



**S-38.201 ATM- JA MULTIMEDIA-
SEMINAARI, 3.3.1997**

IN-verkon ylikuormitussuojaus

Markku Mäki
S 40554K
markku.maki@hut.fi

1. JOHDANTO	3
2. ÄLYVERKKO	3
2.1 MIKÄ ON ÄLYVERKKO?	3
2.2 MIKSI ÄLYVERKKOA TARVITAAN?	3
2.3 ÄLYVERKON RAKENNE	3
2.4 ÄLYVERKON TOIMINTAPERIAATE	4
2.5 ÄLYVERKKOSTANDARDIT	4
2.6 ÄLYVERKKOPALVELUT	5
2.7 TELEÄÄNESTYS ÄLYVERKKOPALVELUNA	5
2.8 ESIMERKKI TELEÄÄNESTYSTAPAHTUMASTA /12/:	5
2.9 YHTEISKANAVAMERKINANTO TEKEE ÄLYVERKON MAHDOLLISEKSI	5
2.10 ÄLYVERKON TESTAAMISEN TÄRKEYDESTÄ	6
3. ÄLYVERKON YLIKUORMITUSSUOJAUS	6
3.1 YLIKUORMITUSSUOJAUSTEN TUTKIMUS	6
3.2 ÄLYVERKKO JA SS7	6
3.3 CCITT:N SININEN KIRJA (Q.700-SARJA)	7
3.3.1 MTP-VUONOHJAUS	7
3.4 SS7:N PERUS-CCM	8
3.5 ESITETYT PARANNUKSET CCM:ÄÄN	8
3.5.1 ANNIHILATION CONGESTION CONTROL MECHANISM (ACCM)	8
3.5.2 LOAD CONTROL OF NDB	9
3.5.3 INTELLIGENT PERIPHERAL OVERLOAD CONTROL	9
4. YHTEENVETO	10

TIIVISTELMÄ

Puhelinverkon käyttäjän kärsimättömyys saattaa aiheuttaa koko ohjausjärjestelmän ruuhkautumisen tilanteessa, jossa puhelut estyvät tai puheluiden kytkentäajajat kasvavat ruuhkautumisen seurauksena. Älyverkon mahdollistamat uudet palvelut, kuten teleäänestys, vaativat televerkon ylikuormitussuojauksen suunnittelemista tiiviisti verkon ohjausjärjestelmän suunnittelun yhteydessä. Teleäänestys on operaattorin kannalta huono tulonlähde, koska se saattaa häiritä verkon normaalia toimintaa: Muistamme, miten viime vuonna saimme lukea lööpeistä kuinka Miss Suomi -kisojen puhelinäänestys oli tukkinut joillain alueilla liikenteen hätänumeroihin.

1. JOHDANTO

Älyverkko, Intelligent Network (IN), on televerkon päälle rakennettu verkko, joka mahdollistaa uusien palveluiden ja ominaisuuksien toteuttamisen joustavasti. Se ei ole erillinen verkko, vaan nimitys tavalle ohjata olemassaolevaa televerkkoa. Älyverkko erottaa puhelun kytkennän ja palvelulogiikan toisistaan. Älyverkkopalveluiden kaltaisia puhelinverkon toimintoja (esimerkiksi USA:n 800-palvelu eli freephone) on ollut käytössä jo 1960-luvulta lähtien, mutta ensimmäiset älyverkkostandardit valmistuivat vasta 80-luvulla.

Tämän esityksen tarkoituksena on esitellä älyverkon rakennetta ja toimintaa sekä yleisellä tasolla että liikenteenhallinnan kannalta. Esityksen pohjalta voidaan huomata, että älyverkon ylikuormitussuojaukseen ja vuonohjaukseen liittyy vielä monia ratkaisemattomia kysymyksiä. Tämä käy ilmi siitäkin, että lähdemateriaalina toimineet artikkelit sisältävät enimmäkseen älyverkon liikenteenhallinnan parantamishdotuksia.

2. ÄLYVERKKO

2.1 MIKÄ ON ÄLYVERKKO?

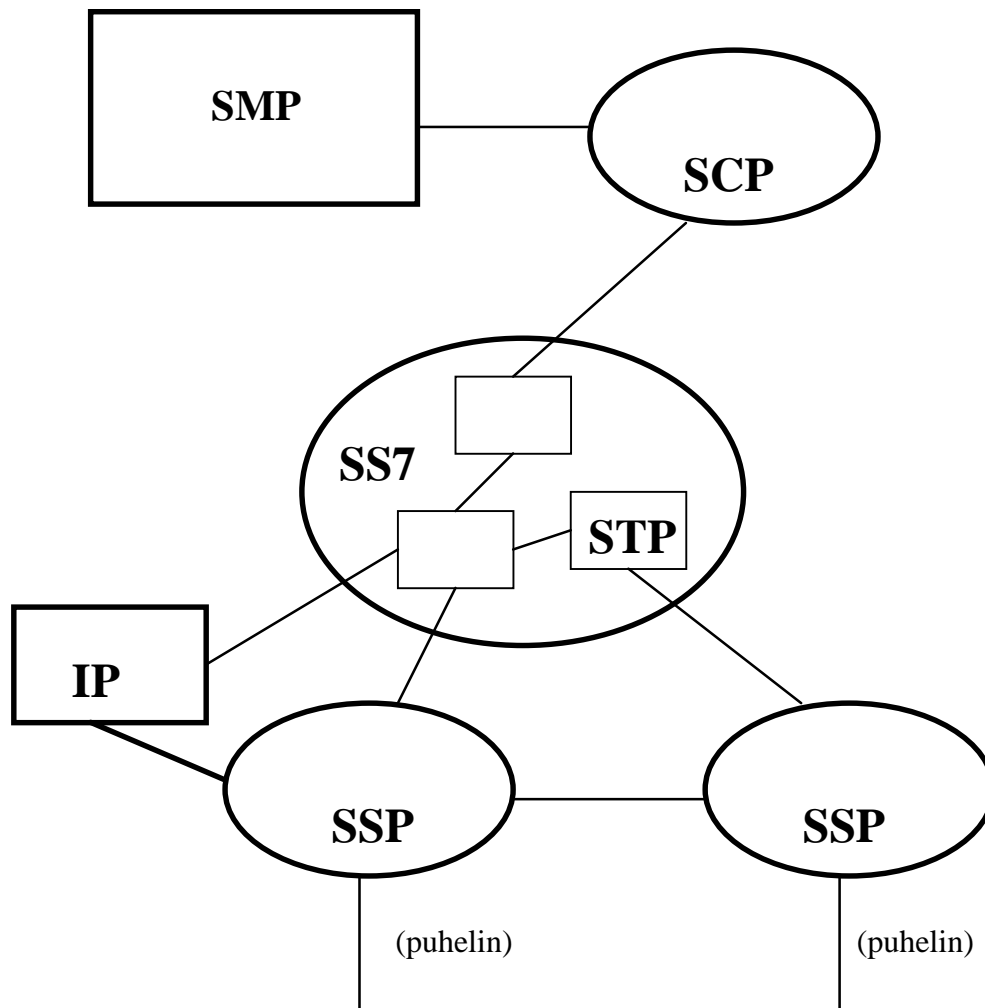
Aikana, jolloin älyverkoista ei vielä puhuttu mitään, oli vaikeaa kehittää uusia palveluita, sillä televerkon ohjaustoiminnot oli toteutettu hajauttamalla ne verkon eri keskuksiin. 1980-luvulla tietojenkäsittelykapasiteetin kasvaessa syntyi ajatus keskittää palveluiden ohjaustoiminnot tiettyihin pisteisiin, joita olisi mahdollista muuttaa helposti, nopeasti ja taloudellisesti. Näin syntyi älyverkkokoarkkitehtuuri, joka on tänä päivänä muuttumassa yhä monimutkaisemmaksi.

2.2 MIKSI ÄLYVERKKOA TARVITAAN?

Televerkko on läpikäymässä suuria muutoksia, joita ovat ajamassa eteenpäin seuraavat tekijät: TEKNIKAN KEHITYS - niin tietojenkäsittelykapasiteetin kuin teletekniikan kiihtyvä kehitys. Tulevaisuudessa ohjelmistojen merkitys kasvaa entisestään teletekniikassa; KILPAILUN VAPAUTUMINEN - tämä on jo havaittavissa maailmanlaajuisesti. Monopoliasemassa olleiden yhtiöiden asema muuttuu, kun uusia kilpailijoita tulee mukaan. Koko teletekninen ala on kulkemassa kohti maailmanlaajuisia informaatioyhteiskuntaa; ASIAKKAIDEN TARPEET - asiakkaiden merkitys tulee entistään korostumaan, kun he vaativat yhä uusia ja entistä parempia palveluita teleyhtiöiltään /12/. Älyverkko luo mahdollisuuksia toteuttaa palveluita, joita ei ennen ollut mahdollista toteuttaa. Tästä seuraa se, että tulevaisuudessa kaikki puhelut saattavat kulkea älyverkon kautta.

2.3 ÄLYVERKON RAKENNE

Älyverkkopalveluita voidaan käyttää tavallisella puhelimella, joka on kytketty televerkkoon. Palveluiden kytkentäpisteinä (SSP) toimii televerkon keskus, joka suorittaa tarvittavat toiminnot palveluiden ohjauspisteeltä (SCP) saamansa ohjauksen mukaan. Merkinannon siirtopisteinä (STP) toimii yhteiskanavamerkinantoverkko, joka mahdollistaa älyverkon signaalien siirtämisen ohjaus- ja kytkentäpisteiden välillä. Palvelun ohjauspiste sisältää palveluiden toteuttamisen vaatiman logiikan ja siihen liittyvän tietokannan (NDB). SCP on joko riittävän prosessointikapasiteetin omaava tietokonelaitteisto tai tänä päivänä myös puhelinkeskus, josta puuttuu vain kytkentäkenttä. SSP ja SCP voivat sijaita myös samassa keskuksessa. Palvelun hallintapisteessä (SMP) luodaan ja ylläpidetään älyverkon palveluita. Sillä huolehditaan myös laskutus- ja tilastotietojen käsittelystä. SMP:hen voidaan kytkä telelaitoksen ulkopuolinen käyttäjä, palveluntuottaja, joka saa näin halutessaan tilastotietoja omasta palvelustaan /6/.



kuva 1. Älyverkon perusosat /12/

2.4 ÄLYVERKON TOIMINTAPERIAATE

Tavallinen puhelu kytkeytyy älyverkko-ohjauksella varustetun keskuksen kautta normaalisti. Älyverkkopalvelu käynnistyy SSP:n havaitessa älyverkko-ohjausta vaativan numeron, jolloin se pyytää puhelun reititykseen ja palvelun kytkemiseen tarvittavia ohjeita SCP:ltä. SCP käy tarkistamassa tietokannasta, miten palveluntarjoaja on halunnut toimittavan kutsun tullessa numeroon, ja lähettää ohjeet SSP:lle sanomassa. Jos palvelu on monimutkaisempi, voi SCP:n ja SSP:n välillä liikkua montakin sanomaa yhteiskanavamerkinantoa hyväksi käyttäen. Sen jälkeen SSP toimii saamiensa ohjeiden mukaan, esimerkiksi kytkien 9800-alkuiseen ilmaisnumeroon tulleen kutsun johonkin televerkon numeroon /12/.

2.5 ÄLYVERKKOSTANDARDIT

Yhdysvaltalainen Bell Communications Research (Bellcore) mainitaan älyverkkojen kehitystyön aloittajaksi. Se julkaisi intelligent network 1 (IN-1) ja intelligent network 2 (IN-2) määrittelynsä 80-luvulla. Vuonna 1989 Bellcore esitteli uuden älyverkkoarkkitehtuurin, joka kulkee nimellä advanced intelligent network (AIN). Samaan aikaan kansainvälinen älyverkkojen standardointi lähti liikkeelle ITU:n toimesta. Eurooppalainen ETSI aloitti myös tutkimustoiminnan, jonka tavoitteena on ylöspäin yhteensopivien capability set (CS) -suositusten luominen. Termi CS viittaa palvelujoukkoon ja -ominaisuuksiin, jotka voidaan toteuttaa tietyn älyverkon kehitysvaiheen palveluriippumattomia rakenneosia (SIB) käyttäen. ITU ja ETSI julkaisivat vuonna 1992 CS-1:n, jonka paranneltu versio CS-1R (revised) julkaistiin keväällä 1995. Suunnitelmassa on CS-2 (1997) ja CS-3 (1998) julkaiseminen /12/.

2.6 ÄLYVERKKOPALVELUT

Ensimmäinen Suomessa markkinoille tuotu älyverkkopalvelu oli Telen 9800-LÄHILINJA. Tämä tapahtui vuonna 1986, jolloin se tunnettiin vielä suuntanumeronsa mukaan nimellä "927-palvelu". Ensin toiminta oli vain soittamista lähipuhelumaksulla ja numeromuunnosten tekemistä. Ainoa varsinainen älyverkkotoiminne oli samanaikaisten puheluiden määrän rajoittaminen, joka oli tarkoitettu turvaamaan puhelinverkkoa yllättäviltä ruuhkatilanteilta /6/.

Joitakin älyverkkopalveluita on määritelty, jotta älyverkkojen mahdollisuuksien kehittäminen olisi helpompaa. Täytyy kuitenkin korostaa, että varsinaiset älyverkkopalvelut eivät kuulu älyverkkostandardien piiriin. Seuraavassa on jaettu älyverkkopalvelut neljään pääryhmään:

1. Numeron muunnokseen perustuvat
2. Joustavaan laskutukseen perustuvat
3. Seulontaan perustuvat
4. Muut palvelut

2.7 TELEÄÄNESTYS ÄLYVERKKOPALVELUNA

Teleäänestys on hyvin suosittu palvelu monissa maissa, koska television katsojien tai radion kuuntelijoiden mielipiteen kysyminen on yhä suositumpaa. Teleäänestyksessä tilaaja voi antaa äänensä puhelimitse valitsemalla tietyn numerosarjan kahdesta (tai useammasta) äänestyksen kohdetta edustavasta numerosta. Teleäänestysnumeroihin tulleet puhelut rekisteröidään, ja soittajat kuulevat lyhyen nauhoitetun tiedotuksen siitä, että heidän äänensä on rekisteröity. Teleäänestystä varten varataan usein tilapäiset älyverkon puhelinnumerot, ja niihin soittavilta voidaan periä paikallispuhelumaksun lisäksi tietty palvelupuhelinmaksu. Teleäänestyksen tilaannut osapuoli saa milloin tahansa tiedon rekisteröidystä äänistä.

Teleäänestyksessä käytetään "mass calling"-älyverkkopalvelua, joka mahdollistaa suurten tulevien puhelumäärien käsittelyn. Teleäänestys-älyverkkopalvelussa voidaan käyttää myös joitain seuraavista älyverkon toiminnoista:

- call distribution
- call gapping
- call limiting
- call logging
- call queuing
- customer profile management
- customer recorded announcement
- originating call screening
- originating user prompter
- origin-dependent routing
- time-dependent routing

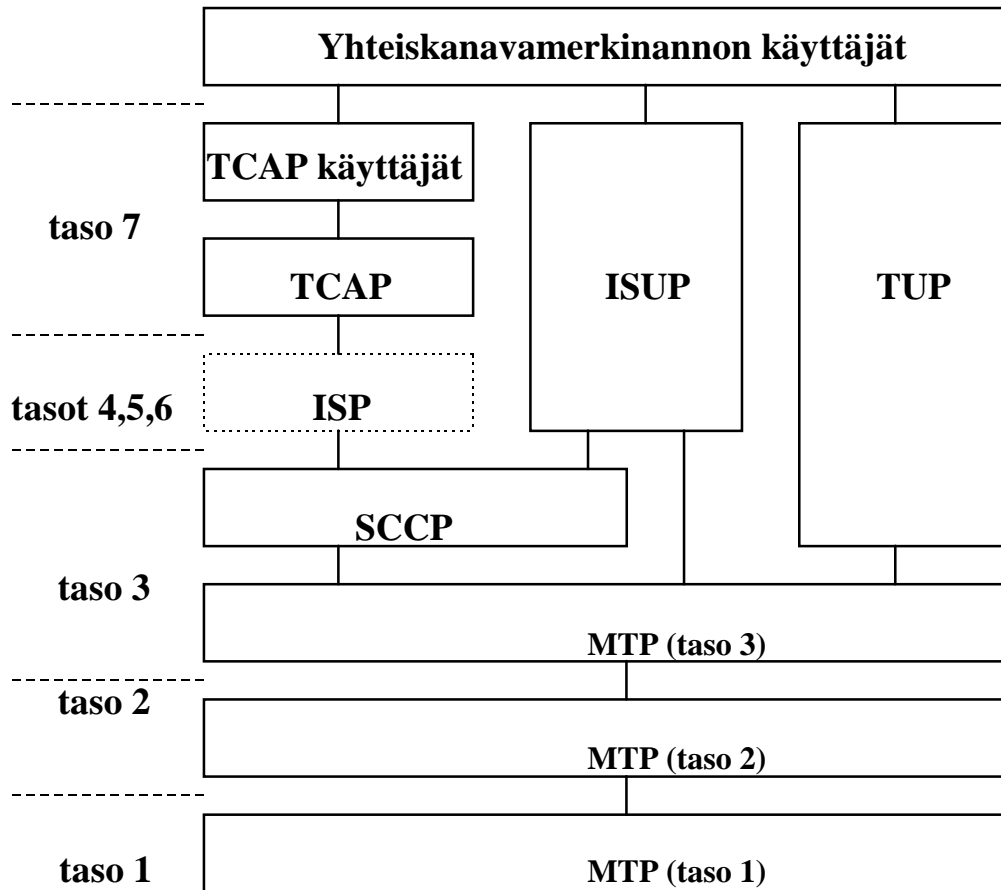
2.8 Esimerkki teleäänestystapahtumasta /12/:

1. Soittaja valitsee teleäänestysnumeron (esimerkiksi 9700-12345)
2. SSP-keskus tunnistaa puhelun teleäänestyspuheluksi, ja lähettää sanoman palvelua vastaavalle SCP:lle. SCP käynnistää tietyn ohjelman saatuaan viestin. SCP lisää äänestysnumeroa vastaavan laskurin arvoa yhdellä ja valitsee yhden IP:istä, joka sisältää vastauspaikan, ja joka voi toistaa nauhoitetun tiedotuksen annetun äänen rekisteröinnistä.
3. SCP lähettää SSP:lle reititystiedon valittuun IP:hen.
4. SSP ohjaa puhelun IP:hen, ja käskää tätä toistamaan tiedoituksen ("Kiitos soitostasi, äänesi on rekisteröity...") soittajalle.
5. IP viestittää SSP:lle, että tiedoitus on toistettu.
6. SSP lähettää tiedon tästä SCP:lle.
7. SCP käskää SSP:tä katkaisemaan yhteyden IP:hen ja purkamaan puhelun.
8. SSP purkaa puhelun

2.9 YHTEISKANAVAMERKINANTO TEKEE ÄLYVERKON MAHDOLLISEKSI

Älyverkko toimii yhteiskanavamerkinantojärjestelmän (SS7) avulla. SS7 taas on kansainvälisesti standardoitu merkinantojärjestelmä, jota voidaan käyttää esimerkiksi televerkon puheluiden ohjaamiseen, verkon hallintaan ja ylläpitotietojen välittämiseen. Tieto välitetään sanomina, jotka

ohjataan vastaanottajalle osoitetietojen perusteella. Merkinantotiedot siirretään puhekanavista riippumattomassa, erillisessä pakettikytkentäisessä verkossa. Merkinantokanava yhdistää kaksi merkinantopistettä, ja rinnakkaisia merkinantokanavia kutsutaan merkinantokanavajärjestelmiksi (Signalling Link Set). SS7 jaetaan *sanomansiirto-osaan* (MTP), joka koostuu merkinantolinkistä (MTP taso1), merkinantokanavasta (MTP taso 2) ja merkinantoverkosta (MTP taso 3) sekä *käyttäjösiin* (TUP, ISUP, MAP, OAMP ja INAP joista kolme viimeistä käyttävät TCAP:a) /14/.



kuva 2. SS7-protokollapino ja osien sijoittuminen OSI-viitemalliin/14/

2.10 ÄLYVERKON TESTAAMISEN TÄRKEYDESTÄ

Älyverkon palveluiden testaus liittyy tärkeänä osana sen hankkimiseen ja rakentamiseen. Jos suorituskyky on vajavainen, joudutaan ennen pitkää hankkimaan lisäkapasiteettia - puhumattakaan puutteellisen toiminnan vaikutuksista palvelun ja operaattorin imagoon /15/.

3. ÄLYVERKON YLIKUORMITUSSUOJAUS

3.1 YLIKUORMITUSSUOJAUSTEN TUTKIMUS

Älyverkon ylikuormitussuojausta on tutkittu viime vuosina hyvin paljon ja laajasti. Tutkimusten yhteydessä on kehitetty erilaisia menetelmiä ruuhkatilanteiden välttämiseksi ja hoitamiseksi. Seuraavia asioita on tutkittu: SS7:n linkkiyhteyksien vaikutus, jonomallien vaikutus merkinantoverkkoon, transienttien vaikutus älyverkon vakauteen, ruuhkanhallinta- ja vuonohjausmenetelmät, kansainvälisten älyverkkojen transienttien vaikutus, STP:n ruuhkanhallinta signaalien tuhoamisen menetelmällä ja älyverkon ylikuormitussuojausten sijoittaminen sovellustasolle tilanteessa, jossa ylikuormitus aiheutuu älyverkon hajautetusta rakenteesta. Päähuomio on kiinnitetty, kuten jatkossa huomaamme, SCP:n ylikuormitussuojausmenetelmien kehittämiseen ja vertailemiseen.

3.2 ÄLYVERKKO JA SS7

Älyverkon ruuhkanhallintajärjestelmänä toimii pääasiassa SS7:n ruuhkanhallintajärjestelmä (CCM). SS7 on pakettikytkentäinen verkko, jonka tehtävänä on televerkkojen toiminnan tukeminen. CCM:n rooli SS7:ssä on selvittää välittömät ylikuormitustilanteet yhteyksillä tai SS7-verkon pisteissä.

Nykyinen CCM on ensisijaisesti suunniteltu PSTN:n yhteyksien muodostamiseen ja purkamiseen, joten se on uusien haasteiden edessä älyverkkojen kasvaessa rajusti.

Älyverkon toiminnan kannalta on tärkeintä, että SCP toimii hyvin niin pienellä kuin suurella kuormituksella. Televerkkojen ylikuormitussuojaus ei sovellu kuitenkaan kovin hyvin älyverkon suojaukseksi, koska televerkon keskuksilla ja SCP:llä on eroa. SS7 on suunniteltu sillä oletuksella, että kaikkien puheluiden ohjaamiseen käytetään suunnilleen saman verran prosessointiaikaa - älyverkkojen kohdalla tilanne on aivan toinen.

Ruuhkaa odotetaan esiintyvän SS7:ssä vain poikkeustilanteissa, kuten liikenteen uudelleenohjauksessa verkkokomponentin rikkoutuessa tai erityisen suurella yhden pisteen kutsuintensiteetillä (esimerkiksi teleäänestystilanteissa). Teleäänestystilanteen tekee älyverkon kannalta poikkeukselliseksi se, että tuleva liikenne ei noudatakaan Poisson-tyyppistä jakaamaa: merkinantoverkot on suunniteltu siten, että normaali kuormitus vastaa 25-35 prosenttia verkon maksimikuormasta /9/. Televerkot on yleisesti mitoitettu Poisson-tyyppiselle liikenteelle, ja älyverkon mitoittaminen teleäänestystilanteiden huippujen mukaan ei olisi taloudellisesti järkevää. Eikä se ole edes toivottavaa, sillä on helpompi hallita verkkoa, jos tiedetään, mikä verkon osa on pullonkaulana: Pullonkaulojen poistaminen ei poista sitä vaaraa, että teleäänestystilanteissa verkko voi kuitenkin ruuhkautua /1/.

SCP:hen sijoitettu kuristusmekanismi ei suojaa SCP:tä tehokkaasti ylikuormitukselta: Yhden älyverkkopuhelun suorittamiseen tarvitaan useista viesteistä koostuvan kyselyn tekeminen SSP:n ja SCP:n välillä. Kun kyselyn ensimmäinen viesti saapuu SCP:hen, on sen päätettävä suoritetaanko kysely vai ei. Jos kysely päätetään suorittaa, pitää kaikki ensimmäistä viestiä seuraavat viestit saada käsiteltyä. Älyverkko käyttää OSI-mallin tasolle 7 sijoittuvaa protokollaa, jonka nimi on Transaction Capabilities Application Part (TCAP). TCAP mahdollistaa tietojen siirtämisen verkon pisteiden välillä. SS7:ää älyverkon ylikuormitussuojaukseen käytettäessä joudutaan paljon prosessointitehoa käyttämään SS7- ja TCAP-protokollien mukaisten viestien purkamiseen. Esimerkiksi ilmaispuhelupalvelussa noin kolmannes koko SCP:n prosessointiajasta menee viestien purkamiseen /13/.

Jotta SCP voisi tunnistaa kyselyiden ensimmäiset viestit, pitää sen purkaa SS7-protokollan mukaiset viestit, ja tämä kuluttaa SCP:n prosessointitehoa. Jos SCP:hen tulevien viestien määrä aikayksikköä kohden on korkea, kuluu sen koko prosessointiteho pelkkään ylemmän tason protokollan purkamiseen. SCP:iden ylikuormitussuojaus on toteutettava tämän takia SSP:issä. SSP:ihin voidaan sijoittaa useampia kuristimia, jotka suorittavat älyverkkoliikenteen priorisointia, eli ruuhkatilanteissa voidaan ensimmäiseksi estää alempiin palveluluokkiin kuuluvat kyselyt. Kuristusmekanismien parametreinä voivat olla SCP:n kuormitus ja SSP:iden kutsutiheys /13/.

CS-1:een kuuluu automaattinen puheluiden rajoittaminen (GAP), jonka avulla operaattori voi rajoittaa tietyille tilaajalle reititettyjen puheluiden määrää. Tämä mekanismi suojaa SCP:tä ylikuormitukselta, jonka aiheuttisi monen SSP:n samanaikainen kysely, mutta tällä tavoin ei voida poistaa SS7:ssä ilmeneviä ruuhkia. GAP toimii sovellustasolla, eikä se kykene keskustelemaan sanomansiirto-osan (MTP) kanssa, joten se ei voi reagoida SS7:n ruuhkatilanteisiin.

3.3 CCITT:N SININEN KIRJA (Q.700-sarja)

Yhteiskanavamerkinantoverkko on ensimmäisen kerran määritelty CCITT:n keltaisessa kirjassa vuonna 1980. Vuonna 1984 julkaistu punainen kirja sisältää lisäyksenä edelliseen merkinantoyhteyden ohjausosan (SCCP), ISDN-käyttäjöiden (ISUP) sekä käytön- ja kunnossapidon käyttäjäosan (OAMP). Sininen kirja julkaistiin vuonna 1988, ja se sisältää edellisten lisäksi älyverkoissa (INAP) ja GSM:ssä (MAP) tarvittavat yhteystapahtumatoiminnot (TC) /14/. Sinisen kirjan määrittelemät SS7-vuonohjausmekanismit ovat:

- 1) Merkinantoverkon sanomansiirto-osan vuonohjaus (Signaling Network MTP Flow Control)
- 2) MTP:n solmupisteiden vuonohjaus (MTP nodal flow control)
- 3) Käyttäjöiden hallinta (User part availability control)
- 4) Käyttäjöiden vuonohjaus (User part flow control)
- 5) Automaattinen ruuhkanhallinta (Automatic congestion control)

3.3.1 MTP-VUONOHJAUS

MTP-vuonohjauksen perusajatuksena on välittää käyttäjöiden tietä ruuhkatilanteesta, jolloin vastuu liikenteen vähentämisestä ruuhkautuneelle alueelle on käyttäjöiden. Suomessa käytössä olevassa kansallisessa YKM-järjestelmässä on määritelty Transfer Controlled (TFC) -sanoma ja siihen liittyvä

proseduuri. Tämä noudattaa CCITT:n sinisen kirjan suositusta YKM-verkoista ilman sanomien estoprioriteetteja /14/.

3.4 SS7:N PERUS-CCM

Nykyinen CCM ei huomioi toiminnan vaikutuksia ympäröivään merkintantoverkkoon. Ruuhkat selvitetään kuristamalla ruuhkautuneille alueille suuntautuvaa liikennettä, ja ohjaamalla ruuhkautuneiden alueiden läpi kulkevaa liikennettä muiden verkon osien kautta. Tämä tapahtuu kontrolloimattomalla menetelmällä, joka ei välttämättä johda hyvään lopputulokseen koko verkon kannalta katsottuna. Tästä seuraa vaara, että aiheutetaan ruuhkia verkon muissa osissa, ja hetken kuluttua koko verkko saattaa olla pahasti ruuhkautunut. Hyvän CCM:n on siis kyettävä selvittämään ylikuormitustilanteet siten, että koko verkko hyötyy.

Yhteiskanavamerkinannon luonteeseen kuuluu, että verkossa ilmenevät viat ja ruuhkat saattavat levitä hyvinkin laajalle alueelle verkossa. On todettu, että nämä häiriöt leviävät neljällä eri tavalla /16/:

1. verkon hallinta/ohjausviestien mukana
2. virheellisten viestien takia
3. ruuhkanhallinta- ja vuonohjausmenetelmien takia
4. riittämättömien virheistäoipumismenetelmien takia

Ratkaisuna tälle ikävälle ominaisuudelle on verkonhallinnan ja verkon pisteiden ylikuormitussuojauksen yhteistoiminta. Kun ylikuormitussuojaus toimii riittävän tehokkaasti yhdessä pisteessä, ei muu verkko voi ruuhkautua yhden pisteen ylikuormitustilanteessa.

3.5 ESITETYT PARANNUKSET CCM:ÄÄN

Yksikään televerkon keskus ei tule selviämään tulevaisuuden kapea- ja laajakaistaisten palveluiden aiheuttamista hetkellisistä kuormista. Varsinkin palveluiden ohjauspisteiden ylikuormitussuojaukseen täytyy kiinnittää erityistä huomiota, ettei verkon suorituskyky putoaisi: Kallisarvoisia reaaliaikaresursseja ei saa tuhata sellaiseen palveluohjaukseen, joka ei johda onnistuneeseen puheluun /3/. Muistaa täytyy myös televerkon käyttäjä, joka saattaa käyttäytyä odottamattomasti, kun palveluissa alkaa ilmetä viivettä tai estoa ruuhkautumisen takia. Ylikuormitussuojaus ei saisi myöskään olla epäreilu teleäänestyksen lopputulosta ajatellen, eikä älyverkon yhden palvelun ruuhkautuminen saisi vaikuttaa sen tarjoamien muiden palveluiden käytettävyyteen /7/. CCM toimii parhaiten siten, että se käyttää koko verkosta saatavaa tietoa SS7:n ruuhkien hallintaan /2/.

3.5.1 ANNIHILATION CONGESTION CONTROL MECHANISM (ACCM)

Palvelukysely muodostuu sarjasta signaaleja, joiden pituus vaihtelee palvelun mukaan. Kyselyn ei voida katsoa päättyneen ennen kuin kaikki signaalit on onnistuttu välittämään sille varatun maksimajan puitteissa. Kyselyn suoritus aika on mitta, joka kertoo verkon tilasta. Viimeksi päättyneiden kyselyjen suoritus aika sisältää arvokasta tietoa pisteen ruuhkaisuudesta, ja tätä tietoa voidaan käyttää CCM:n parametrinä.

Jos tämä suoritus aika olisi käytettävissä ennen uusien kyselyjen aloittamista, olisi mahdollista tuhota kyselyt, joiden suoritus aika on liian pitkä, tai estää niiden alkaminen kokonaan, ja siten vähentää kuormitusta verkon ruuhkautuneissa osissa. Soittaja ei huomaa eroa estyneessä tai tuhotussa soitossa, sillä molemmissa tilanteissa hänen kutsunsa päättyy varattu-ääneen. Kyselyt, jotka kohtaavat ruuhkan, aiheuttavat lisää ruuhkaa, joten tällaisten kyselyjen tuhoaminen sekä vähentäisi ruuhkautuneen osan kuormitusta että vapauttaisi verkkoresursseja muille kyselyille.

On osoitettu /9/, että kyselyn kokonaissuoritus aika voidaan ennustaa lineaarisella regressiolla kyselyn yksittäisen signaalin mitatusta kulkuajasta. Jos tämä mitattu aika on suurempi kuin tuhoamisen raja-arvo, niin kysely tuhoetaan. Muussa tapauksessa se saa jatkua normaalisti.

ACCM:n vaikutus näkyy sitä selvemmin, mitä enemmän älyverkossa on SCP:hen suuntautuvaa liikennettä. Toisin sanoen, ACCM ei vaikuta verkon suorituskykyyn (negatiivisesti) normaalitilanteessa, mutta ruuhkatilanteessa parantaa sitä huomattavasti. Simuloinneissa on saatu jopa 600% parannus palvelukyselyiden läpimenoa (95% kuormituksella) verrattuna verkkoon, jossa ACCM:ää ei ole toteutettu.

3.5.2 LOAD CONTROL OF NDB

Älyverkon ylikuormitus suojausmekanismeja tutkittaessa on keskitytty pitkälti SCP:iden suojaamiseen. Myös älyverkon tietokannan (NDB) ruuhkanhallinta näyttää ylikuormitus suojauksessa tärkeää osaa. Ellei NDB:ssä ole ruuhkanhallintaa, aiheuttaa ylikuormitus tietokantahakujen hukkumisia puskureiden ylivuotojen takia tai hakuajkojen pitenemistä /4/.

NDB:n voidaan suojata ylikuormitukselta SCP:n ohjausmekanismeilla, jotka käyttävät hakujen hukkumisista johtuvia timeout'ejä tai suoritettujen hakujen vasteaikoja.

NDB:n liikenteen hallinnan perusvaatimukset:

- 1) liikenteen hallinnan on oltava tehokasta - normaalitilanteessa (kun ei ole ruuhkaa) SCP:n ja NDB:n välinen liikenne ei saa hidastua. Ylikuormitustilanteessa NDB:n kuormituksen on pysyttävä kuitenkin lähellä maksimikapasiteettia.
- 2) liikenteen hallinnan on oltava robustinen - sen on kyettävä toimimaan hyvin erilaisissa tilanteissa.
- 3) liikenteen hallinnan on oltava reilua - ylikuormitustilanteessa kapasiteettia on jaettava reilusti SCP:en kesken.

3.5.3 INTELLIGENT PERIPHERAL OVERLOAD CONTROL

Yksi älyverkon osista on älykäs oheislaite (IP), jonka tehtävänä on esimerkiksi toistaa nauhoitettuja tiedotuksia teleäänestystilanteessa ja vastaanottaa tilaajan lähettämiä palveluiden ohjaukseen tarvittavia DTMF-ääniä. IP:n ja älyverkon välinen merkinanto tapahtuu SS7:ää käyttäen. IP:n ja SSP:n välille tarvitaan puhekanavia, jotta tilaaja voitaisiin kytkeä IP:n tarjoamiin palveluihin.

IP:iden käyttämisessä on kaksi suurta ongelmaa: Ensinnäkin IP:n prosessointiyksikkö tarvitsee ylikuormitus suojauksen aivan kuten SCP tai NDP edellä. Toiseksi IP:n ja SSP:n välille varattavien puhekanavien määrän pitää olla tarpeeksi suuri, ettei puheluita jouduta hylkäämään kaikkien puhekanavien ollessa varattuja. Koska monet erilaiset palvelut käyttävät tänä päivänä IP:n palveluita, on niiden reilu jakaminen palveluiden kesken olennainen osa hyvään palvelutasoon pyrittäessä.

3.5.3.1 IP:n ylikuormitus suojaus algoritmi /5/:

VAIHE 1 - mitataan liikenne ja eston todennäköisyys jokaisen kontrollijakson lopussa

```
if the measured blocking probability > b_high then
{
trunk group is congested
congestion_level = min (max_congestion_level, congestion_level + 1)
}
else if the measured blocking probability < b_low
{
congestion_level = max (0, congestion_level - 1)
if congestion_level = 0 then trunk group is not congested and
clear the list of responsible services
}
if trunk group is congested
{
create list of responsible services
}
if the trunk group is uncongested, update the estimated normal
offered load.
```

VAIHE 2 - kutsun saapuessa

```
if service requested is on list of responsible services
{
send call to reorder announcement (call rejection) with
probability congestion_level / max_congestion_level
accept call (forward to IP) with probability (1 -
congestion_level / max_congestion_level)
```

```

}
else
{
accept call (forward to IP)
}

```

4. YHTEENVETO & ESITYKSESTÄ SAADUT KOMMENTIT

Valtakunnallisessa televisioverkossa ilmoitettavien puhelinäänestysten yhteydessä esiintyy voimakkaita ruuhkahuippuja. Nämä ruuhkahuiput johtuvat suuren tilaajamäärän samanaikaisesta toiminnasta. Ellei näitä liikenteen huippuja vastaan suojauduta, on vaarassa koko televerkon tukkeutuminen. Älyverkon ylikuormitussuojauksen eräänä tärkeänä tehtävänä onkin taata kriittisten palveluiden, kuten yleisen hätänumeron, saavutettavuus kaikissa tilanteissa.

Teleteollisuus valmistaa tänä päivänä älyverkko-ominaisuuksilla varustettuja keskuksia. Myös SCP:itä on saatavana, ja ne on varustettu standardien mukaisilla ylikuormitussuojauksilla. Älyverkkotuotteiden valmistajilla ei voi olla kokonaiskuvaa kunkin älyverkon palveluiden laadusta ja määrästä, joten operaattorit ovat pääasiallisesti vastuussa koko älyverkon kattavan ylikuormitussuojauksen tekemisestä /17/. Jorma Jormakka Helsingin Puhelin Oy:stä vahvisti tiedon, ja kertoi HPY:llä käytössä olevan (Ericssonin toimittamaan keskustekniikkaan perustuvan) älyverkon perussuojauksen lisäksi käytössä olevan useita omia ylikuormitussuojauksia.

Yksittäinen keskus suorittaa puhelun suuntanumeron perusteella tiettyjä toimenpiteitä, mutta IN-verkoissa älyverkopuhelun tunnistaminen on nimenomaan SSP:n tehtävä. (Katso kappale 2.4 ÄLYVERKON TOIMINTAPERIAATE). Professori Raimo Kantola vahvisti, että tilanne jossa älyverkkopalveluun liittyviä (rajoitus-) toimintoja tapahtuu SSP-tason alapuolella, tulee kysymykseen harvoin - lähinnä hajaasutusalueella, jossa yhteen SSP-keskukseen liittyy useampia paikalliskeskuksia.

LÄHTEET

- /1/ Jorma Jormakka: Calculation of Blocking Probability in Televoting. The 12th Nordic teletraffic seminar 1995
- /2/ Stefan Pettersson, Åke Arvidsson: Economical Aspects of a Congestion Control Mechanism in a Signaling Network. The 12th Nordic teletraffic seminar 1995
- /3/ Lars Angelin, Åke Arvidsson: A Congestion Control Mechanism for Signaling Networks Based on Network Delays. The 12th Nordic teletraffic seminar 1995
- /4/ Henrik Nyberg, Birgitta Olin: Load Control of Data Bases in the Intelligent Network. The 12th Nordic teletraffic seminar 1995
- /5/ Maria Kihl, Michael P. Rumsewicz: A Flow Model with Erlang Approximation of an Intelligent Peripheral Overload Control. The 13th Nordic teletraffic seminar 1996
- /6/ Hannu Erälinna: Älyverkon tekninen kuvaus. Älyverkot (Inskon julkaisu 179-89)
- /7/ Jorma Jormakka: Performance Analyzer for Intelligent Network. Proceedings of the Third Summer School on Telecommunications, LTKK 1994
- /8/ Maria Kihl, Christian Nyberg: Application of Modified PID Controllers to Overload Control in Intelligent Networks. St. Petersburg International Teletraffic Seminar 1995
- /9/ Lars Angelin, Stefan Pettersson, Åke Arvidsson: A Network Approach to Signalling Network Congestion Control. St. Petersburg International Teletraffic Seminar 1995
- /10/ Åke Arvidsson, Stefan Pettersson, Lars Angelin: Congestion Control in Intelligent Networks for Real Time Performance and Profit Optimisation. 10th International Teletraffic Congress Specialist Seminar 1996

- /11/ Ulf Körner: On Overload Control of SPC-systems. Teletronikk 2/3 1995, norjalainen sarjajulkaisu
- /12/ Thomas Magedanz & Radu Popescu-Zeletin: INTELLIGENT NETWORKS - Basic Technology, Standards and Evolution. International Thomson Publishing Inc. 1996 (ISBN 1-85032-293-7)
- /13/ Christian Nyberg: On Overload Control in Telecommunication Systems. Technical Report - 111, Lund University Department of Communication Systems 1992 (ISSN 1101-3931)
- /14/ Heikki Hartikainen: Yhteiskanavamerkinantoverkon mitattavat parametrit ja niiden käyttö. Raportti nro 129, HPY:n tutkimuslaitos 1992 (ISBN 951-9425-26-8)
- /15/ Kauko Pöykiö: IN-järjestelmien ja -palveluiden testaus. Teleskooppi 1 / 1996
- /16/ D.J. Houck, K.S. Meier-Hellstern, F. Saheban, R.A. Skoog: Failure and Congestion Propagation Through Signaling Controls. The 13th Nordic Teletraffic Seminar 1996
- /17/ James Yan, Doug MacDonald: Teletraffic Performance in Intelligent Network Services. The 13th Nordic Teletraffic Seminar 1996
- /18/ Joachim Zepf, Gerhard Rufa: Congestion and Flow Control in Signaling System No. 7 - Impacts of Intelligent Networks and New Services. IEEE journal on selected areas in communications, April 1994