

Satakunnan ammattikorkeakoulu

Kert Korba

IMS – PUHELU

Tekniikan Porin yksikkö  
Tietotekniikan koulutusohjelma  
Tietoliikennetekniikan suuntautumisvaihtoehto  
2008

## TIIVISTELMÄ

### IMS – PUHELU

Korba, Kert  
SATAKUNNAN AMMATTIKORKEAKOULU  
Tekniikka Pori  
Tekniikantie 2  
28600 Pori

Tietotekniikan koulutusohjelma  
Tietoliikennetekniikan suuntautumisvaihtoehto  
Työn valvoja: Juha Aromaa, DI  
Päättötyö: 64 sivua, 1 liite  
Toukokuu 2008  
UDK: 621.39, 654.165

Asiasanat: SIP, IP – Multimediajärjestelmä, IMS, Internet – puhelu, VoIP.

Tässä opinnäytetyössä tarkasteltiin IP – Multimediajärjestelmän (IMS) toimintaa ja sen avulla toteutettavan IP – puhelun kulkua. Teoriaosuudessa käsiteltiin myös matkapuhelinverkkojen kehitystä sekä SIP – protokollan toimintaa. Tavoitteena oli toteuttaa IMS – puhelu kahden päätelaitteen välillä, Satakunnan ammattikorkeakoulun GPRS – verkosta oululaista Octopus – testiympäristöä hyödyntäen. Tiedonlähteenä käytettiin Internet – julkaisuja ja kirjallisuutta.

## ABSTRACT

IMS VOICE CALL

Korba, Kert

SATAKUNTA UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Unit of Technology in Pori

Tekniikantie 2

28600 Pori

Degree Programme of Information Technology

Telecommunication Technology

Supervisor: Juha Aromaa, M.Sc

Bachelor's Thesis: 64 pages, 1 annex

May 2008

UDC: 621.39, 654.165

Key Words: SIP, IP Multimedia Subsystem, IMS, IP – telephony, VoIP.

The evolution of mobile networks and SIP were analyzed in this Bachelor's thesis. Main focus was on IP Multimedia Subsystem (IMS) and signalling between two user equipment. The primary target was to make a VoIP call using the Satakunta University of Applied Science GPRS network as a radio access network to Oulu located IP Multimedia Subsystem. Source of information were Internet releases and literature.

## SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	8
2	MOBIILIVERKKOJEN KEHITYS.....	9
2.1	Johdanto Verkkoihin.....	9
2.2	ARP – verkko.....	10
2.3	NMT – verkko. ....	10
2.4	GSM – verkko.....	12
2.4.1	General Packet Radio Service (GPRS). ....	14
2.4.2	GPRS – verkon komponentit. ....	15
2.4.3	GPRS:n tietoturva. ....	16
2.5	3G – verkot. ....	16
3	SIP.....	18
3.1	SIP – rakenne. ....	20
3.1.1	Käyttjäagentit. ....	20
3.1.2	Rekisteröintipalvelin. ....	21
3.1.3	Paikannuspalvelin.....	22
3.1.4	Välityspalvelin. ....	22
3.2	SIP – sanomat. ....	27
3.3	SIP ja IMS.....	30
4	INTERNET PROTOCOL (IP) MULTIMEDIA SUBSYSTEM – IMS.....	31
4.1	IMS – arkkitehtuuri.....	33
4.1.1	Home Subscriber Server (HSS) ja Subscription Location Function (SLF). ....	34
4.1.2	Call Session Control Function (CSCF). ....	35
4.1.3	P-CSCF. ....	35
4.1.4	I-CSCF. ....	36
4.1.5	S-CSCF. ....	37
4.1.6	Application Server (AS).....	37
4.1.7	Media Resource Function (MRF) ....	38
4.1.8	Breakout Gateway Control Function (BGCF). ....	39
4.1.9	PSTN/CS Gateway.....	40
5	PUHELUN KULKU IMS:N KAUTTA.....	42
5.1	Rekisteröityminen IMS:iin. ....	44
5.1.1	Testilaitteiden rekisteröityminen Octopus IMS – testiympäristöön.....	48
5.2	IMS – puhelun aloittaminen ja viestien kulku. ....	52
5.2.1	Testipuhelun toteutuminen.....	59
6	YHTEENVETO .....	63

LÄHTEET

LIITTEET

## LYHENTEET

1G	First Generation
2G	Second Generation
3G	Third Generation
3GPP	Third Generation Partnership Project
AAA	Authentication, Authorization and Accounting
AOR	Address of Record
APN	Access Point Name
ARP	Autoradiopuhelinjärjestelmä
AS	Application Server
BGCF	Breakout Gateway Control Function
BICC	Bearer Independent Call Control
CAMEL	Customized Applications for Mobile network Enhanced Logic
CAMEL IM-SSF	CAMEL IP Multimedia Service Switching Function
CAP	CAMEL Application Part
CCF	Charging Collection Function
COPS	Common Open Policy Service
CRLF	Carriage-return line-feed sequence
CS	Circuit Switched
CSCF	Call State Control Function
CSE	CAMEL Service Environment
DHCP	Dynamic Host Configuration Protocol
DNS	Domain Name System
EDGE	Enhanced Data Rates for Global Evolution
GERAN	GSM EDGE Radio Access Network
GGSN	Gateway GPRS Support Node
GPRS	General Packet Radio Service
GSM	Global System for Mobile communications
gsmSCF	GSM Service Control Function
GSN	GPRS Support Node

HLR	Home Location Register
HSCSD	High Speed Circuit Switched Data
HSDPA	High Speed Downlink Packet Access
HSS	Home Subscriber Services
HTTP	Hypertext Transfer Protocol
I-CSCF	Interrogating – CSCF
IETF	Internet Engineering Task Force
IP	Internet Protocol
IM-MGW	IP Multimedia – MGW
IMS	IP Multimedia Subsystem
IMS-SSF	IP Multimedia Service Control Function
IMSI	International Mobile Subscriber Identity
ISC	IMS Service Control
ISDN	Integrated Services Digital Network
ISIM	IP Multimedia Services Identity Model
ISUP	ISDN User Part
IWF	Interworking Function
LDAP	Lightweight Directory Access Protocol
LIR	Location Information Request
MAR	Multimedia Authentication Request
MGCF	Media Gateway Control Function
MGW	Media Gateway
MSC	Mobile Services Switching Centre
MRF	Media Resource Function
MRFC	MRF Controller
MRFP	MRF Processor
NMT	Nordic Mobile Telephone
OSA-CSC	Open Service Access-Service Capability Server
OSS	Operation Sub-System
PCM	Pulse Code Modulation
P-CSCF	Proxy-CSCF
PSTN	Public Switched Telephone Network
QoS	Quality of Service
RNC	Radio Network Controller

RSVP	Resource Reservation Protocol
RTP	Real-Time Transfer Protocol
RTCP	Real-Time Control Protocol
RTSP	Real-Time Streaming Protocol
SAP	Session Announcement Protocol
S-CSCF	Serving-CSCF
SCTP	Stream Control Transmission Protocol
SDP	Session Description Protocol
SGSN	Serving GPRS Support Node
SGW	Signalling Gateway
SIP	Session Initiation Protocol
SLF	Subscription Locator Function
SMTP	Simple Mail Transfer Protocol
TCP	Transfer Control Protocol
THIG	Topology Hiding Inter-network Gateway
UA	User Agent
UAC	User Agent Client
UAS	User Agent Server
UDP	User-Datagram Protocol
UICC	Universal Integrated Circuit Card
UE	User Equipment
UMTS	Universal Mobile Telecommunications System
URI	Uniform Resource Identifier
URL	Uniform Resource Locator
UTRAN	UMTS Terrestrial Radio Access Network
VoIP	Voice Over IP
VMS	SIP Voice Mail System
WCDMA	Wideband Code Division Multiple Access

# 1 JOHDANTO

Tämän päivän matkapuhelinverkot ovat kehittyneet pitkälle pelkästään puheluita tarjoavasta toimintamallista. Yhä useammalla matkapuhelinkäyttäjällä on käytössä 3G - puhelin, joka tuo käyttäjän ulottuville entistä laajemmat ja nopeammat datapalvelut. Lisäksi operaattorit ovat jatkuvasti laajentaneet 3G – verkkojensa kuuluvuusalueita ja niissä tarjottuja palveluita. Tämä kehitys vie matkapuhelinverkkoja kohti ”ALL – IP” vaihetta, jossa tärkeään osaan nousee IMS – ympäristö. IMS mahdollistaa perinteisten IP- sekä piirikytkentäistenverkkojen yhdistämisen kehittyvän matkapuhelinverkon kanssa saumattomasti yhteen kokonaisuudeksi, jossa käyttäjä voi käyttää eri päätelaitteita istuntojen hallintaan.

Tämä työ on tehty Satakunnan ammattikorkeakoulun NGN – laboratoriolle. Opin- näytetyön tavoitteena oli saada aikaiseksi IMS – ympäristön kautta toteutettu VoIP – puhelu, joka soitettaisiin SAMK – verkon GPRS – yhteydellä.

Työn toisessa kappaleessa käsitellään matkapuhelinverkkojen kehittymistä sekä GPRS – verkon toimintaa. Kolmannessa kappaleessa tarkastellaan SIP – protokollan toimintaa sekä keskeisiä osia VoIP – puhelun aikaansaamiseksi.

Neljännessä kappaleessa keskitytään tarkastelemaan IMS – ympäristön keskeisiä elementtejä ja niiden toimintaa. Viimeisessä kappaleessa kuvataan IMS – puhelun muodostumista, sekä soitettujen testipuheluiden kulkua verrattuna teoriaan. Kappaleessa on käsitelty istunnon aloittaminen kohta kohdalta.



## 2 MOBIILIVERKKOJEN KEHITYS

### 2.1 Johdanto Verkkoihin.

Suomessa langattomienverkkojen kehitys sai alkunsa 1960-luvun lopussa, jolloin käynnistettiin kotimainen ARP – verkko. Seuraava merkittävä askel tapahtui 1981 – 1982, jolloin pohjoismaat ottivat käyttöön NMT-verkon (Nordic Mobile Telephone). Tästä noin kymmenen vuotta eteenpäin eli 1990-luvun taitteessa aloitettiin Suomessa GSM – verkon (Global System for Mobile communications) rakentaminen. Vuoden 2000 lopussa NMT – verkko lopetettiin ja sen käyttämä taajuusalue otettiin GSM – verkon käyttöön. Lisäksi Tetra – verkko on mainitsemisen arvoinen, sillä Tetra – verkolla on toteutettu Suomalainen VIRVE eli viranomaisverkko, joka valmistui maankattavaksi vuonna 2003. /1/

## 2.2 ARP – verkko.

Suomessa langattomat puhelinjärjestelmät, jotka edelsivät nykyisiä verkkoja, saivat alkunsa 1970-luvulla, kun ARP – verkko avattiin liikenteelle 1971. Tämä Posti- ja lennätinlaitoksen verkko oli täysin käsivälitteinen ja toimi 150MHz:n taajuusalueella. ARP – verkko oli tarkoitettu autoon asennettavaksi ja enimmillään sillä oli yli 35 000 tilaaja. ARP – verkko kattoi koko Suomen aina vuoteen 2001 asti, jolloin uudemmat järjestelmät korvasivat vanhan ARP – verkon. Verkko perustui solurakenteeseen, jossa jokaista solua palveli tukiasema. Puhelutilanteessa autosta otettiin yhteys tukiasemaan, joka välitti puhelut keskukseseen, josta puhelu kytkeytyi edelleen valtakunnalliseen puhelinverkkoon. Verrattuna GSM – verkkoon ARP ei osannut tukiaseman vaihtoa, joten käyttäjän oli pysyttävä puhelun ajan saman tukiaseman kantoalueella. Lisäksi ARP – verkossa ei ollut paikannusta kuten GSM:ssä, joten soittajan oli tiedettävä minkä keskuksen alueella hän sijaitsi, sekä minkä keskuksen alueella soitettava liittymä oli. ARP – verkko toimi 147,9 -149,875 MHz taajuusalueella. Tukiasema lähettivät 147,9 -149,875 MHz alueella ja puhelimet 152,9 -154,875 MHz alueella. Taajuusalueen kanavamäärä oli 80 kanavaa ja kanavaväli oli 25 kHz. ARP ei kuitenkaan kyennyt eri lähetys- ja vastaanottotaajuuksista huolimatta kaksisuuntaiseen toimintaan. ARP signaali oli analoginen eikä sisältänyt mitään salaustekniikka, joten puheluita pystyi salakuuntelemaan skannerilla. /1/

## 2.3 NMT – verkko.

Vuonna 1981 - 1982 pohjoismaat ottivat käyttöön NMT – verkon (Nordic Mobile Telephone). NMT – verkko aloitti toimintansa 450MHz taajuusalueella ja kattoi lopulta koko Suomen. Myös muut maat ottivat käyttöön hyväksi havaitun NMT – teknologian mm. Espanja, Itävalta sekä Itä-Euroopan maat kuten Venäjä. NMT – verkko otti vuonna 1987 käyttöönsä myös 900MHz taajuusalueen, koska 450MHz alue ei olisi riittänyt. Pienenä ongelmana 900MHz taajuusalueen käyttöönotossa oli kuitenkin GSM – verkolle varattu taajuusalue, joka meni osittain päällekkäin tämän uuden

taajuusalueen kansa. Puhelimien lähetystaajuus oli 890 -915MHz ja tukiaseman 935 - 960Mhz. NMT – verkon rakenne koostuu NMT – keskuksista (Mobile Switching Center, MTX) sekä sen alaisuudessa toimivasta tukiasemajärjestelmästä (Base Station, BS). Matkapuhelin on yhteydessä tukiaseman kautta keskukseseen, josta puhelut välittyvät joko toiseen NMT-puhelimeen tai lankaverkkoon. Verkko osaa tukiasemasekä soluvaihtomekanismin, jolloin saman tukiaseman alueella oleva puhelu ei katkea vaikka solu vaihtuu. Tukiaseman vaihdon yhteydessä on pieni vaihtoviive, joka kestää NMT450-verkossa 1,4s ja NMT900-verkossa 0,4s. Radiotiellä käytössä oli 180/400 kanavaa. Kumpaankin suuntaan oli oma kanava, jolloin puhelut olivat kaksisuuntaisia (full duplex), samoja lähetys ja vastaanottokanavia voitiin käyttää useissa soluissa edellyttäen, ettei samoja kanavia käytetty vierekkäisissä soluissa. NMT oli puhtaasti analoginen järjestelmä, toisin kuin nykyiset matkapuhelinjärjestelmät, tämä tarkoitti että puhelu ei katkennut signaalin laskettua huonommaksi, vaan puhelua voitiin jatkaa pätkivänä ja huonompilaatuisena. Esimerkiksi GSM-järjestelmä katkaisee puhelun helpommin signaalin heikentyessä. Signaalin vahvuutta valvottiin tukiaseman lähettämällä, puhekaistan yläpuolella kulkeneella 300Hz:lla moduloidulla 4kHz valvontasignaalin, jonka puhetilassa oleva puhelin kaiutti takaisin. Paluusignaalista tukiasema voi mitata signaali-kohinasuhteen ja välittää tiedon edelleen keskukselle, joka voi signaalin heikennettyä säätää lähetystasoa tai etsiä parempaa kanavaa, joko samasta tai naapurisolusta. NMT – verkolla oli laajasta levikistä huolimatta puutteita ja heikkouksia. Verkko oli analoginen, toisin kuin tämän päivän verkot, joka heikensi tehokasta radiotien käyttöä ja samalla tuhlassa radiokaistaa, koska jokaiselle puhelulle varattiin oma taajuusalueensa, joita muut puhelut eivät voineet käyttää. NMT – verkossa ei myöskään ollut käytössä salausta, joka tarkoitti että puheluita pystyi seuraamaan lähialueilta skannerilla. NMT – verkkoa ei pystynyt liittämään osaksi digitalisoitua runkoverkkoa (ISDN), joka tarkoitti siirtymistä uudempaan teknologiaan. Vuoden 2000 lopussa Suomessa lakkautettiin NMT 900 – verkko ja sen käyttämä taajuusalue otettiin GSM – verkon käyttöön. Vuonna 2002 NMT -verkon käyttö lopetettiin kokonaan Suomessa. /1/

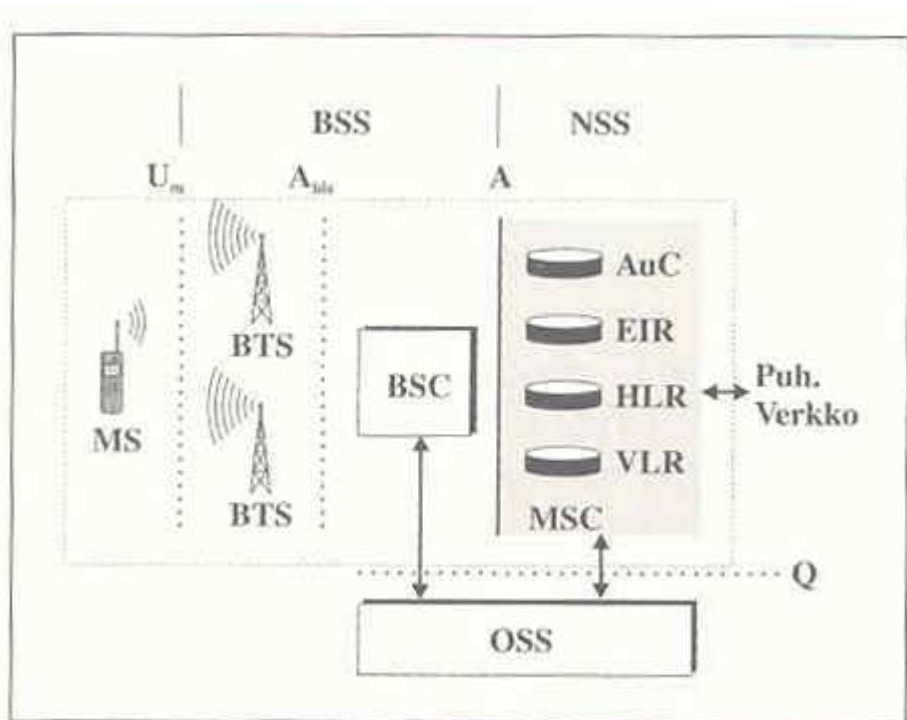
## 2.4 GSM – verkko.

Suomessa GSM – verkkojen rakennus alkoi 1990-luvun taitteessa, nykyään verkko kattaa koko maan ja on kehittynyt huomattavasti ominaisuuksiltaan. GSM – verkko toimii 890-915 MHz ja 935-960 MHz taajuusalueella sekä 1710-1780 MHz ja 1805-1880MHz taajuusalueella. Merkittävimmät ominaisuudet mitä on GSM – järjestelmään lisätty: GSM – verkon 2+ vaiheessa käyttöön tulleet GPRS (General Packet Radio Service) ja HSCSD (High Speed Circuit Switched Data). Tämän jälkeen on siirrytty 3G – palveluihin. GSM – verkko on toteutettu soluverkkona, jossa käyttäjien määrä, maasto sekä lähetysteho vaikuttavat solujen kokoon. Verkossa eri solut voivat käyttää samaa taajuutta, jos näiden solujen välissä on muita soluja, jolloin samaa taajuutta käyttävät solut eivät osu päällekkäin, tätä kutsutaan taajuusalueiden uudelleenkäytöksi (frequency reuse). Lähetystehoja, antennin sijaintia ja suuntausta hyväksi käyttäen voidaan soluista rakentaa pieniä, mutta isompia puhekanavien lukumäärän omaavia soluja, tiheästi asutuille alueille. Järjestelmä pitää sisällään ns. *sijainnin seurannan*, joka pitää verkon tietoisena puhelimen sijainnista, koska verkon on tiedettävä puhelimen sijainti silloinkin kun puhelua ei ole käynnissä. Muussa tapauksessa ilmoitus tulevasta puhelusta jouduttaisiin lähettämään kaikkien operaattoreiden jokaiseen soluun. Jos solun vaihto tapahtuu käynnissä olevan puhelun aikana, otetaan uudessa solussa käyttöön puhekanava käynnissä olevalle puhelulle. Solu valitaan alueelle kuuluvista soluista, joissa on vapaita puhekanavia ja jonka kuuluvuus sopii puhelun siirtoon. Tästä solusta toiseen siirtymiseen käytetään nimitystä *handover*. Jokaisella GSM – verkon käyttäjällä on sopimus yhden nk. *kotioperaattorin* kanssa (*home PLMN*), kun käyttäjä liikkuu alueella, jota kotioperaattorin verkko ei kata, on käyttäjällä mahdollisuus liikennöidä *vierailuoperaattorin* (*visited PLMN*) verkon kautta. Ulkomaille liikuttaessa puhelin kirjautuu sellaiseen verkkoon, jossa kotioperaattorilla on seurantasopimus, joka tunnetaan paremmin nimellä *roaming agreement*. Käyttäjällä on tällöin käytössä vain vierailtavan operaattorin tarjoamat palvelut, jotka vaihtelevat operaattorikohtaisesti. GSM -verkko on suunniteltu tukemaan myös datapalveluita tavallisten puhelinpalveluiden rinnalla. Teoriassa verkko pystyy tarjoamaan tiedonsiirtoa aina 300bps:tä 56kbps nopeuteen asti. GSM – verkot perustuvat digitaaliseen ISDN:ään ja sitä voidaan pitää ISDN:n langattomana versiona.

Yksinkertaistettuna GSM – verkot koostuvat mobiilikeskuksesta (MSC), tukiasemista (BTS) sekä näiden ohjainyksiköistä (BSC). MSC koostuu tietokannoista joista varmistetaan käyttäjän sijainti, tilaajatiedot sekä huolehditaan tietoturvasta. Operaattorit valvovat järjestelmän toimintaa OSS (Operation Sub-System) hallinta-järjestelmällä.

/1/

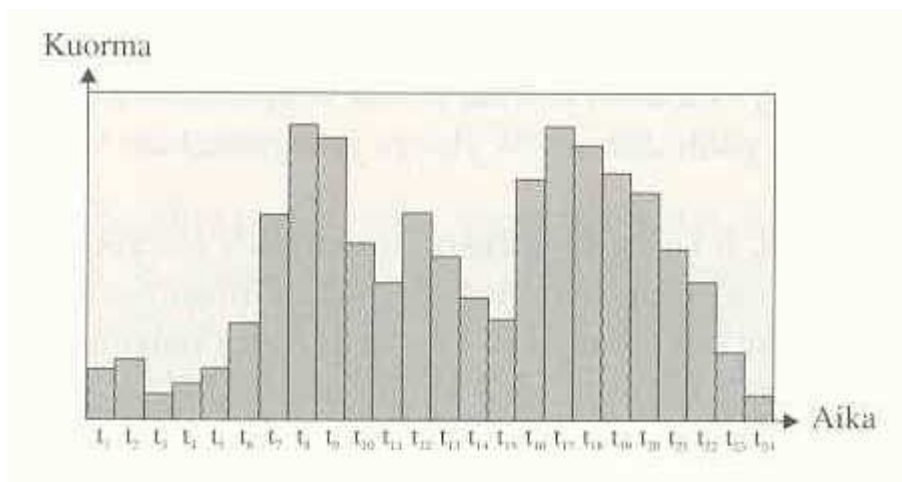
Kuva GSM-verkon rakenteesta:



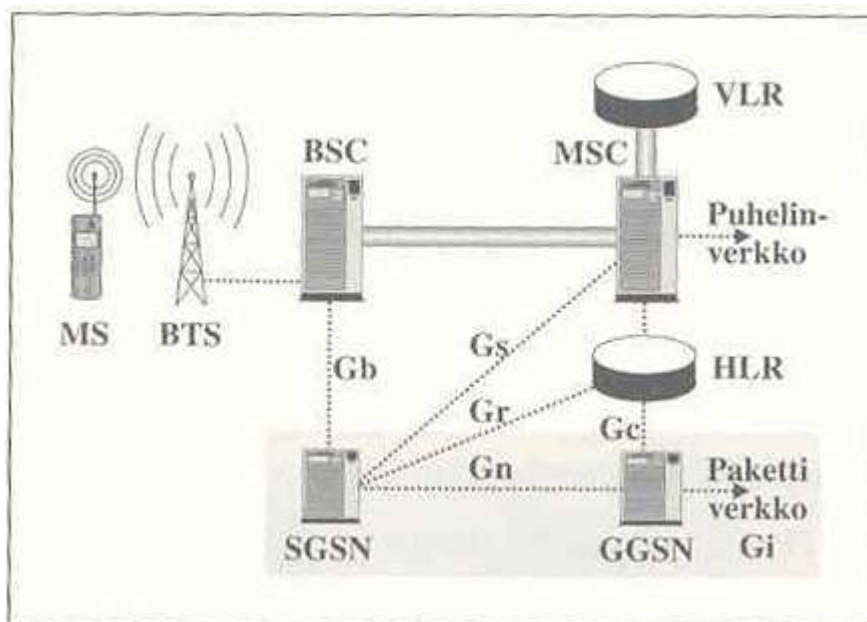
Kuva 2.1 GSM – verkon rakenne. /1/

### 2.4.1 General Packet Radio Service (GPRS).

GPRS (General Packet Radio Service) on GSM – verkon 2+ vaiheessa käyttöön otettu laajennus. GPRS tarjoaa mahdollisuuden käyttää pakettikytkentäistä datayhteyttä, joka voi olla jatkuvasti päällä kuitenkin kuormittamatta verkkoa muulloin kuin dataa siirrettäessä. Tämä mahdollistaa tiedon siirtämisen ja vastaanottamisen, silloin kuin tarve vaatii. GPRS kuormittaa verkkoa vähemmän kuin piirikytkentäinen GSM – data, joka varaa itselleen yhdestä kahdeksaan puhekaistaa datan siirtoon, vaikka liikennettä ei olisi. GPRS käyttää GSM – verkossa vapaana olevia resursseja datan siirtoon, kullakin tukiasemalla (BTS) on tietty määrä fyysisiä kanavia, joista operaattori voi varata kanavia, joko yhteiseen käyttöön tai määrätä osan kanavista GPRS:n käyttöön. GPRS ei kuitenkaan edellytä pelkästään sille varattuja kanavia, vaan se voi kilpailla samoista kanavista puhelinliikenteen kanssa. Käytännössä operaattorit asettavat piirikytkentäiset GSM – puhelut korkeammalle prioriteetille kuin GPRS – liikenteen, jolloin verkon vapaana oleva kapasiteetti on käytössä GPRS - käyttäjille.



Kuva 2.2. Esimerkki GSM – verkon kuormituksesta eri aikoina. /1/



Kuva 2.3. GPRS – elementit matkapuhelinverkkokeskuksessa. /1/

Tavalliselle matkapuhelinkäyttäjälle GPRS:n käyttö tulee halvemmaksi kuin GSM - datan käyttö, sillä monilla operaattoreilta löytyy kiinteähintainen pakettidatapalvelu, joka mahdollistaa rajattoman siirron kuukauden aikana. GPRS – yhteyksien heikkoutena verrattaessa GSM – dataan on yhteydessä oleva viive, sekä kanavanvarausmekanismi, joka priorisoi äänipuhelut. Näin ollen GPRS ei sovellu esim. tosiaikaisena kuva tai viiveettömän puheen siirtoon. /1/

#### 2.4.2 GPRS – verkon komponentit.

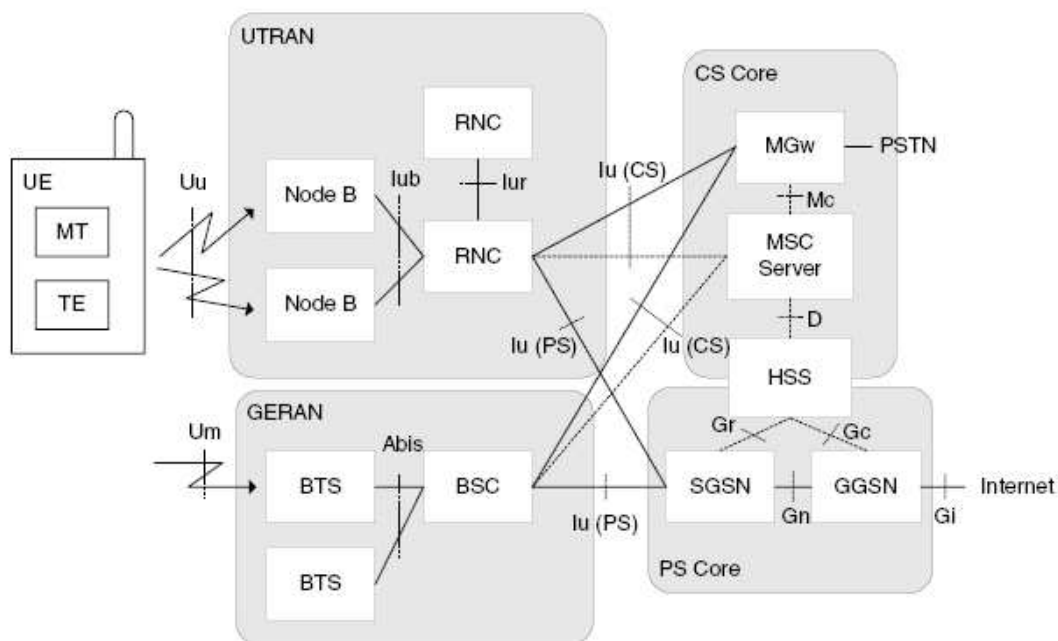
GPRS on GSM – verkon päälle rakennettu pakettikytkentäinen datapalvelu. Koska osa laajennettua GSM – verkkoa on tarkoitettu pelkästään GPRS – palveluita varten, ja dataliikenne kulkee omilla kanavilla käyttäen omia koodausmenetelmiä, voidaan puhua GPRS – verkosta. GPRS:n käyttöönotto toi myös lisäkomponentteja GSM – verkkoon, nämä lisätyt laitteet ovat: GGSN (Gateway GPRS Support Node) sekä SGSN (Serving GPRS Support Node). GGSN yhdistää GSM/GPRS – verkon ulkopuoliseen IP -pohjaiseen Internet – verkkoon. SGSN:n tehtävänä on seurata verkossa olevia GPRS – laitteita solun tai alueen tarkkuudella, sekä reitittää näille menevä/tuleva liikenne. Lisäksi SGSN huolehtii tiedon salaamisesta niin radiotiellä kuin GPRS – verkon sisällä, sekä valvoo laitteiden kirjautumista verkkoon. SGSN hoitaa

myös GPRS – palveluiden laskutuksen, poikkeuksena liikennemäärästä riippumattomat kiinteähintaiset GPRS – paketit. GPRS lisää myös muutamia kohtia verkon rekistereihin, kuten: HLR:ään tiedot tilaajan GPRS asiakkuudesta, sekä SMS – palvelukeskuksen tuki SMS -siirroille SGSN:n kautta. /1/

### 2.4.3 GPRS:n tietoturva.

Tietoturvan suhteen GPRS on lähes identtinen GSM:n kanssa ja SGSN suorittaa samat autentikointiin ja salaukseen liittyvät toimenpiteet samojen algoritmien perusteella kuin GSM – verkko. Liikenne verkossa tapahtuu siten, että puhelin ilmoittaa verkolle ottaneensa käyttöön GPRS – palvelut lähettämällä *GPRS attach* – sanoman. Jolloin puhelimen ja verkon (SGSN) välille muodostuu looginen yhteys, pakettien lähettämisen yhteydessä puhelin aktivoi vastaanottajan osoitteen ja liikenne puhelimen ja ulkoisen verkon välillä käynnistyy. Siirron päätyttyä verkosta varatut resurssit vapautetaan ja puhelin palaa odotustilaan (*standby state*). /1/

### 2.5 3G – verkot.



Kuva 2.4. Yksinkertainen kuva 3G – verkosta.



Moderni matkapuhelinverkko koostuu matkapuhelinkeskuksesta ja liittymäverkoista/radioverkoista. Päätelaitteista käytetään yleisesti termiä User Equipment (UE), sillä kehittyneiden datapalveluiden myötä, yhä useammin päätelaite saattaa olla esim. kannettava tietokone. Kuvassa 2.4. on nähtävissä miten modernissa verkossa on käytössä kaksi erilaista liittymistapaa. UMTS Terrestrial Radio Access Network (UTRAN) ja GSM/EDGE Radio Access Network (GERAN). UTRAN mahdollistaa UMTS – päätelaitteiden liittymisen verkkoon, kun GERAN tarjoaa verkon GSM/EDGE – päätelaitteille. Molemmat verkot tarjoavat piiri- ja pakettikytkentäistä yhteystapaa. 3G – verkoissa päätelaite on yhteydessä Node B:hen, joka vastaa GSM – verkossa olevaa BTS:ää. Tyypillisesti tukiaseman toiminnallisuudet ovat rajoittuneita ja verkon älykkyys on toteutettu syvemmällä verkossa sijaitsevilla Radio Network Controller:illa (RNC). Node B:n ja RNC:n välillä on Asynchronous Transfer Mode (ATM) – yhteys, joka tunnetaan Iub:nä. Verkkokeskus on jaettu kahdeksi osaksi, toinen puoli on pakettivälitteiselle ja toinen piirikytkentäiselle liikenteelle. Keskuksessa on eritasoinen arkkitehtuuri, jossa Mobile Switching Center Server (MSC Server) hallitsee Media GateWay:itä (MGW). Home Subscriber Server(HSS) on jaettu pakettikytkentäisen ja piirikytkentäisen verkon välillä.

3G:n kehittämisestä on vastuussa 3GPP – järjestö, joka on julkaissut useamman ”Release:n”, jotka määrittelevät 3G:n kehitymissä nyt ja tulevaisuudessa. /7/

### 3 SIP

SIP eli Session Initiation Protocol on IETF MMUSIC – ryhmän (Multiparty Multimedia Session Control) määrittelemä sovelluskerroksen standardipohjainen ohjaus- ja merkinantoprotokolla, jolla voidaan luoda, muokata ja päättää multimediaistuntoja, kuten internetpuheluita. Tämän lisäksi SIP:ä käytetään käyttäjän paikantamiseen. Nykyinen standardi RFC 3261 on otettu käyttöön vuoden 2002 kesäkuussa. /2/ /3/

SIP tukee viittä seuraavaa ominaisuutta luodessa ja päättäessä multimediayhteyttä:

- Käyttäjän paikannus: Määritetään päätelaitteen sijainti yhteyttä varten.
- Käyttäjän tavoitettavuus: Tarkistetaan vastaanottavan osapuolen halukkuus osallistua mahdolliseen kommunikaatioon.
- Käyttäjällä käytössä olevat ominaisuudet: Päätetään media sekä media parametrit, joita voidaan käyttää.
- Istunnon luonti: Yhteydessä käytettävien parametrien luonti, niin soittavalle, kuin soitettavalle osapuolelle.
- Istunnon hallinta: Sisältää siirron ja yhteyden päättämisen, tämän lisäksi session parametrien muokkaamisen sekä palveluiden käynnistämisen.

SIP – käyttäjät yksilöidään käyttämällä SIP – URI:a (Universal Resource Identifier). SIP – URI on yksi URI – tyypeistä, jotka määritellään [RFC 3986] dokumentissa. Yleisesti SIP – URI on muotoa *sip:käyttäjä@palveluntarjoaja.com*. Käyttäjällä voi olla useita tunnuksia, jotka viittaavat esimerkiksi eri päätelaitteille, jolloin käyttäjän on helpompi erotella työpuhelut tavallisista puheluista. /2/ /4/

SIP ei itsessään tarjoa mitään palveluita, vaan yksinkertaisen pohjan, jonka päälle näitä palveluita voidaan toteuttaa. SIP on itsenäinen suhteessa istuntoon, joka luodaan, sekä tapaan kuvata istunto. SIP tarjoaa tavan jakaa tätä tietoa mahdollisten istuntoon osallistujien kesken. SIP on paremminkin komponentti, jota voidaan

tuntoon osallistujien kesken. SIP on paremminkin komponentti, jota voidaan käyttää toisten IETF – protokollien kanssa multimedia arkkitehtuurin luontiin.

Tyypillisesti nämä multimedia - arkkitehtuurit rakentuvat protokollista kuten: Real-Time Transport Protocol (RTP), jota käytetään datan siirtoon reaaliajassa, sekä palvelun laadun seuraamiseen. Real-Time streaming protocol (RTSP), joka valvoo virtaavan median perille pääsyä. Media Gateway Control Protocol (MEGACO), joka hallinnoi yhdyskäytävää lankaverkkoon (PSTN), sekä näiden lisäksi Session Description Protocol (SDP), jolla kuvataan itse istunto. /2/

SIP:ä käyttämällä voidaan jo käynnissä oleviin istuntoihin kutsua lisää osallistujia ja luoda nk. konferenssi puheluita, lisäksi eri mediaa voidaan lisätä ja poistaa käynnissä olevista istunnoista. /5/

Istunnon vaatimat yksityiskohtia ei kuvata käyttäen SIP:ä. Sen sijaan SIP – sanoman rakenne sisältää kuvauksen sessiosta joka on koodattu jollain toisella protokollallaformaattilla, kuten esim. Session Description Protocol (SDP). SDP kuvaa istunnon ja välittää tiedot kuten: mitä mediaa, koodausta tai mihin osoitteeseen (IP - osoite ja portti) mediapaketit lähetetään.

SIP kuljettaa tämän SDP viestin eteenpäin samoin kuten esimerkiksi web – sivun sisältö kulkee http – sanomassa. /2, 3/

SIP toimii sekä IPv4:n, sekä myös IPv6:n kanssa. /2/

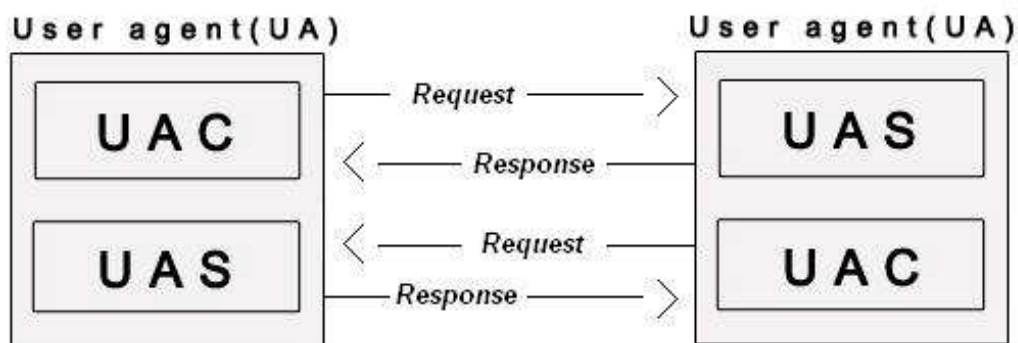
### 3.1 SIP – rakenne.

SIP spesifikaatio määrittelee ryhmän SIP – elementtejä, jotka muodostavat SIP – arkkitehtuurin. Nämä elementit ovat:

- Käyttäjäagentit, (User Agents (UAs))
- Rekisteröintipalvelimet, (Registrars)
- Välityspalvelimet, (Proxies)
- Back – to – Back User Agents (B2BUAs)

#### 3.1.1 Käyttäjäagentit.

SIP käyttäjäagentti (UA) koostuu kahdesta komponentista: Asiakaskäyttäjäagentista *User Agent Client* (UAC) ja käyttäjäagenttipalvelimesta *User Agent Server* (UAS). Asiakaskäyttäjäagentit ovat vastuussa uusien SIP – pyyntöjen luonnista sekä niihin liittyvien vasteiden vastaanotosta. Käyttäjäagenttipalvelimet taas vastaanottavat SIP – pyyntöjä ja kehittävät niille tarkoituksenmukaisen vasteen.



Kuva 3.1. Käyttäjäagenttien (User Agents) toiminta.

Käyttäjäagentit sijaitsevat tyypillisesti SIP – päätepisteissä, joissa käyttäjä voi olla vuorovaikutuksessa näihin käyttöliittymän välityksellä. SIP – käyttäjäagentti on keskeinen osa jokaista multimedia – kommunikaatio-sovellusta. SIP – käyttäjäagentit voidaan toteuttaa usealla eri tavalla, ne voivat olla PC:llä toimiva ohjelma tai yhtä

hyvin kännykässä toimiva sovellus. Tyypillisesti loppukäyttäjän multimedia - kommunikaatiosovellus koostuu neljästä komponentista:

- SIP – käyttäjäagentti, joka vastaa signaloinnin käsittelystä
- Kokoelma mediankäsittelytyökaluja, joista löytyy jokaisen eri mediatyyppin käsittelyn omansa. Eri mediakomponentteja voidaan yhdistää samaan puhe- luun.
- Palanen palvelinlogiikkaa, joka tyypillisesti ylläpitää käyttäjän tilaa sekä laittaa muut komponentit toimimaan keskenään.
- Käyttöliittymä, jonka kautta käyttäjä pääsee käyttämään sovellusta.

Edellä on puhuttu, että käyttäjäagentit sijaitsevat päätepisteinä, näin ei kuitenkaan ole kaikissa tapauksissa. Poikkeuksena edelliseen voidaan pitää SIP – puhelin- vastaajaa *SIP Voice Mail System (VMS)*, jonka tapauksessa käyttäjäagentti sijaitsee verkkopalvelimessa. VMS:n on kyettävä vastaanottamaan SIP – puheluita, hyväksymään puhelut, soittamaan tervehdysviesti sekä nauhoittamaan soittavan osapuolen sanoma. Tämän lisäksi VMS:n on kyettävä luomaan puheluita, joilla se ilmoittaa käyttäjälle vastaajaviestin saapumisesta ja annettava käyttäjälle mahdollisuus kuunnella kyseinen viesti. /3/

### 3.1.2 Rekisteröintipalvelin.

Rekisteröintipalvelin eli *Registrar* on palvelin, joka hyväksyy rekisteröitymispyynnöt käyttäjäangenteilta. Rekisteröinti on tapahtuma, jolla SIP – käyttäjäagentti ilmoittaa nykyisen sijaintinsa sekä ulkoisesti näkyvän tunnisteiden rekisteröintipalvelimelle. SIP – käyttäjäagentin on oltava rekisteröitynä ennen kuin se pystyy vastaanottamaan puheluita. Kun rekisteröintipalvelin hyväksyy rekisteröintipyyntösanoman se asettaa saapuneet tiedot, eli käyttäjän sijainnin ja tunnisteiden, paikannuspalvelimen tietokantaan. /3/

### 3.1.3 Paikannuspalvelin.

Paikannuspalvelin ei ole varsinaisesti SIP – objekti, vaan tietokanta, joka pitää sisällään rekisteröintipalvelimelta saamansa tiedot. Paikannuspalvelimella on lista käyttäjien yleisistä tunnuksista *Address of Record*(AOR) ja näiden sidoksista yhteysosoiteisiin *Contact Address*, jotka edustavat käyttäjän sijaintia tietylle verkkoalueelle. Sekä AOR, että Contact Address ilmaistaan SIP – URI:na. Tietyin verkkoalueen välityspalvelimet ovat yhteydessä paikannuspalvelimeen, jotta ne olisivat tietoisia käyttäjän sijainnista. Käyttöliittymä paikannuspalvelimelle ei ole SIP -pohjainen. Paikannuspalvelimelle kirjautumiseen ei ole standardoitua menetelmää, jotkut SIP - palvelimet käyttävät tähän protokollia kuten LDAP(Lightweight Directory Access Protocol) tai muita vastaavia. Useissa toteutuksissa paikannuspalvelin ja välityspalvelin ovat samassa kokoonpanossa ja näiden välillä on sisäinen käyttöliittymä. /3/

Address of Record	Contact Address
sip:simo@sarnk.fi	sip:simo@212.56.37.9
...	...

Kuva 3.2. Esimerkki AOR:n sidos Contact Address:iin

### 3.1.4 Välityspalvelin.

Välityspalvelin on nimensä mukaisesti komponentti, joka toimii SIP – sanomien tulkitsejana sekä välittäjänä, tarvittaessa välityspalvelin muokkaa käsittelemiään sanomia, jotta nämä päätyisivät sanomassa osoitetulle kohteelle. Välityspalvelimen tärkein rooli on toimia sanomien reitittäjänä. Tarkoituksenaan varmistaa, että lähetetty pyyntö pääsee hypyn verran lähemmäksi päämääräänsä. UAC:n ja UAS:n välissä voi olla useita välityspalvelimia, jotka auttavat reitittämään pyyntösanomia.

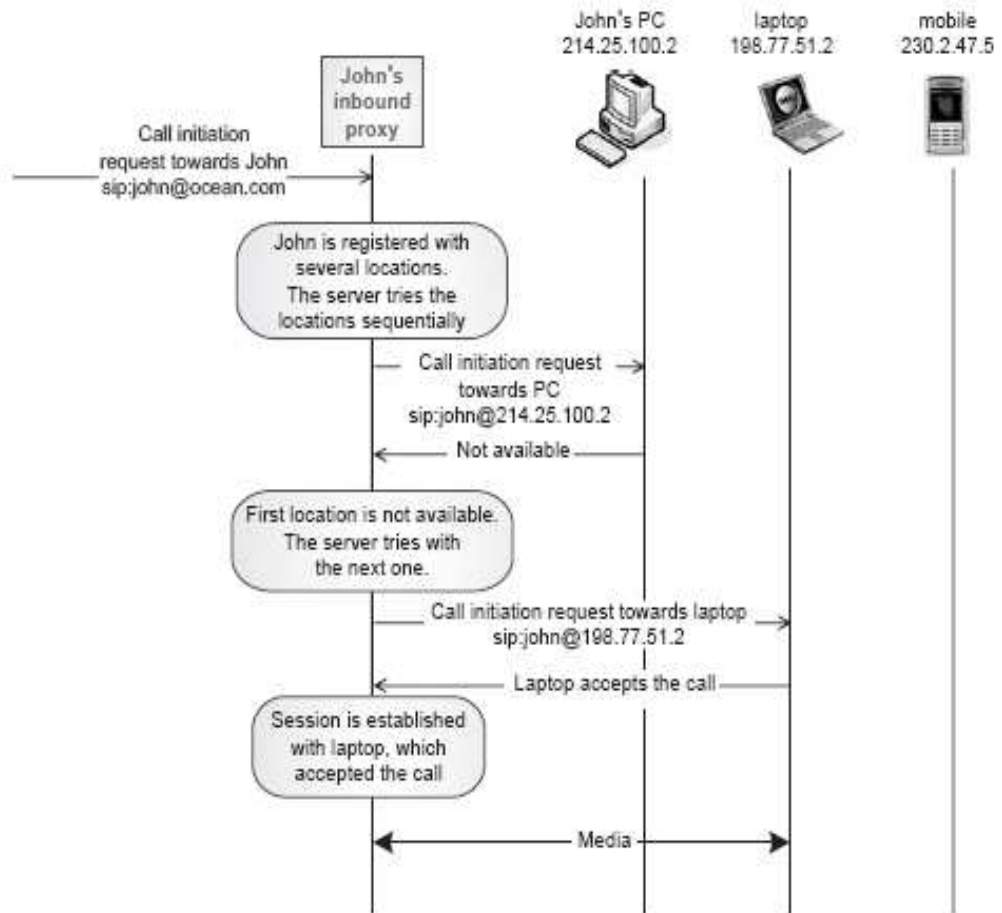
**Lähtevä (Outbound)** – välityspalvelin auttaa käyttäjäagenteja reitittämään ulospäin suuntautuvia pyyntöjä. Käyttäjäagentit ovat yleisesti konfiguroitu reitittämään kaikki pyyntönsä lähtevälle välityspalvelimelle, joka reitittää nämä sanomat eteenpäin.

**Saapuva (Inbound)** – välityspalvelin käsittelee saapuvia pyyntöjä hallinnoivalle toimialueelle. Yksinkertaistettuna se auttaa reitittämään saapuvat pyynnöt oikealle käyttäjäagentille omalla toimialueellaan. Kun inbound – välityspalvelimelle tulee sanoma, joka kuuluu tämän toimialueen alaisuuteen, se tiedustelee paikannuspalvelimelta käyttäjäagentin sijaintia. Tämän jälkeen välityspalvelin päättää käyttäjäagentin yhteysosoitteen, johon se välittää kyseiset pyynnöt.

Inbound- ja paikallinen outbound – välityspalvelin voivat olla toteutettuna yhteiseksi kokonaisuudeksi rekisteröintipalvelimen kanssa, jolloin näistä käytetään yleistä yhteistä nimitystä SIP – palvelin.

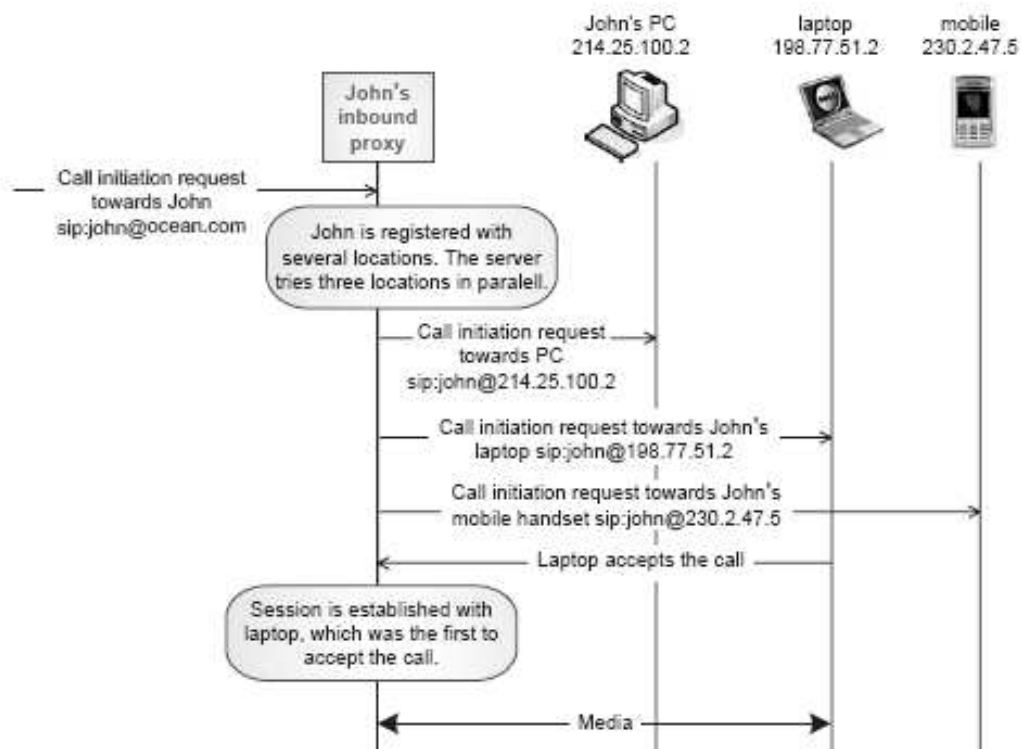
**Haarukointi (Forking)** Haarukointia käytetään kun käyttäjä on rekisteröitynyt samalla tunnuksella useasta sijainnista. Kun saapuva puhelupyntö tulee käyttäjän Inbound – välityspalvelimelle, havaitsee välityspalvelin tilanteen ja yrittää saada yhteyden kohteeseen löydettyjä reittejä pitkin. Haarukoinnissa on käytössä tyypillisesti kaksi käytäntöä:

- Peräkkäinen haku: Välityspalvelin yrittää tavoittaa käyttäjää järjestyksessä eri kohteista
- Samanaikainen haku: Välityspalvelin yrittää tavoittaa käyttäjän samanaikaisesti kaikista tiedossa olevista kohteista.



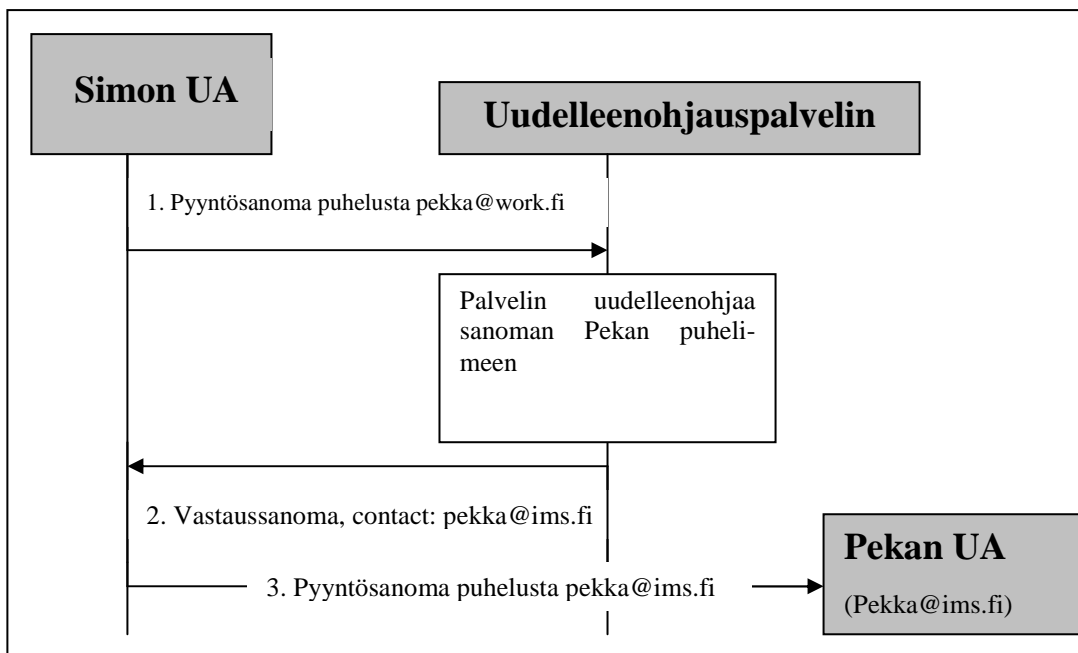
Kuva 3.3. Järjestyksessä tapahtuva haarukointi. /3/





Kuva 3.4. Samanaikaisesti tapahtuva haarukointi. /3/

**Uudelleenohjauspalvelin (Redirect Server)** Uudelleenohjauspalvelimet ovat käyttäjäagenttipalvelimia, jotka vastaanottavat sanomia käyttäjäagenttiasiakkailta ja generoivat näille uuteen kohteeseen osoittavan sanoman. Nämä vastaukset osoittavat aina käyttäjäagenttipalvelimelle joka generoi sanoman osoittamaan uutta URI:a. Esimerkki uudelleenohjauksesta: Käyttäjäagentti lähettää SIP – sanoman Pekalle osoitteeseen: `sip:pekka@work.fi`, johon uudelleenohjauspalvelin vastaa toisella osoitteella, johon kannattaa yrittää: `sip:pekka@ims.fi` /3/



Kuva 3.5. Uudelleenohjauspalvelimen toiminta.

### 3.2 SIP – sanomat.

SIP – sanoma on joko pyyntösanoma asiakkaalta palvelimelle, tai vaihtoehtoisesti vastesanomana palvelimelta asiakkaalle. Toisin kuin http:ssä SIP voi lähettää useamman vastesanomaa pyyntösanomalle. Jokaisella pyynnöllä on oltava vähintään yksi viimeinen/lopullinen vaste, ja siinä voi olla myös lukuisia tilapäisiä sanomia. Vastesanomien sisältävät kolmenumeroinen status koodin, jossa ensimmäinen numero määrittelee vastaussanomien luokan. Jos ensimmäinen numero on 1, se merkkinä siitä, että lisää viestejä on vielä tulossa. Muissa tapauksissa viesti on lopullinen. RFC 3261 määrittelee kuusi arvoa, joita voidaan käyttää ensimmäisenä numerona vastesanomassa. Jokainen näistä tarkoittaa erityyppistä sanomaa, esim. koodi 200 edustaa onnistunutta viestin kulkua. Eri vastekoodiryhmiä:

- 1xx – tilapäiset/informatiiviset vastaukset, jotka ovat merkkinä viestin perille pääsystä ja vastaanottaja on jatkamassa pyyntöä.
- 2xx – Onnistuneet/tulokselliset vastaukset. Sanoma on päässyt onnistuneesti perille, ymmärretty, ja hyväksytty.
- 3xx – Uudelleenohjaus vastaukset. Pyyntö lähettäjän on tehtävä jatkotoimenpiteitä, pyynnön onnistumiseksi.
- 4xx – Asiakaspuolen virhevastaukset. Pyyntö sisältää syntaksi virheen tai sitä ei voida suorittaa kyseisellä palvelimella.
- 5xx – Palvelinpuolen virhevastaukset. Palvelin ei voinut suorittaa laillista pyyntöä. Vika on palvelinpuolella.
- 6xx – Globaalit virhevastaukset. Pyyntöä ei voida toteuttaa millään palvelimella.

/2/ /6/

### SIP – Pyyntösanomat

Pyyntösanomia on määritelty kuusi erilaista ja näitä kutsutaan metodeiksi. Nämä sanomat on määritelty RFC 3261:ssä. Käytettäessä SIP:n laajennuksia, näitä metodeja

on enemmän, nämä laajennukset ja lisämetodit on määritelty muissa RFC - dokumenteissa. RFC 3261:n määrittelemät metodit ovat:

- REGISTER
- INVITE
- ACK
- CANCEL
- BYE
- OPTIONS

### REGISTER

Tällä metodilla käyttäjäagentti rekisteröityy rekisteröintipalvelimelle ja yhdistää oman osoitteensa (AOR), sekä nykyiseen sijaintinsa Contact Address:iin. Contact Address:sta paikannuspalvelimen on helppo poimia osoitteen IP – tiedot. Käyttäjäagentti (UAC) lähettää REGISTER – pyynnön, ja lisää siihen tiedot rekisteröityvästä SIP URI:sta (sip:sampo@samk.fi), joka lisätään ”To” otsikkoriviin. Lisäksi lähetetään käyttäjän sijainti ilmaistuna SIP URI:na (sip:sampo@1.2.3.4), joka liitetään ”Contact” otsikkoriviin. Rekisteröintipalvelimen osoite ilmaistaan viestiä lähetettäessä SIP URI – muodossa (esim. sip:registrar.samk.fi) ja se lisätään SIP – sanoman Request-URI – elementtiin. Jos pyyntösanoma hyväksytään, rekisteröintipalvelin kuittaa sen status koodi 200:lla. Vastaus sisältää Contact – otsikkorivin, joka vastaa paikannuspalvelimelle tallentunutta Contact Addressia.

### INVITE

Käyttäjäagentti lähettää INVITE – metodin muodostaessaan uutta istuntoa. Sanoma sisältää julkisen osoitteen (public identity) SIP URI:na, tämä sanoma voi mennä joko suoraan UAC:ta UAS:lle tai vaihtoehtoisesti kulkea yhden tai useamman välityspalvelimen avustamana UAS:lle. Kun istuntoon kutsuttava kohde saa sanoman, se vastaa siihen luomalla vastesanomaa, joka kuvaa istunnon tilaa. Esimerkiksi vastaus voi olla status koodi 180 Ringing (hälyttää). Soitettavan osapuolen hyväksyessä puhelun se lähettää 200 OK päätösviestin. INVITE – tapahtumaa käytetään myös välittäessä tietoa sessiossa käytettävistä tiedoista, kuten: media, kodekit, jne. Session kuvaukseen käytetään yleisesti Session Description Protocol:aa (SDP). Kuvauksen lähettämistä kutsutaan ”SDP offer” ja vastaussa-

noman yhteydessä lähetetään istunnon aloittajalle ”SDP answer”. INVITE – neuvottelu muodostaa käyttäjien välille End-to-End – yhteyden, jota kutsutaan dialogiksi. Käynnissä olevaan istuntoon voidaan lisätä eri mediaa esim. video – kuvaa lähettämällä uusi INVITE. Tätä kesken istunnon lähetettyä INVITE – metodia kutsutaan Re – INVITE:ksi. Jotta esim. videokuvaa saataisiin mukaan istuntoon, on Re – INVITE:n yhteydessä lähetettävä uusi kuvaus istunnosta (SDP), joka sisältää tiedon videon käytöstä.

#### ACK

Päätävän vastaussanoman (esim. 200 OK, vastapuoli hyväksyy istunnon) saatuaan käyttäjäagentti luo uuden sanoman, jota kutsutaan ACK. ACK – sanomalla käyttäjäagentti tiedottaa saaneensa päätävänsanoman perille.

#### CANCEL

UAC luo CANCEL – pyynnön keskeyttääkseen käynnissä olevan pyynnön. CANCEL – pyyntö on osa uutta tapahtumaa, mutta se viittaa alkuperäiseen tapahtumaan. CANCEL – pyynnön saatuaan käyttäjäagentit lopettavat käynnissä olevan tapahtuman. Jos CANCEL – pyyntö vastaanotetaan tapahtumaan, joka on saatu päätökseen, niin se ei vaikuta siihen mitenkään.

#### BYE

BYE – pyyntöä käytetään päättämään istunto. Kun UAS saa BYE – pyynnön käynnissä olevaan keskusteluun, sen tulee päättää istunto, joka on sidoksissa käynnissä olevaan keskusteluun.

#### OPTIONS

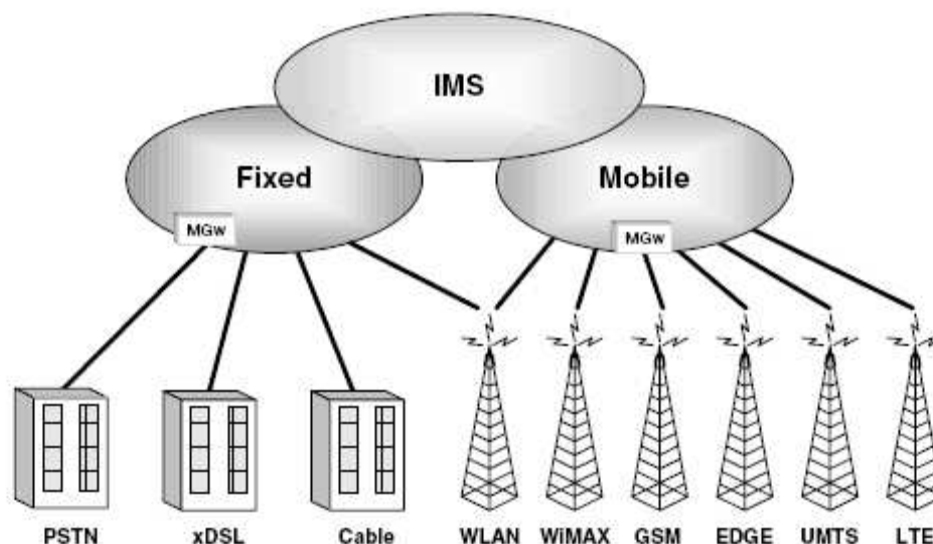
Käyttäjäagentti voi tiedustella palvelimelta OPTIONS – pyynnöllä palvelimella käytössä olevia ominaisuuksia. Nämä ominaisuudet sisältävät tiedon käytössä olevista: sisältömuodoista, laajennuksista, kodekeista jne. /2, 3/

### 3.3 SIP ja IMS.

Multimediapuhelimet eivät itsessään pysty soittamaan IP – puheluita, ne vaativat usein avukseen ohjelman, joka hoitaa tämän. IMS:sta puhuttaessa ei siis voi olla puhumatta SIP:sta, koska se on vastuussa multimediapuheluiden ja IMS:n kautta tapahtuvasta istuntojen perustamisesta, muokkaamisesta sekä päättämisestä. SIP on tärkein merkinanto protokolla IMS:ssa, joka mahdollistaa käyttäjän liikkuvuuden. SIP:ä käytettynä yhdessä SDP:n kanssa mahdollistaa lisäpalveluiden hyödyntämisen, kuten yhteyksien ohjaamisen, konferenssipuhelut, ja kommunikoinnin ilman ISDN/PSTN - yhteyksin nykyisin asettamia rajoja. /6/ /7/

#### 4 INTERNET PROTOCOL (IP) MULTIMEDIA SUBSYSTEM – IMS.

IP Multimedia Subsystem eli IMS perustuu IETF:n määrittelemään Session Initiation Protocol:aan (SIP), mutta SIP on protokollana vain osa IMS kokonaisuutta. IMS on enemmän kuin pelkkä protokolla, se on arkkitehtuuri, jonka tarkoituksena on yhdistää: data, puhe sekä perinteiset- ja matkapuhelinverkot käyttäen laajaa valikoimaa eri protokollia, joista suurin osa on IETF:n kehittämiä. Tämä kehitymissuunta on saanut alkunsa internetyhteyksien räjähdysmäisestä kasvusta kulutusmarkkinoilla, joka on vaikuttanut myös matkapuhelinverkkoihin. GSM on tarjonnut piirikytkentäisiä datapalveluita ja kehityksen myötä tuonut mukaan pakettikytkentäiset datapalvelut (GPRS). Nämä ovat kehittyneet edelleen kohti nopeampaa tiedonsiirtoa kun käyttöön otettiin EDGE ja UMTS, jolla siirryttiin kolmannen sukupolven järjestelmiin. Nämä järjestelmät ovat tarjonneet jatkuvasti kasvavia tiedonsiirtonopeuksia rinnakkain perinteisten puhelinpalveluiden kanssa. Jo tästä on nähtävissä perinteisten puhelinpalveluiden yhdistyminen datansiirtoon. Reaaliaikaisten palveluiden käyttöä ei juuri ole tarjottu, johtuen siirtomenetelmien pitkistä vasteajoista. Reaaliaikaiset palvelut kuten IP – puhelut, eivät vaadi läheskään yhtä suurta tiedonsiirtonopeutta, mitä nykyään pystytään tarjoamaan, mutta vaativat sen sijaan lyhyen vasteajan ja jatkuvan sekä taatun datapakettien siirron päätepisteiden välillä. IMS:n tarkoitus on yhdistää nämä edellä mainitut palvelut ja yhdistää data- ja puhelinverkot lähemmäksi toisiaan. IMS hallitsee istuntoja ja reitittää mediavirtaa välittämättä mistä verkosta tai operaattorilta se tulee. /4/



Kuva 4-1 Kiinteiden ja mobiiliverkkojen yhdistyminen IMS:n avulla. /7/

IMS nähdään seuraavana askeleena telekommunikaatiossa ja palveluissa jotka lopultakin yhtenäistävivät puhelin- ja dataviestinnän. IMS tulee rikastamaan kommunikointia reaaliaikaisella puheella, videolla ja tekstiviestinnällä, lisäksi se tarjoaa mahdollisuuden tiedostojen sekä median jakamiseen, jolloin käyttäjät voivat lähettää esimerkiksi kuvia ja videoleikkeitä toisilleen. IMS tarjoaa mahdollisuuden määrittellä eri siirroille Quality of Service (QoS) eli tietty palvelulaatu. Nykyiset järjestelmät eivät tarjoa palveluilleen QoS:ää, joka tarkoittaa käytännössä, että siirtotien ruuhkaantuessa, voi paketteihin tulla viivettä, joka esim. Voice over IP - (VoIP) puheluisa ilmenee pätkimisenä, viiveenä tai puhelun katkeamisena. IMS voi taata tietyn osan siirtotiestä, joka on varattu pelkästään esim. VoIP – puhelulle, jolloin tämä siirtotie ei pääse ruuhkaantumaan muusta liikenteestä ja käyttäjällä on tae hyvälaatuisesta VoIP – puhelusta. Tulevaisuutta ajatellen, kaikista suurimpana etuna IMS:ssä voidaan nähdä mahdollisuus siirtyä yhtenäiseen ALL-IP – verkkoon, tämä mahdollistaisi tulevaisuudessa piirikytkentäistenverkkojen ylläpidon lakkauttamisen IP – verkon rinnalta. Haasteena ja vaatimuksena tähän pääsemiseen on nykyinen toimiva ja kattava matkapuhelinverkko, jotta IMS multimediapuhelut tulisivat korvaamaan nk. perinteiset verkot, on niiden tarjottava parempi kapasiteetti ja kattavuusalue, sekä vähintään yhtä laadukas palvelutaso. /4/

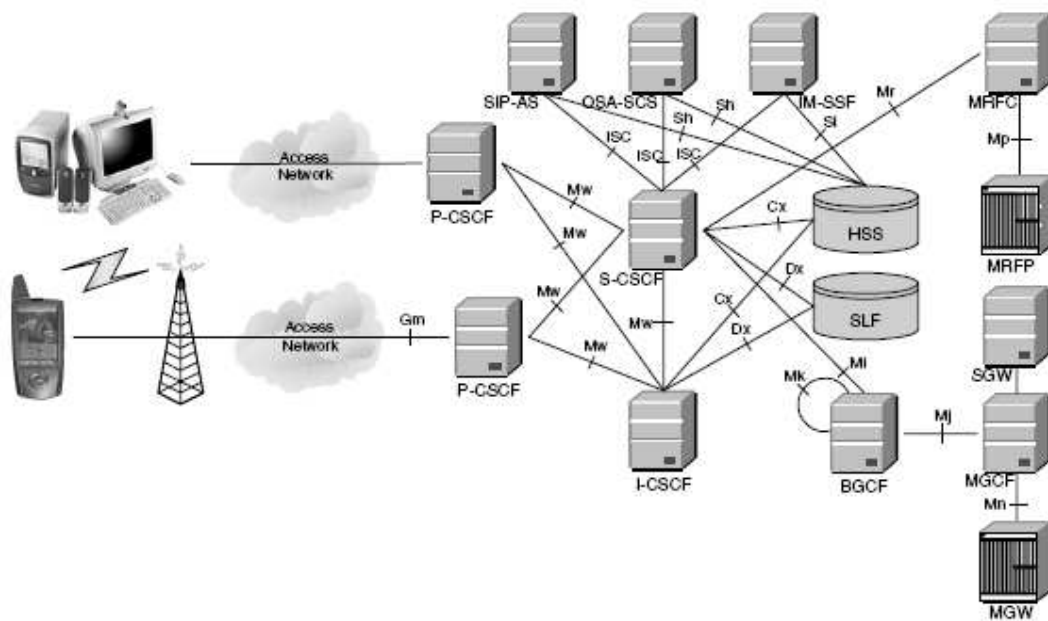


#### 4.1 IMS – arkkitehtuuri.

IMS – arkkitehtuuri tuo mahdolliseksi palveluiden tarjoamisen, jotka on yhdistetty horisontaalisesti. Palvelun tarjoavat siirtyvät pois tavanomaisesta vertikaalisesti yhdistetyistä palvelusiiloista, jotka sisältävät kaikki toiminnot, joita palvelut tarvitsevat. Sen sijaan IMS tarjoaa perustoiminnot, joita eri palvelut voivat käyttää. Tällä tavalla palveluiden tuottajien tarvitsee lisätä vain toiminnot, joita heidän palvelu vaatii toimiakseen ja käyttää perustoimintoihin IMS:n tarjoamia toimintoja. IMS:n tarjoamat toiminnot ovat saatavilla IMS:n päälle rakennetuille palveluille, näitä palveluita ovat mm. ominaisuuksien neuvottelu, autentikointi, reitittäminen, ryhmien hallinnointi, läsnäolo – palvelut, varaaminen, istunnon luonti ja laskutus. IMS:tä voidaan pitää palvelut mahdollistavana arkkitehtuurina, koska se mahdollistaa nopean palveluiden tuottamisen. Palvelun tuottajien ei tarvitse käyttää aikaa lisätäkseen palveluihinsa ominaisuuksia, joita IMS tarjoaa itsessään, sen sijaan kehittäjät voivat keskittyä palveluidenkohtaisiin yksityiskohtiin. IMS määrittelee joukon ominaisuuksia ja niiden välisiä liitäntöjä. Huomion arvoista on, että 3GPP standardisoi loogisia toimintoja ei liitäntöjä. Toiminnot voidaan kartoittaa fyysisille liitännöille usealla tavalla. Yksittäinen liitäntä voi toteuttaa yhden toiminnallisuuden tai useamman. Myös yksi looginen funktio voidaan jakaa usealle liitännälle. IMS – arkkitehtuurin elementit voidaan jakaa karkeasti kuuteen pääryhmään:

- Istunnonhallinta ja reititys (CSCF:t).
- Tietokannat (HSS, SLF).
- Palvelut (application server, MRFC, MRFP).
- Yhteensovitus-toiminnot (BGCF, MGCF, IMS-MGW, SGW).
- Tukitoiminnot (PDF, SEG, THIG)
- Laskutus

/4, 6/



Kuva 4-2 IMS – arkkitehtuuri /4/

#### 4.1.1 Home Subscriber Server (HSS) ja Subscription Location Function (SLF).

Home Subscriber Server (HSS) on tietokanta, johon on tallennettu kaikkien tilaajien profiilit ja palveluihin liittyvä tieto. Voidaankin sanoa, että HSS on teknisesti evoluutiossa seuraava askel, joka on lähtenyt kehittymään Home Location Register:stä (HLR). HSS sisältää käyttäjien yksilöintitiedot, rekisteröintitiedot, oikeusparametrit ja palveluiden käynnistystiedot. Käyttäjätiedot koostuvat kahdesta osasta, käyttäjäkohtaisesta (Private User Identity) ja julkisesta osoitteesta (Public User Identity). Käyttäjäkohtainen osoite on tunnistetieto, jonka määrittelee kotiverkon operaattori ja sitä käytetään rekisteröintiin sekä autentikointiin. Julkinen osoite on osoite, jolla toiset käyttäjät voivat ottaa osoitteen haltijaan yhteyttä. Tilaajatiedot pitävät sisällään paikannustiedot, kuten tilatut palvelut ja tilaajalle määrätyn S-CSCF:n. HSS tarjoaa myös käyttäjäkohtaisia vaatimuksia S-CSCF:n ominaisuuksista, joita I-CSCF käyttää valitakseen parhaiten käyttäjälle sopivan S-CSCF:n. IMS:n toiminnallisuuksien lisäksi HSS sisältää osan HLR:n ja AUC:n toiminnallisuuksista, joita pakettikytkentäinen toimialue sekä piirikytkentäinen toimialue tarvitsevat. Verkkorakenne voi pi-

tää sisällään useamman kuin yhden HSS:n, tätä ratkaisua käytetään silloin, kuin verkossa on enemmän tilaajia, mitä yksi HSS pystyy hallitsemaan.

Subscription Locator Function (SLF) on yksinkertainen tietokanta, joka kartoittaa käyttäjien osoitteita HSS:lle. Kun jokin liitântä kysyy SLF:tä käyttäjän osoitetta, saa se vastaukseksi HSS:n, joka sisältää kyseisen käyttäjän tiedot. SLF:ää ei tarvita jos verkkorakenteessa on vain yksi HSS. /4, 6, 7/

#### 4.1.2 Call Session Control Function (CSCF).

Call Session Control Function (CSCF) on SIP – palvelin, joka on keskeinen liitântä puhuttaessa IMS:stä. CSCF prosessoi SIP – merkinannon IMS:ssä. CSCF:iä on kolmenlaisia, jokaisella näistä on oma tehtävänsä, mutta yhteistä näille kolmelle on, että ne kaikki ovat osallisena rekisteröinnissä sekä istunnon perustamisessa. CSCF:t on nimetty ja jaettu niiden tarjoamien toimintojen mukaan:

- P-CSCF (Proxy-CSCF).
- I- CSCF (Interrogating- CSCF).
- S- CSCF (Serving- CSCF).

#### 4.1.3 P-CSCF.

P-CSCF toimii ensimmäisenä pisteenä kun IMS – päätelaite yhdistyy IMS - verkkoon. SIP:n kannalta P-CSCF toimii inbound/outbound SIP – välityspalvelimena, jolloin kaikki IMS – päätelaitteen lähettämät pyynnöt ja vasteet, jotka palaavat IMS - päätelaitteelle kulkevat P-CSCF:n kautta. P-CSCF sisältää joukon toimintoja, joista osa on vastuussa käyttäjän tietoturvasta. P-CSCF autentikoi käyttäjän ja vakuuttaa käyttäjän oikeellisuuden verkon lopuille liitännöille, tämän jälkeen liitântöjen ei tarvitse enää erikseen autentikoita käyttäjää. Muiden liitântöjen on tiedettävä käyttäjän identiteetti, jotta käyttäjälle voidaan tarjota käyttäjäkohtaisia palveluita ja generoida

kirjanpito käyttäjistä. P-CSCF varmistaa myös IMS – päätelaitteen lähettämien SIP – sanomien oikeellisuuden, tämä estää IMS – päätelaitetta lähettämästä sanomia, jotka eivät ole rakennettu SIP – sääntöjen mukaisesti. P-CSCF hallitsee SIP – sanomien pakkauksen ja purkamisen (myös IMS – päätelaitteet osaavat molemmat toiminnot). Tämä on tärkeää, koska SIP on tekstipohjainen protokolla ja viestit voivat olla kooltaan isoja. P-CSCF pitää sisällään myös Policy Decision Function:n (PDF). PDF voi olla integroituna P-CSCF:n kanssa tai toteutettuna itsenäisenä. PDF:n tehtävänä on valtuutta median prosessointiresurssit ja hallinnoida QoS:ää median prosessoinnissa. P-CSCF tehtävänä on myös luoda laskutustiedot, jotka lähetään laskutuksesta vastaavalle liitännälle. IMS – verkko koostuu yleensä useasta P-CSCF:stä, joka mahdollistaa verkon skaalattavuuden ja päällekkäisyyden. Jokainen P-CSCF palvelee tiettyä määrää IMS – päätelaitteita, riippuen sen kapasiteetista. P-CSCF voi sijaita joko vierailtavassa tai kotiverkossa. Jos pakettiverkko pohjautuu GPRS:ään pitää P-CSCF:n ja Gateway GPRS Support Node:n (GGSN) olla samassa sijainnissa oli kyseessä koti- tai vierailun kohteena oleva verkko. /4, 6/

#### 4.1.4 I-CSCF.

I-CSCF on SIP – välityspalvelin, joka sijaitsee hallinnoivan verkkoalueen reunalla. I-CSCF:n osoite on listattu alueen DNS:n tietoihin. Kun SIP – palvelin seuraa SIP:lle määriteltä menettelytapaa löytääkseen seuraavan hypyn lähetetylle sanomalle, tällöin SIP – palvelin hankkii kohde verkkoalueen I-CSCF:n osoitteen. I-CSCF:llä on myös liitännät SLF:ään sekä HSS:ään, joiden avulla se tietää tilaajan sijainnin ja osaa reitittää paketit oikeata reittiä pitkin toivottuun kohteeseen. Nämä liitännät on toteutettu Diameter – protokollalla. Edellä mainittujen ominaisuuksien lisäksi I-CSCF voi valinnaisesti salata osia SIP – sanomista, jotka sisältävät arkaluonteista tietoa verkkoalueesta, kuten montako palvelinta on verkkoalueella tai niiden DNS – nimet. Tämä on valinnainen ominaisuus, joka tunnetaan nimellä Topology Hiding Inter-network Gateway (THIG), eikä sitä ole yleisesti otettu käyttöön. I-CSCF sijaitsee yleensä kotiverkossa, lukuun ottamatta erikoistapauksia, kuten THIG, joka voi sijaita myös vierailtavassa verkossa. /4, 6/

#### 4.1.5 S-CSCF.

S-CSCF on keskeinen liitanta merkinannon hallintaan. S-CSCF on ensisijaisesti SIP – palvelin, mutta se hoitaa myös istunnon hallintaa. SIP – palvelintoimintojen lisäksi S-CSCF toimii myös SIP – rekisteröintipalvelimena, eli se pitää yllä sidosta, joka on käyttäjän sijainnin ja käyttäjän SIP – osoitteen välillä (Public User Identity). Kuten I-CSCF, myös S-CSCF toteuttaa liitännän HSS:ään käyttäen Diameter protokollaa. Syyt miksi S-CSCF:llä on liitännät HSS:ään, ovat seuraavat:

- Käyttäjän autentikointivektorien latausta varten, kun käyttäjä yrittää päästä HSS:tä IMS:ään. S-CSCF käyttää näitä vektoreita varmistaakseen käyttäjän.
- Käyttäjän profiilin lataukseen HSS:ltä. Käyttäjän profiili pitää sisällään palveluprofiilin, joka on nippu ohjelman käynnistäjiä, jotka voivat aiheuttaa SIP - sanoman reitittämisen yhden tai useamman sovelluspalvelimen (AS) läpi.
- Ilmoittaakseen HSS:lle, että kyseinen S-CSCF on varattu käyttäjän käyttöön rekisteröinnin määrittelemäksi ajaksi.

Kaikki SIP – merkinanto, jonka IMS – päätelaite lähettää ja vastaanottaa kulkee sille määritellyn S-CSCF:n kautta. S-CSCF tarkistaa jokaisen SIP – sanoman ja päättää tarvitseeko kyseinen sanoma kierrättää sovelluspalvelimien (AS) kautta kohti päämääräänsä. S-CSCF:n yksi tärkeimmistä toiminnoista on sen tarjoama SIP – reitityspalvelut. Jos käyttäjä valitsee soittaessa puhelinnumeron sen sijaan, että käyttäisi SIP URI:a, hoitaa S-CSCF käännöspalvelun, joka tyypillisesti pohjautuu DNS E.164 numero käännökseen. S-CSCF toteuttaa verkko-operaattorin määrittelemiä menettelytapoja. Esimerkiksi käyttäjän ei sallita luoda tietyn tyyppisiä istuntoja ja S-CSCF estää käyttäjää suorittamasta laittomia toimia. Verkkorakenteessa on yleensä useampi S-CSCF, joista jokainen kykenee hallitsemaan tietyn määrän IMS – päätelaitteita, riippuen sen kapasiteetista. S-CSCF sijaitsee aina kotiverkossa. /4, 6/

#### 4.1.6 Application Server (AS)

Application Server (AS) eli sovelluspalvelin on SIP – palvelu, joka isännöi ja suorittaa palveluita. Riippuen palvelun laadusta sovelluspalvelin voi toimia SIP – välitys-

palvelin tilassa, SIP – käyttäjäagentti tilassa, tai SIP B2B – käyttäjäagentti tilassa. Sovelluspalvelimia on kolmenlaisia:

- SIP AS: Perussovelluspalvelin, joka isännöi ja suorittaa IP multimediasovelluksia perustuen SIP:iin. Odotettavissa on, että uusia IMS – spesifisiä palveluita tullaan mitä todennäköisesti kehittämään SIP sovelluspalvelimilla.
- OSA-CSC (Open Service Access - Service Capability Server): Tämä sovelluspalvelin tarjoaa liitännän OSA kehyksen sovelluspalvelimelle. Se sisältää kaikki OSA – toiminnallisuudet, tärkeimpänä kyvyn päästä käsiksi IMS:iin turvallisesti ulkoisesta verkosta. OSA-SCS toimii toisella puolella sovelluspalvelimena ja toisella puolella OSA sovelluspalvelimen ja OSA sovellusohjelmoinnin liitännänä.
- IMS-SSF (IP Multimedia Service Switching Function): Tämä on erikoistunut sovelluspalvelin, joka mahdollistaa CAMEL (Customized Applications for Mobile Network Enhanced Logic) palveluiden uudelleenkäytön. Nämä palvelut on alun perin suunniteltu GSM – palveluiksi, mutta IM-SSF mahdollistaa näiden käytön myös IMS:ssä, sallimalla gsmSCF:n (GSM Service Control Function) hallita IMS istuntoa. Toiselle puolelle IM-SSF näkyy sovelluspalvelimena ja toisella puolella se toimii SSF:nä (Service Switching Function), liittyen gsmSCF:ään käyttäen protokollaa joka perustuu CAP:iin (CAMEL Application Part).

Kaikki mainitut sovelluspalvelimet käyttäytyvät kuten SIP – sovelluspalvelin, katsottuna IMS – verkon puolelta. Sovelluspalvelin voi sijaita joko kotiverkossa, tai ulkoisessa kolmannen osapuolen verkossa, johon kotioperaattorilla on palvelusopimus. Jos sovelluspalvelin sijaitsee kotiverkosta erillään, sillä ei ole liitännää HSS:ään. /4, 6/

#### 4.1.7 Media Resource Function (MRF)

MRF, karkeasti suomennettuna ”mediaresurssi toiminto” tarjoaa medialähteen kotiverkossa. MRF lisää kotiverkkoon kyvyn soittaa tiedotteita, sekoittaa eri mediavirtoja, toimia koodekkien vaihtajana eri koodekkien välillä, kerätä tilastoja ja se voi tehdä

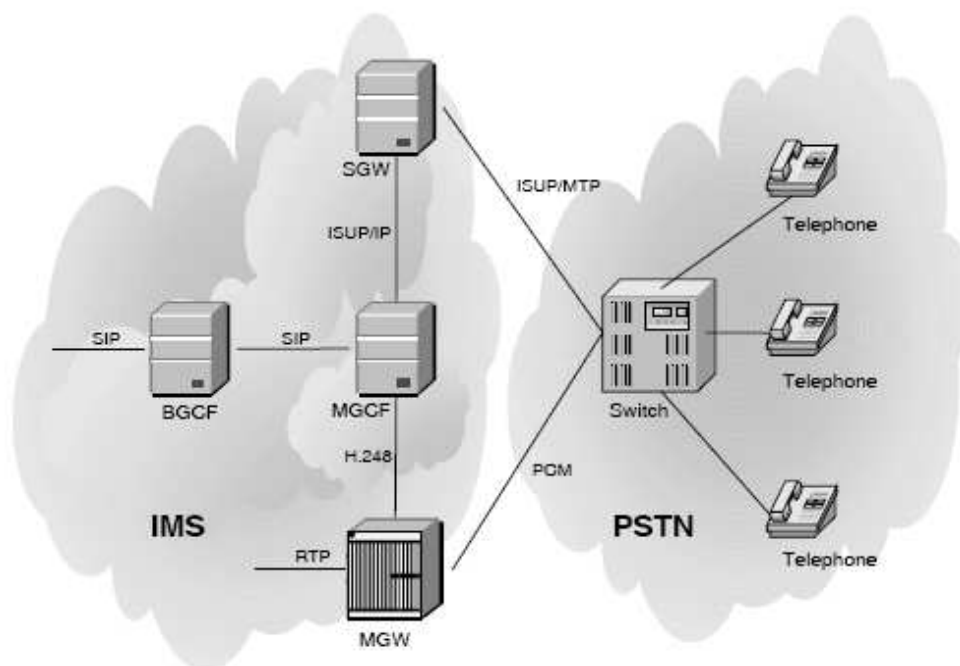
media analyysijä. Se koostuu MRF Controller:sta (MRFC) ja MRF Processor:sta(MRFP). MRFC ohjaa ja hallitsee MRFP:tä käyttäen H.248 – pohjaista Mp - rajapintaa. MRF sijaitsee aina kotiverkossa. /4, 6/

#### 4.1.8 Breakout Gateway Control Function (BGCF).

BGCF on ensisijaisesti SIP – palvelin joka sisältää puhelinnumeroihin perustuvan reititystoiminnon. BGCF on käytössä pelkästään silloin kun istunto on aloitettu IMS – käyttäjän toimesta ja puhelu soitetaan piirikytkentäiseen verkkoon, kuten PSTN tai PLMN. /4/

#### 4.1.9 PSTN/CS Gateway.

PSTN yhdyskäytävä mahdollistaa liitännän piirikytkentäiseen verkkoon, mahdollistaen IMS – päätelaitteiden soittaa ja vastaanottaa puheluita piirikytkentäisestä verkosta. PSTN yhdyskäytävä koostuu kolmesta erillisestä toiminnosta:



Kuva 4.2. PSTN/CS yhdyskäytävä toiminnallisuuksineen ja liitännät PSTN – verkkoon. /4/

- SGW (Signalling Gateway) toimii liitättänä piirikytkentäiseen verkkoon. SGW suorittaa alemman tason protokollamuunnoksia, kuten korvaamalla alemman MTP – siirron SCTP:llä (Stream Control Transmission Protocol), joka kulkee IP – verkossa. SGW muuntaa ISUP(ISDN User Part) tai BICC(Bearer Independent Call Control) sanomat, jotka kulkevat pitkin MTP:tä kulkemaan pitkin SCTP/IP:tä.
- MGCF (Media Gateway Control Function) on keskeinen liitanta PSTN/CS yhdyskäytävässä. Se toteuttaa tilakonetta, joka tekee protokollakäännöksiä ja mappaa SIP – protokollaa IP:n päällä kulkeväksi ISUP- tai BICC – protokollaksi. (BICC ja ISUP ovat piirikytkentäisenverkon puolella toimivia puhelun-



hallinta protokollia). Käännösten lisäksi MGCF hallinnoi MGW:n resursseja. MGCF:n ja MGW:n välissä on käytössä H.248 – protokolla.

- MGW (Media Gateway) toimii liitännänä piirikytkentäisenverkon mediahallintaan. IMS – puolella MGW pystyy lähettämään ja vastaanottamaan IMS – mediaa käyttäen RTP:tä. Piirikytkentäisellä puolella MGW käyttää yhtä tai useampaa PCM (Pulse Code Modulation) – aikaväliä yhdistääkseen piirikytkentäiseen verkkoon. Lisäksi MGW hoitaa koodekkien käännökset sopivaan muotoon, jos IMS – päätelaite ei tue piirikytkentäisen verkon käyttämää koodekkia. Esimerkkinä kun IMS – päätelaite käyttää äänen pakkaamiseen AMR koodekkia ja PSTN – päätelaite vastaavasti G.711 koodekkia. /4/

## 5 PUHELUN KULKU IMS:N KAUTTA.

Koska IMS on suhteellisen uusi, ja monella palveluntarjoajalla vasta tulevaisuudessa käyttöön tuleva ratkaisu, on puhelun kulkuun olemassa useita erilaisia malleja. Pitkän aikavälin visiossa IMS:n keskeiset istunnonhallintakomponentit kuten P-CSCF (ja GGSN) tulevat olemaan saatavilla vierailun kohteina olevissa verkoissa. Lyhyen aikavälin visiossa, nämä istunnon hallintaan vaadittavat komponentit tulee olettaa kotiverkossa oleviksi. Lyhyen aikavälin mallissa eri operaattorit päivittävät laitteitaan IMS – aikakaudelle omassa aikataulussa, eikä tässä tilanteessa voida olettaa, että vierailtavalla verkolla olisi IMS – valmiuksia. Samalla media joutuu kulkemaan useamman pisteen kautta, joka hankaloittaa istunnon toteuttamista. /8/

Tulevat esimerkkitapaukset perustuvat pitkän aikavälin visioon, jolloin vierailtavassa verkossa on käytössä P-CSCF. /8/

Yksinkertaisimmassa mallissa käyttäjä on kotiverkkonsa alueella ja soittaa puhelun toiselle osapuolelle, joka on myös oman kotiverkkonsa alueella. Kummankin palveluntarjoajan kotiverkosta löytyy IMS – valmius, ja kummallakin käyttäjällä on IMS – päätelaitteet.

Tulen käsittelemään kuitenkin istuntoja, jotka alkavat ja päättyvät vierailun kohteena olevien verkkojen alaisuudessa oleviin päätelaitteisiin. Näistä malleista voidaan nähdä samat ominaisuudet kuin yksinkertaisimmassa mallissa olevat. Karsimalla vierailtavanverkon elementit pois kaaviosta ja sijoittamalla P-CSCF kotiverkkoon, saadaan aikaiseksi yksinkertaisimman puhelun malli.

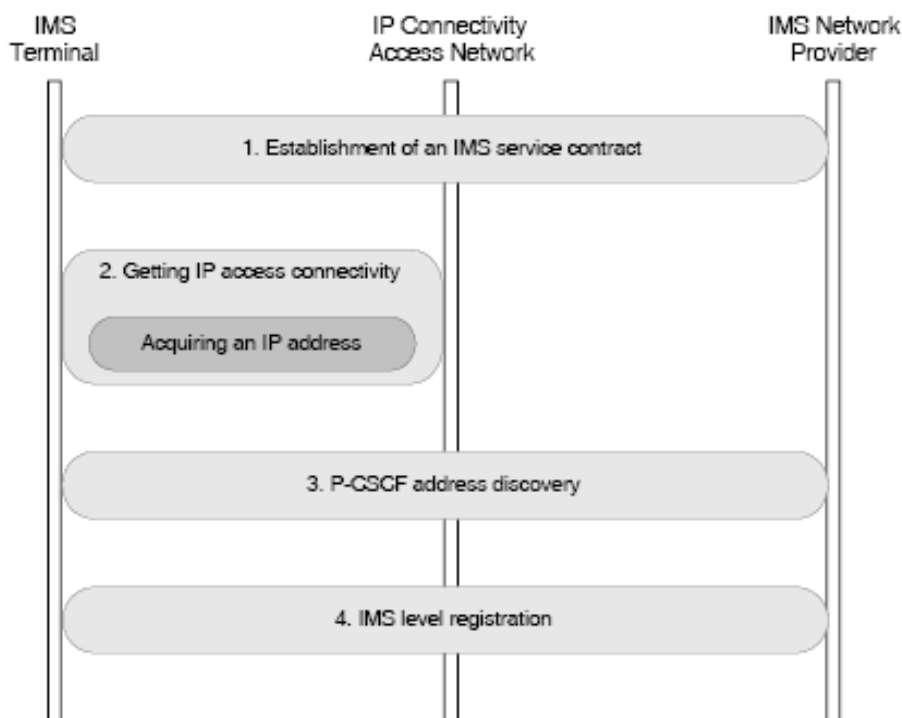
Ensimmäiseksi on kuitenkin tarkistettava puhelimen rekisteröityminen IMS palveluiden käyttäjäksi. Ilman tätä toimenpidettä käyttäjä ei voi aloittaa istuntoja. /8/

Omissa testeissäni soitin puhelun käyttäen Nokian E61i – puhelimia. Puhelimissa käytin asetuksia, jotka ovat nähtävissä liite 1:ssä. Puhelu soitettiin kahden SAMK –

verkossa olevan puhelimen välillä, puhelu kulki Oulussa sijaitsevan Octopus ([www.octo.fi](http://www.octo.fi)) – testiverkon tarjoaman IMS – testiympäristön kautta. IMS – puhelu soitettiin SAMK – verkossa toimivaa GPRS – yhteyttä käyttäen.

## 5.1 Rekisteröityminen IMS:iin.

Käyttäjän rekisteröityminen IMS:iin on nelivaiheinen prosessi:



Kuva 5.1. IMS – rekisteröitymisen eri vaiheet. /4/

Ensimmäiseksi IMS – palveluntarjoajan on varmistettava käyttäjä IMS – käyttäjäksi. Tämä edellyttää tyypillisesti palvelusopimusta käyttäjän ja IMS – operaattorin välillä. Tämä sopimus on samantyyppinen kuin palvelusopimus kuin mitä käytetään perinteisten puheluiden yhteydessä.

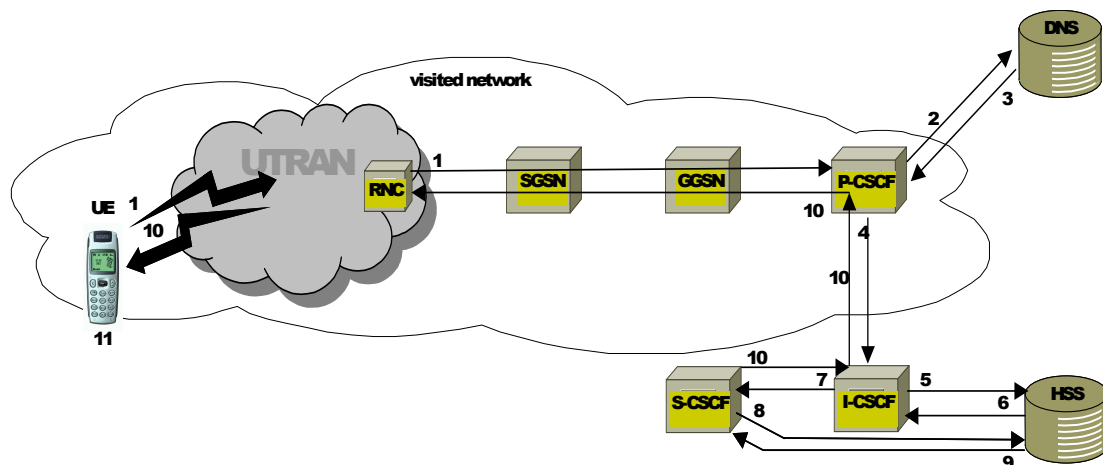
Toisena vaiheena päätelaitteen tarvitsee yhdistää verkkoon ja varmistaa itselleen pääsy IP-CAN:iin (IP Connectivity Access Network), käyttäen GPRS-, ADLS- tai WLAN – yhteyttä. IP-CAN tarjoaa käyttäjälle pääsyn IMS:iin käyttäjän kotiverkossa tai vierailtavassa verkossa. Samalla päätelaite saa itselleen IP-CAN:n antaman IP – osoitteen.

Kolmannessa vaiheessa päätelaite hakee itselleen P-CSCF:n IP – osoitteen. Tämä P-CSCF tulee toimiaan inbound/outbound SIP – välityspalvelimena päätelaitteelle.

(Kaikki lähtevä ja tuleva SIP – liikenne kulkee P-CSCF:n kautta). P-CSCF:n löytäminen voidaan toteuttaa osana IP-CAN yhdistymistä tai itsenäisenä toimenpiteenä.

Neljäs vaihe on IMS – tason rekisteröinti, jotta käyttäjä pääsisi hyödyntämään IMS:n tarjoamia palveluita, täytyy hänen rekisteröityä ja varmistaa itsensä. Tämä on välttämätön toimenpide istuntojen luomisen kannalta. Palveluun rekisteröidytessä tapahtuu seuraavaa:

- Käyttäjän julkinen osoite sidotaan Contact Address:iin
- Kotiverkko varmistaa käyttäjän
- Käyttäjä varmistaa kotiverkon
- Kotiverkko valtuuttaa SIP – rekisteröinnin ja IMS – resurssien käytön
- Kotiverkko varmistaa roaming – sopimuksen vierailun kohteena olevaan verkkoon
- Pääte-laite ja P-CSCF neuvottelevat turvamekanismista, jota tullaan käyttämään myöhemmässä merkinannossa.
- P-CSCF ja pääte-laite luovat joukon turvallisuus liittoksia SIP – viestinvaihdon oikeellisuudeksi.
- Pääte-laite ja P-CSCF lähettävät toisilleen SIP – sanomien pakkaamiseen käytetyt algoritmit. /4, 8/



Kuva 5.2. Palveluun rekisteröityminen vaiheittain.

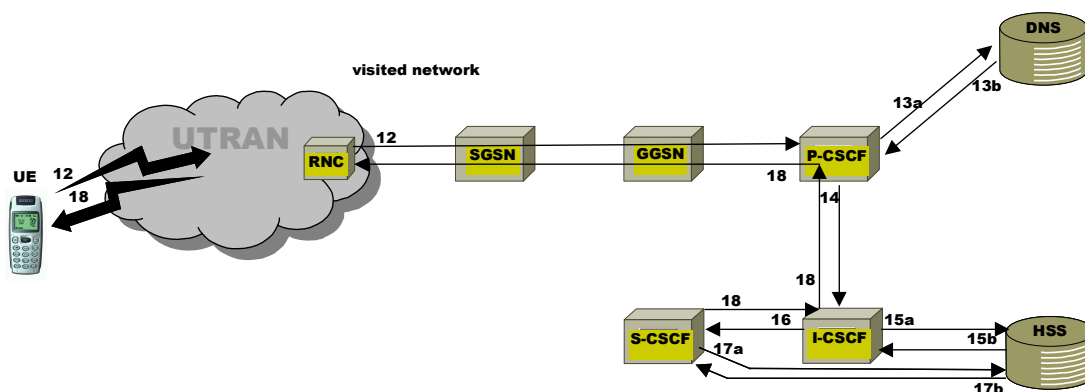
1. UE lähettää SIP REGISTER sanoman P-CSCF:lle. Sanoma sisältää:
  - Kotiverkon määrittelevän URI:n (esim ims-samk.fi)
  - Käyttäjän julkisen identiteetin/osoitteen (Public User Identity)

- Käyttäjän yksityisen identiteetin (Private User Identity)
- Contact Address:n

Näistä kolme ensimmäistä tunnistetta on tallennettu käyttäjän ISIM (IP multimedia Service Identity Module) – kortille.

2. P-CSCF ottaa yhteyden DNS:än ja lähettää kotiverkkoalueen nimen, paikantaakseen liittymäkohdan kotiverkkoon.
3. DNS hankkii kotiverkon I-CSCF:n osoitteen (rekisteröinti kulkee aina I-CSCF:n kautta, kun istunnon aloittaminen voi käyttää suoraan C-CSCF:ää).
4. P-CSCF lähettää SIP REGISTER – viestin I-CSCF:lle. Viesti sisältää:
  - P-CSCF:n SIP URI:n
  - Julkisen ja yksityisen identiteetin
  - Vierailun kohteena olevan verkon tunnisteen. (Tällä tarkastetaan roaming – sopimuksen olemassa olo).
5. I-CSCF ei ole tietoinen onko käyttäjälle jo määritelty S- CSCF ja mikä sen osoite voisi olla. Tarkistaakseen tämän, sekä lisäksi suorittaakseen käyttäjävarmistuksen ensimmäisen vaiheen, I-CSCF lähettää UAR (User-Authentication-Request) – viestin. Tämä viesti lähetetään käyttäen Diameter protokollaa ja se kulkee Cx rajapinnan kautta HSS:lle. Tämä viesti sisältää:
  - Vierailun kohteena olevan verkon tunnisteen
  - Julkisen ja yksityisen identiteetin
6. HSS vahvistaa yksityisen ja julkisen identiteetin oikeellisuuden, jonka jälkeen se lähettää Diameter – sanomalla UAA:n (User-Authentication-Answer) I- CSCF:lle. Tämä viesti sisältää sekä C-CSCF:n SIP URI:n, jos se on aiemmin valmiiksi määritelty, että listan C-CSCF:n kyvyistä.
7. I-CSCF:lla on muunneltava taulukko S-CSCF:eista, ja niiden kyvyistä, joista se valitsee sopivimman. Tämän jälkeen I-CSCF lähettää SIP REGISTER – sanoman eteenpäin S-CSCF:lle. Sanoma sisältää:
  - Tilaajan identiteetin
  - Vierailun kohteena olevan verkon yhteysnimen
  - Kotiverkon liitännäkohdan
  - P-CSCF:n nimen

8. S-CSCF ottaa yhteyttä HSS:aan lähettämällä MAR(Multimedia-Auth-Request) Diameter sanoman, jolla se saa tilaajan varmistustiedot ja informoi HSS:ää käyttäjälle määritellyn S-CSCF:n URI:lla. S-CSCF tarvitsee käyttäjän varmistustiedot, koska se varmistetaan aina ensimmäisen rekisteröitymisen yhteydessä.
9. HSS palauttaa käyttäjän varmistustiedot, jotka tallennetaan S-CSCF:ään.
10. S-CSCF lähettää SIP 401 UNAUTHORIZED – sanoman takaisin päätelaitteelle, sanoma kulkee I-CSCF:n, P-CSCF:n ja GPRS – liitosten kautta.
11. Kun päätelaita saa SIP 401 – sanoman, se toteaa sanoman sisältävän haasteen, jonka jälkeen se ottaa yhteyttä ISIM – korttiin saadakseen valtuutukset.



Kuva 5.3. Osa 2 rekisteröitymismerkinnästä.

12. Päätelaitte lähettää SIP REGISTER sanoman uudestaan P-CSCF:lle.
13. P-CSCF toistaa toiminnot kuin ensimmäisen rekisteröitymisen yhteydessä ja ottaa yhteyttä DNS:ään saadakseen kotiverkon I-CSCF:n osoitteen. I-CSCF:n osoite voi tässä tapauksessa olla eri, kuin ensimmäisellä kerralla, jos verkossa on käytössä kuormitusentasaus.
14. P-CSCF jatkaa SIP REGISTER sanoman I-CSCF:lle, joka tekee samat toiminnot kuin ensimmäisellä kerralla.
15. a) I-CSCF, joka voi olla uusi, ei ole tietoinen onko käyttäjälle määrätty S-CSCF ja mikä tämän mahdollinen osoite on. Samalla I-CSCF lähtee suorittamaan varmistuksen ensimmäistä vaihetta, lähettämällä UAR Diameter sanoma pitkin Cx rajapintaa HSS:ään. Tämä sanoma sisältää samat tiedot kuin ensimmäisellä lähetyksellä.

b) HSS palauttaa UAA Diameter sanoman I-CSCF:lle, sanoma sisältää käyttäjälle jo määrätyn S-CSCF:n SIP URI:n

16. I-CSCF jatkaa SIP REGISTER – sanoman S-CSCF:lle, joka varmistaa käyttäjältä tulleet valtuutukset vertaamalla niitä jo tallennettuihin varmistietoihin.
17. S-CSCF lähettää SAR Diameter – sanoman HSS:lle informoidakseen tätä käyttäjän rekisteröinnistä. Vastaukseksi lähetetään SAA Diameter sanoma, jonka mukana HSS palauttaa käyttäjän profiilitiedot S-CSCF:lle, jotka tallennetaan paikallisesti S-CSCF:lle. Käyttäjän profiilitiedot sisältävät kaikki julkiset osoitetiedot ja ilmoituksen siitä, millä osoitteella käyttäjä on rekisteröitynyt. Lisäksi tietoista ilmenee, tarvitseeko ohjelmistopalvelimien reagoida SIP – pyynnön tullessa.

S-CSCF on tallettanut tässä vaiheessa käyttäjän yhteysosoitteen (URI), kuten myös listan eri URI – osoitteista, jotka jäävät päätelaitteen ja S-CSCF:n väliin. S-CSCF reitittää tulevat SIP – pyynnöt kyseisen URI - listan mukaan päätelaitteelle.

18. Viimeisenä toimenpiteenä S-CSCF lähettää SIP 200 OK – sanoman päätelaitteelle, ilmoittaakseen rekisteröinnin onnistuneen. S-CSCF ja mahdollisesti myös I-CSCF lisäävät osoitteensa Record-Route Header:iin. Päätelaitte on nyt rekisteröitynyt IMS:iin, SIP 200 OK expire – parametrin määrittelemäksi ajaksi. /8/

#### 5.1.1 Testilaitteiden rekisteröityminen Octopus IMS – testiympäristöön.

Testipuhelimiin on määritelty asetukset, joilla puhelimet rekisteröityvät heti käynnistymisen yhteydessä IMS – palveluun. Yhteystapana on käytössä GPRS – yhteys. Yhdysliikennettä tarkastellaan SAMK:n päässä sijaitsevasta GGSN – palvelimen jälkeisestä Gi – rajapinnasta. Yhdysliikenne tallennetaan tarkisteltavaksi käyttäen Wireshark protokolla-analysaattoria. Ohessa testipuhelimien ja IMS – rekisteröinnin välistä liikennettä:



Puhelin lähettää REGISTER – pyynnön IMS – rekisteröintipalvelimelle, käyttäen TCP – protokollaa:

Session Initiation Protocol

**Request-Line: REGISTER sip:ims.octo.fi;transport=UDP SIP/2.0**

**Method: REGISTER**

[Resent Packet: False]

**Message Header**

**Route: <sip:pcscf.ims.octo.fi;lr;transport=TCP>**

Via: SIP/2.0/TCP 192.168.24.6:5060;branch=z9hG4bK5n65g209uhhc6een21tpskh;rport

**Transport: TCP**

**Sent-by Address: 192.168.24.6**

**Sent-by port: 5060**

Branch: z9hG4bK5n65g209uhhc6een21tpskh

RPort: rport

From: <sip:samk1@ims.octo.fi>;tag=luvlg26ldthc7n9j21tp

**SIP from address: sip:samk1@ims.octo.fi**

SIP tag: luvlg26ldthc7n9j21tp

To: <sip:samk1@ims.octo.fi>

SIP to address: sip:samk1@ims.octo.fi

**Contact: <sip:samk1@192.168.24.6;transport=TCP>;expires=3600**

Contact Binding: <sip:samk1@192.168.24.6;transport=TCP>;expires=3600

**URI: <sip:samk1@192.168.24.6;transport=TCP>**

**SIP contact address: sip:samk1@192.168.24.6**

CSeq: 1165 REGISTER

Sequence Number: 1165

**Method: REGISTER**

Call-ID: eOlo2bS2oId1yh1XDLFOFmhfEoEtL-

Supported: sec-agree

User-Agent: Nokia RM-227 1.0633.22.05

Max-Forwards: 70

Content-Length: 0

IMS – testiympäristön rekisteröintipalvelin palauttaa puhelimelle 200 OK – viestin.

Session Initiation Protocol

**Status-Line: SIP/2.0 200 OK**

Status-Code: 200

[Resent Packet: False]

Message Header

Content-Length: 0

Via:**SIP/2.0/TCP**

**192.168.24.6:5060**;branch=z9hG4bK5n65g209uhhc6een21tpskh;received=192.168.24.6;rport

Transport: **TCP**

Sent-by Address: **192.168.24.6**

Sent-by port: **5060**

Branch: z9hG4bK5n65g209uhhc6een21tpskh

Received: 192.168.24.6

RPort: rport

Call-ID:eOlo2bS2oId1yh1XDLFOFmhfEoEtL-

CSeq:1165 REGISTER

Sequence Number: 1165

Method: **REGISTER**

From:<**sip:samk1@ims.octo.fi**>;tag=luvlg26ldthc7n9j21tp

SIP from address: **sip:samk1@ims.octo.fi**

SIP tag: luvlg26ldthc7n9j21tp

To:<**sip:samk1@ims.octo.fi**>;tag=PmjMiIEfdH

SIP to address: **sip:samk1@ims.octo.fi**

SIP tag: PmjMiIEfdH

**Contact:<sip:samk1@192.168.24.6;transport=TCP>;expires=3600**

Contact Binding: <sip:samk1@192.168.24.6;transport=TCP>;expires=3600

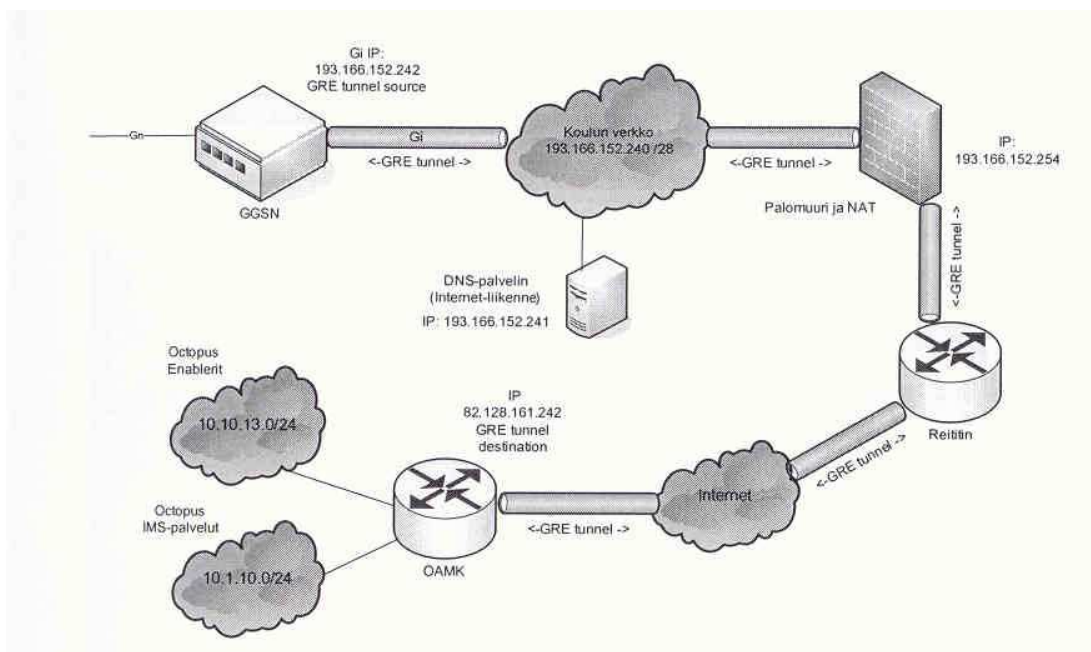
**URI: <sip:samk1@192.168.24.6;transport=TCP>**

**SIP contact address: sip:samk1@192.168.24.6**

**P-Associated-URI:<sip:samk1@ims.octo.fi>**

Path:<sip:pcscf.ims.octo.fi:49997;lr;yop=01.01.4f77d6d8.2237.8e8f>

Service-Route:<sip:oscsf.ims.octo.fi:49997;lr;yop=01.01.0d59e164.26b6>



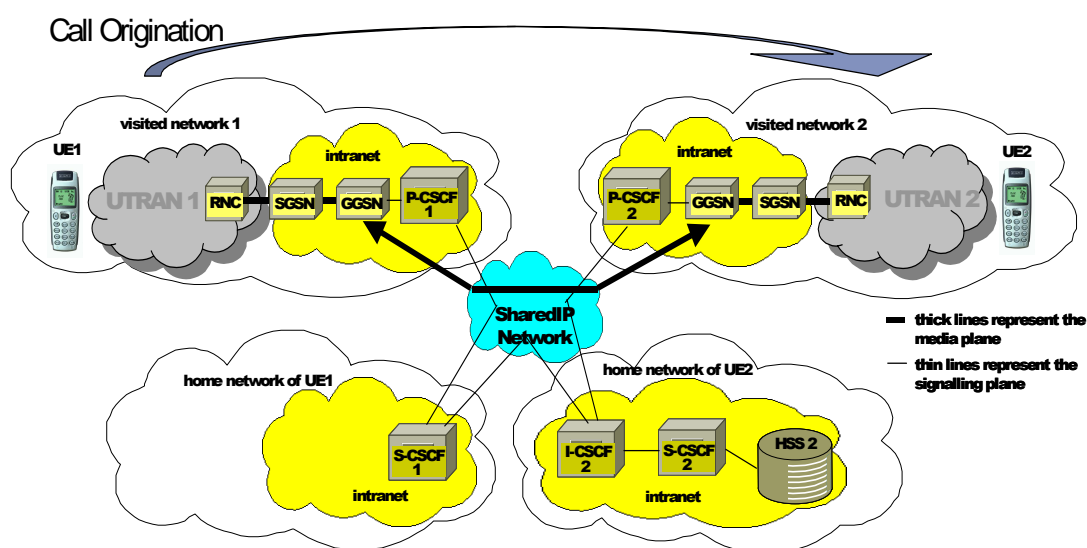
Kuva 5.4. Liitännät SAMK:lta Octopus:iin. /9/

Poiketen oletetusta rekisteröinnistä, testiympäristö ei palauta SIP 401 UNAUTHORIZED – sanomaa, joten rekisteröinti tapahtuu ilman puhelimen saamaa haastetta ja siihen laskettua tarkistetta.

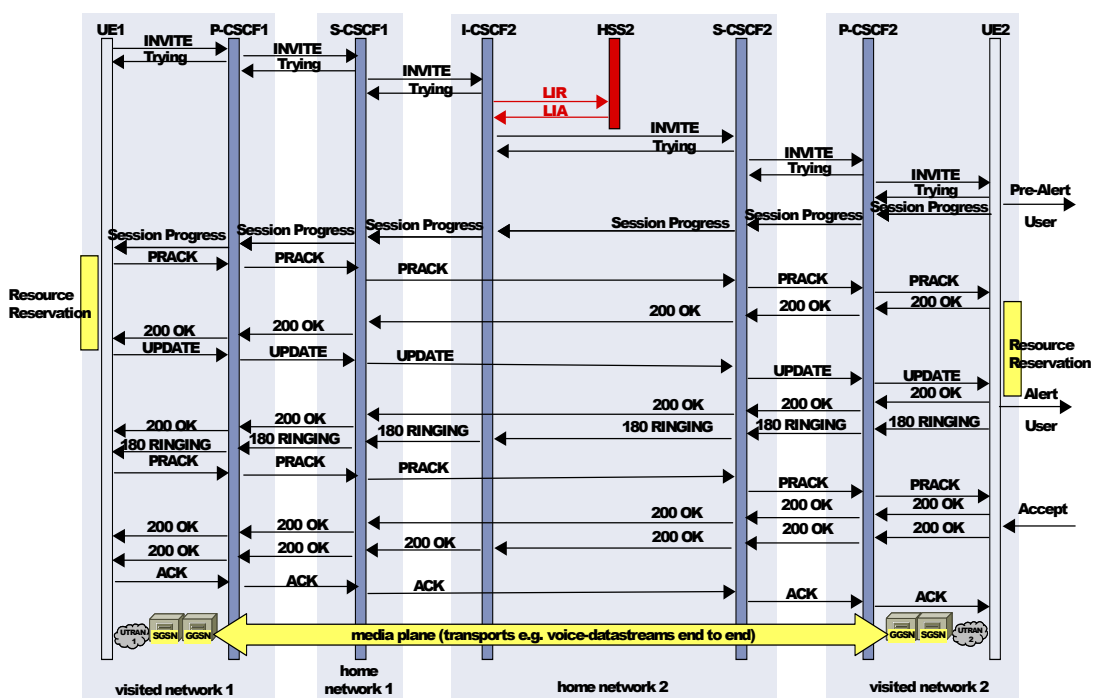
Mahdollisia syitä rekisteröinnin yksinkertaistumiseen voi olla väärin/huonosti konfiguroitu SIP – palvelin, puhelimen pysyminen rekisteröitynä testiympäristössä, jolloin puhelin vain päivittää rekisteröitymisensä. Lisäksi tarkastelussa käytetty tarkastelu-kohta Gi – rajapinnassa, määrittelee liikenteen joka näkyy Wiresharkille, jolloin emme pääse näkemään Octopus – testiympäristössä tapahtuvaa liikennettä, emmekä pääse tarkastelemaan siellä tapahtuvaa liikennettä, sekä siellä kulkevia sanomia.

## 5.2 IMS – puhelun aloittaminen ja viestien kulku.

Tässä esimerkissä tarkastellaan kahden IMS – päätelaitteen (UE) välistä puhelun aloittamista. Molemmat laitteet ovat vierailijoina kotiverkon ulkopuolisissa verkoissa ja kuuluvat eri kotiverkkoihin keskenään. Esimerkki kuvaa pitkän aikavälin visiota, jossa molemmat verkot tarjoavat IMS – palveluita. Puhelun aloittajalla on UICC (Universal Integrated Circuit Card)- kortti, joka sisältää ISIM ominaisuuden. (ISIM on IMS spesifinen, kun taas USIM on pelkästään UMTS spesifinen). UE1 määrittelee/kuvaa tässä esimerkissä istunnon ja molemmat laitteet ovat rekisteröityneet heidän kotiverkon IMS:iin. UE1:n kotiverkko ei pidä sisällään I-CSCF:ää, mutta UE2:n pitää. Kummankaan osapuolen IMS ohjelmistopalvelimia (AS) ei käytetä. Kuva 5.4. näyttää yleiskuvan puhelun kulusta ja verkkoelementeistä, jotka tarvitaan tässä tapauksessa puhelun aikaansaamiseksi. Kuva 5.5. esittää merkinantointiliikenteen eri komponenttien välillä. /8/



Kuva 5.5. Yleiskuva UE1 – UE2 puhelusta. /8/



Kuva 5.6. Yleiskuva viestien kulusta päätelaitteiden ja verkkoelementtien välillä. /8/

Yksinkertaistetusti katsottuna puhelun aloitusprosessi ei ole kovin monimutkainen. Soittavan käyttäjän päätelaite lähettää INVITE – sanoman, joka kulkee pitkin välityspalvelimia ensiksi soitettavan käyttäjän kotiverkon HSS:lle, josta haetaan soitettavan käyttäjän sijaintitiedot. HSS palauttaa välityspalvelimelle käyttäjän sijaintitiedot ja soitettavalle käyttäjälle määritellyn välityspalvelimen johon INVITE – sanoma seuraavaksi lähetetään. Välityspalvelimien toimitettua INVITE – sanoman soitettavalle käyttäjälle, alkaa osapuolten välinen neuvottelu, jossa sovitaan käytettävistä mediamuodoista, sekä mm. pakkaustavoista. Nämä tiedot kulkevat SIP – sanomien mukana SDP – viesteinä. Tämä neuvottelu voi toistua useampaan kertaan päätelaitteiden välillä ja viestit kulkevat tallennettua reittiä pitkin, kulkien välityspalvelimien kautta. Kun käytettävät parametrit on saatu sovittua ja käyttäjien verkosta varattu tarvittavat resurssit tulevaa istuntoa varten, alkaa soitettavan osapuolen päätelaite hälyttää tulevan puhelun merkiksi. Päätelaite lähettää samalla soitettavalle osapuolelle 180 RINGING – viestin, jolla soittava osapuoli tiedostaa hälytyksäänellä istunnon odottavan vastapuolen hyväksyntää. Soittava osapuoli kuittaa PRACK – sanomalla, että on saanut tiedon hälyttämisestä perille, tähän soitettava osapuoli vastaa 200 OK – sanomalla. Kun soitettava osapuoli hyväksyy istunnon, hänen päätelaitteensa lähettää uuden 200 OK – sanoman, joka saattaa INVITE – liikenteen päätökseen. Koska SIP – sanomat vaativat päätösviestin soittava osapuoli lähettää ACK – sanoman, jolla

soitettavan osapuolen päätelaite saa tiedon puhelun alkamisesta. Tämän jälkeen välityspalvelimet käyttäjien välillä jäävät odottamaan puhelun lopetuksen yhteydessä lähetettäviä sanomia tai muutoksia, kuten videokuvan mukaan ottaminen istuntoon. Ennen käyttäjien välille muodostunutta media yhteyttä, kaikki viestit ovat kulkeneet käyttäjien välissä olleiden välityspalvelimien kautta. Puhelun alkaessa käyttäjien välille muodostuu suora yhteys ”end-to-end”, ja media siirretään käyttäen esimerkiksi RTP – protokollaa päästä päähän. /8/

Yksityiskohtainen kuvaus viestien kulusta sekä laitteiden suorittamista toimenpiteistä istunnon aloittamisen yhteydessä:

1. UE1 lähettää SIP INVITE – sanoman aloittaakseen puhelun, tämä sanoma lähetetään ensimmäiseksi UE1:n P-CSCF1:lle. Sanoma sisältää:

- UE2:n yhteysosoitteen (sip:pekka@hamk.fi)
- IP – osoitteen ja portin, johon UE1 olettaa saavansa vastauksen, tiedon signaalin pakkauksesta ja seuraavaan hyppyyn käytetyn siirtoprotokollan. Huom. jokainen elementti voi valita sopivan siirtoprotokollan viestin eteenpäin siirtoon.
- IP – osoitteen ja portin, johon UE1 olettaa saavansa INVITE viestin jälkeisiä sanomia.
- Reittilistan, joka koostuu UE1:tä palvelevista välityspalvelimista.
- UE1:n istuntoon haluavansa yhteysosoitteen, jos niitä on useampi.
- Kotiverkkoon lähetettävän tiedon käytettävästä liitännäverkosta, josta voidaan päätellä käytettävissä oleva kaista ja radiosoluntunniste, jonka mukana toimitetaan tietoa sijainnista.
- End-to-end tieto, jossa kerrotaan kuka soittaa (sip:sampo@samk.fi) ja kenelle soitetaan (sip:pekka@hamk.fi), sekä puheluntunniste.
- Lisätiedot kuten SIP – laajennukset joita käytetään sekä SDP:n mukana UE1:n käytettävissä olevat audio/video – formaatit sekä koodekit

2. INVITE sanoman saavuttua P-CSCF1 lähettää UE1:lle vastauksena TRYING - sanoman ja välittää INVITE – sanoman seuraavaan hyppyyn.

3. P-CSCF1 hoitaa sisäisiä tarkastuksia ja toimintoja, kuten:

- Tarkistaa että Route Header on oikein ja lisää S-CSCF:n kotiverkkoon
- Tarkistaa media parametrit, jotta ne vastaavat vierailtavan verkon sääntöjä.

- Vertaa toivotun P-Preferred Identity:n rekisteröinnin yhteydessä saamaansa yhteysosoitelistaan, jossa on kaikki käyttäjän julkiset yhteysosoitteet ja vaihtaa INVITE – sanomaan P-Preferred Identity:n tilalle P-Asserted Identity:n, joka lähetetään eteenpäin S-CSCF1:lle. Jos P-Preferred osoite ei täsmää listassa oleviin, P-CSCF vaihtaa sen tilalle toisen käyttäjän käytössä olevan julkisen yhteysosoitteen.
- Poistaa/muuttaa osaa otsikoista esim. signaalin pakkaus, ja lisää laskutus otsikot INVITE – sanomaan.
- Tallentaa reitin oman SIP URI:n kanssa.

Jos kaikki tarkistukset onnistuivat, lähettää P-CSCF1 muokatun INVITE – sanoman edelleen S-CSCF1:lle, jos jokin tarkistuksista epäonnistui palauttaa P-CSCF1 virhesanoman (488 NOT ACCEPTABLE HERE) UE1:lle.

4. INVITE – sanoma saavuttua S-CSCF1:lle, lähettää se P-CSCF:lle TRYING – sanoman.
5. Tämän jälkeen S-CSCF1 tunnistaa käyttäjän P-Asserted-Identity otsikon arvosta ja noutaa käyttäjäprofiilin, joka on ladattu käyttäjän rekisteröinnin yhteydessä. Seuraavaksi S-CSCF1:
  - Arvioi käyttäjäprofiilissa olevan filter criteria – tiedon, josta selviää mitä ohjelmistopalvelimia (AS) tarvitaan.
  - Tarkistaa SDP – parametrit paikallisen verkon sääntöihin sopiviksi, esim. käyttäjä ei ole tilannut jotain mediansiirto-ominaisuutta.
  - Analysoi soitettavan osapuolen osoitteen/numeron ja tämän analyysin perusteella, joko tiedustelee DNS – palvelimelta soitettavan osapuolen SIP – palvelimen osoitetta, puhelun kuulussa muuhun kuin IMS – ympäristöön, S-CSCF1 yhdistää BGCF:ään.
  - Lisää soittajan TEL URI:n P-Asserted-Identity otsikkoon INVITE – sanomassa, tämä siksi jos puhelu menee PSTN – verkkoon, jolloin verkko pystyy tunnistamaan soittajan.

S-CSCF1 lähettää INVITE – sanoman edelleen I-CSCF2:lle.

6. I-CSCF2 kuittaa saaneensa viestin lähettämällä S-CSCF1:lle vastaukseksi TRYING – sanoman.
  7. I-CSCF2 tiedustelelee HSS2:ta soittettavasta SIP URI:sta, saadakseen tietoonsa UE2:lle määrätyn S-CSCF:n osoitteen. (Tämä on määrätty rekisteröinnin yhteydessä ja tallennettu HSS:lle). I-CSCF2 lähettää Diameter – sanoman LIR (Location-Information-Request), joka sisältää arvon sip:pekka@hamk.fi.
  8. HSS2 palauttaa käyttäjälle määrätyn S-CSCF2:n osoitteen I-CSCF2:lle, Diameter – viestillä LIA (Location-Information-Answer).
  9. I-CSCF2 välittää INVITE – viestin eteenpäin S-CSCF2:lle.
  10. S-CSCF2 palauttaa kuittaukseksi TRYING – viestin I-CSCF2:lle.
  11. Saatuaan INVITE – viestin S-CSCF2 arvioi keskeiset kohdat filter criteria:sta tarkistaakseen tarvitaanko sen päässä ohjelmistopalvelimia (AS). Koska S-CSCF2 pysyy tyypillisesti signaalin kulkemassa reitissä, lisää se oman SIP URI:n Record - Route otsikkoon INVITE - viestissä, lisäksi se lisää P-CSCF2:n osoitteen samaan otsikkoon ja viestiin. (P-CSCF2:n osoite saatiin UE2: rekisteröitymisen yhteydessä).
- S-CSCF2 voi vaihtaa tässä vaiheessa Request-URI:n tilalle INVITE – viestissä Contact-URI:n, joka on normaalisti rekisteröinnin yhteydessä saatu IP – Osoite, joka on tilaajan sen hetkinen sijainti. Tämän jälkeen INVITE – viesti jatketaan P-CSCF2:lle.
12. P-CSCF2 kuittaa viestin palauttamalla TRYING – sanoman.
  13. Koska P-CSCF2:lle saapunut INVITE – sanoma pitää jo sisällään UE2:n IP – osoitteen P-CSCF2 aloittaa se tunnistamalla julkisen yhteysosoitteen P-Called-Party-ID – otsikosta, löytääkseen sopivan turvallisuus määritelmät UE2:ta varten. Tämän jälkeen se tarkistaa saako soittavan osapuolen tunnistetietoja lähettää UE2:lle, vai tuleeko



soittavan osapuolen tunnistetietoja lähettää UE2:lle, vai tuleeko soitto ”tuntemattomasta osoitteesta”. P-CSCF2 tekee toimintoja, joilla määritetään laskutusta, tietoturvaa, GGSN:n hallintaa, merkinannon pakkausta jne. ja lisää oman SIP URI:n Record-Route otsikkoon INVITE – sanomassa. Lopuksi se lähettää INVITE – Sanoman UE2:lle

14. UE2 vastaanottaa INVITE – sanoman ja palauttaa TRYING – sanoman.
15. Tästä seuraa Require-Header: precondition:n määrittelemä puhelun kulkumalli (kun precondition on mukana sanomassa, UE2:n täytyy vastata SESSION PROGRESS – sanomalla, joka sisältää SDP - vastauksen UE2:n sallimista medioista ja koodekeista.) Seuraavaksi UE2 purkaa P-Asserted-Identity – otsikkokentästä soittajan identiteetin ja P-Called-Party-ID – otsikkokentästä, mille soitettavan osapuolen osoitteista INVITE on osoitettu.

UE2 saavuttaa pre-alert – tilan.

SESSION PROGRESS – sanoma lähetetään P-CSCF2:lle, se sisältää ohjeen UE1:lle lähettää vastaukseksi päivitetty SDP, kun resurssien varaus soitettavasta päästä on saatu valmiiksi.

16. SESSION PROGRESS – sanoma kulkee samaa reittiä takaisin UE1:lle, sanoma sisältää SDP:n, joka sisältää listan koodekeista, joita molemmat päätelaitteet tukevat.
17. UE1:n saatua SESSION PROGRESS – sanoman, joka sisältää UE2:n IP – osoitteen, lisäksi se saa tietää myös:
  - Hyväksyykö UE2 istunnon ehdotetuilla mediavirroilla
  - Mitä koodekkeja kummatkin osapuolet tukevat

UE1 valitsee molempien tukemat koodekit jokaiselle mediavirralle.

UE1 jatkaa prosessia varaamalla resurssit, tämä toiminto riippuu käytettävästä IP-CAN:sta (GGSN, SGSN, RNC). Lopuksi UE1 lähettää

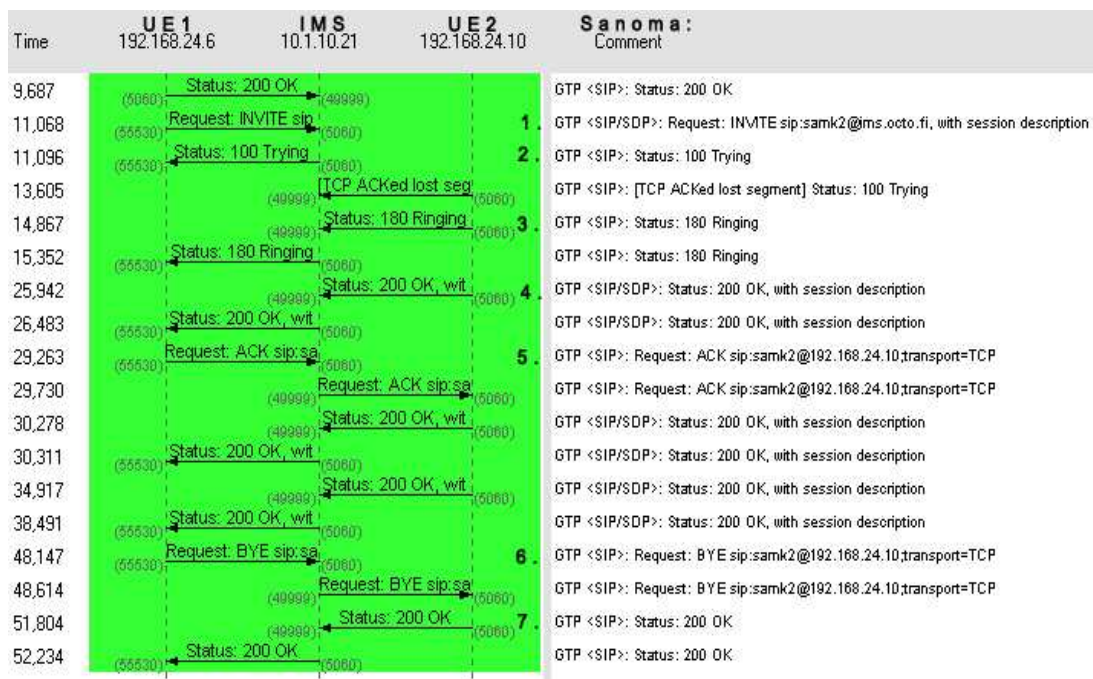
PRACK – sanoman, joka pitää sisällään lopullisen SDP:n UE2:lle. Tämä viesti kulkee Record-Route:n tallennettua reittiä pitkin UE2:lle.

18. Saatuaan PRACK – viestin UE2 kuittaa käytetyt mediavirrat ja koodit lähettämällä OK – sanoman, joka kulkee UE1:lle opittua reittiä pitkin. Sanoman tullessa P-CSCF2:lle, se aloittaa resurssienvarauksen soittavassa päässä.
19. Resurssien varauksen ollessa valmiina UE1 lähettää UE2:lle UPDATE – viestin. Viesti kulkee opittua reittiä pitkin.
20. UPDATE – viestin saatuaan, UE2 lähettää OK – sanoman kuittaukseksi. Tässä vaiheessa UE2:n resurssienvaraus voi olla vielä kesken.
21. Resurssien varauksen päätyttyä (molemmilla osapuolilla), alkaa UE2 hälyttää ja generoi RINGING – sanoman, joka lähetetään UE1:lle.
22. RINGING – viestin tullessa UE1:lle, kuulee soittaja oman hälytysäänensä ja lähettää PRACK – sanoman vastaukseksi UE2:lle.
23. UE2 kuittaa PRACK – sanoman ja vastaa siihen OK – viestillä. Molemmat osapuolet kuulevat tässä vaiheessa hälytyksen.
24. Kun UE2 vastaa puheluun, se lähettää OK – viestin, joka saattaa INVITE neuvottelun päätökseen soitetun osapuolen osalta.
25. UE1 vastaanottaa OK – viestin, lopettaa hälytysäänen ja lähettää ACK – sanoman, jolla tiedottaa UE2:lle istunnon käynnistymisestä.
26. Istunnon aloittaminen on saatu päätökseen ja mediavirta alkaa kulkea päätelaitteiden välillä. /8/

### 5.2.1 Testipuhelun toteutuminen.

Testipuhelussa soitettiin puhelu kahden samassa verkossa sijaitsevan päätelaitteen välillä. Yhteystapana käytössä oli GPRS – yhteys. Puhelimet olivat kirjautuneena SAMK – matkapuhelinverkkoon, sekä rekisteröityneet Octopus – testiympäristön IMS – palveluihin. Viestien kulkua monitoroitiin GGSN:n jälkeisestä Gi - rajapinnasta, jossa Wireshark – ohjelmaa käyttäen tallennettiin istunnon aloittamiseen ja päättämiseen käytetty sanomaliikenne. Puhelimita käytettiin Liite 1:n mukaisia asetuksia.

Istunnon kulku meni oletettavan äänipuhelun kulun mukaisesti, UE1 (sip:samk1@octo.fi) soittaa UE2:lle (sip:samk2@octo.fi). UE2 hyväksyy puhelun ja osapuolet aloittavat keskustelun, keskustelun päätyttyä UE1 lopettaa istunnon. Kuvassa 5-6 on nähtävissä kaapattu viestien kulku ja numeroitu kohdat, joita tarkastellaan yksityiskohtaisemmin.



Kuva 5.7. SIP – viestit istunnon aloittamiseksi ja päättämiseksi.

1. UE1 Lähettää INVITE – sanoman istunnon aloittamiseksi, joka sisältää myös SDP – kuvauksen istunnosta ja sen käytössä olevista mediavaihtoehtoista sekä pakkaustavoista. Sanoman sisältö:

## Session Initiation Protocol

Request-Line: INVITE **sip:samk2@ims.octo.fi SIP/2.0****Method: INVITE**

[Resent Packet: False]

## Message Header

Route:

<**sip:pcscf.ims.octo.fi;lr;transport=TCP**>,<**sip:oscsf.ims.octo.fi:49997;lr;yop=01.01.0d59e164.26**  
b6>Via: SIP/2.0/TCP **192.168.24.6:5060**;branch=z9hG4bK21h5g22orlhc730qaka9g8g;rportTransport: **TCP**Sent-by Address: **192.168.24.6**Sent-by port: **5060**

Branch: z9hG4bK21h5g22orlhc730qaka9g8g

RPort: rport

**From:** <**sip:samk1@ims.octo.fi**>;tag=jo65g27cldhc6u7gakad**To:** <**sip:samk2@ims.octo.fi**>**Contact:** <**sip:samk1@192.168.24.6;transport=TCP**>

Supported: 100rel,sec-agree

CSeq: 1174 INVITE

Call-ID: wIFo28h6oIfiiBkk2Yv0nlz6Ln1S3o

**Allow:** INVITE,ACK,BYE,CANCEL,REFER,NOTIFY,OPTIONS,PRACK

Expires: 120

Privacy: none

User-Agent: Nokia RM-227 1.0633.22.05

**P-Preferred-Identity:** **sip:samk1@ims.octo.fi****Max-Forwards: 70**

Content-Type: application/sdp

Accept: application/sdp

Content-Length: 433

## Message Body

**Session Description Protocol**

Session Description Protocol Version (v): 0

Owner/Creator, Session Id (o): Nokia-SIPUA 63378428199760875 63378428199760875 IN  
IP4 192.168.24.6

Session Name (s): -

Connection Information (c): IN IP4 192.168.24.6

Time Description, active time (t): 0 0

Media Description, name and address (m): audio 16384 RTP/AVP 96 0 8 97 18 98 13

Media Attribute (a): ptime:20

Media Attribute (a): maxptime:200  
 Media Attribute (a): fmp:96 mode-change-neighbor=1  
 Media Attribute (a): fmp:18 annexb=no  
 Media Attribute (a): fmp:98 0-15  
**Media Attribute (a): rtpmap:96 AMR/8000/1**  
 Media Attribute (a): rtpmap:0 PCMU/8000/1  
 Media Attribute (a): rtpmap:8 PCMA/8000/1  
 Media Attribute (a): rtpmap:97 iLBC/8000/1  
 Media Attribute (a): rtpmap:18 G729/8000/1  
 Media Attribute (a): rtpmap:98 telephone-event/8000/1  
 Media Attribute (a): rtpmap:13 CN/8000/1

2. UE1:lle palautetaan 100 TRYING – sanoma.

3. UE2 on hyväksynyt istunnon aloittamisen, ja lähettää 180 RINGING – sanoman UE1:lle. Sanoman rakenne, ilman Message Header:n yksityiskohtaisempaa purkua:

Session Initiation Protocol

Status-Line: SIP/2.0 180 Ringing

**Status-Code: 180**

[Resent Packet: False]

Message Header

**Record-Route:**

<sip:jtu0603A17D0000887000000000@10.1.10.21:5060;lr;yop=01.01.4f77d6d8.2737.8e8f;transport=TCP>

Via:

SIP/2.0/TCP

10.1.10.21:5060;branch=z9hG4bKKbkMiIEfAK6SYPKRqpbQ5uXMuo3Ph9x7;yop=01.00.4f77d6d8.2737.8e8f

From: <sip:samk1@ims.octo.fi>;tag=jo65g27cldhc6u7gakad

To: <sip:samk2@ims.octo.fi>;tag=ssiv845g7n33qpqpn6fihj2odfhme21

Contact: <sip:samk2@192.168.24.10;transport=TCP>

Call-ID: wIFo28h6oIfiiBkk2Yv0nlz6Ln1S3o

CSeq: 1174 INVITE

Content-Length: 0

4. UE2 lähettää soittavalle osapuolelle 200 OK viestin, jossa on päivitetty SDP. SDP:stä on nyt karsittu pois puhelun kannalta merkityksettömät attribuutit. SDP si-

sältää lopullisen version käytettävistä medioista ja pakkaustavoista. 200 OK – viesti on myös merkinä puhelun hyväksynnästä.

5. UE1 lähettää UE2:lle ACK – viestin, kuittaukseksi perille tulleesta OK – sanomasta. Tämän jälkeen puhelu alkaa ja liikenne siirtyy päätelaitteiden väliseksi ”end-to-end” liikenteeksi, jossa pakettien kuljettamiseen käytetään RTP – protokollaa.

6. UE1 päättää istunnon ja lähettää tästä BYE – sanoman UE2:lle.

7. UE2 lopettaa päätelaitteiden välisen istunnon lopullisesti, lähettämällä BYE - sanoman vastaukseksi 200 OK – viestin. Puhelu on nyt loppunut ja päätelaitteiden välillä ei tapahdu enää yhdysliikennettä.

## 6 YHTEENVETO

Matkapuhelinverkkojen kehitys kohti IP – pohjaista rakennetta on alkanut hiljalleen. Uudemmat puhelinmallit sisältävät jo tehtaalta lähtiessä valmiiksi asennetun ohjelmiston VoIP – puheluiden soittoon. Vaikka toistaiseksi valtaosa VoIP – puheluista soitetaan PC – koneiden välisinä, on palveluiden käyttäjämäärä ollut räjähdysmäisessä kasvussa. Puhelimilla on alettu soittamaan lisääntyvässä määrin VoIP – puheluita, tosin käytössä oleva yhteystapa on useimmiten ollut Wlan. IMS:n myötä 3G VoIP – puheluiden toteutus tulee helpottumaan, sekä niihin voidaan lisätä eri laskutusominaisuuksia. On selvä, että käyttäjäkunnan saamiseksi uuden teknologian kuluttajiksi, on teknologian kyettävä tarjoamaan parempilaatuisia puheluita, laajempaa kattavuutta tai halvempia hintoja.

Tekemieni testien perusteella totean, että GPRS ei ole riittävä tiedonsiirtokapasiteetiltaan VoIP – puhelulle. Puhelun yhdistymiseen tämä ei juuri vaikuta, mutta useiden sekuntien mittainen viive puheen siirtymisessä, estää siedettävän puhelun aikaansaannin. 3G:n mukanaan tuomat suuremmat tiedonsiirtonopeudet tulevat tuomaan helpotuksen tähän ongelmaan.

Octopus – testiympäristössä toteutetun IMS – ympäristön rakenne, kaipaisi vielä hieman lähempää tutkimista. Tässä työssä jäi vielä selvittämättä, mitkä IMS – arkkitehtuurin komponentit ovat ympäristössä käytössä, ja millä tavalla ne on toteutettu. Itse pidin SIP – puhelun toteutusta IMS – ympäristössä erittäin mielenkiintoisena projektina. IMS – testiympäristössä toteutettava VoIP – puhelu on opetuksen kannalta varmasti hyödyllinen osa NGN – laboratorion koulutustarjonnassa.

## LÄHTEET

- /1/ Granlund, K. Langaton tiedonsiirto. Docento Finland Oy. 2001. 399s.
- /2/ RFC 3261. SIP: Session Initiation Protocol. Rosenberg, J. Schulzrinne, H. Camarillo, G. Johnston, A. Peterson, J. Sparks, R. Handley, M. Schooler, E. Kesäkuu 2002.
- /3/ Rogelio, M P. Internet Multimedia Communications Using SIP. Elsevier, Inc. 2008. 576 s.
- /4/ Camarillo, G. Garcia-Martin, M. The 3G IP Multimedia Subsystem (IMS): Merging the Internet And the Cellular Worlds.-2<sup>nd</sup> ed. John Wiley & Sons Ltd. 2006. 427 s.
- /5/ Penttinen, J. Tietoliikennetekniikka. Werner Söderström Oy. 2006. 234 s.
- /6/ Poikselkä, M. Mayer, G. Khartabil, H. Niemi, A. THE IMS IP Multimedia Concepts and Services.-2<sup>nd</sup> ed. John Wiley & Sons Ltd. 2006. 466 s.
- /7/ Chakraborty, S. Frankkila, T. Peisa, J. Synergen, P. IMS Multimedia Telephony over Cellular Systems. John Wiley & Sons Ltd. 2007. 370 s.
- /8/ ECC Report 106, NGN and IMS Call Setup. CEPT. 2007. [verkkodokumentti]. [viitattu 14.5.2008]. Saatavissa:  
<http://www.erodocdb.dk/Docs/doc98/official/pdf/ECCREP106.PDF>
- /9/ Rahkola, J. Opinnäytetyö: GPRS – yhdysliikenne. Pori: Satakunnan ammattikorkeakoulu. 2007. 46 s.





Puhelimiin määritetyt asetukset, käytössä SAMK – verkon Sim – kortit:

**Puhelin 1:**

Sip-asetukset:

valikko→työkalut→asetukset→yhteys→sip-asetukset

Profiilin nimi: Octo  
Palveluprofiili:IETF  
Oletusyhteysosoite: octopus  
Yleinen käyttäjänimi: **sip:samk1@ims.octo.fi**  
Käytä pakkausta:ei  
Rekisteröinti: Aina käytössä  
Käytä suojausta:Ei

Proksi:  
Proksin osoite: **sip:pcscf.ims.octo.fi**  
Toimialue,käyttäjänimi,salasana: Ei mitään  
Salli löyhä reititys: Kyllä  
Siirtoprotokollan tyyppi: **TCP**  
Portti:5060

Rekisteröintipalvelin:  
Rekisteröintipalvelimen **osoite:sip:ims.octo.fi**  
Toimialue:**ims.octo.fi**  
Käyttäjänimi:**samk1@ims.octo.fi**  
Salasana: ei mitään  
Siirtoprotokollan tyyppi: **UDP**  
Portti:5060

Internet-puhelinasetukset:

valikko→työkalut→asetukset→yhteys→Internet puhelinasetukset:

Nimi:Octo  
SIP-profiilit: octo

## Puhelin2:

Sip-asetukset:

valikko→työkalut→asetukset→yhteys→sip-asetukset

Profiilin nimi: Octo  
Palveluprofiili:IETF  
Oletusyhteysosoite: octopus  
Yleinen käyttäjänimi: **sip:samk2@ims.octo.fi**  
Käytä pakkausta:ei  
Rekisteröinti: Aina käytössä  
Käytä suojausta:Ei

Proksi:  
Proksin osoite: **sip:pcscf.ims.octo.fi**  
Toimialue,käyttäjänimi,salasana: Ei mitään  
Salli löyhä reititys: Kyllä  
Siirtoprotokollan tyyppi: **TCP**  
Portti:5060

Rekisteröintipalvelin:  
Rekisteröintipalvelimen osoite:**sip:ims.octo.fi**  
Toimialue:**ims.octo.fi**  
Käyttäjänimi:**samk2@ims.octo.fi**  
Salasana:ei mitään  
Siirtoprotokollan tyyppi:**UDP**  
Portti:5060

Internet-puhelinasetukset:

valikko→työkalut→asetukset→yhteys→Internet puhelinasetukset:

Nimi:Octo  
SIP-profiilit: octo

Yhteysosoitteet: (molempiin puhelimiin samanlaiset)

valikko→työkalut→asetukset→yhteys→Yhteysosoitteet

Yhteyden nimi: octopus

Siirtotie:Pakettidata

Yhteysosoitteen nimi: octopus

Käyttäjänimi:octo

Salasanan kysely:ei

Salasana:ei mitään

Todentaminen:normaali

Aloitussivu: <http://www.ihansama.fi>

Jatketaan yhteysosoitteiden määrittelyä valinnat→lisäasetukset

Verkon tyyppi: **IPv4**

Puhelimen IP-osoite: automaattinen

DNS-osoite:**ensisijainen DNS-palvelin 10.10.13.100**,toissijainen:ei mitään

Proksipalvelimen osoite: ei mitään

Proksiportin numero:0

Pakettidata: (molempiin puhelimiin samanlaiset)

Pakettidatayhteys: automaattisesti

Yhteysosoite:wapgw.octo.fi