert broten eller ikkje og om tenesteprimtiva vert ivartatt, kallar ein handoveren for hard, mjuk eller sømlaus. Standarden skal omfavne spesifikasjonar for linklagsintelligens og anna nettverksinformasjon til høgare lag for å optimere handover, mellom ulike nettverk. Dette inkluderar linkar spesifisert av 3GPP, 3GPP2 og både trådbasert og trådlause media i IEEE 802 familien.

IEEE 802.21 vil nytte eksisterande Service Access Point(SAP) i linklaga og gjere





tenester tilgjengeleg for overliggjande lag gjennom ein SAP. I nettet vil ein ha kunnskap tilgjengeleg om kven tilbydar er, kva kapasitet som er tilgjengeleg, pris på nettet, kva naboceller som eksisterar og anna nettverksspesifikk informasjon.

## 4.5 Oppsummering

L3MP	SIP		MIP
L3	IPv4/IPv6		
L2,5	802.21		
L2MP	802.11k, 802.11r	802.16e	UTRAN/GERAN

Figur 1: Mobilitetsprotokoll

Mobilitet kan ein oppnå på forskjellige lag i nettverket. Horisontal handover kan skje uavhengig av dei overliggjande laga og kan godt verte gjort med minimal medverknad frå MN. L3 handover kan ogso skje i nettverk av lik type, men då vert det, med minder MN kan snakke med begge PoA samstundes, ofte eit kort brot i sesjonen. L3 handover skjer ved hjelp av L3MP, i tilfeller der ein har 802.21 implementert i klienten vil ein nytte den til å assistere handover. Samanhengen mellom dei forskjellige nettverkslaga er synt i figur 1.





## 5 IEEE 802.21

Dette kapitlet inneheld bakgrunnsteori for IEEE 802.21. Bakgrunnsteorien er basert på eit forslag som vart laga i Mars 2006[2]. Dei fyrste underkapitla inneheld litt om framdriftsplan for standarden og kva inspirasjon som ligg til grunn. Vidare føl teori om oppbygging og tenester. Til slutt er nokre enkle hendingsforløp med vertikal handover og generell L3MP skildra.

### 5.1 Føremålet med gruppa

Gruppa har som føremål å betre brukaropplevinga med mobile einingar som tar handover mellom 802 nettverk. Det kan vere handover mellom nettverk av samme type og av forskjellig type. Når nettverket gjer det mogleg skal MN kunne ta sømlaus handover. Desse mekanismane kan ogso nyttast mellom 802 nettverk og andre nettverk.

### 5.2 Framdriftsplan for gruppa

Referanse: [15]

IEEE 802.21 WG vart danna i mars 2004. I September 2004 byrja dei å klarlegge kva krav ein skulle ha. I Oktober 2004 byrja arbeidet med forslaget. Forslaget var ferdig og bekrefta av arbeidsgruppa i mai 2005. I juli 2005 starta arbeidet med å hente inn kommentarar, denne prosessen var planlagt ferdig januar 2006. Vidare byrja arbeidsgruppa sin avstemming i mars 2006. IEEE 802 avstemminga blant faddrane til standarden byrjar i september 2006. Målet er å få ein IEEE 802.21 standard godkjent i mars 2007.

### 5.3 Tenestekontinuitet

Det er støtte for handover for både mobile og stasjonære brukarar. For mobile brukarar vil det i hovudsak vere basert på endring i mottaksforhold og på grunn av hol i dekninga på grunn av at terminalen beveger seg. For stasjonære brukarar kan handover skje i tilfeller når omgjevnadane endrar seg og det er teneleg å



skifte til eit meir attraktivt nett. Det kan vere at brukarbehova endrar seg eller at linken ein nyttar vert belasta av andre brukarar og at den nye linken vert meir attraktiv av den grunn. Handover skal skje utan at brukaren er involvert.

Handover kan skje mellom to forskjellige PoA på eit nettverk eller mellom PoA på forskjellige nettverk. Målet er å minimere tap og fråkopla tid under og etter handover, slik at tenestetilgangen vert minst mogleg forringa. Det kan vere ei endring i kvaliteten under og etter skifte av nett på grunn av andre moglegheitlar i det nye nettverket. Ut frå handoverpolitikken kan høgare lag bestemme at ein ikkje skal ta handover fordi kvaliteten på det nye aksessnettet er for dårleg.

Nettverka ein vekslar mellom kan ha både liten og stor dekningsgrad og desse vil generelt sett bli handsama likt. Handoverprosessen er i hovudsak bestemt av målingar og beskjedar frå linklaget på terminalen. Desse kan inkludere feilrate, signalkvalitet, synkroniseringsfeil og liknande. På grunnlag av denne informasjonen vert avgjerder om handover tatt.

### 5.4 Grunnar til handover

Forskjellige applikasjonar har forskjellige krav til forsinkelse og tap. Applikasjonar som er kjende med 802.21 vil kunne styre handover til tidspunkt då det går minst ut over den pågåande sesjonen. Det kan vera pause i samtalen, lågare aktivitet i bilete og liknande.

Det er ynskjeleg å ta avgjerder med tanke på handover slik at brukaren ikkje får vesentleg dårlegare teneste. For å kunne ta handover på grunnlag av slike kriterier, må informasjon om tenestekvalitet hentast ut frå aksessnettet og lågare lag.

For å kunne gjere handover er det viktig å ha kjennskap til dei forskjellige tilgjengelege netta. 802.21 skal tilby informasjon om type link, linkkvalitet, linkidentifikator og liknande. Dette vert gjort tilgjengeleg for høgare lag, slik at avgjerd om handover kan takast.

Å velge nettverk er ein kontinuerleg prosess som vel det mest hensiktsmessige nettet for ein vilkårleg brukaroperasjon til eit vilkårleg tidspunkt. Dette valet kan vere basert på kostnad, tenestekvalitet, brukarpreferansar og liknande. Om



det nettet som vert valt ikkje er det samme som det ein er på vert ein handover iverksatt.

Straumforbruk er ein viktig del av ein MN. Effektive sovemodus, smart bruk av nabokart for å få til effektive søk og tilgjengeleg informasjon om optimale linklagsparametrar. Handover vil ogso kunne verte utført på grunnlag av straumforbruk, slik at ein i sparemodus vil bruke det grensesnittet med minst straumforbruk.

## 5.5 Rammeverk

Følgjande underkapittel fortel korleis Media Independent Handover(MIH)-einingane kommuniserar saman i klienten og nettverket.

### 5.5.1 Kommunikasjonsmodell

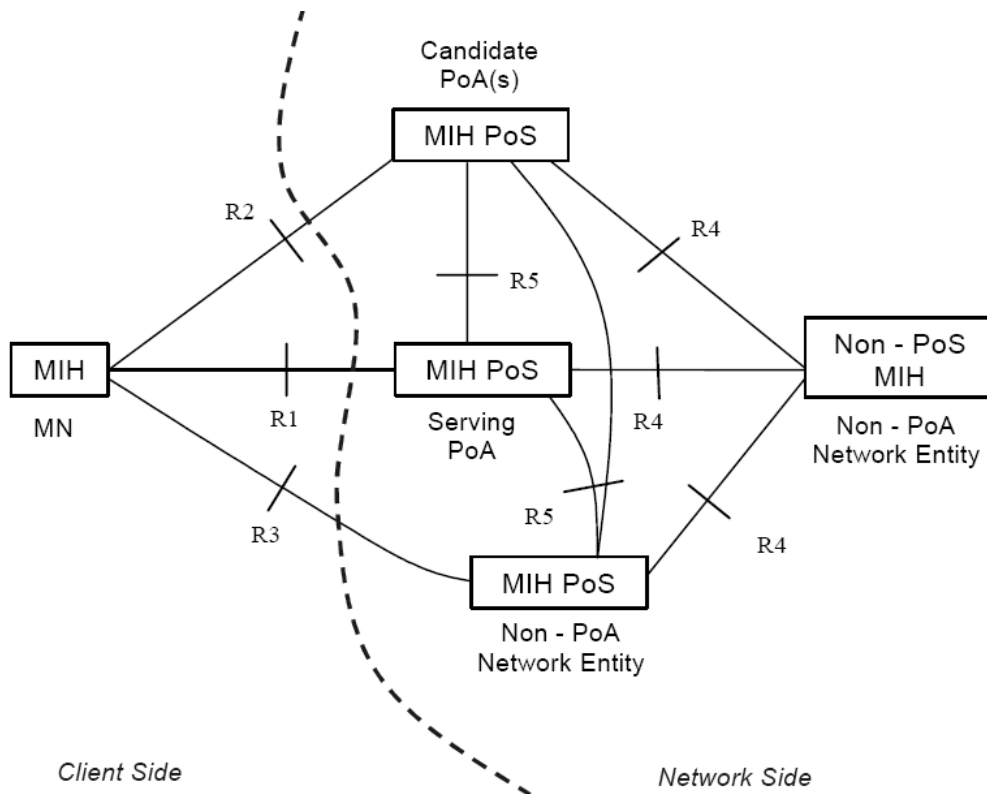
MIH-function(MIHF) utvekslar informasjon seg imellom. Klienten, eller brukarutstyret utvekslar informasjon med MIH Point of Service(PoS). Ein nettverkseining som kommuniserar med ein MIHF i ein MN vert automatisk ein MIH PoS, den samme nettverkseining kan vere MIH PoS for fleire MN samstundes.

MIH PoS kommuniserar med MIHF i MN på L2 og L3. Val av lag til overføring vert bestemt av kor direkte ein kommuniserar og kva som er støtta i L2. 3GPP har ikkje støtte for å overføre MIH meldingar over L2, medan 802.11, 802.16 og 802.3 har slik støtte. L2 transport kan nyttast når MN kommuniserar med MIH PoS som ogso er MIH Point of Attachment(PoA), i andre tilfeller må L3 nyttast.

I figur 2 er den generelle kommunikasjonsmodellen synt. Her ser ein MIHF i forskjellige roller og korleis dei kommuniserar. Modellen syner ikkje kva grensesnitt eller transportmekanisme som vert nytta, kun forbindelsen. Det kan vere knytta fleire grensesnitt, transportmekanismer og MIH-tenester til kvar forbindelse.

Dei forskjellige rollene MIHF kan ta avheng av posisjonen i systemet:

- MIH på MN.
- MIH PoS på nettverkseininga som ogso er PoA for MN.



Figur 2: MIH kommunikasjonsmodell [2]

- MIH PoS som er ein mogleg PoA for MN(ein som MN har kjennskap til, men ikkje har tatt handover til).
- MIH PoS på nettverkseining som ikkje er PoA for MN.
- Ein MIH som ikkje er PoS og heller ikkje PoA for MN.

Kommunikasjonen mellom dei forskjellige MIHF i figur 2 er alle i siktelinja til 802.21 og alle vil overføre MIHF sine tenester:

R1: Over R1 kommuniserar den MIH i MN med MIH PoS på det nettet ein er tilkopla. Her kan ein kommunisere både over L2 og L3.

R2: Kommunikasjonen mellom MIH i MN og MIH PoS på nettverket til kommande PoA. R2 kan gå over L2 og L3.



R3: MIH i MN som kommuniserar med ein MIH PoS utan PoA, her kan kommunikasjonen gå over både L2 og L3.

R4: Kommunikasjonen mellom MIH PoS nettverkseining og MIH nettverkseiningar utan PoS, her går kommunikasjonen over L3.

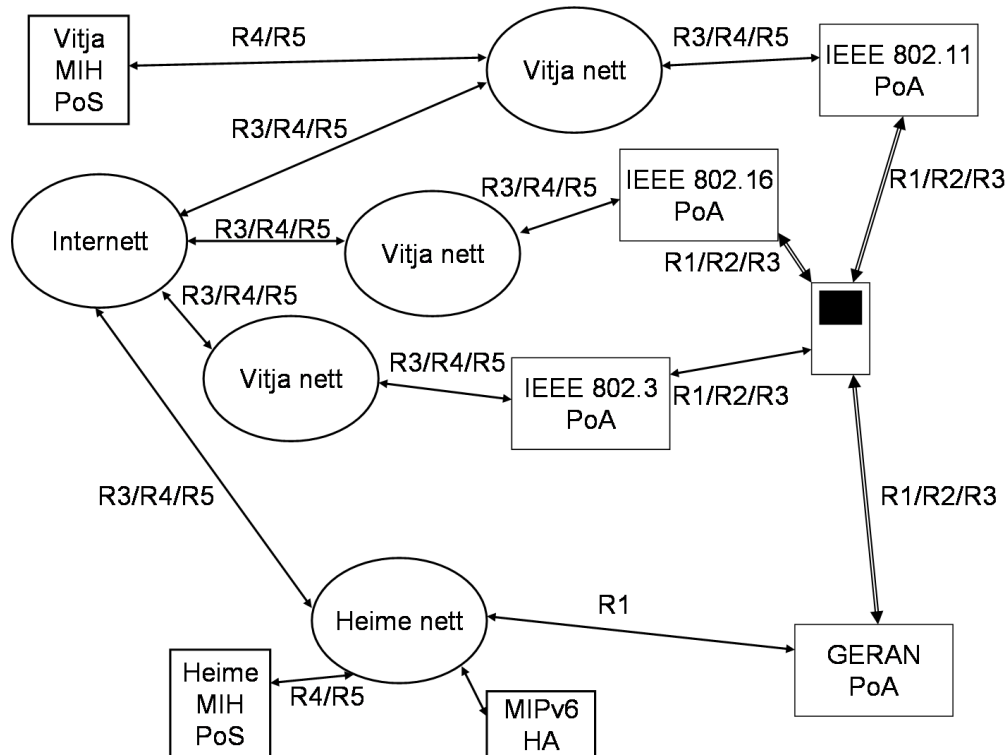
R5: Forbindelsen mellom MIH PoS instansar i forskjellige nettverk utvekslar informasjon over L3.

### 5.5.2 Logisk oppbygging i nettverket

MIH sin logiske referansemodell er vist i figur 3. I modellen er det nytta ein MN som støttar MIH og fleire forskjellige aksessteknologi. I modellen er det tenkt at alle nettverka er MIH kapable og at ein har høve til å kople seg til dei forskjellige netta, enten gjennom eigen tenestetilbydar eller roaming-avtalar. Tenestetilbydaren vil tilby den MN tilgang til ein eller fleire PoS og informasjonstenar som er i MIH PoS noden. Den mobile noden er avhengig av jamleg tilgang til sin operatørs informasjonstenar, slik at den får oppdatert roaminglister, prioritatar og anna relatert informasjon som vil betre tenestekvaliteten på dei forskjellige netta. MN kan også gå til informasjonsserveren på det nettet den vitjar for å få tak i informasjon om det nettet eller å få den til å kalle opp informasjon frå sin heimeinformasjonstenar. Kvar MIH PoS er i nettet er ikkje deterministisk, det vil variere med operatør og teknologi. MIH PoS noden kan vere i direkte tilknytting til PoA eller lenger inn i nettverket.

Som synt i figur 3 kan dei forskjellige nettverksnodane kommunisere seg mellom med R4 og R5. Den MN sin MIH kan kommunisere med R1, R2 og R3 over kva nettverkstilkopling den ynskjer med forskjellige MIH-entitetar i nettverket. Når PoA i det tenestetilbydane nettverket har MIHF, vil MN sin MIH kommunisere med den via R1. Ein PoA med MIHF kan også kommunisera med andre nettverkseiningar over R3, R4 og R5.

Hendingar kan verte generert på baa sider av ein R1-link, men endringar i linkstatus er mest vanleg å oppdage i MN. Mobilitetsarkitekturen kan vere MIP, SIP, andre mobilitetshandterarar eller ein kombinasjon av desse. Mobilitetshandteringa er ikkje del av MIH-arkitekturen, men mobilitetshandteringa kan vere ein av



Figur 3: MIH logisk oppbygging i nettverket

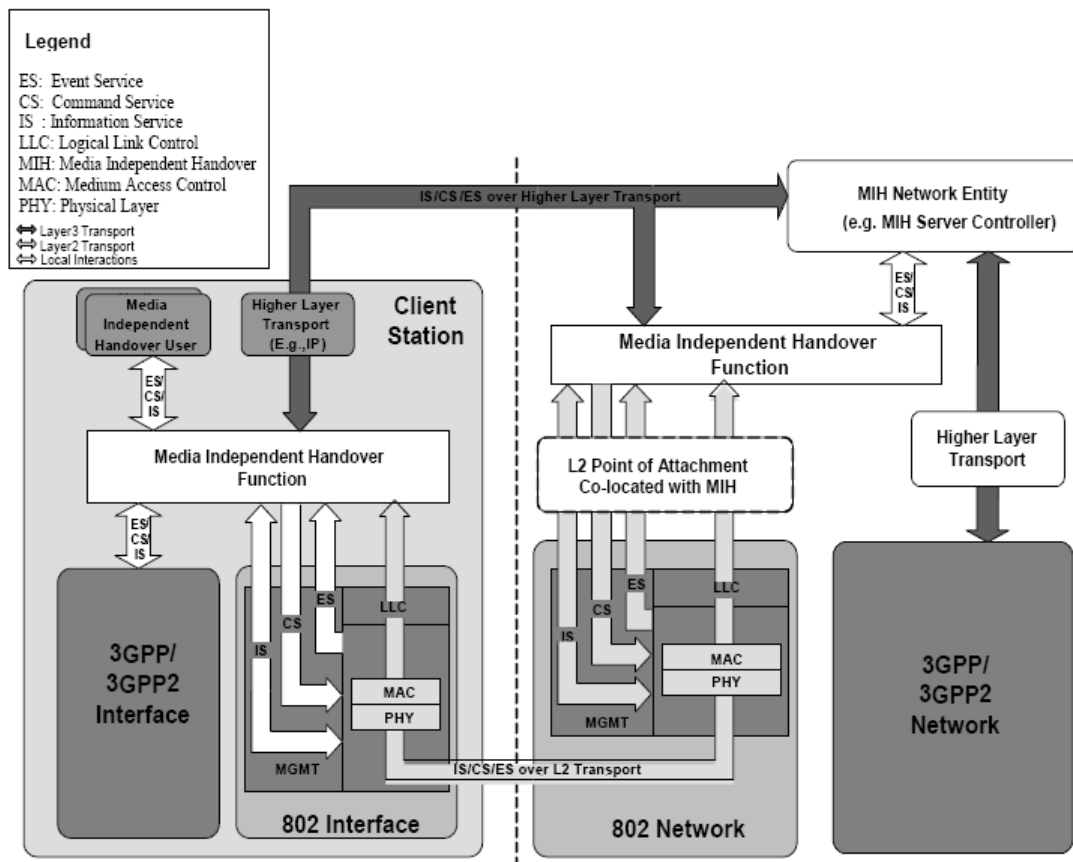
brukarane til MIH-arkitekturen.

## 5.6 802.21 Funksjonelle komponentar

Sentralt i 802.21 rammeverket er MIHF som skal tilby eit samkøyrte grensesnitt til høgareliggende lag. MIHF kommuniserar med andre funksjonelle komponentar gjennom SAP. Mot lågareliggende lag er det grensesnittspesifikke SAP, slik at funksjonaliteten til grensesnittet kan utnyttast.

MIHF definerer tre forskjellige tenester: Media Independent Event Service(MIES), Media Independent Command Service(MICS) og Media Independent Information Service(MIIS). MIES gir hendingsmeldingar ved endringar i linkkarakteristikk og linkstatus. MICS skal hjelpe MIH-brukaren til å administrere og kontrollere linkoppførselen med tanke på handover og mobilitet. MICS nyttar informasjonen fått gjennom MIES som del av oppkoplings- og underrettingsprosessen og handlar i





Figur 4: MIHF referansemodell [2]

samsvar med det. MIIS gir informasjon om nabolnettverka og deira moglegheit-  
tar. Figur 4 syner eksempel korleis MIHF kommuniserer med lågare nettverkslag  
og høgare nettverkslag, kva retning dei forskjellige meldingane har, samt korleis  
MIHF kommuniserer med andre MIHF-entitetar.

### 5.6.1 MIES

MIES er meldingar som går frå lågareliggande lag og oppover. Desse er av typen  
som vert abonnert på. Meldingane som kan sette igang avkopling kan komme frå  
L1, L2 eller MIH i den mobile noden eller i PoA. Desse meldingane kan komme  
på grunnlag av terminalforflytting, endringar i omgjevnadane eller på grunn av  
endringar i nettet.

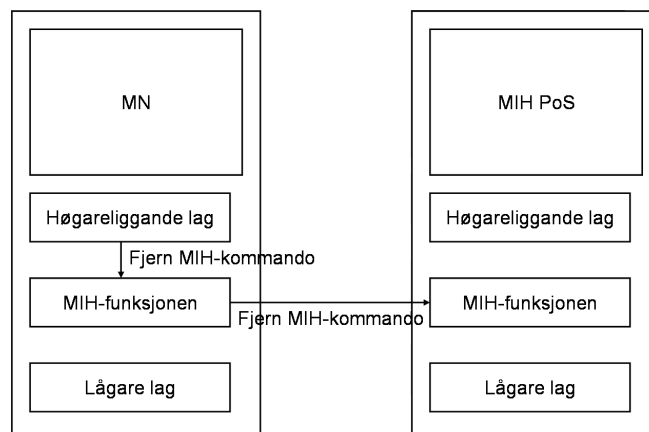


Fleire forskjellige høgareliggende lag kan vera interesserte i slike meldingar samstundes, so dei må kunne ha fleire mottakarar. Høgare lag kan derfor abonnere på hendingmeldingar frå ein skilde kjelder. MIHF hjelper med å få desse meldingane ut til alle.

Hendingstenesta kan godt skiljast i to kategoriar. Linkhendingar og MIH-hendingar. Linkhendingar er hendingar som skjer i laga under MIHF og terminerer typisk i den. Entitetar som genererer linkhendingar kan vere IEEE802-, 3GPP- og 3GPP2-definerte grensesnitt. I MIHF kan desse meldingane verte sendt vidare til dei som abonnerer på dei hendingane. Meldingar som går frå MIH og oppover er definert som MIH-hendingar.

### 5.6.2 MICS

MICS refererer til kommandoar sent frå høgare lag til lågare lag i referansemodellen. Høgare lag MIH-brukarar kan bruke kommandoar for å få status på linkane og/eller kontrollere fleirmodus einingar for optimal ytelse. MICS kan ogso gi MIH-brukarar tilgang til å styre handoverpolitikken.



Figur 5: Fjern MIH-kommando

Ettersom tid og forflytting vil linkstatus endre seg. Informasjon som signalstyrke, linkhastigheit og liknande. Kommandoane er klassifiserte i to kategoriar MIH-kommandoar og linkkommandoar.

MICS kan vere lokale eller fjerne. Figur 5 syner korleis ein fjern MICS går. Det er



kommandoar frå høgare lag til MIH og kan for eksempel komme frå L3MP eller frå prosessen som vel kva nett ein skal vere kopla til.

Link-kommandoar er kommandoar frå MIH til lågare lag. Desse kommandoane har som hovudoppgåve å kontrollere oppførselen til lågare lags entitetar. Linkkommandoane kan vere lokale eller fjerne, på samme måte som MIH-kommandoen i figur 5, berre at dei vert satt igang frå MIH.

### 5.6.3 MIIS

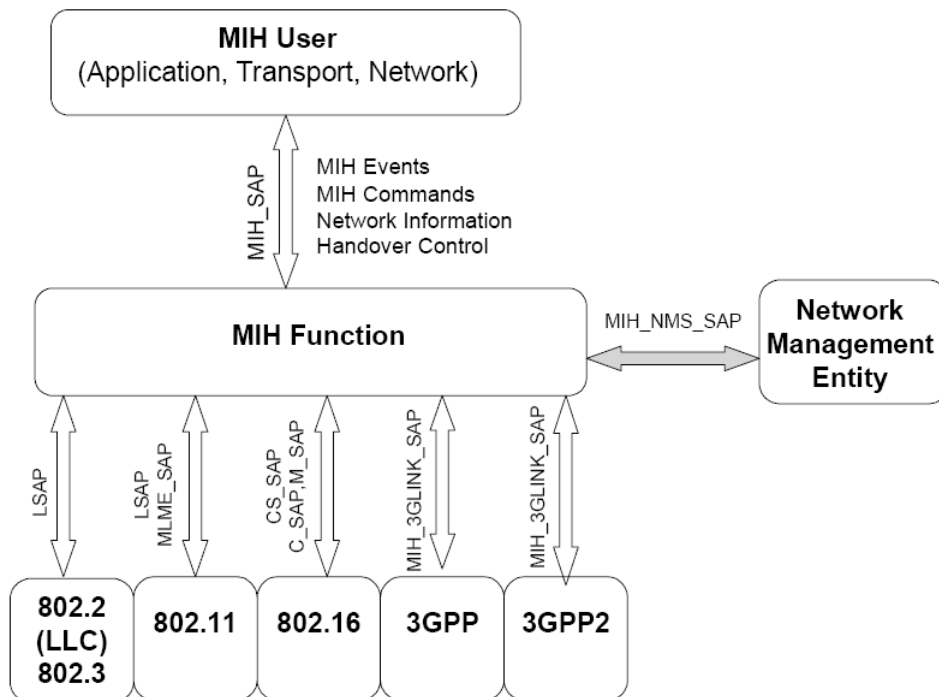
MIIS gir eit rammeverk for informasjonsflyt og mekanismar slik at MIHF kan oppdage og finne nettverksinformasjon i sitt geografiske nærrområde. Informasjonselementa(IE), strukturen og spørsmål/svar mekanismane er bestemt av MIIS. Både statisk og dynamisk informasjon vert gjort tilgjengeleg. Statisk informasjon kan vere tilbydarar av nettverk i nærområdet. Dynamisk informasjon kan vere MAC-adresser, kanalinformasjon, sikkerheitsmekanismer og informasjon om høgare lag som kan gjere handoveravgjerder lettare. Informasjonen kan vere tilgjengeleg gjennom lågare og høgareliggende lag. MIIS gjer denne informasjonen tilgjengeleg på eit standard format som Resource Description Framework(RDF) eller ype-Length-Value(TLV) og gjer kommunikasjon gjennom MIIS lik uansett teknologi.

### 5.6.4 SAP

SAP er APIane som MIHF kan kommunisera med høgare og lågare lag gjennom entitetar som nyttar 802.21 definerte ord. Det er tre hovudtypar SAP, høgare lags SAP(MIH\_SAP), lågare lags SAP(linklagsavhengig) og forvaltande SAP(MIH\_NMS\_SAP). Som vist i figur 6 er lågare lags SAP mediaavhengige og eksisterar i versjonar tilpassa sitt media.

MIH\_SAP definerer grensesnittet mellom MIHF og forskjellige L3MP. MIH\_SAP er mediauavhengig, gjennom denne registrerer dei seg som abonnentar av hendingar. Høgare lag kan sende kommandoar til MIHF gjennom MIH\_SAP. MIHF kan ogso sende kommandoar til andre MIHF gjennom MIH\_SAP.

Mediaavhengig SAP gjer det mogleg for MIHF å nytte tenester frå lågare lag



Figur 6: Dei forskjellige MIH SAP [2]

av protokollstakken og deira forvaltningsplan. Eksisterande mediaavhengige SAP gir informasjon til MIHF, dette skjer gjennom MAC\_SAP, PHY\_SAP og LCC\_SAP. Link-kommandoar generert i MIHF for å kontrollere L1 og L2 lag ved handover er del av mediaavhengig SAP og er allerede definert.

MIH\_NMS\_SAP definerer grensesnittet mellom MIHF og Nettverks Management System(NMS). Dette er grensesnittet mellom MIHF og systemet og er nytta til konfigurasjon og drift.

## 5.7 IE

IE er informasjonsberaren i IEEE 802.21. Den har som mål av seg å tilby informasjon som gjer at terminalen kan gjera rask, god og rett handover. Det meste av informasjonen i IE er statisk, men det som går på status, tilgjengelege ressursar og andre dynamiske eigenskapar lyt ein spørje direkte om.



### 5.7.1 Skjemarepresentasjon av informasjonselement

Eit skjema definerer ein struktur for informasjonen. I 802.21 er skjema brukt til å definere strukturen i informasjonselementa og forbindelsen mellom dei. Alle MIHF som har MIIS må støtte desse skjema, slik at ein effektivt kan utveksle informasjon mellom MIIS kapable nodar. MIIS-skjema vert delt i to hovudkategoriar:

**Grunnleggande skjema** som alle MIH einingar må støtte

**Utvida skjema** som er valfritt og kan vere leverandørspesifikt

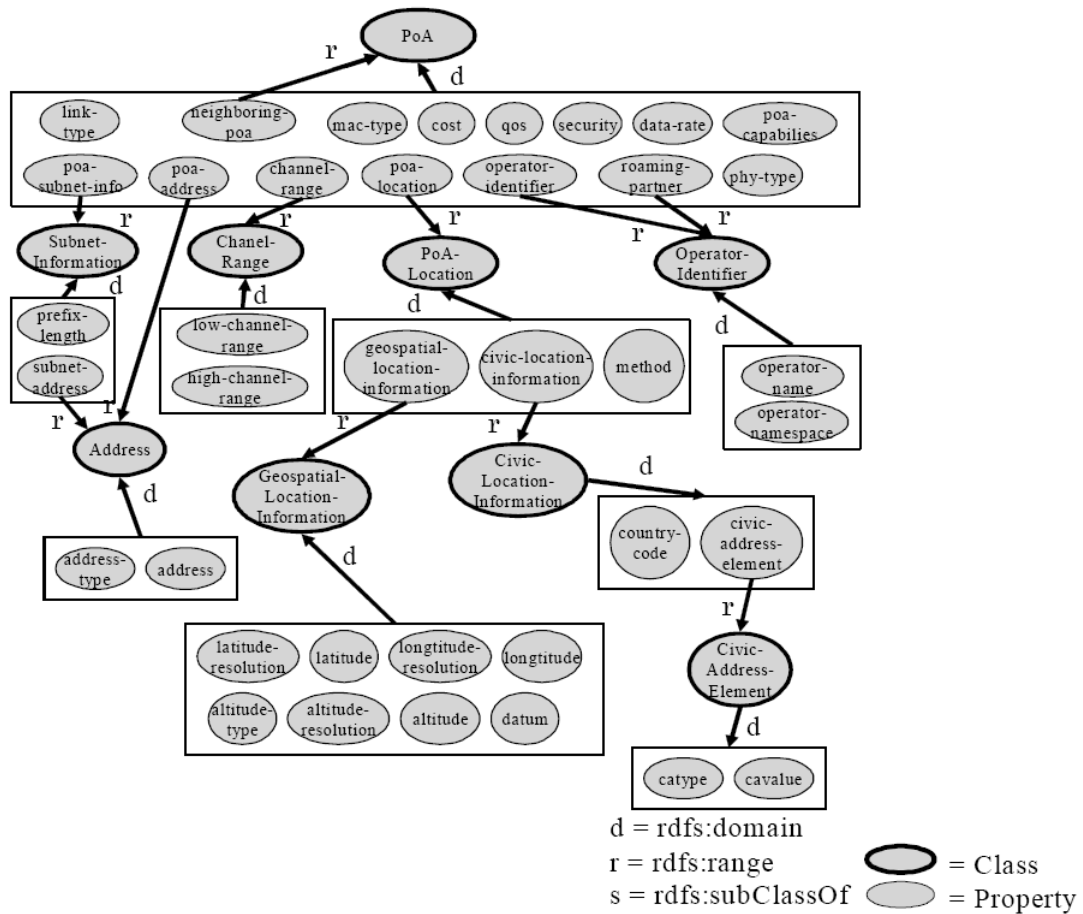
Det utvida skjema står ikkje for seg sjølv, men er supplement til det grunnleggande. Vedlikehald av dette vert gjort i nodane ved at ein lastar ned oppdaterte versjonar etterkvart. Endringar som kan førekomma er nye aksessteknologiar, nye L3MP og andre ting som ikkje er statisk.

I figur 7 er det presentert eit diagramseksempel på eit grunnleggande skjema basert på RDF. Klassane i figuren er: PoA, Subnet-Information, Address, Channel-Range, PoA-Location, Operator-Identifer, Address, Geospatical-Location-Information, Civic-Location-Information og Civic-Address-Element. Andre element i figuren er eigenskapar til klassane. Linjene i figuren indikerar om det er range eller domain avhengigheit. Range definerer kva type av ein spesiell eigenskap det er, medan domain er definerer kva klasse den bestemte eigenskapen tilhøyrer. RDF kan ogso representerast i tekstleg form, slik at det vert lettare å overføre i digitale media og å søke i. Korleis ein kan gjere det står meir om i vedlegg C.

### 5.7.2 Nabokart

Eit nabokart er eit nettveksdiagram som inneheld ei liste over PoA og liste med stiar mellom PoA rundt den PoA ein er tilkopla. I homogene nett er alle PoA av samme type, medan det for heterogene nett er skilnad på dei. Nabokartet inneheld både homogene og heterogene nettverkselement. Ein kan ogso få nabokart direkte frå aksessnettverket, men då er svaret avgrensa til det medie ein er tilkoppa/spør. 802.21 tilbyr eit sett av informasjon som gir eit bilete av nabosituasjonen uavhengig av mediatype.

Nabokartet vert vedlikeholdt av den funksjonelle eininga MIIS. Den kan hjelpe

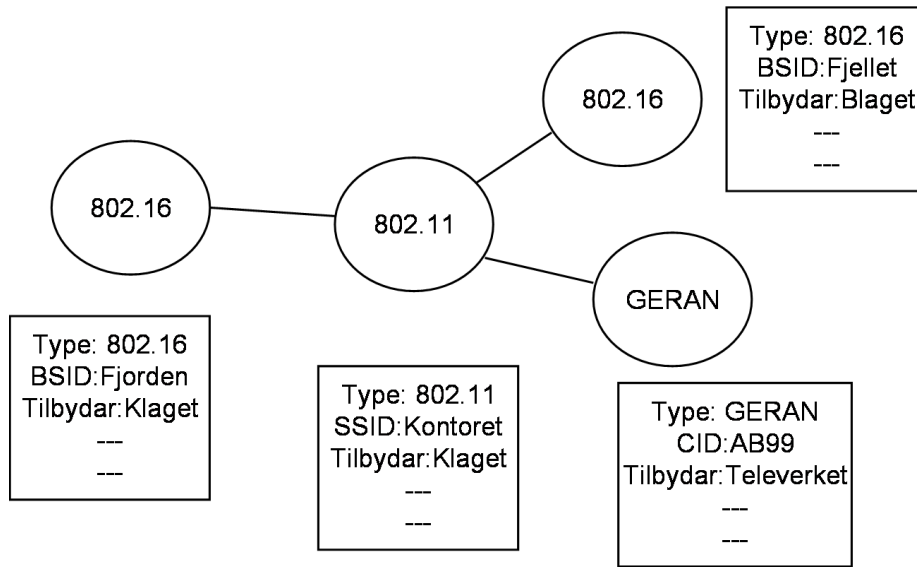


Figur 7: Eksempel på RDF-diagram [2]

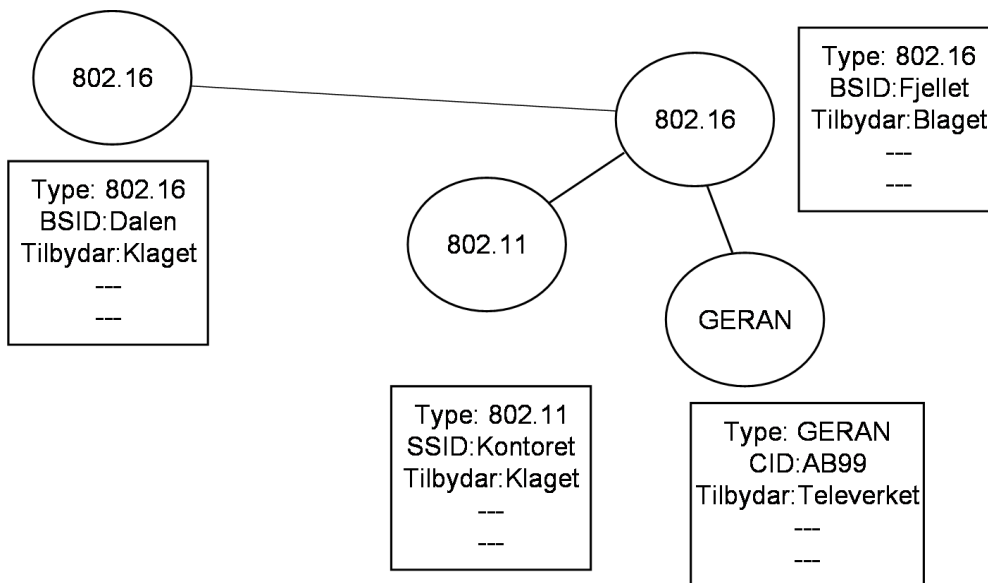
den MN å raskt identifisera potensielle PoA for handover. For ein node med fleire grensesnitt kan nabokart ogso nyttast til å finne ut kva grensesnitt det er meningsfullt å ha på og kva kanalar det er vits i å scanne. I figur 8 er det eit sett av nodar sett saman i eit nabokart for ein node som er kopla til SSID:Kontoret.

Kartet i figur 8 er ikkje det MN vil sjå heile tida. Når MN flyttar på seg vil den få andre nabokart, tilpassa den PoA den er kopla til. I figur 9 har MN flytta over til BSID:Fjellet og då får den tilgang til eit anna sett med naboar og eit anna nabokart.

Nabokarta kan vere laga og vedlikeholdt manuelt eller dynamisk. Manuelt ser ein for seg at det vert lagt inn av administrator. Nokon nettverk har ein meir



Figur 8: Eksempel 1 på nabokart



Figur 9: Eksempel 2 på nabokart

midlertidig form, slik at ein ynskjer at det skal vera sjølvlærande.

Eit eksempel på sjølvlærande mekanisme er å utnytte kunnskapen terminalen får ved handover. Terminaler gir då tilbakemelding til den MIH Pos som den har kontakt med om korleis handover gjekk til nytt PoA. Det kan då vere ei



melding som inneheld førre PoA og den PoA ein kopla seg til. Anna informasjon som kan vere med er signalstyrken på dei forskjellige grensesnitta ved handover, handovertida, mediatype, eigar og liknande. Desse meldingane må verifiserast då det er stor skilnad i rekkevidda til dei forskjellige terminalane og for å luke ut falske meldingar. Nabokarta må ogso ha ein tidsmekanisme, slik at om ingen har tatt handover frå eit PoA til ein anna på lengre tid, so lyt ein vurdere om den er fjerna frå nettet.

### 5.8 Media Independent Handover Protocol

MIH-protokollen(MIHP) skildrar meldingsformatet som vert nytta mellom MIHF-entitetar. MIHF-entitetane vert då i stand til å utveksle informasjon og samhandle. MIHP skal gi følgjande tenester:

- 1: MIH-moglegheitsoppdaging: MIHF i ein MN eller ein MIHF-entitet i nettverket skal finne ut kva entitetar som støttar MIHF. Etter det vil MIHF-entitetane finne ut kva som er optimal måte å kommunisera seg imellom. Den finn ogso ut kva hendingar, kommandoar og informasjonselement som er støtta.
- 2: MIH-fjernregistrering: MIHF-entitetar kan registrere seg hjå kvarandre for å motta handovermeldingar og hendingar frå den andre enden.
- 3: MIH-meldingsutveksling: MIHF kan utveksle MIH-meldingar ved hjelp av MIHP over eigna transportmekanisme. Dette kan vere MIES, MICS og MIIS meldingar for samhandling og informasjonsutveksling.



Tabell 1: Transportmoglegheitar for MIHP  
[2]

	Mediatype	L2 Transport	L3 Transport
1	Ethernet	Datarammer	IP basert
2	802.11	Datarammer og Managementrammer	IP basert
3	802.16	Datarammer og Managementrammer	IP basert
4	3GPP	Krev endringar i protokollstakk	IP basert
5	3GPP2	Krev endringar i protokollstakk	IP basert

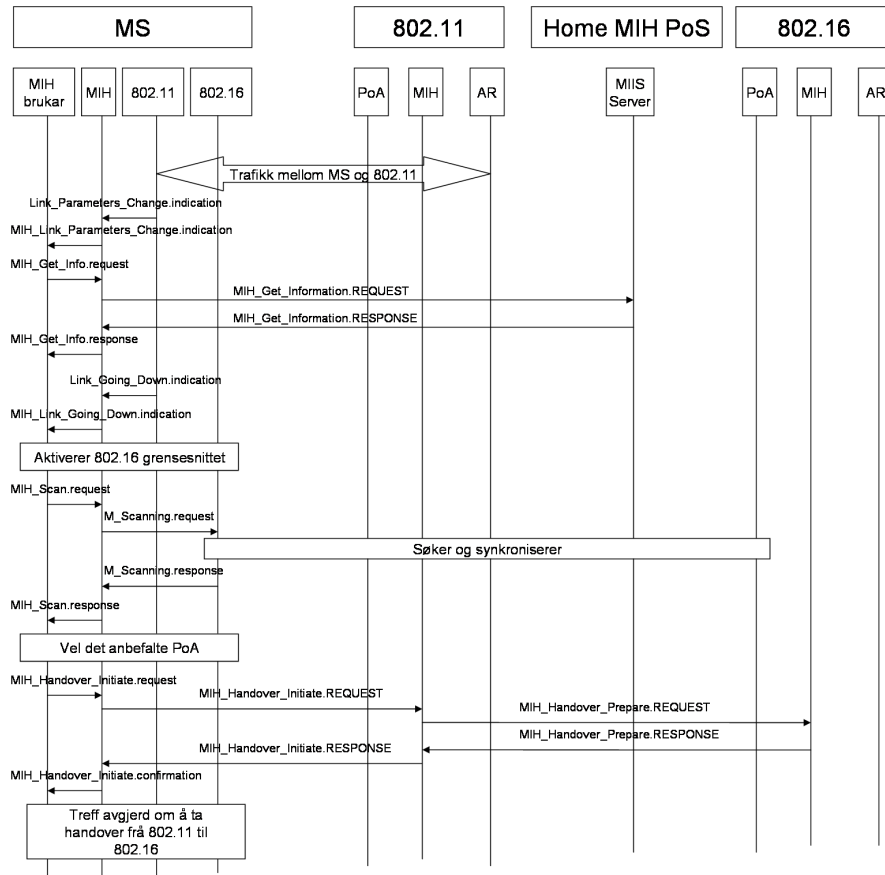
Avhengig av aksesteknologi som er knytta til MN vel ein transportmekanisme. Tenestene kan verte sendt i L2 managementrammer, L2 datarammer eller høgare lags protokollar. Tabell 1 syner nokre vanlege mediatypar.

## 5.9 Handover

Referanse: [16]

Utgangspunktet for dette hendingsforløpet er at det er ein MN som har fleire grensesnitt og som brukar ein generell L3MP. MIH-brukaren er i dette tilfellet aktiv deltakar i val av nytt PoA, derfor har den abonnert på tenester gjennom MIHF slik at den vert varskua når signalet vert dårlegare. I figur 10 ser me eit slikt hendingsforløp vert starta opp.

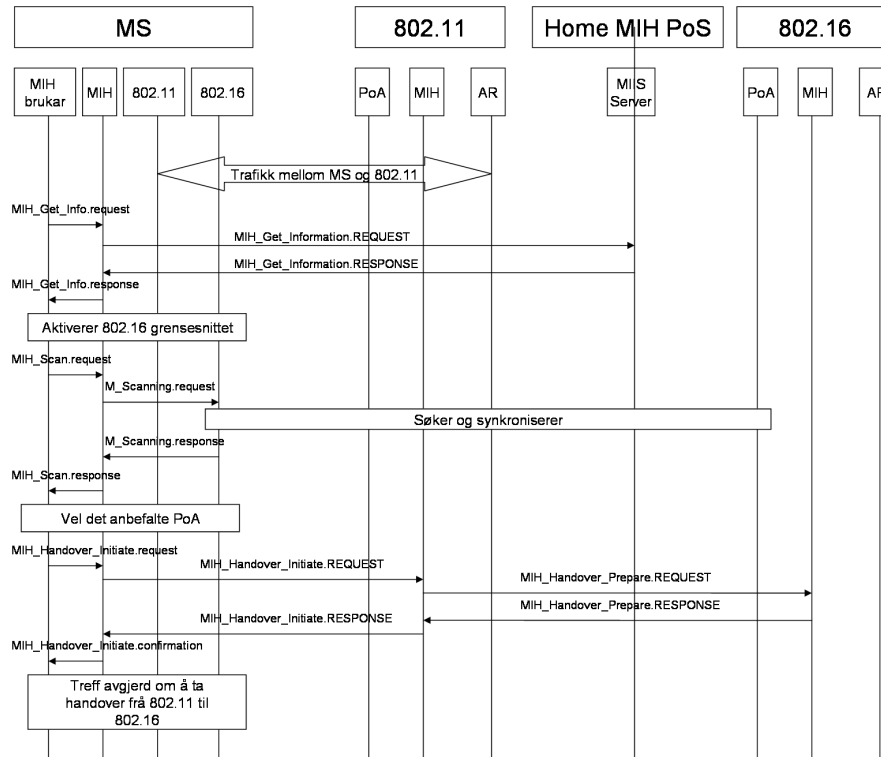
- 1: MIH-brukaren vert varskua om at signalet har gått under grenseverdien.
- 2: MIH-brukaren spør so om nabokart for det PoA den no er tilkopla. Med denne informasjonen veit MIH-brukaren kva grensesnitt og kanalar den skal søke i når signalet vert endå meir degradert. Nabokartet er i dette høve lokalisert i MIIS -tenaren, men den kunne ogso ha vore i MIH-eininga til PoA.
- 3: Den mobile terminalen bevegar seg ut av dekningsområdet og får melding om at signalet frå PoA vert dårlegare.
- 4: Den mobile terminalen slår på 802.16 grensesnittet og MIH-brukaren startar søk etter PoA. Dette søket kan gjerast effektivt sidan den veit kva kanalar og PoA som er aktuelle kandidatar.



Figur 10: Forberedingar til MIH handover

- 5: Ut frå søket gjer MIH-brukaren eit val på kva PoA den skal kople seg til.
- 6: Den spør so om allokering av ressursar på det PoA med MIH\_Handover\_Prepare meldinga.

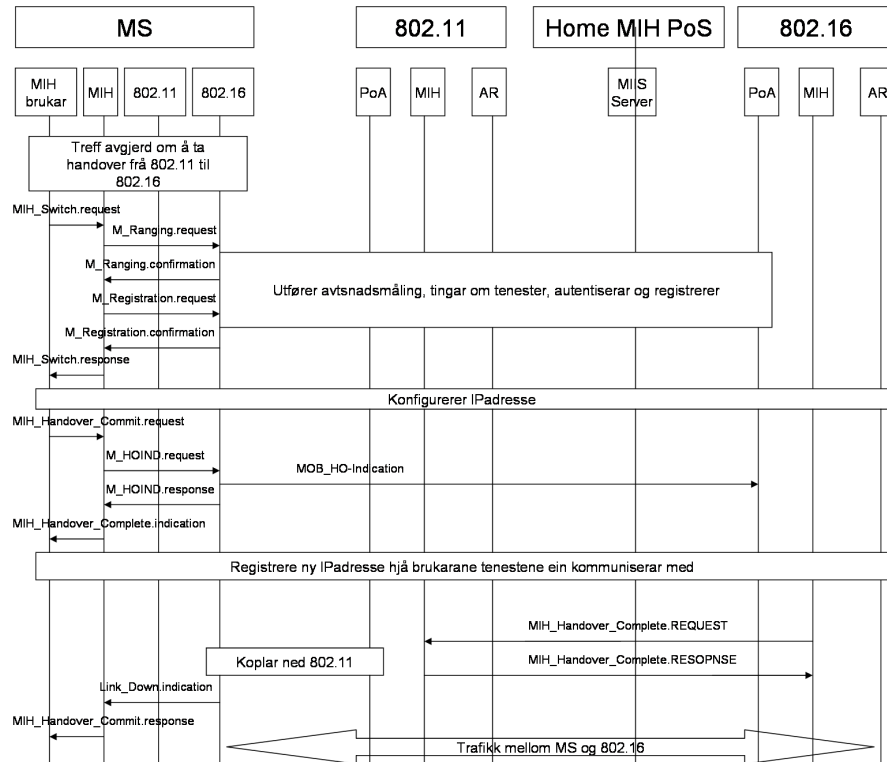
I figur 11 har eg skildra eit forløp der MIH-brukaren er på eit nett som er dyrt eller ikkje har tenestep primitiv som tilfredstiller brukaren sine behov. MIH-brukaren ynskjer derfor å skifte før signalet vert dårleg. MIH-brukaren let då vere å vente på at signalet skal verte dårleg, den spør om nabokaret med ein gong den har satt opp forbindelse med 802.11 PoA, eller når brukarbehova endrar seg. Skilnaden frå figur 10 ligg i at MIH-brukaren startar opp prosessen istadenfor ei hending på eit grensesnitt.



Figur 11: Forberedingar til MIH handover

No kan MIH-brukaren gjera val av nett basert på informasjon den har henta inn og vere viss på at det er tilgjengelege ressursar på det PoA den har valgt. I figur 12 er sjølve utføringa av handoveren skildra.

- 7: Med `MIH_Switch.request` kommandoen startar den etableringa av 802.16 grensesnittet.
- 8: Når registreringa er gjennomført får MIH-brukaren beskjed.
- 9: MIH-brukaren skaffar seg so IP-adresse på grensesnittet
- 10: MIH-brukaren sender so `MIH_Handover_Commit` til det nye PoA for å gi beskjed om at handover skjer.
- 11: Etter å ha fått respons på førre melding gjer MIH-brukaren L3 handover.
- 12: MIH-brukaren tar so ned 802.11 grensesnittet.
- 13: Ein vellykka handover er gjort.



Figur 12: Utføring av MIH handover

## 5.10 Oppsummering

IEEE 802.21 arbeidsgruppa har vore gjennom fleire av prosessane fram til ein ferdig standard og er no inne i arbeidsgruppa sin avstemming. Inspirasjonen til IEEE 802.21 er å få til sømlaus handover uavhengig av mediatype. For å få til dette har dei lagt inn eit intelligent lag mellom L2 og L3. Laget gir informasjon til L3MP og kan styre og få meldingar ut frå lågareliggende lag. MIHF kan ogso kommunisera seg imellom slik at L3MP kan hente informasjon ut frå nettet. Dei har lagt opp til at ein skal kunne veksle mellom leverandørar og teknologi utan innverknad på tenester. Det kan vere at brukaren får trong for betre kapasitet eller kvalitet under sin nettsesjon, det kan vere endringar på nettet under sesjonen eller terminalen kan forflytte seg. Handover mellom teknologiar kan vere ynskjeleg å gjere i høve der det er skilnad på kostnad og ressursar.

MIHF lyt vere representert i MN for at den skal kunne nyttegjere seg eigenskapane til systemet. For å få tilgang til informasjonstenester og hendingar i nettverket



lyt ein ogso ha MIHF-entitetar i nettet. Desse kan vere lokalisert på fleire plassar avhengig av aksessteknologi, produsent og eigar. I nokre nett vil MIHF-entitetane vere lokalisert i PoA medan andre har denne eininga plassert sentralt i nettet.

I MIHF er det fleire forskjellige funksjonelle entitetar, SAP, MIES, MICS, MIIS. Gjennom SAP vert det mogleg for MIHF å kommunisere mellom nettverkslaga. SAP mot lågare lag er avhengig av kva grensesnitt ein nyttar, slik at ein kan utnytte eigenskapane i nettet best mogleg. MIES sender meldingar frå lågare lag og oppover, dei kan ha sin opprinnelse frå endringar i linkstatus og andre hendingar. MICS er kommandoar som går frå høgare lag og nedover. Det kan vera å opprette abonnement på hendingar frå bestemte grensesnitt, starte opp handover, eller andre kommandoar som er kjent for systemet. MIIS syt for at nettverksinformasjon vert gjort tilgjengeleg for L3MP når den ber om det. Informasjon som L3MP kan ynskje er til dømes nabokart. Informasjonen mellom MIHF-entitetane nyttar MIHP for å kommunisere, slik at ein har eit fast sett å kommunisere på uavhengig av utstyrsleverandør.

Nabokartet inneheld informasjon som gjer det mogleg for MN å effektivt søke etter det nettet ein mest ynskjer å kople seg opp mot. Alle nærliggjande nett er med der, både dei av samme type og dei av andre typar. Nabokartet kan vera statisk, dynamisk eller ein kombinasjon, kva som vert valt avheng av korleis strukturen på netta i nærområdet varierer. Som dynamisk er det sjølvlærande og dannar seg på grunnlag av rapportar om vellykka handover, eit bilete av korleis nettet er samansatt.

Det er ikkje innafor grenseflatene til IEEE 802.21 å ta avgjerd om kva nett ein skal vere kopla til. IEEE 802.21 tilbyr kommandoar og hendingstenester som assisterer L3MP ved handover. Det er kommandoar for oppsetting av forbindelse, informasjon om nettet og informasjon om hendingar på grensesnitta. Dette skal gjer at L3MP kan ta handover til rett tid, på eit godt grunnlag, raskare.





## 6 IEEE 802.21 assistert L3MP

Tenestep primitiva i 802.21 kan arbeide med kva som helst type av L3 mobilitetsprotokoll slik som SIP, MIP og MIPv6. Og IEEE 802.21 skal kunne handsame fleire L3MP på eit system samstundes. Ein MN kan gjere seg bruk av tenestep primitiva i IEEE 802.21 til å kommunisere med einingsdrivarar og andre L3MP undervegs. Følgjande kapittel vil fokusere på horisontal handover og sjå kor mykje forbetring ein kan rekne med å få med IEEE 802.21 framfor å ikkje ha denne funksjonaliteten tilgjengeleg. Før oppsummeringa kjem utrekning av handovertida til dei forskjellige løysingane.

MIPSHOP er ei gruppe som tar for seg å optimere MIP. Mellom forslaga er FMIPv6. Tilpassingane er gjort er med tanke på å gjera handovertida kortare.

Mykje av arbeidet her bygger på [17]. Der syner dei korleis MIH-tenester samvirker med MIPv6 og FMIPv6. Dei forslaga til forbetringar av IEEE 802.21 som dei føreslår der, er no ein del av IEEE 802.21. I tillegg til deira forslag, føreslår eg eitpar forbetring av MIPv6 og SIP.

### 6.1 SIP

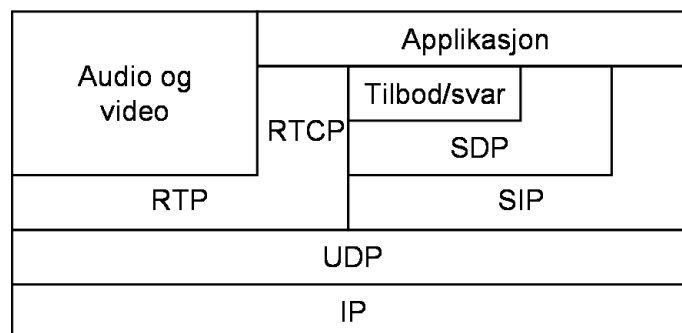
SIP er ein L3MP utvikla av IETF og er skildra i RFC 3261[18]. RFC 3261 har status som Internet Standard. SIP er ein standard for å sette igang, modifisera og terminera interaktive sesjonar som inkluderer multimedia slik som video, tale, direkte meldingstenester, nettspel og virtuell verkelegheit. I November 2000 vart SIP bestemt brukt i 3GPP som signaleringsprotokoll. Det er ein av dei mest brukte signaleringsprotokollane for IP-basert telefoni saman med H.323.

SIP har ingen form for kvalitetssikring av tenestene, det ligg ikkje inne noko støtte for reservering av ressursar, kontroll av samband eller andre former for overvaking av linjekvalitet. I utgangspunktet tilbyr ikkje SIP handoff.



### 6.1.1 Protokollen

SIP klientar registrer seg SIP-tenarar. På den måten er dei tilgjengelege gjennom samme adressa heile tida. Som illustrert i figur 13 vert SIP kun nytta til signaleringa. Overføringa av audio og video skjer uavhengig av protokollen. Modifisering av ein sesjon må til når ein for eksempel får handover, modifiseringa vert gjort med ein re-INVITE melding, heimetenar må ogso oppdaterast med den nye adressa.



Figur 13: SIP nettverkslag

Målet i SIP er å tilby telefonsignaleringsfunksjonane ein kjenner frå vanleg linjesvitsja telefoni. Slike ting som å ringe nummer, få ein telefon til å ringe, høyre opptatt signal. I motsetning til i vanleg linjesvitsja telefoni har ein i SIP lagt mykje meir av intelligensen i kanten av nettverket. Sett vekk frå registreringstenesta og oppslaga der er SIP ein klient til klient protokoll.

SIP er lesbart og har ein spørje-svar struktur. SIP er ikkje knytta til bestemte koding eller overføringsmåte. SIP kan brukast som bringar av Session Description Protocol(SDP) som er skildra i RFC 2327[19] for å bestemme kva media(for eksempel audio eller video) som er støtta i sesjonen, transport og koding.

Det er definert 6 metodar i SIP. Det er REGISTER for å registrere kontaktinformasjon. INVITE, ACK og CANCEL for å sette opp sesjon. BYE for å avslutte ein sesjon og OPTIONS for å spørje tenarar om deira moglegheitar.

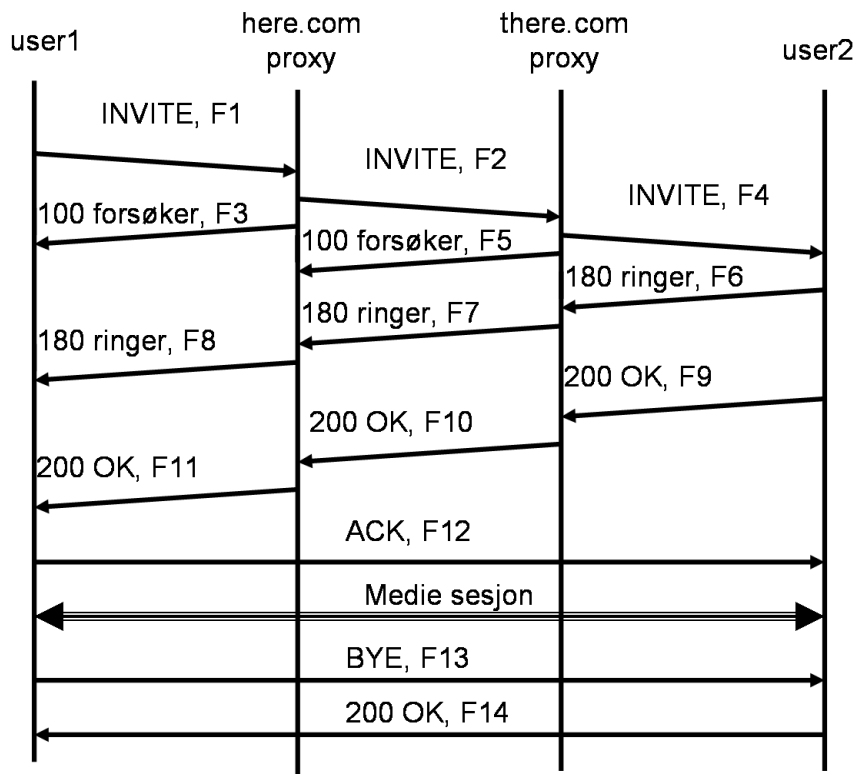
Responsane i SIP er basert på ein tresifra tallkode. Der det er 6 lovlege tal for fyrste siffer.





- 1xx: Midlertidig, spørsmålet er motatt og vert vidare behandla.
- 2xx: Suksess, forespørselen vart motatt, forstått og akseptert.
- 3xx: Omadressering, spørsmålet må stillast til nokon andre eller på ein anna måte.
- 4xx: Klientfeil, feil på spørsmålet frå klient, eller spørsmålet kunne ikkje svarast på ved denne serveren.
- 5xx: Tenarfeil, tenaren kunne ikkje svare på spørsmålet.
- 6xx: Global feil, spørsmålet kunne ikkje innfriast på nokon tenar.

### 6.1.2 Eksempel på samtaleoppsett



Figur 14: SIP signalering

I figur 14 ser ein eit vanleg hendelsesforløp for SIP. user1 inviterer user2 til ein samtale. For å nå user2 nyttar user1 SIP-nummeret til user2. SIP-nummeret er



gitt på samme form som ei epostadresse, med brukaridentifikasjon før alfakrøllen og brukaren sitt domene etter, user2@there.com.

```
INVITE sip:user2@there.com SIP/2.0
Via: SIP/2.0/UDP pc1.here.com;branch=z9hG4bK776asdhds
Max-Forwards: 70
To: user2 <sip:user2@there.com>
From: user1 <sip:user1@here.com>;tag=1928301774
Call-ID: a84b4c76e66710@pc1.here.com
CSeq: 314159 INVITE
Contact: <sip:user1@pc1.here.com>
Content-Type: application/sdp
Content-Length: 142
```

Figur 15: SIP invite melding utan SDP

Invitasjonen i figur 14 kan sjå ut som i figur 15. Under har eg skildra kva meldinga i figur 15 tyder:

**Invite:** Fyrste linja skildar kva meldingstype det er, ein invitasjon til SIP brukar user2@there.com.

**Via** inneheld adressa pc1.here.com, som er plassen user1 ynskjer å få responsen på. Den inneheld ogso ein branch parameter som identifiserer denne transaksjonen.

**Max-Forwards** er eit heiltal som fortel kor mange hopp ein kan ha fram til destinasjonen, denne er redusert med ein for kvart hopp.

**TO** fortel kven mottakar er, i dette tilfellet user2 som har SIP-adressa, user2@there.com.

**From** feltet inneheld sendaren sitt alias og SIP-adresse, samt ein tag som vert nytta til identifikasjon.

**Call-ID** er ein unik identifikator for denne sesjonen i tillegg til user1 si adresse.

**Cseq** inneheld eit heiltal som tel oppover med antall spørjingar i tillegg til metodenamn.

**Contact** er direktenummeret til user1, her kan både url og IP-adresse nyttast. Medan Via feltet fortel kvar dei skal sende tilbakemeldinga, fortel Contact feltet kvar framtidige spørjingar skal rettast.

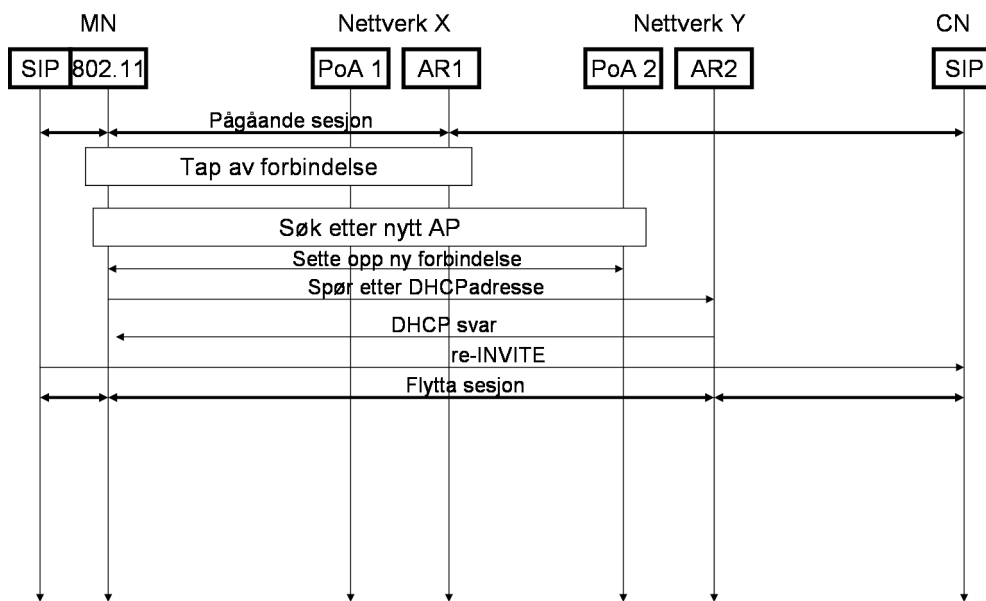
**Content-Type** skildar kva som er vidare i meldinga.

**Content-Length** fortel kor stor resten av pakka er.



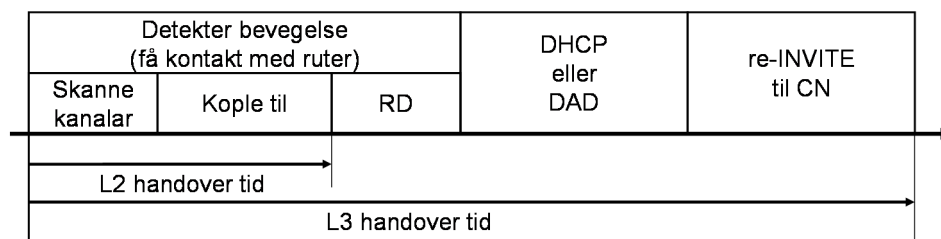
### 6.1.3 SIP Handover

Når ein ikkje har noko intelligens på nettlaget vil ikkje SIP vite at den eksisterande linken vert dårleg og ein får ein hard handover. Det vil då førekomma pakketapstid som inkluderer, søk etter nytt nett, oppkopling mot nytt nett, skaffe ny IP-adresse og re-INVITE av SIP-sesjonen. Ein kan då tenkje seg eit forløp som i figur 16.



Figur 16: Handover med SIP

I figur 17 ser ein korleis dette vert med tanke på tidsforbruk. Tida dei forskjellige handlingane tar kan variere etter kva drivarar, kor lang tid det tar å få kontakt med ruter(RD), DHCP/DAD(skaffe IP-adresse) og kor lang avstanden er til Correspondent Node(CN).

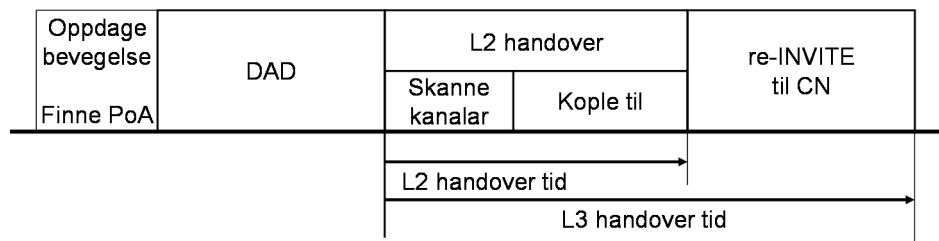


Figur 17: handovertid med SIP



### 6.1.4 SIP Handover med 802.21

Med 802.21 vil ein ved hjelp av å abonnere på tenesta som fortel at linken vert degradert, forutsei at ein må skifte tilkoplingspunkt. For å gjere søk etter nye nett raskare, kan ein gjennom nabokartet finne ut kva kanalar dei nyttar, kva dei heiter og kva adresserom som er knytta til dei. Ein går ut i frå at MN ser kva PoA den har innafor rekkevidde samstundes som den kommuniserer med det PoA ein er kopla til. På den måten kan MN på førehand vite kva PoA den skal kople seg mot og få meir kunnskap om det. For å gjera det mogleg å bruka SIP som L3MP protokoll saman med IEEE 802.21 lyt ein ha noko utvida funksjonalitet slik at SIP og IEEE 802.21 kommuniserer. Samn med det føresler eg ein tilleggsfunksjon til SIP som gjer at den kan finne ny IP-adresse før den tar koplars om L2. Då vil tidslinja sjå ut som i figur 18. Sidan MN på førehand veit kva den nye IP-adressa vert og at ingen andre har den, er det ikkje noko i vegen for at den sender **re-INVITE** før den skiftar PoA. På den måten vert handovertida det samme som tida **re-INVITE** tar eller tida det tar å skifte PoA, alt etter kva som tar lengst tid.

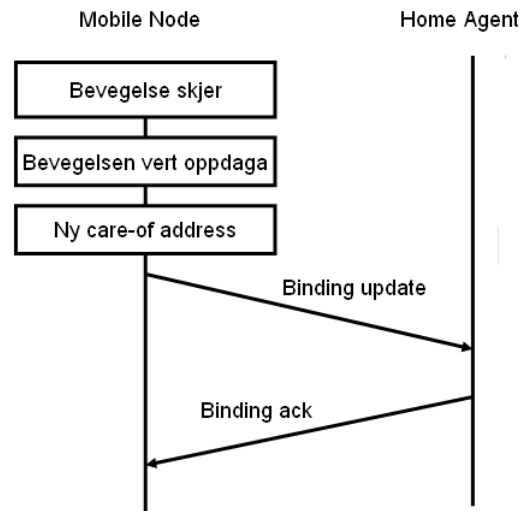


Figur 18: handovertid med SIP og IEEE 802.21

## 6.2 MIPv6

MIPv6 er standardisert i RFC 3775[3] og har nådd status som Internet Standard. Den bygger på IPv6 som er skildra i vedlegg B. MIPv6 tar som mål av seg å vera so transparent som mogleg for overliggjande lag.

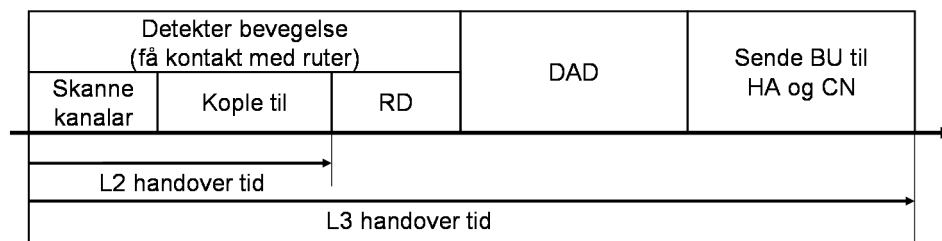
I MIPv6 har noden ei fast IP-adresse, ei heimeadresse, denne gjer det mogleg for noden å vera tilgjengeleg for andre gjennom eit fast punkt og mobiliteten kan gjerast usynleg for overliggjande lag. Når den mobile noden skiftar tilkoplingspunkt får den ny Care-of address(CoA). Den nye CoA registrerer MN i Home



Figur 19: handover i MIPv6

Agent(HA) og eventuelt CN ved hjelp av binding update(BU). HA og CN lagrar so informasjonen i eit mellomlager. Når ein CN skal snakke med MN i tilfeller der den ikkje har MN i sitt mellomlager, vil den kommunisere med MN via HA. I tilfeller der den har MN i sitt mellomlager, kan den senda pakkane med ein hovudtype der pakkestraumen ikkje treng gå via HA. Uavhengig av korleis pakkane vert transportert vil det for applikasjonslaga i MN og CN sjå ut som om MN er på HA. Pakkane som vert utveksla ved ein handover med MIPv6 er synt i figur 19. I figuren er ikkje eventuelle CN representert, men MN kan sende BU til dei CN den snakkar direkte med.

Problemet med MIPv6 er tida handover tar. For sanntidstenester som tale- og videotelefoni er handovertida kritisk. Lang handovertid gjer at ein får brot som er merkbare og skjemmande for den opplevde kvaliteten.



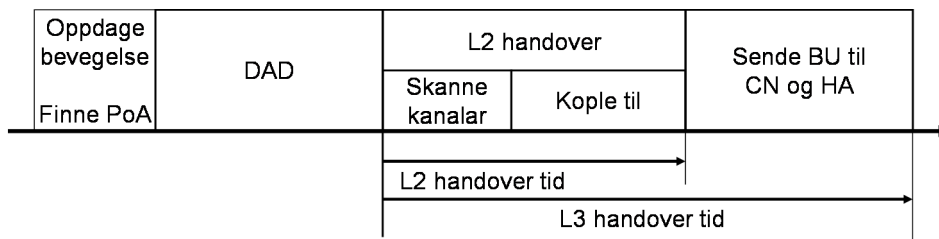
Figur 20: handovertid med MIPv6



Figur 20 syner kva som bidreg til handovertida frå handoveren vert starta opp. Tida det tar å finne ny kanal kan variere veldig alt etter produsent og teknologi. Deretter lyt MN kople seg opp mot det nye PoA og bli assosiert på L2. So må den vente på at ruterer sender ut informasjonsramme, slik at MN får kontakt med den og får vite kva adresserom som er der. Etter det må den konfigurere CoA adresse, som den gjer med DAD. Fyrst etter det kan ein sende BU til HA og CN.

### 6.2.1 MIPv6 og IEEE 802.21

Med tilgangen til informasjon frå MIHF vil ein kunne korte ned handovertida. MN vil vite at linken byrjar å verte dårlegare og gjere bakgrunnssøk etter nye PoA. Gjennom kunnskap frå nabokartet kan den vite kva kanalar og PoA den skal søke og dermed gjere søket effektivt. Adresserommet til den neste PoA og ruteradressa vil då ogso vera kjent for MN. Sidan MN kjenner adresserommet kan den kunne skaffe seg ny IP-adresse før den koplur frå det gamle PoA. Tidslinja vil då sjå ut som i figur 21. På samme måte her som under SIP, kan ein dra nytte av å vite IP-adressa i førehand og sende BU før ein skiftar PoA. Sidan det her er snakk om ein aktiv sesjon er det ikkje naudsynt å vite om BU kom fram, i tilfelle den ikkje gjorde det får ein vite det ved at det ikkje kjem trafikk til den nye CoA som er registrert.



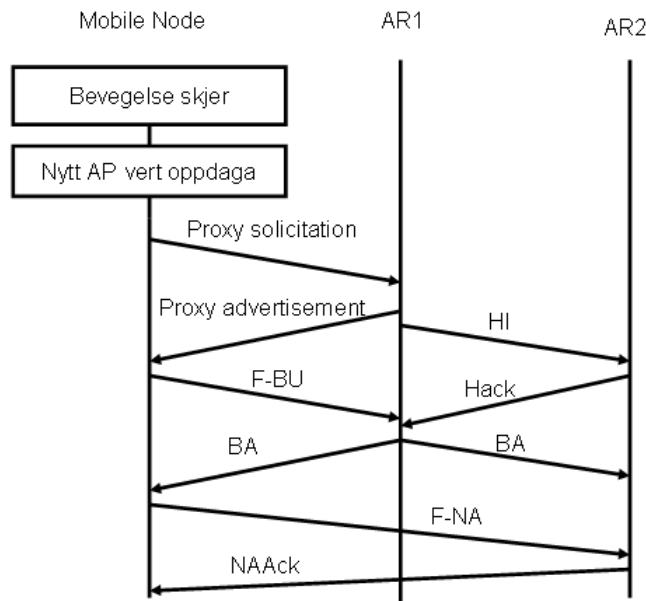
Figur 21: handovertid med MIPv6 og 802.21

### 6.3 FMIPv6

FMIPv6 har som mål å minimere forsinkelse som kjem på grunn av skifte av tilkoplingspunkt. Dette vert gjort ved å ta vekk signaleringa mot HA og CN i den tidskritiske fasen. Måten det vert handsama på er å la den mobile noden



få kjennskap til den nye ruterer og dens prefiks før ein koplar frå det gamle tilkoplingspunktet. Den set vidare opp ein tunnel mellom ruterane, slik at noden får vidare sendt pakkane som vert sendt til den gamle CoA heilt til nye er registrert i HA og CN. FMIPv6 er skildra i RFC 4068[20], som er ein eksperimentell RFC.



Figur 22: Skifte av tilkoplingspunkt med FMIPv6

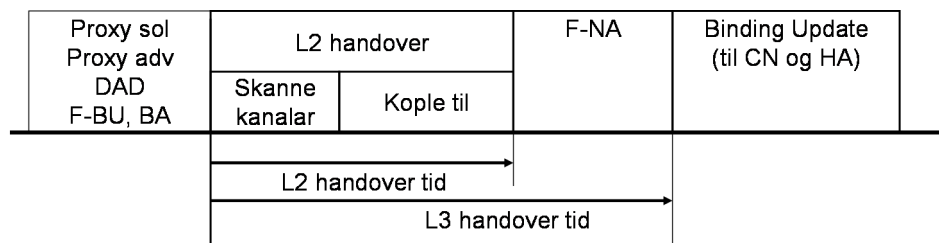
Når MN merkar at signalet vert dårlegare, startar den søk etter nye tilkoplingspunkt. Om den finn eit betre signal kan den treffa avgjerd om å velge det tilkoplingspunktet. På det noverande tidspunkt veit ikkje noden andre ting om det PoA enn namn og linklagsadressa. Vidare er ein avhengig av at den lokale ruterer(AR1) har ein tabell med nabopunkt. MN vil spørje der(proxy solicitation) kva ruteradresse det neste PoA er kopla til. AR1 sender so attende melding(proxy advertisement) om prefiks og AR2 til det nye PoA, samt at den startar opp handover(HI) med AR2. Når AR1 mottek Fast Binding Update(F-BU) meldinga frå MN og Hack(Handover Acknowledgement) frå AR2 vil AR1 sende ut melding om at alt er ok(BA). MN vil då kople seg til den nye linken og so sende ein F-NA melding til AR2, den inneheld ei stadfesting på at MN er kopla til det nye PoA. Noden vil no kommunisere med den gamle CoA gjennom tunnelen mellom AR1 og AR2. Etter dette vil den sende BU til HA og CN. På denne måten vert det minimalt med forsinkelse på grunn av sjølve handover mekanismen, tida



frå ein koplar ned den førre linken til ein er synkronisert med den nye vil fortsatt vere der.

Tap av kontakt under signalering kan og vil vere noko som førekjem. Følgjande kan skje:

- MN får ikkje sendt **proxy solicitation**: Med minder AR1 veit kvar den MN bevegar seg, vil dette feile. MN vil då nytte MIPv6.
- **Proxy advertisement** meldinga kjem ikkje fram til MN: Dette fører til at MN ikkje har informasjon om AR2 og den vil falle tilbake på MIPv6.
- **F-BU** vert ikkje send i tide: Sidan den AR2 allereie har motteke HI meldinga er tunnelen mellom AR1 og AR2 oppe. På grunn av dette kan MN sende denne meldinga etter at den er kopla til AR2. Nokre pakkar vil her gå tapt, men det er likevel betre enn med MIPv6 handover.
- **BA** meldinga kjem ikkje fram: MN nyttar **F-NA** meldinga til å finne ut om den nye knyttinga var akseptert. Ingen fleire pakkar går tapt i forhold til vanleg.



Figur 23: Handovertid med FMIPv6

I figur 23 ser ein at ein innfører litt tid før handover. Tida vert nytta til å sette opp tunnel og få ut informasjon om AR2. Signaleringstida vert kort på grunn av kort reiseveg for meldingane.

### 6.3.1 FMIPv6 og IEEE 802.21

Ved å gjere seg nytte av MIIS vil ein gjere FMIPv6 enklare. Ruterane treng ikkje ha informasjonslister over naboar, dette tar MIIS seg av. Tida før handover vert





avhengig av kvar IEEE 802.21 tenestene er lokalisert og kor raske IEEE 802.21 tenestene er. Om ein i IEEE 802.21 vel å laste nabokartet opp til MN med eit den er kopla på nytt PoA, istaden for å hente det ved behov, vil tida før handover verte redusert.

### 6.4 Utrekning av tidsforbruk

Her følg ei liste over antatt tidsforbruk for forskjellige handlingar, tidsforbruket er basert på antakelsar gjort i [17], for våre tilfeller reknar ein med at Round Trip Time(RTT) til HA og CN er lik:

$D_{L2}$ : 0,2s. L2 handovertida og den varierer med grensesnitt, produsent og drivarar.

$D_{RD}$ : 0,5s. Gjennomsnittleg tid det tar før ein mottar kunngjering om ruteradressa.

$D_{DAD}$ : 1s. Tida det tar å kontrollere at IP-adressa er unik.

$RTT_{MN-nAR}$ : 0,01s. Tida det tar ein pakke å reise frå MN og sin lokale ruter og attende.

$RTT_{nAR-HA}$ : Varierer. Tida det tar ein pakke å reise frå den lokale ruteraren til HA eller CN.



Dei forskjellige løysingane:

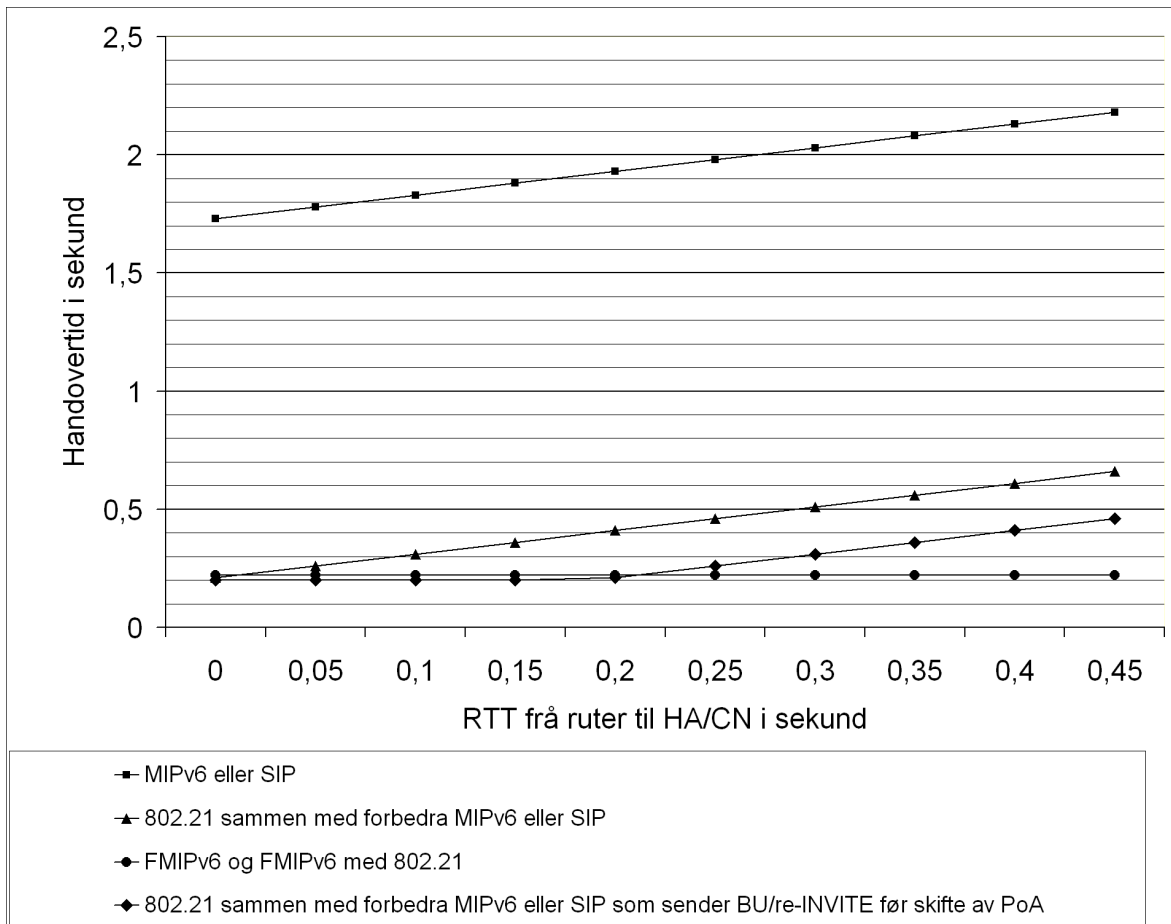
- $D_{\text{HO-SIP}}$ : Vanleg handover med SIP
- $D_{\text{HO-802.21SIP}}$ : Handover med SIP, IEEE 802.21 og førhandskonfigurering av IP-adresse.
- $D_{\text{HO-802.21SIP}_2}$ : Handover med SIP, IEEE 802.21, førhandskonfigurering av IP-adresse og utsending av `re-INVITE` i forkant.
- $D_{\text{HO-MIPv6}}$ : Vanleg handover med MIPv6
- $D_{\text{HO-802.21MIPv6}}$ : Handover med MIPv6, IEEE 802.21 og førhandskonfigurering av IP-adresse.
- $D_{\text{HO-802.21MIPv6}_2}$ : Handover med MIPv6, IEEE 802.21, førhandskonfigurering av IP-adresse og utsending av `BU` i forkant.
- $D_{\text{HO-FMIPv6}}$ : Vanleg FMIPv6
- $D_{\text{HO-802.21FMIPv6}}$ : FMIPv6 saman med IEEE 802.21

Tida der MN ikkje får eller kan sende pakkar til sin gamle HA/CN:

$$\begin{aligned} D_{\text{HO-SIP}} &= D_{L2} + D_{RD} + D_{DAD} + 3RTT_{MN-nAR} + RTT_{nAR-HA} \\ D_{\text{HO-802.21SIP}} &= D_{L2} + RTT_{MN-nAR} + RTT_{nAR-HA} \\ D_{\text{HO-802.21SIP}_2} &= D_{L2} \text{ eller } RTT_{MN-nAR} + RTT_{nAR-HA} \\ D_{\text{HO-MIPv6}} &= D_{L2} + D_{RD} + D_{DAD} + 3RTT_{MN-nAR} + RTT_{nAR-HA} \\ D_{\text{HO-802.21MIPv6}} &= D_{L2} + RTT_{MN-nAR} + RTT_{nAR-HA} \\ D_{\text{HO-802.21MIPv6}_2} &= D_{L2} \text{ eller } RTT_{MN-nAR} + RTT_{nAR-HA} \\ D_{\text{HO-FMIPv6}} &= D_{L2} + 2RTT_{MN-nAR} \\ D_{\text{HO-802.21FMIPv6}} &= D_{L2} + 2RTT_{MN-nAR} \end{aligned}$$

Reknestykkje syner at  $D_{\text{HO-FMIPv6}}$  og  $D_{\text{HO-802.21FMIPv6}}$  er like, samt at SIP og MIPv6 er like. I figur 24 er det synt samanhengen mellom  $RTT_{nAR-HA}$  og handovertida.

Talekvaliteten vil vere akseptabel ved forsinkelse på 200ms og god ved forsinkelse på 100ms[21]. Forsinkelsen er lik  $RTT/2$ . Frå grafen kan ein lese at for vår forbetra SIP og MIPv6, der ein i førehand sender `re-INVITE` og `BU`, får handovertid på 0,4 sekund ved 200ms forsinkelse og 0,2sekund ved 100ms forsinkelse.



Figur 24: Handovertid med tanke på  $RTT_{nAR-HA}$

## 6.5 Oppsummering av L3MP handover

IEEE 802.21 gjer det mogleg å innføre ny funksjonalitet til SIP og MIPv6 slik at handover vert raskare, utan at ein treng tillegga nettverket ny funksjonalitet. For FMIPv6 kan eg ikkje sei å ha funne noko forbetring med det forslaget til IEEE 802.21 ein har no. Med litt endring av funksjonalitet vil ein kunne korte ned tida før handover startar. 802.21 sitt bidrag til å betre handoveren er:

- MN veit at linken den er tilkopla vert dårlegare og kan hente inn informasjon om nytt PoA før det gamle vert brote.
- Ruteradressa er kjent gjennom nabokartet



- At ein kan førhandskonfigurere CoA, då ruteradressa kjem fram av MING tabellen.
- Sidan ein får førhandskonfigurert CoA, kan ein registrere den ogso før skifte av PoA.



## 7 Andre nett enn IEEE 802

Dette kapitlet inneheld ein studie i korleis IEEE 802.21 kan vere med på å betre handover mellom IEEE 802 nettverk og andre nettverk. Generic Access Network(GAN) er ein teknologi for å gi handover mellom det me reknar som vanleg mobiltelefoni og aksessteknologiar som er kopla til internett. Fyrst er det ein introduksjon til GAN, før eg freistar å finne ut kva som er løyst med teknologien og kva som ikkje vert løyst. Til slutt i kapitlet kjem eit forsøk på å dra fordelar av å nytte IEEE 802.21 saman med GAN.

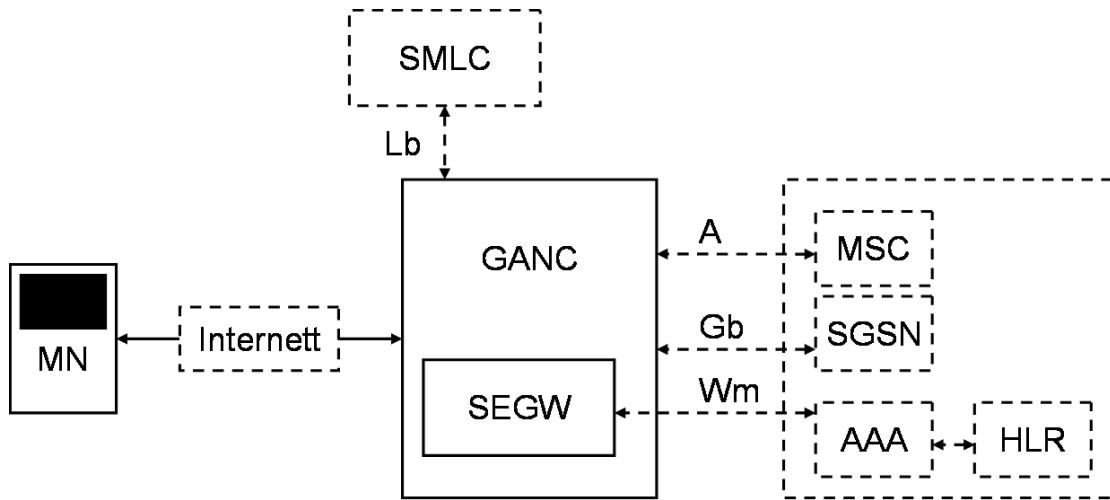
### 7.1 GAN

GAN[14, 22] var før dei vart adoptert av 3GPP i April 2005 kjent som Unlicensed Mobile Access(UMA) og standarden vert fortsatt presentert under begge namna. Det skildrar eit system som deler tenester kjent frå mobiltelefonnettet, det kan vere både pakkesvitsja og linjesvitsja, ut på IP-basert nettverk. GAN støttar handover mellom IP-baserte nett og mellom IP-baserte nett og GERAN/UTRAN. Det vil sei at ein MN kan ta handover mellom 802.11 nettverk, GERAN og UTRAN, i fall den støttar dei grensesnitt.

#### 7.1.1 Arkitektur

Hovudtrekka i figur 25 er at MN har fått utvida funksjonalitet slik at den kan ta i bruk tenester tilgjengeleg på mobilnettet over andre teknologiar som 802.11, i tillegg til GERAN og UTRAN. Det er ein Generic Access Network Controller(GANC) som er ein form for port mellom det IP-baserte nettet og det mobile kjernenettet. GANC ser for kjernenettet ut som ein GERAN basestasjon. Denne inneheld ein Security Gateway(SEGW) som terminerer tunnellen frå MN. All kommunikasjon mellom MN og GANC går gjennom SEGW og gir gjensidig autentisering, kryptering og dataintegritet. Det som er med stipla linje er ikkje innafør GAN sine grenseflater. GANC nyttar standardiserte grensesnitt mot resten av GERAN nettverket.

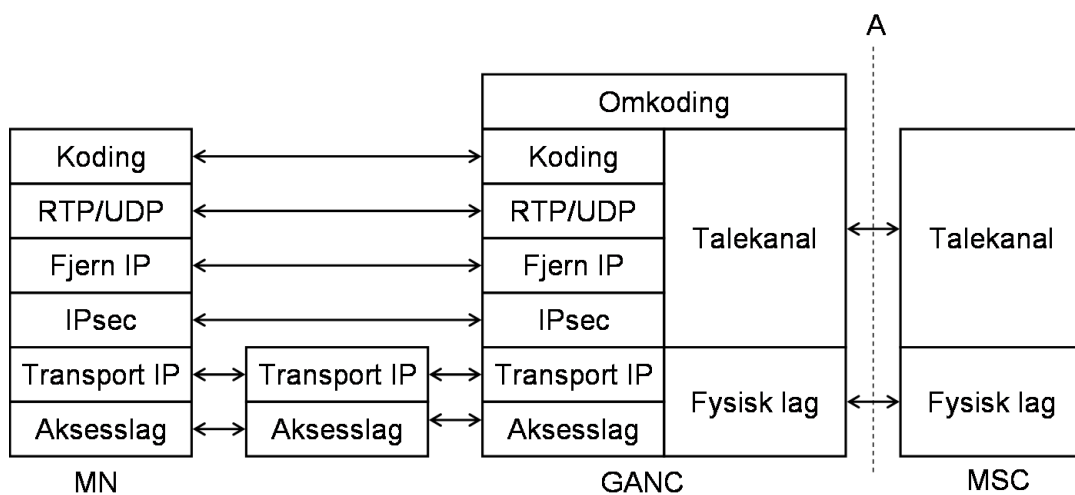
- A-grensesnitt for linjesvitsja tenester



Figur 25: GAN funksjonell arkitektur

- Gb-grensesnitt for pakkesvitsja tenester
- Lb-grensesnitt for lokasjonstenester.
- Wm-grensesnitt for AAA tenester

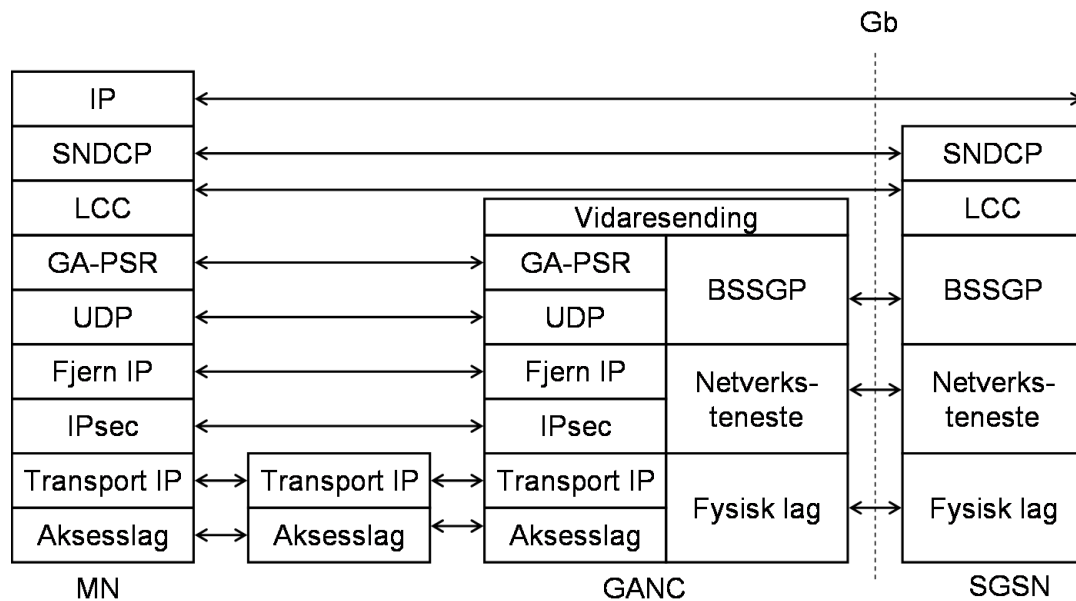
### 7.1.2 Protokoll



Figur 26: GAN protokoll for talesamband



For tilfeller der ein har talesamband vil protokollen sjå ut som i figur 26. Dei underliggjande laga, Aksesslag og Transport IP, sørger for kontakt mellom GANC og MN. IPsec syter for kryptering og dataintegritet. Taletenestene vert transportert over RTP/UDP. GANC gjer so dette om til vanleg talestraum som den overfører til Mobile Switching Center(MSC).



Figur 27: GAN protokoll for pakke-data

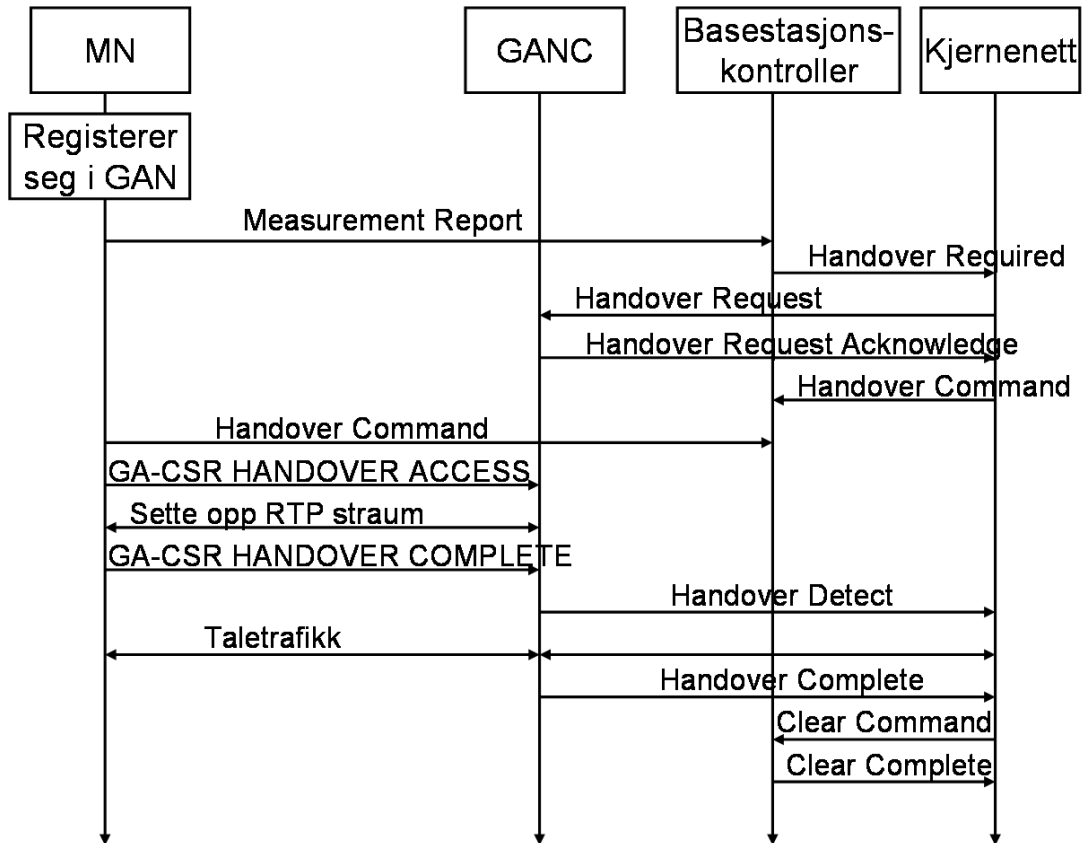
For tilfeller der ein har pakkesvitsja samband vil protokollen sjå ut som i figur 27. Denne inneheld nye laga for å overføre IP transparent mot Gateway GPRS Support Node(GGSN) og får MIP-konnektivitet gjennom den.

### 7.1.3 Handover

I figur 28 er det eit eksempel på handover. Der har MN ein pågåande sesjon, i dette tilfellet tale, som den ynskjer å flytte over på GAN. Den er satt opp til å føretrekke GAN og når Base Station Controller(BSC) syns at signalnivået er godt, vil den starte handover. Handover vert starta med **Handover Required message** til kjernenettet. Med **Handover Request message** forespør BSC om det er ledige ressursar på GANC. Den svarar positivt på meldinga med **Handover Request Acknowledge**. Med **Handover Command** startar ein oppsettet av RTP-straum mel-



lom MN og GANC. Når den er ferdig oppsatt legg den over talesambandet. Til slutt tar ein ned det gamle sambandet mellom MN og BSC med Clear Command.



Figur 28: Handover mellom Geran og Gan

#### 7.1.4 Modifikasjon av kanal under samtale

Gjennom Channel Modify prosedyren kan GANC modifisere parametra for ein pågåande samtale. Dette kan brukast i tilfeller der tenestekvaliteten endrar seg under samtalen. På den måten vil ein kunne fortsette samtalen gjennom GANC utan å gå over til GERAN/UTRAN nettverket. GANC kan endre følgjande paramater:

- Kodinga på kanalen.
- Samplestorleik.





- IP-adressa.
- RTP/UDP port.

### 7.1.5 Oppsummering av GAN

GAN tilbyr sesjonsmobilitet mellom IP-nett, UTRAN og GERAN. Tenesta har autentisering er sikker og privat. Problema knytta til lokasjonsteneste er løyst ved at ein brukar lokasjonsinformasjon frå UTRAN og GERAN nettverket.

Med GAN har ein ikkje løyst problema knytta til det å ha fleire grensesnitt og energiforbruk. Om ein stadig må søke etter PoA på alle grensesnitt vert det veldig energikrevjande. Ei potensiell løysing på dette er å gjere det manuelt, at ein slår på grensesnittet når ein trur det er i dekning. Problemet er at det er lite automatisk og gjer at brukaren heile tida aktivt må delta i prosessen. Eit anna alternativ som ogso inneber at ein hjelper til manuelt er at MN er sjølvlærande. Enten at den kan vere i sjølvlærande modus og lage seg tabellar over kvar ein har dekning med alternative teknologiar, eller at brukaren kan starte opp søk og få PoA lagt inn ein tabell. Båe desse har til felles at dei vil vere ei grei løysing for der ein ferdast ofte. Det vil heller ikkje tillegge nettverket nye oppgåver.

Sjølv om signalet er godt er det ikkje sikkert det er tilgjengelege ressursar. I GAN er det ikkje lagt inn måtar slik at ein på førehånd kan fortelje om grensesnittet vil gi tilfredstillande tenestekvalitet. Det er heller ikkje tilgjengeleg informasjon om pris på nettverket ein nyttar. Prispolitikk for andre aksessnett enn GERAN og UTRAN kan variere mykje.

## 7.2 GAN og IEEE 802.21

I IEEE 802.21 har ein nabokart med alle PoA som MN kan ta handover til er med. MN vil då slå på aktuelle grensesnitt når det er sannsynleg at ein kan kople til der og sleppe å søke gjennom kanalar og grensesnitt som det ikkje er dekning på. Sidan MN veit kva kanalar kvart PoA nyttar, kva adresseromet er og ruteradressa vil søk og tileigning av IP-adresse gå fortare. Nabokartet inneheld ogso kven som eig kvart PoA og kva det kostar å nytte. Dette gjer det mogleg for



MN å avgjere kva PoA ein skal nytte ut frå eit kostnadsperspektiv. Det er ogso høve til å spørje om PoA har tilgjengelege ressursar, slik at MN slepp å finne det ut etter at RTP-straumen er satt opp og brukaren slepp å oppleve unødvendig dårleg tenestekvalitet.



## 8 Diskusjon

Oppgåva har som mål å studere mediauavhengig handover med utgangspunkt i IEEE 802.21. Dette vart gjort ved å studere IEEE 802.21 sine utfyllande eigenskapar til eksisterande handover teknologiar.

Det eine miljøet var forskjellige L3MP i eit miljø der MN ikkje kan snakke med to PoA samstundes. Dette for å sjå kva ny kunnskap IEEE 802.21 innfører som kan bidra til å få ned handovertida og kor stor verknad det har.

Det andre miljøet var å sjå kva IEEE 802.21 kan gjera for GAN. GAN er ein standard for å tilby sesjonsmobilitet mellom IP-baserte nettverk og GERAN/UT-RAN. Her var målsettinga å sjå korleis IEEE 802.21 og GAN kunne utfylle kvarandre.

### 8.1 IEEE 802.21 og L3MP

Målsettinga var å studere korleis IEEE 802.21 kan vera til hjelp i tilfeller der MN ikkje kan snakke med begge PoA samstundes.

For å studere dette brukte eg forskjellige L3MP protokollar. Dette for å studere kor vidt det var noko skilnad med og utan IEEE 802.21. Samt å sjå kva forbetringar som kan gjerast i eksisterande L3MP med den nye informasjonen som vert tilgjengeleg med IEEE 802.21. For å få L3MP til å kommunisera med MIHF lyt det gjerast visse modifikasjonar i L3MP. Det må ogso gjerast grep slik at ein kan nyttiggjera seg informasjonen som er tilgjengeleg i MIIS. MN må ha ein prosess som bestemmer kva nett den skal vere kopla til.

Forbetringane eg har tilføya i SIP og MIPv6 er å la MN finne si nye IP-adresse før den flyttar over sambandet og la den sende CoA før skifte av PoA. Dette er mogleg sidan adresserommet til det nye PoA er kjent gjennom MIIS tenesta. Tida det tar å oppdage ruterens forsvinn ogso, sidan dette er informasjon som ligg i MIIS. Desse oppgåvene tillegg ikkje nettverket nye tenester utover IEEE 802.21 og burde vere lette å implementere.

Tidsforløp for forskjellige RTT mellom ruter og HA/CN syner at handovertida vert redusert betydeleg. Med dei tidsestimata eg har nytta gir dei forbetra varian-



tane av SIP og MIPv6 saman med IEEE 802.21 betydeleg reduksjon av handovertida. Reduksjon i handovertid med RTT på 300ms er frå 2000ms til 300ms med dei antakelsane som er gjort. For eit talesamband er det ein betydeleg forskjell. Knyttinga mellom RTT og handovertid vert likevel ikkje vekke.

FMIPv6 ga ingen forbetring av handovertid med IEEE 802.21. Om ein har nabokarta liggjande i MN, vil tida før handover verte redusert. Likevel, det er veldig liten tid å spare. Fordelen med FMIPv6 er at handovertida er uavhengig av RTT mot HA og CN. Ulempa med FMIPv6 er at den tillegg ruterane nye oppgåver, sjølv om det er midlertidig, vert det fleire tilstandar for nettet å handtere. Men, i tilfeller der  $RTT_{\text{NAR-HA}}$  er lang og lenger enn  $D_{L2}$ , vil handovertida verte betre med FMIPv6 i forhold til dei forbetra SIP og MIPv6.

Metoden som er nytta har ein svakheit i at tidene vil variere, både den lokale RTT, RTT til HA/CN og L2 omkoplingstida. Spesielt FMIPv6 lir under lang L2 omkoplingstid. Likevel syner utrekningane at det vert signifikant forbetring av handovertid for dei forbetra SIP og MIPv6 saman med IEEE 802.21 sett i forhold til eksisterande SIP og MIPv6.

## 8.2 IEEE 802.21 og GAN

Grunnen til å studere GAN var å sjå kva tenester frå IEEE 802.21 GAN kan nyttiggjera seg. GAN er eit ferdig standardisert rammeverk, som er tatt opp i 3GPP og gir handover mellom GERAN/UTRAN og IP-baserte nettverk. Føremona med GAN er at den er ferdig standardisert og den har ein brukarmasse i form av abonnentar på mobiltelefonnettet.

GAN løyser veldig mange av dei underliggjande problema som ikkje har so mykje med handover å gjera. Fakturering, autentisering, autorisering og sikkerheit. Alt lett tilgjengeleg sidan mobilnettet allereie har mange av desse eigenskapane.

Det som ikkje er handtert av GAN er nabokart utover det som er i UTRAN/-GERAN nettverket. På grunn av dette må MN heile tida søke etter tilgjengelege nettverk på alle grensesnitt og freiste å kople seg på. Dette kostar mykje i form av energiforbruk og for ein mobil terminal er det vesentleg. Det er heller ingen mekanismar som kontrollerar pris på dei forskjellige netta ein koplar seg til eller



om det er tilgjengelege ressursar der.

Nabokarta i IEEE 802.21 har med alle naboar uavhengig av aksessteknologi. Dette gjer at MN ikkje treng ha fleire grensesnitt aktive enn naudsynt. MN kan ogso gjere lure søk etter aktuelle nettverk, sidan den veit kva kanalar og identifikasjonar naboane har.

I IEEE 802.21 er det mogleg å spørje om tilgjengelege ressursar på eit PoA. På den måten kan ein sleppe å ta handover på falske forhåpningar om betre bandbreidde. Brukaren kan då få betre tenestekvalitet og færre handover på grunn av dårleg tenestekvalitet.





## 9 Konklusjon

IEEE 802.21 tilbyr eit rammeverk som gjer det mogleg for L3MP å kommunisere med linklag på ein enkel måte. Hendingar frå og kommandoar til forskjellige linklag, vert for L3MP uavhengig av media som er tilgjengeleg. Gjennom informasjonstenestene er det mogleg å finne ut kva som er aktuelle PoA å kople seg på ved neste høve, uavhengig av kva grensesnitt som vert nytta og som vil nyttast mot neste PoA.

Tenestene i IEEE 802.21 som går på å sende lokale kommandoar og motta lokale hendingar, er uavhengig av kor godt IEEE 802.21 er utbygd i nettet. Dette gjer at IEEE 802.21 har nytteverdi og kan nyttast saman med L3MP utan at det er utbygd i alle nettverkseiningar. Modifikasjonar i L3MP lyt gjerast for å få til samhandling mellom IEEE 802.21.

Informasjonstenestene gjer at det vert fleire sentraliserte oppgåver. Korleis desse vert organisert vil avhenge mykje av korleis mediauavhengig handover vert realisert kommersielt. Det som er fordelene med informasjonstenestene er at dei har liten eller ingen grad av tilstandsdata og dei ikkje treng å verte plassert ein bestemt plass.

IEEE 802.21 tar som mål av seg å forbetre handover både ved horisontal og vertikal handover. Ved hjelp av MIES kan MN i god tid få vite at linken vert dårlegare og planlegge eller sette opp ny forbindelse. Med den kunnskapen som vert tilgjengeleg gjennom IEEE 802.21 kan visse forbetringar med tanke på horisontal handover gjerast. Forbetringane som er rekna på syner at det er mogleg å oppnå signifikant forbetring av eksisterande L3MP utan å tilføye meir tilstandsinformasjon i nettet.

GAN har ein svakheit i at den ikkje har kunnskap om andre PoA enn dei som er i GERAN/UTRAN. Derfor må grensesnitta heile tida vere aktive i tilfelle eit aktuelt PoA skulle dukke opp. Dette krev både i form av straumforbruk og av unødvendig nettverkskostnad. Med hjelp av IEEE 802.21 får GAN tilgang til mediauavhengig informasjon. Informasjonen inneheld tilstøytande PoA og kva dei tilbyr i form av bandbreidde og kva dei kostar å bruke. På den måten treng ikkje terminalen ha fleire grensesnitt aktive og kan ta handover på eit betre grunnlag.



IEEE 802.21 syner seg på fleire områder som ein god teknologi for å assistere handover. Teknologien tettar hol som har vore og forbetringane er signifikante. Sjølv om teknologien ikkje får full utrulling med ein gong, kan terminalar dra nytte av forenklinga av kommunikasjonen mot lågare lag. Informasjonstenestene kan implementerast på fleire forskjellige nivå i nettverkshierarkiet. Dette gjer at eksisterande utstyr ikkje nødvendigvis må skiftast ut for å dra nytte av dei nye moglegheitane.





## 10 Vidare arbeid

Mobilitet på tvers av teknologi er eit veldig stort emne som femner om mange kategoriar. Det er mange forskjellige teknologiar å studere og teste. Det kan vere interessant å sjå korleis IEEE initiativa for horisontal handover(802.11k, 802.11r og 802.16e) kan samvirke med IEEE 802.21 og GAN.

Eit testoppsett for mobile einingar kan ogso vere eit interessant tema. I eit slikt oppsett bør det vere mogleg å teste følgjande:

- IEEE 802.21 ved horisontal og vertikal handover.
  - Med forskjellige L3MP, modifiserte og umodifiserte.
  - Med GAN som L3MP.
- Reelle tidsforløp.
- Brukaroppleving.





## Referansar

- [1] IETF. Mobility related terminology, Jun 2004.  
URL: <http://www.ietf.org/rfc/rfc3753.txt>  
URLdato: 17.Mai, 2006.
- [2] X. Liu A. Rajkumar, M. Williams. Ieee p802.21/d01.00, media independent handover services, Mars 2006.  
URL: [http://www.ieee802.org/21/doctree/2006-05\\_meeting\\_docs/P802-21-D01-00.pdf](http://www.ieee802.org/21/doctree/2006-05_meeting_docs/P802-21-D01-00.pdf)  
URLdato: 22.Mai, 2006.
- [3] IETF. Mobility support in ipv6, June 2004.  
URL: <http://www.ietf.org/rfc/rfc3775.txt>  
URLdato: 17.Mai, 2006.
- [4] IETF. A mission statement for the ietf, Oct 2004.  
URL: <http://www.ietf.org/rfc/rfc3935.txt>  
URLdato: 17.Mai, 2006.
- [5] IETF. The internet standards process-revision 3, Oct 1996.  
URL: <http://www.ietf.org/rfc/rfc2026.txt>  
URLdato: 17.Mai, 2006.
- [6] Wikipedia. <http://en.wikipedia.org/wiki/ieee>.  
URL: <http://en.wikipedia.org/wiki/IEEE>  
URLdato: 14.Mai, 2006.
- [7] 3GPP. Third generation partnership project agreement, Des 1998.  
URL: <http://www.3gpp.org/About/3gppagre.pdf>  
URLdato: 22.Mai, 2006.
- [8] 3GPP. Partnership project description, Des 1998.  
URL: <http://www.3gpp.org/About/3GPP.ppt>  
URLdato: 22.Mai, 2006.
- [9] J. Chen and T. Zhang. Ip-based next-generation wireless networks, 2004.  
ISBN 0-471-23526-1.



- [10] Wikipedia. Ieee 802.11k.  
URL: [http://en.wikipedia.org/wiki/IEEE\\_802.11k](http://en.wikipedia.org/wiki/IEEE_802.11k)  
URLdato: 2.Mai, 2006.
- [11] Wikipedia. Ieee 802.11r.  
URL: [http://en.wikipedia.org/wiki/IEEE\\_802.11r](http://en.wikipedia.org/wiki/IEEE_802.11r)  
URLdato: 2.Mai, 2006.
- [12] R. Nelson B. Eidson N.v. Waes G. Antonello, I. Kitroser. Ieee std 802.16-2004.  
URL: <http://ieeexplore.ieee.org/xpl/tocresult.jsp?isNumber=29691>  
URLdato: 2.Mai, 2006.
- [13] I. Kitroser J. Puthenkulam B. Kiernan, R. Murias. Ieee std 802.16e-2005.  
URL: <http://ieeexplore.ieee.org/xpl/standardstoc.jsp?isnumber=33683>  
URLdato: 2.Mai, 2006.
- [14] 3GPP. 3gpp ts 43.318 v6.6.0, April 2006.  
URL: [http://www.3gpp.org/ftp/Specs/archive/43\\_series/43.318/43318-200.zip](http://www.3gpp.org/ftp/Specs/archive/43_series/43.318/43318-200.zip)  
URLdato: 26.Mai, 2006.
- [15] A. Rajkumar. 802.21 expected development timeline, Nov 2005.  
URL: <http://www.ieee802.org/21/email21/ppt00027.ppt>  
URLdato: 2.Mai, 2006.
- [16] J. Won S. Lee SAMSUNG X. Liu, S. Lee. Example handover procedures between 802.11 and 802.16, April 2006.  
URL: [http://www.ieee802.org/21/doctree/2006-05\\_meeting\\_docs/21-06-0656-00-0000-WLAN\\_WMAN\\_HO\\_Procedures.doc](http://www.ieee802.org/21/doctree/2006-05_meeting_docs/21-06-0656-00-0000-WLAN_WMAN_HO_Procedures.doc)  
URLdato: 22.Mai, 2006.
- [17] W.L. Kang Z.C. You Y.J. Woo Y.A. Yoon, H.Y. Byung. Reduction of handover latency using mih services in mipv6, 2006.  
URL: <http://ieeexplore.ieee.org/iel5/10777/33944/01620382.pdf>  
URLdato: 26.Mai, 2006.



- [18] IETF. Sip: Session initiation protocol, June 2002.  
URL: <http://www.ietf.org/rfc/rfc3261.txt>  
URLdato: 17.Mai, 2006.
- [19] IETF. Sdp: Session description protocol, April 1998.  
URL: <http://www.ietf.org/rfc/rfc2327.txt>  
URLdato: 17.Mai, 2006.
- [20] IETF. Fast handovers for mobile ipv6, Jul 2005.  
URL: <http://www.ietf.org/rfc/rfc4068.txt>  
URLdato: 17.Mai, 2006.
- [21] D. Grilli S. Radicella. Evolution and convergence in telecommunication, 2002. ISBN: 92-95003-16-0.
- [22] Wikipedia. Generic access network.  
URL: [http://en.wikipedia.org/wiki/Generic\\_Access\\_Network](http://en.wikipedia.org/wiki/Generic_Access_Network)  
URLdato: 26.Mai, 2006.
- [23] A.S. Tannebaum. Computer networks, third ed., 1996. ISBN 0-13-394248-1.
- [24] OSI. Iso iec 7498-1, 1994.
- [25] IETF. Ipv6 spesification, Des 1998.  
URL: <http://www.ietf.org/rfc/rfc2460.txt>  
URLdato: 17.Mai, 2006.
- [26] O. Lasila and R.R. Swick. Resource description framework(rdf) model and syntax specification, w3c recommendation, Feb 1999.  
URL: <http://www.w3.org/TR/1999/REC-rdf-syntax-19990222/>  
URLdato: 17.Mai, 2006.
- [27] F. Manola and E. Miller. Rdf primer, w3c recommendation, Feb 2004.  
URL: <http://www.w3.org/TR/2004/REC-rdf-primer-20040210/>  
URLdato: 17.Mai, 2006.
- [28] J. Bray. What is rdf, xml.com, Jan 2001.  
URL: <http://www.xml.com/pub/a/2001/01/24/rdf.html>  
URLdato: 17.Mai, 2006.



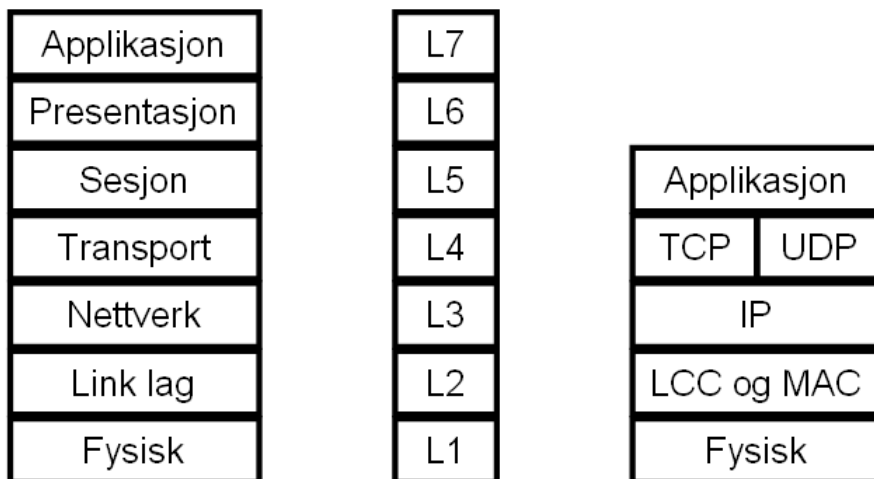


## A Vedlegg: Nettverksprotokollar

Referanse: [23]

I datakommunikasjon nyttar ein ofte pakkebaserte nett som er bygd opp med ein protokollstakk. Denne stakken inneheld fleire lag som har sine spesielle gjeremål.

ISO(International Organization for Standardization) sin OSI modell(Open Systems Interconnection reference model) vert rekna som referansemodellen. Den er skildra i OSI IEC 7498-1[24]. OSI modellen definerer ingen spesielle protokollar, men kva kvart lag skal utføre av teneste. Internett arkitekturen er bygd opp av færre lag, men når ein snakkar om lag 2 og 3(L2 og L3) i nettverksprotokollen henviser ein til OSI modellen sitt lag 2 og 3. L2 tilsvarer LCC/MAC laget og L3 tilsvarer IP-laget. samanhengen er vist i figur 29.



Figur 29: OSI modellen og Internett arkitekturen

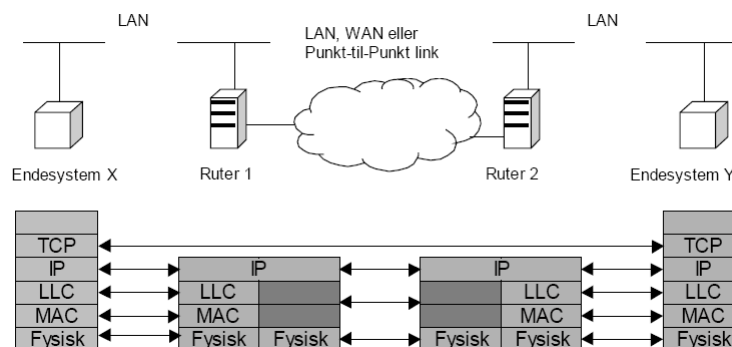
I Internettarkitekturen omtalar ein 802.11, 802.16, 3GPP, GPRS, PPP som L2. L3 i Internett er IPv4 eller IPv6. L4 er UDP, TCP, RTP med fleire. Applikasjonslaget er til dømes, HTTP, SMTP, FTP.

Internett har ein oppbygging med høg grad av heterogenitet, der endesystema varierar frå store stasjonære tenarar til små handholdte einingar. Bandbreidda rundt om i nettet varierer frå nokre kb/s til fleire Gb/s. Overføringsteknologien varierar ogso, alt som kan overføre signal kan ogso overføre Internett. På faste samband



kan det vere alt frå lange koparlinjer til mørk fiber og på trådlause samband varierer det frå delte radiopunkt utan fast tildeling til høgkapasitets punkt til punkt overføring. Dette mangfaldet i teknologiar som ligg i botnen knyttar saman nodane i Internett. Alle desse nodane kommuniserer med kvarandre med Internett Protokollen(IP). Eit globalt adresseringssystem, der overføringa er pakkebasert.

IP tilbyr funksjonalitet for samankopling av endesystem over mange og forskjellige typar nett. For dette føremål er IP implementert i endesystema og i ruterane. Ruterane si oppgåve er å kople saman og handtere trafikk frå fleire forskjellige nett, for so å sende vidare mot sin destinasjon. Data frå applikasjonar og høgare lags protokollar vert pakka inn i IP-pakkar for sending. IP-pakkane vert so sendt ut på nettet. IP-pakken har ei destinasjonsadresse som er unik, på den måten kan pakken rutast fram til sin mottakar.



Figur 30: Nettverkslag og ruter -illustrasjon

I figur 30 ser ein korleis to endesystem kommuniserar med kvarandre. Sidan LAN(Ethernet, 802.3) har ein busstruktur nyttar den ei ekstra adresse for å få fram pakken til rett destinasjon. Pakka får derfor ei MAC adresse framfor seg. I ruterane vert MAC-adressa fjerna og pakka sendt vidare til/mot den ruterane som er destinasjon for pakka.

IP-nett gir i seg sjølv ingen tenestegarantiar, men ein kan sette opp ruterane til å handtere pakkar med forskjellig prioritet alt etter kva teneste, merking, destinasjon, kjelde som er på pakka. Nettverksstrukturen er fleksibel, slik at om ein link går ned kan ein anna overta trafikken. For at teknologien skal skalere bra er det minst mogleg mellomlagring og lagring av kommunikasjonsinformasjon i ruterne.





## B Vedlegg: IP

IP er ein nettverkslagstandard brukt av elektroniske einingar til å utveksle data over pakkesvitsja nettverk. IP er adressa til pakka og sørger mellom anna for at den kjem rett fram gjennom nettverket. IPv6 er etterfølgar til IPv4 og den andre versjonen som vert adoptert til bruk i internett. Den er ganske konservativ og dei fleste transport- og applikasjonslag treng ein ikkje endre frå IPv4. IPv6 er representativ for dei L3MP tenestene som er skildra.

### B.1 IPv6

IPv6 er spesifisert i IETF RFC 2460[25] og er ein Standards-Track Internet Standard. Spesifikasjonane inkluderar hovudformat, utvida hovud og deira reglar. IPv6-hovudet (figur 31) inneheld minimumsmengda av informasjon naudsynt for to nodar til å kommunisere. Utvida hovud inneheld tilleggsmoglegheit for terminalar og ruterar som mottok IPv6-pakkar. Ei IPv6-pakke kan innehalde ein eller fleire utvida hovud når det er naudsynt for prosesseringa av pakken.

Versjonsfeltet er 4 bit og inneheld nummeret til IP-versjonen, for IPv6 vil dette vere 6.

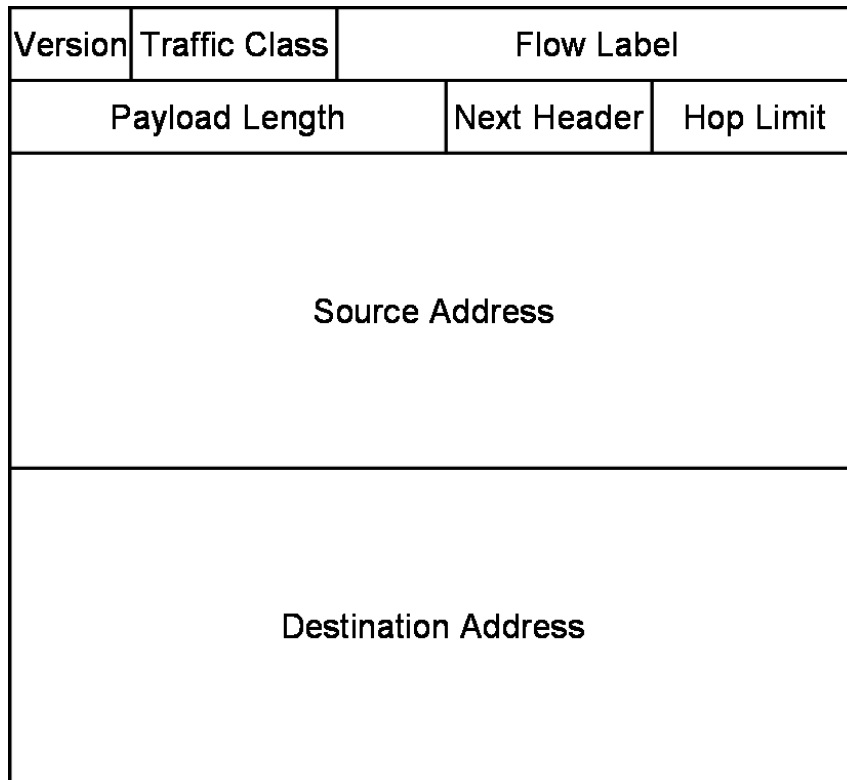
**Traffic class** er 8 bit og er tilsvarande TOS feltet i IPv4 headeren. Dette feltet tillet med andre ord Differentiated Services, som er eit prioriteringssystem for vidareending av pakkar.

**Flow label** er eit 20 bit stort felt, ved hjelp av dette feltet kan to nodar kommunisere seg imellom ved hjelp av forskjellige straumar (tale, video, data) med forskjellige prioritetar.

**Payload length** er eit 16 bit stort felt som fortel kor stor pakka er etter IP-hovudet. Payload length femner ogso utvida hovud.

**Next header** er eit 8 bit felt som fortel kva som kjem etter IPv6-hovudet. Den følgjande hovudet kan vere transportlaghovud eller ein utvida hovud. Eit unikt tal er reservert for kvar header type.

**Hop limit** er eit 8 bit felt som fortel kor mange hop som er lovleg å ta for ei



Figur 31: IPv6 header format

IPv6 pakke og er IPv6 sitt svar på Time To Live(TTL) i IPv4. Dette tallet vert trekt frå 1 for kvar ruter den er innom.

**Source Address** er 128 bit og fortel kven som er avsendar for pakka.

**Destination Address** er 128 bit og fortel kvar pakka skal. Dette kan ogso vere ein stad på vegen, om pakka inne held eit ruter hovud som sender den vidare dit den skal.

Kvifor nokon felt er endra, utelatt eller komne til i forhold til IPv4 lar eg vere å diskutere her. Men hovudfordelane med IPv6 framfor IPv4 er:

- Større adresserom
- Enklare pakkehovud
- IPsec støtte integrert



- Større datagram(64kbit avgrensing på IPv4)
- Støtte for fleire IP-hovud etter kvarandre.

Støtte for fleire IP-hovud etter kvarandre gir store moglegheitlar. Viktige eigenskapar når ein snakkar om mobilitet er støtte for IPsec, støtte for omruting og støtte for tunnelling. IPsec-støtte integrert gjer at alle nodar støttar dette og ein kan få betydeleg betre og enklare sikkerheit på det ein sender. Støtte for omruting gjer det enkelt å sende pakkar via bestemte nodar. Tunnelling vert nytta av MIP for å sende vidare pakkar til MN og av VPN for kryptere og sende vidare pakken.





## C Vedlegg: RDF

Referansar: [26, 27, 28]

RDF er eit språk bygd for verdsveven. Verdsveven er ein stor plass som inneheld millionar av nodar, tenester og so bortetter. Alt er tilgjengeleg for alle, berre ein veit kvar ein skal finne det. Målet med RDF er å gjere slik informasjon lettare tilgjengeleg.

RDF er eit språk som skildrar informasjon om informasjon. Slik informasjon vert ofte kalla metadata. Til dagleg vil me nytte metadata for eksempel til å finne ein bilrekvisitaforretning eller for å finne ei vare på eit lager. For å finne bilrekvisitaforretning kan ein nytte Gule sider, som vil gi adressa til forretninga. For å finne rett delenummer søker ein i databasen med namnet på delen og registreringsnummeret på bilen eller biltypen. Bilrekvisitaforretning og bilnummer er ikkje den informasjonen ein verkeleg er på jakt etter. Det er adressa og delenummeret. Ein kan også køyre rundt til ein finn bilrekvisitaforretningen og opne alle øskjene på lageret for å leite opp den delen ein skal ha. Det vil vera å øydeleggje tid og derfor har ein metadata som ein assosierar med informasjonen ein leitar etter.

Samme system kunne ha vore nytta på verdsveven. Ein kunne hatt informasjon om alle ressursane og denne informasjonen ville la oss finne kva som helst. RDF er eit rammeverk for skildring og utveksling av metadata.[28]

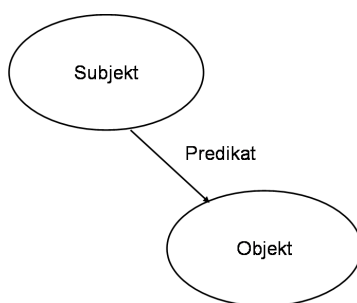
### C.1 Konseptet

#### C.1.1 RDF uttrykksmåte

Metadata kan vere skildra i uttrykk som: “Adresse Skansegata 2, 7021 Trondheim leiar til bilrekvisita”, eller “Delenummer 1103487293 leiar til luftfilter til Volvo 240, B21A”. Det som vert skildra her er: “Adresse Skansegata 2, 7021 Trondheim” og “Delenummer 1103487293”. Desse har eigenskap, det at dei: “leiar til”. Og dei har verdiar som: “bilrekvisita” og “luftfilter til Volvo 240, B21A”. Det som uttrykket skildrar er subjektet, eigenskapen til subjektet er predikat og verdien til predikatet vert kalla objekt.

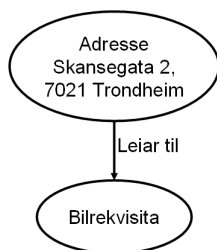
### C.1.2 RDF diagram

RDF nyttar diagram til å representere uttrykk. Denne typen diagram er illustrert i figur 32. Objektet og subjektet av uttrykket er representert med nodar. Predikatet er i form av ei pil mellom nodane.



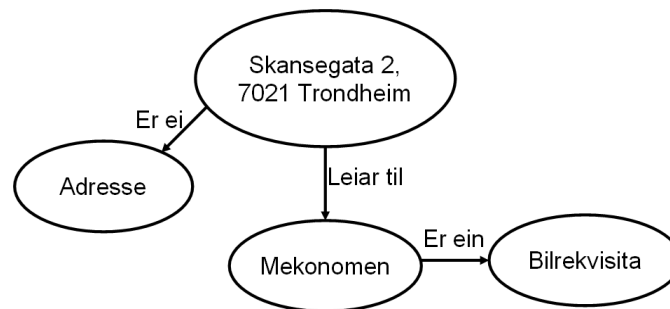
Figur 32: Illustrasjon av eit generelt RDF diagram

Eksempeluttrykket over kan ein gjenskape i eit RDF diagram. Figur 33 syner uttrykket: “Adresse Skansegata 2, 7021 Trondheim leiar til bilrekvisita”.



Figur 33: Enkelt eksempel på RDF diagram

Fleire uttrykk kan referera til samme objekt. Informasjonen i figur 32 kan betre representerast med to statement. “Skansegata 2, 7021 Trondheim” er ei “adresse”. Ein kan ogso laga uttrykk om objekt. “Skansegata 2, 7021 Trondheim leiar til Mekonomen” og “Mekonomen er ein bilrekvisita”. Ei skildring av dette er gjort i figur 34.



Figur 34: Eksempel på RDF diagram med fleire statement

### C.1.3 URIs

I eksempelet i figur 34 vert det sagt at “Skansegata 2, 7021 Trondheim leiar til Mekonomen” og “Mekonomen er ein bilrekvisita”. Men, dette er ikkje nødvendigvis nok informasjon til å gjere dette treffet godt nok. For å skildre nærmare nyttar Uniform Resource Identifiers referansar(URIs), istaden for namn. Kanskje dei ikkje har deler til min Volvo.

Uniform Resource Identifiers(URI), kan nyttast til å identifisera alt som må henvisast. Ein godt kjent URI er url. url nyttar ein til å lokalisere noko som har ein nettverkslokasjon eller ein anna aksess mekanisme. URI kan nyttast til mange andre typar ting, som bilete, tenester, abstrakte konsept, mennesker, og endåtil andre uttrykk. URIs er URIar som inkluderar ein identifiserar på enden. Eit eksempel ser ein i figur 35.

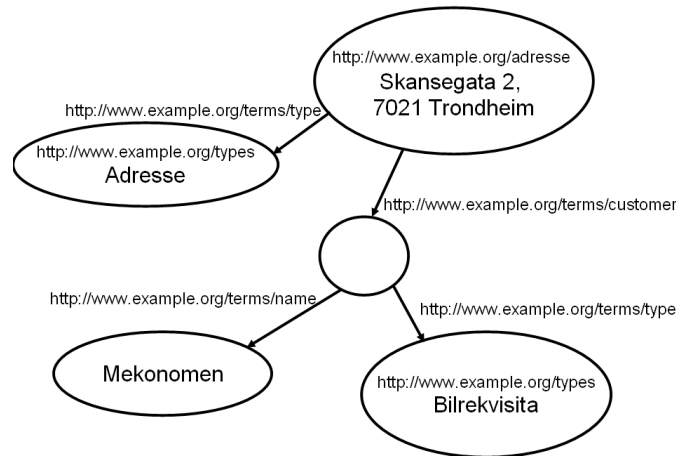


Figur 35: Eksempel URI referanse

Ein treng verken spesiell myndigheit eller tillating for å laga URIar. Kven som helst kan laga URIar som refererar til ting, ogso ting ein ikkje eig.

Ved å nytte URIs på uttrykket i figur 34 vil det kunne sjå ut som uttrykket i figur 36. Her får alle subjekt og predikat, samt nokre objekt, ein identifikator

som er unik. Predikata kan også verte definert meir nøyaktig, slik at ein får betre felles forståing for uttrykket.



Figur 36: Eksempel på RDF diagram med URI referansar

## C.2 Vokabular

“Når me skriv ein setning i naturleg språk nyttar me ord for å overføre ei bestemt meining. Denne meininga er avgjerande for å forstå uttrykket og, i tilfelle med bruk av RDF, er det avgjerande å fastslå at den rette utførelsen skjer som tilsikta. Det er avgjerande at både skrivaren og lesaren av uttrykket forstår den samme meininga av vilkåra som er brukt.”[26]

Som nemnt over, URIrefs kan ein tenke på som ord. I vårt eksempel i figur 36 er alle vilkåra definert av ein organisasjon kalla example.org. Ein kan sei at organisasjonen har definert eit vokabular, som er tenkt å innfri dei behov som organisasjonen har for å skildre ting som er relevante for dei. Ofte er vokabularet organisert slik at URIrefs inneheld samme vokabular ved at namn er lagt til ein felles URIref. I eit av dei definerte vokabulara startar URIrefs med `http://www.example.org/terms/`. Dei forskjellige vilkåra får deira URI ved å legge til namnet sitt. I fall det er ein type vil URIen sjå slik ut:

`http://www.example.org/terms/type`.

I RDF er det definert eit vokabular. Alle, både einskildpersonar og firma kan gjere





det samme. RDF skjema er eit språk laga for å skildre slike vokabular. Her kan ein skildre klassar av ting og eigenskapar til ting og ein kan indikere kva klassar og eigenskapar ein forventar skal nyttast saman. Når ein søker på verdensveven kan ein finne og byrje å bruke vokabular som allereie er i bruk av andre. På denne måten kan ein få ein delt felles forståing for uttrykka.

### C.3 Representasjon

Det er også andre løysingar med tanke på representasjon enn RDF-diagram. Ein måte er XML. Dette avsnittet inneheld nok informasjon til å forstå RDF skildra med XML.

For å forklare korleis RDF vert presentert med XML nyttar eg eit eksempel tatt frå [27], det er gjengitt i figur 37. Den fyrste linja er ein XML deklarasjon, som fortel at dette inneheld XML og kva versjon det er. I andre linje byrjar den RDF spesifikke delen. Den inneheld ein XML deklarasjon som fortel kva vokabular som er nytta, XML name space(xmlns). Etter linje 3 kjem RDF uttrykket. Den startar med ein `rdf:Description` tag og fortset med `rdf:about` som er eigenskapen som identifiserer kva som vert skildra. Etter å ha identifisert subjektet spesifiserer ein eigenskapen til elementet. `Creation-date` identifiserer predikatet, medan `August 16, 1999` gir objektet. I vårt eksempel er kun ein eigenskap skildra, men det er ikkje begrensa til det.

```
1. <?xml version="1.0"?>
2. <rdf:RDF xmlns:rdf="http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#"
3.     xmlns:exterms="http://www.example.org/terms/">
4.   <rdf:Description rdf:about="http://www.example.org/index.html">
5.     <exterms:creation-date>August 16, 1999</exterms:creation-date>
6.   </rdf:Description>
7. </rdf:RDF>
```

Figur 37: Eksempel på RDF skildra med XML

Figur 37 uttrykkjer at subjektet er `http://www.example.org/index.html`, predikatet er `http://www.example.org/terms/creation-date` og objektet er `August 16, 1999`.



## C.4 Oppsummering

RDF er eit språk for å gjengi metadata. Det fortel slik informasjon gjennom uttrykk der eigenskapen til subjektet er skildra. RDF kan både bli representert i diagram og med XML.