

Ismo Kyrönlähti

Datalaskutus 3G-verkoissa

Tietotekniikan
pro gradu -tutkielma
14. toukokuuta 2007

Jyväskylän yliopisto

Tietotekniikan laitos

Jyväskylä

Tekijä: Ismo Kyrölahti

Yhteystiedot: ispekyro@cc.jyu.fi

Työn nimi: Datalaskutus 3G-verkoissa

Title in English: Charging, Accounting and Billing in 3G Mobile Networks

Työ: Tietotekniikan pro gradu -tutkielma

Sivumäärä: 96

Tiivistelmä: Tässä opinnäytetyössä käsitellään datapalveluiden laskutuksen toteutusta ja toteutukseen liittyviä haasteita kolmannen sukupolven (3G) matkapuhelinverkoissa. Työn käytännön osassa toteutetaan laskutusesimerkkejä erilaisille mobiilipalveluille.

English abstract: The present report describes Charging mechanisms and implementations in the Third Generation Mobile Networks. In the practical part of the report, charging examples of mobile services of different types are implemented.

Avainsanat: tietotekniikka, pro gradu, 3G, laskutus

Keywords: Information Technology, Master's Thesis, 3G, Charging

Sanasto

3G	<i>Third Generation</i> eli kolmannen sukupolven matkapuhelinjärjestelmä. Yleensä tällä tarkoitetaan GSM:n jälkeen tulleita nopeaan datasiirtoon kykeneviä matkapuhelinverkkoja, kuten UMTS, CDMA2000 tai FOMA.
3GPP	<i>The 3rd Generation Partnership Project</i> on yhteistyöjärjestö, joka tuottaa teknisiä spesifikaatioita ja raportteja kolmannen sukupolven mobiilijärjestelmiä varten.
ABMF	<i>Account Balance Management Function</i> on tilisaldon hallintafunktio, joka sisältää käyttäjien tilitiedot online-laskutusjärjestelmässä.
BD	<i>Billing Domain</i> eli laskutusalue on operaattorin ydinverkon ulkopuolinen osa, joka vastaanottaa ja käsittelee ydinverkon laskutustoiminnoilta saapuvat CDR-tiedostot.
CAMEL	<i>Customized Applications for Mobile networks Enhanced Logic</i> on matkapuhelinverkon ominaisuus, joka mahdollistaa maailmanlaajuisen tuen operaattorikohtaisille palveluille.
CAP	<i>CAMEL Application Part</i> on ominaisuus, joka mahdollistaa mobiilikäyttäjän virtuaalisen kotiympäristön (Virtual Home Environment) toteutuksen.
CCF	<i>Charging Collection Functionality</i> on IMS-verkon offline-laskutuksen verkkosolmu.
CDF	<i>Charging Data Function</i> eli laskutusdatafunktio luo CDR:iä laskutustapahtumien tietojen pohjalta.
CDR	<i>Charging Data Record</i> eli laskutusdatarekisteri sisältää laskutettavia tapahtumia standardoidussa muodossa.
CGF	<i>Charging Gateway Function</i> eli veloitusyhdykäytäväfunktio puskuroi, muokkaa ja esikäsittelee CDR:t, sekä lähettää ne edelleen laskutusjärjestelmälle.
CS	<i>Circuit Switched</i> eli piirikytkentäisyys tarkoittaa, että osapuolten välillä on kiinteä yhteys datan siirtoa varten.

CTF	<i>Charging Trigger Function</i> eli veloituksen laukaisufunktio luo laskutustapahtumia verkkoresurssien käytön perusteella.
EBCF	<i>Event Based Charging Function</i> toteuttaa tapahtumapohjaisen online-laskutuksen (sisältölaskutuksen) yhdessä jonkin sovelluspalvelimen tai verkkoelementin kanssa.
ECUR	<i>Event Charging with Unit Reservation</i> eli tapahtumalaskutus yksikönvarauksella.
EDGE	<i>Enhanced Data rates for GSM Evolution</i> on teknologia, jonka avulla langattomilla laitteilla saavutetaan GPRS:ää suurempi tiedonsiirtonopeus.
FOMA	<i>Freedom of Mobile multimedia Access</i> on Japanin NTT DoCoMon kehittämä W-CDMA-pohjainen 3G-standardi, joka ei ole yhteensopiva UMTS:n kanssa.
FTAM	<i>File Transfer, Access and Management</i> on tiedon siirron ja hallinnan protokolla.
FTP	<i>File Transfer Protocol</i> on TCP-protokollan päällä toimiva tiedonsiirtoprotokolla.
GGSN	<i>Gateway GPRS Support Node</i> on verkkosolmu, joka toimii yhdyskäytävänä langattoman GPRS-verkon ja Internetin tai yksityisten verkkojen välillä.
GPRS	<i>General Packet Radio Service</i> on GSM-verkossa toimiva pakettikytkentäinen tiedonsiirtopalvelu, jota käytetään pääasiassa langattoman Internet-yhteyden muodostamiseen matkapuhelimen tai GPRS-sovittimen avulla.
GSM	<i>Global System for Mobile communication</i> on eurooppalainen digitaalisen matkapuhelinjärjestelmän standardi.
HLR	<i>Home Location Register</i> on mobiiliverkon pääasiallinen yksityiskohtaisia tilaajatietoja ylläpitävä rekisteri.
HSDPA	<i>High Speed Downlink Packet Access</i> on matkaviestinten tiedonsiirtoprotokolla, joka mahdollistaa korkeammat tiedonsiirtonopeudet UMTS-pohjaisissa verkoissa.
IEC	<i>Immediate Event Charging</i> eli välitön tapahtumalaskutus on menetelmä, jossa online-laskutusfunktio veloittaa katteen tarkistuksen jälkeen tietyn määrän käyttäjän tililtä.

IMS	<i>IP Multimedia Subsystem</i> on järjestelmä, jonka avulla voidaan muodostaa IP-yhteys matkapuhelimien ja kiinteiden päätelaitteiden välille.
IP	<i>Internet Protocol</i> on pakettikytkentäisissä verkoissa käytetty verkkokerroksen protokolla.
ISC	<i>IMS Service Control</i> on IMS:n rajapinta, joka mahdollistaa avoimen liitettävyyden SIP-sovelluspalvelimiin.
LCS	<i>Location Services</i> on palvelu, jonka avulla voidaan paikantaa käyttäjän päätelaitteen sijainti.
MBMS	<i>Multimedia Broadcast Multicast Service</i> on lähetysohjelma, jota voidaan tarjota sekä GSM- että UMTS-verkkojen kautta.
MMS	<i>Multimedia Messaging Service</i> on multimediaviestiteknologia, jonka avulla voidaan luoda, lähettää ja vastaanottaa kuvia, ääntä ja videota sisältäviä tekstiviestejä.
OAM&P	<i>Operation, Administration, Maintenance and Provisioning</i> tarkoittaa verkon tai verkon laitteen hallintaa, ylläpitoa ja hankintaa.
OCF	<i>Online Charging Function</i> eli online-laskutusfunktio ohjaa online-laskutuksessa katetta käyttäjän tililtä palvelua tajoaville verkkoelementeille.
OCS	<i>Online Charging System</i> eli online-laskutusjärjestelmä toteuttaa reaaliaikaisen laskutuksen.
PCEF	<i>Policy and Charging Enforcement Function</i> on 3GPP:n laskutuksen ohjaustoimintojen toiminnallinen kokonaisuus, joka käsittää IP-vuon tarkkailun sekä menettelytapa- ja IP-vuopohjaiset laskutustoiminnallisuudet.
PLMN	<i>Public Land Mobile Network</i> on yleinen nimitys langattomalle mobiiliverkolle, jota jokin organisaatio käyttää ja hallitsee keskitetysti. Verkon keskittiminä käytetään maassa sijaitsevia radiolähettimiä tai tukiasemia.
PoC	<i>Push-to-talk over Cellular</i> on mobiiliverkon äänensiirtopalvelu, joka mahdollistaa suoran yhdeltä yhdelle- tai yhdeltä monelle- ääniyhteyden.
PS	<i>Packet Switched</i> eli pakettikytkentäisyys tarkoittaa tiedonsiirtotapaa, jossa siirrettävä data jaetaan pieniksi paketeiksi. Paketit välitetään kohteisiin niiden sisältämien osoitteiden perusteella.

QoS	<i>Quality of Service</i> on ohjausjärjestelmä, jonka avulla voidaan priorisoida käyttäjiä ja tietovirtoja tai taata sovelluksen pyynnön mukainen datasiirron taso.
RF	<i>Rating Function</i> eli hinnoittelufunktio vastaa online-laskutusjärjestelmässä verkkoresurssien käytön arvon määrittelystä.
SBCF	<i>Session Based Charging Function</i> on online-laskutusfunktion osa, joka vastaa verkon/käyttäjän istuntojen online-laskutuksesta.
SCUR	<i>Session Charging with Unit Reservation</i> eli istuntolaskutus yksikönvarauksella on online-laskutuksessa istuntojen katteen ohjauksessa käytettävä menetelmä.
SGSN	<i>Serving GPRS Support Node</i> on verkon solmu, joka muun muassa lähettää veloitustietoja laskutusjärjestelmälle.
SIP	<i>Session Initiation Protocol</i> on sovelluskerroksen ohjausprotokolla, jonka avulla voidaan luoda, muuttaa tai päättää istuntoja yhden tai useamman osapuolen välillä.
SMS	<i>Short Message Service</i> on matkapuhelinten tekstiviestijärjestelmä.
TAP	<i>Transferred Account Procedure</i> on standardi, joka mahdollistaa liikkuvien käyttäjien laskutustietojen vaihdon operaattoreiden välillä.
TFTP	<i>Trivial File Transfer Protocol</i> on FTP:tä yksinkertaisempi tiedostonsiirtoprotokolla.
UMTS	<i>Universal Mobile Telecommunication System</i> on maailmanlaajuinen kolmannen sukupolven matkapuhelinteknologia.
UTC	<i>Universal Time Coordinated</i> on koordinoitu yleisaika, joka seuraa atomikelloaika.
UTRAN	<i>UMTS Terrestrial Radio Access Network</i> on yhteinen nimitys laitteille, jotka muodostavat UMTS:n radioverkon.
WLAN	<i>Wireless Local Area Network</i> eli langaton lähiverkko (IEEE 802.11).

Sisältö

Sanasto	i
1 Johdanto	2
1.1 Mobiiliverkot maailmalla	3
1.2 Tutkimusongelma ja tutkielman rakenne	5
2 Liiketoimintamallit ja laskutus 3G-verkoissa	7
2.1 Laskutuksen osapuolet nykyisissä verkoissa	7
2.2 Toiminnallinen malli	7
2.3 Laskutus UMTS-verkoissa	9
2.4 Teknisiä haasteita	12
2.5 3G-liiketoimintamallit	13
2.5.1 Verkko-operaattorikeskeinen malli	14
2.5.2 Sisällönkokoajakeskeinen malli	15
2.5.3 Sisällöntuottajakeskeinen malli	15
2.6 Tulojen jakoon liittyviä näkökohtia	16
2.7 Tutkimusesimerkki	18
2.7.1 Verkon kuormituksen arviointi	19
2.7.2 Laskutustilan vaihto	20
2.7.3 Etenemisviive	21
2.7.4 Palvelunlaadun mittaaminen	22
2.7.5 Laskelmia videon suoratoistolle	22
2.7.6 Johtopäätökset	23
3 3G-spesifikaation laskutusosa	26
3.1 Laskutusarkkitehtuuri ja -periaatteet	26
3.1.1 Laskutusmekanismit	26
3.1.2 Korkean tason yleinen arkkitehtuuri	27
3.1.3 Offline-laskutusfunktiot	29
3.1.4 Online-laskutusfunktiot	31
3.1.5 Offline-laskutuksen referenssipisteet	33
3.1.6 Online-laskutuksen referenssipisteet	34

3.1.7	Arkkitehtuurin kartoitus	35
3.1.8	Laskutusdatan luonti ja kiintiön tarkkailu	36
3.1.9	Offline-laskutusdatan siirto	40
3.1.10	Online-laskutusdatan siirto	43
3.2	Laskutusdatarekisterin (CDR) tiedostomuoto ja siirto	46
3.2.1	Paikallinen CDR:ien ja CDR-tiedostojen käsittely	47
3.2.2	Tiedostomuoto	49
3.2.3	Tiedoston siirto ja protokollat	49
3.2.4	Tiedostomuotokäytännöt	51
3.2.5	CDR-tiedostojen nimeäminen	58
3.3	Muita laskutusdokumentteja	59
3.3.1	Laskutus pakettikytkentäisessä (PS) osassa	59
3.3.2	Laskutus IP Multimedia Subsystem (IMS) -järjestelmässä	63
3.3.3	Laskutus Wireless Local Area Network (WLAN) -osassa	64
3.3.4	Laskutus Multimedia Messaging Service (MMS) -palvelussa	64
3.3.5	Laskutus Location Services (LCS) -palvelussa	66
3.3.6	Laskutus Push-to-talk over Cellular (PoC) -palvelussa	67
3.3.7	Laskutus Multimedia Broadcast and Multicast Service (MBMS) -palvelussa	69
4	Laskutusesimerkkien toteutus	70
4.1	Testiympäristö	70
4.2	IPTV	70
4.2.1	Laskutus	72
4.2.2	CDR:t	72
4.3	Verkkosivujen selailu	74
4.3.1	Laskutus	74
4.3.2	CDR:t	74
4.4	TV-pelit	75
4.4.1	Laskutus	75
4.4.2	CDR:t	75
4.5	Verkkovideonauhoitus	75
4.5.1	Laskutus	76
4.5.2	CDR:t	76
4.6	Tilausvideopalvelu	78
4.6.1	Laskutus	78
4.6.2	CDR:t	79

5 Yhteenveto	80
Lähteet	82
Liitteet	
A S-CDR	85
B S-SMO-CDR	86
C eG-CDR	87

1 Johdanto

Viime vuosien kuluessa on käynyt ilmeiseksi, että IP (Internet Protocol) on ratkaisevassa asemassa kolmannen sukupolven (3G) UMTS-matkapuhelinverkoissa (Universal Mobile Telecommunication System). IP-tekniikan avulla voidaan tehokkaalla tavalla tarjota mobiilikäyttäjille laaja valikoima erilaisia yhteydettömiä palveluita. Lisäksi UMTSin ja WLANin (Wireless Local Area Network) yhdistäminen yhteiseksi mobiiliviestintäympäristöksi antaa käyttäjille mahdollisuuden käyttää sekä alemman että korkeamman nopeuden IP-palveluita. Tällainen kehitys johtaa uusien toimijoiden mukaantuloon palveluiden hallintaan ja kustannusten jakoon. [1]

Sekä äänen- että datansiirtoverkoissa laskutusjärjestelmät ovat olleet tähän saakka melko yksinkertaisia. Käyttäjiä on laskutettu pääosin kiinteän taksan mukaan. Hinnoittelu on perustunut johonkin kiinteään maksuun ja/tai yhteyden keston. Internetin puolella vastaava kiinteän taksan laskutus on ollut myös yksinkertainen, eikä ole vaatinut monimutkaisia laskutuksen valvontajärjestelmiä. Internetissä sisällön- ja palveluntarjoajien liikevaihto on perustunut pääosin mainoksiin, koska heidän tarjoamansa palvelut ovat olleet käyttäjille ilmaisia. Mobiiliverkoissa maksut ovat määrättyneet verkkoresurssien käytön mukaan.

Edellä kuvatut menetelmät muuttuvat teknologioiden yhdistymisen ja uusien, joustavien liiketoimintamallien käyttöönoton myötä. Uudet liiketoimintamallit tuovat mukanaan myös ongelmia laskutusjärjestelmän toteutukseen. On odotettavissa, että vastoin nykykäytäntöä käyttäjillä tulee olemaan ilman lisäsopimuksia pääsy suureen määrään kotioperaattorin tai muiden itsenäisten palveluntarjoajien tuottamia palveluita.

IP:n tulo mobiiliverkkoihin vaatii uusien palvelunlaadun (*engl. Quality of Service*) hallintajärjestelmien käyttöönottoa. Tällaisia järjestelmiä tarvitaan erilaisten reaaliaikaisten palveluiden toteuttamiseksi käyttäjien hyväksymällä laatutasolla. Järjestelmien avulla ilmaistaan eroja käyttäjien välillä, sekä eroja palveluiden kulussa ja pakettien siirrossa verkon läpi.

Yhdistetyssä mobiiliviestintäympäristössä käyttäjillä on pääsy useisiin epäyhtenäisiin rinnakaisiin verkkoihin, kuten UTRAN (UMTS Terrestrial Radio Access Network), EDGE (Enhanced Data rates for GSM Evolution), WLAN jne. WLAN vaatii laskutettavien tapahtumien erottamisen toisistaan. Tällainen kehitys luo tarpeen uusille mekanismeille, jotka keräävät kaiken laskutettavia tapahtumia koske-

van tiedon. Tietojen pohjalta voidaan sopivan käsittelyn avulla muodostaa joustavia käyttäjien laskutuskäytäntöjä. Laskutusdatarekisterien (CDR) täytyy olla tarkkuudeltaan riittäviä, jotta niiden tietojen pohjalta voidaan toteuttaa kehittyneitä laskutustapoja, kuten sisältöpohjainen ja sijaintipohjainen laskutus.

Tämänhetkiset laskutuksenhallinnan menetelmät palvelevat erilaisia tarpeita ja liiketoimintamalleja. Vaikka IP tulee olemaan Internetin ja mobiiliverkkojen yhdistävä tekijä, Internetin ja mobiilimaailman liiketoimintamallit ja laskutuksen toteutustavat eroavat suuresti toisistaan laskutustoimintojen sijoittelussa ja hallinnassa. Avoimella markkinapaikalla toimittaessa taksojen, laskutuksen ja kirjanpidon hallinnoinnin kokonaisvaltainen ratkaisu on tulevaisuutta ajatellen avainasemassa Internetin ja mobiilimaailman yhdistymisessä.

1.1 Mobiiliverkot maailmalla

Ennen kuin syvennyttään varsinaiseen laskutusaiheeseen, luodaan pieni katsaus tämänhetkiseen mobiiliverkkojen ja -palveluiden kehityksen tilaan maailmassa.

Maailman ensimmäinen kaupallinen 3G-verkko avattiin Japanissa vuonna 2001. Verkko perustuu FOMA-tekniikkaan (Freedom of Mobile multimedia Access), joka ei ole yhteensopiva UMTS:n kanssa. Maailman ensimmäinen kaupallinen HSDPA (High Speed Downlink Packet Access) -matkapuhelinverkko avattiin Etelä-Koreassa vuonna 2006.

Japanilaiset ja eteläkorealaiset kuluttajat ovat nopeita uusien teknologioiden omaksujia. Nykyään lähes 14% kaikista mobiilipäätelaitteista Etelä-Koreassa tukee digitaalista mobiili-TV:tä (Digital Mobile Broadcast television)¹. Etelä-Koreassa valmistajat keskittyvät lähinnä T-DMB (Terrestrial Digital Multimedia Broadcasting) -puhelimien kehitykseen ja markkinointiin S-DMB:n (Satellite Digital Multimedia Broadcasting) sijaan T-DMB:n parempien tulevaisuuden odotusten vuoksi. [17]

Japani ja Etelä-Korea käynnistivät kattavat HSDPA- ja CDMA 1xEV-DO Rev. A (mobiili laajakaistayhteys, joka yhdistää äänen ja datan yhdessä kantaallossa) -palvelut vuonna 2006. Teknologisesti edistyksellinen ympäristö on rohkaissut mobiililaitteiden valmistajia tuottamaan yhä kehittyneempiä videopuheluita ja musiikin latauspalveluita tukevia päätelaitteita.

Japanissa suosituimpia uusista palveluista ovat "Chaku Uta" -musiikkipalvelut. HSDPA laajakaistayhteyksineen tarjoaa riittävän nopeuden miellyttävään musiikkikappaleiden lataamiseen. Japanilaiset päätelaittevalmistajat kiinnittävät erityisesti

¹ABI Research: Mobile Phone Innovation in Japan and South Korea

huomiota puhelimien musiikkiominaisuuksiin. Kamera- ja mobiili-TV-puhelimien odotetaan kasvattavan mobiililaitteiden markkinoita Japanissa ja Etelä-Koreassa myös tulevina vuosina. Vuonna 2006 noin 75% japanilaisten ja 52% eteläkorealaisten päätelaitteista oli kamerapuhelimia. Kahden megapikselin kamerat autofocus- ja zoom-toiminnoilla syrjäyttivät vanhempia 1.3 megapikselin kamerapuhelinmalleja. Viiden (tai yli) megapikselin kamerapuhelimien odotetaan hallitsevan markkinoita vuoden 2010 jälkeen.

Suomessa UMTS otettiin käyttöön vuonna 2004. Tällä hetkellä 3G-verkko toimii ainakin Suomen suurimmissa kaupungeissa ja hiihtokeskuksissa. Kattavan verkon rakentamista harvaan asuttuun maahan vaikeuttaa se, että 3G-verkon radioliikenne vaatii hyvin tiheän tukiasemaverkoston. Suomessa on tällä hetkellä käytössä kaksi HSDPA-matkapuhelinverkkoa, joista ensimmäinen avattiin huhtikuussa 2006.

Teknillisen korkeakoulun vuonna 2006 tekemän mittaustutkimuksen² mukaan Suomessa kuluttaja- ja yritysliittymistä vain 10,6%:lla siirrettiin mobiilidataa viikoittain. Kasvua vuodesta 2005 kertyi 2,8%, jolloin osuus oli 7,8% liittymistä. Mittauksen neljästä miljoonasta mobiiliverkkojen päätelaitteesta noin 60%:ssa (eli noin 2,4 miljoonassa) oli mobiilidatan (3G/GPRS) tuki.

Yhdysvalloissa, kuten muuallakin maailmassa, yhä useammalla käyttäjällä on 3G-matkapuhelin, mutta käyttäjät hyödyntävät varsin heikosti 3G:n tarjoamia mahdollisuuksia. Yhdysvalloissa 16%:lla käyttäjistä on 3G-matkapuhelin, mutta vain 10% heistä käyttää 3G:n toiminnallisuuksia. Maailmanlaajuisesti 20%:lla matkapuhelinten käyttäjistä on 3G-päätelaite, mutta vain 9% heistä käyttää 3G-palveluita³. [17]

Kustannusten on todettu olevan suurin este 3G-teknologian käytölle. Erityisesti amerikkalaiset pitävät kustannuksia suurena käytön esteenä. Muita käytön esteitä ovat datasiirron hitaus, akun kesto, näytön koko, kuvan laatu sekä päätelaitteen muistin koko. Tutkimukset kuitenkin osoittavat, että 40-50% amerikkalaisista, jotka käyttävät mobiili-TV:tä, online-pankkipalveluita, online-pelaamista sekä paikannus- ja tilaajapalveluita, käyttävät palveluita päivittäin. Vastaava luku maailmanlaajuisesti on 20-25%.

Nykyään 3-5% amerikkalaisista mobiilikäyttäjistä käyttää erilaisia mobiilikaupankäynnin palveluita. Lisäksi 10-12% käyttäjistä odotetaan aloittavan mobiilikaupankäynnin palveluiden käytön tulevan kahden vuoden kuluessa. Alle 5% amerikkalaisista kuluttajista käyttää nykyään mobiili-TV:tä, reaaliaikaista ohjelmien katselua ja ohjelmien lataamista. Lisäksi 10% kuluttajista odotetaan aloittavan näiden

²Helsinki University of Technology: COIN project

³Taylor Nelson Sofres plc (TNS): Global Technology Insights 2006

palveluiden käytön tulevan kahden vuoden kuluessa.

Kiinassa hallitus ei myönnä maahan 3G-toimilupia ennen kuin maan oman TD-SCDMA (Time Division-Synchronous code Division Multiple Access) - 3G-tekniologian testaus on saatu päätökseen vuoden 2007 loppuun mennessä. 3G-toimiluvat myönnetään vuoden 2008 ensimmäisen neljänneksen aikana. Operaattoreille uskotaan jäävän riittävästi aikaa saada 3G-palvelut käyttöön elokuuhun 2008 mennessä, jolloin Kiina isännöi Beijingin kesäolympialaisia. [18]

Mobiiliviihdemarkkinan odotetaan kasvavan maailmanlaajuisesti nopeasti 3G-verkkojen yleistymisen myötä. Mobiililaitteille kehitetään uusia sovelluksia, ja yhä useammalle käyttäjälle matkapuhelimesta tulee monipuolinen kommunikointi- ja viihdelaitte. [17]

Maailmanlaajuisesti mobiiliviihdemarkkinan kokonaisarvon, mukaanlukien musiikki, pelit, TV, urheilu ja sen tietopalvelut, pelaaminen sekä aikuisviihde, ennustetaan kasvavan vuoden 2006 17.3 miljardista Yhdysvaltain dollarista noin 77 miljardiin dollariin vuoteen 2011 mennessä⁴. Kasvuun vaikuttavat pääosin mobiili-TV:n, erilaisten videopalveluiden sekä Aasian kokonaismarkkinan voimakas kasvu. Kasvusta odotetaan nopeaa, mutta sille on nähtävissä myös joitakin hidastavia tekijöitä. Tällaisia ovat esimerkiksi mobiilipelaamista ja aikuisviihdettä koskevan lainsäädännön järjestäminen sekä nykyisten mobiili-TV:n lähetysskokeilujen toiminnan onnistuminen.

Aasian ja Tyynenmeren alue on tällä hetkellä suurin mobiiliviihteen markkina-alue ja muodostaa 40% maailmanlaajuisesta liikevaihdosta. Pohjois-Amerikan nopeasta kasvusta huolimatta Aasian ja Tyynenmeren alueen ennustetaan säilyttävän johtoaseman aina vuoteen 2011 saakka, jolloin alueen osuuden maailmanlaajuisesta liikevaihdosta ennustetaan olevan yhä 37%.

1.2 Tutkimusongelma ja tutkielman rakenne

Tässä pro gradu -tutkielmassa käsitellään datapalveluiden laskutusta ja laskutuksen toteutusta 3G-matkapuhelinverkoissa. Laskutusmekanismien tuntemusta tarvitaan, kun suunnitellaan uusia mobiililiiketoiminnan palveluita ja haetaan sopivinta datalaskutusmallia palvelulle.

Tämän tutkielman tavoitteena on antaa kokonaisvaltainen kuva datalaskutusjärjestelmien toiminnasta 3G-matkapuhelinverkoissa. Tutkielman teoriaosassa käsitellään laskutusmekanismien toimintaa sekä laskutusinformaation käsittelyä ja siirtoa

⁴Juniper Research: Mobile Entertainment Markets, Opportunities and Forecasts, 2006-2011

verkon laskutusjärjestelmässä. Tutkielman käytännön osassa sovelletaan teoriaosan tietoja erilaisten mobiilipalveluiden laskutusesimerkkien toteutuksessa.

Tutkielma kuuluu osana Jyväskylän yliopiston tietotekniikan laitoksen TEKES-rahoitteiseen LaiLa-projektiin (Langattomien laajakaistapalveluiden hallinta multi-access-verkoissa), joka on osa GIGA-teknologiaohjelmaa.

Tutkielma koostuu kaikkiaan viidestä pääluvusta, joihin sisältö jakautuu seuraavalla tavalla: Luku 1 on johdanto datalaskutukseen mobiiliverkoissa. Luvussa 2 esitellään aluksi datapalveluiden laskutuksen toteutusta piirikytkentäisissä (2G) mobiiliverkoissa, minkä jälkeen kuvataan laskutusta 3G-mobiiliverkoissa. Tämän jälkeen käsitellään laskutuksen käytännön toteutukseen liittyviä haasteita. Seuraavaksi esitellään palveluiden toteutuksen liiketoimintamalleja 3G-verkoissa ja pohditaan eri liiketoiminnan osapuolten rooleja palveluiden tuotantoprosessissa. Lopuksi esitellään 3G-verkon laskutuksen toteutusta käsittelevä tutkimusesimerkki. Luvussa 3 käsitellään 3G-spesifikaation laskutusosan dokumentteja, erityisesti laskutusarkkitehtuuria, laskutusdatarekistereitä ja datarekisterien siirtoa käsitteleviä dokumentteja. Luvussa 4 määritellään ja toteutetaan erilaisia käytännön datalaskutusesimerkkejä mobiilipalveluille. Luku 5 on yhteenveto, joka sisältää koosteen tutkielman sisällöstä sekä pohdintoja tutkielman aiheesta.

2 Liiketoimintamallit ja laskutus 3G-verkoissa

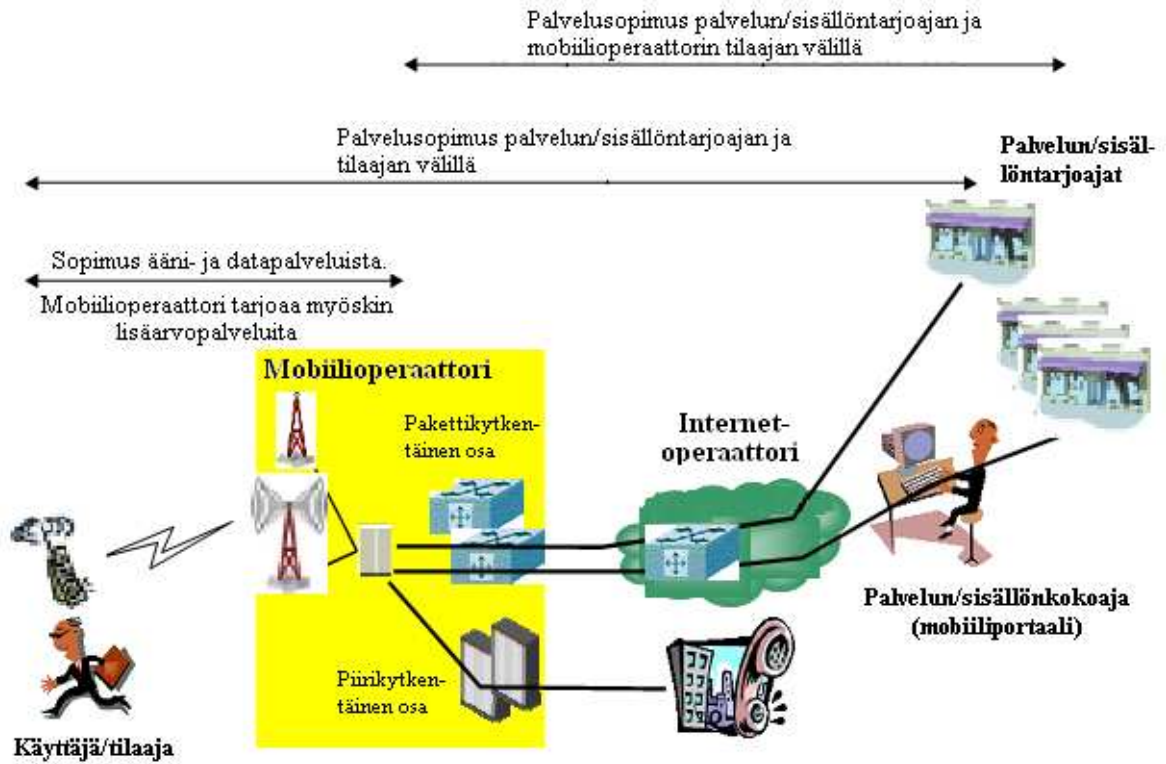
Siirryttäessä piirikytkentäisistä mobiiliverkoista pakettikytkentäisiin verkkoihin mobiiliasiakkaiden laskutus on muuttumassa yksinkertaisesta yhteyden keston perustuvasta veloituksesta datasiirron määrään perustuvaan laskutukseen. Tässä luvussa kuvaillaan aluksi laskutuksen toimintaa nykyisissä mobiiliverkoissa, mikä jälkeen käsitellään laskutuksen toteutusta ja toteutukseen liittyviä haasteita 3G-mobiiliverkoissa. Seuraavaksi käsitellään palveluiden tuotannon liiketoimintamalleja ja palveluiden tuotantoprosessia 3G-mobiiliverkoissa eri liiketoimintaan osallistuvien osapuolten kannalta. Lopuksi esitellään mobiiliverkon laskutuksen toteutusta käsittelevä tutkimusesimerkki.

2.1 Laskutuksen osapuolet nykyisissä verkoissa

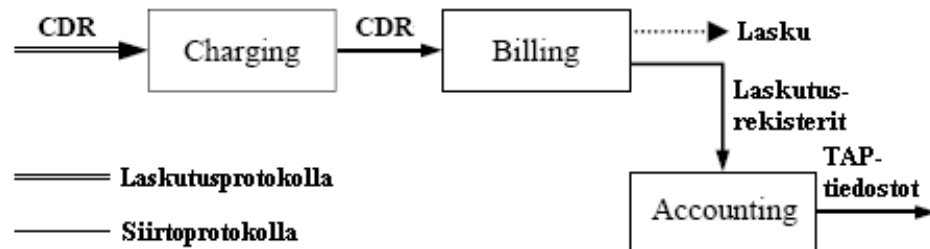
Tähän saakka mobiilikäyttäjän/tilaajan on täytynyt tehdä sopimus verkko-operaattorin kanssa käyttääkseen palveluita. Sopimuksen myötä tilaaja on voinut käyttää vain tietyn operaattorin tietoliikenne- ja lisäarvopalveluita. Lisäksi käyttäjän on täytynyt tehdä erillinen sopimus Internetin käytöstä Internet-yhteydentarjoajan kanssa. Käytäntö on osittain muuttunut GPRS:n (General Packet Radio Service) myötä, kun mobiilikäyttäjillä on pääsy Internetiin suoraan mobiilioperaattorinsa kautta. Eri tahojen tarjoamien palveluiden käyttö on joko ilmaista tai sidoksissa operaattoriin tai Internet-yhteydentarjoajaan. Kuvassa 2.1 [5, sivu 3] esitetään nykyään laskutus-tapahtumiin osallistuvien eri osapuolten toimintaa. [5]

2.2 Toiminnallinen malli

Kuvassa 2.2 [6, sivu 13] esitetään laskutuksen toiminnallinen malli mobiiliverkoissa. **Veloitusfunktio** (*engl. Charging Function*) kerää laskutettaviin tapahtumiin liittyvää tietoa eri verkkosolmuilta. Verkkosolmujen tuottama laskutusinformaatio jäsennetään CDR:iksi ja siirretään eteenpäin laskutusprotokollien avulla. Tämä on vakiintunut käytäntö jo GSM:n (Global System for Mobile communication) alkuajoilta, joskin tähän saakka lyhenne CDR on tarkoittanut puhelutietorekistereitä (*engl. Call Detail Records*). Veloitusfunktio vastaa luotujen laskutusdatarekisterien jatkokä-



Kuva 2.1: Laskutus nykyisissä verkoissa.



Kuva 2.2: Laskutuksen toiminnallinen malli.

sittelystä ja väliaikaisesta varastoinnista. Veloitusfunktio yhdistää osittaiset laskutusdatarekisterit ja siirtää ne turvallisesti **laskutusfunktiolle** (*engl. Billing Function*). Laskutusdatarekisterit siirretään laskutusfunktiolle siirtoprotokollan, kuten FTAM (File Transfer, Access and Management), FTP (File Transfer Protocol) tai TFTP (Trivial File Transfer Protocol) välityksellä. Laskutusjärjestelmä koostuu kahdesta osasta: veloitusyhdyskäytävätoiminnot (CGF) ja veloituksen keräystoiminnot (CCF), joita käsitellään tarkemmin tutkielman kolmannessa luvussa, 3G-spesifikaation laskutusosan dokumenttien yhteydessä. [5]

Laskutusfunktio käsittelee veloituskokonaisuudelta saapuvat laskutusdatarekisterit HLR-rekisteriin (Home Location Register) (pääasiallinen yksityiskohtaisia tilaajatietoja ylläpitävä rekisteri) tallennettujen tai laskutusjärjestelmään sisäisesti tallennettujen tariffien mukaan. Lisäksi laskutusfunktio laskee tilaajalta perittävän veloituksen määrän.

Kirjanpito-funktio (*engl. Accounting function*) vastaa liikkuvien käyttäjien veloitusten jakamisesta kotiverkon, palvelevan verkon ja käyttäjän välillä sekä kustakin toimijasta johtuvien kustannusten laskennasta. Liikkuvan käyttäjän laskutusinformaatio siirretään käyttäjän kotioperaattorille TAP:n (Transferred Account Procedure) ja erityisen TAP-formaatin avulla. TAP-rekistereitä voidaan siirtää kotiverkon ja vieraan verkon välillä suoraan tai tiedonvälitysjärjestelmän (*engl. Clearinghouse*) kautta. Tiedonvälitysjärjestelmät ovat itsenäisiä toimijoita, jotka vastaavat TAP-rekisterien luonnista, tariffioinnista ja uudelleentariffioinnista. Operaattoreiden väliset tulosten jaot lasketaan tavallisesti kerran kuukaudessa. Avoimilla markkinoilla, joilla useat itsenäiset toimijat (mobiilioperaattori, sovellusten/palveluntarjoajat) osallistuvat palveluiden tuotantoprosessiin, tarvitaan hyvin määritelty kirjanpito-funktio jakamaan tulot automaattisesti eri toimijoiden välillä.

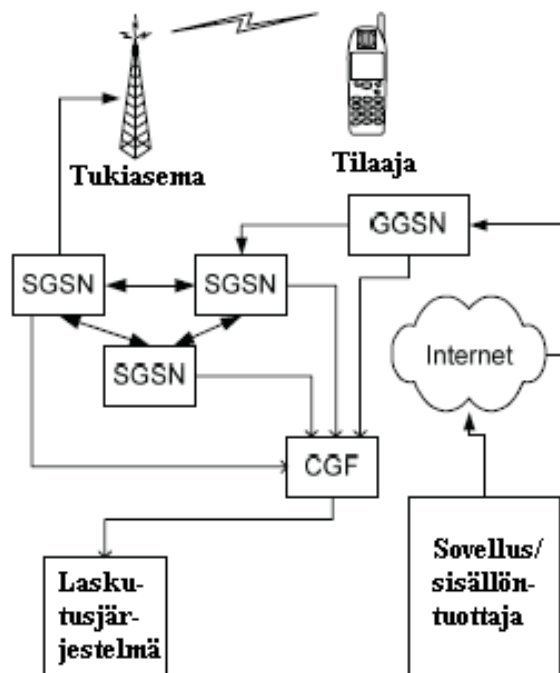
2.3 Laskutus UMTS-verkoissa

Laskutuksen käytännön toteutuksen täytyy perustua olemassa oleviin standardeihin. 3GPP (The 3rd Generation Partnership Project) määrittelee ohjeet UMTS-laskutusjärjestelmien (arkkitehtuuri ja verkkoelementtien roolit/toiminnallisuudet) toteutukselle. Datat mittauksessa GGSN (Gateway GPRS Support Node) ja sisemmät verkkosolmut (SGSN) lähettävät veloitustietoja **laskutusjärjestelmälle**. Veloitustietojen on oltava standardoidussa muodossa (CDR). CDR:t lähetetään CGF:lle, joka puskuroi, muokkaa ja esikäsittelee CDR:t sekä lähettää ne edelleen laskutusjärjestelmälle (kuva 2.3 [2, sivu 3]). Standardeissa määritellään eri tapahtumat, jotka voivat laukaista CDR:ien lähetyksen. Tällaisia tapahtumia ovat:

- tietty datamäärä,
- tietty ajanjakso,
- veloitusolosuhteiden muutos,
- palvelunlaadun muutos,
- tariffin muutos,
- sijainnin/solun vaihto,
- ääni-, data- tai multimediaistunnon lopetus.

CDR:ien toiminta ulottuu myös veloituksen ulkopuolelle, sillä CDR:t kuljettavat tietoa käytetyistä palveluista. CDR:ien avulla on mahdollista analysoida palveluiden käyttöä ja saada tilastotietoa palveluiden sisällöstä. Arkistoitujen CDR:ien tietoja voidaan käyttää apuna ratkaistaessa mahdollisia asiakkaiden valitustapauksia.

UMTS-standardien kehitysprosessi jaetaan useisiin vaiheisiin, joita kutsutaan julkaisuiksi (*engl. Release*). Release 7:n ensimmäiset versiot ovat nyt saatavilla. Kehityksen edetessä voi standardeihin tulla vielä muutoksia. Release 6:ssa esiteltiin uusi online-laskutusfunktio, OCF (Online Charging Function) (kuva 2.4 [2, sivu 4]).

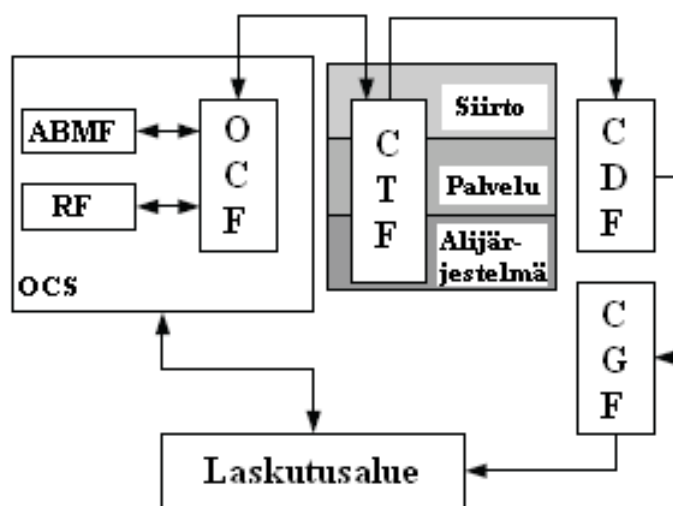


Kuva 2.3: Pakettikytkentäisen laskutuksen arkkitehtuuri.

OCF:n päätehtävä on toteuttaa reaaliaikainen laskutus ohjaamalla käyttäjän tililtä jatkuvasti tietty määrä katetta (*engl. credit*) palvelua tajoaville verkkoelementeille. Menetelmää kutsutaan yksikön varaukseksi (*engl. unit reservation*). Jos palvelu päättyy ennen kuin kaikki kate on käytetty, verkkoelementit siirtävät jäljellä olevan katteen takaisin OCF:lle. Jotta voidaan taata palvelun jatkuva tarjonta, on siinä tapauksessa, että käyttäjä ei katkaise palvelua, lähetettävä lisää katetta palvelevalle verkkoelementille aina ennen edellisen loppumista.

Siirto-, palvelu- ja sisältökerrokset ovat hallinnoinnissa ja veloituksessa erillisiä, mikä mahdollistaa erilaisten liiketoimintamallien joustavan käytön. Release 6:ssa määriteltiin toiminnot, jotka toteuttavat offline- ja/tai online-laskutuksen siirto-, alijärjestelmä- ja palvelutasoilla. Siirtotaso vastaa siirtopalveluista (kuten GPRS). Alijärjestelmätasolla tarkoitetaan UMTS-verkkojen alijärjestelmiä (pakettikytkentäinen osa, piirikytkentäinen osa, IMS (IP Multimedia Subsystem)). Palvelutaso tarkoittaa tarjottavia palveluita (video-streaming, MMS (Multimedia Messaging Service), jne.).

Offline-laskutustilaa (ei-reaaliaikainen laskutustila) muutettiin Release 6:ssa, ja toiminnallisuuksia eroteltiin. Veloituksen laukaisufunktio (CTF) luo laskutustapahtumia verkkoresurssien käytön perusteella. Laskutusdatafunktio (CDF) vastaanottaa laskutustapahtumia CTF:ltä ja käyttää niiden sisältämää tietoa CDR:ien muodostamiseen. Nämä funktiot eivät olleet erillisiä ennen 3GPP-standardin Release 6:ta, mutta kyseisten loogisten kokonaisuuksien toiminta oli jo määritelty.



Kuva 2.4: Offline- ja online-laskutusten toiminnallinen arkkitehtuuri.

Online-laskutustilassa (reaaliaikainen laskutustila) laskutuksesta vastaa online-laskutusjärjestelmä (OCS). CTF tuottaa laskutustapahtumia OCF:lle. Yhteys on kaksisuuntainen, sillä OCF myöntää katetta (*engl. credit*) verkkoresurssien käyttöä varten. OCS:ään kuuluu myös tilisaldon hallintafunktio (ABMF) ja hinnoittelufunktio (RF). OCS:ssä käyttäjien tilitiedot sijaitsevat ABMF:ssä. RF vastaa verkkoresurssien käytön arvon määrittelystä. RF vastaa myös seuraavista toiminnoista:

- datamäärän hinnoittelu (perustuu esim. palvelevan verkkokokonaisuuden veloitukseen),
- istunnon/yhteyshinnoittelu (perustuu esim. SIP-sovelluksen (Session Initiation Protocol) veloitukseen),
- palvelutapahtumien hinnoittelu (perustuu esim. verkkosivujen sisällön tai multimediamviestipalvelun hinnoitteluun).

2.4 Teknisiä haasteita

Laskutus piirikytkentäisessä verkkoympäristössä oli yksinkertaista; kaikista palveluista voitiin veloittaa yhteyden keston perusteella. GPRS- ja UMTS-järjestelmissä pakettikytkentäisyys aiheuttaa useita ongelmia laskutukseen. Uusissa järjestelmissä on mahdollista siirtää dataa useassa eri muodossa, kuten:

- puhe,
- ääni (reaaliaikainen/streaming),
- video (reaaliaikainen/streaming),
- data (download/upload/interaktiivinen sisältö),
- viestit (SMS (Short Message Service)/sähköposti),
- tietovirta (määrittelemätön sisältö),
- verkkosivujen selailu, portaalit,
- jne.

Veloitusjärjestelmässä pitää olla laskutusta varten erillinen tili jokaista käyttäjän tiedonsiirtotapaa varten. Käytetyn palvelun hinta riippuu siirretyn datan määrästä ja siirron laadusta (QoS). Siirretyn datan määrää voitaisiin mitata tarkasti bitteinä,

mikä kuluttaisi kuitenkin valtavasti verkkoresursseja. Kompromissiratkaisuna voidaan dataa mitata suurempina yksiköinä (esimerkiksi satoja tavuja). Laatutekijät täytyy myös määritellä (viive, bittivirheet, bittivirhesuhde, jne.) ja ottaa huomioon toimivan laskutuksen suunnittelussa. IPv6:n (nykyisen IP-protokollan, IPv4:n, seuraajaksi kehitetty protokolla) myötä tukiaseman vaihdoista (*engl. handover*) johtuvat ongelmat väistyvät mikro- ja makrotason liikkuvuudenhallintaprotokollien ansiosta, joskin nämä toiminnot lisäävät myös verkon kuormitusta. Jos päätelaitteen IP-osoite muuttuu verkkosolun vaihdon yhteydessä, järjestelmän täytyy yhdistää käyttäjää koskevat laskutustiedot. [1]

UMTS-standardit antavat jälkilaskutusasiakkaille (*engl. post-paid users*) mahdollisuuden asettaa luottoraja palvelutililleen. Tällaisia käyttäjiä on kohdeltava kuten ennakkomaksuasiakkaita (*engl. pre-paid users*). Laskutusjärjestelmien täytyy kyseisten asiakkaiden kohdalla toimia reaaliajassa, jotta voidaan varmistua siitä, että palvelu katkeaa, kun tilin saldo lähenee nollaa tai ennalta asetettua rajaa.

Käyttäjän tilin tarkka saldo tulee olla kaikkien verkon osien ja veloitustoimintojen tiedossa, koska käyttäjä saattaa yhtäaikaisesti käyttää useampia palveluita. Näin ollen käyttäjän tili täytyy olla tallennettuna keskitetysti, ja kaikkien veloitustoimintojen täytyy päivittää tilitietoja, jotta voidaan välttyä yli- tai alilaskutukselta. Mitä useammin järjestelmät päivittävät itselleen tilitietoja, sitä tarkempi laskutus on, ja sen suurempi on myös verkon kuormitus. Tilien päivityksessä on haettava järjestelmän kokonaissuorituskyvyn kannalta sopivin ratkaisu.

2.5 3G-liiketoimintamallit

Kolmannen sukupolven matkapuhelinverkoissa esiintyy useita eri liiketoimintaroolleja. **Verkko-operaattori** (*engl. Network Operator*) tuottaa yhteydet ja siirtopalvelut. **Sisällöntuottajan** (*engl. Content Provider*) tehtävä on tuottaa palveluita, sisältöä tai sovelluksia, jotka tuovat lisäarvoa siirtopalveluihin. Sovellukset ja sisällön sisällöntuottaja voi tuottaa itse tai hankkia valmiina toisilta tuottajilta. **Sisällönkokoa-**
jan (*engl. Content Aggregator*) päätehtävä on pakata ja tarjota palveluita yhdeltä tai useammalta palveluntarjoajalta. Yksi 3G-verkon tärkeistä ominaisuuksista on joustavuus. Äärimmäisessä tapauksessa mobiilikäyttäjä tuntee vain sisällöntuottajan, eikä hän ole missään suhteessa verkkoinfrastruktuurin tarjoajaan, vaan sisällöntuottaja määrää siirtomaksuista. [2]

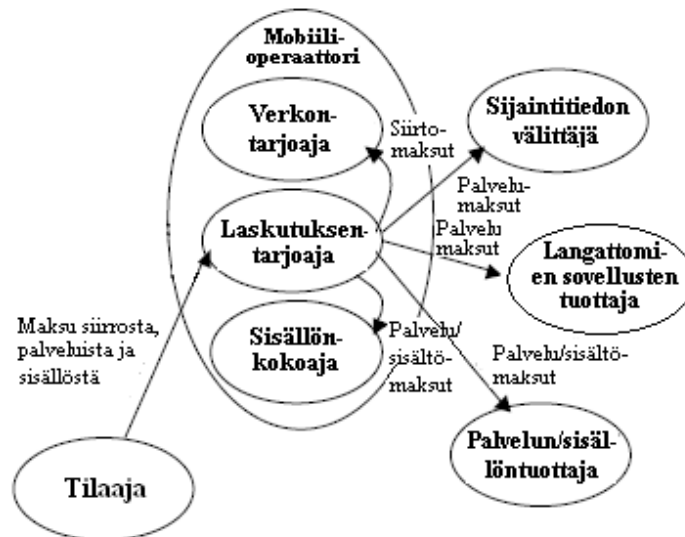
Sisällöntuottajan ja verkko-operaattorin täytyy sopia tarjottavien palveluiden ominaisuuksista, kuten vaaditusta datasiirron laadusta ja mitattavista parametreista. Molempien täytyy myös tunnistaa (*engl. authenticate*) käyttäjä, sekä olla selvillä

käyttäjän taloudellisesta tilasta voidakseen päättää käyttäjän palvelupyyntöjen hyväksymisestä tai hylkäämisestä. Lisäksi sisällöntuottajan ja verkko-operaattorin on tunnistettava toisensa luotettavasti, jotta ne voivat vaihtaa tietoja turvallisesti.

Vaikka useat liiketoimintaroolien ja -suhteiden yhdistelmät ovat mahdollisia, UMTS Forum (avoin, kansainvälinen taho, joka edistää maailmanlaajuisesti 3G-järjestelmien ja -palveluiden käyttöönottoa) suosittelee käytettäväksi kolmea pääasiallista liiketoimintamallia. Veloitusjärjestelmän (*engl. charging system*) pitää toimia yhteen eri liiketoimintamallien yhdistelmien kanssa. Lisäksi eri osapuolten veloitusjärjestelmien täytyy olla yhteensopivia toistensa kanssa.

2.5.1 Verkko-operaattorikeskeinen malli

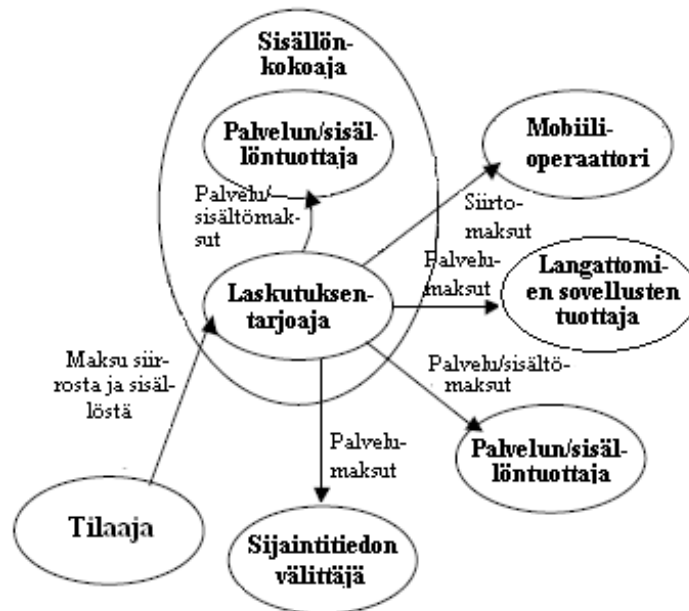
Kuvassa 2.5 [5, sivu 3] esitetään verkko-operaattorikeskeisen liiketoimintamallin toimintaa. Tässä liiketoimintamallissa verkko-operaattori tarjoaa sisältöä epäsuorasti, veloittaa käyttäjää ja maksaa sisällöstä edelleen kolmansille osapuolille. Tilaa ja käyttää rahaa infrastruktuuritililtään maksaakseen sisällöstä. Tällä tavoin sisällön tarjoaminen näyttää käyttäjälle arvoa lisäävältä verkkoresurssien käytöltä. Sisällöntarjoaja ei varastoi dataa, eikä ole vastuussa sen sisällöstä, minkä vuoksi palvelunlaatu riippuu suuresti Internet-yhteydestä. Tämä malli on mukavin käyttäjälle siitä huolimatta, että operaattori ohjaa täysin sisällöntarjontaa. [2]



Kuva 2.5: Verkko-operaattorikeskeinen liiketoimintamalli.

2.5.2 Sisällönkokoajakeskeinen malli

Kuvassa 2.6 [5, sivu 4] esitetään sisällönkokoajakeskeisen liiketoimintamallin toimintaa. Tässä liiketoimintamallissa sisältöön päästään käsiksi portaalin (joka ei ole osa mobiiliverkkoa) kautta. palvelun kustannus jaetaan kahteen osaan: sisällönkokoajalle aiheutuvat kulut (verkkoresurssien käyttö), jotka maksetaan verkkoinfrastruktuurin tarjoajalle, ja sisällöstä aiheutuvat kulut, jotka maksetaan sisällönkokoajalle. Sisällön hinnan määrittelee sisällönkokoaja, joka voi olla yhteydessä muihin sisältötarjoajiin. Tällä tavoin useat tarjoajat osallistuvat tapahtumaan. Sisällönkokoajan ja verkko-operaattorin pitää olla taloudellisessa yhteistyössä ja jakaa maksut kolmansille osapuolille, jotta tilaajalle ei aiheutettaisi vaivaa useilla maksutapahtumilla. [2]



Kuva 2.6: Sisällönkokoajakeskeinen liiketoimintamalli.

2.5.3 Sisällöntuottajakeskeinen malli

Sisällöntuottajakeskeinen liiketoimintamalli (kuva 2.7 [5, sivu 4]) on melko samankaltainen sisällönkokoajakeskeisen mallin kanssa. Tässä mallissa sisällöntuottaja kuitenkin hoitaa myös sisällönkokoajan tehtävän. Kolmansien osapuolten toimijoiden suuren määrän vuoksi liiketoimintayhteistyön toteuttaminen on paljon vaikeampaa kuin sisällönkokoajakeskeisessä mallissa. Tämän mallin suurin haittapuoli on se, että sisällön/sovellustentarjoajien täytyy hoitaa palveluidensa kirjanpito itse, mikä

voi tulla heille suhteellisen kalliiksi. Lisäksi tilaajalla täytyy olla erikseen tili jokaista sisällöntarjoajaa kohden. Tämä voi olla ongelmallista, jos palveluntarjoajia on useita. Sisällöntuottajakeskeinen liiketoimintamalli antaa suuren vapauden tarjottaville palveluille, mutta järjestelmän hallinnolliset kulut muodostuvat suuriksi. [2]



Kuva 2.7: Sisällöntuottajakeskeinen liiketoimintamalli.

2.6 Tulojen jakoon liittyviä näkökohtia

Analysoimalla liiketoimintamallien sisäisiä tulovirtoja saadaan tietoa, jonka avulla voidaan edistää avointa kilpailua ja poistaa yhteentoimivuusongelmia verkon eri toimijoiden väliltä. Suurimpien toimijoiden välisten rajapintojen standardointi ja avoimuus mahdollistavat avoimen markkinaympäristön syntymisen. Tällöin operaattorit voivat luoda yhteistyösuhteita lukuisten liikekumppaneiden kanssa nopeasti ja kustannuksia säästäten. Kaikki liiketoiminnan osapuolet saavat kustannus- ja palveluhyötyjä, myös käyttäjät. Erityisesti liikkuvien käyttäjien kohdalla pidetään laskutusprotokollan käyttöä reaaliaikaisten laskutus- ja valtuutustietojen siirrossa välttämättömänä. [5]

3G-markkinan toiminnan kannalta tärkeitä seikkoja ovat:

- Toimijoiden täytyy määritellä sijaintinsa arvoketjussa. Esimerkiksi palveluiden- ja sisällöntuottajien pitää rajata liiketoimintasuhteensa ja määrittää kun-

kin liiketoimintakumppaninsa tehtävät käytettävän liiketoimintamallin pohjalta.

- Rajapintojen tunnistaminen on ratkaisevan tärkeää tehokkaan ja avoimen liiketoimintamallin toiminnan kannalta.
- Laskutustiedot täytyy toimittaa verkkoelementeiltä tai sovelluspalvelimilta laskutusjärjestelmälle.
- Luottamus verkon osapuolten välillä on menestyksen avaintekijä. Jos luottamus puuttuu, koko infrastruktuuri jää käyttämättömäksi. Valtuutus- ja maksujärjestelmien suunnittelu on tässä ratkaisevassa asemassa.
- Palveluiden laadun täytyy vastata asiakkaiden odotuksia, sillä muutoin palveluiden käyttö voi jäädä vähäiseksi.

Avoimessa liiketoimintaympäristössä useat eri toimijat osallistuvat aktiivisesti palveluiden tuotantoprosessiin. Monimutkaisen hinnoittelumallin välttämiseksi on suositeltavaa käyttää monikerroksista siirto-, palvelu- ja sisältökerroksiin jakautuvaa laskutusarkkitehtuuria, jossa tietoja hallitaan ja käsitellään kerroskohtaisesti. Lisäksi kunkin laskutuskerroksen tulisi voida soveltaa eri hinnoittelumalleja. Käytettävä hinnoittelumalli voi olla esimerkiksi kustannus-, ennakkomaksu-, kesto-, määrä-, palvelu-, sijainti- tai tapahtumaperustainen. Palvelun hinnoittelu voi perustua yhteen tai useampaan seuraavista ominaisuuksista: Verkon tyyppi (yhteysverkko), päätelaitteen ominaisuudet (kuvan tai videon katselu matalaresoluutiolla päätelaitteella voi pienentää veloitusta), palvelunlaatu, palvelun katkaisun ilmoittaminen (veloitus voi vaihdella sen mukaan miksi, milloin ja missä palvelu katkaistiin epänormaalisti), siirron tyyppi (eri viestityyppien vastaanotosta voidaan veloittaa eri tavalla) sekä tietty sisällöntarjoaja, sisällönkokoaja tai verkko-operaattori.

Yksittäisen palvelun/sisällöntarjoajan kannalta on tärkeää, että se voi soveltaa joustavasti haluamaansa hinnoittelupolitiikkaa tarjoamiinsa palveluihin. Itsenäisten tarjoajien pitää voida muuttaa palveluiden ja sisällön hinnoittelua.

Eri toimijoiden (kuten verkko-operaattorit ja palvelun/sisällöntuottajat) välistä tulojen jakoa varten on välttämätöntä olla automaattinen järjestelmä, joka jakaa tulot toimijoiden välisten liiketoimintasopimusten perusteella. Tähän saakka mobiili-verkoissa tulojen jakoon käytetyt järjestelmät ovat olleet käytännön syiden vuoksi hyvin yksinkertaisia. Uudessa UMTS-ympäristössä tulojen jaon määrittelyyn käytettävät järjestelmät ovat paljon monimutkaisempia.

2.7 Tutkimusesimerkki

3G-laskutusta käsittelevissä julkaisuissa esitetään palveluiden käytön mittaamiseen ja laskutuksen toteutukseen erilaisia ratkaisuja. Käydään läpi eräs esimerkki, jossa esitetään kattava toiminnallinen malli verkon eri toimijoiden välisen reaaliaikaisen tulojen jaon toteutukseen sekä palvelunlaadun mittaamiseen. Toteutuksessa perustavana ajatuksena on, että laskutustilaa voidaan dynaamisesti vaihtaa offline- ja online-laskutustilojen välillä käyttäjän tyypistä (ennakkomaksuasiakas, jälkilaskutusasiakas) riippumatta.

Oikeellisen mallin toiminta perustuu standardeihin. Optimaalisen mallin kehittämiseksi on tutkittava huolellisesti vapaita muuttujia. Tällaisia ovat CDR:n luonnin laukaisevan datan määrä ja/tai ajan pituus sekä yksikönvarauksessa myönnettävän katteen määrä. Laskutusfunktioiden fyysinen toteutus on myös muuttuja, koska laskutustoimintojen sijoittelu laitetasolla vaihtelee. Viimeinen muuttuva tekijä on palveluiden mittaaminen, sillä standardeissa ei varsinaisesti määritellä palveluiden mittaamenetelmiä. Datasiirron mittaus voidaan toteuttaa kaistanleveyttä arvioimalla tai laskemalla tarkasti bittejä. [2]

Esiteltävässä laskutusmallissa laskutustilaa ei sidota käytettävään maksutapaan, vaan laskutustilaa vaihdetaan joustavasti tilanteen mukaan. Jatkuvan yksikönvarauksen aiheuttama verkon kuormitus pienenee, kun yksiköt myönnetään vain keran. Palvelunlaatua täytyy myös tarkkailla, jotta palveluista veloitetaan oikein.

Mallissa jokaiselle tarjottavalle palvelulle asetetaan palvelukohtainen raja. Jos käyttäjän tilin saldo on rajan yläpuolella, laskutus tehdään offline-tilassa. Jos käyttäjän tilin saldo laskee rajan alapuolelle, käytetään online-laskutusta, jossa käytettävissä oleva kate myönnetään palvelevalle verkkoelementille. Moniajojärjestelmissä on mahdollista käyttää useampia palveluita yhtä aikaa. Tällöin, kun käyttäjän tilin saldo laskee määritellyn rajan alapuolelle, katetta on jaettava useille verkkoelementeille. Hyvä ratkaisutapa on hajauttaa tili palveluiden kesken tilastollisten menetelmien avulla siten, että hajautuksessa otetaan huomioon palveluiden kulutus ja ominaisuudet sekä käyttäjän toiminta.

UMTS-palvelut toimivat pakettikytkentäisessä verkossa, jolloin pakettien hävikki on otettava huomioon. Pääosa virheistä tapahtuu verkon langattomassa osassa, mutta virheitä voi tapahtua ja paketteja kadota myös verkon kiinteässä osassa. Virheiden käsittelyssä voidaan käyttää tilastollisia menetelmiä. Operaattorin verkon laadusta riippuen voidaan käyttäjälle lähettää enemmän paketteja kuin olisi tarpeellista täydellisessä, virheettömässä verkossa. Tällöin käyttäjälle oletettavasti toimitetaan oikea määrä paketteja.

Pakettien hävikin ja pakettipohjaisen tiedonsiirron palvelunlaadun mittaamiseksi täytyy yhteyden päässä olla luotettava mittalaite. Tällainen voi olla tukiasema, tai protokolla, joka voidaan toteuttaa päätelaitteen matalan tason kerrokselle. Ratkaisun pääajatus on, että verkkoelementti lähettää laskutusjärjestelmälle jonkinlaista tietoa, jossa se kertoo palvelunlaadusta. Datajakson laadun mittaus tehdään liukuvan ikkunan algorimilla (*engl. sliding-window algorithm*). Kun sopiva määrä datapaketteja on saapunut, voidaan laskea viive (keskimääräinen, maksimi, minimi sekä vaihtelu), pakettien hävikki, kaistanleveys sekä muita palvelunlaadun muuttujia. Korkeamman tason protokollat huolehtivat kadonneiden pakettien uudelleenlähetystä sekä signaloinnista.

Palvelunlaadun mittaus voidaan välttää käyttämällä valmiiksi verkosta lasketua tilastollista tietoa. Näin saadut tulokset eivät kuitenkaan vastaa todellisia tilanteita.

2.7.1 Verkon kuormituksen arviointi

Merkitään lähetetyn hyötydatan määrää d_{data} , CDR:n kokoa d_{cdr} ja CDR:n luonnin laukaisevan datan määrää t_{cdr} . Tällöin laskutusviestien ja hyötydatan osamäärä offline-laskutustilassa on

$$O_{offline} = [(d_{data}/t_{cdr}) \cdot d_{cdr}] / d_{data} = d_{cdr}/t_{cdr}$$

(jos d_{data} :lle, d_{cdr} :lle ja t_{cdr} :lle käytetään samaa yksikköä). Vastaavalla tavalla laskutusviestien ja hyötydatan osamäärä online-laskutustilassa on

$$O_{online} = [(d_{data}/t_{ur}) \cdot d_{ur}] / d_{data} = d_{ur}/t_{ur}$$

jossa d_{ur} on yksikönvarausviestin koko ja t_{ur} on myönnetyn datan määrä. Koska yksikönvarausviestin ja CDR:n tulisi sisältää suunnilleen sama informaatio, oletetaan, että d_{ur} ja d_{cdr} ovat yhtäsuuria. Jos palvelu varaa online-laskutustilassa paljon katetta käyttäjän tililtä, rinnakkaisten resurssien käyttö voidaan kieltää, jos tilillä ei ole katetta muiden resurssien käyttöpyyntöjä varten. Näin voidaan menetellä yhä, vaikka jokin palvelu päättyy, ja käyttämätön kate palautetaan käyttäjille. Tästä johtuen yksikönvaraus tulisi tehdä useammin, ja katetta tulisi varata pienempiä määriä kerrallaan. Ongelmaa ei esiinny offline-laskutuksessa, koska CDR:t ilmaisevat käytetyt palvelut ja datan. Tällöin t_{ur} on pienempi kuin t_{cdr} , ja online-laskutus aiheuttaa suuremman verkon kuormituksen kuin offline-laskutus:

$$O_{offline} = (d_{cdr}/t_{cdr}) < d_{ur}/t_{ur} = O_{online}$$

Ratkaisussa sovelletaan offline-laskutusta ennakkomaksuasiakkaisiin, jos heidän tilisaldonsa ovat selvästi nollan yläpuolella, ja jälkilaskutusasiakkaisiin, jos heidän tilisaldonsa ovat kaukana määritellystä rajasta. Jos käyttäjän tilin saldo on lähellä nollaa (tai määriteltyä rajaa), tulisi käyttää online-laskutusta. Ratkaisevin asia on määrätä kynnyisarvo, jolla vaihto offline- ja online-laskutusten välillä tehdään.

2.7.2 Laskutustilan vaihto

Yksiköiden kulutusnopeutta kuvaa funktio

$$C(T),$$

jonka yksikkö on [yksikköä/sekunti], joka kertoo kulutettujen yksiköiden määrän sekuntia kohden. Kulutuksen taso riippuu ajankohdasta, jolloin operaattoreilla on mahdollisuus vaikuttaa verkkoliikenteeseen käyttämällä eri veloitusta viikonpäivästä ja kellonajasta riippuen. Käytetyt yksiköt y ja rahamäärät r voidaan laskea kulutusnopeudesta seuraavien lausekkeiden avulla:

$$\begin{aligned} y &= C(T) \cdot t \\ r &= y \cdot R(T), \end{aligned}$$

jossa $R(T)$ kuvaa lauseketta $O_{online} = [(d_{data}/t_{ur}) \cdot d_{ur}]/d_{data} = d_{ur}/t_{ur}$, eli yksikön ja rahamäärän välistä suhdetta. Funktion aikariippuvuutta voidaan käyttää inflaation ja alennusten aiheuttamiin yksikköhintojen muutoksiin tai käyttäjäryhmäkohtaisten hintojen toteuttamiseen. Vaikka hinnan aikariippuvuus voidaan jakaa kulutusnopeuteen ja hintaan, se ei ole välttämätöntä, ja riippuu verkko-operaattorin tarpeista.

$T(c)$ on aika, joka tarvitaan käyttäjän tilin lukemiseen. Verkkoelementit lähettävät CDR:iä tavallisesti suuremmin aikaväleihin, ja laskutusjärjestelmä veloittaa käyttäjän tiliä jaksoittaisesti. $T(c)$ kuvaa näitä ajanjaksoja. Näiden määritelmien ja merkintöjen avulla voidaan laskea laskutustilan vaihdon raja, joka on ihanteellisessa tapauksessa

$$L = C(T) \cdot T_c.$$

Jos käyttäjän tilillä on enemmän yksiköitä kuin L , laskutus tehdään offline-tilassa, jolloin verkon kuormitus on alhainen. Muutoin laskutus tehdään online-tilassa, ja tällöin käytetään yksikönvarausta. Jos samanaikaisesti pyydetään useampaa kuin yhtä palvelua, laskutustilan vaihdon raja voidaan laskea palveluiden rajojen summana:

$$L = \Sigma L_i.$$

Verkon kuormituksen vähentämiseksi voidaan varata kaikki kate tämän rajan alapuolelta. Jos palvelupyynnöitä on useita, yksiköt voidaan hajauttaa palveleville verkkoelementeille palveluiden kulutusnopeuden mukaan. Uudelleenjako tulisi tehdä aina palvelun päättyessä, uuden palvelun alkaessa tai tapahtumapohjaisen palvelun (esimerkiksi SMS) ilmetessä. Tämän varmistamiseksi tarvitaan uusi toiminnallisuus; OCF:n tulisi voida pakottaa verkkoelementit siirtämään käyttämätön kate uudelleen. Siirron jälkeen OCF voisi jakaa katteen uudelleen palveluiden kesken tilanteen mukaan.

Kun palvelulle ei voida määrätä kiinteää kulutuksen nopeutta (esimerkiksi verkkosivujen selailu tai vuorovaikutteinen sisältö), täytyy määrittää keskimääräinen kulutuksen nopeus erilaisten tilastollisten mallien avulla.

2.7.3 Etenemisviive

Hajautetun, laajan verkon tapahtumilla (signaalointi, kyselyt) on etenemisviive (*engl. propagation delay*), joka ei yleisesti ottaen ole vakio. Jos halutaan määrittää huolella laskutustilan vaihdon raja, on otettava huomioon aika, joka tarvitaan tilin kyselyyn T_c ja laskutustilojen T_d vaihtoon. Kun otetaan huomioon näiden arvojen vaihtelut (T_{cj} ja T_{dj}), niin

$$L = C(T) \cdot (T_c + T_{cj} + T_d + T_{dj}).$$

Tarkan laskutuksen varmistamiseksi tulisi laskea vaihteluiden maksimiarvot (T_{ci} ja T_{di}). Jos halutaan pienentää laskutustilan vaihdon rajojen arvoja (verkon kuormituksen vähentämiseksi), täytyy laskea pienemmillä arvoilla (esimerkiksi oletetuilla arvoilla). Tässä tapauksessa mahdollisuus, että käyttäjät saavat enemmän palvelua kuin mistä he maksoivat, voidaan laskea vaihteluiden jakaumista.

Katteen uudelleenjaon tapauksessa ohjausviestit täytyy merkitä sopivilla aika-

leimoilla, jotta katteen uudelleensiirron ja laskutustilan vaihtoprosessin aikana käytetyistä palveluista voidaan veloittaa.

Laskutustilan vaihdon raja voidaan laskea offline-tilassa jokaista tarjottavaa palvelua kohden. Järjestelmä voi käyttää näitä valmiiksi laskettuja arvoja laskutustilan vaihdossa. Todelliseen laskutustilan vaihdon rajaan voivat kuitenkin vaikuttaa ajankohta sekä käyttäjäprofiili (alennukset käyttäjryhmille, vuorovaikutteisen sisällön tilastollinen käyttäytyminen).

2.7.4 Palvelunlaadun mittaaminen

Suorituskyky voidaan määrittää käyttämällä liukuvan ikkunan algoritmia, jolloin otetaan huomioon aina N viimeistä käyttäjälle saapuvaa pakettia. Tällä menetelmällä mitattu ja koettu suorituskyky ovat lähellä toisiaan. Merkitään t_j kuvaamaan siirron alkamisaikaa ja a_j paketin j saapumisaikaa. Jos liukuvan ikkunan koko on N , viive (keskiarvo, minimi, maksimi) voidaan laskea seuraavasti:

$$D_{keskiarvo} = \Sigma(a_i - t_i)/N,$$

$$D_{min} = \min(a_i - t_i),$$

$$D_{max} = \max(a_i - t_i).$$

Viiveen vaihtelu on maksimi- ja minimiviiveiden ero:

$$D_{vaihtelu} = D_{max} - D_{min}.$$

Pakettien hävikki H siinä tapauksessa, että on saapunut N ja lähetetty M pakettia:

$$H = N/M.$$

2.7.5 Laskelmia videon suoratoistolle

Oletetaan, että käyttäjä, jolla on tilillään 4€, pyytää suoratoistovideopalvelua (*engl. streaming video service*). Verkon ja suoratoistovideopalvelun käyttämät parametrit (ovat oletuksia, mutta arvioivat todellisia arvoja) esitetään taulukossa 2.1. Parametrien avulla saadaan laskettua verkon kuormitus (kuten laskutustilan vaihdon raja, aiemmin määriteltyjä lausekkeita käyttäen) offline- ja online-laskutustiloissa:

$$O_{offline} = 102400/7372800 = 0.01388,$$

$$O_{online} = 81920/1474560 = 0.05555,$$

$$L = 0.2 \cdot 7.5 = 1.5.$$

Käyttäjä voi katsella 4€:lla 20 minuuttia suoratoistovideota. Tämän ajan kuluessa tuotetaan neljä CDR:ää tai 20 yksikönvarausviestiä. Offline-laskutustilassa käyttäjän tilin saldo laskee alle 1.5€:n 900 sekunnin jälkeen (kun järjestelmä vastaanottaa kolmannen CDR:n). Laskutustilan vaihdolla lähetetään kolme CDR:ää ja yksi yksikönvarausviesti, jolloin verkon kuormitus on:

$$O_{laskutustilavaihto} = 0.01319$$

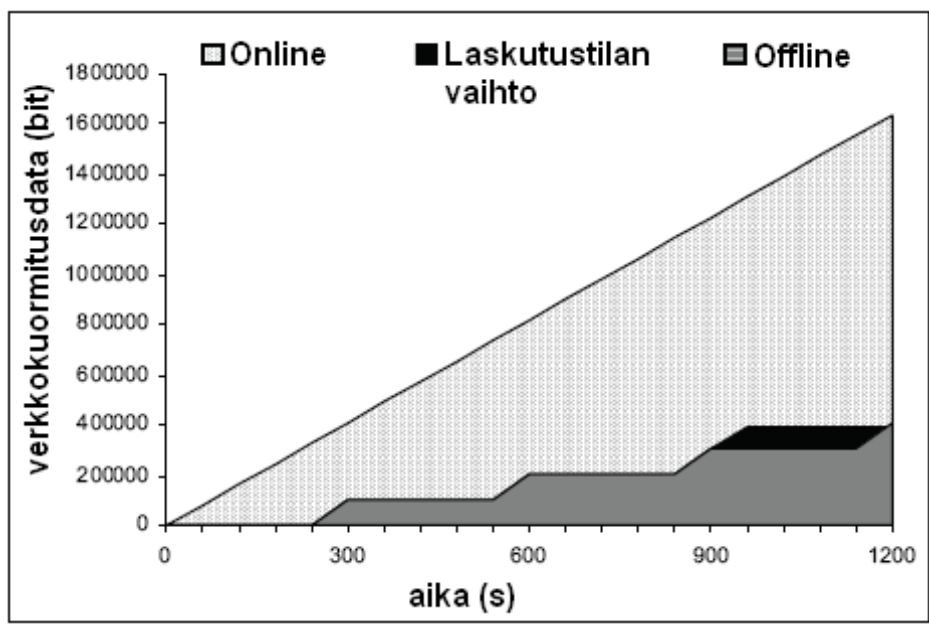
Taulukko 2.1: Suoratoistovideopalvelun parametrit.

Parametrin nimi	Parametrin arvo
virtautetun videon siirtonopeus	24576 bit/s
palvelun hinta ($C(t)$)	0.2 €/min
CDR:n koko (d_{cdr})	102400 bit
Yksikönvarausviestin koko (d_{ur})	81920 bit
CDR:n luonnin laukaisevan datan määrä (t_{cdr})	7372800 bit
yhdessä yksikönvarausviestissä myönnetyn datan määrä (t_{ur})	1474560 bit
käyttäjän tilin kyselyyn ja laskutustilan vaihtoon tarvittava aika ($T_c + T_{cj} + T_d + T_{dj}$)	7.5s

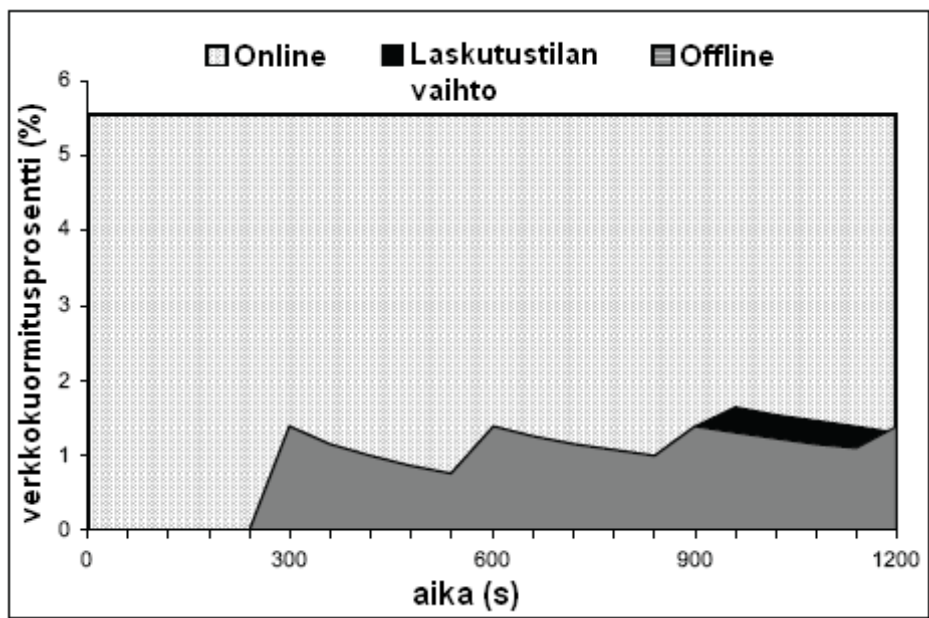
Kuvissa 2.8 [2, sivu 6] ja 2.9 [2, sivu 6] esitetään graafisesti verkon kuormitus suoratoistovideopalvelun aikana käyttäen 60 sekunnin aikajakoa. Laskutustilan vaihtomallin kuormitus on yhtä suuri kuin offline-laskutustilan kuormitus siihen saakka, kunnes tilin saldo laskee alle 1.5€:n. Palvelun lopussa (1200s) laskutustilan vaihtomallin kuormitus on pienempi kuin kahden muun menetelmän tapauksissa.

2.7.6 Johtopäätökset

Edellä kuvailtu laskutusmalli toimii siten, että verkon laskutus tehdään offline-tilassa, jolloin reaaliaikaista laskutusta ei tarvitse toteuttaa suurelle käyttäjäjoukolle,



Kuva 2.8: Verkkokuormituksen suuruus palvelun aikana.



Kuva 2.9: Laskutuksen verkkokuormituksen prosenttiosuus palvelun aikana.

jolla on laskutustileillään katetta yli kriittisen summan. Menetelmän avulla CDR:ien siirron tarve vähenee ja verkon kuormitus on alhainen. Kriittisten käyttäjien laskutus on monimutkaisempaa, joskin 3GPP-standardit tukevat sitä. Esitetyn laskutusmallin avulla verkon kuormitus pienenee välttämättömien toimintojen osalta. Verkon kuormitusta on mahdollista edelleen pienentää laajentamalla hieman toimintoja ja käyttämällä tilastollista arviointia. Esitetty laskutuskokonaisuus on korkean tason malli, jota voidaan soveltaa kaikkiin mobiiliverkkoihin. Malli sopii käytettäväksi tutkielmassa aiemmin esiteltyjen eri liiketoimintamallien kanssa.

Täydellisen laskutusmenetelmän toteuttamiseksi tarvitaan tarkka menetelmä datavirran mittaukseen. Lisäksi tarvitaan menetelmä, jonka avulla johdetaan palvelunlaatu IP-pohjaisesta laadusta. Tätä varten täytyy palveluille ja käyttäjille määritellä tilastolliset parametrit. Malli on täydellinen vasta, kun käytettävät protokollat ja algoritmit on täysin kehitetty.

3 3G-spesifikaation laskutusosa

3GPP-yhteistyöjärjestö tuottaa maailmanlaajuisesti hyväksytyjä teknisiä spesifikaatioita ja raportteja 3G-mobiilijärjestelmiä varten. 3G-spesifikaatio kokonaisuudessaan koostuu suuresta joukosta erilaisia dokumentteja.

Tässä luvussa keskitytään pääasiallisesti kahden laskutusdokumentin, *Laskutusarkkitehtuuri ja -periaatteet* (engl. *Charging architecture and principles*) [7] sekä *Laskutusdatarekisterin (CDR) tiedostomuoto ja siirto* (engl. *Charging Data Record (CDR) file format and transfer*) [8], keskeisiin sisältöihin. Dokumenttien läpikäynti antaa hyvän kuvan 3G-verkon laskutusarkkitehtuurista sekä CDR:ien rakenteesta ja siirrosta verkkoelementtien ja operaattorin laskutusjärjestelmän välillä.

Luvun lopuksi esitellään lyhyesti keskeisimpiä UMTS-verkkojen alijärjestelmiä käsitteleviä laskutusdokumentteja, joiden tietoja hyödynnetään tutkielman käytännön osassa, laskutusesimerkkien toteutuksen yhteydessä. Käsiteltävät dokumentit ovat niiden viimeisimpiä versioita ja kuuluvat pääosin 3GPP:n Release 7:ään, joka on julkaistu vuoden 2006 lopulla.

3.1 Laskutusarkkitehtuuri ja -periaatteet

Laskutusarkkitehtuuri ja -periaatteet -dokumentti kuuluu laskutuksen toiminnallisuudet ja hallinnan GSM/UMTS-verkoissa määrittelevään dokumenttikokonaisuuteen. Tässä dokumentissa kuvataan verkon yleiset laskutuksen periaatteet sekä kaikille 3GPP:n määrittelemille verkon alueille, alijärjestelmille ja palveluille yhteinen laskutusarkkitehtuuri. [7]

3.1.1 Laskutusmekanismit

GSM/UMTS-verkoissa on toiminnot, jotka toteuttavat offline- ja/tai online-laskutuksen siirto- (esimerkiksi GPRS), alijärjestelmä- (esimerkiksi IMS) ja palvelutasoilla (esimerkiksi MMS). Verkko tarkkailee reaaliajassa resurssien käyttöä em. tasoilla tunnistaakseen kaikki laskutettavat tapahtumat (engl. *chargeable events*).

Offline-laskutuksessa verkkoresurssien käyttö raportoidaan verkolta laskutusalueelle (engl. *Billing Domain*) vasta, kun resurssia on käytetty. Online-laskutuksessa taas käyttäjän tili, joka sijaitsee OCS:ssä, tarkistetaan ennen verkkoresurssin käyttö-

luvan myöntämisestä. Sekä offline- että online-laskutus voidaan toteuttaa yhtäaikaaisesti laskutettavalle tapahtumalle.

Offline-laskutus on menetelmä, jossa laskutustiedot kerätään samanaikaisesti verkkoresurssien käytön kanssa. Laskutustiedot ohjataan eteenpäin joukolle laskutusfunktioita. Tapahtumien lopuksi verkko luo CDR-tiedostot, jotka siirretään operaattorin laskutusalueelle tilaajan laskuttamista ja operaattoreiden välistä kirjanpitoa (tai lisätoimintoja, kuten tilastointi) varten. Laskutusalue sisältää tavallisesti jälkikäsitteilyjärjestelmiä, kuten operaattorin laskutusjärjestelmän tai laskutuksen välityslaitteen. Offline-laskutusmenetelmässä laskutustiedot eivät siis vaikuta reaaliajassa tarjottavaan palveluun.

Online-laskutuksessa laskutustiedot verkkoresurssien käytöstä kerätään kuten offline-laskutuksessa, samanaikaisesti verkkoresurssien käytön kanssa. Erona offline-laskutukseen on se, että verkon täytyy saada valtuutus verkkoresurssin käyttöä varten. Valtuutukset myöntää verkon pyynnöstä OCS.

Kun verkko saa resurssin käyttöpyynnön, se kokoaa tarvittavan laskutustiedon ja luo reaaliaikaisesti laskutustapahtuman OCS:lle. OCS palauttaa verkolle valtuutuksen resurssin käyttöä varten. Valtuutus voi olla rajoitettu (esimerkiksi datan määrä tai kesto). Tämän vuoksi valtuutus voidaan joutua aika-ajoin uusimaan resurssin käytön aikana.

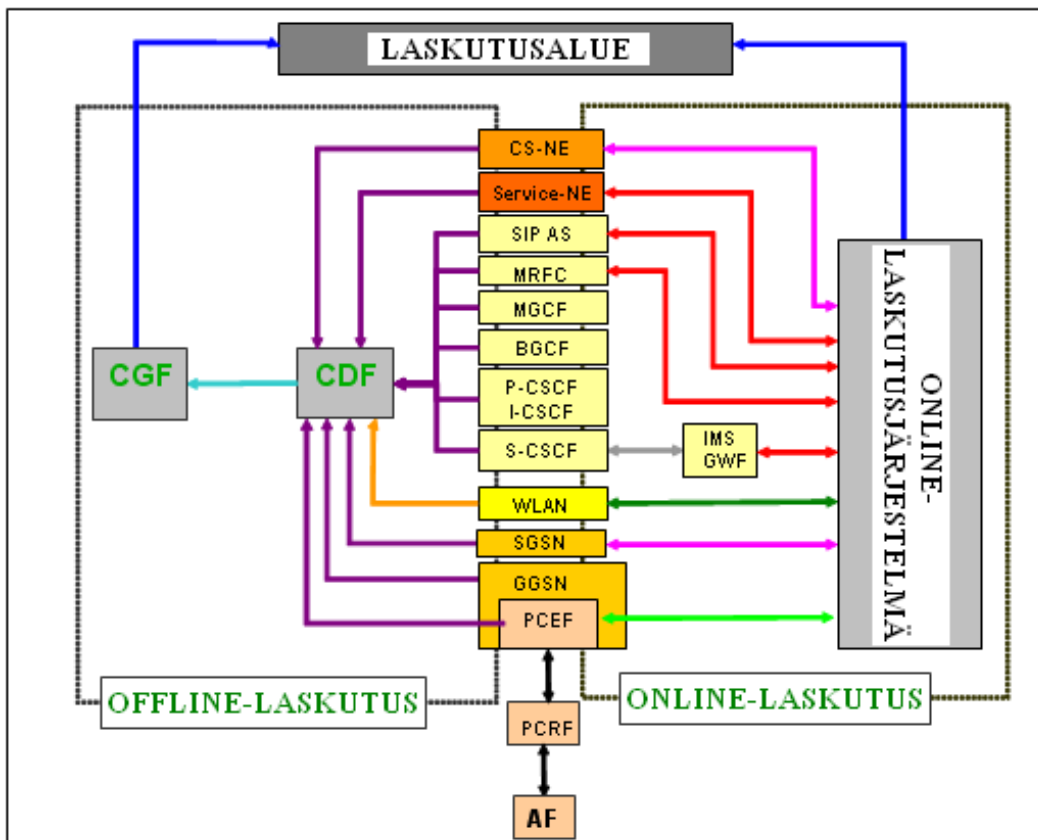
Online-laskutusmenetelmässä laskutustiedot voivat siis vaikuttaa reaaliajassa tarjottavaan palveluun. Tämän vuoksi laskutusmekanismin on oltava suoraan vuorovaikutuksessa verkkoresurssien käytön ohjauksen kanssa.

3.1.2 Korkean tason yleinen arkkitehtuuri

Erot verkon osien (esimerkiksi pakettikytkentäinen osa), palveluiden (esimerkiksi MMS) ja alijärjestelmien (esimerkiksi IMS) arkkitehtuureissa vaikuttavat siihen, miten laskutusfunktiot niihin sijoitetaan. Laskutuksen toiminnalliset vaatimukset ovat kuitenkin kaikille verkon osille, palveluille ja alijärjestelmille samat.

Kuvassa 3.1 [7, sivu 15] esitetään looginen laskutusarkkitehtuurin yleiskuva ja offline- sekä online-laskutusten tietovirrat. Offline- ja online-laskutusfunktioita sekä laskutuksen referenssipisteitä käsitellään vielä tarkemmin tämän luvun myöhemmissä osioissa.

Kuvassa 3.1 esitetään lisäksi kaikki 3GPP-standardin määrittelemät verkkoelementit ja järjestelmät. Nuolet kuvaavat loogisia Rf-, Wf-, Ga-, Bx-, ISC- (IMS Service Control), Ro-, Wo-, CAP- (CAMEL Application Part) ja Gy-referenssipisteiden tietovirtoja. Rajapintojen ja laskutusfunktioiden fyysinen toteutus voi vaihdella käytän-

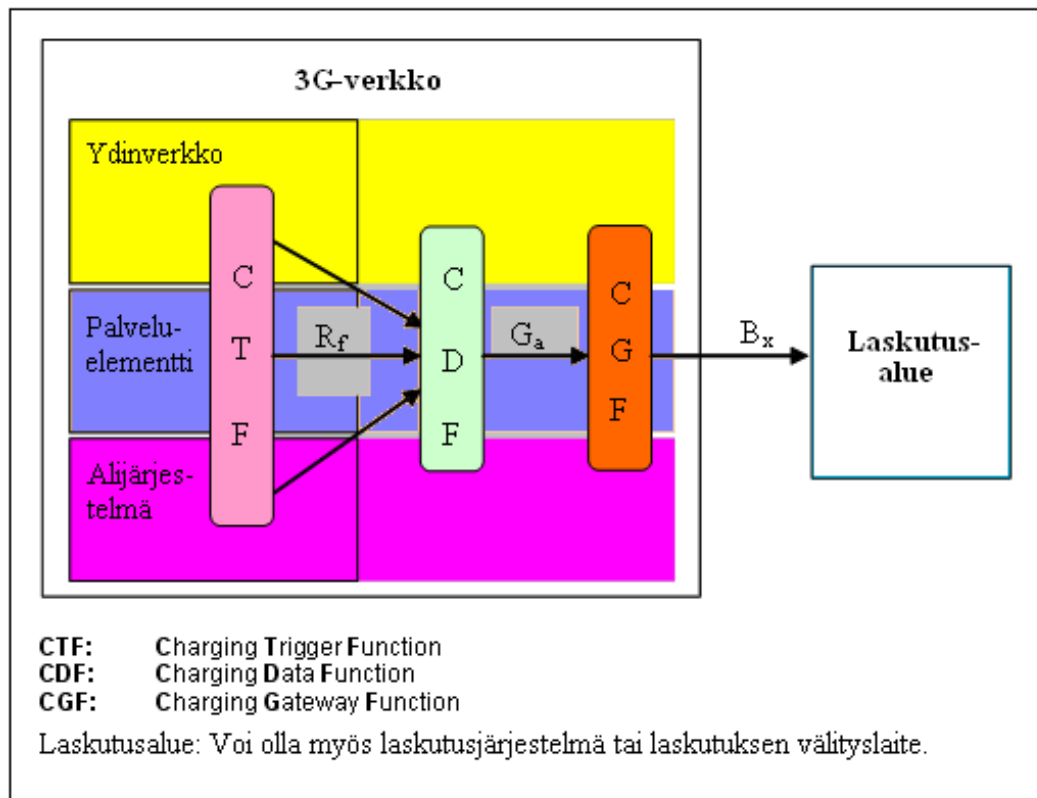


Kuva 3.1: Kattava looginen laskutusarkkitehtuuri ja tietovirrat.

nössä tapauskohtaisesti.

3.1.3 Offline-laskutusfunktiot

Kuvassa 3.2 [7, sivu 16] esitetään yleisen laskutusarkkitehtuurin offline-laskutusosa. Kuvassa esitetään loogiset laskutusfunktiot sekä laskutusfunktioiden ja laskutusalueen väliset referenssipisteet.



Kuva 3.2: Offline-laskutusarkkitehtuuri.

CTF luo laskutustapahtumat verkkoressurssien käytön tarkkailun perusteella. CTF on jokaisessa laskutustietoa tuottavassa verkko- ja palveluelementissä keskeinen paikka, johon laskutettaviin tapahtumiin liittyvä tieto kerätään verkkoelementin sisällä. CTF kokoaa laskutustiedosta laskutustapahtumia ja lähettää ne CDF:lle. CTF on pakollinen, integroitu komponentti kaikissa verkkoelementeissä, jotka tarjoavat offline-laskutuksen toiminnallisuuden. CTF koostuu kahdesta toiminnallisesta lohokosta: *Accounting Metrics Collection* ja *Accounting Data Forwarding*.

Accounting Metrics Collection on prosessi, joka tarkkailee verkon käyttäjien puheluita, palvelutapahtumia ja istuntoja. Se voi tarkkailla myös palveluita, joita toimitetaan kyseisten toimintojen kautta.

Käyttäjä sekä hänen käyttämänsä verkkoresurssit ja/tai palvelut on tunnistettava reaaliajassa. Verkkoelementin toiminnot (esimerkiksi palvelutapahtumien käsittely tai signalointi/käyttäjäliikenne) voidaan toteutustavasta riippuen hajauttaa useille fyysisille laitteille verkkoelementin sisällä. Voidakseen poimia tarvittavat laskutustiedot palvelutapahtumista tai signalointi/käyttäjäliikenteestä, Accounting Metrics Collection -prosessin toteutuksen täytyy vastata kyseisten toimintojen verkkoelementin sisäistä toteutusta. Jos verkkoelementin toiminnot on hajautettu, Accounting Metrics Collection -prosessista tulee toiminnaltaan myös hajautettu.

Accounting Data Forwarding on prosessi, joka vastaanottaa kerätyt kirjanpito-tiedot (engl. *accounting metrics*) ja määrittää niissä esiintyvät laskutettavat tapahtumat (engl. *chargeable events*). Tämän jälkeen se muodostaa laskutettavia tapahtumia vastaavat laskutustapahtumat (engl. *charging events*) ja lähettää ne edelleen CDF:lle Rf-referenssipisteen kautta. Laskutustapahtumissa on tietoja laskutettavista tapahtumista, kuten verkkoresurssien käyttötietoja ja käyttäjän tunnistetietoja. Accounting Data Forwarding vastaanottaa yksittäisiä kirjanpito-tietoja satunnaisesti, joten sen pitää voida suorittaa kaikki yksittäiseen tietoon kohdistuvat toimenpiteet reaaliajassa.

Koska Accounting Data Forwarding -prosessin Accounting Metrics Collection -prosessilta vastaanottamat tiedot ja laskutettavat tapahtumat ovat jo verkkoelementti-kohtaisesti yksilöityjä, Accounting Data Forwarding -prosessissa vastaanotto-, kokonais- ja edelleenlähetystoiminnot muodostuvat yleisluonteisiksi. Accounting Data Forwarding on CTF:n osa, joka ei ole verkkoelementeistä riippuvainen.

CDF vastaanottaa laskutustapahtumia CTF:ltä Rf-referenssipisteen kautta ja muodostaa CDR:iä laskutustapahtumien tiedoista. CDR:ien muodostusprosessi perustuu seuraaviin pääsääntöihin:

- CDR:t voidaan muodostaa yksittäisistä laskutustapahtumista (suhde 1:1 tapahtuman ja CDR:n välillä).
- CDR:t voidaan muodostaa joukosta useita laskutustapahtumia (suhde n:1 tapahtuman ja CDR:n välillä).
- Kutakin laskutustapahtumaa käytetään täsmälleen yhteen CDR:ään. Suhde 1:n ei ole tapahtuman ja CDR:n ($n > 1$) välillä mahdollinen.
- Laskutustapahtumat, joista muodostetaan yksi CDR, eivät välttämättä ole samaa tyyppiä.
- Laskutustapahtumien vastaanoton ja CDR:ien luonnin laskutustapahtumien pohjalta ei tarvitse tapahtua synkronisesti. CDF:n pitää kuitenkin pystyä vas-

taanottamaan ja käsittelemään laskutustapahtumat sekä luomaan CDR:iä lähes reaaliajassa.

- CDF:n ja CTF:n välinen suhde voi olla 1:1 (yhdistetyt CDF:t) tai 1:n (erilliset CDF:t). On mahdollista, että eri tyyppiset verkkoelementit syöttävät laskutustapahtumia samalle CDF:lle.
- Kaikkien laskutustapahtumien, joista CDR muodostetaan, täytyy olla peräisin samalta verkkoelementiltä.

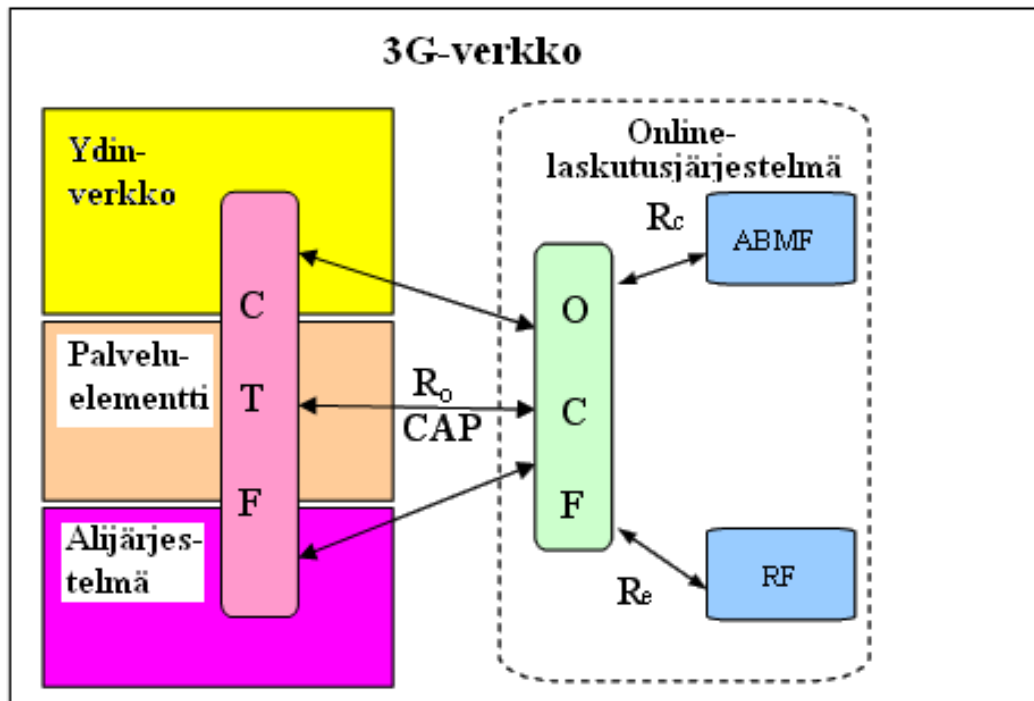
CDF:n tuottamat CDR:t siirretään välittömästi CGF:lle Ga-referenssipisteen kautta. CGF toimii yhdyskäytävänä 3G-verkon ja laskutusalueen välillä. CGF käyttää Bx-referenssipistettä CDR:ien siirtoon laskutusalueelle. CDF:ien ja CGF:ien välinen suhde on m:1, eli yksi tai useampi CDF voi syöttää CDR:iä yhdelle CGF:lle. CGF koostuu seuraavista päätoiminnoista:

- CDR:ien vastaanotto CDF:ltä Ga-referenssipisteen kautta lähes reaaliajassa,
- CDR:ien esikäsittely (vahvistaminen, yhteensovittaminen ja CDR:ien muodostus, CDR:ien virheiden käsittely ja CDR:ien jatkuva tallennus),
- CDR:ien reititys ja suodatus (CDR:ien tallennus eri tiedostoihin suodatuskriteerien, kuten CDR:n tyyppi, CDR-parametrit ja lähde-CDF, perusteella),
- CDR-tiedostojen hallinta (tiedostojen luonti, tiedostojen avaamisen/sulkemisen laukaisevat tekijät ja tiedostojen tuhoaminen),
- CDR-tiedostojen siirto laskutusalueelle.

3.1.4 Online-laskutusfunktiot

Kuvassa 3.3 [7, sivu 19] esitetään yleiskuva laskutusarkkitehtuurin online-laskutusosasta. Kuvassa esitetään verkon loogiset laskutusfunktiot, OCS sekä näiden toimintojen väliset referenssipisteet.

Kuten kohdassa 3.1.1 kerrottiin, online-laskutuksessa laskutusinformaatio kerätään verkkoelementin sisällä samalla tavoin kuin offline-laskutuksessakin. Tämä merkitsee toiminnan kannalta sitä, että CTF myös luo online-laskutuksessa käytettävät laskutustapahtumat. Koska online-laskutuksessa käytettävät kirjanpitoliedot ovat samat kuin offline-laskutuksessakin (laskutusmekanismi on läpinäkyvä *Accounting Metrics Collection* -prosessille), *Accounting Data Forwarding* -prosessin täytyy online-laskutusta tukeakseen ottaa huomioon seuraavat toiminnalliset seikat:



Kuva 3.3: Online-laskutusarkkitehtuuri.

- Online-laskutustapahtumia varten kerätyt ja laskutustapahtumien sisältämät tiedot eivät ole välttämättä samanlaisia (laskutettavissa tapahtumissa voi olla eroja) kuin offline-laskutuksessa.
- Laskutustapahtumat siirretään eteenpäin OCF:lle valtuutuksen saamiseksi laskutettavalle tapahtumalle/käyttäjän pyytämälle verkkoresurssille.
- CTF:n täytyy voida viivyttää varsinaista resurssin käyttöä, kunnes OCS on myöntänyt resurssin käyttöluvan.
- CTF:n täytyy voida seurata resurssien käyttöluvien saatavuutta ("kiintiön valvonta") verkkoresurssin käytön aikana.
- CTF:n täytyy voida katkaista verkkoresurssin käyttö, jos OCS ei myönnä resurssin käyttöä tai lupa vanhenee.

Seuraavaksi kuvaillaan lyhyesti OCS:n sisäisten funktioiden tehtävät. OCF koostuu kahdesta moduulista, *Session Based Charging Function* (SBCF) ja *Event Based Charging Function* (EBCF). SBCF vastaa verkon/käyttäjän istuntojen online-laskutuksesta. EBCF toteuttaa tapahtumapohjaisen online-laskutuksen (kutsutaan myös sisältö-

laskutukseksi) yhdessä jonkin sovelluspalvelimen tai verkkoelementin kanssa, mukaanlukien SIP-sovelluspalvelimet.

RF määrittelee verkkoresurssin käytön arvon (kuvataan laskutustapahtumassa, jonka OCF vastaanottaa verkolta) OCF:n puolesta. OCF kerää tarvittavat tiedot laskutustapahtumasta RF:ää varten ja saa vastineeksi arvomäärän (rahallisina tai eirahallisina yksiköinä) Re-referenssipisteen kautta. RF voi määritellä eri tyyppisten hinnoiteltavien tapahtumien arvoja, kuten datamäärä (esimerkiksi perustuen yhteysverkon veloitukseen, esimerkiksi siirtotasolla), istunnon/yhteyden kesto (esimerkiksi perustuen SIP-sovelluksen veloitukseen, esimerkiksi alijärjestelmätasolla), palvelutapahtumat (esimerkiksi perustuen web-sisällön tai MMS:n veloitukseen, esimerkiksi palvelutasolla). ABMF sisältää tilaajan tilin saldon OCS:ssä.

Offline-laskutuksessa CDR:t muodostetaan verkossa ja välitetään edelleen laskutusalueelle jatkokäsittelyä (esimerkiksi tilaajan laskujen muodostaminen) varten. Online-laskutuksessa OCS myöntää verkkoresurssin käyttöluvan tilaajan tilitiedon pohjalta. Operaattorin vaatimuksesta CDR:t voidaan lisäksi tuottaa myös online-laskutettaville tilaajille. Yksi tapa tehdä tämä on toteuttaa tilaajan online- ja offline-laskutukset samanaikaisesti. Vaihtoehtoisesti OCS voi käyttää seuraavalla tavalla sopivia offline-laskutusfunktioita:

- Kukin OCF (joka luo CDR:iä CTF:ltä vastaanottamiensa laskutustapahtumien pohjalta) käyttää CDF:ää.
- OCS käyttää CGF:ää CDR-tiedostojen muodostamiseen/hallintaan sekä niiden toimittamiseen laskutusalueelle.

3.1.5 Offline-laskutuksen referenssipisteet

Rf-referenssipiste tukee CTF:n ja CDF:n välistä vuorovaikutusta. Rf-referenssipisteen kautta voidaan siirtää reaaliajassa offline-laskutustapahtumia CTF:ltä CDF:lle sekä hyväksyntöjä (*engl. acknowledgements*) offline-laskutustapahtumille CDF:ltä CTF:lle.

Rf-referenssipisteen kautta toimiva protokolla/protokollat tukevat seuraavia ominaisuuksia:

- reaaliaikaiset transaktiot,
- tilaton toimintamoodi ("tapahtumapohjainen laskutus") ja tilallinen toimintamoodi ("istuntopohjainen laskutus"),
- omien turvamekanismien tarjoaminen (esimerkiksi laskutustapahtumien uudelleenlähetys), jos siirto on epäluotettavaa.

Lisäksi protokollan täytyy tukea vaihtoa toissijaiseen CDF:ään, jos ensisijainen CDF ei ole käytettävissä.

Gz-referenssipiste on toiminnallisesti samanlainen kuin Ga, ja Ga korvaa sen yleisessä laskutusarkkitehtuurissa. Ga-referenssipiste tukee CDF:n ja CGF:n välistä vuorovaikutusta. Ga-referenssipisteen kautta voidaan siirtää CDR:iä CDF:ltä CGF:lle sekä palauttaa CDR:ien hyväksyntöjä CGF:ltä CDF:lle. Ga-referenssipisteen kautta toimivan protokollan/protokollien täytyy tukea seuraavia ominaisuuksia:

- lähes reaaliaikaiset transaktiot,
- yhden tai useamman CDR:n lähetys yhdessä pyyntöviestissä,
- vaihto toissijaiseen CGF:ään, jos ensisijainen CGF ei ole käytettävissä,
- omien turvamekanismien tarjoaminen (esimerkiksi laskutustapahtumien uudelleenlähetys), jos siirto on epäluotettavaa.

Bx-referenssipiste tukee CGF:n ja laskutusalueen välistä vuorovaikutusta. Bx:n kautta siirretään CDR-tiedostoja. Tiedonsiirrossa tulee käyttää yleistä standardoitua tiedostonsiirtoprotokollaa (esimerkiksi FTAM tai FTP), sekä valitulle protokollalle määritellyjä siirtomekanismeja.

3.1.6 Online-laskituksen referenssipisteet

Ro-referenssipiste tukee CTF:n ja OCF:n välistä vuorovaikutusta. Ro-referenssipisteen kautta voidaan siirtää online-laskutustapahtumia CTF:ltä OCF:lle sekä hyväksyntöjä OCF:ltä CTF:lle. Hyväksyntä sallii tai estää laskutustapahtumassa pyydetyn resurssin käytön OCS:n päätöksen mukaisesti. Ro-referenssipisteen kautta toimivan protokollan/protokollien täytyy tukea seuraavia ominaisuuksia:

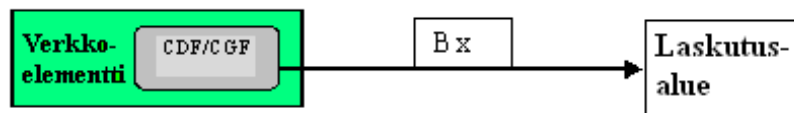
- reaaliaikaiset transaktiot,
- tilaton toimintamoodi ("tapahtumapohjainen laskutus") ja tilallinen toimintamoodi ("istuntopohjainen laskutus"),
- omien turvamekanismien tarjoaminen (esimerkiksi laskutustapahtumien uudelleenlähetys), jos siirto on epäluotettavaa.

Lisäksi protokollan täytyy tukea vaihtoa toissijaiseen OCF:ään, jos ensisijainen OCF ei ole käytettävissä.

3.1.7 Arkkitehtuurin kartoitus

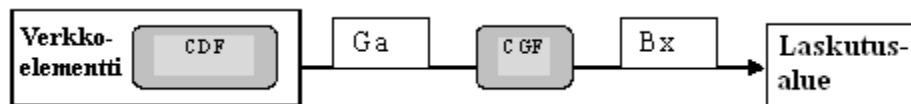
Seuraavissa kuvissa esitetään, kuinka 3GPP-standardin mukainen offline-laskutus-arkkitehtuuri muunnetaan fyysiseksi toteutukseksi. Kuten aikaisemmin tässä luvussa kerrottiin, CTF on pakollinen komponentti kaikissa offline-laskutuksen toteuttavissa verkkoelementeissä. Tätä vastoin, CDF ja CGF voidaan toteuttaa jollakin seuraavista tavoista:

1. CDF ja CGF integroidaan verkkoelementtiin (kuva 3.4 [7, sivu 23]). Tässä toteutustavassa kaikki verkon veloitusfunktiot on upotettu verkkoelementin sisään, eli verkkoelementti on täysin itsenäinen offline-laskutuskokonaisuus. Fyysinen verkkoelementti itsessään tuottaa CDR-tiedostoja, jotka siirretään laskutusalueelle. Näin ollen vain Bx-referenssipiste täytyy toteuttaa fyysisenä rajapintana.



Kuva 3.4: CDF ja CGF verkkoelementtiin integroituna.

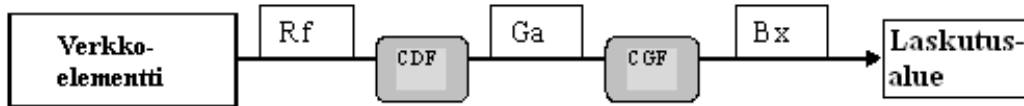
2. CDF integroidaan verkkoelementtiin (kuva 3.5 [7, sivu 23]). Tällöin CGF on erillisessä fyysisessä elementissä. Tässä toteutustavassa (fyysinen) verkkoelementti luo CDR:t ja lähettää ne ulkoiselle CGF:lle. Näin ollen Ga-referenssipiste täytyy toteuttaa verkkoelementissä fyysisenä rajapintana. Jos CGF on itsenäinen kokonaisuus, sekä Ga- että Bx-referenssipisteet täytyy toteuttaa fyysisinä rajapintoina. Vaihtoehtoisesti CGF voidaan integroida laskutusalueen sisään, jolloin Bx-referenssipiste on laskutusalueen sisällä.



Kuva 3.5: CDF verkkoelementtiin integroituna, CGF erillisessä fyysisessä elementissä.

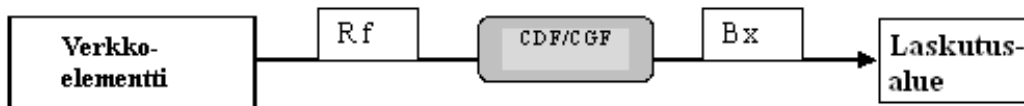
3. CDF ja CGF sijoitetaan kahteen erilliseen elementtiin (kuva 3.6 [7, sivu 23]). Tämä on täysin hajautettu toteutustapa, jossa kaikki referenssipisteet täytyy toteuttaa fyysisinä rajapintoina verkkoelementissä, sekä erikseen CDF:ssä ja

CGF:ssä. Vaihtoehtoisesti CGF voi olla laskutusalueeseen kuuluva kiinteä komponentti, jolloin Bx-referenssipisteestä tulee osa laskutusalueetta.



Kuva 3.6: CDF ja CGF erillisissä fyysisissä elementeissä.

4. CDF ja CGF sijoitetaan samaan erilliseen elementtiin (kuva 3.7 [7, sivu 24]). Toisin kuin kohdassa (3), fyysistä Ga-rajapintaa ei ole, mutta Rf- ja Bx-referenssipisteiden täytyy olla erillisinä rajapintoina, kuten kohdassa (3). Erilaiset laskutusalueeseen upotetut CDF-CGF -yhdistelmät ovat mahdollisia, mistä seuraa, että ainoastaan Rf-referenssipiste toteutetaan fyysisenä rajapintana.



Kuva 3.7: CDF ja CGF samassa erillisessä fyysisessä elementissä.

3.1.8 Laskutusdatan luonti ja kiintiön tarkkailu

CTF sisältyy kaikkiin laskutukseen kuuluviin verkkoelementteihin. CTF kerää laskutustietoa mobiilikäyttäjien verkkoresurssien käytöstä verkkoelementin sisällä. Verkkoresursseilla tarkoitetaan siirtopalveluiden (kuten piirikytkentäinen, pakettikytkentäinen, WLAN), alijärjestelmien (kuten IMS-istunnot) tai palveluiden (kuten MMS) käyttöä.

Offline-laskutuksen tarkoitus on muuntaa laskutustiedot CDR:iksi, joita edelleen käsitellään laskutusalueella asiakaslaskutuksen tuottamiseksi. Koska laskutustietoja kerätään CDR:iä varten yhtä aikaa verkkoresurssien käytön kanssa, offline-laskutus ei vaikuta verkkoresurssien käyttöön. Kaikki toiminnot, jotka liittyvät laskutustiedon muuntamiseen asiakaslaskuiksi tai veloitusten keräämiseen loppukäyttäjän laskua varten, tehdään verkkoresurssin käytöstä erillään tai verkkoresurssin käytön jälkeen.

Online-laskutuksessa on tarkoituksena toimittaa laskutustietoja OCS:lle, jotta OCS voi tarkistaa käyttäjän tilitiedot ennen verkkoresurssin käyttöluvan myöntämistä. Tässä vaiheessa ennakkomaksuasiakkaan (*engl. prepaid subscriber*) tili on jo oltava

OCS:ssä, jotta resurssien käyttöä voidaan veloittaa. Näin ollen kaikkien niiden toimintojen, joiden avulla määritetään pyydettyjen resurssien käyttöä, muunnetaan käytön arvo rahayksiköiksi ja vähennetään rahayksiköitä käyttäjän tililtä, täytyy tapahtua ennen resurssien käyttöä tai resurssien käytön aikana. Tähän liittyen erotetaan toisistaan kaksi tapausta:

Suorassa veloituksessa (*engl. Direct Debiting*) pyydetty resurssi voidaan määrittää ja laskuttaa kertasuorituksena. Tällöin resurssin käyttö veloitetaan käyttäjän tililtä välittömästi, kun laskutustapahtumaa käsitellään ja lupa resurssin käyttöön palautetaan verkkolle.

Yksikönvarauksessa (*engl. Unit Reservation*) OCS ei voi etukäteen tietää käyttäjän lopullista resurssien käytön määrää, eikä etukäteen voida olettaa, että resurssin käyttöpyyntö voidaan (täysin) toteuttaa. Tällöin varataan tietty määrä (rahallista tai ei-rahallista) katetta käyttäjän tililtä OCS:ssä, ja katteen arvon määrää vastaava verkkoresurssien käyttöluupa myönnetään verkkolle. Kun myönnetty kate on kulutettu, tai uusi vahvistamaton laskutettava tapahtuma ilmenee, verkon täytyy lähettää OCS:lle uusi pyyntö katteen varauksesta. Kun resurssin käyttö on toteutunut, verkkoelementin täytyy palauttaa varsinainen resurssin käytön määrä (käytetyt yksiköt) OCS:lle, jotta ylimääräinen varattu kate voidaan palauttaa takaisin käyttäjän tilille.

OCS kerää laskutustietoa laskutettavista tapahtumista. Laskutettavat tapahtumat kuvaavat käyttäjät ja heidän verkkoresurssien käytön. Laskutettavat tapahtumat ovat verkkoalue-, palvelu- ja alijärjestelmäkohtaisia. Jokaista laskutettavaa tapahtumaa kohden muodostetaan laskutustapahtuma, joka lähetetään välittömästi määränpäähensä (offline-laskutuksessa CDF ja online-laskutuksessa OCF). Myös tapahtumien tiedot ovat verkkoalue-, palvelu- ja alijärjestelmäkohtaisia. Vaikka online- ja offline-laskutusten kirjanpitoliedot (joita CTF:n *Accounting Metrics Collection* -osa tuottaa) ovat yleisesti ottaen samanlaisia, saattavat tiedot, joista laskutettavat tapahtumat (jotka CTF:n *Accounting Data Forwarding* -osa määrittää) koostuvat, erota online- ja offline-laskutuksissa. On myös huomattava, että offline- ja online-laskutukset voivat tapahtua samanaikaisesti, jolloin resurssia käytettäessä CTF voi lähettää offline-laskutustapahtuman CDF:lle ja online-laskutustapahtuman OCF:lle. Tässä tapauksessa katteen varaus tapahtuu resurssin käytölle, mutta samaan aikaan luodaan myös offline-laskutuksen CDR:t. Toisaalta, jos online-laskutettavan resurssin käytöstä halutaan CDR:t, voidaan CDR:t luoda myös OCS:ssä.

Sekä online- että offline-laskutusmenetelmä voidaan jakaa kahteen luokkaan, tapahtumapohjaiseen laskutukseen (*engl. event based charging*) ja istuntopohjaiseen laskutukseen (*engl. session based charging*). Tapahtumapohjaisessa laskutuksessa laskutettava tapahtuma määritellään yksittäisenä käyttäjän ja verkon välisenä transaktio-

na (esimerkiksi multimediatekstien lähetys). Laskutettava tapahtuma muunnetaan laskutustapahtumaksi, josta syntyy yksittäinen CDR tai yksittäinen katteen varaus- ja resurssin käytön valtuutustapahtuma. Sen sijaan istuntopohjainen laskutus käsittää käyttäjäistunnon, kuten piirikytkentäisen puhelun tai IMS-istunnon. Käyttäjäistunto sovitetaan sitten laskutusistuntoon, mikä johtaa useiden laskutettavien tapahtumien luontiin. Offline-laskutuksessa luodaan yksi tai useampi CDR, ja online-laskutuksessa toteutetaan katteenvarausistunto (*engl. credit control session*). Seuraavissa kappaleissa vertaillaan tarkemmin tapahtuma- ja istuntopohjaista laskutusta online- ja offline-laskutuksissa.

Tapahumapohjaisessa laskutuksessa (laskutettava) tapahtuma tunnistetaan sitä käsittelevässä verkkoelementissä, mikä perustuu esimerkiksi signaalointiin käyttäjän päätelaitteen ja verkkoelementin välillä. Tapahtuma muunnetaan tämän jälkeen yhdeksi laskutustapahtumaksi.

Online-laskutuksessa laskutustapahtuma siirretään tapahtumapohjaiselle EBCF:lle Ro- tai CAP-referenssipisteen kautta. Laskutettava tapahtuma vahvistetaan (*engl. authorise*) hyväksytysti suoritettua käyttäjätilin päivityksen jälkeen. Koko prosessi täytyy tapahtua reaaliajassa. Jos OCS ei vahvista laskutettavaa tapahtumaa (esimerkiksi kun käyttäjän tilillä ei ole riittävästi katetta), verkkoelementti hylkää kyseistä laskutettavaa tapahtumaa koskevan resurssin käytön.

Tapahumapohjainen laskutus voi tapahtua käyttäjän tilin yksikönvarauksen kanssa tai ilman ("tapahtumalaskutus yksikönvarauksella" (Event Charging with Unit Reservation, ECUR) tai "välitön tapahtumalaskutus" (Immediate Event Charging, IEC)), kuten aiemmin kuvailtiin. Edelleen, jos toimenpiteessä tehdään yksikönvaraus, OCS voi vahvistaa yhden tai useampia laskutettavia tapahtumia (eli varata yhden tai useampia (palvelu)yksiköitä). Esimerkiksi useita tekstiviestejä voidaan vahvistaa käyttäjän ensimmäisen SMS-pyyntöä yhteydessä.

Offline-laskutuksessa laskutustapahtuma siirretään CDF:lle Rf-referenssipisteen kautta. CDF tuottaa vastaavan CDR:n, joka lähetetään CGF:lle Ga-referenssipisteen kautta. CDR siirretään lopulta laskutusalueelle CDR-tiedostossa yhdessä muiden samaa tai eri tyyppiä olevien CDR:ien kanssa, operaattorin tiedostojen siirtotavan mukaisesti. Vaikka tämän toimenpiteen osatoiminnoille ei aseteta reaaliaikavaatimuksia, järjestelmän pitäisi pystyä suorittamaan kaikki toiminnot laskutettavan tapahtuman tunnistamisesta CDR:n siirtoon CGF:lle lähes reaaliajassa.

Istuntopohjaisessa laskutuksessa verkkoelementti tunnistaa käyttäjäistunnon aloituksen ja käsittelee istunnon, mikä perustuu käyttäjän päätelaitteen ja verkkoelementin väliseen signaalointiin. Laskutettava tapahtuma muunnetaan edelleen laskutustapahtumaksi.

Online-laskutuksessa "alkuperäinen" laskutustapahtuma (istunnon alussa) siirretään SBCF:lle Ro- ja CAP-referenssipisteiden kautta. Käyttäjäistunnon alkaminen vahvistetaan, kun käyttäjän tili on onnistuneesti tarkistettu. Verkkoelementti voi viivyttää varsinaisen käyttäjäistunnon alkua, kunnes vahvistus on saatu. Koska istunnosta ei ole saatavilla tarkempaa tietoa (esimerkiksi istunnon kokonaiskesto tai datamäärä), istuntopohjainen laskutus vaatii aina yksikönvarauksen käyttäjän tililtä. OCS varaa katetta käyttäjän tililtä ja palauttaa vastaavan kiintiön verkkoelementille (esimerkiksi sallitut tavut tai minuutit). Verkkoelementti käyttää saamaansa kiintiötietoa varsinaisen verkkoresurssin käytön valvonnassa. Siinä tapauksessa, että istunnolle tulee toinen laskutettava tapahtuma, verkkoelementti antaa väliaikaisen laskutustapahtuman vahvistaakseen myös tämän uuden laskutettavan tapahtuman. Kun kiintiö on käytetty loppuun, verkkoelementti joko antaa toisen väliaikaisen laskutustapahtuman ja pyytää varaamaan lisää yksiköitä tai päättää istunnon, jos OCS on aiemmin näin määrännyt. Kun istunto on verkkoelementissä päättynyt, käytetyt yksiköt raportoidaan OCS:lle "lopullisella" laskutustapahtumalla. Kiintiöhallinnan istunto päätetään, ja OCS palauttaa käyttämättömän kiintiön arvon (verkkoelementin raportoinnin mukaan) käyttäjän tilille. Koko online-laskutustapahtuman vastaanotto-, käsittely- ja vastausprosessin täytyy tapahtua reaaliajassa. On huomattava, että tämä prosessi voi tapahtua rinnakkain samanaikaisesti usean muun palvelun toteutuksen kanssa saman käyttäjäistunnon sisällä.

OCS päättää kunkin istunnon aikana vastaanottamansa laskutustapahtuman kohdalla resurssin pyynnön hyväksymisestä tai hylkäämisestä (esimerkiksi kun käyttäjän tilillä ei ole riittävästi katetta). Jos OCS päättää jättää hyväksymättä laskutettavan tapahtuman jossain istunnon vaiheessa, se hylkää verkkoelementin lähettämän pyynnön, jolloin verkkoelementti ei salli kyseistä laskutettavaa tapahtumaa koskevaa resurssin käyttöä. On huomattava, että tämä ei välttämättä päättää käyttäjäistuntoa. Esimerkiksi siinä tapauksessa, että käyttäjän kate kuluu loppuun, istunto voidaan ohjata katteen lataustoimintoon.

Offline-laskutuksessa "alkuperäinen" laskutustapahtuma siirretään CDF:lle Rf-referenssipisteen kautta. Käyttäjäistunnon päättyessä, tai kun uusi laskutettava tapahtuma ilmaantuu, verkkoelementti lähettää istuntoa varten lisää laskutustapahtumia ("lopullisia" tai "väliaikaisia") CDF:lle. CDF muodostaa yhdestä tai useammasta laskutustapahtumasta CDR:n. Kun CDR on valmis, se lähetetään eteenpäin CGF:lle Ga-referenssipisteen kautta, ja CDF avaa uuden CDR:n samalle istunnolle. Lopuksi CDR:t siirretään laskutusalueelle CDR-tiedostossa yhdessä samaa tyyppiä olevien CDR:ien kanssa, operaattorin tiedostonsiirtokäytäntöjen mukaisesti.

Järjestelmän tulisi pystyä toteuttamaan laskutettavien tapahtumien tunnistus,

laskutustapahtuman siirto, CDR:n luonti ja sulkeminen sekä CDR:ien siirto mahdollisimman reaalisesti. CDR:n ensimmäisen laskutettavan tapahtuman saapumisen ja CDR:n sulkemisen välillä saattaa kulua kuitenkin huomattavasti aikaa. Tähän vaikuttaa se, kuinka operaattori on määritellyt CDR:n luonnin laukaisun asetukset.

Sekä tapahtuma- että istuntopohjaisen laskutuksen tapauksissa on edellä määriteltä, että verkkoelementin tulee hylätä pyydetyn resurssin käyttö, jos OCS ei vahvista vastaavaa laskutettavaa tapahtumaa. Yleisin syy OCS:n hylkäyspäätökselle on käyttäjän tilin saldon loppuminen. Operaattorin käytännöstä riippuen, resurssin käyttö/käytön jatkuminen voidaan sallia, vaikka käyttäjän tili olisikin käytetty loppuun. Esimerkiksi, jos käyttäjäistunnon keskeytyminen tekee koko istunnosta käyttäjälle hyödyttömän, olisi epärealistista veloittaa käyttäjän tiliä toteutuneesta istunnon osasta. Koska kyseistä tapausta koskevat päätöksentekomekanismit ja erityistoimenpiteet ovat OCS:n sisäisiä, on tärkeää huomata, että OCS:n täytyy myöntää lupa verkolle, jotta tapahtuma voisi toteutua tai istunto jatkua, minkä johdosta tapahtumasta tai käyttämättömästä istunnon osasta tulee maksuton.

Seuraavissa kappaleissa analysoidaan vielä tarkemmin mahdollisia laskutustapahtumien välisiä suhteita, katteen käsittelyprosessia, CDR:iä, CDR-tiedostoja sekä CDR:ien luonnin laukaisevia tekijöitä.

3.1.9 Offline-laskutusdatan siirto

Offline-laskutuksessa, jossa laskutustapahtumat kuvaavat käyttäjän resurssien käyttöpyyntöjä, laskutustapahtumat siirretään CTF:lta CDF:lle Rf-referenssipisteen kautta. CTF määrittelee, vastaako pyyntö tapahtumaa (tapahtumapohjainen laskutus) vai täytyykö aloittaa istunto (istuntopohjainen laskutus). Tämä ominaisuus toteutetaan yleensä verkon rakenteeseen tai palveluun, jonka verkkoelementti tarjoaa.

Tapahtumapohjaisessa laskutuksessa verkko/käyttäjätapahtuma vastaa yhtä laskutettavaa tapahtumaa. Istuntopohjaisessa laskutuksessa tarvitaan vähintään kaksi laskutettavaa tapahtumaa, yksi kuvaamaan istunnon alkua ja toinen istunnon loppua. Useita väliaikaisia tapahtumia voidaan käyttää kuvaamaan muutoksia istunnon ominaisuuksissa (esimerkiksi tariffiajan muutos, pakettipohjaisen siirron palvelunlaadun muutos tai IMS-istunnon datatyyppien muutos) tai tiettyjen rajojen ylityksiä (esimerkiksi aika tai määrä). CTF muuntaa kunkin laskutettavan tapahtuman laskutustapahtumaksi ja lähettää laskutustapahtumat edelleen CDF:lle reaaliajassa.

Laskutettavien tapahtumien ja laskutustapahtumien välinen suhde on 1:1. Tapahtumapohjaisessa laskutuksessa laskutustapahtumien ja CDR:ien välinen suhde

on 1:1. Istuntopohjaisessa laskutuksessa laskutustapahtumien ja CDR:ien välinen suhde on m:n, jossa $m \geq n$.

Jos laskutustapahtumia luodaan epäonnistuneita resurssin käyttöyrityksiä varten, laskutustapahtumassa täytyy kuvailla epäonnistumisen syy ja olosuhteet.

Kun laskutustapahtuma on vastaanotettu, CDF luo/avaa CDR:n (sekä tapahtuma- että istuntopohjainen laskutus) tai lisää tiedot olemassa olevaan avoimeen CDR:ään. Koska tapahtumapohjaisessa laskutuksessa laskutustapahtumien ja CDR:ien suhde on 1:1, CDR:t luodaan nopeasti tapahtuman vastaanottamisen ja käsittelyn jälkeen, minkä jälkeen CDR:t ovat valmiita siirrettäviksi CGF:lle Ga-referenssipisteen kautta.

Istuntopohjaisessa laskutuksessa CDR avataan, kun ensimmäinen laskutustapahtuma, joka määrittelee käyttäjäistunnon alkamisen, vastaanotetaan. CDR:ään lisätään tietoa, kun väliaikaiset laskutustapahtumat on vastaanotettu. CDR voidaan sulkea erilaisten CDF:ssä määriteltyjen syiden vuoksi. CDR:ien sulkeminen voidaan määritellä myös toteutuskohtaisesti, jolloin sulkemisen syitä voivat olla esimerkiksi CDR:n aikarajoitus, CDR:ien määrärajoitus, laskutusolosuhteiden muutoksen rajoitus, käyttäjäistunnon päättyminen (esimerkiksi viimeisen laskutustapahtuman vastaanotto istunnon päättyessä) tai toteutuksen asettamat rajat (esimerkiksi muistin koko).

Kun CDR suljetaan, mutta istunto on yhä aktiivinen, avataan seuraava CDR. Näin ollen useita "osittaisia CDR:iä" voidaan tarvita kuvaamaan istuntoa kokonaisuudessaan. Tämä tarkoittaa, että CDR:ien avaaminen ja sulkeminen voi tapahtua täysin asynkronisesti laskutustapahtumien vastaanoton kanssa.

Osittaisten CDR:ien kokoa voidaan valinnaisesti pienentää muuttamalla CDR:ien sisältöä. Tällöin joitakin tietoja jätetään pois, eikä niitä toisteta kaikissa osittaisissa CDR:issä. Tällöin raportoidaan vain muutokset CDR:ien välillä, pakollisten tietojen lisäksi. Kaikki puuttuvat tiedot voidaan koota uudelleen edellisten osittaisten CDR:ien tietokentistä. Esimerkiksi, jos CDR:ään tallennetaan sijaintitietoa, mutta käyttäjän sijainti ei muutu, vastaava osittainen CDR ei sisällä lainkaan sijaintitietoa. Osittaisia CDR:iä on siis kahta eri tyyppiä:

- täydellinen osittainen CDR, joka sisältää kaikki CDR:n kentät,
- rajoitettu osittainen CDR, joka sisältää kaikki pakolliset kentät ja muutokset, jotka ovat tapahtuneet johonkin edeltävään CDR:ään verrattuna.

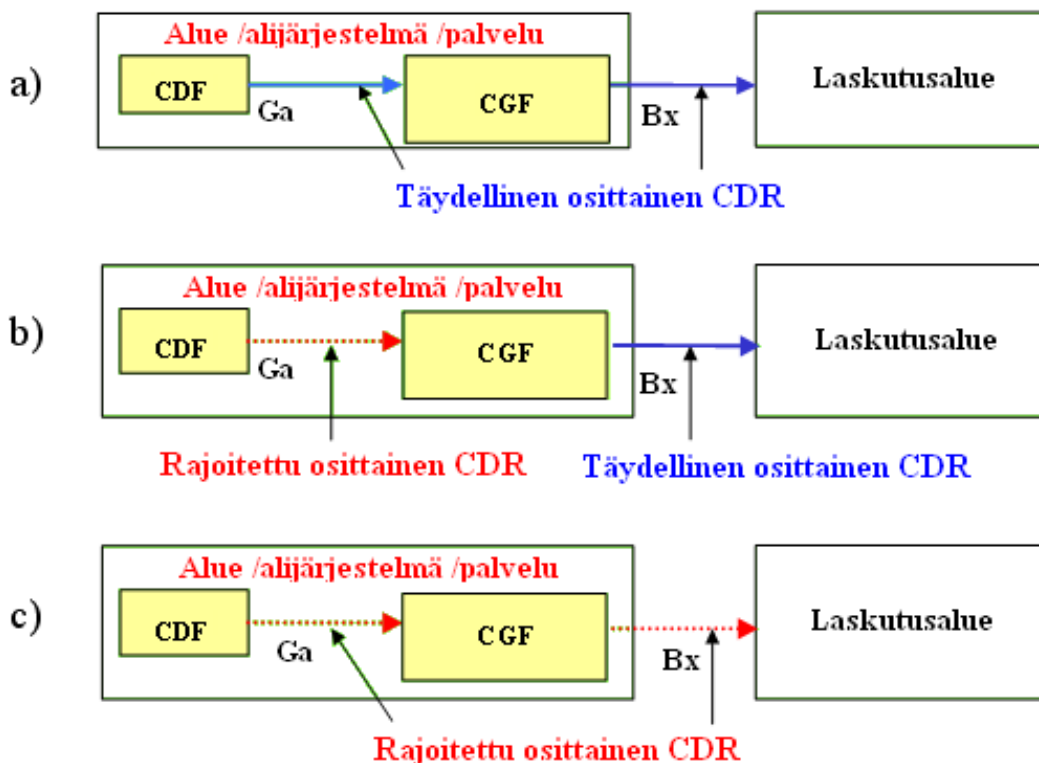
Ensimmäinen CDR, joka luodaan istunnon alussa, on täydellinen osittainen CDR. Seuraavat osittaiset CDR:t voivat olla rajoitettuja osittaisia CDR:iä. Näin ollen yleis-

nen käytäntö on, että kun jokin ei-pakollinen kenttä puuttuu rajoitetusta osittaisesta CDR:stä, voidaan käyttää edellisen osittaisen CDR:n vastaavaa kenttää.

Kaikkien CDF:ien ja CGF:ien pitää voida luoda ja vastaanottaa täydellisiä osittaisia CDR:iä. Rajoitettujen osittaisen CDR:ien luonti ja vastaanotto Ga-rajapinnalla ei ole pakollista. Kuitenkin, jos rajoitettuja osittaisia CDR:iä lähetetään Ga-rajapinnalle, niiden täytyy noudattaa tässä kappaleessa aiemmin määriteltyjä sääntöjä.

Jos CDF:t luovat rajoitettuja osittaisia CDR:iä Ga-rajapinnalla, CGF:n täytyy voida muuttaa CDR:t täydellisiksi osittaisiksi CDR:iksi. Jos operaattori haluaa laskutusalueen tukevan rajoitettuja osittaisia CDR:iä, muunnosta täydellisiksi osittaisiksi CDR:iksi ei tarvita.

Kuvassa 3.8 [5, sivu 29] esitetään Ga- ja Bx-rajapintojen tukemat mahdolliset laskutusjärjestelyt (*engl. charging configurations*). Järjestely a) on oletus, jota kaikkien järjestelmien täytyy tukea. Muut järjestelyt ovat vapaaehtoisia, ja niitä voidaan tukea järjestelyn a) lisäksi. Järjestely b) esittää tapausta, jossa CGF muuntaa rajoitetut osittaiset CDR:t täydellisiksi osittaisiksi CDR:iksi. Järjestely c) esittää tapausta, jossa rajoitetut osittaiset CDR:t voidaan vastaanottaa laskutusalueelle, jolloin muunnosta ei tarvita.



Kuva 3.8: Ga- ja Bx-rajapintojen tukemat laskutusjärjestelyt.

Kukin CDR siirretään sulkemisen jälkeen välittömästi CGF:lle. Ga:ssa käytettävä protokolla määrittää tarkan ajoituksen. CDF:n pitää pystyä vastaanottamaan ja käsittelemään laskutustapahtumia, sekä luomaan ja lähettämään edelleen syntyviä CDR:iä lähes reaaliaikaisesti. CGF vastaa CDR:ien jatkuvasta varastoinnista, CDR-tiedostojen muodostamisesta sekä lähettämisestä laskutusalueelle Bx-referenssipisteen kautta.

CDR:t voidaan tietyistä CDR:n parametreista riippuen reitittää yhteen tai useampaan samanaikaisesti avoimena olevaan tiedostoon CGF:n sisällä. Tällaisia parametreja ovat esimerkiksi CDR:n tyyppi tai CDF, josta CDR on peräisin. CDR-tiedostot suljetaan CGF:ssä tiettyjen operaattorin määrittelemien parametrien mukaan. Tällaisia parametreja voivat olla esimerkiksi tiedoston koon rajoitus, tiedoston voimassaoloajan rajoitus, kellonaika tai suurin sallittu CDR:ien määrä. Tämä tarkoittaa, että CDR-tiedoston sulkeminen tapahtuu CGF:ssä asynkronisesti CDR:ien vastaanoton kanssa. Kun CDR-tiedosto suljetaan, CGF:n täytyy varmistaa, että uusi CDR-tiedosto on käytettävissä, jotta seuraavina tulevat CDR:t voidaan tallentaa.

Kun CDR-tiedostot on suljettu, ne ovat valmiita siirrettäviksi laskutusalueelle. CGF:n täytyy tukea sekä push- (CGF käynnistää ja ohjaa tiedostonsiirron laskutusalueelle) että pull-siirtokäytäntöä (laskutusalue käynnistää ja ohjaa tiedostonsiirtoa). Push-siirtokäytännössä CGF lataa tiedostot laskutusalueelle operaattorin määrittelemien parametrien mukaan. Tällaisia parametreja voivat olla esimerkiksi ajankohhta, käytettävissä olevien tiedostojen määrä, jne. Pull-siirtokäytännössä laskutusalue voi pyytää tiedostoja CGF:ltä tarpeen mukaan millä tahansa ajanhetkellä.

3.1.10 Online-laskutusdatan siirto

Online-laskutuksessa laskutustapahtumat, jotka kuvaavat käyttäjien resurssien käytöpyyntöjä, siirretään CTF:ltä OCF:lle Ro-referenssipisteen kautta. CTF määrittelee, vastaako pyyntö käyttäjä/verkkotapahtumaa (tapahtumapohjainen laskutus, esimerkiksi MMS), vai täytyykö aloittaa istunto (istuntopohjainen laskutus). Tavallisesti tämä toiminnallisuus on rakennettu verkon tai verkon tarjoaman palvelun sisään.

Tapahtumapohjaisessa laskutuksessa verkko/käyttäjätapahtuma vastaa yhtä laskutettavaa tapahtumaa. Istuntopohjaisessa laskutuksessa tarvitaan vähintään kaksi laskutettavaa tapahtumaa, yksi kuvaamaan istunnon alkua ja toinen istunnon loppua. Useita väliaikaisia tapahtumia voidaan käyttää kuvaamaan muutoksia istunnon ominaisuuksissa (esimerkiksi tariffiajan muutos, pakettipohjaisen siirron palvelunlaadun muutos tai IMS-istunnon datatyyppien muutos) tai tiettyjen rajojen yli-

tyksiä (esimerkiksi aika tai määrä). CTF muuntaa kunkin laskutettavan tapahtuman laskutustapahtumaksi ja lähettää laskutustapahtumat edelleen OCF:lle reaaliajassa.

Tapahtumapohjaisessa laskutuksessa katteen käsittelytoiminnot OCS:ssä voivat vaatia yksikönvarauksen käyttäjän tililtä, kuten kohdassa 3.1.8 kuvailtiin. Jos tapahtumapohjaisessa laskutuksessa ei käytetä yksikönvarausta, tällöin

- CTF lähettää laskutustapahtuman edelleen OCS:lle,
- OCS määrittelee pyydetyn resurssin käytön arvon ja veloittaa vastaavasti käyttäjän tiliä,
- OCS palauttaa resurssin käytön valtuutuksen verkkoelementille,
- verkkoelementti käyttää verkkoresurssia käyttäjän pyynnön ja online-laskutusjärjestelmän valtuutuksen mukaisesti.

IEC:n toiminnalle määritellään seuraavanlainen poikkeustapaus: Jos OCS hylkää resurssin käyttöpyynnön, tällöin verkkoelementti ei salli resurssin käyttöä.

Jos katteen hallintaprosessi sisältää yksikönvarauksen, tällöin:

- CTF lähettää laskutustapahtumat edelleen OCS:lle,
- OCS määrittelee pyydetyn resurssin käytön arvon ja varaa vastaavan katteen arvon käyttäjän tililtä,
- OCS palauttaa resurssin käytön valtuutuksen verkkoelementille,
- verkkoelementti käyttää verkkoresurssia käyttäjän pyynnön ja online-laskutusjärjestelmän valtuutuksen mukaisesti,
- resurssin käytön (tai käytön epäonnistumisen) jälkeen verkkoelementti raportoi OCS:lle resurssin käytöstä,
- OCS joko veloittaa käyttäjän tiliä tai palauttaa varatun summan takaisin tilille verkkoelementin raportin mukaisesti.

ECUR:n toiminnalle määritellään seuraavia poikkeustapauksia ja epänormaaleja toimintatilanteita:

1. OCS hylkää resurssin käyttöpyynnön: Tässä tapauksessa verkkoelementti ei salli resurssin käyttöä.

2. Resurssin käyttö epäonnistuu esimerkiksi verkkohäiriön tai käyttäjän keskeytyksen takia: Tässä tapauksessa verkkoelementti ilmoittaa virheestä online-laskutusjärjestelmälle, ja aikaisemmin varatut yksiköt palautetaan käyttäjän tilille. Yksiköiden palauttaminen käyttäjän tilille riippuu operaattorin menettelytavoista OCS:ssä.

Istuntopohjainen online-laskutus vaatii aina yksikönvarauksen katteen käsittelytoiminnoissa (istuntolaskutus yksikönvarauksella (SCUR)), koska OCS ei pysty ennustamaan resurssin käytön määrää käyttäjäistunnon aikana. CTF luo laskutettavan tapahtuman, joka vastaa resurssin käyttöpyyntöä ja käyttäjäistuntoa, ja lähettää tapahtuman edelleen OCF:lle. OCF:ssä käynnistetään online-laskutuksen istunto, ja tietty määrä katetta varataan käyttäjän tililtä. OCS määrittää varattavan katteen määrän laskutustapahtuman tietojen ja paikallisten määritysten (operaattorin menettelytapojen) perusteella. OCS palauttaa varatun katteen määrää vastaavan resurssin käytön kiintiön, kun käyttäjän istunto käynnistetään verkkoelementissä. Lisää laskutustapahtumia lähetetään verkkoelementiltä OCS:lle sitä mukaa, kun laskutettavia tapahtumia havaitaan istunnon aikana. OCS varaa verkkoelementille tarvittaessa uuden kiintiön, tai hylkää laskutustapahtuman, mikä voi johtua esimerkiksi käyttäjän tilin katteen loppumisesta. Kun käyttäjäistunto päättyy verkkoelementissä normaalisti, lopullinen tieto käytetyistä verkkoresursseista siirretään OCS:lle. Tiedon pohjalta OCS voi laskea istunnon aikana käytettyjen resurssien arvon ja veloittaa vastaavan määrän käyttäjän tililtä (johtaa mahdollisesti aikaisemmin varattujen määrien hyvitykseen). Tämä myös päättää kyseisen käyttäjäistunnon katteen käsittelytoiminnon.

SCUR:n toimintaan voi liittyä seuraavia poikkeustapauksia ja epänormaaleja toimintatilanteita:

1. Verkkoelementti voi optimointitarkoituksissa sallia käyttäjäistunnon alkamisen ennen hyväksynnän saamista (ennen katteen käsittelytoiminnon istunnon aloitusta) OCS:ltä.
2. OCS hylkää ensimmäisen resurssin käyttöpyynnön istunnon alussa, jolloin katteen käsittelytoiminnon istuntoa ei aloiteta. Tässä tapauksessa verkkoelementti ei salli istunnon aloittamista. Jos istunnon aloitus oli jo sallittu edellisen kohdan mukaisesti, verkkoelementti käynnistää istunnon lopetuksen.
3. OCS hylkää resurssin käyttöpyynnön kesken istunnon: Tässä tapauksessa verkkoelementti toimii OCS:n palauttaman ohjeen mukaan, jolloin se voi esimer-

kiksi päättää käyttäjäistunnon, rajoittaa käyttäjäistunnon ominaisuuksia (esimerkiksi sallii vain ilmaiset web- ja WAP-sivut) tai ohjata istunnon erityiselle ilmoitussivulle tai tilin latauspalvelimelle.

4. OCS voi lähettää pyytämättömiä lopetuskäskyjä, joilla on edellisen kohdan kaltainen vaikutus.
5. Käyttäjäistunto lopetetaan odottamattomasti: Tämä voi johtua esimerkiksi verkkohäiriöstä tai käyttäjän keskeytyksestä. Tässä tapauksessa verkko toimii samoin kuin edellä kuvaillun istunnon päättymisen tapauksessa, mutta kaikki virheestä saatavissa oleva tieto lähetetään OCS:lle lopullisten tietojen yhteydessä. OCS:ssä istunnon arvon laskemista ja käyttäjän tilin veloitusta tai hyvitystä koskevat jatkotoimenpiteet riippuvat olosuhteista ja operaattorin käytännöistä.

Kaikissa edellä mainituissa tapauksissa käyttäjäistunto päättyy samaan aikaan katteen käsittelytoiminnon istunnon kanssa. Jopa siinäkin tapauksessa, että käyttäjäistunnon sallitaan jatkua tilin katteen loppuessa, katteen käsittelyistunto jatkuu, tosin arvottomana.

Mobiilioperaattoreiden on tärkeää pohtia huolella OCS:n yksikönvarauskäyttöä. Jos yksiköitä varataan pieniä määriä, verkkoelementin täytyy uusia valtuutus hyvin usein, mikä aiheuttaa suurta signalointi- ja prosessointikuormaa. Tällöin todennäköisyys sille, että pidemmät ja arvokkaammat käyttäjäistunnot katkaistaan pakotetusti käyttäjätilin katteen loppumisen vuoksi, on verrattain suuri. Tilanteen aiheuttaa se, että useita pieniä kiintiöitä on käytetty pieniin käyttäjäistunnon osiin. Varaamalla suurempia määriä yksiköitä voidaan välttää kyseisiä ongelmia. Toisaalta tällöin saatetaan kuitenkin estää muiden, rinnakkaisten resurssien käyttöä. Tämä johtuu siitä, että suuremman yksikönvarauksen takia käyttäjän tilillä ei ole katetta muita resurssien käyttöpyyntöjä varten.

3.2 Laskutusdatarekisterin (CDR) tiedostomuoto ja siirto

Laskutusdatarekisterin tiedostomuoto ja siirto -dokumentissa määritellään järjestelmät, joita käytetään CDR:ien siirtoon verkosta operaattorin laskutusalueelle (esimerkiksi laskutusjärjestelmä tai välityslaite). Dokumentissa määritellään CDR-tiedostojen rakenne ja siirtomenetelmät sekä tiedostojen sisäiset metatiedot ja koodaukset. [8]

3.2.1 Paikallinen CDR:ien ja CDR-tiedostojen käsittely

Kuten kappaleessa 3.1 kuvailtiin, CGF kerää CDR:t CDF:ltä. Jos CDF ja CGF on toteutettu erillisinä kokonaisuuksina, Ga-rajapintaa käytetään CDR:ien siirtoon CDF:ltä CGF:lle. Jos CDF ja CGF ovat integroituja, käytetään järjestelmän omaa, sisäistä mekanismia. Se, ovatko CDF ja CGF erillisiä vai integroituja, riippuu laskutusjärjestelmän verkkoalueesta, alijärjestelmästä ja palvelusta.

Kun CDR:t on suljettu CDF:ssä, ne siirretään lähes reaaliajassa CGF:lle. Vastanotettuaan CDR:t, CGF voi tehdä CDR:ille semanttisia ja/tai syntaktisia oikeellisuustarkistuksia.

Jos CGF toteaa, että CDR ei ole oikeaa muotoa tai se on muutoin virheellinen, CDR:n virheelliset parametrit vaihdetaan "korvaaviin" merkintöihin parametrien syntaktisia sääntöjä noudattaen. Jos CDR on virheen takia kokonaan käyttökelloton (virheellisten parametrien korvaaminen ei ole mahdollista), CGF ei voi käyttää CDR:ää. Esimerkiksi tilanteessa, jossa CGF:n vastaanottaman CDR:n *tyyppi*-parametri on viallinen, virheellistä parametria ei voida korvata.

CGF "hyväksyy" kaikki CDR:t, jotka käsitellään ilman virheitä tai joiden virheet voidaan korjata edellä mainitulla tavalla. CDR:ia, joissa on korjauskelvottomia virheitä, ei "hyväksytä". CGF sijoittaa "hyväksytyt" CDR:t välittömästi CDR-tiedostoon. "Ei-hyväksytyt" CDR:t kirjataan lokitiedostoon, minkä jälkeen luodaan asiaankuuluvat virheilmoitukset. Tämän jälkeen "ei-hyväksytyt" CDR:t tuhoaan. Tuhottujen CDR:ien lukumäärä sekä tieto siitä, että kyseiset CDR:t menetettiin, kirjataan CDR-tiedostoon.

On selvää, että CDR:n vastaanoton ja CDR-tiedostoon tallentamisen välillä kuuluu jonkin verran aikaa. Näin ollen puhuttaessa CGF:n vastaanottamien CDR:ien käsittelystä "välittömästi" tarkoitetaan, että vastaanotettujen CDR:ien käsittelyn lykkäämistä ei sallita. Teknisesti sana "välittömästi" voi tarkoittaa, että järjestelmän pitää pystyä toimimaan lähes reaaliajassa (tieto luodaan, käsitellään ja siirretään kohteeseen alle minuutin kuluessa), tai että järjestelmän pitää pystyä toimimaan mahdollisimman lähelle reaaliajassa. Kun CDR on tallennettu sopivaan tiedostoon, CGF voi tuhota kaikki muut viittaukset kyseiseen CDR:ään.

Oletustoimintamuodossa CGF:llä on yksi (oletus)tiedosto "hyväksytyjen" CDR:ien tallennusta varten. CGF voi tallentaa CDR:t myös muihin tiedostoihin, joita pidetään auki samanaikaisesti. Tällaisia tiedostoja voidaan määritellä OAM&P -käskyjen (Operation, Administration, Maintenance and Provisioning) ja CDR:ien reitityssuodattimien avulla. CGF tallentaa muihin tiedostoihin ne CDR:t, jotka vastaavat kyseisten lisätiedostojen reitityssuodattimien määrittymiä. Oletustiedostoon tallenne-

taan CDR:t, jotka eivät vastaa minkään lisätiedoston reitityssuodattimen määrittämiä.

CDR-reititysfunktio päättää CDR-parametrien ja CDR:n alkuperän perusteella, mihin tiedostoon se sijoittaa CDR:n. CDR-tiedoston nimeen sisällytetään tiedostojen nimeämissääntöjä noudattaen viittaus käytettyyn CDR-reitityssuodattimeen.

Jokaisen CGF:n toteutuksen täytyy tukea CDR:ien reititystä CDR:n tyyppin ja lähettävän CDF:n perusteella. Yhteen CDR-tiedostoon saa olla mahdollista sijoittaa vain seuraavanlaisia CDR:iä:

- samaa tyyppiä olevat CDR:t,
- samaan joukkoon kuuluvat CDR:t (esimerkiksi vain IMS:n CDR-tyypit),
- samasta CDF:stä peräisin olevat CDR:t,
- tietyistä CDF:ien joukosta peräisin olevat CDR:t,
- jokin edellä mainittujen vaihtoehtojen yhdistelmä.

Tarkemmat CDR-reititysfunktion määrittäykset, kuten suurin sallittu samanaikaisesti avoinna olevien CDR-tiedostojen lukumäärä, reititysfunktioiden sovellusjärjestys sekä OAM&P:n reititysfunktioiden konfigurointitapa ovat toteutuskohtaisia. Jotta vältyttäisiin CDR:ien sattumanvaraiselta reititykseltä, operaattoreiden tulisi varmistua siitä, että tiedostojen reitityssuodattimet eivät toimi päällekkäisesti.

Sekä oletustapauksessa että kaikissa ylimääräisten reitityssuodattimien käytön tapauksissa CGF:ssä toteutuu katkeamaton CDR-tiedostojen ketju. Kuten edellä kuvailtiin, CGF:ssä jokainen vastaanotettu "hyväksytyt" CDR sijoitetaan välittömästi sopivaan CDR-tiedostoon.

CGF:ssä CDR-tiedostojen sulkemista voidaan ohjata esimerkiksi tiedoston koon, tiedoston sulkemisajan, tiedoston elinajan (aikaväli), tiedostossa olevien CDR:ien lukumäärän, CDR:n julkaisun (Release), version tai koodauksen muutosten, manuaalisten OAM&P -toimintojen tai järjestelmästä johtuvien tekijöiden (esimerkiksi tiedostojärjestelmän täytyminen) perusteella.

Kun CDR-tiedosto on suljettu, seuraava CDR voidaan tallentaa ketjussa seuraavaan CDR-tiedostoon. CDR-tiedosto voidaan käytännössä luoda joko välittömästi edellisen CDR-tiedoston sulkemisen jälkeen (aikaisin mahdollinen ajankohta) tai vasta sitten, kun seuraava CDR on saapunut (myöhäisin mahdollinen ajankohta). Tiedosto voidaan myös luoda jossain edellä mainittujen ajankohtien välillä. Valittu ajankohta vaihtelee toteutuskohtaisesti. Jokaisen CDR-tiedoston täytyy sisältää kaikki ne "hyväksytyt" CDR:t, jotka CGF on vastaanottanut ja käsitellyt edellisen

CDR-tiedoston sulkemisen ja (aiemmin kuvatun) tiedoston sulkemisen laukaisun välillä. CDR-tiedosto täytyy luoda ja sulkea aina, kun tiedoston sulkemisen laukaiseva ehto täyttyy. Tämä tarkoittaa, että jos yhtään sopivaa CDR:ää ei ole saapunut ketjun edellisen CDR-tiedoston sulkemisen jälkeen, luodaan tyhjä CDR-tiedosto (jossa ei ole CDR:iä). Sulkemisen jälkeen CDR-tiedosto on välittömästi valmis siirrettäväksi operaattorin laskutusalueelle. CDR-tiedostoja on mahdollista poistaa CGF:stä seuraavilla tavoilla:

- laskutusalue jakaa vastaavat tiedostonsiirtoprotokollan toimittamat käskyt,
- CGF-sovellus poistaa CDR-tiedoston, kun tiedosto on siirretty,
- tiedostoja poistetaan CGF:n tiedostojärjestelmän tallennuskapasiteetin loppumisen tai tiedostojen määritellyn elinajan päättymisen vuoksi,
- OAM&P poistaa tiedostoja.

Jotta käytännössä voitaisiin välttyä kadottamasta CDR:iä, tulisi operaattoreiden välttää käyttämästä järjestelmissään aiemmin kuvailtua järjestelmän määrittämää tiedoston sulkemisen laukaisua.

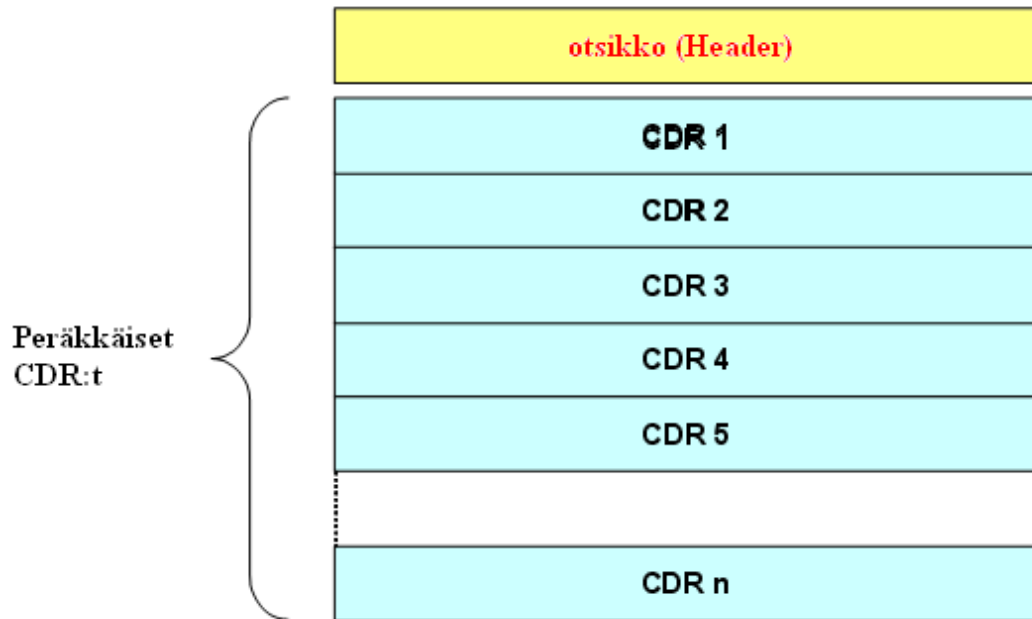
3.2.2 Tiedostomuoto

Kuvassa 3.9 [8, sivu 13] esitetään CDR-tiedoston rakenne. CDR-tiedoston alussa on muuttuvan pituinen otsikko-osa (*engl. Header*), jota seuraa muuttuvan pituinen CDR-dataosa. CDR-dataosaan voi kuulua nolla tai useampia peräkkäisiä CDR:iä. Jokaisella CDR:llä on otsikko, jossa kerrotaan CDR:n pituus, julkaisu, versio sekä merkintäjärjestelmä (*engl. encoding scheme*). Laskutusjärjestelmässä käytettävän dekooderin version tulee olla sama tai uudempi kuin tiedoston CDR:ien, jotta se pystyy purkamaan kaikki tiedoston CDR:t.

3.2.3 Tiedoston siirto ja protokollat

CDR:ien siirtoon CGF:ltä laskutusalueelle on kaksi tapaa. Ensimmäinen, perustiedonsiirtotapa, määritellään tässä kappaleessa. Kaikkien CGF:n toteutusten täytyy tukea perustiedonsiirtotapaa. Toista tapaa, File Transfer IRP:tä (File Transfer Integration Reference Point) CGF voi tukea vaihtoehtoisesti. Perustiedonsiirtotavassa käytettävän tiedonsiirtoprotokollan valinnalle ja käytölle asetetaan seuraavia vaatimuksia:

- CDR-tiedostojen oletussiirtoprotokolla on FTP.



Kuva 3.9: CDR-tiedosto.

- Muiden siirtoprotokollien kuin FTP käyttö on valinnaista. FTP:n käyttöä on tuettava aina.
- CDR-tiedostot voidaan siirtää joko push- tai pull-moodissa Bx-rajapinnalla.
- CGF:n täytyy tukea kaikkia FTP:n peruskomentoja.

Tiedostoja voidaan siirtää CGF:ltä laskutusalueelle joko yhden tai molemman seuraavaksi kuvailtavan käytännön mukaan: *Push-moodissa* (engl. *Push mode*) CDR-tiedostot kirjoitetaan CGF:ltä laskutusalueen tietovarastoon (engl. *filestore*) CGF:n valitsemina ajankohtina, jolloin CGF "työntää" tiedostot laskutusalueelle. CGF on asiakas ja laskutusalue on palvelin. Jos CGF luo rinnakkaisia CDR-tiedostoja, sen täytyy voida lähettää tiedostot eri laskutusaluejärjestelmille. Laskutusalueosoitteet kuuluvat osana CDR-tiedoston reitityssuodattimeen (engl. *routing filter*). Vähintään seuraavien tapahtumien pitää pystyä laukaisemaan (engl. *trigger*) tiedoston "push" CGF:ssä:

- Tietty määrä uusia CDR-tiedostoja on valmiina siirtoa varten.
- CDR-tiedosto/tiedostot ovat ylittäneet määritellyn tiedostojen kokonaisuuden.
- Tietty ajanjakso on kulunut.

- CDR-tietovaraston käyttö on ylittänyt määritellyn tason.

Jos tiedoston siirto epäonnistuu, CGF:n tulee kirjata tämä virhelokiin ja luoda tapahtumaa vastaavat virheilmoitukset.

Pull-moodissa (engl. Pull mode) laskutusalue lukee CDR-tiedostot, jotka ovat saatavilla CGF:n hakemistoissa. Laskutusalue päättää tiedostojen siirron ajankohdasta ja/tai ajoituksesta, jolloin se "vetää" tiedostot CGF:stä. Tällöin CGF on palvelin ja laskutusalue on asiakas.

Pull-moodissa laskutusalue voi pyytää tiedostoja CGF:ltä minä tahansa ajanhetkenä, jolloin CGF ei voi tehdä mitään oletuksia tiedostojen siirron ajankohdista. Jos tiedoston siirto epäonnistuu, laskutusalue voi halutessaan tehdä jatkotoimenpiteitä. Kaikki virheet on joka tapauksessa kirjattava virhelokiin, ja tapahtumista on tehtävä vastaavat virheilmoitukset.

3.2.4 Tiedostomuotokäytännöt

CDR-tiedoston muotoa määrittelevät seuraavat säännöt:

1. CDR-tiedostossa on muuttuvan pituinen otsikko, jota seuraa nolla tai useampia peräkkäisiä CDR:iä.
2. Jokaista CDR:ää edeltää kiinteän pituinen tekstimuotoinen otsikko.
3. Sekä CDR-tiedoston että CDR:ien otsikkokentät ovat verkkotavujärjestyksessä (Big Endian).
4. CDR-tiedoston otsikko sisältää kuvan 3.10 [8, sivu 16] mukaiset kentät.
5. CDR:n otsikko sisältää kuvan 3.11 [8, sivu 19] mukaiset kentät.
6. Ne CDR-tiedoston otsikon kentät, joita ei tunneta tiedoston avaushetkellä, täytetään sen jälkeen, kun kaikki CDR:t on liitetty tiedostoon ja tiedosto on valmis suljettavaksi.

Seuraavaksi määritellään CDR-tiedoston otsikon kenttien sisällöt ja koodaukset. Jos toisin ei mainita, kaikki parametrit ovat pakollisia, ja niiden täytyy aina sisältyä CDR-tiedoston otsikkoon.

File length sisältää binäärilukuarvon, joka kertoo CDR-tiedoston kokonaispituuden

Octets	Bits							
	8	7	6	5	4	3	2	1
1..4	File length							
5..8	Header length							
9	High Release Identifier				High Version Identifier			
10	Low Release Identifier				Low Version Identifier			
11..14	File opening timestamp							
15..18	Timestamp when last CDR was appended to file							
19..22	Number of CDRs in file							
23..26	File sequence number							
27	File Closure Trigger Reason							
28..47	IP Address of Node that generated file							
48	Lost CDR indicator							
49..50	Length of CDR routing filter							
51..xy	CDR routing filter							
xy+1..xy+2	Length of Private Extension							
xy+3..n	Private Extension							

Kuva 3.10: CDR-tiedoston otsikko.

oktetteina (sisältää tiedoston otsikon ja CDR:ien kokonaispituuden). Lukuarvo, jossa kaikki bitit ovat ykkösiä, on varattu tulevaisuuden laajennoksia varten (esimerkiksi CDR-tiedostot, joiden pituus on suurempi kuin kyseinen lukuarvo), ja sitä ei voi käyttää.

Header length sisältää binäärilukuarvon, joka määrittelee CDR-tiedoston otsikon kokonaispituuden oktetteina. Lukuarvo, jossa kaikki bitit ovat ykkösiä, on varattu tulevaisuuden laajennoksia varten (esimerkiksi CDR-tiedostojen otsikot, joiden pituus on suurempi kuin kyseinen lukuarvo), ja sitä ei voi käyttää.

High release / version identifier on kopio CDR:n otsikon kolmannesta oktetista. Kenttä kopioidaan CDR:stä, jossa lauseke (*Release Identifier* * 100 + *Version Identifier*) antaa kaikkien CDR:ien suurimman tuloksen tiedostossa. *Release Identifierin* ja *Version Identifierin* esitystapa on sama kuin CDR:n otsikon kolmannessa oktetissa.

Low release / version identifier on kopio CDR:n otsikon kolmannesta oktetista. Kenttä kopioidaan CDR:stä, jossa lauseke (*Release Identifier* * 100 + *Version Identifier*) antaa kaikkien CDR:ien pienimman tuloksen tiedostossa. *Release Identifierin* ja *Version Identifierin* esitystapa on sama kuin CDR:n otsikon kolmannessa oktetissa.

File opening timestamp kertoo ajan, jolloin tiedosto avattiin, seuraavan binäärimuo-

don mukaisesti:

- Neljä ensimmäistä bittiä kertovat kuukauden (1..12), CGF:n paikallisen aikavyöhykkeen mukaan.
- Viisi seuraavaa bittiä kertovat päivän (1..31), CGF:n paikallisen aikavyöhykkeen mukaan.
- Viisi seuraavaa bittiä kertovat tunnin (0..23), CGF:n paikallisen aikavyöhykkeen mukaan.
- Kuusi seuraavaa bittiä kertovat minuutin (0..59), CGF:n paikallisen aikavyöhykkeen mukaan.
- Seuraava bitti kertoo paikallisen aikaeron merkin verrattuna maailmanaikaan (UTC) (bitin arvo "1" ilmaisee positiivisen ja arvo "0" negatiivisen aikapoikkeaman). Siinä tapauksessa, että aikapoikkeama on 0, bitti voidaan asettaa satunnaisesti arvoon 0 tai 1.
- Viisi seuraavaa bittiä kertovat CGF:n paikallisen aikavyöhykkeen tuntieron (0..23) UTC:hen verrattuna.
- Kuusi seuraavaa bittiä kertovat CGF:n paikallisen aikavyöhykkeen minuuttieron (0..59) UTC:hen verrattuna.

Last CDR append timestamp on samaa muotoa kuin *File opening timestamp* ja sisältää ajankohdan (UTC), jolloin viimeinen CDR liitettiin tiedostoon. Siinä tapauksessa, että tiedosto on tyhjä (tiedostossa ei ole yhtään CDR:ää), parametrin arvo on nolla.

Number of CDRs in file sisältää binäärilukuarvon, joka kertoo tiedoston CDR:ien kokonaismäärän. Lukuarvo, jossa kaikki bitit ovat ykkösiä, on varattu tulevaisuuden laajennoksia varten (esimerkiksi CDR-tiedostot, jotka sisältävät enemmän CDR:iä kuin kyseinen lukuarvo), ja arvoa ei voi käyttää.

File sequence number sisältää binäärilukuarvon, joka kertoo CGF:n CDR-tiedostolle antaman juoksevan numeron. CGF:n ensimmäisen CDR-tiedoston numero on 0. Kun saavutetaan tiedostojen maksimimäärä (kaikki bitit ovat ykkösiä), numerointi aloitetaan taas nolasta.

File Closure Trigger Reason sisältää tiedon, miksi CGF sulki CDR-tiedoston. Tieto koodataan yhtenä oktettina taulukoiden 3.1 ja 3.2 esittämällä tavalla.

Taulukko 3.1: CDR-tiedoston normaali sulkeminen.

Kentän arvo	Sulkemisen syy
0	normaali sulkeminen (normaalin sulkemisen syy määrittelemätön)
1	tiedoston koon yläraja saavutettu (OA&M-määritelty)
2	tiedoston aukiolon aikaraja saavutettu (OA&M-määritelty)
3	CDR:ien maksimimäärä tiedostossa saavutettu (OA&M-määritelty)
4	tiedosto suljettu manuaalisesti
5	CDR:n julkaisu, versio tai koodaus muuttunut
6..127	varattu tulevaisuuden laajennoksia varten

Taulukko 3.2: CDR-tiedoston epänormaali sulkeminen.

Kentän arvo	Sulkemisen syy
128	epänormaali sulkeminen (määrittelemätön virheellisen sulkemisen syy)
129	tiedostojärjestelmän virhe
130	tiedostojärjestelmän muistin loppuminen
131	tiedoston eheysvirhe
132..255	varattu tulevaisuuden laajennoksia varten

Node IP address kertoo neljä ensimmäistä tavua tiedoston luovan CGF:n IP-osoitteesta. Sekä IPV4- että IPV6-muotoiset CGF:ien osoitteet koodataan IPV6-esitysmuodossa.

Lost CDR indicator kertoo, katosiko CDR:iä (ja kuinka monta katosi) CGF:ssä kä-

sittelyn aikana. Katoamisella tarkoitetaan, että CDR:iä ei voitu sijoittaa kohdetiedostoon peruuttamattomien virheiden takia. Koska peruuttamattomat CDR-virheet ovat voineet kohdistua CDR:n reititykseen vaikuttaviin CDR-parametreihin, on mahdollista, että CGF ei voi määrittää oikeaa tiedostoa. Kadonneet CDR:t ilmoitetaan taulukon 3.3 osoitustavan mukaisesti.

Taulukko 3.3: Kadonneiden CDR:ien ilmoittaminen.

MSB	Muut bitit	Merkitys
0	0	CDR:iä ei ole kadonnut
0	muodostavat desimaaliluvun väliltä 1..126	CGF on tunnistanut, että lukuarvoa vastaava määrä CDR:iä on kadonnut
0	1	CGF on tunnistanut, että 127 tai enemmän CDR:iä on kadonnut
1	0	CDR:iä on kadonnut, mutta CGF ei tiedä kadonneiden CDR:ien lukumäärää
1	muodostavat desimaaliluvun väliltä 1..126	CGF on laskenut, että CDR:iä on kadonnut lukuarvoa vastaava määrä
1	1	CGF on laskenut, että CDR:iä on kadonnut 127 tai enemmän

Length of CDR routeing filter sisältää binäärilukuarvon, joka kertoo seuraavan kentän CDR-reitityssuodattimen pituuden oktetteina. Arvo "65535" (kaikki bitit "1") on varattu tulevaisuuden laajennoksia varten (esimerkiksi CDR-reitityssuodattimet, joiden pituus on yli 65534 oktettia), ja arvoa ei voi käyttää.

CDR routeing filter kertoo suodattimen, joka määritteli CDR:ien reitityksen tiedostoon. Kentän koodaus on toimittajakohtainen.

Length of private extension sisältää binäärilukuarvon, joka määrittelee seuraavan *Private extension* -kentän pituuden oktetteina. Parametria käytetään vain, jos *Private extension* -kenttä on mukana CDR-tiedoston otsikossa. Kaksi parametrin omaa oktettia eivät sisälly parametrin arvoon. Arvo "65535" (kaikki bitit "1") on varattu tulevaisuuden laajennoksia varten (esimerkiksi yksityiset laajennokset, joiden pituus on yli

65534 oktettia), ja sitä ei voi käyttää.

Private extension voi sisältää toimittajakohtaisia yksityisiä laajennoksia CDR-tiedoston otsikkoon. Kentän koodaus on toimittajakohtainen.

CDR:n otsikon tarkka muoto esitetään kuvassa 3.11 [8, sivu 19]. Määritellään seuraavaksi CDR:n otsikon kenttien sisällöt ja koodaukset.

Bits								
Octets	8	7	6	5	4	3	2	1
1..2	CDR length							
3	Release Identifier				Version Identifier			
4	Data Record Format				TS number			

Kuva 3.11: CDR:n otsikko.

CDR length on pituudeltaan kaksi oktettia ja määrittelee CDR:n pituuden, johon eivät kuulu neljä otsikon oktettia. Arvo "65535" (kaikki bitit "1") CDR:n pituusken-
tässä tarkoittaa, että se on varattu tulevaisuuden laajennoksia varten, ja arvoa ei voi käyttää.

Release Identifier on pituudeltaan kolme bittiä ja sisältää binäärilukuarvon, joka ker-
too 3GPP:n teknisen spesifikaation julkaisun ilmaistuna spesifikaation TS-numerona
taulukon 3.4 mukaisesti:

Taulukko 3.4: CDR:n teknisen spesifikaation julkaisu.

Kentän arvo	Spesifikaation julkaisu
0	Rel-99 3GPP TS (TS 32.005 tai TS 32.015), tätä arvoa ei oteta huomioon
1	Rel-4 3GPP TS (TS 32.205, TS 32.215 tai TS 32.235)
2	Rel-5 3GPP TS (TS 32.205, TS 32.215, TS 32.225 tai TS 32.235)
3	Rel-6 3GPP TS (TS 32.240, TS 32.260, TS 32.296, TS 32.297, TS 32.298, TS 32.299)
4-7	varattu tulevia julkaisuja varten

Version Identifier on pituudeltaan viisi bittiä ja sisältää binäärilukuarvon, joka ker-
too 3GPP:n teknisen spesifikaation TS-numeron arvoon "31" saakka. Arvo vastaa

TS:n versionumeron keskimmäistä numeroa.

Data Record Format on pituudeltaan kolme bittiä ja sisältää binäärilukuarvon, joka kertoo CDR:n koodauksen taulukon 3.5 mukaisesti:

Taulukko 3.5: CDR:n koodaussääntö.

Kentän arvo	Koodaussääntö
1	Basic Encoding Rules
2	unaligned basic Packed Encoding Rules
3	aligned basic Packed Encoding Rules
4	XML Encoding Rules

TS number on pituudeltaan viisi bittiä ja sisältää binäärilukuarvon, joka kertoo CDR:n teknisen spesifikaation koodauksen taulukon 3.6 mukaisesti:

Taulukko 3.6: CDR:n teknisen spesifikaation koodaus.

Kentän arvo	Tekninen spesifikaatio
0	Rel-99 TS 32.005
1	Rel-99 TS 32.015
2	Rel-4/5 TS 32.205
3	Rel-4/5 TS 32.215
4	Rel-5 TS 32.225
5	Rel-4/5 TS 32.235
6	Rel-6 TS 32.250
7	Rel-6 TS 32.251
8	Rel-6 TS 32.252
9	Rel-6 TS 32.260
10	Rel-6 TS 32.270
11	Rel-6 TS 32.271
12	Rel-6 TS 32.272
13	Rel-6 TS 32.273
14-31	varattu tulevaisuuden käyttöä varten

3.2.5 CDR-tiedostojen nimeäminen

Nimeämissäännöt varmistavat sen, että CDR-tiedostojen nimet ovat yksilöllisiä suuressa CGF-solmujen joukossa pidemmällä aikavälillä (ainakin useita kuukausia). CDR-tiedostojen nimet ovat seuraavaa muotoa:

`<NodeID>_<RC>.<date>_<time> [.<PI>][.<FE>]`

1) *NodeID* on tiedoston luoneen CGF:n nimi. Jos CGF on integroitu toiseen solmuun, tämä parametri sisältää sen solmun NodeID:n, johon CGF on integroitu.

2) *RC* on juokseva luku, joka alkaa arvosta "1". Kenttää edeltävä erotin koostuu alaviivasta (_), jota seuraa miinus (-), jonka jälkeen seuraa alaviiva (_).

3) *date* kertoo ASCII-muodossa päivämäärän, jolloin CDR-tiedosto suljettiin. Se on muotoa YYYYMMDD, jossa "YYYY" on vuosi, "MM" on kuukausi (01 - 12), "DD" on päivä (01 - 31). Kenttää edeltävä erotinmerkki on piste (.).

4) *time* kertoo ASCII-muodossa ajan (paikallista aikaa), jolloin CDR-tiedosto suljettiin. Se on muotoa HHMMshhmm, jossa "HH" kuvaa tunteja (00 - 23), "MM" kuvaa minutteja, "s" on ASCII-merkki ja kuvaa paikallisen ajan eron (+ tai -) UTC:hen verrattuna (jos aikaero on 0, merkki voi olla joko "+" tai "-"). "hh" kertoo paikallisen ajan eron UTC:hen tunteina (00 - 23). "mm" kertoo paikallisen ajan eron UTC:hen minutteina (00 - 59).

5) *PI* on valinnainen kenttä yksityistä tietoa varten. Kentän sisältö on toteutuskohdainen. Jos kenttä on käytössä, sitä edeltää erotinmerkinä piste (.).

6) *FE* on valinnainen tiedoston laajennos. Kentän sisältö on toteutuskohdainen. Jos kenttä on käytössä, sitä edeltää erotinmerkinä piste (.).

Seuraavassa muutamia esimerkkejä CDR-tiedostojen nimeämiskäytännöistä (lainausmerkit eivät kuulu tiedostonimeen):

- 1) Tiedoston nimi: "CGFNodeId_1234.20050401_2315+0200",
merkitys: tiedosto #1234 tuottanut CGF <CGFNodeId> 1. huhtikuuta 2005 klo 23:15 paikallista aikaa, aikaero +2 tuntia UTC:hen verrattuna.

- 2) tiedoston nimi: "CGFNodeId_-_44.20051224_-_1700-1130.thankgoditschristmas.abc",
merkitys: tiedosto #44 tuotanut CGF <CGFNodeId> 24. joulukuuta 2005
klo 17:00 paikallista aikaa, aikaero -11.30 tuntia UTC:hen
verrattuna, yksityinen laajennos "thankgoditschristmas" ja päätte "abc".
- 3) tiedoston nimi: "CGFNodeId_-_44.20051224_-_1700-1130..abc",
merkitys: sama tiedosto kuin kohdassa 2), mutta tällä kertaa ilman yksityistä
laajennosta. Kahta pistettä (.) käytetään ennen tiedoston laajennosta, koska
yksityinen laajennos puuttuu (on tyhjä).

CGF:ssä täytyy olla määriteltävissä oleva juurihakemisto, joka sisältää yhden tai useampia alihakemistoja. Alihakemistot sisältävät kaikki CDR-tiedostot, jotka ovat valmiina siirrettäviksi laskutusalueelle. CGF:n hakemistorakenteeseen ja CDR-tiedostojen tallennukseen liittyvät yksityiskohdat voivat vaihdella toteutuskohtaisesti.

3.3 Muita laskutusdokumentteja

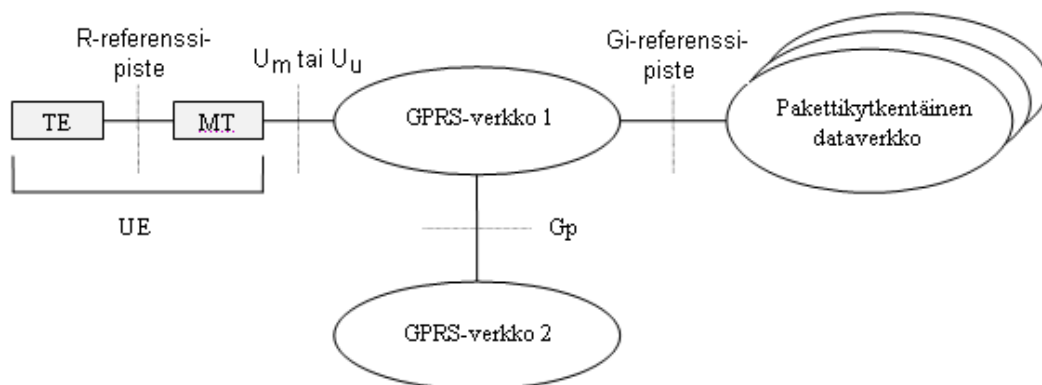
Esitellään luvun lopuksi vielä keskeiset 3G-verkon alijärjestelmiä ja palveluita käsittelevät 3GPP:n laskutusdokumentit. Näiden dokumenttien tietoja käytetään viidennen luvun laskutusesimerkkien toteutuksen yhteydessä.

3.3.1 Laskutus pakettikytkentäisessä (PS) osassa

Laskutus pakettikytkentäisessä (PS) osassa (engl. Packet Switched (PS) domain charging) -dokumentissa määritellään offline- ja online-laskutusten toiminta 3G-verkon pakettikytkentäisessä osassa (GPRS). Dokumentissa kuvaillaan pakettikytkentäisen osan offline- ja online-laskutusarkkitehtuurit ja laskutustapahtumat. Dokumentissa määritellään offline-laskutuksen tuottamien CDR:ien rakenne ja sisällöt sekä online-laskutuksen laskutustapahtumat. [9]

Kuvassa 3.12 [9, sivu 13] esitetään yleiskuva GPRS-järjestelmän arkkitehtuurista. Jokaisella PLMN:llä (Public Land Mobile Network) on kaksi liityntäpistettä (*engl. access point*) GPRS-palveluihin, radorajapinta (merkitään Um tai Uu), jota käytetään mobiiliyhteyksiin sekä R-referenssipiste (käytetään viestien vastaanottoon tai niiden alkuperän selvittämiseen). PLMNien välinen rajapinta Gp yhdistää kaksi itsenäistä pakettikytkentäistä GPRS-verkkoa viestien vaihtoa varten. Gi on PLMN:n ja pakettikytkentäisen dataverkon välinen referenssipiste.

Useisiin eri pakettikytkentäisiin dataverkkoihin voi olla useampia verkkoraja-



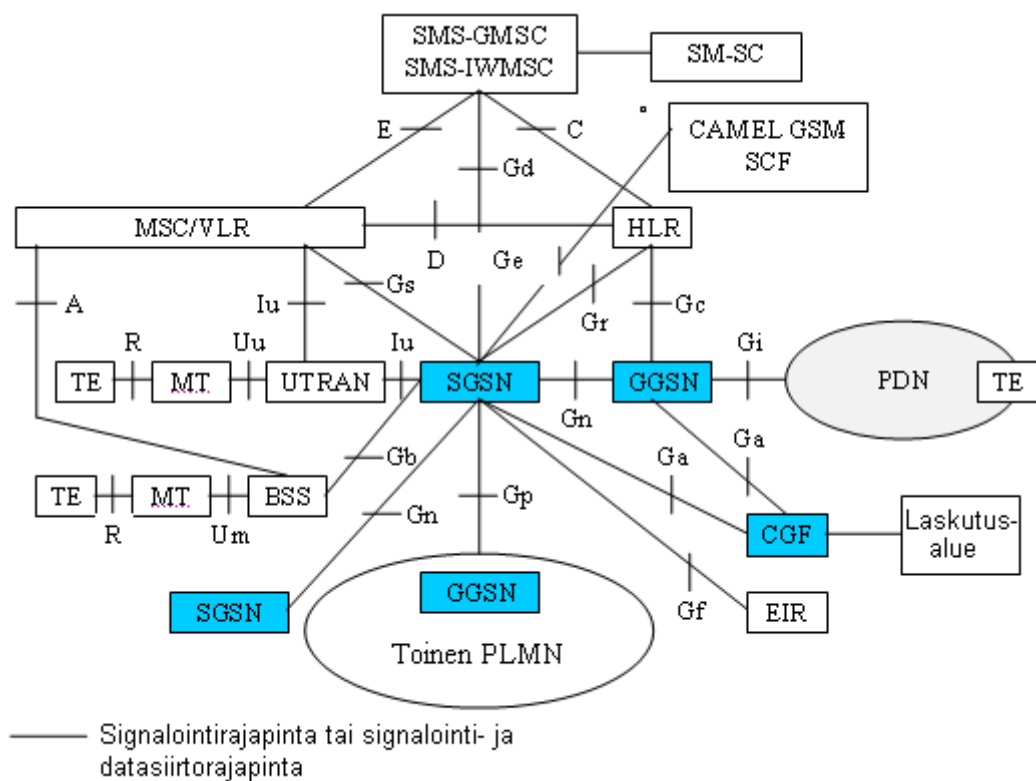
Kuva 3.12: GPRS:n rajapinnat ja referenssipisteet.

pintoja. Verkoilla voi olla eri omistajat, ja ne voivat käyttää eri tiedonsiirtoprotokollia (esimerkiksi TCP/IP). Verkko-operaattori määrittelee ja sopii yhteistoiminnasta kunkin yhteen kytketyn pakettikytkentäisen dataverkon kanssa. Kuvassa 3.13 [9, sivu 14] esitetään yksityiskohtaisemmin looginen GPRS-arkkitehtuuri. GPRS-runkoverkon toiminnallisuus koostuu kahdesta verkkoelementistä, SGSN (Serving GPRS Support Node) ja GGSN (Gateway GPRS Support Node), joilla on useita yhdistäviä rajapintoja sekä rajapintoja muualle verkkoon.

Kuvassa 3.13 [9, sivu 14] on väritetty pakettikytkentäisen (PS) osan laskutukseen osallistuvat verkkoelementit. Verkkosolmuista SGSN ja GGSN voivat luoda kirjanpitolietoja pakettikytkentäisen osan CDR:iä varten. SGSN voi tallentaa käyttäjän PLMN-resurssien käyttötietoja, liikkuvuuden hallinnan tietoja sekä SMS:n ja LCS:n (Location Services) käyttöä. GGSN voi tallentaa tietoa käyttäjän ulkopuolisten verkkojen käytöstä.

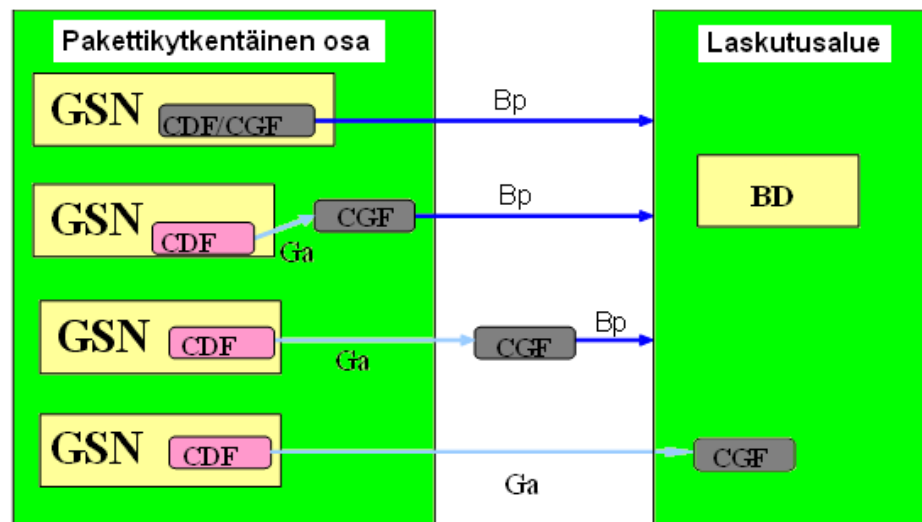
GSN:t (GPRS Support Node) lähettävät CDR:t CGF:lle lähes reaaliajassa. CGF:n tehtävänä on tarjota pysyvä CDR:ien varastointi sekä Bp-rajapinta laskutusalueelle.

CTF luo laskutustapahtumat ja välittää ne CDF:lle. CDF luo CDR:t, jotka siirretään CGF:lle. Lopuksi CGF luo CDR-tiedostot ja lähettää ne edelleen laskutusalueelle. GPRS-järjestelmässä jokaisella GSN:llä on integroitu CDF, joten fyysinen GSN voi tuottaa CDR:iä. CGF voi myös olla GSN:ään integroituna, tai se voi olla fyysisesti erillinen kokonaisuus. Jos CGF sijaitsee GSN:n ulkopuolella, CDF välittää CDR:t CGF:lle Ga-rajapinnan yli. Tässä tapauksessa GSN/CDF:n ja CGF:n välinen suhde on m:1. Jos CGF on integroitu GSN:ään, CDF:n ja CGF:n välillä on vain sisäinen rajapinta. Tässä tapauksessa GSN/CDF:n ja CGF:n välinen suhde on 1:1. Integroitu CGF voi tukea Ga-rajapintaa toiselta GSN/CDF:ltä. Kun käytetään ulkoista CGF:ää, myös muut (GPRS:n ulkopuoliset järjestelmät ja verkkoelementit, verkon



Kuva 3.13: GPRS:n looginen arkkitehtuuri.

rakenteesta ja operaattorin päätöksestä riippuen) voivat käyttää kyseistä CGF:ää. CGF voi myös olla laskutusalueeseen integroitu komponentti. Tässä tapauksessa Bp-rajapintaa ei ole, ja sen korvaa laskutusalueen oma sisäinen toteutus. Kuvassa 3.14 [9, sivu 15] esitetään edellä kuvailut arkkitehtuurin eri toteutusmahdollisuudet.



Kuva 3.14: Pakettikytkentäisen osan offline-laskutusarkkitehtuuri.

Pakettikytkentäisen osan SGSN-funktioihin perustuva online-laskutus toteutetaan CAMEL (Customized Applications for Mobile networks Enhanced Logic) -tekniikoilla. Järjestelmän toteutusta ei käsitellä tässä dokumentissa. Pakettikytkentäisen osan GGSN-pohjaisen online-laskutuksen arkkitehtuuri esitetään kuvassa 3.15 [9, sivu 16]. Toteutuksessa käytetään GGSN-funktioita, joihin kuuluu PCEF (Policy and Charging Enforcement Function). Laskutustapahtumien siirtoon OCS:lle käytetään Ro-rajapintaa.

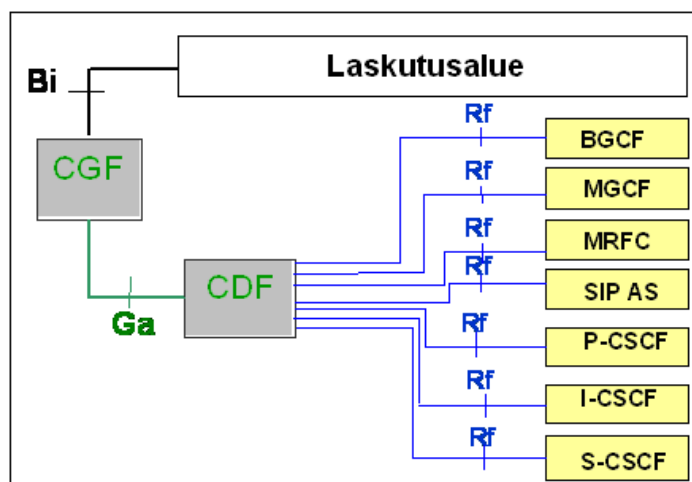


Kuva 3.15: Pakettikytkentäisen osan online-laskutusarkkitehtuuri.

3.3.2 Laskutus IP Multimedia Subsystem (IMS) -järjestelmässä

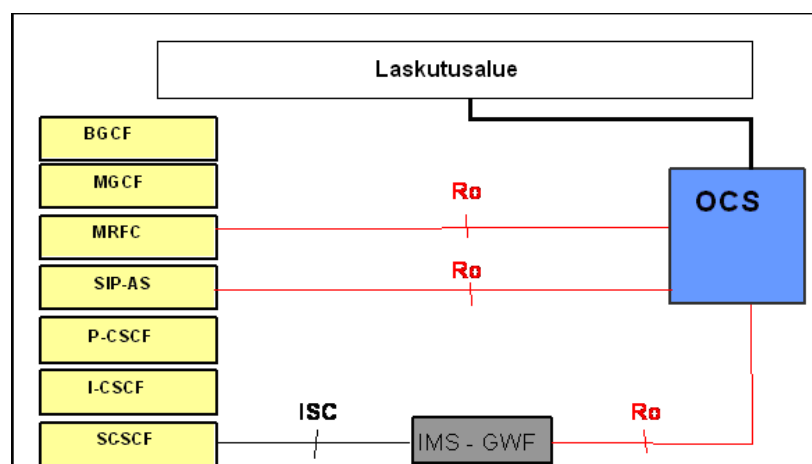
Laskutus IP Multimedia Subsystem (IMS) -järjestelmässä (engl. IP Multimedia Subsystem (IMS) charging) -dokumentissa määritellään offline- ja online-laskutusten toiminta IMS-järjestelmässä. Dokumentissa kuvaillaan IMS:n offline- ja online-laskutusten arkkitehtuuri ja laskutustapahtumat. Dokumentissa määritellään offline-laskutuksen tuottamien CDR:ien rakenne ja sisällöt sekä online-laskutuksen laskutustapahtumat. [10]

Kuvassa 3.16 [10, sivu 11] esitetään yleiskuva IMS:n offline-laskutuksen arkkitehtuurista.



Kuva 3.16: IMS:n offline-laskutusarkkitehtuuri.

Kuvassa 3.17 [10, sivu 11] esitetään IMS:n online-laskutuksen arkkitehtuuri.



Kuva 3.17: IMS:n online-laskutusarkkitehtuuri.

3.3.3 Laskutus Wireless Local Area Network (WLAN) -osassa

Laskutus Wireless Local Area Network (WLAN) -osassa (engl. Wireless Local Area Network (WLAN) charging) -dokumentissa määritellään offline- ja online-laskutusten toiminta verkon WLAN-osassa. Dokumentissa kuvaillaan WLANin offline- ja online-laskutusten arkkitehtuuri ja laskutustapahtumat. Dokumentissa määritellään offline-laskutuksen tuottamien CDR:ien rakenne ja sisällöt sekä online-laskutuksen laskutustapahtumat. [11]

WLANin laskutusprosessiin osallistuvat WLAN-verkon elementeistä *WLAN Access Network (WLAN AN)*, *WLAN AAA Proxy/Server* sekä *Packet Data Gateway (PDG)*, joilla on integroitu CTF. CDF:n ja CGF:n toimintojen sijoittelu vaihtelee verkkoelementteittäin. Kuvassa 3.18 [11, sivu 15] esitetään seuraavaksi kuvailtavan sijoittelun mukainen WLANin offline-laskutustoteutus.

WLAN ANissa on integroitu CTF. CDF ja CGF sijaitsevat WLAN ANin ulkopuolella. 3GPP AAA Proxy puskuroi laskutusinformaation, joka vastaanotetaan vieraassa verkossa oltaessa WLAN ANilta CDF:lle Wa-rajapinnan kautta Wf-referenssipisteen yli ja 3GPP AAA Proxy Serverille Wd-referenssipisteen kautta, kun ollaan tilaajan kotiverkossa. *3GPP AAA Proxy* on käytössä vain liikkuvien käyttäjien tapauksissa.

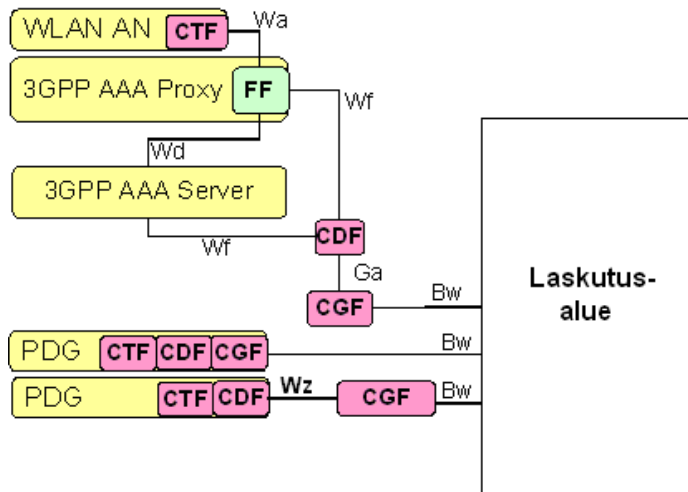
3GPP AAA Server puskuroi laskutusinformaation, joka vastaanotetaan WLAN ANilta Wa-referenssipisteen yli (ei-liikkuvat käyttäjät). Kun ollaan vieraassa verkossa, laskutusinformaatio vastaanotetaan 3GPP AAA Proxy Serveriltä Wd-referenssipisteen yli (liikkuvat käyttäjät) CDF:lle Wf-referenssipisteen yli.

WLAN PDG:ssä CTF ja CDF ovat integroituna PDG:hen. CGF voi kuitenkin olla myös fyysisesti erillisen kokonaisuus. Jos CGF sijaitsee PDG:n ulkopuolella, CDF lähettää CDR:t CGF:lle Ga-rajapinnan yli.

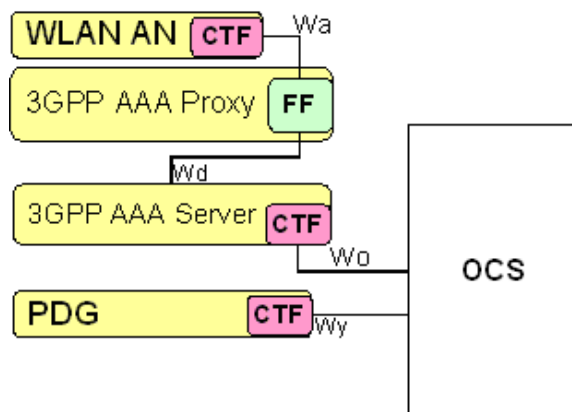
WLANin online-laskutus perustuu AAA- ja PDG-funktioihin, jotka käyttävät Ro-rajapintaa (Wy-referenssipiste). WLANin online-laskutuksen arkkitehtuuri esitetään kuvassa 3.19 [11, sivu 15].

3.3.4 Laskutus Multimedia Messaging Service (MMS) -palvelussa

Laskutus Multimedia Messaging Service (MMS) -palvelussa (engl. Multimedia Messaging Service (MMS) charging) -dokumentissa määritellään offline- ja online-laskutusten toiminta MMS-palvelussa. Dokumentissa kuvaillaan MMS:n offline- ja online-laskutusten arkkitehtuuri ja laskutustapahtumat. Dokumentissa määritellään offline-laskutuksen tuottamien CDR:ien rakenne ja sisällöt sekä online-laskutuksen laskutustapahtumat. [12]



Kuva 3.18: WLANin offline-laskutusarkkitehtuuri.



Kuva 3.19: WLANin online-laskutusarkkitehtuuri.

MMS:ssä kaikki laskutusfunktiot (CTF, CDF ja CGF) sijaitsevat *Multimedia Messaging Relay/Serverin* (MMS R/S) sisällä, eli MMS R/S on suoraan yhteydessä laskutusalueeseen Bm-rajapinnan kautta. Bm on MMS:n erityinen muunnos yleisestä Bx-rajapinnasta. Tällainen arkkitehtuuri merkitsee sitä, että MMS:llä ei ole erillistä CDF:ää ja CGF:ää, eikä siten vastaavia avoimia rajapintoja näiden funktioiden välillä. Kuvassa 3.20 [12, sivu 13] esitetään MMS:n offline-laskutuksen arkkitehtuuri.



Kuva 3.20: MMS:n offline-laskutusarkkitehtuuri.

MMS:n online-laskutus perustuu MMS R/S:n toimintaan. Online-laskutuksessa MMS R/S käyttää Ro-rajapintaa laskutusinformaation siirtoon OCS:lle. Ro-referenssipiste käsittää kaikki MMS:n vaatimat online-laskutuksen toiminnallisuudet. Kuvassa 3.21 [12, sivu 13] esitetään MMS:n online-laskutuksen arkkitehtuuri.



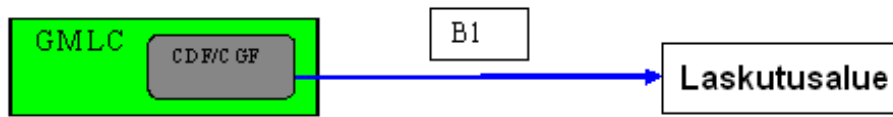
Kuva 3.21: MMS:n online-laskutusarkkitehtuuri.

3.3.5 Laskutus Location Services (LCS) -palvelussa

Laskutus Location Services (LCS) -palvelussa (engl. *Location Services (LCS) charging*) -dokumentissa määritellään offline- ja online-laskutusten toiminta LCS-palvelussa. Dokumentissa määritellään offline-laskutuksen tuottamien CDR:ien rakenne ja sisällöt sekä online-laskutuksen laskutustapahtumat. [13]

LCS:ssä kaikki laskutusfunktiot (CTF, CDF ja CGF) sijaitsevat LCS:n sisällä, eli Gateway MLC (GMLC) on suoraan yhteydessä laskutusalueeseen Bl-rajapinnan kautta. Bl on LCS:n erityinen muunnos yleisestä Bx-rajapinnasta. Tällainen arkkitehtuuri merkitsee sitä, että LCS:llä ei ole erillistä CDF:ää ja CGF:ää, eikä siten vastaavia avoimia rajapintoja näiden funktioiden välillä. Kuvassa 3.22 [13, sivu 11] esitetään LCS:n offline-laskutuksen arkkitehtuuri.

Tarvittaessa järjestelmien toimittajien on perustoteutuksesta poiketen mahdollista toteuttaa LCS:lle erillinen CDF ja CGF. Tällöin näiden funktioiden välisten ra-



Kuva 3.22: LCS:n offline-laskutusarkkitehtuuri.

japintojen täytyy noudattaa mahdollisimman tarkoin Rf- ja Ga-rajapintojen määrittelyä.

LCS:n online-laskutus perustuu GMLC:n toimintaan. Online-laskutuksessa GMLC käyttää Ro-rajapintaa laskutusinformaation siirtoon OCS:lle. Ro-referenssipiste käsittelee kaikki LCS:n vaatimat online-laskutuksen toiminnallisuudet. Kuvassa 3.23 [13, sivu 11] esitetään LCS:n online-laskutuksen arkkitehtuuri.



Kuva 3.23: LCS:n online-laskutusarkkitehtuuri.

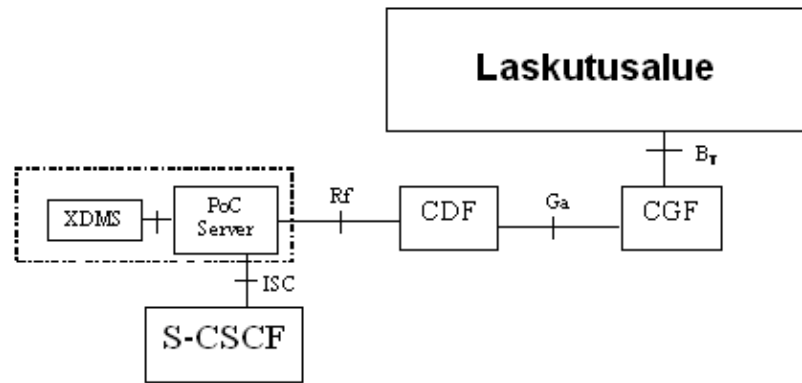
3.3.6 Laskutus Push-to-talk over Cellular (PoC) -palvelussa

Laskutus Push-to-talk over Cellular (PoC) -palvelussa (engl. Push-to-talk over Cellular (PoC) charging) -dokumentissa määritellään offline- ja online-laskutusten toiminta PoC-palvelussa. Dokumentissa määritellään offline-laskutuksen tuottamien CDR:ien rakenne ja sisällöt sekä online-laskutuksen laskutustapahtumat. [14]

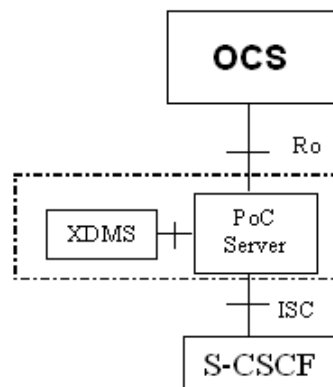
Kuvassa 3.24 [14, sivu 22] esitetään PoC:n offline-laskutuksen arkkitehtuuri.

PoC-palvelin sisältää integroidun CTF:n, joka luo laskutustapahtumat ja lähettää ne edelleen CDF:lle. CDF luo CDR:t, jotka siirretään edelleen CGF:lle. Lopuksi CGF luo CDR-tiedostot ja lähettää ne laskutusalueelle.

Kuvassa 3.25 [14, sivu 22] esitetään PoC:n online-laskutuksen arkkitehtuuri. Online-laskutuksessa PoC-palvelin käyttää Ro-rajapintaa laskutusinformaation siirtoon OCS:lle.



Kuva 3.24: PoC:n offline-laskutusarkkitehtuuri.

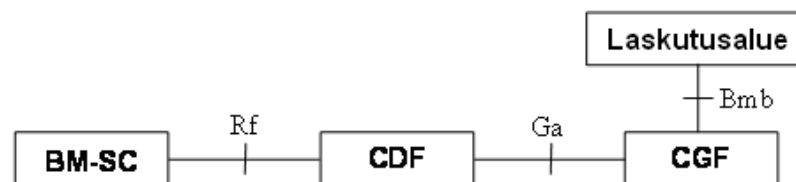


Kuva 3.25: PoC:n online-laskutusarkkitehtuuri.

3.3.7 Laskutus Multimedia Broadcast and Multicast Service (MBMS) -palvelussa

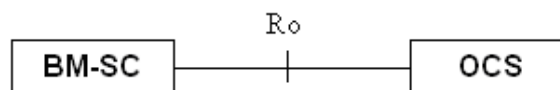
Laskutus Multimedia Broadcast and Multicast Service (MBMS) -palvelussa (engl. *Multimedia Broadcast and Multicast Service (MBMS) charging*) -dokumentissa määritellään offline- ja online-laskutusten toiminta Multimedia Broadcast and Multicast Service (MBMS) -palvelussa. Dokumentissa kuvaillaan MBMS:n offline- ja online-laskutusten arkkitehtuuri ja laskutustapahtumat. Dokumentissa määritellään offline-laskutuksen tuottamien CDR:ien sisällöt sekä online-laskutuksen laskutustapahtumat. [15]

Kuvassa 3.26 [15, sivu 11] esitetään MBMS:n offline-laskutuksen arkkitehtuuri. MBMS:n *Broadcast Multicast - Service Centre* (BM-SC) sisältää integroidun CTF:n, joka luo laskutustapahtumat, jotka siirretään edelleen CDF:lle Rf-referenssipisteen kautta.



Kuva 3.26: MBMS:n offline-laskutusarkkitehtuuri.

Kuvassa 3.27 [15, sivu 11] esitetään MBMS:n online-laskutuksen arkkitehtuuri. Online-laskutuksessa BM-SC käyttää Ro-rajapintaa laskutusinformaation siirtoon OCS:lle.



Kuva 3.27: MBMS:n online-laskutusarkkitehtuuri.

4 Laskutusesimerkkien toteutus

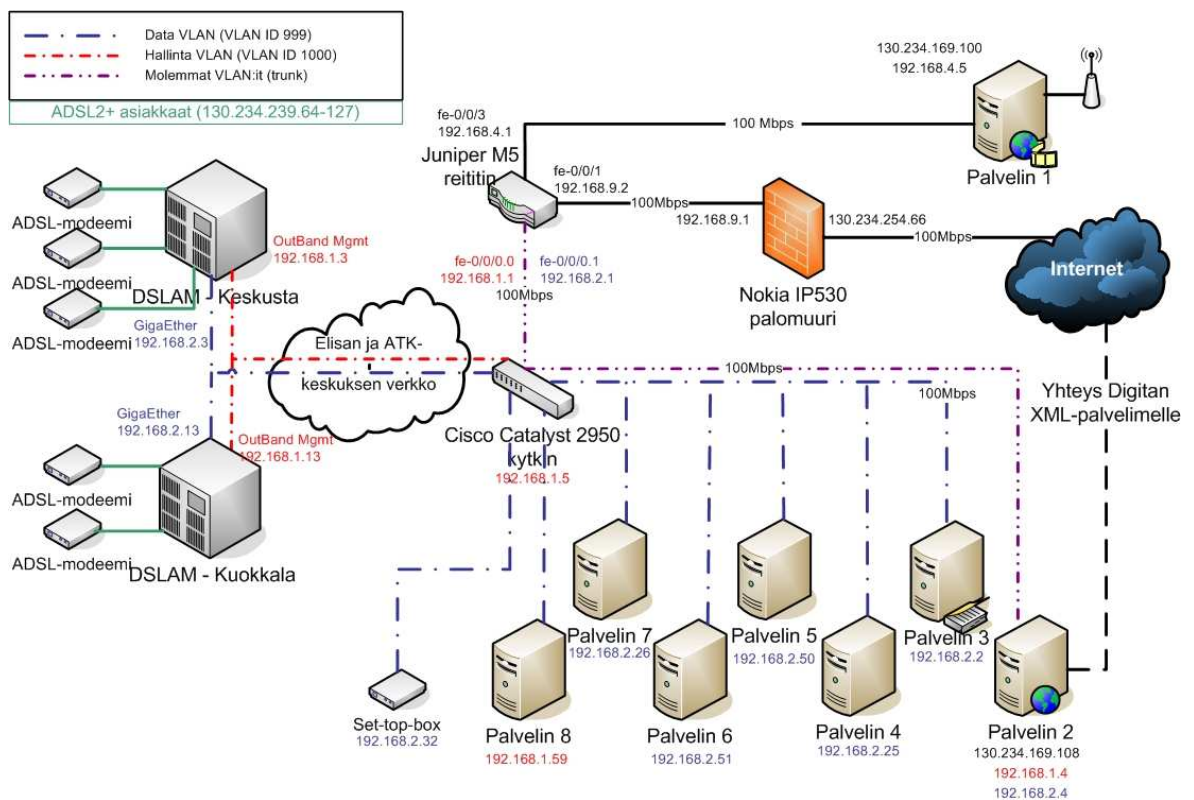
Tässä luvussa käsitellään erilaisten PalHaLa-IPTV-pilottiverkon palveluita vastaavien palveluiden offline-laskutuksen toteutusta 3G-ympäristössä. Pilottiverkon palvelut kuvaillaan lyhyesti ja pohditaan mahdollisia vastaavia toteuksia 3G-ympäristössä. 3G-verkon tuottamien CDR:ien sisältöjä tarkastellaan palvelukohtaisesti. Laskutusesimerkkien toteutus perustuu tutkielman teoriaosan ja 3GPP:n laskutusdokumenttien tietoihin.

4.1 Testiympäristö

PalHaLa on Jyväskylän yliopiston PalHaLa-projektissa toteutettu pilottiverkko, jossa testataan IPTV- ja muita palveluita ADSL-asiakkaille. PalHaLa-pilottiverkon alkuperäinen rakenne esitetään kuvassa 4.1 [16, sivu 35]. Verkon toiminta kuvataan yksityiskohtaisemmin lähteessä [16]. Tällä hetkellä testiverkko sijaitsee kokonaisuudessaan Jyväskylän yliopiston tietoliikennelaboratoriolla ja verkkoon kuuluu useita reitittimiä ja kytkimiä. Elisa Oyj ei ole nykyään enää mukana projektissa. Verkon rakenne muuttuu koko ajan, koska kyseessä on testiverkko.

4.2 IPTV

IPTV (Internet Protocol Television) tarkoittaa digitaalisen televisiopalvelun lähettämistä IP-verkon välityksellä. PalHaLa-verkossa on IPTV-palvelinkone, jossa toimii IPTV-palvelinsovellus. Sovellus vastaanottaa DVB-lähetystä ja lähettää sen eteenpäin pilottiverkon asiakkaille ryhmälähetystenä. Käytännössä palvelin paketoitua vastaanotetun DVB-lähetysten MPEG-2-TS:t IP- ja UDP-kehikseen ja lähettää eteenpäin reitittimelle ryhmälähetysosoitteisiin. Palvelin vastaanottaa Suomessa lähetettävät kolme kanavapakettia, joita käyttäjä voi tilata joko määräaikaikaisina tai jatkuvina. Tilauksen kesto on kummassakin tapauksessa vapaasti määriteltävissä. IPTV-palvelimen toiminta kuvataan tarkemmin lähteessä [16, sivu 53].



Kuva 4.1: PalHaLa-pilottiverkko.

4.2.1 Laskutus

Mobiilioperaattorit käyttävät mobiili-TV-palvelun laskutukseen esimerkiksi 24 tunnin tai yhden kuukauden kiinteään katseluaikaan perustuvaa veloitusta. Mobiili-TV toteutetaan yleisesti GPRS:n avulla. Tulevaisuudessa mobiili-TV:n toteutukseen voidaan käyttää esimerkiksi MBMS-tekniikkaa, jonka avulla samaa sisältöä lähetetään usealle käyttäjälle, jolloin säästetään verkon kapasiteettia. MBMS-palvelun laskutusta käsitellään lähteessä [15]. MBMS:ää tukevia päätelaitteita tulee markkinoille vuoden 2007 aikana.

Oletetaan tässä esimerkissä, että mobiili-TV-palvelu toteutetaan 3G-verkossa GPRS:n avulla ja palvelun käytöstä veloitetaan suoraan katseluajan mukaan. Oletetaan, että käyttäjän päätelaite muodostaa mobiili-TV:n katselua varten GPRS-yhteyden palvelevan SGSN-verkkosolmun kanssa. Tällöin tapahtumasta tuotettavat CDR:t ovat tyyppiä S-CDR. SGSN:n käytöstä tuotetaan myös usean muun tyyppiä CDR:iä (kuten M-CDR, S-SMO-CDR ja S-SMT-CDR) esimerkiksi liikkuvuuden hallinnan tietojen tallennusta ja tekstiviestien lähetyksen laskutusta varten. Oletetaan kuitenkin tilanteen yksinkertaistamiseksi, että käyttäjä ei liiku, eikä palvelevien verkkosolmujen vaihtoja tapahdu.

4.2.2 CDR:t

Kun käyttäjä käynnistää palvelun, päätelaitteen ja palvelevan SGSN-verkkosolmun välille muodostetaan GPRS-yhteys. Käyttäjä tunnustetaan MSISDN:n (Mobile Station ISDN Number) ja/tai IMSIn (International Mobile Subscriber Identity) avulla. GPRS-yhteys määritetään erityisen tunnusteen avulla. Tunniste kirjoitetaan jokaisen CDR:n *Charging ID* -kenttään.

Laskutuksessa CDR:ien luonnin laukaisevat tekijät ovat hyvin monipuolisella tavalla operaattorin määriteltävissä. Asiakaskohtaiset laskutusperusteet (*engl. Charging Characteristics*) siirretään palvelevalle verkkosolmulle verkon HLR:stä. CDR:ien luonnin laukaisun perusteena voidaan käyttää datamäärää, tiettyä ajanjaksoa tai tiettyä laskutusolosuhteiden muutosten (kuten QoS:n muutos tai tariffiajan muutos) maksimimäärää. Tiettyjen laukaisuehtojen täyttymisistä kirjataan tiedot aikaleimattuina S-CDR:n *List of Traffic Volumes* -kenttään. Kirjattavia tietoja ovat palvelunlaadun muutos, tariffiajan muutos, suoran tunneloinnin käynnistäminen/katkaiseminen SGSN:ään sekä CDR:n sulkeminen. [9]

S-CDR-tyyppisten CDR:ien sulkemiselle määritellään spesifikaatioissa tietyt laukaisevat tekijät. Tällaisia tekijöitä ovat GPRS-yhteyden päättymisen palvelevan SGSN:n sisällä (voi johtua GPRS-yhteyden katkaisusta tai SGSN:n vaihdosta) ja

operaattorin määrittelemät tekijät (CDR:n maksimi datamäärä, CDR:n aikarajoitus, maksimi laskutusolosuhteiden muutoksen määrä, operaattorin hallinnolliset toiminnot sekä SGSN:n sisäinen radorajapinnan vaihto GSM:stä UMTS:ään tai päinvas-toin). Jos GPRS-yhteys jatkuu CDR:n sulkemisen jälkeen, avataan uusi osittainen CDR, jonka *Record Sequence Number* -kenttään kirjoitetaan järjestyksessä seuraava osittaisen CDR:n sarjanumero.

Spesifikaatiossa [9, sivu 24] annetaan operaattorille alustavasti mahdollisuus määritellä S-CDR-tyyppisen CDR:n sulkemisen rajat seuraavasti: CDR-kohtainen datamäärä SGSN:ssä voidaan määritellä välille 100kB ja 100MB, yhden kilotavun tarkkuudella. Ensimmäinen datapaketti, joka ylittää määritellyn rajan, aiheuttaa S-CDR:n sulkemisen. S-CDR:ien pituus voidaan määritellä viidestä minuutista 24 tuntiin, yhden minuutin tarkkuudella. Yhteen S-CDR:ään on SGSN:ssä mahdollista kirjata vähintään 10 laskutusolosuhteiden muutosta. Kunkin datayhteyden laskutusperusteet kirjataan jokaisen tuotetun S-CDR:n *Charging Characteristics* -kenttään.

Valitaan tämän esimerkin mobiili-TV-palvelulle S-CDR:n pituudeksi 24 tuntia, S-CDR:n datamääräksi 100MB ja S-CDR:n laskutusolosuhteiden muutosten maksimimääräksi neljä. Valitaan tariffiajoiksi esimerkiksi aikavälit 0-7, 7-12, 12-18 ja 18-0.

Kun mobiili-TV-palvelu käynnistetään, avataan yhteyden laskutuksen aloitus-CDR, mikä tarkoittaa, että CDR:n kaikkiin kenttiin kirjoitetaan tiedot spesifikaatioiden mukaisesti. Aloitus-CDR:ää seuraavat CDR:t ovat osittaisia CDR:iä ja niihin kirjoitetaan vain pakollisten kenttien tiedot sekä kentät, joiden tiedot ovat muuttuneet edeltäviin CDR:iin verrattuna. Uusi osittainen CDR luodaan vähintään 24 tunnin välein, tai useammin, jos CDR:n sulkemisen ehdot täyttyvät (esimerkiksi CDR:n datamäärän täyttyminen tai laskutusolosuhteiden muutosten maksimimäärän täyttyminen). Kun käyttäjä lopettaa palvelun, viimeisin auki oleva CDR suljetaan ja sulkeminen kirjataan S-CDR:n *List of Traffic Volumes* -kenttään. S-CDR:n kesto kirjataan *Duration*-kenttään.

S-CDR:n parametrit kuvataan liitteessä A [9, sivu 40]. CDR:ien parametrit jaetaan pakollisiin (M), ehdollisiin (C) ja operaattorin valinnaisiin (O_M tai O_C). Osa parametreista voi saada jomman kumman seuraavista arvoista: (M):llä merkityt parametrit ovat pakollisia, ja niiden täytyy aina sisältyä CDR:ään. (C):llä merkittyjen parametrien täytyy olla mukana CDR:ssä tiettyjen ehtojen (määritellään parametrien kuvauksissa) täytyessä. Muut CDR-parametrit ovat operaattorin valittavissa (O). Operaattori päättää, luodaanko näitä parametreja järjestelmässä. Operaattorin valitsemat parametrit jaetaan edelleen kahteen luokkaan: O_M :llä merkitään parametreja, jotka sisältyvät aina CDR:ään. O_C :llä merkityt parametrit sisältyvät CDR:ään vain tiettyjen ehtojen täytyessä.

4.3 Verkkosivujen selailu

PalHaLa-verkossa käyttäjille tarjotaan ADSL -Internet-yhteys, jonka taattu latausnopeus käyttäjän suuntaan on 10 Mbit/s. Internetiä on mahdollista käyttää joko IPTV:n käyttöliittymän kautta tai tavalliseen tapaan tietokoneella. [16, sivu 38]

4.3.1 Laskutus

Oletetaan, että verkkosivujen selailu toteutetaan 3G-verkossa GPRS:n avulla ja palvelusta veloitetaan siirretyn datamäärän mukaan. Oletetaan, että käyttäjän pääte-laite muodostaa verkkosivujen selailua varten GPRS-yhteyden palvelevan SGSN-verkkosolmun kanssa. Tällöin tuotetut SGSN:n CDR:t ovat tyyppiä S-CDR. Oletetaan tilanteen yksinkertaistamiseksi, että käyttäjä ei liiku, eikä palvelevien verkkosolmujen vaihtoja tapahdu.

4.3.2 CDR:t

Verkkosivujen selauksesta tuotetut CDR:t ovat tyyppiä S-CDR, kuten IPTV-palvelussakin, mutta tässä tapauksessa laskutus perustuu siirrettyyn datamäärään. Yhteyden aikana siirretyt datamäärät kirjataan S-CDR:n *List of Traffic Volumes* -kenttään. Kenttään kirjoitetaan uusi tietue aina tietyn laskutusehdon täytyessä. Siirretty data eritellään uplink- ja downlink-liikenteen mukaan. Yhden S-CDR:n maksimidatamääräksi voidaan spesifikaatioiden mukaan valita jokin arvo 100kB:n ja 100MB:n väliltä, yhden kilotavun tarkkuudella. Valitaan CDR:n kooksi esimerkiksi 10MB. Valitaan CDR:n pituudeksi yksi tunti, laskutusolosuhteiden muutosten maksimimääräksi viisi ja tariffiajoiksi aikaväli 0-24.

Kun palvelu käynnistyy, avataan aloitus-CDR, jonka kaikkiin kenttiin kirjoitetaan tiedot. Seuraaviin osittaisiin CDR:iin kirjoitetaan vain pakollisten kenttien tiedot sekä kentät, joiden tiedot ovat muuttuneet edeltäviin CDR:iin verrattuna. Uusi osittainen CDR luodaan aina, kun CDR:n maksimidatamäärä on täyttynyt, tai jos CDR:n sulkemisen ehdot täyttyvät (esimerkiksi laskutusolosuhteiden muutosten maksimimäärän täytyminen). Kun käyttäjä lopettaa palvelun, viimeisin auki oleva CDR suljetaan ja sulkeminen kirjataan S-CDR:n *List of Traffic Volumes* -kenttään.

Valituilla laskutusparametrien arvoilla verkkosivujen selauksesta luodaan uusi osittainen CDR vähintään kerran tunnissa. Jos kiinteä datan siirtonopeus olisi esimerkiksi 50kB/s, uusi osittainen CDR luotaisiin 200 sekunnin välein. Jos otettaisiin huomioon kaikki S-CDR:ien tuotantoon vaikuttavat tekijät, kuten verkkosolmujen vaihdot, osittaisia CDR:iä syntyisi mahdollisesti useammin.

4.4 TV-pelit

PalHaLassa on toteutettu TV-pelipalvelu kahdella fyysisellä koneella. Yksi palvelimista suorittaa pelejä ja lähettää niiden videokuvan toiselle koneelle, joka muuttaa videokuvan MPEG-2 muotoon ja lähettää ryhmälähetyksenä IPTV-verkkoon. Pelejä ohjataan IPTV-set-top-boxin kaukosäätimellä. Tämä on mahdollista siten, että pelattaessa avataan pelipalvelimelta WWW-sivu, johon liitetään pelikanavalla oleva kuva päälaitteen TOI/JS-rajapinnan avulla. Käyttäjälle tarjotaan erilaisia toimintoja, joilla hän pystyy pelaamaan peliä. Sivuilta lähetetyt HTTP-viestit menevät pelipalvelimen WWW-palvelimelle ja sitä kautta muokkaavat peliä. Pelipalvelimien toiminta kuvataan tarkemmin lähteessä [16, sivu 47].

4.4.1 Laskutus

Oletetaan, että TV-pelien pelaaminen toteutetaan 3G-järjestelmässä SMS-viestien avulla ja jokaisesta lähetetystä viestistä veloitetaan. Oletetaan, että käyttäjän päätelaite lähettää viestit palvelevan SGSN-verkkosolmun kautta. Tällöin SGSN:n kautta lähetetyistä viesteistä tuotetut CDR:t ovat tyyppiä S-SMO-CDR (SGSN Mobile Originated CDR). Oletetaan tilanteen yksinkertaistamiseksi, että käyttäjä ei liiku, eikä palvelevien verkkosolmujen vaihtoja tapahdu.

4.4.2 CDR:t

Jokaisesta lähetetystä peliviestistä tuotetaan yksi S-SMO-CDR-tyyppinen CDR. SGSN:n S-SMO-CDR-tyyppisen (pätelaitteelta lähetetty SMS) CDR:n parametrit kuvataan liitteessä B [9, sivu 44].

4.5 Verkkovideonauhoitus

PalHaLa-portaalin yhteydessä toimii nauhoitussovellus, jolla voi nauhoittaa televisio-ohjelmia palvelimelle ja sen jälkeen katsella nauhoituksia tilausvideona. Toteutukseen kuuluu kaksi erillistä fyysistä palvelinta. Yhdellä koneista toimii nauhoitussovellus, joka nauhoittaa ohjelmat. Toisella koneella osana PalHaLa-portaalia on WWW-sivusto, joka toimii käyttöliittymänä sovellukseen. Tietokanta toimii rajapintana sovelluksen eri osien välillä siten, että käyttöliittymänä toimiva sivusto lisää tietokantaan nauhoitusten tiedot. Nauhoituspalvelin tallentaa ohjelmia tietokannan tietojen mukaisesti. Videon katselussa käyttäjä ottaa yhteyden ensin WWW-palvelimeen, minkä jälkeen päätelaite ottaa yhteyden VoD-palvelimeen. Nauhoitus-

sovelluksen toiminta kuvataan tarkemmin lähteessä [16, sivu 53].

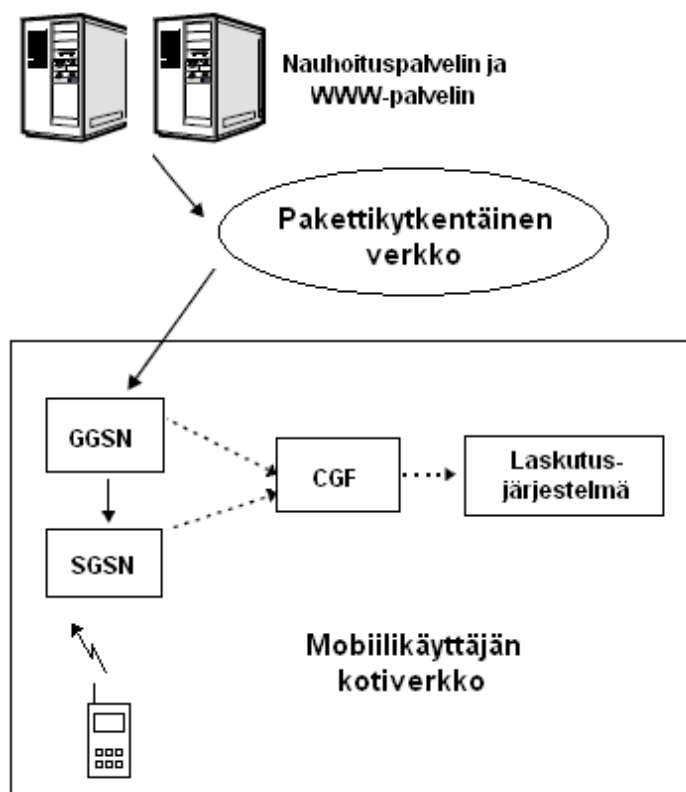
4.5.1 Laskutus

Oletetaan, että verkkovideonauhoituspalvelu toteutetaan 3G-verkossa GPRS:n avulla. Oletetaan, että palvelusta veloitetaan nauhoituksen koon mukaan ja videoiden katselusta katseluajan mukaan. Videon katselusta voitaisiin laskuttaa myös kerta-veloituksena. Tällöin olisi käyttäjää kohtaan oikeudenmukaista, että palvelusta ei veloitettaisi, mikäli yhteyden katkeaminen ei olisi käyttäjän aiheuttama. Järjestelyn toteuttaminen onnistuisi varsin helposti, sillä CDR:iin voidaan tallentaa yhteyden katkeamiseen syy.

Oletetaan, että käyttäjän päätelaite muodostaa palvelun alussa GPRS-yhteyden palvelevan SGSN-verkkosolmun kanssa. Koska palvelimet sijaitsevat käyttäjän kotiverkon ulkopuolella, palveleva SGSN käyttää GGSN-verkkosolmua yhteyden muodostamiseen ulkopuoliseen verkkoon. Tilanne esitetään kuvassa 4.2. SGSN tuottaa palvelusta S-CDR-tyyppisiä CDR:iä. Palvelun laskutukseen voitaisiin soveltaa vuopohjaista laskutusta (FBC), jolloin GGSN:n tuottamat CDR:t ovat eG-CDR-tyyppisiä. eG-CDR:ien avulla voidaan rekisteröidä ja veloittaa erikseen useita GPRS-yhteyden sisäisiä datavirtoja. Ominaisuuden avulla voitaisiin tässä tapauksessa toteuttaa palvelun ohjausviestien ja tilausvideon siirron veloitus eri laskutusperustein. Tiedot kunkin datavirran palvelunlaadun muutoksista ja datamääristä voidaan kirjata laskutusolosuhteiden muutosten perusteella aikaleimattuina eG-CDR:n *List of Service Data* -kenttään.

4.5.2 CDR:t

Ajatellaan, että nauhoituksen asetuksen ja videon katselun ohjausviestit sekä videon siirto käsitellään eri laskutusperustein veloitettavina datavirtoina. Yhteyden alussa avataan sekä S-CDR- että eG-CDR-tyyppinen CDR. Kummankin CDR:n *Charging ID* -kenttiin kirjoitetaan yhteinen, kyseisen GPRS-yhteyden määrittävä tunniste. eG-CDR:n laskutustietojen luonnin laukaisun perusteet määritellään datavirtakohtaisesti samaan tapaan, kuin osittaisten CDR:ien luonnin laukaisevat tekijät määriteltiin aikaisemmissa esimerkeissä. Tässä tapauksessa aina eG-CDR:n *List of Service Data* -kenttään luodaan uusi tietue sille datavirralle, jonka laskutusehdot täyttyvät. eG-CDR:n sulkemisen laukaisevat tekijät ovat vastaavat kuin S-CDR:n, mutta eG-CDR:n sulkemisen voivat aiheuttaa lisäksi päätelaitteen aikavyöhykkeen muutos, verkon sisäinen SGSN:n vaihto sekä käytettävän radiorajapinnan muutos (eG-CDR:n *RAT Type* -kenttä). Uusi osittainen eG-CDR luodaan, jos yhteyden aloitus-eG-



Kuva 4.2: Nauhoituspalvelin, WWW-palvelin ja 3G-verkko.

CDR:n sulkemisen jälkeenkin jatkuu. eG-CDR:n parametrit esitetään liitteessä C.

4.6 Tilausvideopalvelu

VoD (Video on Demand) eli tilausvideot on tekniikka, jonka avulla voidaan lähettää reaaliaikaista videodataa käyttäjän pyynnöstä. PalHaLa-projektissa on VoD-palvelin, johon on toteutettu ainoastaan videon katsomisen aloitus- ja lopetustoiminnot. Palvelin käsittelee vain RTSP-viestejä, joilla hoidetaan yhteyden luomiseen ja katkaisemiseen tarkoitettu signaalointi. Vastaanotettuaan yhteydenoton palvelin keskustelee asiakkaan kanssa. Onnistuneen keskustelun jälkeen palvelin tarkistaa tietokannasta tilatun ohjelman pituuden. Tämän jälkeen palvelin aloittaa uuden prosessin, jossa lähetetään asiakkaan tilaamaa vuota asiakkaan IP-osoitteeseen. Palvelin pitää kaikki prosessit hallinnassaan ja lopettaa ne mikäli elokuvan kesto tulee täyteen tai asiakas lähettää lopetusviestin.

VoD-osuus muistuttaa paljon PalHaLa-portaalin nauhoitusosuudessa olevia nauhoitusten selailu- ja katselusivuja. Sovelluksessa on tietokantataulu *vods*, joka sisältää jokaisen VoDin tiedot, sekä taulu *vod_log*, joka sisältää kaikki VoDien tilaukset. VoDien selaussivu näyttää kaikki VoDit, jotka ovat tietokannassa, ja käyttäjä voi valita listasta haluamansa VoDin katsottavaksi. VoDin katsomissivulla on käytetty samoja TOI/JS-funktioita ohjelman katsomisen aloittamiseen kuin nauhoitusten katsomisessa. Tilausvideopalvelun toiminta kuvataan tarkemmin lähteessä [16, sivu 53].

4.6.1 Laskutus

Tilausvideopalvelun laskutus toimisi periaatteeltaan samoin, kuin edellisen kohdan verkkovideonauhoituksen katselun laskutus. Tilausvideopalvelusta voitaisiin veloittaa joko kertaveloituksena tai videon katseluajan mukaan. Palvelun laskutukseen voitaisiin myös soveltaa vuopohjaista laskutusta, jolloin palvelun ohjausviestejä ja itse videon siirtoa käsiteltäisiin erillisinä datavirtoina, ja niihin voitaisiin soveltaa eri laskutusperusteita. Voisi myös ajatella, että tämän kaltaisessa palvelussa myös palvelua tarjoava verkkopalvelin tuottaisi laskutusdataa operaattorin laskutusjärjestelmään. Tämä esitetään kuitenkin vain ajatuksena ja mahdollinen toteutus vaatisi tarkempaa selvitystä.

4.6.2 CDR:t

Palvelusta tuotetaan sekä S-CDR- että eG-CDR-tyyppisiä CDR:iä. eG-CDR:n *List of Service Data* -kenttään luodaan uusi datavirtakohtainen tietue aina, kun joko tilausvideon ohjausviestien tai videon siirron datavirroille määritellyt laskutusolosuhteiden muutokset täyttyvät. eG-CDR:n parametrit kuvataan liitteessä C.

5 Yhteenveto

Tässä tutkielmassa käsiteltiin datapohjaista laskutusta ja palveluiden tuottamista 3G-mobiiliverkoissa. Ensimmäinen luku alkoi johdannolla tutkielman aiheeseen, minkä jälkeen luotiin lyhyt katsaus mobiiliverkkojen ja -palveluiden tilaan maailmalla tutkielman kirjoitushetkellä. Tutkielman toisessa luvussa kuvattiin lyhyesti laskutuksen toimintaa nykyisissä matkapuhelinverkoissa, minkä jälkeen siirryttiin käsittelemään 3G-verkon laskutuksen toimintaa. Luvussa käsiteltiin datapohjaisen laskutuksen toteutuksen liittyviä teknisiä haasteita ja erilaisia mobiilipalveluiden toteutuksen liiketoimintamalleja. Luvun lopuksi esiteltiin tutkimusesimerkki, jossa esitettiin malli mobiiliverkon eri toimijoiden välisen reaaliaikaisen tulojen jaon toteutukseen sekä palvelunlaadun mittaamiseen. Tutkielman kolmannessa luvussa käsiteltiin keskeisten 3GPP:n laskutusarkkitehtuuria ja laskutusdatan siirtoa käsittelevien laskutusdokumenttien sisältöjä. Tutkielman neljännen luvun käytännön osuudessa pohdittiin PalHaLa-IPTV-pilottiverkon palveluita vastaavien mobiilipalveluiden laskutuksen toteutusta 3G-ympäristössä.

3G-verkon datan määrään perustuvan laskutuksen toteuttaminen on paljon haastavampaa aikaisempaan, lähinnä yhteyden kestoon perustuvan laskutuksen toteutukseen verrattuna. Uusien laskutusjärjestelmien on otettava huomioon myös palvelunlaatu. Palveluiden toteutukseen voivat osallistua useat eri osapuolet ja laskutusjärjestelmän tulisi huolehtia automaattisesta tulojen jaosta eri toimijoiden, palveluntarjoajien ja operaattoreiden kesken.

Vaikka 3G-verkkojen kattavuus paranee koko ajan ja yhä useammalla matkapuhelimen käyttäjällä on 3G-päätelaite, uusien palveluiden käyttö on yhä varsin varovaista. Yksi suurimpia uusien mobiilipalveluiden käytön esteitä on palveluiden hinta. Nykyisen kaltaisista palveluiden sisällöistä ei vielä välttämättä olla valmiita maksamaan. Uusien, nopeampien mobiiliyhteyksien myötä Internetin käyttö ja TV:n katselu mobiililaitteella tulee kuitenkin yhä houkuttelevammaksi ja palveluiden käyttö lisääntyy.

Spesifikaatiot tarjoavat operaattoreille monipuoliset mahdollisuudet toteuttaa palveluiden laskutus sovelluskohtaisten tarpeiden mukaan. CDR:ien avulla voidaan kerätä yksityiskohtaista tietoa paitsi yhteyksien kestoista ja datamäärästä, myös palveluiden sisällöistä ja käyttäjien liikkeistä verkossa. Kerättyjä tietoja voidaan käyttää uusien palveluiden suunnittelussa ja verkon resurssien käytön optimoinnissa.

Tutkielman käytännön osuuden laskutusesimerkkien toteutuksen perusteella voidaan todeta, että 3G-palvelun laskutuksen toteutus voi käytännössä olla hyvinkin monimutkaista, kun otetaan huomioon eri palvelun käyttöön liittyvät muuttuvat tekijät, kuten verkkosolmujen vaihdot, käyttäjän sijainti ja palvelun ajankohta. Toisaalta laskutustiedon määrään voidaan vaikuttaa esimerkiksi CDR:ien valinnaisten parametrien avulla. Laskutuksen oikeanlaisella toteutuksella voidaan pienentää ja tasoittaa verkon kuormitusta, kerätä arvokasta tietoa verkon käytöstä sekä ilmeisen merkittävästi lisätä palveluiden käyttöä.

Lähteet

- [1] Maria Koutsopoulou, Alexandros Kaloxylos, Athanassia Alonistioti, Lazaros Merakos , *A generic framework for the management of Charging, Billing and Accounting process in heterogeneous networks*, Communication Networks Laboratory, Department of Informatics and Telecommunications, University of Athens. 15th IRMA International Conference, New Orleans, Louisiana, USA, toukokuu 2004.
- [2] B. D. Ary, G. Debrei and S. Imre, *Real-Time Charging in Third-Generation Mobile Networks*, Budapest University of Technology and Economics, Department of Telecommunications. CONTEL 2005 Conference: Telecom Market section, Zagreb, Kroatia, kesäkuu 2005.
- [3] Maria Koutsopoulou, Spyridon Panagiotakis, Zacharias Boufidis, Athanassia Alonistioti, Alexandros Kaloxylos, *Charging, Billing & Accounting in a multi-Operator and multi-Service Provider Environment*, Communication Networks Laboratory, Department of Informatics and Telecommunications, University of Athens. ANWIRE Workshop on Reconfigurability, Mykonos, Kreikka, syyskuu 2003.
- [4] Alexandros Kaloxylos, Athanassia Alonistioti, Lazaros Merakos, Maria Koutsopoulou, *A platform for charging, billing & accounting in future mobile networks*, Communication Networks Laboratory, Department of Informatics and Telecommunications, University of Athens. Elsevier Computer Communications, 2005.
- [5] Spyros Panagiotakis, Maria Koutsopoulou, Athanasia Alonistioti, *Business Models and Revenue Streams in 3G Market*, National and Kapodistrian University of Athens, Department of Informatics and Telecommunications, Communication Networks Laboratory. 14th IST Mobile & Wireless Communications Summit, Dresden, kesäkuu 2005.
- [6] Maria Koutsopoulou, Alexandros Kaloxylos, Athanassia Alonistioti, Katsuya Kawamura, Lazaros Merakos, *Evolution of the Charging, Accounting & Billing Management Schemes in Mobile Telecommunication Networks and the Internet*, Communication Networks Laboratory, Department of Informatics and Telecommunications, University of Athens.

- [7] The 3rd Generation Partnership Project, *Charging architecture and principles, versio 7.1.0, 19.12.2006*, saatavilla WWW-muodossa <URL:http://www.3gpp.org/ftp/Specs/archive/32_series/32.240/32240-710.zip>
- [8] The 3rd Generation Partnership Project, *Charging Data Record (CDR) file format and transfer, versio 7.0.0, 10.12.2006*, saatavilla WWW-muodossa <URL:http://www.3gpp.org/ftp/Specs/archive/32_series/32.297/32297-700.zip>
- [9] The 3rd Generation Partnership Project, *Packet Switched (PS) domain charging, versio 7.2.0, 19.12.2006*, saatavilla WWW-muodossa <URL:http://www.3gpp.org/ftp/Specs/archive/32_series/32.251/32251-720.zip>
- [10] The 3rd Generation Partnership Project, *IP Multimedia Subsystem (IMS) charging, versio 7.1.0, 19.12.2006*, saatavilla WWW-muodossa <URL:http://www.3gpp.org/ftp/Specs/archive/32_series/32.260/32260-710.zip>
- [11] The 3rd Generation Partnership Project, *Wireless Local Area Network (WLAN) charging, versio 7.0.0, 19.12.2006*, saatavilla WWW-muodossa <URL:http://www.3gpp.org/ftp/Specs/archive/32_series/32.252/32252-700.zip>
- [12] The 3rd Generation Partnership Project, *Multimedia Messaging Service (MMS) charging, versio 6.6.0, 20.3.2006*, saatavilla WWW-muodossa <URL:http://www.3gpp.org/ftp/Specs/archive/32_series/32.270/32270-660.zip>
- [13] The 3rd Generation Partnership Project, *Location Services (LCS) charging, versio 6.2.0, 14.10.2005*, saatavilla WWW-muodossa <URL:http://www.3gpp.org/ftp/Specs/archive/32_series/32.271/32271-620.zip>
- [14] The 3rd Generation Partnership Project, *Push-to-talk over Cellular (PoC) charging, versio 7.2.0, 19.12.2006*, saatavilla WWW-muodossa <URL:http://www.3gpp.org/ftp/Specs/archive/32_series/32.272/32272-720.zip>

- [15] The 3rd Generation Partnership Project, *Multimedia Broadcast and Multicast Service (MBMS) charging, versio 7.0.0*, 19.12.2006, saatavilla WWW-muodossa <URL:http://www.3gpp.org/ftp/Specs/archive/32_series/32.273/32273-700.zip>
- [16] Paananen, Olavi, *IPTV ja lisäarvopalvelut ADSL-verkoissa*, Tietotekniikan pro gradu -tutkielma, Tietotekniikan laitos, Jyväskylän yliopisto, 2006.
- [17] <http://www.3g.co.uk>, *3G World*, saatavilla WWW-muodossa <URL:<http://www.3g.co.uk>>
- [18] <http://www.networkworld.com>, *Wireless & Mobile*, 22.2.2007, saatavilla WWW-muodossa <URL:<http://www.networkworld.com>>

A S-CDR

Field	Category	Description
Record Type	M	SGSN PDP context record.
Network Initiated PDP Context	O _C	A flag that is present if this is a network initiated PDP context.
Served IMSI	M	IMSI of the served party.
Served IMEI	O _C	The IMEI of the ME, if available.
SGSN Address	O _M	The IP address of the current SGSN.
MS Network Capability	O _M	The mobile station Network Capability.
Routing Area Code (RAC)	O _M	RAC at the time of "Record Opening Time".
Location Area Code (LAC)	O _M	LAC at the time of "Record Opening Time".
Cell Identifier	O _M	Cell identity for GSM or Service Area Code (SAC) for UMTS at the time of "Record Opening Time".
Charging ID	M	PDP context identifier used to identify this PDP context in different records created by SGSNs.
GGSN Address Used	M	The control plane IP address of the GGSN currently used. The GGSN address is always the same for an activated PDP context.
Access Point Name Network Identifier	O _M	The logical name of the connected access point to the external packet data network (network identifier part of APN).
PDP Type	O _M	PDP type, i.e. IP, PPP, IHOSS:OSP.
Served PDP Address	O _C	PDP address of the served IMSI, i.e. IPv4 or IPv6. This parameter shall be present except when both the PDP type is PPP and dynamic PDP address assignment is used.
List of Traffic Data Volumes	O _M	A list of changes in charging conditions for this PDP context, each change is time stamped. Charging conditions are used to categorize traffic volumes, such as per tariff period. Initial and subsequently changed QoS and corresponding data volumes are also listed.
Record Opening Time	M	Time stamp when PDP context is activated in this SGSN or record opening time on subsequent partial records.
Duration	M	Duration of this record in the SGSN.
SGSN Change	C	Present if this is first record after SGSN change.
Cause for Record Closing	M	The reason for closure of the record from this SGSN.
Diagnostics	O _M	A more detailed reason for the release of the connection.
Record Sequence Number	C	Partial record sequence number in this SGSN. Only present in case of partial records.
Node ID	O _M	Name of the recording entity.
Record Extensions	O _C	A set of network operator/manufacturer specific extensions to the record. Conditioned upon the existence of an extension.
Local Record Sequence Number	O _M	Consecutive record number created by this node. The number is allocated sequentially including all CDR types.
APN Selection Mode	O _M	An index indicating how the APN was selected.
Access Point Name Operator Identifier	O _M	The Operator Identifier part of the APN.
Served MSISDN	O _M	The primary MSISDN of the subscriber.
Charging Characteristics	M	The Charging Characteristics applied to the PDP context.
RAT Type	O _C	This field indicates the Radio Access Technology (RAT) type, e.g. UTRAN or GERAN, currently used by the Mobile Station as defined in TS 29.060
CAMEL Information	O _C	Set of CAMEL information related to PDP context. For more information see Description of Record Fields. This field is present if CAMEL service is activated.
RNC Unsent Downlink Volume	O _C	The downlink data volume, which the RNC has not sent to MS. This field is present when the RNC has provided unsent downlink volume count at RAB release.
Charging Characteristics Selection Mode	O _M	Holds information about how Charging Characteristics were selected.
Dynamic Address Flag	O _C	Indicates whether served PDP address is dynamic, which is allocated during PDP context activation. This field is missing if address is static.

Kuva A.1: S-CDR:n datakentät.

B S-SMO-CDR

Field	Category	Description
Record Type	M	SGSN Mobile Originated SMS.
Served IMSI	M	The IMSI of the subscriber.
Served IMEI	O _C	The IMEI of the ME, if available.
Served MSISDN	O _M	The primary MSISDN of the subscriber.
MS Network Capability	O _M	The mobile station network capability.
Service Centre	O _M	The address (E.164) of the SMS-service centre.
Recording Entity	O _M	The E.164 number of the SGSN.
Location Area Code	O _M	The Location Area Code from which the message originated.
Routing Area Code	O _M	The Routing Area Code from which the message originated.
Cell Identifier	O _M	The Cell Identity for GSM or Service Area Code (SAC) for UMTS from which the message originated.
Message Reference	M	A reference provided by the MS uniquely identifying this message.
Event Time Stamp	M	The time at which the message was received by the SGSN from the subscriber.
SMS Result	C	The result of the attempted delivery if unsuccessful.
Record Extensions	O _C	A set of network operator/ manufacturer specific extensions to the record. Conditioned upon the existence of an extension.
Node ID	O _M	Name of the recording entity.
Local Record Sequence Number	O _M	Consecutive record number created by this node. The number is allocated sequentially including all CDR types.
Charging Characteristics	M	The Charging Characteristics flag set used by the SGSN.
RAT Type	O _C	This field indicates the Radio Access Technology (RAT) type, e.g. UTRAN or GERAN, currently used by the Mobile Station as defined in TS 29.060
Destination Number	O _M	The destination short message subscriber number.
CAMEL Information	O _C	Set of CAMEL information related to SMS session. For more information see Description of Record Fields. This field is present if CAMEL service is activated.
Charging Characteristics Selection Mode	O _M	Holds information about how Charging Characteristics were selected.

Kuva B.1: S-SMO-CDR:n datakentät.

C eG-CDR

Field	Category	Description
Record Type	M	Enhanced GGSN PDP context record.
Network initiated PDP context	O _C	A flag that is present if this is a network initiated PDP context.
Served IMSI	M	IMSI of the served party.
Served IMEISV	O _C	IMEISV of the ME, if available.
GGSN Address used	M	The control plane IP address of the GGSN used.
Charging ID	M	PDP context identifier used to identify this PDP context in different records created by GSNs
SGSN Address	M	List of SGSN addresses used during this record.
Access Point Name Network Identifier	O _M	The logical name of the connected access point to the external packet data network (network identifier part of APN).
PDP Type	O _M	PDP type, i.e. IP, PPP, or IHOSS:OSP.
Served PDP Address	O _C	PDP address, i.e. IPv4 or IPv6. This parameter shall be present except when both the PDP type is PPP and dynamic PDP address assignment is used.
Dynamic Address Flag	O _C	Indicates whether served PDP address is dynamic, which is allocated during PDP context activation. This field is missing if address is static.
List of Traffic Data Volumes	O _M	A list of changes in charging conditions for this PDP context, each change is time stamped. Charging conditions are used to categorize traffic volumes, such as per tariff period. Initial and subsequently changed QoS and corresponding data values are also listed.
List of Service Data	O _M	A list of changes in charging conditions for all service data flows within this PDP context, each change is time stamped. Charging conditions are used to categorize traffic volumes, elapsed time and number of events, such as per tariff period and per service data flow. Initial and subsequently changed QoS and corresponding data values are also listed. Online charging information (PS Furnish Charging Information) may be added per each service data flow container in case it is sent by the OCS. Failure-Handling: This field shall be present in case GGSN triggers the Failure-Handling procedure. It shall indicate the Failure Handling scenario and the instant the Failure Action is triggered (see annex B). Scenarios: Continue/New Session; Continue/Ongoing Session; Retry&Terminate/Ongoing Session; Terminate/Ongoing Session.
Record Opening Time	M	Time stamp when PDP context is activated in this GGSN or record opening time on subsequent partial records.
MS Time Zone	O _C	This field contains the MS Time Zone the MS is currently located as defined in TS 29.060, if provided by SGSN.
Duration	M	Duration of this record in the GGSN.
Cause for Record Closing	M	The reason for the release of record from this GGSN.
Diagnostics	O _M	A more detailed reason for the release of the connection.
Record Sequence Number	C	Partial record sequence number, only present in case of partial records.
Node ID	O _M	Name of the recording entity.
Record Extensions	O _C	A set of network operator/manufacturer specific extensions to the record. Conditioned upon the existence of an extension.
Local Record Sequence Number	O _M	Consecutive record number created by this node. The number is allocated sequentially including all CDR types.
APN Selection Mode	O _M	An index indicating how the APN was selected.
Served MSISDN	O _M	The primary MSISDN of the subscriber.
User Location Information	O _C	This field contains the User Location Information of the MS as defined in TS 29.060, if provided by SGSN.
Charging Characteristics	M	The Charging Characteristics applied to the PDP context.
Charging Characteristics Selection Mode	O _M	Holds information about how Charging Characteristics were selected.
IMS Signalling Context	O _C	Included if the PDP context IM-CN Subsystem Signalling Flag is set
External Charging Identifier	O _C	A Charging Identifier received from a non-GPRS, external network entity.
SGSN PLMN Identifier	O _M	SGSN PLMN Identifier (MCC and MNC) used during this record.

Kuva C.1: eG-CDR:n datakentät.