



Teknillinen Korkeakoulu
Teletekniikan laboratorio
S-38.128 Teletekniikan erikoistyö

Palveluntuottajan kytkeytyminen eri operaattoreiden SMSC-keskuksiin

Tekijä: Santtu Rantanen *43012T*
sjrantan@cc.hut.fi

Ohjaaja:
Valvoja: Vesa Kosonen

Jätetty: 5.1.2001

Tiivistelmä

Tutkielman tavoitteena on tutustuttaa lukija SMS-palveluun palveluntuottajan näkökulmasta ja sen toteuttamisesta ja ongelmista. Lukijalle annetaan perustiedot tekstiviestin siirtymisestä GSM-puhelimesta toiseen tekstiviestikeskuksen eli SMSC:n kautta. Tavoitteena on myös esittää eri tapoja miten eri operaattoreiden SMSC-keskuksiin sovellukset voivat kytkeytyä. Tavoitteena on esittää myös tapoja perustaa kansallinen tai globaali SMS-palvelu.

Eri operaattoreilla on eri valmistajien SMSC-keskuksia ja nämä keskuksat tukevat eri protokollia. Esimerkiksi suoran yhteyden ottaminen sovellukselta Nokian SMSC-keskukseen käy CIMD-rajapinnan kautta ja yhteys Locigan SMSC:n SMPP:n kautta. Kaikki operaattorit eivät kuitenkaan anna mahdollisuutta suoralle yhteydelle SMSC:n. Esimerkiksi Soneralla yhteyden ottaminen tekstiviestikeskukseen onnistuu vain Content Gateway:n kautta. Radiolinjan ja Telian SMSC-keskuksiin voidaan ottaa CIMD-yhteys. Tätä kompleksisuutta on yritetty helpottaa piilottamalla vaikeudet yhden rajapinnan alle. Esim. Akumiitti on suunnitellut Java-kielisen ACL-kirjaston, joka piilottaa eri SMSC-protokollat yhden rajapinnan alle.

Sisällysluettelo

Tiivistelmä.....	2
Sisällysluettelo.....	3
Lyhenne- ja käsiteluettelo.....	4
1. Johdanto	6
2.0 Lyhytsanoma palvelu.....	7
2.1 SMS-verkon arkkitehtuuri	8
2.2 Mobile-originated short message (Mo)	10
2.3 Mobile-terminated short message (Mt)	11
3.0 SMSC-protokollat	12
3.1 EMI/UCP protocol (CMG).....	12
3.1.2 Operaatiot SMSC:lle päin	13
3.1.3 Operaatiot SMSC:ltä SMT:lle päin	13
3.1.4 Komentojen rakenne.....	13
3.2 SMPP protocol (Aldiscon)	15
3.2.1 Komennot ESME:ltä SMSC:lle.....	16
3.2.1 Sanomat SMSC:ltä ESME:lle.....	17
3.3 CIMD2 protocol (Nokia).....	18
3.3.1 Operaatiot SME:ltä SMSC:lle	18
3.3.2 Komennot SMSC:ltä SME:lle	19
3.3.3 SME:n tyyppi	19
3.3.4 Komentojen tyypit	19
3.4 Operaattoreiden SMSC-keskukset maailmalla	21
4.0 SMSC-keskukseen kytkeytyminen ongelmana	22
5.0 Suomen eri operaattoreiden tarjoamat SMSC-rajapinnat	23
5.1 Radiolinjan BuildIt	23
5.1.1 Yleistä	23
5.1.2 Ominaisuudet.....	24
5.1.3 Rajapinnat	24
5.1.3.1 Tiedostorajapinta (ASCII file).....	24
5.1.3.2 HTTP-rajapinta	25
5.1.3.3 SMTP-eli sähköpostirajapinta	26
5.1.4 Viestitiedoston muoto.....	27
5.2 Soneran Content Gateway	28
5.2.1 Operaattorin palvelinohjelma (Operator Server)	28
5.2.2 Palveluntuottajan palvelinohjelma (Provider Server).....	29
5.2.3 Remote Control	29
5.2.4 Testipuhelin (Test Phone)	29
5.3 Palvelun identifiointi	29
5.4 Sovellukset	29
5.5 Verkkoturva.....	29
6.0 Operaattori riippumaton rajapinta sovelluskehittäjille	30
6.1 Akumiitin ACL.....	30
6.1.2 ACL:n tukemat SMSC-protokollat.....	30
6.1.2.1 ACL:n tukemat protokollat ESME-yhteyksille.....	30
6.1.2.2 ACL:n tukemat protokollat SME-yhteyksille	31
6.1.2.3 ACL-rajapinnan tukemat toiminnot.....	31
7.0 Operaattoreiden tekstiviesti lyhytnumerot	32
8.0 Globaali SMS-palvelu	33
9.0 GPRS yleisesti.....	34
8.1 GPRS ja SMS.....	36
9.0 Yhteenveto	38

Lyhenne- ja käsiteluettelo

BSS (Base Station System)

Kaikki radioliikenne funktiot toteutetaan BSS:ssä. BSS:ssä hoidetaan datan ja puheensiirto MS:n ja BSS:n välillä.

CIMD Computer Interface to Message Distribution, Nokian SMSC-sovellusrajapinta.

DES (Data Encryption Standard) on datansalaus algoritmi, mikä perustuu 64-bitin avaimeen.

EMI External Machine Interface, CMG:n SMSC-sovellusrajapinta

ERMES on henkilöhakujärjestelmä.

ESME (External Short Message Entity) on lyhytviesti lisäarvopalvelu, mikä voi lähettää MS:lle tai vastaanottaa MS:ltä lyhytviestejä.

HLR (Home Location Register) on pysyvä tietokanta tilaajille ja palveluprofiileille.

HTTP (HyperText Transport Protocol) on sovelluskerroksen protokolla, joka hoitaa WWW-sivujen siirron clientin ja serverin välillä.

ISDN (Integrated Services Digital Network)-verkko hoitaa datan ja puheen siirron ja välityksen.

MO Mobile Originated, matkapuhelimesta lähtenyt lyhytsanoma.

MS (Mobile Station)

MS on langaton terminaali, mikä pystyy puheluihin ja datan siirtoon.

MSC (Mobile Switching Centre) hoitaa systeemin välitysfunktiot ja konrolloi puheluita toisista tai toisiin data-ja puhelinsysteemeihin.

MSISDN (Mobile Station ISDN number).

MT Mobile Terminated, matkapuhelimeen tuleva lyhytsanoma.

ODBC (Open Database Connectivity) on API-rajapinta tietokanta yhteyksille.

SMPP Short Message Peer to Peer, Logican SMSC-sovellusrajapinta.

SMTP (Simple Mail Transfer Protocol) on Internetin sähköposti-protokolla.

SME (Short Message Entity) lähettää ja vastaanottaa lyhytviestejä

SMS Short Message Service, Tekstiviestipalvelu.

SMSC Short Message Centre, lyhytsanomakeskus.

SMT (Short Message Terminal) on EMI:n nimeämä sovellus, joka on yhteydessä SMSC:hen.

TCP/IP (Transmission Control Protocol/Internet Protocol) Internetissä käytettävä luotettava tiedonsiirtoprotokolla.

UCP (Universal Computer Protocol) on vanha nimitys EMI:lle.

VSR (Visitor Locator Register) on tilapäinen tietokanta tilaajista, jotka ovat vierailulla toisen MSC:n alueella.

WAP (Wireless Application Protocol) on langattomiin päätelaitteisiin suunniteltu datansiirto protokolla.

X.25 tiedonsiirtoprotokolla pakettikytkentäisessä verkossa.

PSTN (Public Switched Telephone Network) on puhelinverkko (analoginen).

1. Johdanto

SMS-palvelusta on tullut muutaman vuoden sisällä laajasti käytetty kommunikaatio muoto. Sen avulla pystytään välittämään oleellinen tieto nopeasti ja halvasti riippumatta ajasta ja paikasta. Palvelu on erittäin suosittu etenkin nuorison keskuudessa. SMS-palvelu onkin suuri rahasampo operaattoreille ja palveluntuottajille. Vuoden 2000 elokuun aikana lähetettiin maailmalla huikeat 9 miljardia tekstiviestiä ja vuoden loppuun mennessä on ennustettu lähetettävän 15 miljardia. SMS:n ympärille on alettu rakentamaan erilaisia palveluja viihteestä hyötykäyttöön. GSM-puhelimesta voidaan lähettää tiettyyn palvelunumeroon komento ja mahdollisia parametreja ja vastaukseksi saadaan palvelun tuottama vastaus. Näiden palvelujen tuottaminen ei kuitenkaan ole ihan triviaalia, johtuen eri valmistajien ja operaattoreiden SMSC-keskusten eri protokollista. Suoran yhteyden ottaminen SMSC-keskuksiin toimii Nokian CIMD:llä, Locigan SMPP:llä, EMI:llä riippuen keskuksesta. Tällä tavalla yhteyden ottaminen onnistui vielä vuosi sitten, mutta nyt asiat ovat muuttuneet. Useat operaattorit eivät anna lupaa kytkeytyä niiden SMSC-keskuksiin näiden protokollien avulla vaan he ovat tuottaneet omat rajapinnat. Tässä työssä tutkitaan miten voidaan kytkeytyä Suomen eri operaattoreiden SMSC-keskuksiin.

2.0 Lyhytsanoma palvelu

Point-to-point SMS-palvelu tarjoaa mahdollisuuden lähettää lyhytviestejä GSM-puhelimesta tai vastaanottaa niitä. Palvelu käyttää hyväksi SMSC-keskusta, mikä toimii Store-and-Forward periaatteella eli lyhytviesti varastoidaan SMSC-keskukseen mikäli vastaanottajan puhelin ei ole kuuluvuusalueella. Lyhytsanomaa voidaan kirjoittaa enintään 160 merkkiä. Tekstiviestin siirto päästä päähän voidaan jakaa kahteen point-to-point palveluun: Mo-sm (Mobile originated short message) ja Mt-sm (Mobile terminated short message). Mo-sm:t siirretään GSM-puhelimesta SMSC-keskukselle ja Mt-sm:t siirretään SMSC-keskukselta GSM-puhelimeen.

2.1 SMS-verkon arkkitehtuuri

Alla on selitetty GSM-verkon tärkeimmät komponentit.

SME

SME (Short Message Entity) lähettää ja vastaanottaa lyhytviestejä.

SMSC (Short Message Service Center)

SMSC varastoi lyhytviestit store-and-forward periaatteella.

SMS-Gateway/Interworking Mobile Switching Center

SMS-gateway mobile switching center (SMS-GMSC) pystyy saamaan reititystietoa HLR:ltä, lyhytviestejä SMSC:ltä ja lähettämään lyhytviestejä vastaanottajan MSC:lle. SMS interworking MSC (SMS-IW MSC) pystyy saamaan lyhytviestejä mobiiliverkolta ja lähettämään niitä oikealle SMSC:lle. Yleensä SMS-GMSC/SMS-IW MSC on integroitu SMSC:n sisälle.

HLR (Home Location Register)

HLR on pysyvä tietokanta tilaajille ja palveluprofiileille. HLR tarjoaa myös reititystietoa SMSC:lle. HLR informoi SMSC:tä, kun vastaanottavan tilaajan GSM-puhelin on tavoitettavissa.

MSC (Mobile Switching Centre)

MSC hoitaa systeemin välitysfunktiot ja konrolloi puheluita toisista tai toisiin data- ja puhelinsysteemeihin.

VSR (Visitor Locator Register)

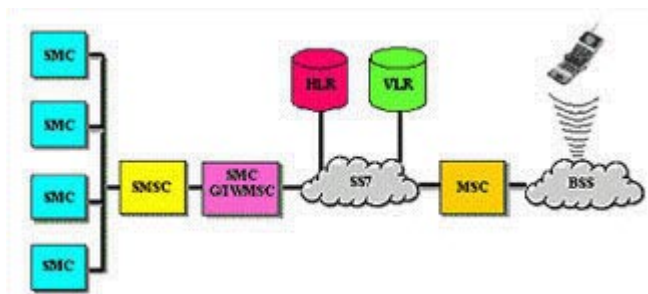
VSR on tilapäinen tietokanta tilaajista, jotka ovat vierailulla toisen MSC:n alueella.

BSS (Base Station System)

Kaikki radioliikenne funktiot toteutetaan BSS:ssä. BSS:ssä hoidetaan datan- ja puheensiirto MS:n ja BSS:n välillä.

MS (Mobile Station)

MS on langaton terminaali, mikä pystyy puheluihin ja datan siirtoon.

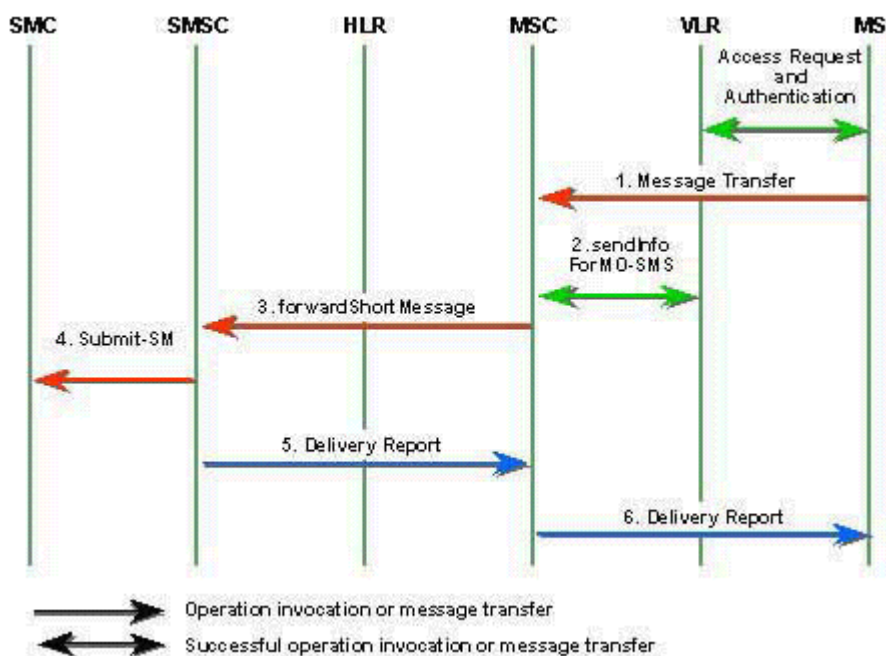


Kuva 1. GSM-verkon arkkitehtuuri.[14]

2.2 Mobile-originated short message (Mo)

Mo:n toiminta on seuraava:

1. MS lähettää SM:n MSC:lle.
2. MSC tarkastaa tilaajan palvelut VLR:stä.
3. MSC lähettää lyhytviestin SMSC:lle käyttäen forwardShortMessage operaatiota.
4. SMSC toimittaa lyhytviestin SME:lle.
5. SMSC kuittaa MSC:tä onnistuneesta forwardShortMessage operaatiosta.
6. MSC kuittaa MS:tä, että SME on vastaanottanut lyhytviestin.

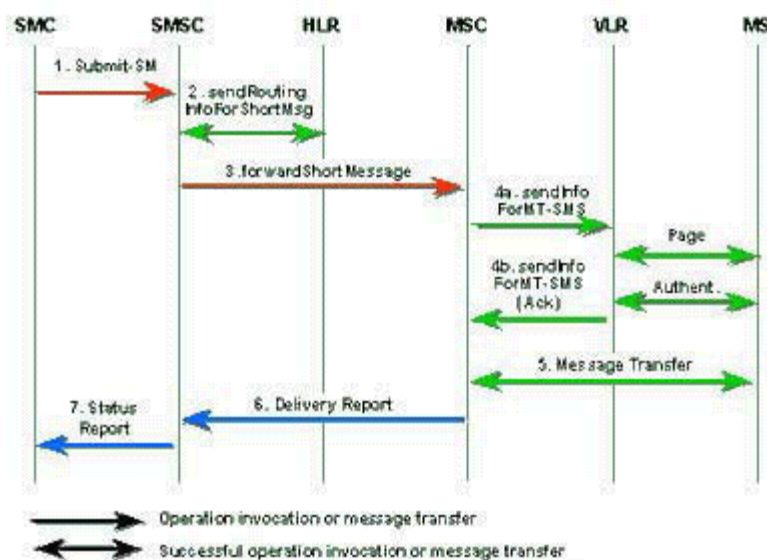


Kuva 2. Mo eli tekstiviesti MS:ltä SMSC:lle.[14]

2.3 Mobile-terminated short message (Mt)

Mt:n toiminta on seuraava:

1. Lyhytviesti on submitattu SME:ltä SMSC:lle.
2. SMSC saa reititys informaatiota HLR:ltä.
3. SMSC lähettää lyhytviestin MSC:lle forwardShortMessage operaatiolla.
4. MSC saa tilaaja informaatiota VLR:ltä. Tämä proseduuuri saattaa sisältää autentikoinnin.
5. MSC lähettää lyhytviestin MS:lle.
6. MSC lähettää kuittauksen SMSC:lle forwardShortMessage operaatiosta.
7. Jos SME on pyytänyt kuittausta tekstiviestin lähettämiseksi, niin SMSC lähettää sen sille.



Kuva 3. Mt eli tekstiviesti SMSC:ltä MS:lle. [14]

3.0 SMSC-protokollat

SMSC-keskukseen voidaan kytkeytyä myös ulkopuoliselta sovellukselta. Tähän ei ole luotu kuitenkaan minkäänlaista standardia, vaan eri valmistajilla on omat rajapintansa. Seuraavaksi on lueteltu eri valmistajien protokollat:

- EMI/UCP protocol (CMG)
- SMPP protocol (Aldiscon)
- Sema Open Interface protocol (Sema)
- CIMD2 protocol (Nokia)

ESME (External Short Message Entity) on lyhytviesti lisäarvopalvelu, mikä voi lähettää MS:lle tai vastaanottaa MS:ltä lyhytviestejä. ESME:llä on suora yhteys SMSC-keskukseen ylläolevien protokollien kautta. Yhteysvaihtoehtoja voi olla TCP/IP, modeemi tai X.25.

3.1 EMI/UCP protocol (CMG)

EMI:ksi (External Machine Interface) kutsutaan SMSC:n ja sovelluksen välistä rajapintaa. EMI pohjautuu ERMES:n UCP:n (Universal Computer Protocol) lisäksi siihen joitain SMSC:n erikoisominaisuuksia.

EMI tukee ainakin seuraavia alemman tason protokollia:

- X.25 (X.121)
- X.29
- PSTN (E.164)
- ISDN (E.164)
- TCP/IP

[3]

3.1.2 Operaatiot SMSC:lle päin

SMT (Short Message Terminal) suorittaa seuraavia operaatioita:

Call input operation:

Lyhytviesti lähetetään normaalisti SMSC:lle

Multiple address call input operation:

Lyhytviesti lähetetään useille vastaanottajille. Operaatio sisältää listan vastaanottajista.

Call input with supplementary services operation:

Tätä käytetään, kun lyhytviesti ajastetaan myöhäisempään lähetykseen.

SMS message transfer operation:

Lyhytviesti lähetetään jollain SMSC-palvelulla, kuten ilmoituspyyntö(notification request) tai voimassaoloaika (validity period)

SMT alert operation:

Sovellus voi hälyttää SMSC:tä lähettämään ilmoituspyyntöjä tai sanomia. Tätä voidaan vain käyttää "calling line identification" kanssa, kuten X.25.

50-series operaatiot

60-series operaatiot

3.1.3 Operaatiot SMSC:ltä SMT:lle päin

Call input operation:

SMSC lähettää ilmoituspyynnöt ja MO-lyhytviesit SMT:lle.

3.1.4 Komentojen rakenne

stx <header> / <data> / <checksum> etx

<stx>: (start of text indicator) indikoi komennon alkua. Se on desimaalilukuna 2

<etx>: on komennon loppumerkki desimaalilukuna 3.

<header>: sisältää neljä kenttää

TRN:2 numeroa merkkeinä on transaktion tunnusnumero

LEN:5 numeroa merkkeinä tarkoittaa stx:n ja etx:n välisten IA5-merkkien määrää

O/R:Kertoo onko operaatio (operation) vai tulos (result)

OT:2 numeroa merkkeinä ilmaisee operaation tyypin.
<data>: riippuu operaation tyypistä.
<checksum>: Kaksimerkkinen tarkistussumma.

Esimerkkinä lähetetään ”hello” sanoma ja saadaan siihen vastaus:

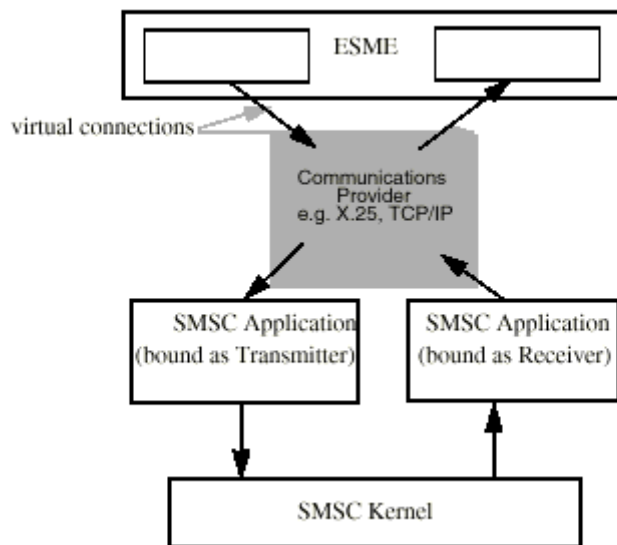
stx01/00045/O/30/66677789///1/////68656C6C6F/CEetx
stx01/00041/R/30/A//66677789:180594141236/F3etx

3.2 SMPP protocol (Aldiscon)

SMPP on logican avoin standardiprotokolla, mikä siirtää lyhytsanomia sovelluksen ja SMSC:n tai USSD:n (Unstructured Supplementary Services data) välillä. SMPP on pyyntö/vastaus protokolla SMS-sovellus clientin (ESME) ja SMSC:n välillä TCP/IP:n tai X.25:n yli.

SMPP tarjoaa seuraavia toimintoja:

- ESME:ltä sanoman lähetys yhdelle, monelle vastaanottajalle tai jakelulistalle
- Sanoman saanti SMSC:ltä
- Sanoman kysely, poisto ja korvaus funktiot
- Rekisteröidyt sanomat
- Prioriteetti sanomat
- Sanoman sedulointi
- 7 ja 8 bitin datakoodaukset [7]



Kuva 4. SMPP protokolla. [7]

3.2.1 Komennot ESME:ltä SMSC:lle

`bind_receiver:`

ESME informoi SMSC:tä, että se haluaa toimia serverinä.

`bind_transmitter:`

ESME informoi SMSC:tä, että se haluaa toimia clientinä.

`unbind:`

ESME informoi SMSC:tä, että se haluaa lopettaa toimintansa.

`submit_sm:`

ESME lähettää lyhytsanoman SMSC:lle siirtoon tiettyyn numeroon.

`submit_multi:`

Tällä komennolla ESME voi lähettää lyhytsanoman useampaan numeroon.

`deliver_sm_resp:`

Tällä ESME kuittaa `deliver_sm` komennon.

`query_sm:`

Tällä komennolla voidaan kysyä edellisen sanoman statusta.

`query_last_msgs:`

Tällä komennolla voidaan kysyä edellisiä sanomia tietylle orig. numerolle.

`query_msg_details:`

Tällä komennolla voidaan kysyä erikoistietoja submitatusta sanomasta.

`cancel_sm:`

Tällä voidaan poistaa sanomia.

`replace_sm:`

Tällä voidaan korvata SMSC:ssä oleva sanoma toisella.

`enquire_link:`

Tarkastaa linkin tilan.

`enquire_link_resp:`

Vastaus SMSC:n `enquire_link`-komentoon.

`generic_nak:`

Geneerinen vastaus komennolle, jossa on vääränlainen header

3.2.1 Sanomat SMSC:ltä ESME:lle

SMSC:n kuittaukset ESME:n komennoille:

bind_transmitter_resp
bind_receiver_resp
unbind_resp
submit_sm_resp
submit_multi_resp
query_sm_resp
query_last_msgs_resp
query_msg_details_resp
cancel_sm_resp
replace_sm_resp
enquire_link_resp

SMSC:n komennot ESME:lle:

deliver_sm:

Tällä komennolla SMSC voi lähettää lyhytsanoman ESME:lle tai voi kuitata ESME:ltä lähteneen sanoman.

enquire_link:

Tarkastaa linkin tilan.

3.3 CIMD2 protocol (Nokia)

SME:lla on yhteys SMSC:hen CIMD2:n kautta. CIMD2 hoitaa lyhytviestien välittämisen SME:n ja SMSC:n välillä. CIMD2 tukee TCP/IP yhteyttä, eli sovelluksesta voidaan ottaa yhteys Nokian SMSC:hen perussokettien avulla. Käyttäjä identifioi itsensä login, password parilla ennenkuin yhteyttä luodaan lyhytviestikeskukseen.

3.3.1 Operaatiot SME:ltä SMSC:lle

Seuraavat komennot lähetetään SMSC:n suuntaan SME:lta esim. TCP/IP:n yli:

login:

Tämä on ensimmäinen operaatio minkä SME:t joutuvat suorittamaan ennenkuin ne voivat suorittaa muita operaatioita.

logout:

Tällä operaatioilla SME:t ilmoittavat session loppumisesta.

submit:

Tällä operaatiolla SME:t voivat lähettää lyhytviestejä MS:lle tai toisille SME:lle. SME voi myös tällä komennolla pyytää lähetetyistä lyhytviesteistä status reporttia.

delivery request:

Tällä operaatiolla SME hakee lyhytviestejä SMSC:ltä.

cancel:

Tällä operaatiolla SME voi poistaa lyhytviestin, jonka se on lähettänyt.

set:

Tällä operaatiolla SME voi muuttaa tiettyjä parametrejä, mitkä ovat sallittuja muuttaa.

get:

Tällä operaatiolla SME voi kysyä tiettyä parametria SMSC:ltä.

alive:

Tällä operaatiolla voidaan tarkastaa onko linkki kunnossa.

3.3.2 Komennot SMSC:ltä SME:lle

Näitä komentoja SMSC voi lähettää SME:lle päin esim TCP/IP:n yli:

deliver message:

Tällä operaatiolla SMSC lähettää lyhytviestin automaattisesti SME:lle.

deliver status report:

Tällä operaatiolla SMSC lähettää status reportin lyhytviestistä, jonka SME on lähettänyt.

alive:

Tällä operaatiolla voidaan tarkastaa onko linkki kunnossa.

3.3.3 SME:n tyyppi

SME:n tyyppi voi olla joko lähettävä ainoastaan tai vastaanottava. Jos SME:n tyyppinä on vastaanottava, niin SME ja SMSC pystyy kaikkiin operaatioihin. Jos ainoastaan lähettävä on SME:n tyyppinä, SME ja SMSC eivät tue seuraavia operaatioita: delivery request, deliver message ja deliver status report. SME:n tyyppi ja muut tiedot pitää olla määriteltynä SMSC:n ennenkuin sinne voidaan ottaa yhteyttä.

3.3.4 Komentojen tyypit

Komennon tyyppi yleisesti on seuraava:

<stx>zz:NNN<tab>PPP:parameter1<tab>QQQ:parameter2<tab><etx>

missä on,

<stx>: (start of text indicator) indikoi komennon alkua. Se on desimaalilukuna 2

zz:

on operaatio koodi ascii merkinä 1-99

NNN:

on paketin numero 1-255 parittomat numerot (1,3,5,7,...,253,255) SME->SMSC

on paketin numero 0-254 parilliset numerot (0,2,4,...,254,256) SMSC->SME

<tab>:

erottaa kentät sanomassa. Sen ascii koodi on 9.

PPP ja QQQ:
ascii numeroita, jotka kuvaavat parametrien sisällöt.

<etx>:
on komennon loppumerkki desimaalilukuna 3.

3.4 Operaattoreiden SMSC-keskukset maailmalla

Operaattoreilla on eri valmistajien SMSC-keskuksia. Taulukossa 1 on lueteltu eri maiden operaattoreiden SMSC-keskukset.

Maa:	Operaattori:	SMSC-keskuksen valmistaja:
Andorra	STA	Logica
Andorra	STA	Logica
Austria	Tele Ring	Logica
Austria	Connect	Nokia
Austria	Max.mobil	Comverse
Austria	Max.mobil	Logica
Austria	Mobikom	Logica
Austria	Mobilkom	Logica
Belgium	KPN Orange	CMG
Belgium	Mobistar	CMG
Cyprus	Cyprus Telecoms Authority	NA
Denmark	TeliaDanmark	CMG
Denmark	Tele Danmark Mobil	CMG
Denmark	Sonofon	Logica
Denmark	Mobilix	Nokia
Finland	Finnish 2 G	Nokia
Finland	Turun Puhelin	Nokia
Finland	Oulun Puhelin Oyj	Nokia
Finland	Sonera	CMG
Finland	Telia Finland (Telivo)	Nokia
Finland	Radiolinja	Nokia
Finland	Finnet Group (Cityphone)	Logica
Finland	Alands Mobiltelefon AB	NA
France	Cegetel (SFR)	CMG
France	Cegetel (SFR)	Sema
France	France Telecom Mobiles (Itineris)	Cap
France	France Telecom Mobiles (Itineris)	CMG
France	Bouygues Telecom	Sema
Germany	VIAG Interkom	Logica
Germany	E-Plus	Logica
Germany	Mannesmann D2	CMG
Germany	T-Mobil D1	Logica to CMG
Greece	CosmOTE	Nokia
Greece	STET Hellas	CMG
Greece	Panafon	Sema
Guadeloupe	France Caraibe Mobile	Logica
Iceland	Islandssimi	Ericsson
Iceland	TAL	Comverse
Ireland	Meteor	Logica
Ireland	Eircell	Sema
Ireland	Eircell	Logica
Ireland	ESAT Digifone	Logica
Italy	Blu	Sema
Italy	WIND	CMG

Italy	Telecom Italia Mobile	CMG
Italy	Omnitel Pronto Italia	Nokia
Liechtenstein	VIAG EuroPlattform AG	Nokia
Luxembourg	Millicom/Tango	CMG
Luxembourg	PTT	Logica
Malta	Vodafone	Logica
Malta	Telecell	Logica
Monaco	Office des Telephones	NA
Netherlands	Dutchtone	CMG
Netherlands	Ben	Nokia
Netherlands	Telfort	CMG
Netherlands	KPN Telecom	CMG
Netherlands	Libertel	Sema
Norway	NetCom	Logica to Nokia
Norway	Telenor Mobil	CMG
Portugal	Optimus (MainRoad)	CMG
Portugal	Telecel	CMG
Portugal	TMN	CMG
Spain	Amena	CMG
Spain	Telefonica Moviles	ADC NewNet
Spain	Telefonica Moviles	CMG
Spain	Airtel	Logica to Sema
Sweden	Wireless Maingate AB	Nokia
Sweden	Telia Mobitel	CMG
Sweden	Europolitian	Nokia
Sweden	Comviq	Logica
Switzerland	Orange	Nokia
Switzerland	diAx	Nokia
Switzerland	Swisscom	CMG
Turkey	Telsim	Nokia
Turkey	Turkcell	CMG
Turkey	Telsim	CMG
Turkey	Telsim	ADC NewNet
UK	Thus (Scottish Telecom)	Nokia
UK	Vodafone	Sema
UK	Orange	Logica
UK	One2One	CMG
UK	BT Cellnet	Logica

Taulukko 1.[9]

4.0 SMSC-keskukseen kytkeytyminen ongelmana

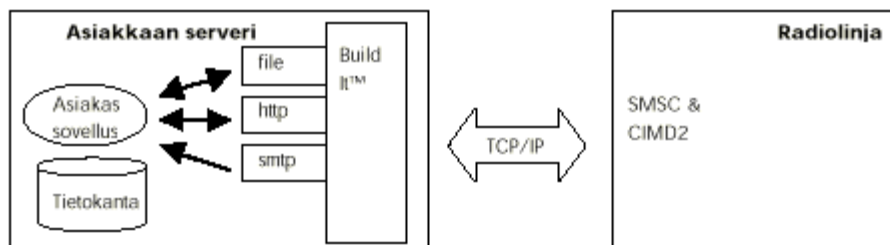
Suoran yhteyden saaminen SMSC-keskukseen ei ole helppoa. Operaattorit ovat yleensä luoneet omat rajapintansa niiden SMSC-keskuksiin. Radiolinjalla on BuildIt-ohjelmisto, jonka avulla voidaan omat sovellukset liittää Radiolinjan SMSC-keskuksiin. BuildIt-ohjelmisto käyttää Nokian CIMD2 protokollaa TCP/IP:n yli. Soneralla on Content Gateway ohjelmisto, mistä myöhemmin lisää.

5.0 Suomen eri operaattoreiden tarjoamat SMSC-rajapinnat

5.1 Radiolinjan BuildIt

5.1.1 Yleistä

BuildIt on java-kielellä tehty ohjelmisto, joka liittää asiakkaan sovelluksen SMSC:n CIMD-liitäntään yksinkertaisella ja käyttäjäystävällisellä tavalla. Komponentti ottaa vastaan viestejä SMSC:ltä ja välittää ne käsittelyrajapinnan kautta ohjelman viestinkäsittelijä komponentille. Viestinkäsittelijä viestii jonosta ja ohjaa sen konfiguroinnin mukaisesti asiakasliitäntään, josta se on luettavissa käyttäjän sovelluksen käyttöön. Sovellukselta GSM-puhelimeen päin voidaan välittää viestejä kirjoittamalla ne vastaavasti lähtevään jonoon, josta ne käsitellään edelleen. BuildIt luo ini-tiedostoissa määriteltyihin viestikeskuksiin TCP/IP-yhteyden käyttäen CIMD2-protokollaa. Gateway-yhteys on auki koko ajan. Ohjelmisto kuuntelee viestikeskuksen sovellusnumeroa ja siihen saapuneita uusia viestejä. Jos uusia viestejä on saapuneita, ohjelmisto noutaa viestit saapuneiden viestien kansioon (inbound queue) ja välittää ne käyttäjän sovellukselle valitussa muodossa. Lähteville (outbound queue) viesteille on oma kansionsa, jonne voidaan lisätä viestejä BuildIt ohjelmiston toimesta tai käyttäjän sovellus voi kirjoittaa sinne suoraan viestin sovitussa muodossa. Viestit poistetaan kansiosta automaattisesti, kun ne on lähetetty SMSC:lle. [10]



Kuva 5. BuildIt-ohjelmisto. [10]

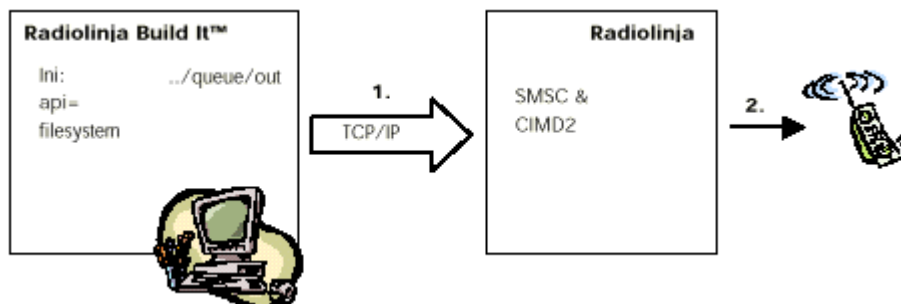
5.1.2 Ominaisuudet

BuildIt-ohjelmiston perusominaisuudet ovat viestin lähettäminen (Push) SMSC:lle ja vastaanottaminen (Receive) SMSC:ltä. BuildIt tarjoaa myös kaksisuuntaisen liikenteen (Push&Receive) millä voidaan sekä lähettää että vastaanottaa viestejä.

5.1.3 Rajapinnat

5.1.3.1 Tiedostorajapinta (ASCII file)

Tämän rajapinnan kautta sovellus pystyy yksinkertaisesti lähettämään tekstiviestejä ja vastaanottamaan niitä. Push operaatio eli lyhytviestin lähettäminen onnistuu kirjoittamalla lyhytviesti outbound kansioon, josta BuildIt-ohjelmisto käy sen hakemassa ja lähettää SMSC:lle. Vastaavasti sovellus voi lukea Receive operaatiolla SMSC:ltä sovellukselle tulleita viestejä inbound-kansiosta. Sovelluksen on tällöin itse hoidettava itse jonon käsittelylogiikka ja poistettava viestit hakemistosta, kun ne on käsitelty.[10]



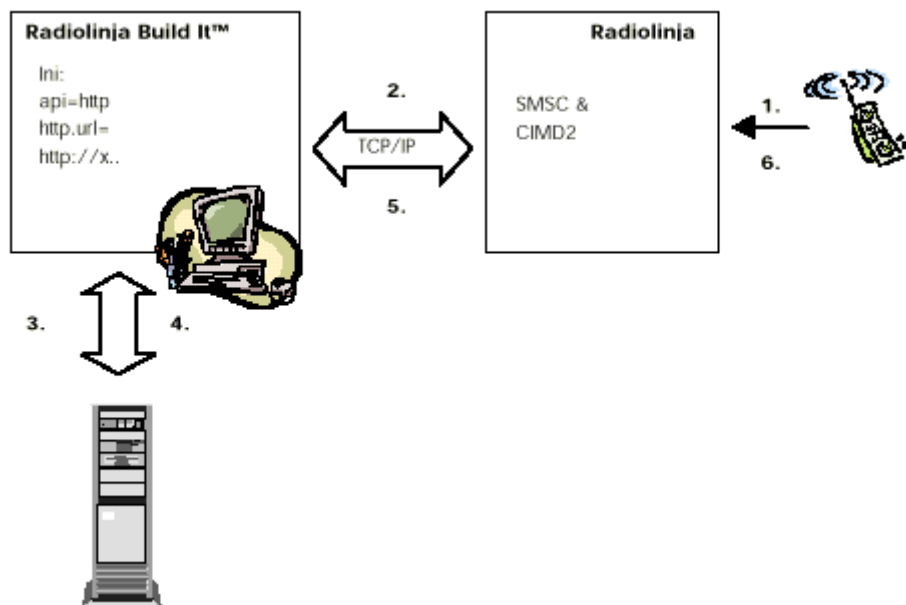
Kuva 6. BuildIt:n tiedostorajapinta. [10]

5.1.3.2 HTTP-rajapinta

HTTP-rajapinnalla BuildIt ohjelmisto toimii HTTP-clientina, joka lähettää lyhytviestin HTTP-headerissa serverille. Sovellusohjelma on CGI-kielinen ohjelma serverillä. Lyhytviesti esimerkiksi koodattuna HTTP-otsikkotietueeseen on:

`http://www.palvelin.fi/SMS.cgi?orig=358000000&text=Moi`

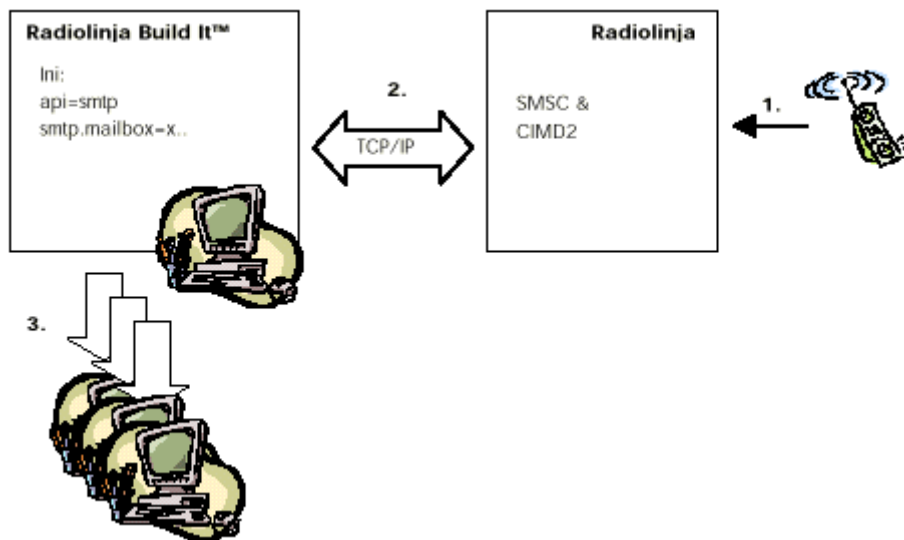
Palvelin lähettää vastauksen BuildIt-ohjelmistolle HTTP-vastauksena muodossa Content-Type: text/plain.[5]



Kuva 7. BuildIt:n HTTP-rajapinta.[10]

5.1.3.3 SMTP-eli sähköpostirajapinta

SMTP:llä lyhytviestien liikenne on yksisuuntaista. SMSC-keskukselta BuildIt ohjelmistolle ja sieltä sähköpostiviestillä päämäärään tai useampaan, jos sähköpostiosoitteita on useita.



Kuva 8. Build-It:n SMTP-rajapinta. [10]

5.1.4 Viestitiedoston muoto

Seuraavana esimerkkejä viestitiedostoista: [10]

inbound viesti:

orig=+358501234567

dest=12345

text=Varmistan osallistumiseni palaveriin. t: Pekka

scts=28.10.1999 13:40:33

scts on SMSC-keskuksen aikaleima.

dest on sovellusnumero.

outbound viesti:

dest=+358501234567

text=Kiitos osallistumisestasi, terveisin asiakaspalvelu.

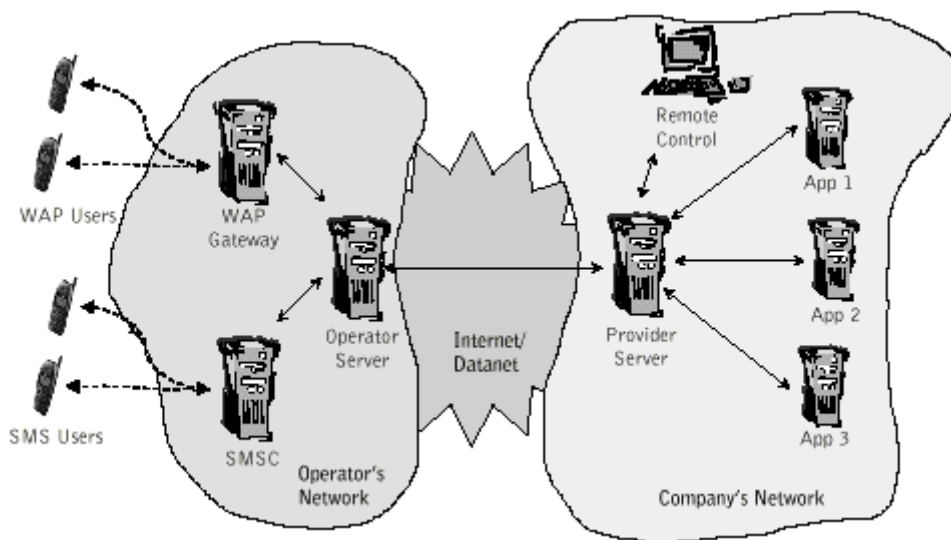
Lähetettävän numeroa ei tarvitse pistää, koska SMSC-keskus pistää lyhytviestiin aina sovellusnumeron.

5.2 Soneran Content Gateway

Soneran Content gatewayn ideana on piilottaa SMSC-palveluntuottajalta, täten palveluntuottajan ei tarvitse tehdä omiin Soneralle tarkoitettuihin sovelluksiin muutoksia, kun Soneran SMSC-keskuksia muutetaan.

Content Gateway sisältää seuraavat komponentit:

- Operaattorin palvelinohjelma
- Palveluntarjoajan palvelinohjelma
- Remote Control ohjelma
- Testipuhelin ohjelma
- Valmiit sovellukset, jotka tarjoavat palveluita [13]



Kuva 9. Soneran Content Gatewayn arkkitehtuuri. [13]

5.2.1 Operaattorin palvelinohjelma (Operator Server)

Operaattorin palvelinohjelma sijaitsee operaattorin verkossa. Operaattorin palvelinohjelma hoitaa lyhytviestien lähettämisen palveluntuottajan ohjelmistosta SMSC-keskukseen ja toisinpäin. Yhteys operaattorin ja palveluntuottajan palvelinohjelmiston välillä on kryptattu TCP/IP:n yli. [13]

5.2.2 Palveluntuottajan palvelinohjelma (Provider Server)

Palveluntuottajan palvelinohjelma sijaitsee palveluntuottajan omassa verkossa. Palveluntuottajan sovellukset lähettävät tai vastaanottavat lyhytviestejä tämän palvelimen kautta. [13]

5.2.3 Remote Control

Remote Controlilla voidaan konfiguroida palveluntuottajan palvelinohjelmaa. Remote Control voi olla samassa tai eri koneessa, kun palvelinohjelma. Yhdellä Remote Controlilla voidaan konfiguroida useita palvelinohjelmia. [13]

5.2.4 Testipuhelin (Test Phone)

Testipuhelimen avulla voidaan lähettää ja vastaanottaa lyhytviestejä palvelusovellukselta ilman että olisi yhteyttä operaattorin palvelimeen. Tällä tavalla voidaan sovellusta testata, ennen kuin operaattorin kanssa on tehty sopimusta. [13]

5.3 Palvelun identifikointi

Operaattorin palvelinohjelmisto identifioi palvelun lyhytnumeron avulla. Palveluntuottajalla on lyhytnumero, jonne tarkoitetut lyhytviestit lähetetään. Palveluntuottajalla on useita eri tapoja identifioida palveluita kuten lyhytnumeron, sanoman avainsanan ja/tai lähettäjän MSISDN-numeron avulla. [13]

5.4 Sovellukset

Content Gatewayn ohjelmisto sisältää valmiita sovelluksia, joiden avulla voidaan lähettää, vastaanottaa lyhytviestejä ja sähköpostia ja tehdä tietokanta kyselyjä ODBC:llä. Omia sovelluksia voidaan tehdä näiden päälle (source-koodit saatavilla Soneran sivuilta). Omia sovelluksia voidaan tehdä suoraan käyttämällä API-kirjastoja, joita on C++, Active X ja Java-kielille. Content Gateway voidaan myös integroida valmiin sovelluksen kanssa, jos sovellus tukee seuraavia protokollia: WAP,HTTP,OTP tai UCP/EMI. [13]

5.5 Verkkoturva

Sanomat lähetetään operaattorin palvelimelta palveluntuottajalle Internetin tai DataNetin kautta. Yhteys on turvallinen, koska se on kryptattu DES:llä, mitä käytetään identifikointiin ja tiedon siirtoon. Kun palveluntuottaja tekee operaattorin kanssa sopimuksen, niin palveluntuottaja saa silloin salausavaimen. Palveluntuottajalta avattaessa yhteys operaattorille, identifikaatio token, joka on avaimella kryptattu, lähetetään operaattorin palvelimelle. Identifikoinnin jälkeen luodaan jokaiselle yhteydelle oma salausavain. [13]

6.0 Operaattori riippumaton rajapinta sovelluskehittäjille

Ihanteellinen tilanne palveluntuottajalle olisi jos se voisi keskittyä vain sovelluksen tekemiseen eikä tarvitsisi syventyä rajapintaan sovellukselta SMSC-keskukselle. Operaattori riippumattomia rajapintaohjelmistoja on kehitetty. Tässä työssä on tutkittu Akumiitin ACL-kirjastoa, joka piilottaa eri SMSC-keskuksiin kommunikoinnin yhden rajapinnan alle.

6.1 Akumiitin ACL

Koska eri SMSC valmistajat ovat suunnitelleet eri protokollat SMSC-keskukseen kytkeytymiseen, on tästä rajapinnasta tullut ongelma. SMSC-keskuksen toiminta kun ei ole koskaan ollut GSM-specifikaatioissa. Suomalainen ohjelmistoyritys Akumiitti on yrittänyt helpottaa tätä kompleksisuutta, luomalla yhden API-rajapinnan, jonka kautta voidaan kytkeytyä eri SMSC-keskuksiin. Akumiitin API-kirjasto on Java-kielinen,

ACL tukee seuraavia platformeja:

- Windows NT
- Sun Solaris
- HP/UX
- Linux
- IBM/AIX [1]

6.1.2 ACL:n tukemat SMSC-protokollat

ACL-kirjaston avulla voidaan lähettää ja vastaanottaa tekstiviestejä kahdella eri tavalla. Suora yhteys SMSC-keskukseen sovellukselta (ESME:ltä) TCP/IP yhteyttä käyttäen tai SME:n kautta, mikä toimii normaalin GSM-puhelimen tavalla.

6.1.2.1 ACL:n tukemat protokollat ESME-yhteyksille

ACL tukee seuraavia protokollia ESME-yhteyksille:

- CIMD2
- EMI/UCP

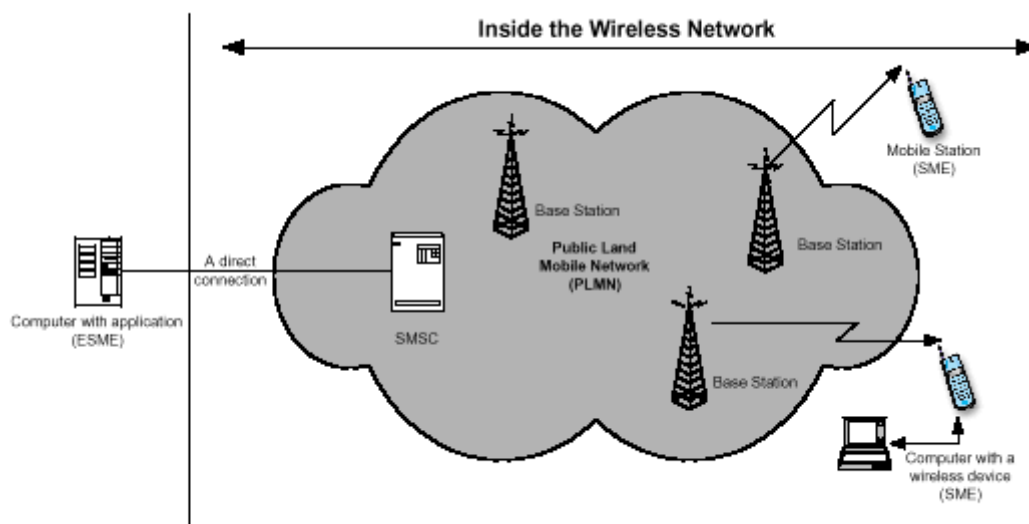
6.1.2.2 ACL:n tukemat protokollat SME-yhteyksille

- Nokia DataSuite
- Nokia PremiCell
- Aplicom ICA box
- Muut AT+toteutukset

6.1.2.3 ACL-rajapinnan tukemat toiminnot

ACL tukee seuraavia toimintoja:

- Yhteyden ottaminen ja katkaiseminen SMSC:hen
- Tekstiviestien lähettäminen
- Tekstiviestien vastaanottaminen
- Indikaatio onnistuneesta tekstiviestin lähettämisestä SMSC:lle
- Indikaatio onnistuneesta tekstiviestin lähettämisestä SME:lle
- Muutos ISO-Latin-1 ja GSM-merkistön välillä



Kuva 10. Kytkeytyminen SMSC:hen. [1]

7.0 Operaattoreiden tekstiviesti lyhytnumerot

Tekstiviestipalvelut toimivat lyhytnumeroiden kautta, jotka ovat 5-numeroisia palvelunumeroita. Lyhytnumeroita hallitsee Telehallintokeskus, jonka kotisivu on osoitteessa www.thk.fi. Lyhytnumerot ovat ainakin tällä hetkellä kansallisia palvelunumeroita, koska kaksisuuntainen tekstiviestiliikenne on vaikea toteuttaa maiden välillä. Operaattoreilla pitäisi olla keskenään laskutusopimuksia. Jos palveluntuottaja haluaa globaalin palvelunumeron, niin se pitää toteuttaa sitten normaalin GSM-numeron kautta. GSM-numeron kautta tekstiviestien lähettäminen ja vastaanottaminen onnistuu GSM-modeemin avulla, joka on kiinni tietokoneen sarjaportissa.

Lyhytsanomapalveluiden numeroita voivat hakea teleyritykset asiakkaidensa puolesta. Telehallintokeskus myöntää kuitenkin numeron käyttöoikeuden suoraan käyttäjälle. Myönnetty numero varataan käyttöön kaikissa yleisissä matkaviestinverkoissa. Siten samalla lyhytsanomamerolla on mahdollista päästä aina samaan palveluun riippumatta siitä, minkä teleyrityksen verkkoon käyttäjä kuuluu. Lyhytsanomapalveluihin ei tällä hetkellä voida teknisesti asettaa estoluokkia. Käytännössä ainoa estomahdollisuus on, että tekstiviestien lähetyksmahdollisuus kytketään kokonaan pois käytöstä.[16]

8.0 Globaali SMS-palvelu

Jotta SMS-palvelun saisi toimimaan globaalisti, pitää palvelun numeron olla normaali GSM-numero. Lyhytnumeropalvelut toimivat vain kansallisella tasolla. Palvelulle sisääntulevan liikenteen nopeudeksi saadaan tällöin nopeudeksi 5-10 tekstiviestiä/sekunti. Ulospäin palvelulta GSM-puhelimeen nopeus saadaan suuremmaksi modeemi poolilla tai suoralla SMSC-yhteydellä. Suoralla SMSC-yhteydellä sovellukselta SMSC:lle päin nopeus saadaan 50-100 tekstiviestiin/sekunti. Sveitsiläisen yrityksen NovelSoftin sms-wap.com palvelua voidaan pitää hyvänä esimerkkinä globaalista SMS-palvelusta . Siinä yksittäisen palvelunumeron hoitaa yksi GSM-numero. Tämän kautta tulevat sisääntulevat tekstiviestit. Uloslähtevät tekstiviestit toimitetaan suoraan SMSC-keskuksen kautta.

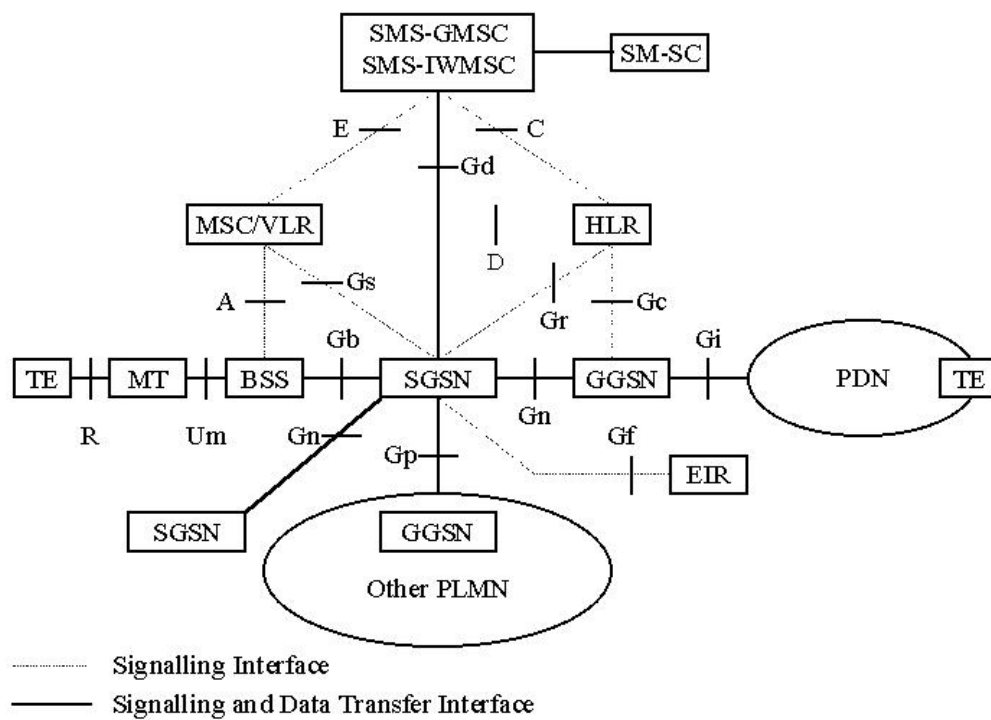
9.0 GPRS yleisesti

GPRS (General Packet Radio) on 3.sukupolven tekniikkaa ja se tulee käyttöön vuoden 2001 alussa. GPRS mahdollistaa suoran, pakettivälitteisen liikenteen IP tai X.25-verkkoon. GPRS varaa radiotiellä enemmän aikavälejä kuin GSM ja saavuttaa täten nopeuden 64-128 kbit/s. Käytännössä nopeus on paljon alhaisempi noin 40kbit/s.

Yhdellä GPRS-tilaajalla voi olla useita erilaisia PDP-konteksteja (Packet Data Protocol). Kun tilaaja aktivoi IP:n mukaisen PDP-kontekstin, aktivoidaan hänelle IP-osoite, jonka perusteella hänelle voidaan lähettää paketteja ja jonka mukaisena hänen paketit lähetetään ulkoiseen IP-verkkoon. GPRS-runkoverkko tekee IP-osoitteen ja GSM:n sisäisen osoituksen välisen muunnoksen ja kykenee hallitsemaan tilaajan mobiliteetin. GPRS-järjestelmä näyttää siis ulospäin Internetiin tavalliselta aliverkolta. Myöskään päätelaitteiden liikkuvuus ei ole havaittavissa GPRS-järjestelmän ulkopuolelta. [17]

GPRS arkkitehtuurin suunnittelu on perustunut siihen että mahdollisimman vähän joudutaan muuttamaan alkuperäistä GSM-verkkoa. Radiotie toimii samalla tavalla kuin GSM:ssä. GPRS verkon tärkein komponentti on SGSN (Serving GPRS Support Node), mikä toimii tilaajalle pääsypisteenä GPRS-verkkoon. Sen tehtäviin kuuluvat liikkuvuuden hallinta ja tilaajan tunnistus, lisäksi sillä on rekisteritoimintoja. SGSN suorittaa protokollamuunnoksen IP-protokollasta, joka toimii runkoverkossa, SNDCP- ja LLC-protokoliin, joita taas käytetään liikenteessä SGSN:n ja MS:n välillä. Kun mobiilitilaaja haluaa lähettää/vastaanottaa dataa, SGSN välittää datapaketit sopivalle GGSN:lle. [11]

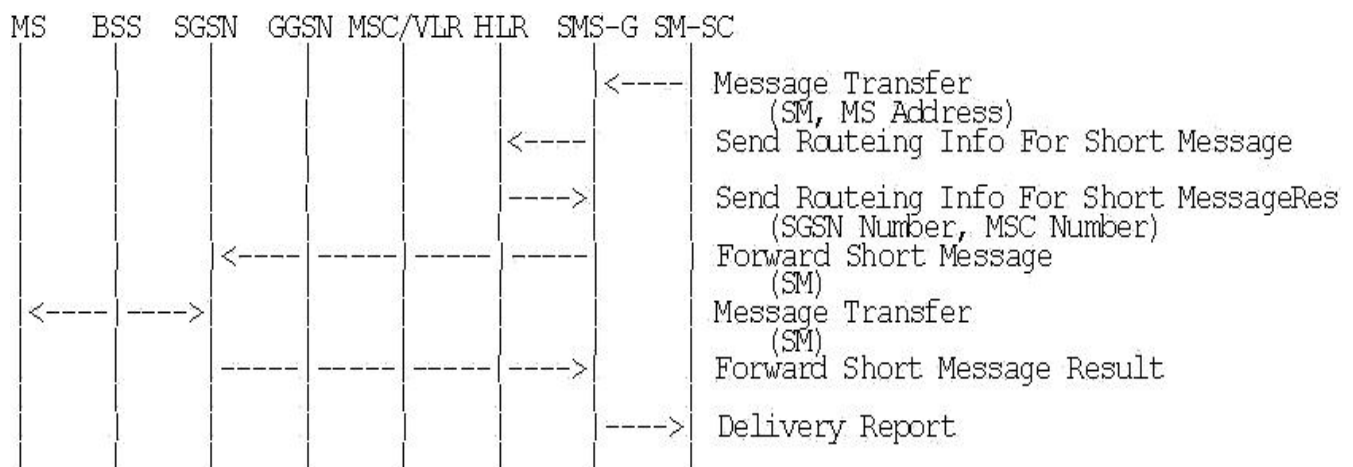
GGSN (Gateway GPRS Support Node):n tehtävänä on piilottaa GPRS-verkko muilta verkoilta. Näin ollen se toimii ulkoisten verkkojen kannalta GPRS-aliverkon reunareitittimenä. Fyysisesti GGSN siis sijaitsee GPRS-verkon ja muiden verkkojen, kuten Internet ja X.25. välissä. Kun GGSN vastaanottaa dataa ulkoisista verkoista, se tarkistaa, mikä on ko. datapaketin osoite ja onko tämä osoite aktiivinen. Jos IP-paketin osoitekenttä on aktiivinen, GGSN lähettää datagrammin eteenpäin sille SGSN:lle, jonka alueella kohdeosoitteen MS on. Päinvastaisessa tapauksessa GGSN hylkää datagrammin. MOC-puheluissa GGSN reitittää sitten datagrammit oikeaan ulkoiseen verkkoon. [11]



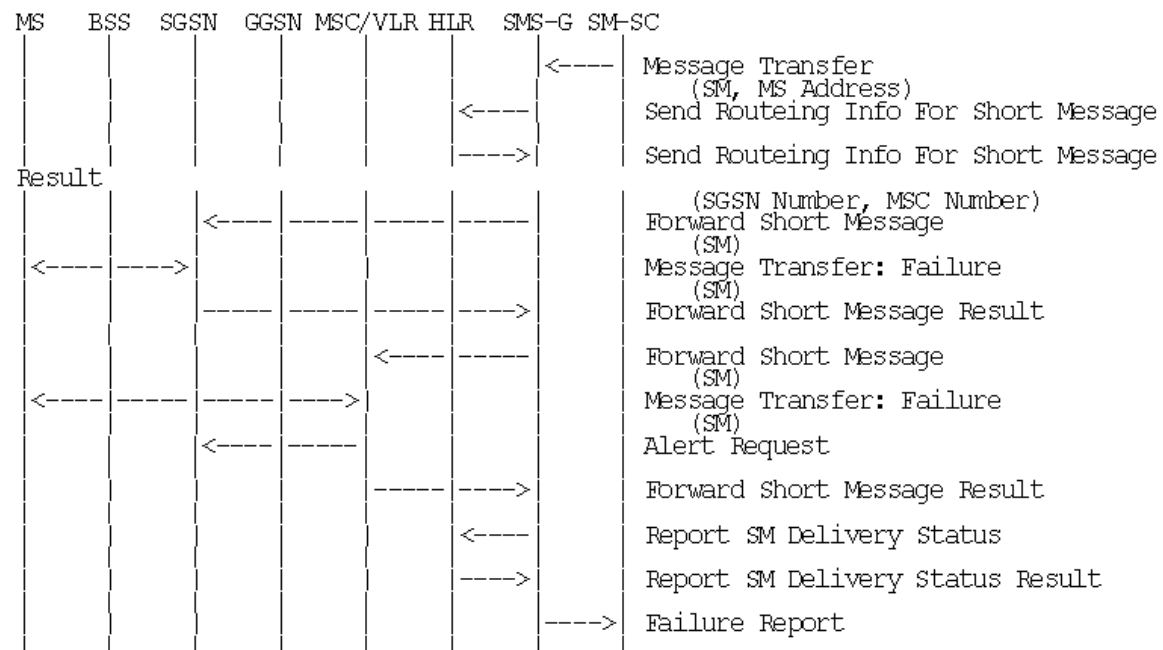
Kuva 11. GPRS arkkitehtuuri. Kuva vastaa muuten normaalia GSM-arkkitehtuuria mutta tähän on lisätty GPRS-verkon omat komponentit SGSN ja GGSN. [4]

8.1 GPRS ja SMS

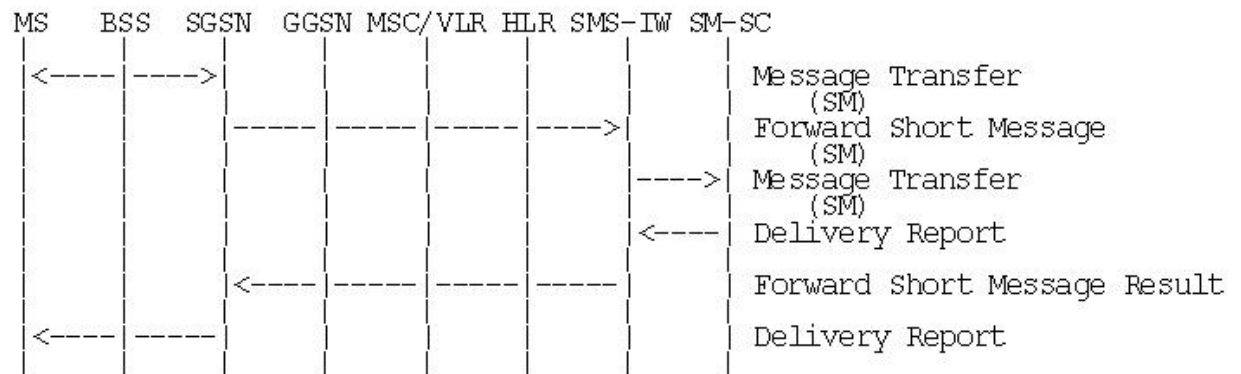
SMS palvelu voi toimia GPRS:ssä kahdella tavalla GPRS-verkon yli tai MSC/VLR:n kautta. Kuvassa 12 on Mobile-terminated tekstiviestin lähetys GPRS-verkon yli. SGSN toimii melkein samalla tavalla kuin MSC/VLR. Kuvassa 13 on Mobile-Terminated tekstiviestin lähettäminen ensiksi GPRS-verkon yli ja sen epäonnistuminen. Sen jälkeen yritetään lähettää tekstiviesti MSC/VLR:n kautta, mikä ei myöskään onnistu. Kuvassa 14 on Mobile-Originated tekstiviestin lähettäminen GPRS-verkossa.



Kuva 12. MT-SM GPRS-verkon yli. [5]



Kuva 13. MT-SM ensiksi GPRS-verkon yli, sitten MSC/VLR:n. [5]



Kuva 14. MO-SM GPRS:ssä. [5]

9.0 Yhteenveto

SMS-palvelun tulevaisuus näyttää ainakin 5 vuodeksi eteenpäin hyvältä. SMS:stä on tullut arkipäivää ihmisten keskuudessa eikä siitä helposti pääse eroon kun puhelimet ja infrastruktuuri sisältävät palvelun. Uusia palveluita kehitetään jatkuvasti esimerkkinä Malibu Telecom Oy, joka on kehittänyt oman tekstiviesti pohjaisen mobiilichatin InfoBeamsin ja mobiili-internet ratkaisunsa LayThrun. WAP on ollut tähän asti aika surkeassa jamassa ja voiton on vienyt SMS. GPRS nopeuttaa SMS-viestien siirtymistä puhelinverkossa, koska tekstiviestien ei tarvitse enään kulkea SS7-verkon kautta. Joten GPRS ei syrjäytä SMS:ä vaan ne täydentävät toisiaan. Sitten kun käyttäjä pääsee mobiililaitteesta verkkoon käyttämään uusia datapalveluita, voi SMS:n käyttö vähentyä. Kuvassa 14 on ennustettuja tietoja SMS-viesteistä lähetetty per kuukausi eri maissa ja kuvassa 15 maailmalla yhteensä.

Country	SMS/ month April 1999	SMS/ month October 1999	SMS/ month December 1999	SMS/ month May 2000
Germany	150 million	300 million	600 million	1 billion
UK	100 million	175 million	250 million	400 million
Italy	170 million	250 million	300 million	400 million
Finland	75 million	100 million	150 million	175 million
Norway	70 million	100 million	125 million	150 million
Sweden	70 million	120 million	150 million	175 million
Portugal	60 million	100 million	125 million	200 million
France	60 million	100 million	125 million	200 million
Spain	60 million	100 million	120 million	160 million
Denmark	50 million	80 million	175 million	220 million
Belgium	25 million	50 million	65 million	80 million
Greece	15 million	25 million	45 million	55 million
Other	95 million	500 million	780 million	685 million
TOTAL	1 Billion	2 Billion	3 Billion	4 Billion

Kuva 14. Tekstiviestejä lähetetty per kuukausi. [9]

SMS per month	Date
1.5 billion	March 1999
2.75 billion	October 1999
4 billion	December 1999
5 billion	March 2000
10 billion	December 2000 (Forecast)

Kuva 15. Tekstiviestejä lähetetty maailmalla per kuukausi. [9]

Lähteet:

- [1] Akumiitti, ACL document,
<<http://www.akumiitti.com/ACL.pdf>>
- [2] Akumiitti, ACL V1.1 Programmers Guide, 20.3.2000
- [3] EMI, EMI specification,
<<http://www.cmgtelcom.com/docs/smsc%20emi%20specification%20312.pdf>>
- [4] Hannu Kari, GPRS architecture, 18.2.1999
< <http://www.cs.hut.fi/~hhk/GPRS/lect/architecture/index.htm>>
- [5] Hannu Kari, GPRS impacts on GSM Network planning, SMS, SS7 network, 18.2.1999
< http://www.cs.hut.fi/~hhk/GPRS/lect/misc_impacts/index.htm>
- [6] Kevin Holley, The Short Message Service, 18.12.1997,
<<http://www.planet.net.au/~jtrusler/KHsms.htm>>
- [7] Logica, SMPP,
< <http://www.logica.com/offerings/SMPP.html> >
- [8] Malibu Telecom Oy
<<http://www.malibutelecom.com>>
- [9] Mobilesms, SMS Contracts, 11.2.2000
< <http://www.mobilesms.com/GetSMSContracts.asp?aid=1&hdr=Continental+Europe>>
- [10] Radiolinja, Yritysratkaisut,
<http://www.radiolinja.fi/yrityspalvelut/yr_yri_tiedonvalitys.shtml>
- [11] Sami Ollikainen, NOPEA GSM - UUNET DATASIIRTOTEKNIKAT,
< http://www.tml.hut.fi/Studies/Tik-110.300/1998/Newtech/nopea_gsm_3.html>
- [12] SMPP forum, SMPP,
< <http://www.smppforum.com>>
- [13] Sonera, Yritysratkaisut,
<http://www.sonera.fi/gsm/yritysratkaisut/tuota_tietoa/ohjelmisto.html>
- [14] TeleCommunications Systems, Short Message Service Center Tutorial, 11.2.2000,
< <http://www.tcs-inc.com/wirelesssms.htm>>
- [16] Telehallintokeskus, Lyhytsanomapalvelut,

< <http://www.thk.fi/suomi/ajankoht/lyhytsanoma.htm> >

[17] Tomi Kangassuo, GPRS,

< <http://www.it.lut.fi/opetus/98-99/1651/GPRS.html> >