

XML-datan tiivistys mobiilitelevision palveluoppaissa

Mikael Rinnetmäki

Tampereen yliopisto
Tietojenkäsittelytieteiden laitos
Tietojenkäsittelyoppi
Pro gradu -tutkielma
Ohjaaja: Erkki Mäkinen
Toukokuu 2008

Tampereen yliopisto
Tietojenkäsittelytieteiden laitos
Tietojenkäsittelyoppi
Mikael Rinnetmäki: XML-datan tiivistys mobiilitelevisioiden palveluoppaissa
Pro gradu -tutkielma, 58 sivua, 48 liitesivua
Toukokuu 2008

Digitaalitekniikan kehityksen ansiosta televisiota voidaan nykyään katsoa myös mobiililaitteilla, jolloin puhutaan mobiiliteleviosta. Mobiili-tv-palveluiden käyttämiseksi tarvittava metadata kuvataan palveluoppaissa XML-muotoisena. XML-kieltä ei suunniteltu tilankäytöltään tehokkaaksi, mistä seuraa ongelmia mobiili-tv-ympäristössä, jossa tiedonsiirtoon on käytettävissä varsin rajallisesti kapasiteettia. XML-data täytyy siis tiivistää siirtoa varten.

Palveluopasdata on jaoteltavissa eri kokoihin yksiköihin: osioihin, osioita sisältäviin säiliöihin ja säiliöitä kuljettaviin karuselleihin. Palveluopasmäärityksissä määritetään tiivistyksen kohdistus eri tason yksiköihin sekä käytetyt tiivistysmenetelmät. Määritettyjä menetelmiä ovat yleiskäyttöinen GZIP ja erityisesti XML-datan tiivistykseen suunniteltu BiM. Viimeksi mainittua ei aikaisemmin ole juurikaan tutkittu.

Tässä tutkimuksessa kuvaillaan kontrolloitu koe, jossa tutkittiin, millä menetelmällä palveluopasdata saadaan tiivistettyä tehokkaimmin. Tuloksista nähdään, että BiM tiivistää XML-dataa tehokkaammin, kun tiivistys kohdistetaan vain palveluoppaan osioihin. Käytännön kannalta tehokkain kokonaistulos saadaan kuitenkin kohdistamalla GZIP-tiivistys laajempaan tekstimassaan, osioita sisältäviin säiliöihin.

Avainsanat ja sanonnat: BiM, DVB-H, DVB IPDC, GZIP, mobiili-tv, OAI, OMA BCAST, tiivistys, tiivistysmenetelmä, XML, ZLIB

Sisällys

1. Johdanto.....	1
2. Mobiilitelevision palveluoppaat.....	2
2.1. Palveluoppaan käyttö.....	2
2.2. Palveluoppaan määrittymiset.....	4
2.3. Palveluopasmäärittymisten tietomallit.....	6
2.4. Datan välitys.....	8
2.5. Tiivistysmenetelmät palveluopasmäärittymisissä.....	10
3. Tiivistysmenetelmistä ja XML-kielestä.....	12
3.1. Tiedon tiivistämisen teoriaa.....	12
3.2. XML-merkkäuskieli.....	13
3.3. XML:n tiivistysmenetelmistä.....	17
3.4. Tyhjättilamerkkien poisto.....	19
3.5. BiM.....	22
3.6. GZIP.....	25
4. Tutkimusaineisto ja koejärjestelyt.....	32
4.1. Valmistelut.....	32
4.2. Käytetyt ohjelmat ja kirjastot.....	33
4.3. Aineiston raakamateriaali.....	36
4.4. Koejärjestelyt.....	39
4.5. Valittu koeaineisto.....	41
5. Tulokset.....	43
5.1. Yleistä.....	43
5.2. GZIP säiliö- ja karusellitasolla.....	46
5.3. Osiotason tiivistys.....	47
5.4. Tiivistyksen riippuvuus datan tyypistä.....	48
5.5. BiM sovellettuna koko palveluoppaan dataan.....	51
5.6. Tulosten merkittävyys.....	52
6. Yhteenveto.....	54
Liitteet	
Liite 1. Thomsonin testiaineiston palveluoppaat	
Liite 2. Aineisto A1	
Liite 3. Aineisto A2	

1. Johdanto

Digitaalitekniikassa palveluihin ja sisältöihin liittyvällä metadatatalla on olennainen rooli palveluiden käytössä. Mobiilitelevisiossa palveluiden XML-muotoinen metadata välittää palveluoppaassa, jonka avulla mobiililaitteet osaavat vastaanottaa tv-kanavat ja muut palvelut ja tarjota katsojalle tietoa niistä. Mobiilitelevisiion palveluopasmäärityksistä kerrotaan tarkemmin luvussa 2. Mobiilitelevisiossa myös tiedon tiiviydellä on suuri merkitys, sillä sekä vastaanotinten muisti että käytettävissä oleva tiedonsiirtokapasiteetti ovat rajoittavia ja siten myös kalliimpia kuin tavallisessa tietokoneympäristössä.

Tiedon tiivistämisessä tunnetaan yleinen periaate, jonka mukaan tietoa voidaan tiivistää sitä tehokkaammin, mitä enemmän tiivistettävästä datasta tiedetään. XML-dokumentin skeeman perusteella voidaan saada selville, mitä elementtejä ja attribuutteja dokumentti voi sisältää, missä järjestyksessä elementit voivat esiintyä sekä mitä arvoja elementit ja attribuutit voivat saada. XML-dokumentin skeeman tuntevan tiivistysmenetelmän voisi näin ollen olettaa tiivistävän XML-dokumentteja yleiskäyttöistä tiivistysmenetelmää tehokkaammin. Luvussa 3 luodaan lyhyt katsaus tekstimuotoisen datan tiivistystä koskevaan yleiseen tutkimukseen, esitellään XML-kielen perusteet olennaisilta osin ja paneudutaan tarkemmin palveluopasmäärityksissä käytettyihin BiM- ja GZIP-tiivistysmenetelmiin.

Luvussa 4 kuvaillaan kontrolloitu koe, jolla selvitettiin, millä käytettävissä olevalla menetelmällä mobiili-tv:n palveluoppaan XML-muotoinen data saadaan tiivistettyä pienimpään tilaan. Luvussa käsitellään myös tutkimuksen kohteeksi valittua aineistoa ja koeasetelmaa sekä kuvataan kokeen valmistelua ja käytetyt työkalut. Luvussa 5 esitellään tutkimuksen tulokset ja luvussa 6 yhteenveto.

Tutkimuksen näkökulma on tiedonsiirtokapasiteetin tehokkuuden maksimoimisessa. Tiedon tiivistyksen vaikutukset virheenkorjaukseen, tiedon tiivistämiseen ja tiivistyksen purkamiseen kuluva aika sekä datan käsittely päätelaitteissa on rajattu tutkimuksen ulkopuolelle, joskin tutkimuksessa esitetään joitain datan käsittelyyn liittyviä huomioita.

Tuloksista selviää, että etenkin silloin, kun tiivistys kohdistetaan pieniin XML-dokumentteihin, XML-dokumentin skeeman tuntemiseen tukeutuva BiM tiivistää palveluopasdataa tehokkaammin kuin yleiskäyttöinen GZIP. Nykyiset palveluopasmääritykset kuitenkin rajaavat BiM-menetelmän käytön vain palveluoppaan osioiden tiivistämiseen, mistä johtuen käytännössä parempi tulos saadaan jättämällä osiot tiivistämättä ja käyttämällä osioita sisältävien säiliöiden tiivistykseen GZIP-menetelmää.

2. Mobiilitelevision palveluoppaat

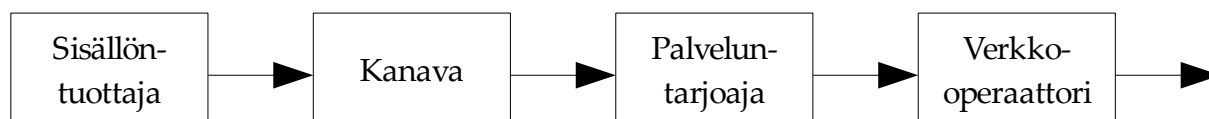
Digitaalitekniikkaan kuuluu olennaisena osana metadata [Negroponte, 1996], jota käytetään kuvaamaan digitaalisia sisältöjä. Televisiopalveluiden yhteydessä olennainen metadataa hyödyntävä palvelu on *ohjelmaopas* (Electronic Program Guide, EPG), joka kuvaa saatavilla olevat tv-kanavat ja sisältää kanavien välittämien ohjelmien ohjelmatietoja, kuten ohjelmien alkamis- ja loppumisajat sekä lyhyen kuvauksen itse ohjelmasta [Rinnetmäki, 2004].

Digi-tv-tekniikan kehityksen mukana televisiopalvelut ovat tulleet käyttöön myös mobiililaitteissa, joiden yhteydessä puhutaan *mobiiliteleviosta*. Mobiiliteleviossa perinteisen digi-tv:n ohjelmaopasta vastaa *palveluopas* (Electronic Service Guide, ESG, tai Service Guide, SG).

Tässä luvussa kerrotaan palveluoppaan käyttötarkoituksesta yleensä ja esitellään OAI-, DVB-IPDC- ja OMA BCAST -palveluopasmääritykset tarkemmin.

2.1. Palveluoppaan käyttö

Mobiilitelevision jakeluketju jakautuu moneen osaan. Ketjun alkupäässä ovat *sisällöntuottajat*, jotka tuottavat audiovisuaalisia ja myös vuorovaikutteisia sisältöjä. Sisällöntuottajat voivat olla itsenäisiä tuotantotaloja tai osa ketjun seuraavaa toimijaa, tv-kanavaa. *Kanavat* (kuten Suomessa Yleisradion kanavat, MTV3, Nelonen jne.) kokoavat sisällöntuottajien sisältöjä yhteen ja muodostavat niistä aikataulutetun kokonaisuuden. Ketjun seuraava osa on palvelun myynnistä ja laskutuksesta vastaava *palveluntarjoaja*, joka voi jälleen olla kanava itse tai esimerkiksi ulkopuolinen maksu-tv-operaattori, kuten PlusTV, tai mobiili-operaattori, kuten Elisa tai TeliaSonera. Itse signaalin jakelusta vastaa *verkko-operaattori*, Suomessa Digita. Tätä jakoa havainnollistetaan kuvassa 2.1.



Kuva 2.1: Mobiilitelevision jakeluketju lähetyksessä.

Todellisuudessa jakeluketju voi tietysti olla paljon monimutkaisempi ja toimijoita on usein joka tasolla monia. Esimerkiksi palveluntarjoaja voi jakaa osan mobiili-tv-palveluistaan matkapuhelinverkon kautta ja hyödyntää vain osassa jakelua varsinaista mobiili-tv-verk-

koa. Myös maksu- ja salausjärjestelmät ja niihin liittyvät toimijat on jätetty tässä huomiotta.

Katsojalle mobiilitelevisio näkyy mobiililaitteen, yleisimmin matkapuhelimen kautta. Tällaisessa mobiililaitteessa on palveluopassovellus, jonka käyttöliittymän avulla katsoja näkee, mitä tv- ja radiokanavia sekä datapalveluita on mahdollista vastaanottaa sekä tarkempaa tietoa näistä palveluista (kuva 2.2).



Kuva 2.2.: Digitaalinen mobiilitelevisio-palveluopas Nokian N77-puhelimella.

Palveluoppaassa esimerkiksi tv-kanavan ohjelmatiedot saattavat sisältää kuvauksen tulevista ohjelmista. Palveluoppaan näytävä sovellus saattaa sisältää mahdollisuuden valita äänen tai tekstityksen kielen sekä vuorovaikutteisia sovelluksia. Osa kanavista ja ohjelmista saattaa olla maksullisia, jolloin palveluopas sisältää myös tiedon niiden hinnasta ja tilausmahdollisuuksista.

Osa palveluoppaan datasta on luonteeltaan puhtaasti teknistä ja päätelaite käyttää sitä asettaessaan palvelun esittämiseen tarvittavat komponentit. Tällaista dataa ovat mm. audion ja videon tiedonsiirtonopeus sekä niiden pakkausmuodot.

Palveluopas on erillinen varsinaisista palveluista. Se itsessään ei siis sisällä tv-kanavan audiota ja videota, vaan ainoastaan tietoa tv-kanavista. Samaa palvelua kuvaamaan voidaan käyttää rinnakkain useaa eri palveluopasta. Esimerkiksi useampi palveluntarjoaja voi tarjota oman palveluoppaansa kuvaamaan yhden verkko-operaattorin lähettämää lähetettä. Verkko-operaattori tai palveluntarjoaja voi myös tarjota palveluoppaan useamman eri määrittelyn mukaisena palvelukseen mahdollisimman monia erilaisia vastaanottimia.

2.2. Palveluoppaan määrittelykset

Mobiilitelevision palveluoppaalle on useita kilpailevia teknisiä määrittelyksiä. Tässä tutkimuksessa keskitytään DVB-H-standardin [DVB-H] yhteydessä yleisesti käytettyihin kolmeen standardiin. Nokian määrittelemä Open Air Interface (OAI) [OAI] on alkuvaiheen määrittely, joka on menettämässä asemaansa muiden standardien kehittyessä. Mobiilioperaattoreiden yhteenliittymä Open Mobile Alliance (OMA) on tuottanut OMA BCAS -määrittelyksen [OMA BCAS] ja televisiotoimialan Digital Video Broadcasting -projekti (DVB) DVB IPDC -palveluoppaan [DVB IPDC], joka on tarkoitettu soveltuvaksi kaikille IP-pohjaisille yleislähetekeluteknikoille. DVB IPDC -määrittely tunnetaan myös nimillä CMBS tai DVB CMBS, johtuen sen DVB-organisaation sisällä määritellyn Convergence of Broadcast and Mobile Services -ryhmän nimen lyhenteestä.

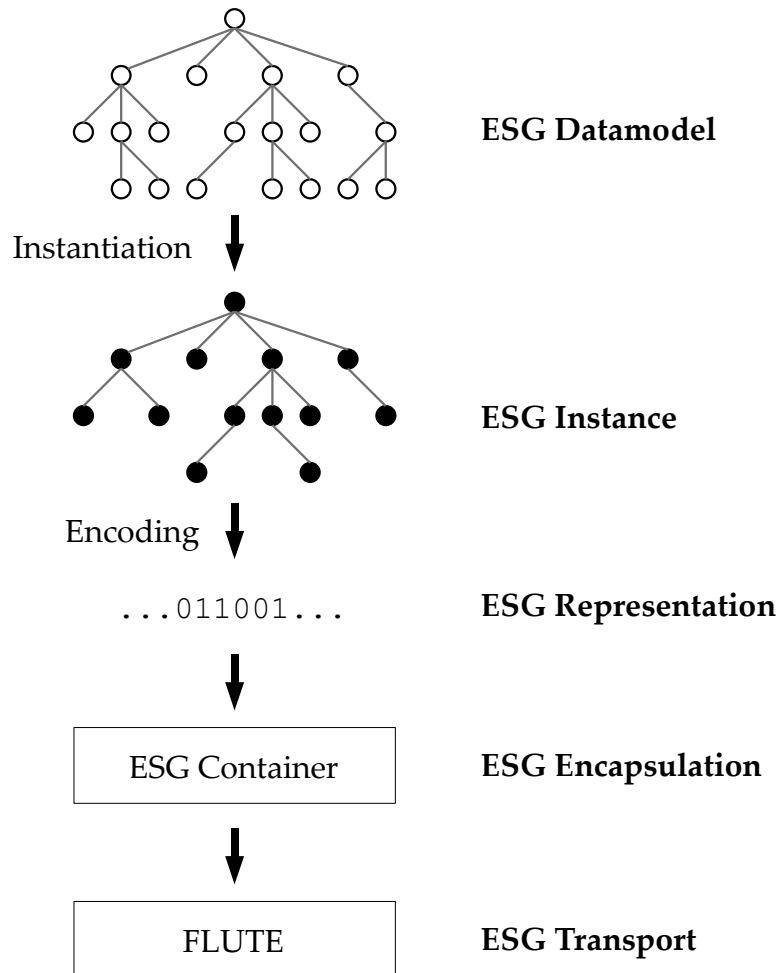
Palveluoppaiden määrittelyissä on eroja. Jotkut soveltuvat paremmin esimerkiksi vuorovaikutteisten sovellusten tai geneeristen datavirtojen kuvaamiseen, toiset taas on optimoitu nimenomaan tv-käyttöön.

Kuvassa 2.3 esitetään palveluoppaiden käsitteellisen mallin tasot. Tietomallitasolla (ESG Datamodel) määritellään palveluopasmäärittelyksen tietomalli, joka kuvataan skeeman (XML Schema) [XML Schema, 2004a] avulla. Yhteisen skeeman käyttäminen varmistaa eri toteutusten yhteensopivuuden. Tietomallin ilmentymä (ESG Instance) on skeeman mukainen XML-rakenne, jossa kuvataan tietyn palveluntarjoajan tai verkon palvelut. Tästä laajasta XML-rakenteesta voidaan valita vastaanottimelle lähetettäväksi osioita, jotka voidaan koodata binääridataksi ja tiivistää tiedonsiirron tehostamiseksi. Seuraavalla tasolla (ESG Encapsulation) lähetettävät osiot puolestaan paketoitetaan säiliöihin (ESG Container), jotka myös voidaan tiivistää. Alimpana on siirtotaso (ESG Transport), jolla säiliöt välitetään vastaanottimille tiedostoina FLUTE-karusellissa [FLUTE].

Voidaan siis ajatella, että palveluoppaan data kokonaisuutena muodostaa yhden laajan XML-dokumentin. Tämä kokonainen palveluopas on palveluntarjoajan hallussa ja sen sisältämiä tietoja voidaan päivittää palvelinpäässä vapaasti. Esimerkiksi tietyn tv-sarjan ohjelmien kuvaukset voidaan syöttää ohjelmatiedot sisältävään tietokantaan koko tuotantokauden osalta kerralla.

Tästä yhden suuren kokonaisuuden muodostavasta XML-dokumentista jaellaan vastaanottimille kulloinkin ajankohtainen osa useina erillisinä *osioina* (fragment). Nämä osiot ovat itsenäisiä kokonaisuuksia, mutta ovat yleensä merkityksellisiä vain yhteydessä laajempaan kokonaisuuteen.

Kullakin osiolla on oma yksilöivä tunnisteensa, jota käytetään osioiden viitatessa toisiinsa. Tunnisteiden uniikkius mahdollistaa sen, että samaan palveluoppaaseen liittyvää dataa voidaan jaella usean eri verkon välityksellä ja palveluopassovellus osaa muodostaa niistä yhtenäisen kokonaisuuden¹.

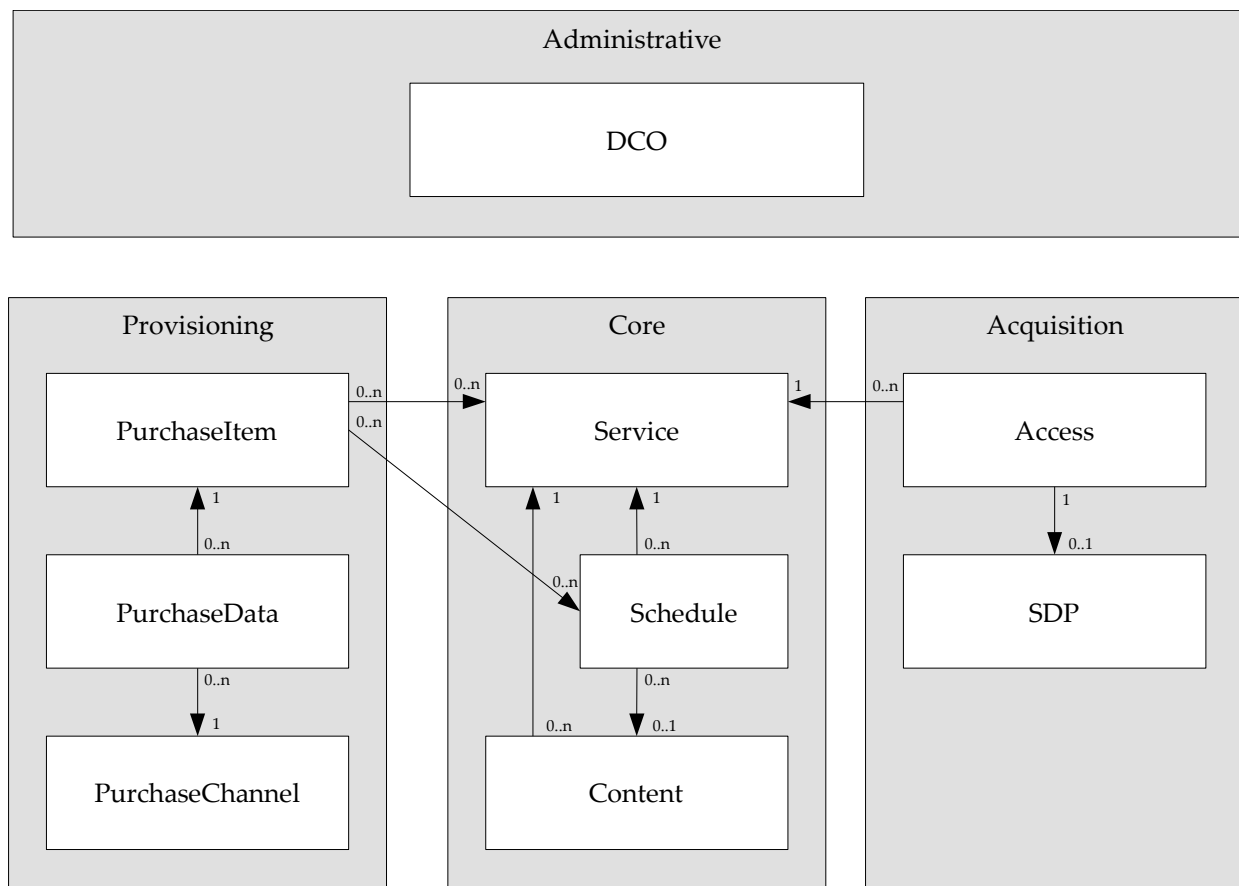


Kuva 2.3: Palveluopasmäärittelyn tasot [DVB IPDC].

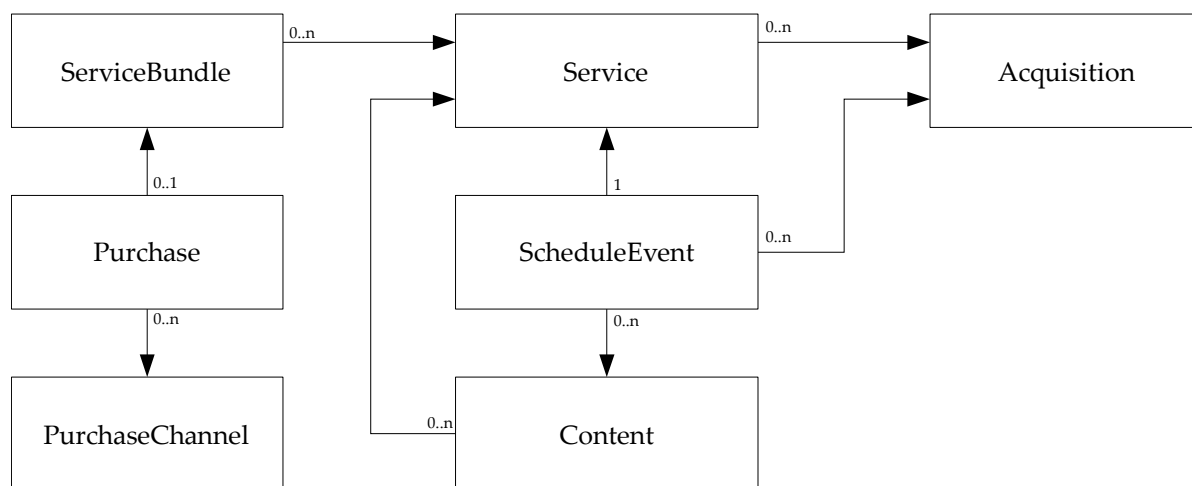
¹ Periaatteessa yksilöidyt tunnisteet mahdollistaisivat myös sisältöjen jakelun eri operaattoreiden verkkojen välillä. Tutkimuksessa käytettyä materiaalia tutkittaessa kävi kuitenkin ilmi, että eri verkoissa käytetään usein samoja, määrittelyn esimerkeistä kopioituja tunnisteita. Esimerkiksi eri operaattoreiden DVB IPDC -palveluoppaissa tunnisteet alkoivat merkkijonolla ipdc.com, vaikka niistä saisi helposti aidosti yksilöityjä käyttämällä operaattorin tai tv-kanavan rekisteröityjä domain-nimiä.

2.3. Palveluopasmääritysten tietomallit

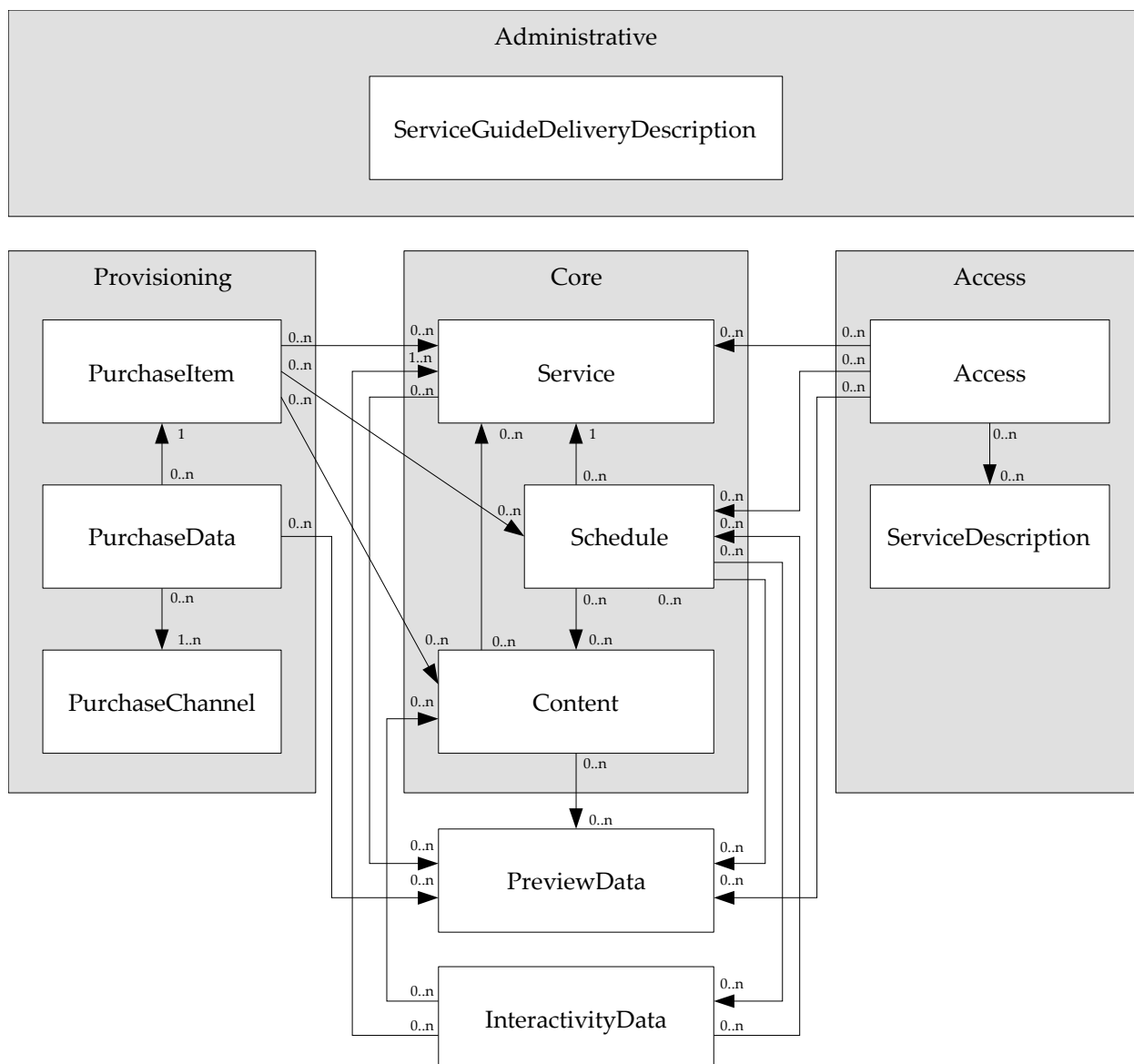
Kuten aikaisemmin mainittiin, tässä tutkimuksessa keskitytään DVB-H-verkoissa yleisesti käytettyihin palveluopasmäärityksiin. Kuvissa 2.4, 2.5 ja 2.6 esitellään kaikkien kolmen määrittelyn tietomallit.



Kuva 2.4.: Palveluoppaan tietomalli OAI-määrittelyksessä [OAI].



Kuva 2.5.: Palveluoppaan tietomalli DVB IPDC -määrittelyksessä [DVB IPDC].



Kuva 2.6.: Palveluoppaan tietomalli OMA BCAST -määrityksessä [OMA BCAST].

Kaikissa tietomalleissa on erotettu palveluiden *sisällönkuvaus* (Service, Schedule/Schedule-Event, Content), *maksaminen* (PurchaseItem/ServiceBundle, PurchaseData/Purchase, PurchaseChannel) ja *saanti* (Access, SessionDescription/Acquisition).

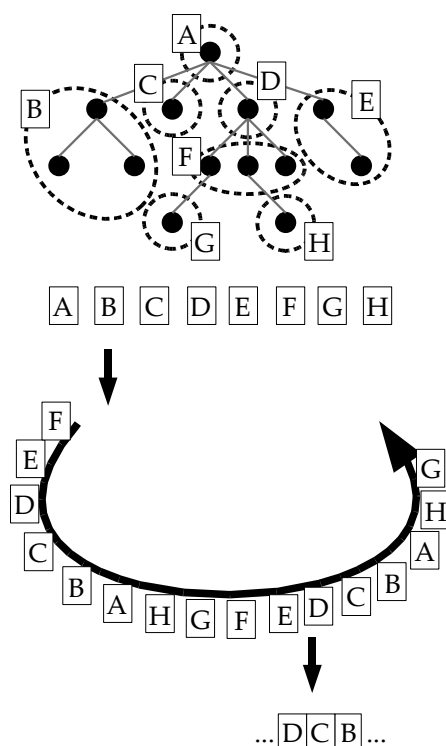
Sisällönkuvauksessa kuvataan tv-kanavat ja niiden ohjelmat sekä erikseen tiedot siitä, koska kanavat ja ohjelmat ovat vastaanotettavissa. Maksamisessa taas eritellään maksullinen tarjonta, esimerkiksi kanavan tai kanavapaketin aikaan sidottu tilaus tai tietty maksullinen ohjelma. Saantiosion tiedot kertovat vastaanottimelle lähetyksen tekniset tiedot. OMA BCAST -määritys sisältää myös kuvauksen vuorovaikutteisille palveluille ja esikatselutoiminnolle.

OAI- ja OMA BCAST -määrittelyissä on vielä edellä mainituista osioista erillään itse palveluoppaan sekä sen tarjoajan tiedot sisältävä osa (DCO/ServiceGuideDelivery-Descriptor).

2.4. Datan välitys

Palveluoppaan data voidaan välittää joko yksisuuntaisessa *yleislähetysverkossa* (broadcast network), tai osin tai kokonaan kaksisuuntaisen *täsmälähetysverkon* (unicast network) kautta. Yleislähetysjakelu tuo oman lisänsä tiedon hallintaan ja optimointiin liittyviin seikkoihin.

Kaksisuuntaisessa verkossa mobiilitelevision palveluopassovellus voi hakea datan palvelimelta suoraan osioiden tai data saatetaan välittää yleislähetysverkon tapaan. Yleislähetysjatkossa vastaanotin ei voi vain hakea kulloinkin tarvitsemiaan tietoja tietolähteestä, vaan tietoa lähetetään jatkuvasti sykleittäin *karusellissa* (data carousel, file cast session) (kuva 2.7) ja vastaanottimen on odotettava, kunnes sen tarvitsema tieto lähetetään seuraavan kerran.



Kuva 2.7: Datan karusellimainen lähetystapa.

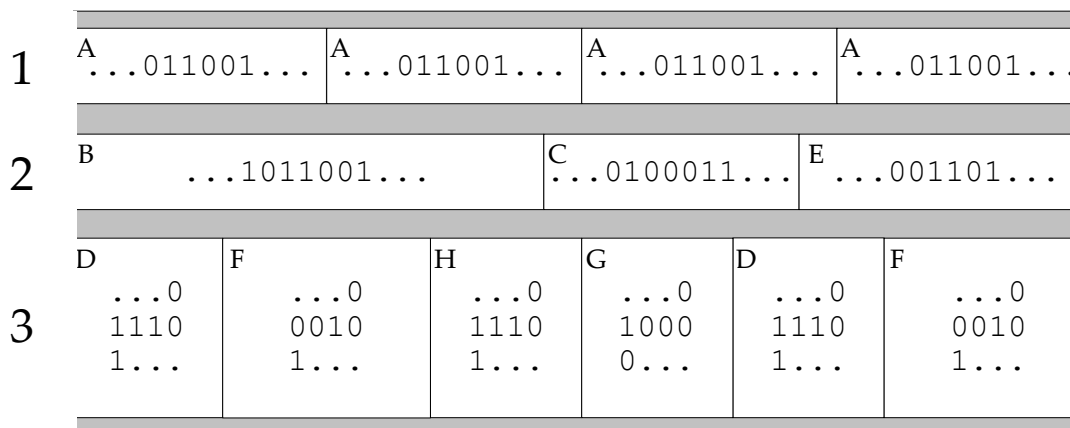
Karusellilähetystä varten palveluoppaan osiot pakataan edelleen *säiliöihin* (container). Näiden säiliöiden välitykseen on käytettävissä ALC-menetelmä (Asynchronous Layered

Coding) [ALC] ja sen päällä toimiva FLUTE (File Delivery over Unidirectional Transport) [FLUTE]. Palveluopasosioiden lisäksi säiliöihin tallennetaan datavirtojen tulkitsemiseen tarvittavat SDP-tiedot (Session Description Protocol) [SDP].

Kaksisuuntaisen verkon kautta voidaan myös asettaa saataville suurempi datamäärä, sillä palvelinten tallennustila ei muodostu ongelmaksi tämänkaltaisella datalla. Yksisuuntaisessa yleislähetysverkossa sen sijaan lähetettävän datan kokonaismäärä on suoraan verrannollinen keskimääräiseen latausaikaan. Jos lähetyksessä siis on suuri määrä tietoa, kestää sen pienen osankin lataaminen kauan, mikäli tuon osan lähetystä karusellissa joudutaan odottamaan.

Osituksen avulla palveluoppaan päivitykset voidaan hoitaa helpommin. Jokainen osio voidaan päivittää toisista riippumatta. Esimerkiksi yleislähetysverkon ohjelmatiedot vanhentuvat ja korvautuvat uusilla jatkuvasti, sitä mukaa kun ohjelmavirta etenee. Toisaalta tieto vastaanotettavista kanavista vaihtuu vain harvoin, joten vastaanottimen ei tarvitse seurata siihen liittyvää dataa yhtä aktiivisesti. Ohjelmatietojen päivittyessä ei vastaanottimen siis tarvitse ladata kaikkea tietoa uudestaan, vaan sille voidaan suoraan kertoa, mikä osa palveluoppaan datasta on päivittynyt.

Kuvassa 2.8 kuvan 2.7 palveluopas on jaettu kolmeen karuselliin. Ensimmäisessä lähetetään vain yhtä osiota, joka päivittyy jatkuvasti ja on nopeasti vastaanottimen ladattavissa. Toisessa karusellissa on useampia tiedostoja ja niiden lataaminen vaatii enemmän aikaa. Kolmannen karusellin lähettämiseen käytetään suurempaa tiedonsiirtokapasiteettia, jotta sen sisältämien tiedostojen latausaikaa saadaan lyhennettyä.



Kuva 2.8: Datan jakaminen useaan karuselliin.

Itse tiedostojen lisäksi FLUTE-karusellissa välitetään aina myös FDT (File Delivery Table), joka sisältää tietoja sekä tiedostojen välityksestä että tiedostoista itsestään. Esimerkkejä näitä tiedoista ovat tiedoston nimi, sen MIME-tyyppi (Multipurpose Internet Mail Extensions), tiedostokoko purettuna, käytetty koodausmenetelmä ja virheenkorjaustiedot. Osa tiedoista on pakollisia, osa valinnaisia ja osa tarpeellisia vain tietyissä tapauksissa.

FDT välitetään niin ikään XML-muodossa ja sen liittäminen karuselliin vie luonnollisesti osan tiedonsiirtokapasiteetista. FDT voidaan jakaa osiksi, erillisiksi FDT Instance -tiedostoiksi. Koska vastaanottimet eivät yleensä osaa purkaa tiedostoja ilman FDT:n sisältämiä tietoja [FLUTE], on kukin FDT Instance syytä välittää karusellissa vähintään yhtä usein kuin sen kuvaamat tiedostot ja mielellään juuri ennen niitä.

Osiot voidaan luonnollisesti jakaa säiliöihin ja säiliöt edelleen karuselleihin monella eri tavalla. Yksi olennainen tapaus, johon kannattaa kiinnittää huomiota, on tilanne, jossa vastaanottimella ei ole muistissaan ajantasaista palveluopasta. Näin on esimerkiksi silloin, kun laite käynnistetään ensimmäisen kerran tietyn verkon alueella tai mikäli se ei ole saanut yhteyttä verkkoon pitkään aikaan. Tällaisen tyhjän palveluoppaan lataus sujuu nopeimmin, jos palveluoppaan käytön kannalta olennaisimmat tiedot lähetetään erikseen muita tietoja suuremmalla tiedonsiirtokapasiteetilla. Käynnissä ollessaan laitteet monitoroivat määrääjain verkossa tapahtuvia muutoksia, vaikka niitä ei käytettäisikään mobiiliv:n katseluun.

Lisäksi usein päivittyvät tiedot kannattaa pakata erilleen harvemmin vaihtuvista. Tällöin vastaanottimen tarvitsee seurata jatkuvasti muutoksia vain niissä karuselleissa, joissa lähetetään päivittyvää tietoa ja päivitysten lataus on tehokkaampaa. Harvemmin päivittyvien karusellien tietoja seurataan harvemmin.

2.5. Tiivistysmenetelmät palveluopasmäärityksissä

Eri palveluopasmääritykset käyttävät eri tiivistysmenetelmiä. Kaikki tässä tutkimuksessa käsiteltävät palveluopasmääritykset mahdollistavat datan lähettämisen täysin tiivistämättömänä sekä GZIP-tiivistyksen käytön jollain tasolla (taulukko 2.1).

DVB IPDC -määritys tukee niin osioiden kuin säiliöidenkin tiivistämistä, OMA BCAS -määritys taas vaatii tukea vain säiliöiden tiivistämiseen. DVB IPDC -määritys sisältää myös tuen osioiden tiivistykseen BiM-menetelmällä, joko sellaisenaan tai yhdistettynä ZLIB-algoritmiin. FLUTE-määritys sisältää tuen karusellin tiedostojen tiivistykselle, joten kaikkien määritysten osalta data voidaan tiivistää myös siirtotasolla.

Määrittely	Osiot	Säiliöt	Karuselli
OAI	-	-	-/GZIP
DVB IPDC	-/GZIP/BiM/BiM+ZLIB	-/GZIP	-/GZIP
OMA BCAST	-	-/GZIP	-/GZIP

Taulukko 2.1: Palveluopasmäärittelysten tukemat tiivistysmenetelmät

Tässä luvussa luotiin katsaus mobiilitelevisioiden palveluoppaiden käyttöön ja eri palveluopasmäärittelyihin sekä määrittelyiden käyttämiin tiivistysmenetelmiin. Tiivistysmenetelmistä kerrotaan tarkemmin seuraavassa luvussa.

3. Tiivistysmenetelmistä ja XML-kielestä

Tässä luvussa luodaan katsaus tiivistysmenetelmien teoriaan ja XML-kieleen rakenteisen tiedon kuvauskielenä, keskittyen erityisesti tiivistyksen kannalta olennaisiin ominaisuuksiin. Lisäksi käydään läpi XML-dokumenttien tiivistykseen soveltuvia menetelmiä. Niistä esitellään tarkemmin tämän tutkimuksen kannalta olennaiset tiivistysmenetelmät BiM ja GZIP.

3.1. Tiedon tiivistämisen teoriaa

Tiedon tiivistämisen yhteydessä puhutaan *datasta*, joka on tiedon kuvaus jonkin aakkoston merkeillä [Storer, 1988]. Data sisältää yleensä sekä *informaatiota*, sovelluksen kannalta olennaista tietoa, että *redundanssia*, joka voidaan poistaa datasta informaatioisällön kärsimättä [Shannon and Weaver, 1963].

Tiedon tiivistämisen tavoitteena on koodata data mahdollisimman pieneen muotoon niin, että se on myöhemmin purettavissa takaisin alkuperäiseksi dataksi tai sen riittävän tarkaksi approksimaatioksi [Storer, 1988]. Tiedon tiivistämisen tärkeimmät hyödyt ovat tiedonsiirto- ja tiedon tallennuskapasiteetissa saavutettavat säästöt.

Kaikkea tietoa ei voida tiivistää. Claude E. Shannonin alunperin vuonna 1948 julkaisema *Mathematical Theory of Communication* [Shannon and Weaver, 1963] muodostaa perustan *informaatioteorialle*, jonka menetelmillä voidaan määritellä teoreettinen maksimi tiedon tiivistämiselle.

Tiivistysmenetelmien yhteydessä puhutaan *tiivistyssuhteesta*, joka on tiivistämättömän datan koon suhde tiivistetyn datan kokoon [Storer, 1988]. Jos tiivistysmenetelmä esimerkiksi tiivistää datan koon neljännekseen, on sen saavuttama tiivistyssuhde 4. Asiaa voidaan tarkastella myös *tiivistyshyötynä*, joka ilmoittaa säästyneen koon prosentteina (tässä tapauksessa 75%).

Tiivistysmenetelmät voidaan jakaa *hukkaaviin* (lossy) ja *hukkaamattomiin* (lossless) menetelmiin [Storer, 1988]. Hukkaamattomia menetelmiä käytettäessä alkuperäinen dokumentti voidaan palauttaa täydellisenä tiivistetystä muodosta. Hukkaavia menetelmiä käytettäessä taas osa informaatiosta kadotetaan tiivistyksessä.

Hukkaavia tiivistysmenetelmiä käytetään yleisesti kuva- ja äänitiedostojen tiivistämiseen. Tiivistysmenetelmät perustuvat siihen, että datasta poistetaan tarpeettomia osia. Esimerkiksi äänidatasta poistetaan osiot, joita ihmiskorva ei tutkimuksien mukaan erota (näin saavutetaan korkea laatu), tai jotka eivät ole äänen tunnistamisen kannalta olennaisia (päästään hyvin pieneen tiedostokokoon siedettävällä laadulla). Samoin kuvia tiivistettäessä käytetään hyväksi tietoa silmän havaintokyvystä.

Yleissääntönä tiedon tiivistämisessä voidaan pitää sitä, että mitä enemmän tiivistettävästä datasta tiedetään tai mitä paremmin sitä ymmärretään, sen paremmin se on tiivistettävissä. Tässä tutkimuksessa tarkemmin esiteltävistä menetelmistä GZIP tiivistää dataa merkkitasolla. Se tutkii, mitkä merkit ja merkkijonot esiintyvät usein tiivistettävässä datassa ja koettaa sen jälkeen merkitä yleisimmin toistuvat osat mahdollisimman tiiviissä muodossa. BiM puolestaan keskittyy XML-dokumenttien rakenteeseen ja käyttää hyväksien dokumenttien kielioppia, joka rajoittaa valittavissa olevien mahdollisuuksien määrää dokumentin eri kohdissa.

3.2. XML-merkkauskieli

XML [XML] (Extensible Markup Language) on nykyään useilla sovellusaloilla käytännön standardi² kuvauskielenä rakenteisille dokumenteille. Sen etuina ovat avoimuus sekä helppo luettavuus ja käsiteltävyys. XML-muodon haittana mainitaan usein sen hukkaama tila. XML-dokumentin sisältämä data voidaan poikkeuksetta esittää tiiviimmässä muodossa.

Esimerkissä 3.1 on esimerkki hyvin yksinkertaisesta palveluoppaasta. Rivinumerot eivät ole osa dokumenttia, vaan ovat esimerkissä vain helpottamassa viittausta dokumentin eri kohtiin.

1. `<ESGMain xmlns="urn:dvb:ipdc:esg:2005"
 xmlns:mpeg7="urn:mpeg:mpeg7:schema:2001"
 xmlns:tva="urn:tva:metadata:2005"
 xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance">`
2. `<ESG>`
3. `<ContentTable>`
4. `<Content contentID="dvbipdc://example.com/Content1">`
5. `<Title xml:lang="en">Content Item 1</Title>`
6. `<Genre href="urn:tva:metadata:cs:ContentCS:2005:1.4.5"/>`

2 XML-määrittäjiä ylläpitävän W3C:n julkaisemat määrittäykset ovat nimellisesti suosituksia, mutta niillä on yleisesti sama painoarvo kuin alan virallisilla standardeilla.


```

7.         <Duration>PT10M</Duration>
8.     </Content>
9.     <Content contentID="dvbipdc://example.com/Content3">
10.         <Title xml:lang="en">Content Item 3</Title><Genre
11.             href="urn:tva:metadata:cs:ContentCS:2005:1.4.5"/>
12.         <Duration>PT15M</Duration>
13.     </Content>
14.     <Content contentID="dvbipdc://example.com/Content100">
15.         <Title xml:lang="en">Content Item 100</Title>
16.         <Genre href="urn:tva:metadata:cs:ContentCS:2005:1.4.5"/>
17.         <Duration>PT5M</Duration>
18.     </Content>
19. </ContentTable>
20. <ScheduleEventTable>
21.     <ScheduleEvent>
22.         <PublishedStartTime>2006-03-02T20:15:00Z</PublishedStartTime>
23.         <PublishedEndTime>2006-03-02T21:00:00Z</PublishedEndTime>
24.         <ServiceRef IDRef="dvbipdc://example.com/Channel1" />
25.         <ContentFragmentRef IDRef="dvbipdc://example.com/Content100" />
26.     </ScheduleEvent>
27.     <ScheduleEvent>
28.         <PublishedStartTime>2006-03-02T21:00:00Z</PublishedStartTime>
29.         <PublishedEndTime>2006-03-02T21:30:00Z</PublishedEndTime>
30.         <ServiceRef IDRef="dvbipdc://example.com/Channel1" />
31.         <ContentFragmentRef IDRef="dvbipdc://example.com/Content2" />
32.     </ScheduleEvent>
33.     <ScheduleEvent>
34.         <PublishedStartTime>2006-03-02T21:30:00Z</PublishedStartTime>
35.         <PublishedEndTime>2006-03-02T22:00:00Z</PublishedEndTime>
36.         <ServiceRef IDRef="dvbipdc://example.com/Channel1" />
37.         <ContentFragmentRef IDRef="dvbipdc://example.com/Content3" />
38.     </ScheduleEvent>
39. </ScheduleEventTable>
40.
41. <ServiceTable>
42.     <Service serviceID="dvbipdc://example.com/Channel1">
43.         <ServiceName>Channel1</ServiceName>
44.         <AcquisitionRef
45.             IDRef="dvbipdc://example.com/Acquisition/Channel1" />
46.     </Service>

```

```

46.     </ServiceTable>
47.
48.     <AcquisitionTable>
49.         <Acquisition contentType="video/H264"
50.             acquisitionID="dvbipdc://example.com/Acquisition/Channel1" >
51.             <ComponentDescription>
52.                 <ComponentCharacteristic xsi:type="VideoComponentType">
53.                     <CodecCharacteristic>
54.                         <Codec href="urn:dvb:cs:VideoCodecCS:2006:1.1.2"/>
55.                     </CodecCharacteristic>
56.                     <FrameRate>25</FrameRate>
57.                 </ComponentCharacteristic>
58.                 <ComponentCharacteristic xsi:type="AudioComponentType">
59.                     <Codec href="urn:dvb:cs:AudioCodecCS:2006:1.3.2"/>
60.                     <Language>en</Language>
61.                 </ComponentCharacteristic>
62.                 <SessionDescription xsi:type="SDPRefType" >
63.                     <SDPStream>
64.                         <![CDATA[v=0
65. o=example.com 751092616 751111042 IN IP6 FE80::1:4D3E
66. s=SDP Delivery
67. t=0 0
68. a=flute-tsi:9532
69. a=flute-ch:1
70. a=source-filter: incl IN IP6 * FE80::2::70CA
71. m=application 12345 FLUTE/UDP 0
72. c=IN IP6 FF15::1:141B
73. ]]>
74.                     </SDPStream>
75.                     <SDPURI>http://example.com/defaultSDP</SDPURI>
76.                 </SessionDescription>
77.             </ComponentDescription>
78.         </Acquisition>
79.     </AcquisitionTable>
80. </ESG>
</ESGMain>

```

Esimerkki 3.1. DVB IPDC -määrityksen palveluoppaan XML-dokumentti [DVB IPDC ESG IG].

XML-merkkauskielen perustana on *elementti*. Elementin alku merkataan alkutägillä, joka alkaa merkillä < ja päättyy merkkiin >. Merkkien välissä on elementin nimi sekä mahdolliset *attribuutit*. Elementin loppu merkataan lopputägillä, joka alkaa merkeillä </ ja päättyy merkkiin >. Merkkien välissä on jälleen elementin nimi. Alku- ja lopputägin väliin tulee elementin sisältö. Elementti voi myös olla niin kutsuttu tyhjä elementti, joka alkaa merkillä < ja päättyy merkkeihin />, kuten esimerkin 3.1 Genre-elementti rivillä 6.

Attribuutit ovat nimi-arvo -pareja, jotka merkitään alkutägin tai tyhjän elementin sisään. Ensin kirjoitetaan attribuutin nimi, sitten yhtäsuuruusmerkki ja attribuutin arvo lainausmerkkien (") sisällä. Attribuutit erotetaan elementin nimestä ja toisistaan tyhjätilamerkillä, yleisimmin välilyönnillä.

Elementit saattavat sisältää merkkidataa (CDATA, PCDATA) ja toisia elementtejä. Elementtien täytyy olla kokonaan toistensa sisällä, ne eivät saa olla lomittain. Merkkaus <a> on näin ollen XML-kielessä laiton ja aiheuttaa jäsenettäessä poikkeuksen.

XML-dokumentin kielioppi voidaan kuvata kahdella tavalla. *Dokumenttityypimäärittely* (Document Type Definition, DTD) kertoo, mitä attribuutteja ja elementtejä kukin elementti voi sisältää. *Skeema* (XML Schema) puolestaan kuvaa elementtien ja attribuuttien arvot tarkemmin [XML Schema, 2004b].

Esimerkissä 3.2 esitellään skeeman avulla tehty tyyppimäärittely. Skeema määrittelee elementtien järjestyksen XML-rakenteen avulla ja esiintymiskerrat minOccurs- ja maxOccurs-attribuuteilla.

```
<complexType name="t">
  <element name="a" type="Ta" minOccurs="0" maxOccurs="1"/>
  <choice minOccurs="1" maxOccurs="1">
    <element name="b" type="Tb" minOccurs="1" maxOccurs="unbounded"/>
    <element name="c" type="Tc" minOccurs="1" maxOccurs="1"/>
  </choice>
</complexType>
```

Esimerkki 3.2: Esimerkki skeeman avulla tehdystä tyyppimäärittäyksestä [Heuer et al., 2003].

Mikäli t-tyyppisen elementin sisällä esiintyy elementti a, on sen oltava ensimmäinen elementti. Lisäksi dokumentissa on esiinnyttävä joko vähintään yksi b-elementti tai täsmälleen yksi c-elementti. Elementtien tyypit Ta, Tb ja Tc ovat esimerkissä viittauksia

skeeman toisiin osiin. Elementin sisällön tyyppiä voidaan määrittellä esimerkiksi kokonaisluku (integer) ja sille arvojen rajat (minInclusive, maxInclusive, minExclusive, maxExclusive).

XML-dokumentit voivat rakenteessaan viitata useisiin skeemamäärittelyihin ja dokumentin sisällössä täsmentää, minkä skeeman sanastoa käytetään missäkin kohdassa. Esimerkin 3.1 alussa on määritelty lyhenteet joillekin skeemoille xmlns-attribuutin avulla. Näin esimerkiksi rivillä 51 voidaan viitata <http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance> -sanastoon viitteellä xsi:, eikä dokumentin koko nimeä tarvitse kirjoittaa dokumentin sisältöön.

Koska XML-dokumentilla on aina yksi juurielementti ja elementit ovat aina sisäkkäisiä, XML-dokumentti voidaan esittää puurakenteena. Puun tarkempaan luontiin on esitetty useita tapoja, jotka eroavat toisistaan lähinnä yksityiskohdissa, kuten tallennetaanko elementtien attribuutit ja tekstisisältö puun solmuun itseensä vai sen lehtisolmuiksi. Tämän tutkimuksen kannalta olennaista on, että puurakenne mahdollistaa dokumenttien osien helpon päivitettävyyden. Mikä hyvänsä dokumentin alipuu voidaan poistaa tai korvata toisella ja puuhun voidaan myös lisätä uusia elementtejä ja alipuita.

3.3. XML:n tiivistysmenetelmistä

XML-kielen suunnitteluperiaatteissa mainitaan merkkauksen tiiviys, mutta pikemminkin antaen ymmärtää, että tavoitteet tiiviydelle ovat alisteisia tärkeämmille tavoitteille, kuten helppokäyttöisyydelle ja luettavuudelle (englanniksi kymmenes vaatimus on ilmoitettu muodossa "Terseness in XML markup is of minimal importance"). XML:n suunnitteluperiaatteet olivat kokonaisuudessaan seuraavat:

1. XML:n tulee olla suoraan käytettävissä Internetissä.
2. XML:n tulee tukea monia erilaisia sovelluksia.
3. XML:n tulee olla yhteensopiva SGML:n kanssa.
4. XML-dokumentteja käsittelevien ohjelmien kirjoittamisen tulee olla helppoa.
5. Valinnaisten ominaisuuksien määrä XML:ssä tulee pitää minimissään, mieluiten nollassa.
6. XML-dokumenttien pitäisi olla ihmisen luettavia ja selkeitä.
7. XML:n määrittelyksen pitäisi valmistua nopeasti.
8. XML:n määrittelyksen tulee olla formaali ja johdonmukainen.
9. XML-dokumenttien tulee olla helposti luotavissa.
10. XML-merkkauksen tiiviys ei ole tärkeää. [XML]

XML siis hukkaa tilaa. Aiemmin esitetystä esimerkistä 3.1 voidaan nähdä, että dokumentin rakenteen kuvaamiseen kuluu lähes 70 % dokumentin merkeistä (2308 merkkiä 3321:stä). Tietenkin jonkin verran merkkejä tarvitaan dokumentin rakenteen määrittelyyn, mutta XML-dokumenteissa tilaa vievät elementtien ja attribuuttien pitkät nimet sekä elementtien nimien ilmeneminen sekä alku- että lopputägisä. Tämän tilahunan minimoinnin tarpeesta ja mahdollisista menetelmistä, kuten XML-kielen yleisestä binäärimuodosta, on keskusteltu XML:n syntyajoista lähtien, ajoittain kiivaastikin (ks. esimerkiksi XML.com-sivuston kolumni Binary XML, Again [Clark, 2003] keskusteluineen).

Osa binäärimuodon vastustajista kokee sen uhkana XML-kielen avoimuudelle, sillä se vaatii käsittelynsä monimutkaisempia työkaluja. Ei kuitenkaan ole todennäköistä, että työkalut itsessään olisivat sen suljetumpia kuin nykyisetkään XML-muokkaimet. Standardi myös pysyisi avoimena, ja avoimen lähdekoodin toteutuksia varmasti tulisi saataville.

Toiset taas pitävät XML:n itsekuvailevuutta ja helppolukuisuutta suuremmassa arvossa kuin dokumentin tiiviyttä. Toisaalta nykyään on monia ympäristöjä, joissa XML-tiedostoja käsittelevät vain ohjelmakoodit, ilman että niitä on edes mahdollista päästä lukemaan ihmissilmällä.

Jotkut puolestaan eivät usko binäärimuodon tuovan mittavaa etua yleiskäyttöisiin tiivistysmenetelmiin verrattuna. Toisaalta esimerkiksi mobiililaitteessa, jossa muistia on käytössä varsin rajatusti, voidaan saada hyötyä siitä, että data voidaan jäsentää ja siihen voidaan kohdistaa hakuja sen tiivistetyssä muodossa.

XML:n alunperin määritelleessä W3C-organisaatiossakin binäärimuotoja on tutkittu [Berjon et al., 2007] ja työ binääriformaatin määrittämiseksi jatkuu edelleen [Cokus and Bournez, 2008]. Toimintansa jo päättänyt XML Binary Characterization Working Group totesi, että binäärimuodolla voidaan saavuttaa monia muitakin etuja kuin kuvauksen tiiviys [Leventhal, 2004].

Monet XML-dokumenttien tiivistämistä koskevat tutkimukset ovat keskittyneet XML-dokumenttien tiivistämiseen tietokantatallennusta tai tiedonhakujärjestelmiä varten. Mobiililaitteetkin mainitaan useissa tutkimuksissa, samoin kuin mahdollisuus päivittää vain osaa dokumentista kerrallaan ja tarve suorittaa hakuja dokumentin tietorakenteeseen ilman, että koko dokumenttia pidetään purettuna muistissa.

XML-dokumenttien tiivistystä tai binäärimuotoa käsitteleviä menetelmiä ja järjestelmiä on kehitetty ensin sovittamalla www-sivuja mobiiliympäristöön. Wap Forumin kehittämä merkkauskieli WML:n (Wireless Markup Language) binääriverio WBXML (WAP Binary XML) [WML] koki hetken menestyksen, mutta siitä parannellut versiot, kuten Millau [Girardot and Sundaresan, 2000], eivät koskaan yleistyneet laajaan käyttöön. Myöhemmin mobiililaitteisiin on soviteltu myös XML-pohjaisia web services -menettelyitä esimerkiksi tiivistämällä SOAP-sanomia [Hanslo and MacGregor, 2004]. Toisaalta etenkin viimeksi mainittuihin kohdistuvien optimointien on osoitettu olevan aina liian tapauskohtaisia [Ericsson, 2007]. Viime aikoina monet ehdotetut XML:n binäärimuodot ovat perustuneet ASN.1-kieleen (Abstract Syntax Notation One) [ASN.1].

Aiemmassa tutkimuksessa on myös ehdotettu järjestelmiä, jotka XML-dokumenttien tiivistyksen ja mobiililaitenäkökulman lisäksi tukevat XML-dokumentin ositusta helpompaa hakua ja päivitystä varten. Näistä viitatuimpia ovat edellä mainittu Millau ja XMill-työkalu [Liefke and Suciu, 2000]. Kumpikin on tosin menestynyt lähinnä akateemisessa maailmassa, ilman laajamittaista käyttöä alan teollisuudessa.

Viimeaikaisempia menetelmiä ovat mm. XPRESS [Min et al., 2006] ja EXPedite [Chen et al., 2004], jotka kuitenkin painottuvat lähinnä XML-datan käyttöön tietokantana ja nimenomaan hakujen suorittamiseen XML-datasta. EXEM [Natchetoi et al., 2007] soveltuu yleislähetysjakelua paremmin kaksisuuntaiseen verkkoon, mutta esittelee joitain kiinnostavia menetelmiä XML-dokumenttien hukkaavaan tiivistämiseen ja kontekstisidonnaiseen käsittelyyn. Mobiiliin yleislähetysverkkoon suunniteltu SNodes [Park et al., 2005] jopa mainitsee ohjelmaoppaat kohdealueekseen. Mikään näistäkään menetelmistä ei kuitenkaan vielä ole saanut laajaa hyväksyntää tai tukea alan teollisuudessa.

Vertailevaa tutkimusta XML-tiivistyksen eri menetelmistä ja algoritmien tehokkuuksista on myös tehty jonkin verran [Bayardo et al., 2004], mutta vertailevissa tutkimuksissa keskitytään lähes poikkeuksetta suuriin tekstimassoihin.

Seuraavaksi käydään läpi yleisimpiä XML-datan tiivistämiseen käytettyjä keinoja.

3.4. Tyhjätilamerkkien poisto

Rakenteisen tiedon tiivistämistä koskevissa tutkimuksissa lähes poikkeuksetta todetaan ainoastaan hukkaamattomien tiivistysmenetelmien soveltuvan XML-muotoisen datan tiivistämiseen (ks. esimerkiksi [Augeri et al., 2007]). On kuitenkin huomattava, että XML-data saattaa sisältää runsaasti esimerkiksi asetteluun liittyviä merkkejä, jotka helpottavat

ihmisen tekemää dokumentin lukua ja käsittelyä, mutta joilla ei ole merkitystä, kun dokumenttia jäsentää ohjelmakoodi. *Tyhjätilamerkit* (white space) voidaan poistaa dokumentista tiivistyksen yhteydessä ja näin pienentää XML-tiedoston kokoa.

Kun esimerkin 3.1 dokumentista poistetaan ylimääräiset tyhjätilamerkit (esimerkki 3.3), säästyy 693 merkkiä, noin 20% alkuperäisen dokumentin merkeistä (3321:stä 2707:ään merkkiin). Tämä osoittaa, että XML-dokumentteihin voidaan ja kannattaa soveltaa myös menetelmiä, joiden jälkeen dokumentti ei ole palautettavissa identtiseksi versioksi, mutta silti hukkaamatta sovelluksen kannalta olennaista dataa. Huomattakoon, että kaikki tyhjätilamerkit XML-dokumenteissa eivät ole merkityksettömiä. Esimerkin 3.1 SDPStream-elementin CDATA-osion (rivi 63) rivinvaihdot ovat olennainen osa SDP-dataa [SDP], eikä niitä siis voi poistaa eikä korvata muilla tyhjätilamerkeillä.

```
<ESGMain xmlns="urn:dvb:ipdc:esg:2005" xmlns:mpeg7="urn:mpeg:mpeg7:schema:2001" xmlns:tva="urn:tva:metadata:2005" xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance"><ESG><ContentTable><Content contentID="dvbipdc://example.com/Content1"><Title xml:lang="en">Content Item 1</Title><Genre href="urn:tva:metadata:cs:ContentCS:2005:1.4.5"/><Duration>PT10M</Duration></Content><Content contentID="dvbipdc://example.com/Content3"><Title xml:lang="en">Content Item 3</Title><Genre href="urn:tva:metadata:cs:ContentCS:2005:1.4.5"/><Duration>PT15M</Duration></Content><Content contentID="dvbipdc://example.com/Content100"><Title xml:lang="en">Content Item 100</Title><Genre href="urn:tva:metadata:cs:ContentCS:2005:1.4.5"/><Duration>PT5M</Duration></Content></ContentTable><ScheduleEventTable><ScheduleEvent><PublishedStartTime>2006-03-02T20:15:00Z</PublishedStartTime><PublishedEndTime>2006-03-02T21:00:00Z</PublishedEndTime><ServiceRef IDRef="dvbipdc://example.com/Channel1"/><ContentFragmentRef IDRef="dvbipdc://example.com/Content100"/></ScheduleEvent><ScheduleEvent><PublishedStartTime>2006-03-02T21:00:00Z</PublishedStartTime><PublishedEndTime>2006-03-02T21:30:00Z</PublishedEndTime><ServiceRef IDRef="dvbipdc://example.com/Channel1"/><ContentFragmentRef IDRef="dvbipdc://example.com/Content2"/></ScheduleEvent><ScheduleEvent><PublishedStartTime>2006-03-02T21:30:00Z</PublishedStartTime><PublishedEndTime>2006-03-02T22:00:00Z</PublishedEndTime><ServiceRef IDRef="dvbipdc://example.com/Channel1"/><ContentFragmentRef IDRef="dvbipdc://example.com/Content3"/></ScheduleEvent></ScheduleEventTable><ServiceTable><Service serviceID="dvbipdc://example.com/Channel1"><ServiceName>Channel1</ServiceName><AcquisitionRef IDRef="dvbipdc://example.com/Acquisition/Channel1"/></Service></ServiceTable><AcquisitionTable><Acquisition contentMimeType="video/H264" acquisitionID="dvbipdc://example.com/Acquisition/Channel1"><ComponentDescription><ComponentCharact
```

```

eristic xsi:type="VideoComponentType"><CodecCharacteristic><Codec href="
urn:dvb:cs:VideoCodecCS:2006:1.1.2"/></CodecCharacteristic><FrameRate>25
</FrameRate></ComponentCharacteristic><ComponentCharacteristic xsi:type=
"AudioComponentType"><Codec href="urn:dvb:cs:AudioCodecCS:2006:1.3.2"/><
Language>en</Language></ComponentCharacteristic><SessionDescription xsi:
type="SDPRefType"><SDPStream><![CDATA[v=0
o=example.com 751092616 751111042 IN IP6 FE80::1:4D3E
s=SDP Delivery
t=0 0
a=flute-tsi:9532
a=flute-ch:1
a=source-filter: incl IN IP6 * FE80::2::70CA
m=application 12345 FLUTE/UDP 0
c=IN IP6 FF15::1:141B
]]></SDPStream><SDPURI>http://example.com/defaultSDP</SDPURI></SessionDe
scription></ComponentDescription></Acquisition></AcquisitionTable></ESG>
</ESGMain>

```

Esimerkki 3.3: Esimerkin 3.1 dokumentti ilman tarpeettomia tyhjätilamerkkejä.

Suuri osa XML-datan tiivistysmenetelmistä ei mahdollista tyhjätilamerkkien palauttamista tiivistetystä muodosta, eivätkä ne näin ollen ole täysin hukkaamattomia. Tällainen tiivistys on kuitenkin käytännössä täysin hyväksyttävää. On lisäksi huomattava, että useat XML-työkalut osaavat jälleen muuttaa esimerkin 3.3 kaltaisen tiiviisti kirjoitetun dokumentin asettelun esimerkin 3.1 tapaiseen helpommin luettavaan muotoon.

Luodessaan testikorpuista³ XML-datan tiivistysmenetelmille Augeri ja muut [2007] poistavat tyhjätilamerkit kaikista dokumenteista ja yhdenmukaistavat niiden asettelun. Tämän jälkeen tiivistysmenetelmien kykyä huomioida rakenteelliset erot XML-dokumenttien välillä ei voida tuon korpuksen avulla testata.

On syytä huomata, että arviolta (silmämääräiseen arviointiin perustuen) noin kolme neljäsosaa tämän tutkimuksen raakamateriaalin muodostavasta tiivistämättömästä tai GZIP-tiivistetystä XML-datasta sisälsi runsaasti dokumentin sisällön kannalta merkityksettömiä tyhjätilamerkkejä.

³ Korpuksella tarkoitetaan laajaa julkista testiaineistoa, jota voidaan käyttää tilastolliseen analyysiin ja jonka avulla eri menetelmien vertailu ja kokeet voidaan yhtenäistää.

Tyhjätilamerkkien poiston lisäksi toinen triviaali menetelmä XML-dokumenttien tiivistämiseen on elementtien ja attribuuttien nimien lyhentäminen. Tämä voidaan tehdä joko skeemaa määriteltäessä tai vasta tiivistysvaiheessa. Mikäli skeema rakennetaan lyhyiden, vain yhden tai kahden merkin mittaisten elementtien ja attribuuttien nimien varaan, kärsii itse skeeman ja sen mukaisten dokumenttien luettavuus ja ymmärrettävyys huomattavasti. Lisäksi, mikäli nimiä lyhennetään tiivistettäessä, täytyy tiivistettyä muotoa tulkitsevan jäsentimen tai purkajan joka tapauksessa olla tietoinen käytetystä skeemasta. Tällöin kyseeseen tulevat monet hienostuneemmat tavat, joilla skeeman sisältämää tietoa voidaan käyttää hyväksi tiivistyksessä.

Skeeman sisältämä tieto voi auttaa sen tuntevaa tiivistysalgoritmia XML-dokumenttien tiivistyksessä. Kieliopin määrittämää tietoa siitä, mitä dataa elementti voi sisältää, voidaan käyttää hyväksi. Jos esimerkiksi elementti voi sisältää vain yhden tyyppisiä elementtejä, ei niiden lapsielementtien nimeä tarvitse kirjoittaa tiivistettyyn dataan, koska tiivistyksen purkava koodi tietää sen skeeman perusteella [Heuer et al., 2003]. Kun elementti voi sisältää useita erityyppisiä elementtejä tai attribuutteja, voidaan elementtien ja attribuuttien nimet silti tiivistää ja merkitä ne vaikka vain muutamalla bitillä usean merkin sijasta [Min et al., 2006; Heuer et al., 2003]. Skeema voi myös esimerkiksi määrätä, että elementin tekstimuodossa esitettävä sisältö tai attribuutti kuvaa aina kokonaisluvun tietyltä väliltä. Skeeman tunteva tiivistysalgoritmi voi tällöin dokumenttia jäsentäessään muuttaa tekstisisällön kokonaisluvuksi ja mahdollisesti vielä tiivistää kokonaislukujen arvot tietylle välille. Seuraavaksi esitellään tarkemmin IPDC-määrittämiseen valinnaisena osana sisältyvä niin ikään skeemasta riippuvainen tiivistysmenetelmä BiM, jota ei toistaiseksi juurikaan ole tutkittu.

3.5. BiM

BiM⁴ määrittää tiiviin binäärikuvauksen XML-kielelle. Se on alunperin standardoitu MPEG-7-standardissa [MPEG-7], josta DVB-organisaatio on omaksunut sen pienin muunnoksien TV Anytime -standardiin [TV-Anytime] ja siitä edelleen pienin muutoksien IPDC-standardiin [DVB IPDC].

Informaatioteorian perusteella se, kuinka hyvin data tiivistyy, riippuu siitä, kuinka helppoa on ennustaa kutakin symbolia, viestiä tai merkkiä seuraava merkki [Shannon and Weaver, 1963]. Yleisesti tekstin tiivistämisessä merkit ovat kirjaimia, mutta BiM-menetelmä käsittelee dataa korkeammalla tasolla. Se tutkii XML-dokumentin kieliopin avulla,

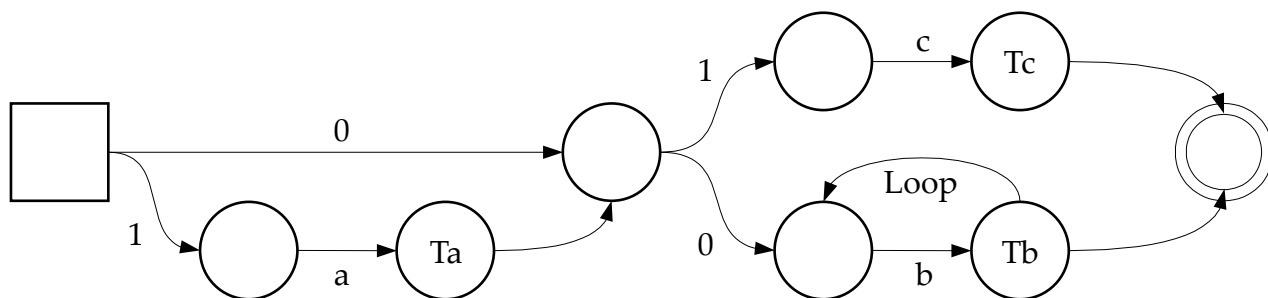
4 Lyhenne BiM avataan MPEG-7-standardissa muotoon Binary Format for MPEG-7 Description Streams, ETSI-standardeissa puolestaan muotoon Binary format for Metadata.

mikä elementti, tägi tai attribuutti on todennäköinen tai mahdollinen tietyn elementin tai tägin ilmenemisen jälkeen.

BiM käyttää hyväkseen skeeman antamaa tietoa XML-datasta ja muodostaa sen perusteella tila-automaatin, jonka avulla dokumentit tiivistetään ja puretaan. Skeema voidaan välittää osana tiivistettyä dokumenttia, mikä kuluttaa jonkin verran tiedonsiirtokapasiteettia, mutta mahdollistaa yleiskäyttöiset toteutukset sekä eteenpäin ja taaksepäin yhteensopivuuden eri sukupolven toteutusten välillä.

Kuvassa 3.1 esitetään, kuinka esimerkin 3.2 XML-tyyppimäärittelystä muodostetaan BiM-tiivistykseen käytettävä tila-automaatti. Esimerkin mukaisten elementtien rakenne voidaan tiivistää vain muutamaani bittiin. Yhdellä bitillä kerrotaan, sisältääkö tiivistettävä elementti elementin a. Mikäli näin on, kirjoitetaan (bittinä) 1 ja elementin a sisältö niin ikään Ta-tyypin mukaan tiivistettynä. Kun seuraavan elementin tyyppi on pääteltävissä skeeman avulla, ei sitä tarvitse merkitä ollenkaan, vaan voidaan suoraan kirjoittaa elementin sisältö. Mikäli vaihtoehtoja on useampi kuin kaksi, tarvitaan luonnollisesti useampi bitti vaihtoehdon merkitsemiseen. Kuten myöhemmin esiteltävässä Huffman-koodauksessa myös BiM-koodauksessa pyritään valitsemaan useimmin esiintyville elementeille lyhyimmät koodit [Heuer et al., 2003]. Tämä tehdään kuitenkin skeemaan perustuen, eikä XML-dokumentteja dynaamisesti analysoimalla.

```
<complexType name="t">
  <element name="a" type="Ta" minOccurs="0" maxOccurs="1"/>
  <choice minOccurs="1" maxOccurs="1">
    <element name="b" type="Tb" minOccurs="1" maxOccurs="unbounded"/>
    <element name="c" type="Tc" minOccurs="1" maxOccurs="1"/>
  </choice>
</complexType>
```



Kuva 3.1: Esimerkin 3.2 tyyppimäärittely ja siitä muodostettu tila-automaatti [Heuer et al., 2003].

Merkkijonot (elementtien ja attribuuttien sisältönä oleva CDATA ja PCDATA, jonka tulkitsemiseen ei ole tarkempia kielioppimääräyksiä) voidaan kirjoittaa tiivistettyyn dokumenttiin joko sellaisenaan tai ZLIB-algoritmilla tiivistettyinä. ZLIB [ZLIB] käyttää samaa DEFLATE-tiivistysalgoritmia kuin kohdassa 3.6 esiteltävä GZIP⁵.

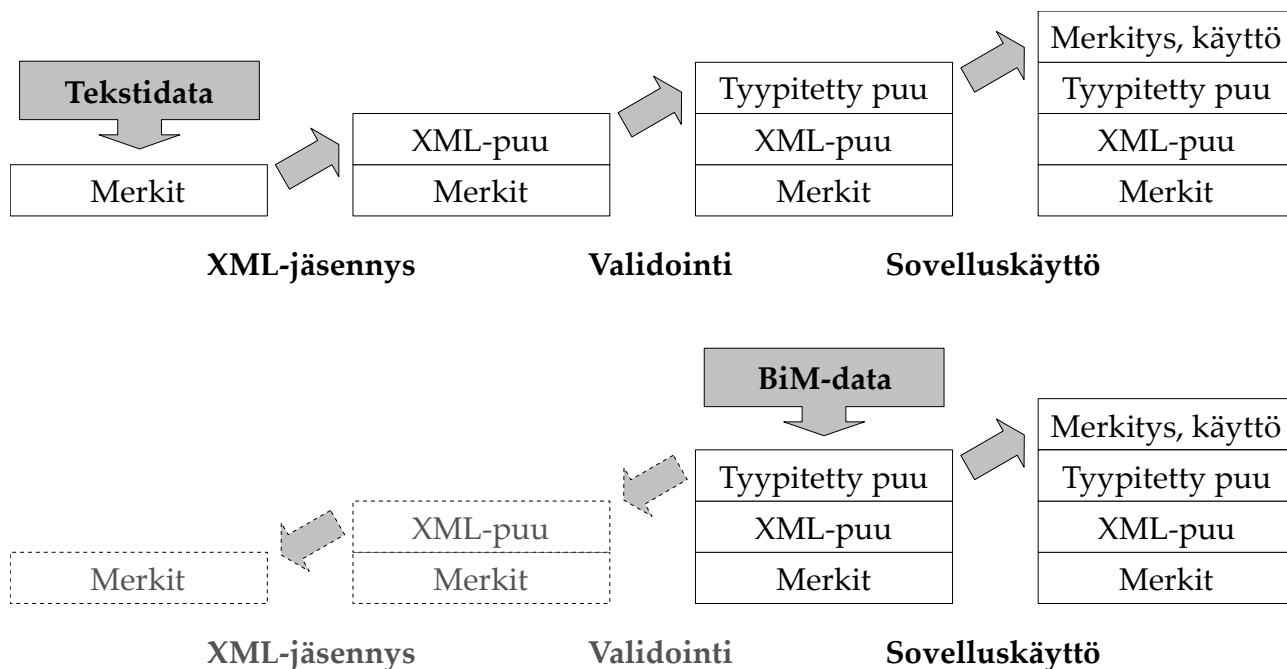
BiM-menetelmää käytettäessä suuri XML-dokumentti voidaan jakaa osiin ja jokainen osa voidaan päivittää erikseen. Menetelmä on hyvin samankaltainen kuin palveluopasmäärittelyissä muutenkin käytetty palveluoppaan jako osioihin, eikä siitä näin ollen saada mainittavaa hyötyä käytännön toteutuksissa verrattuna muihin pakkausmenetelmiin.

On kuitenkin huomioitava, että BiM-tiivistyksessä useimmiten kirjoitetaan tiivistetyn datan alkuun osoittimet dokumentin jokaiselle elementille. Tällöin tiedoston koko lisääntyy hieman, mutta toisaalta vastaanotin voi käsitellä dataa sen tiivistetyssä muodossa, eikä koko dokumenttia tarvitse purkaa hakuja varten. Riittää, kun vain tarvittava elementti puretaan tiivistetyn dokumentin osion sisältä. Tämä saattaa olla merkittävä etu laitteissa, joissa muistia on todella rajoitetusti.

Vastaanottimessa dataa käyttävä sovellus voi myös käsitellä suoraan tiivistettyä dataa BiM-dekooderin avulla. XML-dokumenttia ei tarvitse erikseen jäsentää, eikä jäsentäjän tarvitse validoida dokumenttia, eli tarkistaa elementtien eikä attribuuttien arvoja. BiM-jäsentäjää käyttävä sovellus voi SAX- tai DOM-rajapinnan kautta tarvittaessa palauttaa XML-dokumentin alkuperäiseen muotoonsa (tosin vain XML-informaation kannalta alkuperäiseen muotoonsa, asetteluun liittyvät tyhjättilamerkit menetetään tiivistysvaiheessa).

Dokumentin käsittelyä havainnollistetaan kuvassa 3.2. Tekstidataa jäsennettäessä muodostetaan ensin SAX- (Simple API for XML) tai DOM-rajapintaa (Document Object Model) käyttämällä XML-puu, joka validoidaan (varmistetaan, että dokumentti vastaa skeemaa), jolloin saadaan nk. tyypitetty PSVI-rakenne (Post Schema Validation Infoset) [XML]. Sovellus käyttää hyväkseen tätä rakennetta päästäkseen käsiksi tietoihin korkealla tasolla. BiM-menetelmää käytettäessä luettava dokumentti on jo tyypitetty PSVI-rakenne, mutta BiM-jäsennin tarjoaa myös SAX- ja DOM-rajapinnat, joita käyttämällä sovellus voi halutesaan päästä dokumentin rakenteeseen käsiksi alemmilla tasoilla.

5 Pakkausmuotojen erona on se, että GZIP on yhteensopiva Unix-ympäristöissä yleisesti käytetyn gzip-ohjelman kanssa ja sitä käytetään useammin nimenomaan tiedostojen tiivistämiseen.



Kuva 3.2: XML-datan käsittely ja dokumenttimallien muodostus (muokattu [Berjon, 2004]).

3.6. GZIP

XML-dataa voidaan tietenkin tiivistää myös yleiskäyttöisillä tekstidatan tiivistykseen tarkoitetuilla hukkaamattomilla tiivistysmenetelmillä.

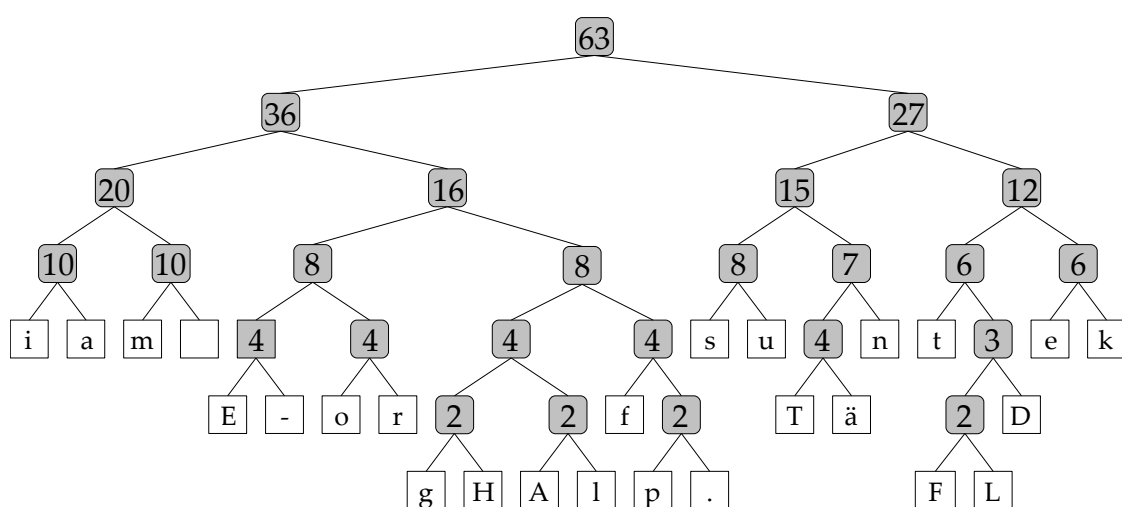
GZIP-pakkausmuoto [GZIP] on datan pakkausmuoto, jonka pääasiallisia etuja ovat alustariippumattomuus, yleiskäyttöisyys (riippumattomuus pakattavasta datasta) ja vapaus patenteista. Se on varsin yleisesti käytetty ja muotoa tukevia työkaluja ja kooditoteutuksia on laajalti saatavilla. Lisäksi GZIPin oletuksena käyttämä hukkaamaton tiivistysmenetelmä, DEFLATE-algoritmi [DEFLATE] on tiivistyssuhteeltaan lähellä informaatioteoreettista alarajaa. Kuten aiemmin todettiin, samaa tiivistysalgoritmia käyttää myös ZLIB-pakkausmuoto.

DEFLATE-algoritmi käyttää LZ77-algoritmia sekä hieman mukautettua Huffman-koodausta, jotka esitellään seuraavaksi.

Huffman-koodauksessa [Huffman, 1952] tietyn aakkoston merkit koodataan niiden tiedettyjen esiintymistiheyksien mukaan trie-rakenteeksi, yleisimmin binääripuuksi. Useimmin käytetyt merkit sijoittuvat lähemmäs puun juurta ja saavat näin ollen lyhyemmät koodit, jotka muodostetaan kulkemalla polku juuresta lehteen.

Kuvassa 3.3 on esimerkki alkuperäisen Huffman-algoritmin [Huffman, 1952] avulla muodostetusta Huffman-puusta lauseelle "Tämä on esimerkki DEFLATE-algoritmin mukaisesta Huffman-puusta."

Algoritmissa symbolit järjestetään listaan niiden esiintymistiheyden (painon) mukaan laskevaan järjestykseen, siis harvimmin esiintyvät symbolit viimeisiksi. Kaksi viimeistä symbolia liitetään uudeksi symboliksi (solmun lapsiksi 0 ja 1), jonka painoksi tulee liitettyjen symbolien yhteenlaskettu paino. Tämä uusi symboli sijoitetaan takaisin listaan. Tätä jatketaan, kunnes jäljellä on vain yksi symboli, joka on saadun Huffman-puun juuri.



Kuva 3.3: Esimerkki perinteisestä Huffman-puusta (mukailtu [Wikipedia, 2008]).

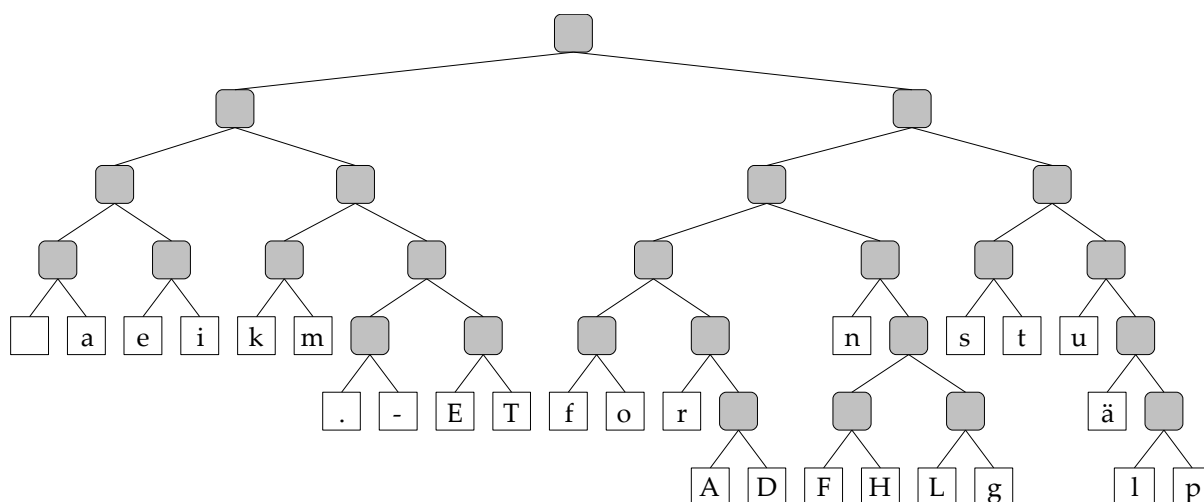
Eri merkkien Huffman-koodit saadaan muodostamalla polku juuresta merkkiin ja tallentamalla kunkin valitun lapsisolmun luku (0 tai 1) koodiin. Kuvan 3.3 puun mukaan merkki i saa siis koodin 0000 ja merkki F koodin 110100 (kunkin solmun vasemmanpuoleinen lapsi on 0 ja oikeanpuoleinen 1). Kuten kuvasta 3.3 nähdään, useimmin esiintyvät merkit ovat lähinnä puun juurta ja saavat näin ollen lyhimmät koodit.

Koska Huffman-puussa merkit ovat puun lehtiä, ei minkään merkin koodi ole toisen merkin koodin etuliite. Tämä on tiivistyksessä tärkeä ominaisuus, sillä tällaisella nk. etuliitekoodilla (prefix code) tiivistettyä dataa luettaessa ei dataan tarvitse erikseen merkitä symbolien alkua eikä pituutta, eikä tarvitse välittää esimerkiksi tavurajoista. Koodauksen purkaja tietää aina, milloin symboli loppuu ja toinen alkaa.

GZIP-menetelmässä Huffman-puut voidaan välittää datan mukana, niin ikään tiivistetyssä muodossa. Alkuperäisessä Huffman-algoritmissa solmun alkioiden järjestys valitaan mielivaltaisesti ja samalle syönteelle voidaan näin ollen saada useita eri puita. DEFLATE-

algoritmin Huffman-koodauksessa sen sijaan määrätään alkioiden järjestys tarkasti. Lyhyempi koodi on aina ennen pidempää ja samanpituiset koodit omaavat lehdet on aina järjestetty aakkostetusti [DEFLATE]. Näiden sääntöjen avulla Huffman-puun muodostaminen muuttuu deterministiseksi, eli samalla syötteellä saadaan aina sama puu. Tällöin Huffman-puiden liittäminen tiivistettyyn dataan on tehokkaampaa. Riittää, kun listataan käytetyt merkit ja niiden saamien koodien pituudet.

Kuvassa 3.4 on samasta esimerkkilauseesta muodostettu DEFLATE-algoritmin mukainen Huffman-puu. Puun solmuihin ei enää ole merkitty niiden painoja, sillä tässä vaiheessa painoilla ei enää ole merkitystä. Merkitystä on vain Huffman-algoritmin avulla saaduilla koodipituuksilla ja merkkien aakkosjärjestyksellä.



Kuva 3.4: DEFLATE-algoritmin mukaan muokattu Huffman-puu.

Taulukossa 3.1 on listattu merkkien esiintymiskerrat esimerkkilauseessa ja niille jälkimmäisen puun avulla saadut koodit.

Merkki	Kerrat	Koodi
T	2	01111
ä	2	11110
m	5	1010
	5	0000
o	2	10001

n	3	1010
e	3	0010
s	4	1100
i	5	0011
r	2	10010
k	3	0100
D	1	100111

E	2	01110
F	1	101100
L	1	101110
A	1	100110
-	2	01101
a	5	0001
l	1	111110

g	1	101111
t	3	1101
u	4	1110
H	1	101101
f	2	10000
p	1	111111
.	1	01100

Taulukko 3.1: Merkkien esiintymiskerrat ja koodit kuvan 3.4 esimerkissä.

Mikäli merkkien esiintymistiheyksiä ei tiedetä etukäteen (kuten useimmiten on käytännön sovelluksissa), voidaan puu muodostaa dynaamisesti [Storer, 1988]. Dynaamisessa Huffman-algoritmissa ei koodaajan ja purkajan tarvitse edes tietää aakkoston merkkejä etukäteen, vaan merkkejä lisätään puuhun sitä mukaa, kun niitä esiintyy tiivistettävässä datassa ja niiden esiintymistodennäköisyyttä säädetään tiivistyksen edetessä. Näin algoritmi sopeutuu kulloinkin tiivistettävään dataan.

DEFLATE-algoritmissakin puut voidaan muodostaa dynaamisesti dataa tiivistettäessä, mutta silloinkin ne lähetetään staattisina tiivistetyn datan mukana. Vaihtoehtoisesti voidaan käyttää DEFLATE-määrittämiseen [DEFLATE] sisällytettyjä yleiskäyttöisiä puuta. Puiden lähetys tiivistetyn datan mukana kuvataan myöhemmin.

Huffman-puun avulla koodattuna kuvien 3.3 ja 3.4 muodostamiseen käytetty 63 merkin mittainen esimerkklause voidaan koodata 283 bitillä, ilman puun itsensä välitystä. Vaikka esitetyt puut tuottavat tiivistetylle lauseelle eri koodin, on tiivistetyn lauseen pituus silti sama molemmilla puilla toteutettuna. DEFLATE-algoritmi ei kuitenkaan käytä Huffman-puuta suoraan merkkijonojen tiivistämiseen, vaan ainoastaan merkkijonojen tiivistyksessä käytettävän LZ77-algoritmin tuottamien symbolien tiivistämiseen.

LZ77-tiivistysalgoritmin esittelivät Lempel ja Ziv vuonna 1977 [Ziv and Lempel, 1977]. Menetelmä käy tiivistettävää dataa läpi merkki kerrallaan⁶. Mikäli merkkiä ei ole aiemmin kohdattu, tallennetaan se sanakirjaan, jonne tallennetaan niin ikään tieto merkkiä seuraavista merkeistä.

DEFLATE-algoritmi suosittaa käyttämään kolmen merkin mittaisille viitteille hajautustaulua, jonka elementeistä on lisäksi viittaukset aina seuraaviin kolmen merkin merkkijonoihin. Kun useamman merkin mittainen tallennettu merkkijono kohdataan datassa uudelleen, kirjoitetaan sen tilalle viite sanakirjaan. Viite sisältää etäisyyden (kuinka monta merkkiä aiemmin sama merkkijono alkoi) sekä pituuden (kuinka pitkä identtinen merkkijono on).

On huomattava, että viitteen pituus saattaa olla suurempi kuin etäisyys. Esimerkiksi toisteinen merkkijono abababab koodautuu muotoon ab[2,6], eli kolmannen merkin kohdalla kaksi merkkiä aiemmin alkanut merkkijono ulottuu myös kuusi merkkiä lukukohdasta eteenpäin. Sanakirja liukuu syötettä lukiessa eteenpäin niin, että kauimmaisista syötteistä ei

⁶ LZ77 toimii itse asiassa tavutasolla tulkitsematta dataa millään tavoin. Merkillä tarkoitetaan tässä mitä vain yksittäistä tavua, ei tulostettavaa tai luettavaa merkkiä.

enää pidetä muistissa. Menetelmää ja muita samankaltaisia menetelmiä kutsutaankin liukuvan ikkunan tai liukuvan sanakirjan menetelmiksi.

Esimerkissä 3.4 havainnollistetaan vielä LZ77-algoritmin toimintaa pidemmällä esimerkillä. Tiivistettävänä datana on esimerkin 3.1 ServiceTable-elementti, josta on selvyuden vuoksi poistettu ylimääräiset tyhjätilymerkit esimerkin 3.3 tapaan.

1)

```
<ServiceTable><Service serviceID="dvbipdc://example.com/Channel1"><ServiceName>Channel1</ServiceName><AcquisitionRef IDRef="dvbipdc://example.com/Acquisition/Channel1"/></Service></ServiceTable>
```

2)

```
<ServiceTable>[14,8] s|erviceID="dvbipdc://example.com/Channel1"><ServiceName>Channel1</ServiceName><AcquisitionRef IDRef="dvbipdc://example.com/Acquisition/Channel1"/></Service></ServiceTable>
```

3)

```
<ServiceTable>[14,8] s[8,6]ID="dvbipdc://examp[38,2].com/Channel1"[52,9]Name>[23,8]</[22,12]<AcquisitionRef [87,2][6,3][91,24][44,11][103,9][10,10][180,6]
```

Esimerkki 3.4. LZ77-algoritmin toiminta.

Ensin (1) on esitetty syötteenä toimiva data. Toisessa vaiheessa (2) tiivistys on jo käynnissä, syötteen 24. merkin kohdalla. Alimpana (3) on lopullinen tiivistetty data.

Esimerkissä viitteet on merkitty hakasulkeilla, joiden sisälle on merkitty viitteen etäisyys ja viitatuksen merkkijonon pituus. Ensimmäinen viittaus alkaa Service-elementin alussa, jossa merkki < esiintyy toisen kerran. Sen paikalle on kirjoitettu viittaus edelliseen esiintymään (14 merkkiä aiemmin kahdeksan merkin pituinen identtinen merkkijono).

Esimerkin toisessa kohdassa tiivistysalgoritmi on juuri kirjoittanut tiivistettyyn dataan merkin s, joka ei ole aiemmin esiintynyt syötteessä. Sen sijaan seuraava merkki e on jo esiintynyt syötteessä, viimeksi 3 merkkiä aikaisemmin. Tuon lähimmän viitteen seuraava merkki ei kuitenkaan vastaa nyt luettavaa seuraavaa merkkiä. Sen sijaan algoritmi huomaa, että kuuden merkin mittainen identtinen merkkijono on esiintynyt 8 merkkiä aiemmin. Tuota pidempää viitettä ei sanakirjan avulla löydy, joten kirjoitetaan tiivistettyyn dataan viite [8,6] ja jatketaan lukemista seuraavasta merkistä.

Alin kohta esimerkistä osoittaa, että datan loppupäässä uusia merkkejä ei juurikaan enää kirjoiteta tiivistettyyn dataan. Jo näinkin lyhyellä syötteellä käytetyt merkkijonot ovat jo esiintyneet datassa. Lisäksi voidaan todeta, että XML-muotoinen data, jossa samat elementtien ja attribuuttien nimet toistuvat usein, tuottaa helposti viittauksia melko pitkiin identtisiin merkkijonoihin.

Oikeassa DEFLATE-toteutuksessa on useita vaihtoehtoja, joilla tiivistysmenetelmää voidaan nopeuttaa tai vaihtoehtoisesti tehostaa, kuten kuinka monella läpikäynnillä identtisiä merkkijonoja etsitään sekä liukuvan ikkunan koko.

DEFLATE-menetelmässä siis käytetään sekä Huffman-koodausta että LZ77-algoritmia. Pakattaessa data paketoitetaan *jaksoihin* (block), joista jokaisella voi olla oma tiivistysmenetelmänsä. Yksi vaihtoehto on pakkaus ilman tiivistystä, joka itse asiassa kasvattaa pakattavaa dataa hieman, mutta vähemmän kuin mitä esimerkiksi uusi tiivistysyritys jo tiiviste-tylle datalle aiheuttaisi. Toinen vaihtoehto on tiivistys DEFLATE-menetelmässä määriteltyjen Huffman-puiden mukaan, jolloin tiivistettyyn dataan ei tarvitse liittää ylimääräistä tietoa. Kolmas mahdollisuus on tiivistys datan mukaan muodostettujen Huffman-puiden avulla, jolloin dynaamisesti muodostetut Huffman-puut lisätään pakatessa tiivistettyyn dataan.

DEFLATE-määrittelyn mukaisen tiivistyksen purkajan täytyy tukea LZ77-algoritmia 32 kilotavun liukuvalla ikkunalla [DEFLATE]. Toisin sanoen viittauksen etäisyys voi olla korkeintaan 32768 (32×1024), eli viitattavan merkkijonon alku voi sijaita korkeintaan niin monen merkin päässä luettavasta merkistä. Tiivistäjä voi toki käyttää myös pienempää liukuvaa ikkunaa, mutta purkajan täytyy varautua 32 kilotavun mittaisiin viittauksiin. Viitattavan merkkijonon suurin sallittu pituus puolestaan on 256 merkkiä. Pakatussa datassa 32 kilotavun ikkuna ulottuu jaksojen rajojen yli, eli viittaus saattaa osoittaa myös aiempaan jaksoon tallennettuun, jo luettuun ja purettuun dataan.

Tiivistyksessä data käydään ensin läpi LZ77-algoritmin avulla. Löydetyt merkit ja merkkijonojen pituudet (lyhyemmät koodit) tiivistetään yhden Huffman-puun avulla, etäisyydet toisen (voidaan siis käyttää joko datan mukaan muodostettuja tai itse DEFLATE-määrittelyssä käytettyjä puita). Merkkien ja pituuksien kanssa samaan puuhun on liitetty myös erikoismerkki, jolla ilmoitetaan jakson päätyminen. Pituudet voidaan koodata omaan puuhunsa, sillä tiivistetyssä datassa pituus luetaan aina etäisyysymbolin jälkeen, joten pituuskoodien ei tarvitse olla erotettavissa muista koodeista etuliitteensä avulla.

Mikäli käytetään datan mukaan muodostettuja Huffman-puita, kirjoitetaan kunkin jakson alkuun merkkijonojen ja pituuksien sekä etäisyyksien Huffman-puut, nekin tiivistettyinä.

Esimerkin 3.4 195:n merkin mittainen syöte tiivistyy yhden tavun merkistökoodauksella ja DEFLATE-algoritmin oletusasetuksilla 111 tavuun (sama tulos saadaan myös tehokkaimmilla asetuksilla, näin lyhyellä datalla menetelmien erot eivät tule esiin). Mikäli tiivistettyä dataa koetetaan tiivistää uudelleen, kasvaa sen koko 122 tavuun.

DEFLATE-määrittelyyn kuuluu myös INFLATE-algoritmi, jonka mukaan tiivistetty data puretaan. DEFLATE-algoritmin lisäksi on olemassa muita menetelmiä, joilla saadaan aikaiseksi INFLATE-algoritmin kanssa yhteensopiva pakkaus datalle.

Tässä luvussa luotiin katsaus XML-kieleen keskittyen etenkin XML-dokumenttien tiivistyksen kannalta olennaisiin osiin. Luvussa käsiteltiin myös tiedon tiivistämisen perusteita ja XML-datan tiivistämiseen aiemmassa tutkimuksessa ehdotettuja menetelmiä.

Tarkemmin esiteltiin mobiilitelevisiion palveluopasmäärittelyssä käytetyt tiivistysmenetelmät BiM ja GZIP. Seuraavassa luvussa kuvataan järjestelyt ja aineisto, joiden avulla näitä menetelmiä päästiin vertailemaan.

4. Tutkimusaineisto ja koejärjestelyt

Tässä luvussa esitellään tarkemmin tutkimuksessa käytetty aineisto, perusteet sen valitsemiselle ja koejärjestelyt valmisteluineen.

4.1. Valmistelut

Koeaineistoksi haluttiin palveluopasdataa, joka mahdollisimman hyvin kuvastaisi tilannetta oikeassa tuotantokäytössä. Tutkimusta tehdessä DVB-H-lähetykset oli virallisesti aloitettu Albaniassa, Filippiineillä, Intiassa, Italiassa, Keniassa, Malesiassa, Namibiassa, Nigeriassa, Suomessa ja Vietnaminissa [DVB-H.org, 2008].

Albaniassa ja Italiassa käytössä oli DVB IPDC -määrityksen mukainen palveluopas. Italiassa kaikilla kolmella operaattorilla on käytössä omat tekniset järjestelmänsä, muualla käytetään Thomsonin toimittamaa ratkaisua. Thomsonin järjestelmä on käytössä myös Afrikan maissa, mutta tarkempia tietoja verkkojen palveluoppaista ei ollut saatavilla. Filippiineillä, Malesiassa, Suomessa ja Vietnaminissa käytössä oli Nokian MBS-järjestelmä, joka DVB-H.org -sivuston [2008] mukaan on esimerkiksi Vietnaminissa OMA BCAST -yhteensopiva, mutta ainakin Suomessa vielä jotakin OAI- ja OMA BCAST -määritysten väliltä.

Suomesta palveluopasdataa oli luonnollisesti helppo saada suoraan ilmasta kaappaamalla. Myös Thomsonin järjestelmän tuottamaa dataa oli helposti saatavilla verkkotoimittajan internetsivuilta [Thomson, 2008], jossa jaellaan testikaappauksia. Näissä kaappauksissa oli runsaasti erilaista OMA BCAST -määrityksen mukaista palveluopasdataa. Myös DVB IPDC -määrityksen mukaisia kaappauksia löytyi kaksi.

Samana verkkotoimittajan datan voi katsoa edustavan teknisessä mielessä kaikkia samalla järjestelmällä operoituja verkkoja, mutta sisällön puolesta palveluoppaat eri verkoissa saattavat vaihdella kovastikin. Joissain verkoissa mainonta palveluoppaassa tai maksulliset palvelut ovat suuressa osassa, kun taas Suomessa niitä ei ole käytännössä ollenkaan. Joissain verkoissa taas on runsaasti ohjelmatietoja, toisissa paljon niukemmin.

Italiasta saatavilla oli (henkilökohtaisten suhteiden kautta) kaappaus Tre-mobiilioperaattorin tuotantoverkosta ja verkkoa hallinnoivan RRD:n kehityslaboratoriosta kaksi kaappausta, joissa oli sama palveluopasdata, toisessa BiM-tiivistettynä ja toisessa GZIP-tiivistettynä.

4.2. Käytetyt ohjelmat ja kirjastot

Mobiili-tv-verkkojen aineistojen kaappaukseen käytettiin tietokoneeseen liitettävää DVB-T-vastaanotinta ja dvbSAM-ohjelmiston version 3.2.16.800 kokeiluversiota [dvbSAM]. Ohjelmistolla voitiin myös erottaa palveluopasdata kaappauksista tallentamalla palveluoppaiden säiliöt erillisiksi tiedostoiksi.

Itse koostettujen karusellien koon määrittämiseksi kaappauksista erotettu palveluopasdata koostettiin uudelleen FLUTE-karuselleiksi MAD-FLUTE-sovelluksen version 1.7 avulla [MAD-FLUTE].

Eri mobiilitelevisioverkoissa käytetään eri FLUTE-toteutuksia, jotka tukevat eri ominaisuuksia. Näillä ominaisuuksilla ei kuitenkaan pitäisi olla suurta merkitystä tiivistyksen osalta. Lähinnä erot toteutuksessa voivat esiintyä siinä, kuinka dynaamisesti eri säiliöitä tiivistetään. Jokin toteutus saattaa analysoida tiivistettävän datan tarkasti ja valita parhaan tiivistysmenetelmän jokaiselle säiliölle erikseen, kun taas yksinkertaisempi toteutus saattaa signaloida kaikki karusellit ja säiliöt samoilla asetuksilla. Itse kokeessa tämä muuttaja on vakioitu käyttämällä koko ajan samaa toteutusta.

MAD-FLUTEN etu on myös se, että sen lähdekoodi on saatavilla ja muokattavissa, joten sovellusta voi muuttaa tulostamaan tarvittavaa tietoa ja esimerkiksi sen käyttämän DEFLATE-algoritmin tiivistystason voi tarkastaa lähdekoodista. MAD-FLUTE-ohjelma käyttää karusellien tiivistämiseen zlib1.dll-kirjastoa, joka on DEFLATE-algoritmin kehittäjien Jean-loup Gaillyn and Mark Adlerin alkuperäinen toteutus.

Komento karusellin koon määrittämiseksi oli `flute -S -F:out -q:0 -G -z:1 -Z`. Valitsin `-S` asettaa MAD-FLUTE-ohjelman lähetysmoodiin ja valitsimella `-F` asetetaan hakemisto, jossa lähetettävät tiedostot sijaitsevat. Valitsin `-z` määriteltiin arvoon 1 (vain ohjelman itsensä luoma FDT-tiedosto tiivistetään) tiivistämättömälle karusellille ja arvoon 2 (kaikki säiliöt tiivistetään GZIP-algoritmillä) tiivistetylle karusellille. Valitsin `-q:0` määrittää, että FLUTE ei lähetä session lopetustietoja. Tämä valinta tehtiin, koska palveluopasta signaloidessa sessio on käytännössä jatkuva. Valitsin `-G` kertoo, ettei lähetystä oikeasti tarvitse käynnistää, vaan ohjelmalta halutaan vain tiedot muodostettavasta sessiosta. Lopuksi valitsin `-Z` käskii ohjelmaa pyrkimään optimoimaan karusellin tiedostokokoa. Käytännössä huomattiin, että valitsimella `-Z` ei saavutettu kuin muutaman tavun säästö edes suurimmilla karuselleilla, valitsimella `-q:0` taas ei ollut lainkaan huomattavaa vaikutusta.

Kun komentoa kokeiltiin samalla syötteellä lukuisia kertoja, vaihteli saatu tulos yhdestä viiteen tavun verran. Syy tälle vaihtelulle ei tutkimuksen kuluessa selvinnyt. Vaihtelu ei kuitenkaan millään syötteellä ollut viittä tavua enempää, eikä noin pienellä epätarkkuudella ole merkitystä kokonaistulosten kannalta. Kokeita suoritettaessa komento toistettiin useita kertoja ja tuloksiin valittiin useimmin esiintynyt arvo.

MAD-FLUTE-sovellusta käytettäessä huomattiin, että sovellus lisää automaattisesti luomaansa FDT-tiedostoon lähetettävien tiedostojen tiedostopolun suhteessa ajohakemistoon. Näin ollen se, missä tiedostot sijaitsevat suhteessa hakemistoon, jossa komento suoritetaan, vaikuttaa tuloksena saatavan karusellin kokoon. Itse kokeissa FLUTE-sovellus käynnistettiin aina samasta hakemistosta ja lähetettävät tiedostot kopioitiin tuon kansion out-nimiseen kansioon.

Säiliöiden ja osioiden GZIP-tiivistykseen käytettiin Java-kielen JDK 1.6.0_05-b13-version DEFLATE-algoritmia `java.util.zip.GZIPOutputStream`-luokan kautta, jolle tiivistettävä data annettiin kerralla, kokonaisuutena tavutaulukkona.

Osioiden BiM-tiivistyksen tutkiminen oli ehdottomasti koko tutkimuksen haastavin osa. BiM ei ole GZIP-menetelmään verrattuna läheskään yhtä tunnettu ja tuettu teknologia. Lisäksi se on patentoitu, minkä vuoksi BiM-toteutus puuttuu lähes kaikista analysointityökaluista.

ISO-organisaatiolta on saatavissa MPEG-7-standardiin liittyvien ohjelmistojen referenssitoteutukset, mukana myös BiM. Tuo toteutus on kuitenkin rakennettu käyttämään eri ositusmallia ja eri skeemoja, kuin mitkä ovat käytössä DVB IPDC -määrityksessä. Lisäksi se on vuodelta 2001 ja vaatii sen aikaisen sovelluskirjaston (Xerces-C++-kirjaston versio `xerces-c_1_4.dll`), joka ei ole mukana ISO:n jakelussa. Osa sovelluksesta on kirjoitettu Java-kielillä, osa taas C++-kielillä. C++-osio vaatii kääntyäkseen vanhan Visual Studio -ohjelmiston. Lähdekoodi on kommentoitu ranskaksi.

Tutkimuksen valmisteluvaiheessa tehtiin lukuisia yrityksiä saada käyttöön BiM-toteutus tai saada joku sellainen jo omistava muokkaamaan dataa sillä. Kaikkien näiden yritysten epäonnistuttua ainoiksi vaihtoehdoiksi jäivät koko toteutuksen laatiminen tyhjästä määrittysten mukaan tai referenssitoteutuksen sopeuttaminen uuteen tarkoitukseen. Näistä valittiin jälkimmäinen.

Toteutusta kehitettäessä huomattiin, että kaikki raakamateriaalin palveluoppaat eivät käyttäneet samoja viittauksia XML-skeemoihin. Määrityksistä poikkeavan skeemaviit-

tauksen tai elementin käyttö aiheuttaa BiM-jäsentäjässä poikkeuksen. Kun tällaiseen viittaukseen törmättiin, korjattiin se määrittäjäksi vastaavaksi ja korjattua tiedostoa käytettiin kaikissa kokeissa.

Tuloksena syntyneen BiM-toteutuksen toimintaa ei päästy varmentamaan, sillä DVB IPDC-määrittäjä ei ole BiM-toiminnallisuutta koskevaa julkista määrittäjän määrittäjämuokaisuutta todentavaa testipakettia eikä käytössä myöskään ollut mobiililaitteita, jotka olisivat tukeneet BiM-toteutusta.

Itse toteutettu BiM-toteutus ei pysty purkamaan Tren verkon BiM-enkoodattuja osioita, sillä verkossa on käytössä joitain standardoimattomia laajennuksia, jotka mahdollistavat yksinkertaiset vuorovaikutteiset palvelut sekä mainonnan mallit.

BiM-toteutuksen tiivistyssuhdetta päästiin kuitenkin vertaamaan Tren verkossa käytettävään toteutukseen. RRD:n testilaboratoriosta saatujen näytteiden (sama palveluopasdata sekä tiivistämättömänä että BiM-tiivistettynä) avulla voitiin tutkia, kuinka GZIP-tiivistyksestä purettu data tiivistyi uudelleen omalla BiM-toteutuksella ja vertaamalla tätä tiivistettyä dataa samasta datasta RRD:n testilaboratoriossa BiM-tiivistettyyn dataan. Tämän vertailun tulokset on esitetty taulukossa 4.1.

Karuselli 1	Tiivistämätön	Kaupallinen BiM	Oma BiM
Säiliö 102	5815	2455	2418

Taulukko 4.1: Kaupallisen ja tutkimuksessa käytetyn BiM-tiivistäjän vertailu.

Taulukosta 4.1 voidaan nähdä, että MPEG-7-referenssitoteutukseen perustuva itse tehty toteutus on saavutettavalla tiivistyssuhteeltaan samaa luokkaa RRD:n testilaboratoriosakin käytössä olevan kaupallisen toteutuksen (Expway) kanssa, jopa hieman tehokkaampi. On kuitenkin huomattava, että tutkimuksessa käytetyn BiM-tiivistäjän määrittäjämuokaisuutta ei päästy todentamaan eikä vain yhden säiliön sisältävä palveluopas anna luotettavia vertailutuloksia. Tutkimuksessa käytetyn tiivistäjän luomat tiivistetyt tiedostot voitiin kuitenkin avata samaan lähdekoodiin perustuvalla mutta itsenäisesti suoritettulla tiivistyksen purkajalla ja purettu data oli validi XML-dokumentti sisältäen kaikki alkupe- räisessä dokumentissa olleet tiedot.

Joka tapauksessa on huomattava, että kehitetty BiM-toteutus ei välttämättä anna kovin tarkkaa BiM-algoritmin suorituskyvystä. Algoritmin toteutuksella saattaa olla suuri merkitys saavutettuun tiivistyssuhteeseen. Varmaa tietoa tästä ei ole, sillä toteutuksia on

tietävästi olemassa vain kolme (Expwayn vanha MPEG-7-referenssitoteutus ja kaupallinen Bin-XML sekä Siemensin BiM-toteutus).

4.3. Aineiston raakamateriaali

Aineiston raakamateriaalin muodostivat sekä Suomen (Digita) että Italian (Tre) mobiili-tv-verkoista otetut kaappaukset, RRD:n laboratorion testimateriaali ja Thomsonin internetsivuillaan jakamat testikaappaukset. Digitan, Tren ja RRD:n verkoista tallennetut kaappaukset on otettu satunnaisena ajankohtana ja tarpeeksi pitkänä, jotta ne sisältävät koko sillä hetkellä lähetyksessä olleen palveluoppaan datan.

Digitan verkossa oli saatavilla sekä OAI- että DVB IPDC -määrityksen mukaiset palveluoppaat. Molemmat oppaat kuvasivat kahdeksan tv-kanavaa ja kolme datapalvelua.

Taulukossa 4.2 esitetään DVB IPDC -palveluoppaan säiliöt.

Karuselli 9400	tiivistämätön	tiivistetty
Säiliö urn_dvb_ipdc_esg_cid_0	638	638
Säiliö urn_dvb_ipdc_esg_cid_1	174	174
Säiliö urn_dvb_ipdc_esg_cid_50	32773	3275
Säiliö urn_dvb_ipdc_esg_cid_58	12490	2084

Taulukko 4.2: Digitan verkon DVB IPDC -palveluoppaan karuselli.

Ensimmäinen säiliö, urn_dvb_ipdc_esg_cid_0, piti sisällään karusellin FDT-kuvauksen. Toisessa säiliössä oli ESG Init Message -viesti, joka kertoo DVB IPDC -palveluoppaan vastaanottimelle palveluoppaan vastaanottamisessa tarvittavat tiedot, mm. käytetyn merkistökoodauksen (character encoding) sekä sen, millä menetelmällä palveluoppaan osiot on koodattu (tiivistämättöminä, BiM-tiivistettyinä tai GZIP-tiivistettyinä). Nämä kaksi ensimmäistä säiliötä välitettiin tiivistämättömässä muodossa. Kaksi viimeistä säiliötä oli tiivistetty GZIP-algoritmillä ja ne sisälsivät itse palveluoppaan tiedot osioina. Palveluoppaan säiliöiden yhteenlaskettu koko tiivistetyssä muodossa oli 6171 tavua, purettuna 46075 tavua.

Digitan verkon OAI-palveluoppaan sisältö oli jaettu yhteentoista eri karuselliin, joissa oli yhteensä 52 säiliötä. Yksi karuselli oli varattu yksinomaan interaktioille ja se sisälsi FDT-tiedoston lisäksi 23 säiliötä, joissa jokaisessa oli yksi InteractivityMedia-osio. Kaikki tämän

karusellin säiliöt välitettiin ilman tiivistystä. Muiden karusellien kaikki säiliöt oli tiivistetty GZIP-algoritilla.

Erityistä Digitan DVB IPDC -palveluoppaissa oli, että molempien palveluoppaiden säiliöissä oli myös OMA BCAST -määrityksen mukaisia InteractivityData-osioita. Tämä selittyy osin OAI-palveluoppaan osalta markkinatilanteen ja teknisen kehityksen kautta, mutta DVB IPDC -palveluoppaan osalta syytä voi vain arvailla. Suomessa on nykyisin yleisesti käytössä vain Nokian toimittamia DVB-H-vastaanottimia, joiden kehityksessä ollaan siirtymässä OAI-määrityksestä OMA BCAST -määrityksen tukemiseen. Todennäköinen selitys onkin, että markkinoilla olevat vastaanottimet tukevat jo joitain OMA BCAST -määrityksen kehittyneempiä ominaisuuksia.

DVB IPDC -oppaan osalta InteractivityData-osioiden mukanaolo lienee virhe palveluoppaan kokoonpanossa, sillä mikään muu palveluoppaan osio ei viitannut noihin osioihin. Mikään tilapäinen häiriö ei ole kyseessä, sillä sama ilmiö oli havaittavissa muissakin, jopa useita viikkoja aiemmin otetuissa kaappauksissa.

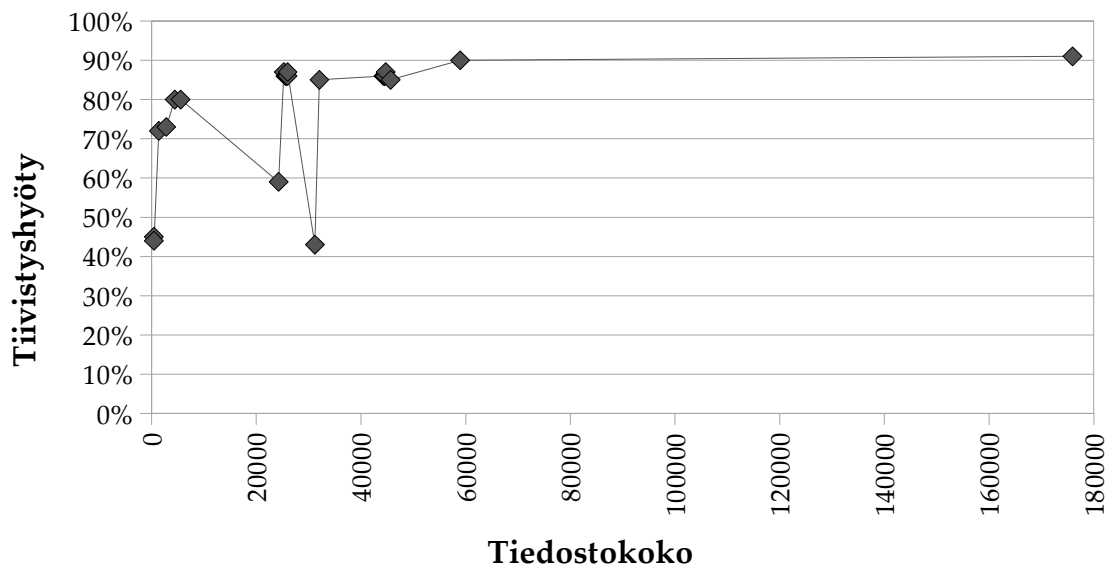
Digitan verkon DVB IPDC -palveluoppaissa oli varsin rajatusti dataa verrattuna OAI-määrityksen mukaiseen palveluoppaaseen. Esimerkiksi ohjelmakuvauksia oli DVB IPDC -oppaissa vain yhden kanavan kahdelle ohjelmalle. DVB IPDC -palveluopas saattoikin olla verkossa mukana joko vain kokeiluluontoisesti tai siksi, että jokin datapalveluista edellyttää sen käyttöä.

Joitain erikoisuuksia löytyy myös Italiasta Tren verkosta. DVB IPDC -määritys esimerkiksi ei vielä mahdollista vuorovaikutteisia palveluita tai tiettyjä mainonnan tapoja, joten ne on toteutettu palveluopastoimittaja Expwayn omilla laajennuksilla. Saman toimittajan palveluopassovellus löytyy kaikista Italiassa saatavilla olevista DVB-H-vastaanottimista.

Thomsonilta oli saatavissa useita eri palveluoppaita sisältäviä kaappauksia. Kattavin palveluopas on OMA-organisaation testitapahtumasta, jossa sitä on käytetty eri valmistajien toteutusten yhteensopivuuden testaamiseen. Kaappaus sisältää kahden eri palveluntarjoajan palveluoppaat, joista laajemmassa on peräti yhdeksän päivän ohjelmatiedot, maksullisia ja maksuttomia palveluita, kanalogot sekä joitain vuorovaikutteisia palveluita. On kuitenkin huomattava, että osa ohjelmatiedoista on vain kopioita toisistaan. Palveluoppaan ohjelmakuvaukset saattavat siis tiivistyä hieman paremmin kuin oikeassa käytössä olevan yhtä laajan palveluoppaan tiedot, jossa vaihtelua oletettavasti on enemmän.

Liitteessä 1 listataan Thomsonin laajimman testiaineiston karusellit ja niiden sisältämät tiedostot ja säiliöt. Karusellit, joiden säiliöiden koot ovat samat tiivistämättömänä ja tiivistettynä on lähetetty ilman tiivistystä. Muissa karuselleissa on käytetty karusellitason tiivistystä.

Kuvassa 4.1 on esitetty GZIP-tiivistyksen tuottama tiivistyshyöty suhteessa tiivistetyn tiedoston kokoon.



Kuva 4.1: Thomsonin testiaineiston GZIP-tiivistettyjen tiedostojen tiivistyssuhteet.

Kuvasta nähdään, että tiivistyssuhde näyttäisi parantuvan tiedostokoon kasvaessa, lukuun ottamatta kahta tiedostoa, joiden tiivistyssuhde on reilusti muita vastaavan kokoisia huonompi. Liitteen 1 taulukosta 1 voidaan nähdä, että kyseessä ovat karusellin ProviderID1/gzip säiliö 23.sgdu ja karusellin ProviderID2/Session 1 säiliö 1048589.sgdu. Näiden säiliöiden muita huonompi tiivistyvyys selittyy sillä, että kummankin kyseisen säiliön osioissa on mukana niihin upotettuja (merkkijonoiksi muunnettuja) kuvatiedostoja, jotka ovat jo valmiiksi varsin tiiviissä muodossa.

Edellä mainittuja poikkeuksia lukuun ottamatta GZIP-tiivistyssuhde näyttäisi antavan säiliöille melko ennustettavan tiivistyssuhteen, joka paranee tiedostokoon kasvaessa. Pienimmälle tiedostoille tiivistyssuhde on 1,79 (tiivistyshyöty 44%), noin viiden kilotavun kokoiselle 4,96 (80%) ja keskikokoisille, 20 - 40 kilotavun tiedostoille aiemmin mainittuja kahta poikkeusta lukuun ottamatta 6,55 - 7,78 (85% - 87%). Suurimman tiedoston tiivistyssuhde on 11,55 (tiivistyshyöty 91%).

4.4. Koejärjestelyt

Taulukossa 4.3 esitellään kaikki tutkittujen tiivistysmenetelmien mahdolliset yhdistelmät. Tiivistys voidaan kohdistaa palveluoppaan osioihin, osioita sisältäviin säiliöihin ja säiliötä kuljettaviin karuselleihin. Osioihin voidaan kohdistaa GZIP-tiivistys tai BiM-tiivistys, jälkimmäinen myös yhdistettynä ZLIB-algoritmiin. Lisäksi sekä yksittäiset säiliöt että karusellit voidaan tiivistää GZIP-algoritmillä.

Koe	Osiot	Säiliöt	Karusellit
a	-	-	-
b	GZIP	-	-
c	-	GZIP	-
d	-	-	GZIP
e	GZIP	GZIP	-
f	GZIP	-	GZIP
g	-	GZIP	GZIP
h	GZIP	GZIP	GZIP
i	BiM	-	-
j	BiM	GZIP	-
k	BiM	-	GZIP
l	BiM	GZIP	GZIP
m	BiM+ZLIB	-	-
n	BiM+ZLIB	GZIP	-
o	BiM+ZLIB	-	GZIP
p	BiM+ZLIB	GZIP	GZIP

Taulukko 4.3: Tiivistysmenetelmien mahdolliset yhdistelmät.

On huomattava, että ainoastaan DVB IPDC -palveluopasmääritys mahdollistaa kaikkien mainittujen yhdistelmien käytön. Myös OAI- ja OMA BCAST -määritysten mukaista palveluopasdataa voidaan tietysti koeolosuhteissa tiivistää näillä menetelmillä, mutta tällöin tiivistetyn datan toimivuutta ei enää voida todentaa oikealla vastaanottimella tai analysointityökalulla. Tulokset osiotasolla dataa tiivistävistä kokeista (b, e, f, h, i, j, k, l, m, n, o ja p) ovat siis OAI- ja OMA BCAST -palveluoppaiden kannalta puhtaasti teoreettisia.

Ennen varsinaista koejärjestelyä raakamateriaaliksi saadulla palveluopasdatalla suoritettiin yksinkertaisia kokeita, joilla pyrittiin selvittämään mahdollisia koejärjestelyihin liittyviä ongelmia ja virhelähteitä.

Taulukossa 4.4 on esitetty osa tiivistysmenetelmistä ja tulokset kokeista, joissa menetelmiä sovellettiin Digitan DVB IPDC -palveluoppaan kaappaukseen.

Koe	Osiot	Säiliöt	Karuselli	Tiedostokoko	T-suhde	T-hyöty
a	-	-	-	47914	1,00	0,00%
c	-	GZIP	-	6712	7,14	85,99%
d	-	-	GZIP	6816	7,03	85,77%
g	-	GZIP	GZIP	6810	7,04	85,79%

Taulukko 4.4: Valmisteluvaiheessa raakadataan sovelletut tiivistysmenetelmät ja niiden tulokset.

Tulokset ovat odotetun kaltaisia. Nähdään, että GZIP-menetelmällä tiivistettynä palveluopasdata tiivistyy noin seitsemäsosaan alkuperäisestä. Huomataan myös, että odotetusti jo tiivistetyn datan tiivistäminen uudelleen vain kasvattaa tiedostokokoa (g). Tiivistys on tehokkainta säiliötasolla (c), mikä selitetään myöhemmin tulosten yhteydessä.

Tutkittaessa Thomsonin kaappausten laajinta palveluopaskokonaisuutta saatiin taulukon 4.5 mukaiset kaikkien karusellien yhteenlasketut tiedostokoot (palveluopaskokonaisuus on kuvattu tarkemmin liitteessä 1).

Tiivistysmenetelmillä näyttäisi nyt olevan huomattavasti vähemmän vaikutusta kuin edellä suppeampaa palveluopasta tutkittaessa. Tämä selittyy pääosin sillä, että laajempi kahdesta palveluoppaasta sisältää *tiedostonlatauspalvelun* (filecast download), jossa välitetään lähes puolentoista megatavun äänitiedosto.

Vaikka tiedostonlatauspalvelu välitetään palveluoppaan osana, on se silti tulkittava pikemminkin tv- tai radiokanavaksi rinnastuvaksi omaksi palvelukseen eikä palveluoppaan osaksi. Lopullisessa kokeessa tiedostonlatauspalvelusta säilytettiin vain sitä kuvaavat metatiedot ja itse tiedostokaruselli poistettiin kokeen karuselleista.

Tiedostonlatauspalveluista yleensä voidaan huomioida, että vaikka ne ovatkin tiedostokooltaan suuria, ei niiden kuluttama tiedonsiirtokapasiteetti välttämättä ole suhteessa yhtä suuri. Yleensä tällaista karusellia signaloidaan pienemmällä bittinopeudella, jolloin tiedos-

tojen lataus kestää kauan. Se ei kuitenkaan haittaa kriittisempiä toimintoja kuten palveluoppaan käynnistymistä tai käyttöä.

Koe	Osiot	Säiliöt	Karusellit	Tiedostokoko	T-suhde	T-hyöty
a	-	-	-	2521813	1,00	0,00%
b	GZIP	-	-	2116024	1,19	16,09%
c	-	GZIP	-	1689278	1,49	33,01%
d	-	-	GZIP	1690237	1,49	32,98%
e	GZIP	GZIP	-	1982003	1,27	21,41%
f	GZIP		GZIP	1983021	1,27	21,37%
g	-	GZIP	GZIP	1691488	1,49	32,93%
h	GZIP	GZIP	GZIP	1984572	1,27	21,30%
i	BiM	-	-	2072216	1,22	17,83%
j	BiM	GZIP	-	1714600	1,47	32,01%
k	BiM	-	GZIP	1715569	1,47	31,97%
l	BiM	GZIP	GZIP	1717003	1,47	31,91%
m	BiM+ZLIB	-	-	1958911	1,29	22,32%
n	BiM+ZLIB	GZIP	-	1795090	1,40	28,82%
o	BiM+ZLIB	-	GZIP	1796105	1,40	28,78%
p	BiM+ZLIB	GZIP	GZIP	1797549	1,40	28,72%

Taulukko 4.5: Thomsonin palveluoppaille sovelletut tiivistysmenetelmät ja niiden tulokset.

4.5. Valittu koeaineisto

Kontrolloitua koetta varten Digitan palveluoppaiden puretusta raakadatatista muodostettiin kaksi koeaineistoa, jotka käsittävät yhteensä kolme palveluopasta. Aineistossa A1 palveluoppaana on Digitan DVB IPDC -palveluopas ilman raakamateriaalissa olleita OMA BCAST -määrittelykseen kuuluvia InteractivityData-osioita. Aineistossa A2 Thomsonin testi-kaappausten OMA BCAST -kaappauksen kaksi eri palveluopasta, ilman tiedostonlatauspalvelua.

Italian tuotannossa olevan verkon palveluopasta ei saatu purettua tiivistystä ja uudelleenpaketoitua varten. RDD:n testilaboratorion kaappaus taas oli liian suppea edustaakseen mitään tosielämän palveluopasta. Digitan OAI-palveluopas oli ominaisuuksiltaan ja

laajuudeltaan pitkälti samaa tasoa Thomsonin kaappauksen suppeamman palveluoppaan kanssa.

Kokeita suoritettaessa valittujen palveluoppaiden osioiden jako säiliöihin ja säiliöiden jako karuselleihin säilytettiin ennallaan, mutta osioihin, säiliöihin sekä karuselleihin kohdistettuja tiivistysmenetelmiä vaihdeltiin.

Aineisto A1 on kuvattu tarkemmin liitteessä 2 ja aineisto A2 liitteessä 3. Liitteissä säiliöiden koko on suurempi kuin niiden sisältämien osioiden yhteenlaskettu koko, sillä osioiden lisäksi säiliöiden alkuun kirjoitetaan tiedot kustakin osiosta sekä kunkin osion sijainti tiedoston sisällä. Tämän avulla vastaanotin pääsee käsiksi yksittäiseen osioon ilman, että koko säiliötä tarvitsee purkaa ja käydä läpi.

Tässä luvussa käsiteltiin tutkimuksen raakamateriaalia ja tutkimuksessa käytettyjä työkaluja. Luvussa käytiin myös läpi alustavia kokeita, joilla sekä materiaaliin että työkaluihin perehdyttiin, jotta virheiltä vältyttäisiin varsinaisia kokeita suoritettaessa. Luvussa myös kuvattiin, kuinka materiaalia ja toimintatapoja muutettiin varsinaista koetta varten. Seuraavaksi käydään läpi itse kokeiden tulokset.

5. Tulokset

Tässä luvussa käydään läpi kokeiden tulokset ja kiinnitetään huomiota joihinkin tuloksista esiin nouseviin erikoisuuksiin. Luvussa esitetään myös joitain ehdotuksia jatkotutkimukselle.

5.1. Yleistä

Taulukossa 5.1 on esitetty aineiston A1 yhdessä karusellissa välitettyyn suppeaan palveluoppaaseen kohdistetut tiivistysmenetelmät ja niiden tulokset. Taulukossa 5.2 puolestaan kuvataan aineiston A2 kaksi laajempaa palveluopasta käsittäneiden karusellien tiivistyminen samoilla asetuksilla. Tarkka kuvaus koeaineistosta löytyy liitteistä 2 ja 3.

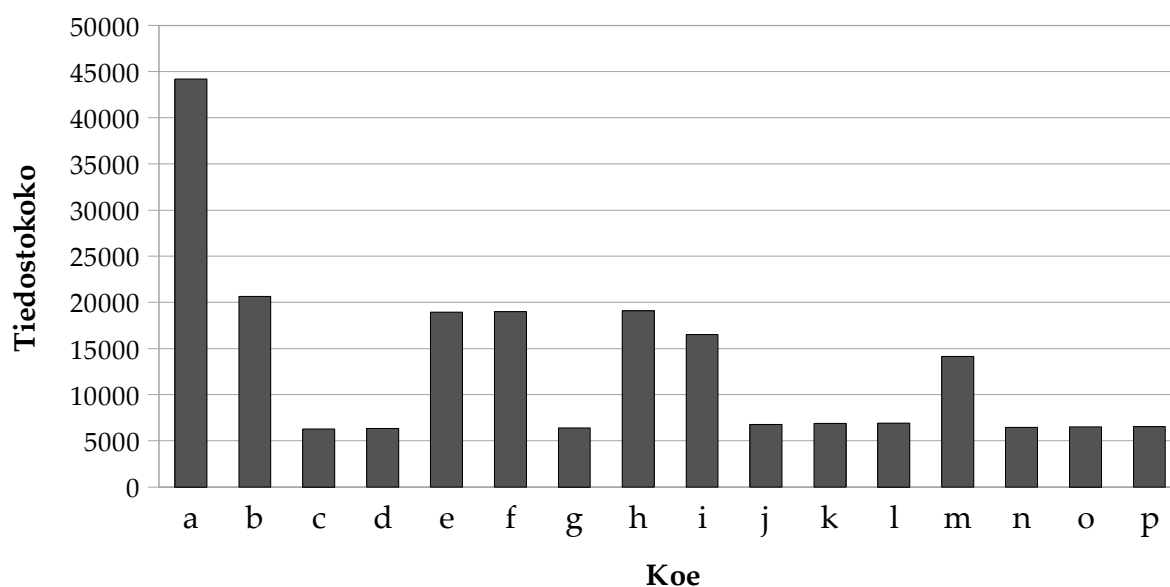
Taulukoiden tiedostokoot on laskettu karuselleille MAD-FLUTE-sovelluksen -G option avulla ja ilmoitettu tiedostokokoo on kokeen kaikkien karusellien yhteenlaskettu koko. Lisäksi taulukoissa ilmoitetaan kunkin kokeen avulla saatu tiivistyssuhde (T-suhde) sekä sama tieto tiivistyshyötynä (T-hyöty).

Kokeiden tuottamat tiedostokoot on esitetty myös graafisina kuvaajina kuvissa 5.1 ja 5.2. Näitä kuvaajia tulkittaessa matalin palkki merkitsee pienintä tiedostokokoa ja näin ollen parasta tiivistystulosta. Koe a kertoo täysin tiivistämättömän tuloksen, eli lähtökohdan muille kokeille.

Molemmilla aineistoilla tulokset jakautuvat karkeasti kolmeen luokkaan. Ensimmäisen luokan muodostaa täysin tiivistämätön karuselli yksin, se on selkeästi suurin. Keskiluokan muodostavat kaikki kokeet, joissa osiot on tiivistetty GZIP-menetelmällä, sekä kokeet, joissa BiM-tiivistystä on käytetty osiotasolla ilman muuta tiivistystä, yhteensä kuusi koetta. Kolmannen luokan muodostavat loput yhdeksän koetta eli ne, joissa on käytetty GZIP-tiivistystä muualla kuin osiotasolla.

Koe	Osiot	Säiliöt	Karuselli	Tiedostokoko	T-suhde	T-hyöty
a	-	-	-	44202	1,00	0,00%
b	GZIP	-	-	20641	2,14	53,30%
c	-	GZIP	-	6285	7,03	85,78%
d	-	-	GZIP	6349	6,96	85,64%
e	GZIP	GZIP	-	18948	2,33	57,13%
f	GZIP		GZIP	19010	2,33	56,99%
g	-	GZIP	GZIP	6412	6,89	85,49%
h	GZIP	GZIP	GZIP	19080	2,32	56,83%
i	BiM	-	-	16506	2,68	62,66%
j	BiM	GZIP	-	6784	6,52	84,65%
k	BiM	-	GZIP	6847	6,46	84,51%
l	BiM	GZIP	GZIP	6908	6,40	84,37%
m	BiM+ZLIB	-	-	14135	3,13	68,02%
n	BiM+ZLIB	GZIP	-	6446	6,86	85,42%
o	BiM+ZLIB	-	GZIP	6505	6,80	85,28%
p	BiM+ZLIB	GZIP	GZIP	6547	6,75	85,19%

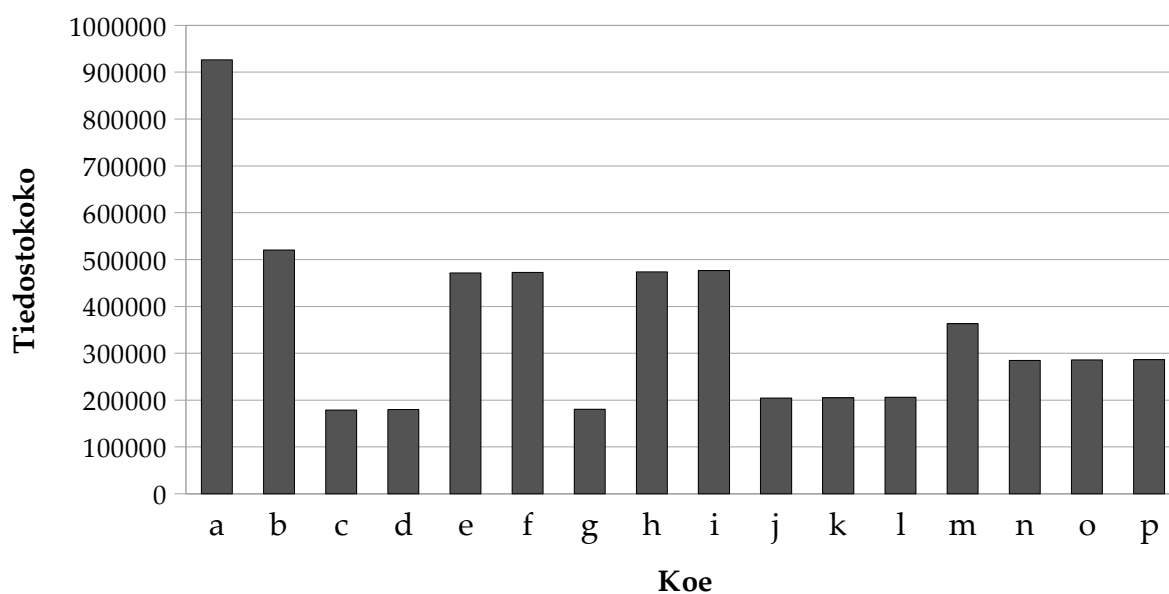
Taulukko 5.1: Aineistoon A1 sovelletut tiivistysmenetelmät ja niiden tulokset.



Kuva 5.1: Aineistoon A1 kohdistuneiden kokeiden tuottamat tiedostokoot.

Koe	Osiot	Säiliöt	Karusellit	Tiedostokoko	T-suhde	T-hyöty
a	-	-	-	926371	1,00	0,00%
b	GZIP	-	-	520281	1,78	43,84%
c	-	GZIP	-	178896	5,18	80,69%
d	-	-	GZIP	179797	5,15	80,59%
e	GZIP	GZIP	-	471630	1,96	49,09%
f	GZIP		GZIP	472556	1,96	48,99%
g	-	GZIP	GZIP	180612	5,13	80,50%
h	GZIP	GZIP	GZIP	473651	1,96	48,87%
i	BiM	-	-	476735	1,94	48,54%
j	BiM	GZIP	-	204196	4,54	77,96%
k	BiM	-	GZIP	205140	4,52	77,86%
l	BiM	GZIP	GZIP	206065	4,50	77,76%
m	BiM+ZLIB	-	-	363445	2,55	60,77%
n	BiM+ZLIB	GZIP	-	284723	3,25	69,26%
o	BiM+ZLIB	-	GZIP	285613	3,24	69,17%
p	BiM+ZLIB	GZIP	GZIP	286621	3,23	69,06%

Taulukko 5.2: Aineistoon A2 sovelletut tiivistysmenetelmät ja niiden tulokset.



Kuva 5.2: Aineistoon A2 kohdistuneiden kokeiden tuottamat tiedostokoot.

5.2. GZIP säiliö- ja karusellitasolla

Tuloksista nähdään, että paras kokonaistulos saadaan, kun käytetään GZIP-tiivistystä säiliöiden tiivistämiseen. GZIP-tiivistys karusellitasolla antaa vain hieman heikomman tuloksen ja näiden yhdistelmä nostaa edelleen tiedostokokoa hieman. Huomataan myös, että samat tulokset pätevät, vaikka data olisi tiivistetty osiomasalla jollakin kolmesta mahdollisesta tiivistysmenetelmästä (GZIP, BiM tai BiM yhdistettynä ZLIB-tiivistykseen). Erot säiliö- ja karusellitason tiivistyksen välillä eivät ole kovin suuria, mutta sitäkin säännöllisempiä.

Tiivistyssuhteen ero säiliö- ja karusellitason tiivistyksessä selittyy sillä, että kun tiedostot tiivistetään karusellitasolla, lisätään FLUTE-karusellin FDT-tauluun kuvaus tiedostojen tiivistysmenetelmästä. Tätä kuvataan esimerkissä 5.1. Yllä on esitetty ilman karusellitason tiivistystä lähetetyn tiedoston kuvaus, alla saman tiedoston kuvaus karusellitason GZIP-tiivistystä käytettäessä. Tiivistys siis lisää joka tiedoston kohdalle tiedon käytetystä tiivistysmenetelmästä ja tiedoston tiivistetystä koosta. Kun tiedostot tiivistetään säiliötasolla, ei vastaavaa lisäystä karusellin tiedostokokoon tule, sillä tieto merkitään vain kerran ESG Init -tiedostoon.

```
<File TOI="1"
  Content-Location="file:///Session1/100000014_t851980_3887.sgu"
  Content-Length="3887"/>

<File TOI="1"
  Content-Location="file:///Session1/100000014_t851980_3887.sgu"
  Content-Length="3887"
  Content-Encoding="gzip"
  Transfer-Length="846"/>
```

Esimerkki 5.1: Karusellitason tiivistyksen vaikutus FDT-Instance-tiedostoon.

Toinen selittävä tekijä on se, että tiivistettäessä dataa säiliötasolla tiivistetään vain ne säiliöt, joissa on varsinaista palveluopasdataa. MAD-FLUTE-ohjelma puolestaan tiivistää käytetyllä komennolla kaikki tiedostot, myös ne, jotka jo ovat varsin tiiviissä koossa, kuten kuvat ja karusellin binäärimuodossa olevat tiedostot, kuten ESG Init -viesti DVB IPDC-määrittelyn mukaisessa palveluoppaassa.

Se, että yhdistetty säiliö- ja karusellitason tiivistys antaa huonomman tuloksen kuin kumpikaan tiivistysmenetelmistä, on odotettua ja selitetty kohdassa 3.6. GZIP-algoritmillä jo tiivistetyn data kasvaa, kun sitä koetetaan tiivistää uudelleen.

5.3. Osiotason tiivistys

Odotetusti osiotasolla toteutettu GZIP-tiivistys ei pääse yhtä suuriin tiivistyssuhteisiin säiliö- ja karusellitason tiivistysten kanssa. Tämä johtuu siitä, yhteneviä merkkijonoja löytyy pienestä tekstimassasta vähemmän ja on tuloksena yhtenevä aiemmin sekä kuvassa 4.1 että taulukoissa 4.4 ja 4.5 esitettyjen tulosten kanssa.

Myös osiotasolla tehty BiM-tiivistys heikentää säiliö- ja karusellitasoilla myöhemmin tehtävää tiivistystä (esimerkiksi kokeet j ja n antavat huonomman tuloksen kuin koe c). Tämä on sikäli yllättävää, että BiM-algoritmin pitäisi tiivistää skeeman mukaisesti kaikki XML-elementit samalla tavalla ja jättää merkkijonoelementit kokonaan tiivistämättä.

Yksi selitys sille, että myös BiM-tiivistys haittaa GZIP-tiivistyksen toimintaa, on se, että BiM-algoritmi tiivistää ja paketoi datan bittitasolla. Tiivistetystä datasta ei siis enää löydy samassa suhteessa yhteneviä tavutasolla esiintyviä merkkijonoja, joita GZIP-algoritmi etsii. BiM tavallaan hajauttaa yhtenevät merkkijonot pahimmillaan kahdeksaan osaan.

Yllä todettua havainnollistetaan esimerkissä 5.2. Merkkijonon "sana" muodostavat tavut rikkoutuvat, kun bittivirrassa ennen ensimmäistä merkkiä kirjoitetaan bitti 1. Tuloksena muodostuu merkkijono "1°·0". Jos siis merkkijono "sana" esiintyy dokumentissa lähekkäin kaksi kertaa, mutta esiintymien välillä on elementti, jonka BiM-algoritmi koodaa yhdeksi bitiksi, ei tavutasolla toimiva lukija ei enää tunnista merkkijonoja samoiksi.

s	a	n	a	
01110011	01100001	01101110	01100001	
1	°	·	0	
10111001	10110000	10110111	00110000	1

Esimerkki 5.2: Tavurajojen rikkoutuminen bittivirrassa.

Tällä tavurajojen rikkoutumisella saattaa olla suuri merkitys käsiteltäessä palveluopas-datan kaltaista tekstiä, jossa muuten esiintyy runsaasti toistuvia merkkijonoja.

Tässä voisikin olla aihetta jatkotutkimukselle. Sopeutettu BiM-algoritmi, joka paketoit tiivistämättömät merkkijonot tavurajat säilyttäen, voisi pärjätä tiivistyksessä paremmin säiliö- tai karusellitason GZIP-tiivistykseen yhdistettynä. Toisaalta hyvä tulos voitaisiin saada myös bittivirtojen tiivistämiseen sopeutetulla GZIP-algoritmilla (tai jollain muulla

sanakirjamenetelmällä), jossa siis liukuva ikkuna ymmärtäisi etsiä merkkejä myös tavu-
rajat ylittäen.

5.4. Tiivistyksen riippuvuus datan tyypistä

Tuloksissa yllättävä yksityiskohta on se, että aineistoon A1 kohdistuneissa kokeissa BiM-
tiivistykseen yhdistetty ZLIB-tiivistys näyttäisi auttavan GZIP-tiivistystä säiliö- ja karusel-
litasoilla. Muistetaan, että sekä ZLIB että GZIP käyttävät tiivistykseen samaa DEFLATE-al-
goritmia, joten uuden tiivistyksen pitäisi pikemminkin kasvattaa tiedostokokoa. Huoma-
taan edelleen, että aineiston A2 kohdalla tilanne on täsmälleen päinvastainen, ZLIB-algo-
ritmin käyttö kasvattaa kokeiden n, o ja p tuloksia huomattavasti verrattuna kokeisiin j, k
ja l.

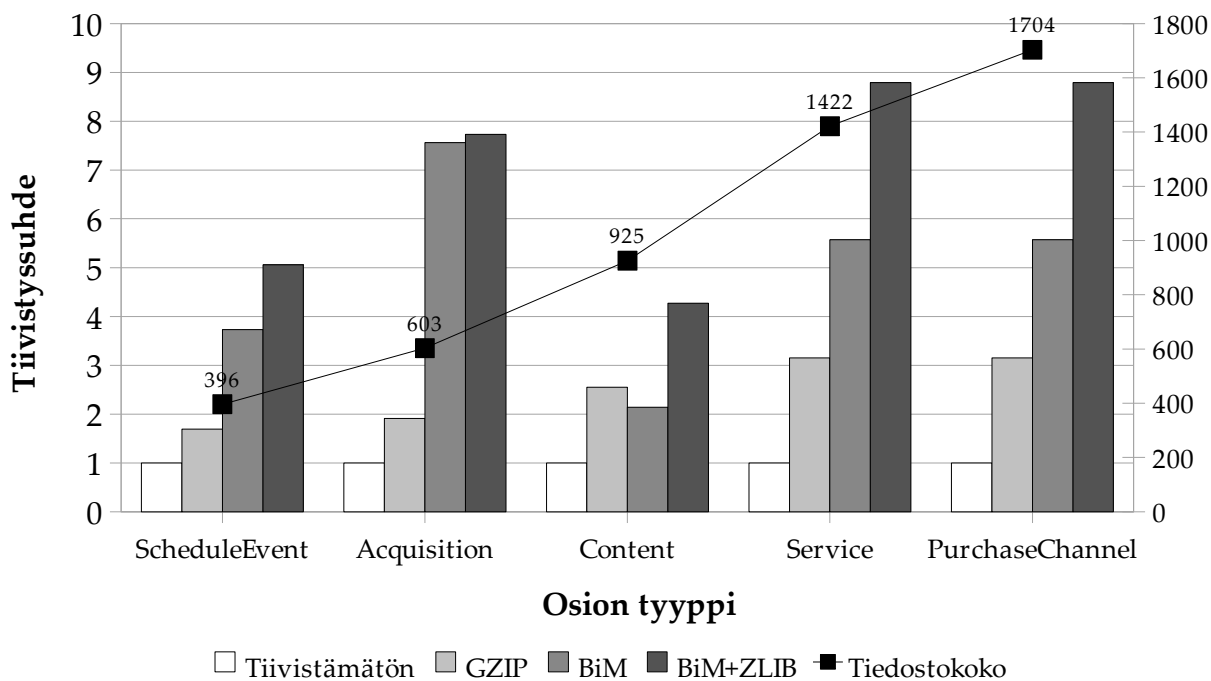
Tämä erikoisuus selittyy sillä, että aineiston A1 varsin suppeassa palveluopasdatassa SDP-
tiedot muodostavat suuren osan kokonaisuudesta (6583 tavua 44202:sta eli lähes 15%).
BiM-menetelmä tiivistää ZLIB-algoritmeilla ainoastaan XML-dokumenttien sisään upotetut
SDP-tiedot, mutta ei erikseen signaloituja SDP-osioita. Säiliö- ja karusellitasolla tehtävä
tiivistys siis tiivistää nämä SDP-tiedot tehokkaasti, jolloin saavutettava hyöty on suurempi,
vaikka ZLIB-tiivistetyt osiot hieman kasvavatkin. Aineistossa A2 näiden SDP-tietojen
osuus on hyvin pieni (7120 tavua 926371:stä), joten samaa ilmiötä ei ole havaittavissa.
Myös aineisto A2 sisältää runsaasti dataa, jota BiM ei tiivistä laisinkaan, mutta tuo data
(esimerkiksi kuvat) on jo valmiiksi hyvin tiiviissä muodossa. ZLIB-tiivistys siis molem-
milla aineistoilla aiheuttaa tiedostokoon kasvun BiM-tiivistettyyn dataan, mutta aineiston
A1 kohdalla tämä kasvu ei suoraan erotu tuloksista.

Voidaan vielä tarkastella, kuinka eri tyyppiset osiot tiivistyvät eri tiivistysmenetelmillä.
Voidaan olettaa, että XML-dokumentin rakenteeseen keskittyvän BiM-menetelmän tehok-
kuus riippuu siitä, mikä on tarkasti kuvatun XML-rakenteen ja väljemmin määritellyn
datan suhde.

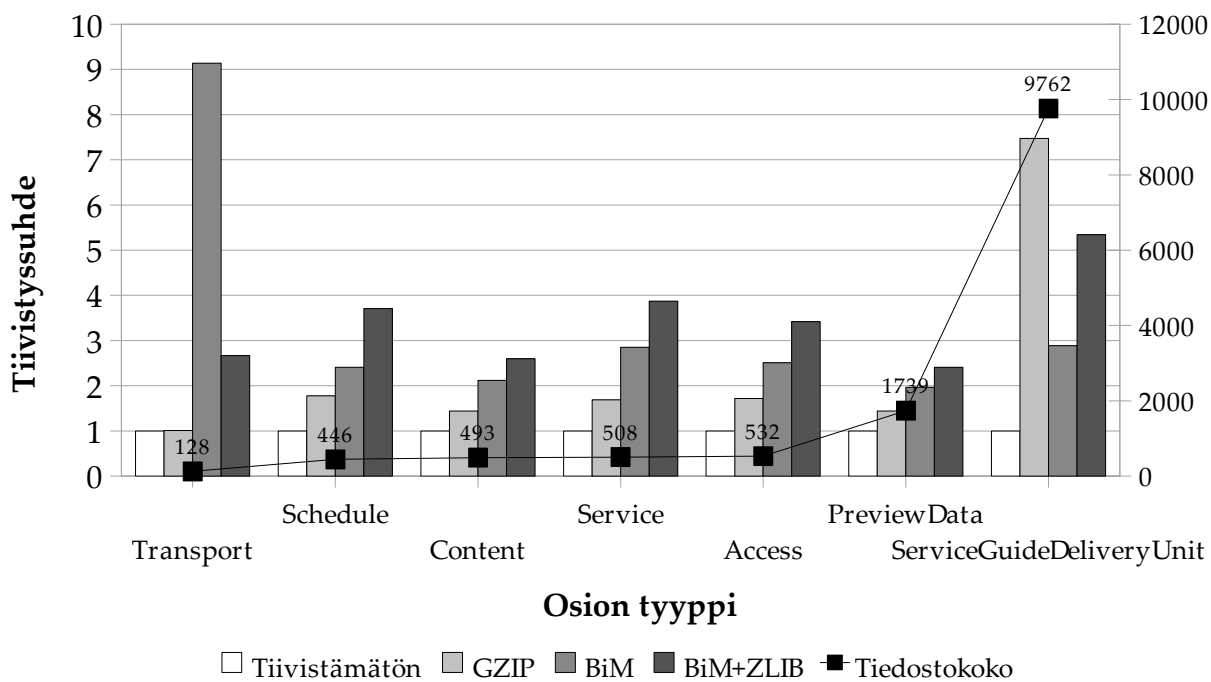
Kuvissa 5.3 ja 5.4 on esitetty osioiden tiivistyminen osion tyyppin mukaan. Kullekin osion
tyypille on esitetty saavutettavan tiivistyssuhteen keskiarvo jokaisella tiivistysmenetel-
mällä. Lisäksi kuvissa on esitetty osioiden keskimääräinen koko tavuina.

Molemmista kuvista nähdään, että Content-osiot tiivistyvät BiM-menetelmällä muita
heikommin. Tämä havainto tukee edellä esitettyä olettamusta, sillä ohjelmatiedoissa on
runsaasti vapaana tekstinä ilmaistua kuvailutietoa. Aineistossa A2 myös PreviewData-
osioiden tiivistyssuhde on alhainen, sillä ne sisältävät XML-dataan upotettuja kuvia.

Kuvista nähdään myös, kuinka GZIP-tiivistyksellä saatava tiivistyssuhde paranee tiedostokoon kasvaessa. BiM-tiivistykseen tiedostokoolla ei näyttäisi olevan vaikutusta. Kun BiM-tiivistykseen yhdistetään ZLIB-tiivistys, paranee tulos jälleen tiedostokoon kasvaessa.



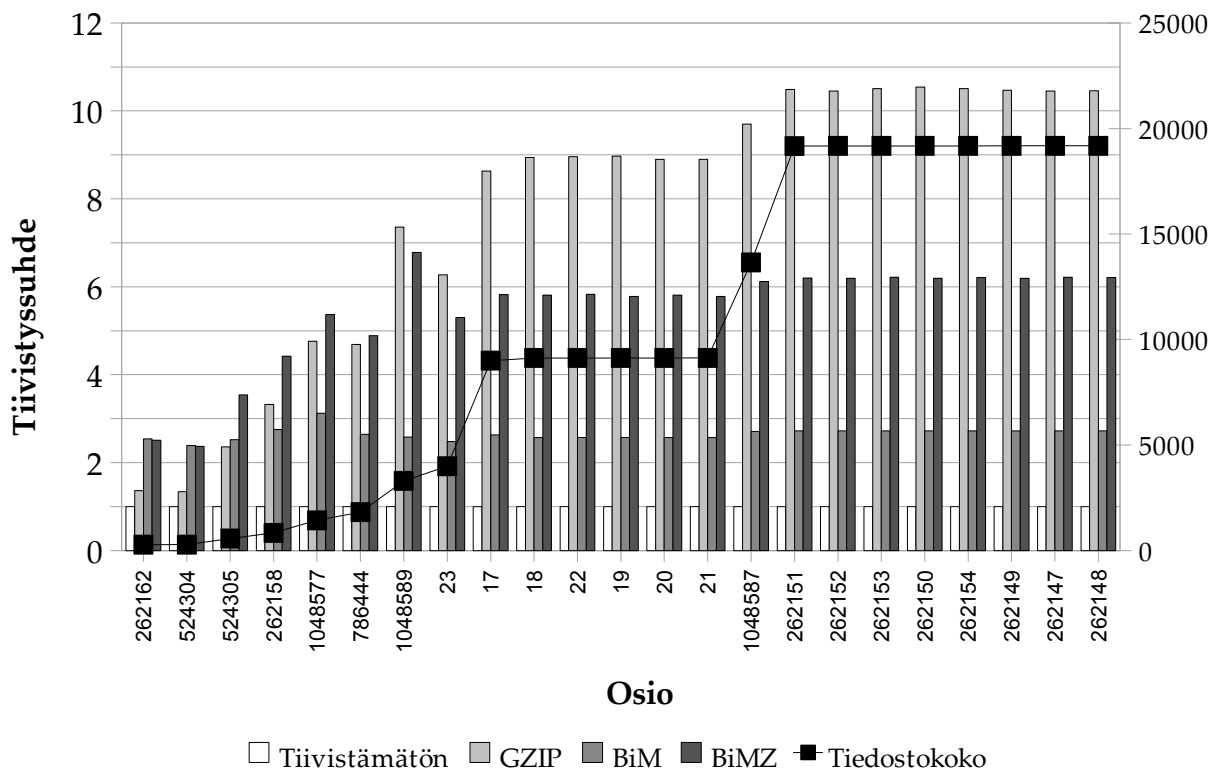
Kuva 5.3: Aineiston A1 osioiden tiivistyminen tyypin mukaan.



Kuva 5.4: Aineiston A2 osioiden tiivistyminen tyypin mukaan.

Aineiston A2 osioiden ääripäistä löytyy kaksi huomiota herättävää ilmiötä. Hyvin pienet Transport-osioiden tiivistyvät BiM-menetelmällä tehokkaasti (140 ja 116 tavusta 14 tavuun). Näitä osioita on kuitenkin koko aineistossa vain kaksi, eikä pienimpien osioiden tehokkaallakaan tiivistyksellä saada käytännössä näkyvää hyötyä. Suurimmissa ServiceGuideDeliveryUnit-osioiden GZIP-tiivistys on BiM-tiivistystä tehokkaampi. Kuten jo aiemmin todettiin, GZIP-menetelmän tehokkuus lisääntyy huomattavasti tiedostokoon kasvaessa. Tässä OMA BCAST -palveluoppaan jako osioihin on hieman keinotekoinen. Käytännössä ServiceGuideDeliveryUnit- ja Transport-osioiden signaloidaan osana ServiceGuideDeliveryDescriptor-elementtiä, jota ei jaeta osioihin. Tässä jako kuitenkin havainnollistaa XML-dokumentin osien koon vaikutusta eri tiivistysmenetelmiin.

Tiedostokoon vaikutus tiivistysmenetelmiin näkyy selvästi, kun ServiceGuideDeliveryUnit-osioiden tiivistyssuhteita tarkastellaan tarkemmin (kuva 5.5). Pienimmän osion (274 tavun kokoinen osio 262162) tiivistyssuhde GZIP-menetelmällä on 1,36 ja suurimman (19181 tavun osio 262148) tiivistyssuhde 10,45. Pieniä poikkeuksia lukuun ottamatta niin GZIP-tiivistys kuin BiM-menetelmä ZLIB-tiivistyksen kanssa ovat tehokkaampia kookkaammilla tiedostoilla. Pelkällä BiM-tiivistykselläkin koon vaikutus on nähtävissä, mutta se on paljon pienempi, pienimmän osion tiivistyssuhteesta 2,54 suurimman tiivistyssuhteeseen 2,72).



Kuva 5.5: Aineiston A2 ServiceGuideDeliveryUnit-osioiden tiivistyminen.

Sama ilmiö on havaittavissa muillakin osioilla, mutta selkeimmin se tulee esiin juuri ServiceGuideDeliveryUnit-osioilla, joissa osioiden koon vaihtelu on suurta.

5.5. BiM sovellettuna koko palveluoppaan dataan

Palveluopasmäärittelyissä siis BiM-menetelmää voidaan käyttää ainoastaan osiotason tiivistykseen ja ainoastaan DVB IPDC -määrittelyn mukaisissa palveluoppaissa. Toisaalta huomataan, että kun dataa tiivistetään ainoastaan osiotasolla, saadaan BiM-algoritilla parempi tulos kuin GZIP-tiivistyksellä. BiM antaa siis paremman tuloksen, kun tiivistettävänä on hyvin pieni XML-data.

Vaikka DVB IPDC -määrittelyssä BiM-algoritmin tuki määritelläänkin vain osioiden tiivistämiseen, voidaan tehdä koe, jossa koko palveluopas tiivistetään BiM-menetelmällä. Kun aineiston A1 palveluopas kootaan yhdeksi XML-dokumentiksi, saadaan tiedosto, jonka koko on 42855 tavua. Tämä kokonainen tiedosto tiivistyy GZIP-menetelmällä kokoon 3342 tavua ja BiM-menetelmällä kokoon 6706 tavua. Tiivistyssuhteet ovat siis GZIP-menetelmälle 12,82 ja BiM:lle 6,39.

Kokonaista palveluopasta tiivistettäessä merkittävä tulos saadaan, kun BiM-tiivistykseen yhdistetään ZLIB-tiivistys. Tällöin koko Aineiston A1 palveluoppaan sisältävä yksi XML-dokumentti tiivistyy kokoon 1764 tavua. Tiivistyssuhteeksi saadaan peräti 24,29, lähes kaksi kertaa GZIP-menetelmää parempi.

Tehdään tarkastelu vielä aineiston A2 kokonaiselle palveluoppaalle, jonka koko tiivistämättömänä on 759285 tavua. Säiliötason GZIP-tiivistyksellä tiivistetyn datan kooksi saadaan 93847 tavua (tiivistyssuhde 8,09), BiM-menetelmällä 389254 tavua (tiivistyssuhde 1,95) ja BiM-menetelmällä yhdessä ZLIB-tiivistyksen kanssa 110631 tavua (tiivistyssuhde 6,86).

Tulokset siis poikkeavat: suuremmalla palveluoppaalla GZIP-menetelmä onkin tehokkaampi kuin BiM yhdistettynä ZLIB-algoritmiin. Tämä selittyy lähinnä edellisen kohdan huomioilla eri osioiden tiivistyvyydestä. Aineiston A2-palveluopas sisältää runsaasti ohjelmakuvauksia sekä SDP-tietoja, XML-dokumenttiin upotettuja kuvia ja muita elementtejä, joita ei voida tehokkaasti tiivistää skeeman perusteella. Aineiston A1 data on paljon rakenteisempaa. Dataa, jonka arvoja skeema ei tarkemmin määrittele, on vain osioiden tunnistissa ja palveluntarjoajien, kanavien ja ohjelmien nimissä sekä ohjelmien kuvauksissa.

Yksi selittävä tekijä on myös datan toisteisuus. Aineiston A1 palveluopastiedoissa palveluiden ja palveluntarjoajien nimet on kuvattu neljällä kielellä (suomi, ruotsi, englanti ja saksa), mutta joka kielellä nimi on sama. Ohjelmakuvaukset on lähetetty suomeksi ja ruotsiksi, mutta suurimmassa osassa ruotsinkielisiä kuvauksia teksti onkin sama kuin suomenkielinen kuvaus. Tällainen data luonnollisesti tiivistyy tehokkaasti sekä GZIP- että ZLIB-menetelmällä.

Kokeilla ei siis saada lopullista eroa kysymykseen tiivistysmenetelmien eroista palveluopasdataa tiivistettäessä. Näyttäisi kuitenkin siltä, että mahdollisimman rakenteista ja puhtaasti XML-pohjaista dataa tiivistettäessä BiM-menetelmä etenkin ZLIB-algoritmiin yhdistettynä tiivistää tehokkaammin pieniä osioita ja dokumentteja. Tiedostokoon kasvaessa tai tiedostojen poiketessa puhtaasta XML-kuvauksesta GZIP-menetelmällä saadaan paremmat tulokset.

Aineiston A1 koko palveluoppaaseen kohdistetun kokeen tulos vahvistaa entisestään näkemystä siitä, että BiM- ja GZIP-algoritmien yhdessä toimimisen tehostamista olisi syytä parantaa palveluopasmäärittysten tiivistysmenetelmissä. Toinen mahdollisuus olisi käyttää BiM-tiivistystä myös säiliöiden tiivistämiseen, luonnollisesti ZLIB-algoritmiin yhdistettynä.

5.6. Tulosten merkittävyys

Tulosten valossa ylipäänsä on syytä pohtia sitä, kuinka osiot kannattaa järjestellä säiliöihin. On selvää, että paras tiivistyshyöty saadaan, kun säiliöön pakataan mahdollisimman paljon ja mahdollisimman samankaltaista tietoa. Toisaalta osioiden järjestelyllä säiliöihin on suuri merkitys myös palveluoppaan päivitysten toimivuudelle.

Päivitysten kannalta harvemmin muuttuvat tiedot, kuten saatavilla olevat tv-kanavat, kannattaa signaloida eri karusellissa kuin jatkuvasti päivittyvät tiedot, kuten kanavien ohjelmatiedot ja vuorovaikutteiset osiot. Tärkeimmät tiedot, jotka tarvitaan palveluoppaan käytön aloittamiseen tulisi lähettää suuremmalla tiedonsiirtokapasiteetilla kuin vähemmän olennaiset. Tällä nopeutetaan niiden vastaanotinten käynnistymistä, joilla ei ole ajantasaista palveluopasta muistissaan.

Lopuksi voidaan kysyä, mikä on merkittävä säästö palveluopasdatan tiivistyksessä. Vastausta voidaan hakea vastaamalla kysymyksiin kuinka paljon enemmän palvelutietoa voidaan välittää tai kuinka paljon nopeammin data saadaan välitettyä samalla tiedonsiir-

tokapasiteetilla tai kuinka paljon tiedonsiirtokapasiteettia voidaan säästää muille palveluille.

Mikäli operaattori joutuu maksamaan tiedonsiirtokapasiteetista tietyn hinnan, voidaan tuota hintaa käyttää tiivistyksen arvon määrittämisessä. Yleispäteviä vastauksia ei kuitenkaan voida antaa. Käytettävissä olevan tiedonsiirtokapasiteetin voi hyödyntää monin eri tavoin. Yksi operaattori voi välittää samalla kapasiteetilla paljon enemmän sisältöä pidemmillä toistoajoilla kuin toinen, pienempään sisältömäärään tyytyvä. Jollekin operaattorille esimerkiksi palveluoppaan mukana välitettävät kuvat saattavat olla tärkeitä, jolloin voidaan huomata vain yhden kuvan lisäämisen vievän sen hyödyn, mitä tiivistysmenetelmän hiomisella voidaan teoreettisestikaan saavuttaa. Toisaalta tämänkin tutkimuksen tuloksista nähdään, että tiedon tiivistäminen ylipäänsä kyllä kannattaa. XML-dokumentit tiivistyvät tehokkaasti sekä BiM- että GZIP-menetelmällä.

6. Yhteenveto

Tutkimuksessa pyrittiin tarkastelemaan, pärjääkö XML-dokumenttien kielioppiin perustuva BiM-tiivistysmenetelmä yleiskäyttöiselle GZIP-menetelmälle kokeessa, jossa tiivistyksen kohteena oli mobiilitelevisioiden palveluoppaan XML-muotoinen data.

Koetulokset osoittavat, että BiM-menetelmä yhdistettynä vapaiden merkkijonojen ZLIB-tiivistykseen tiivistää palveluoppaiden XML-dataa tehokkaammin kuin GZIP-menetelmä silloin, kun tiivistys kohdistetaan palveluoppaan osioihin, pieniin XML-dokumentteihin tai dataan, jossa XML-rakenteen suhde muuhun dataan on suuri. GZIP-menetelmä on tehokkaampi silloin, kun tiivistettävänä ovat suuremmat osiot ja dokumentit sekä silloin, kun XML-rakenteen osuus tiivistettävästä datasta on pieni.

Nykyisissä palveluopasmäärityksissä BiM-menetelmän käyttö rajataan vain palveluoppaan osioiden tiivistämiseen. Käytännössä parempi tulos saadaan, kun osioita ei tiivistetä, vaan osioita sisältävät säiliöt tiivistetään GZIP-menetelmällä.

Etenkin kun otetaan huomioon GZIP-menetelmän laaja käyttö ja korkealuokkaisten toteutusten saatavuus, ei vaikuta siltä, että BiM-menetelmä toisi merkittävää etua mobiilitelevisioiden palveluopasdatan tiivistämiseen nimenomaan osioiden tiivistämisen tasolla. BiM-menetelmän käyttöä voidaan kuitenkin edelleen perustella sen vastaanotinten muistinkäsittelyyn tuomilla eduilla. Niitä ei tässä tutkimuksessa tutkittu, kuten ei myöskään virheenkorjaukseen liittyviä tekijöitä eikä tiivistämiseen tai tiivistyksen purkamiseen kuluvaan aikaan.

Huomattakoon, että tutkimuksessa käytettiin eri ympäristöön tarkoitettua BiM-toteutuksesta itse mukautettua ohjelmaa, kun taas GZIP-käyttöön oli käytössä valmiit, kattavasti testatut toteutukset. BiM-toteutuksen määrityksenmukaisuutta ei päästy täysin varmistamaan. Toisaalta toteutuksen vertailu Italiassa kaupallisessa käytössä olevaan toteutukseen osoitti, että tiivistystulokset ovat samassa kokoluokassa. Tutkimus olisi kuitenkin hyvä toistaa käyttäen BiM-toteutusta, jonka määrityksenmukaisuus olisi varmistettu.

Eräs esitetty jatkotutkimuksen aihe on BiM-algoritmin mukautus sellaiseksi, että se paketoisi tiivistämättömät merkkijonot tavurajat säilyttäen, jolloin nuo merkkijonot saattaisivat olla paremmin tiivistettävissä säiliö- tai karusellitason GZIP-tiivistyksellä. Vastaavasti voitaisiin selvittää, kuinka BiM-tiivistetyn palveluopasdatan kanssa toimisi GZIP-algoritmin versio (tai joku muu sanakirjamenetelmä), joka osaisi etsiä toistuvia merkkijonoja BiM-algoritmin sekoittamista tavurajoista huolimatta.

Viiteluettelo

- [ALC] RFC 3450 *Asynchronous Layered Coding (ALC) Protocol Instantiation*. IETF, Dec. 2002.
- [ASN.1] X.680-X.683 *Abstract Syntax Notation One (ASN.1)*. ITU, July 2002.
- [Augeri et al., 2007] Christopher J. Augeri, Barry E. Mullins, Leemon C. Baird, Dursun A. Bulutoglu, and Rusty O. Baldwin, An analysis of XML binary formats and compression. In: *Workshop on Experimental Computer Science (CD ROM)*, 6-6, June 2007. Available as <http://www.cs.huji.ac.il/~feit/exp/expcs07/papers/150.pdf> (22.4.2008).
- [Bayardo et al., 2004] Roberto J. Bayardo, Daniel Gruhl, Vanja Josifovski, and Jussi Myllymaki, An evaluation of binary XML encoding optimizations for fast stream based XML processing. In: *Proceedings of the 13th International Conference on World Wide Web*, 345 - 354, May 2004.
- [Berjon et al., 2007] Robin Berjon, Carine Bournez, and Liam Quin, *XML Binary Characterization Working Group*. <http://www.w3.org/XML/Binary/> (28.03.2008).
- [Berjon, 2004] Robin Berjon, Binary XML with BiM. In: *XML for Binary Interchange: Addressing Machine-to-Machine Interoperability & Tactical and Mobile Computing*. September 2004. Available as http://www.mitre.org/news/events/xml4bin/pdf/thienot_binary.pdf (22.4.2008).
- [Chen et al., 2004] Yi Chen, George A. Mihaila, Susan B. Davidson, and Sriram Padmanabhan, EXPedite: a system for encoded XML processing. In: *Conference on Information and Knowledge Management*, 108 - 117, November 2004.
- [Clark, 2003] Kendall Grant Clark, *Binary XML, Again*. <http://www.xml.com/pub/a/2003/08/13/deviant.html> (28.03.2008).
- [Cokus and Bournez, 2008] Michael Cokus and Carine Bournez, *Efficient XML Interchange Working Group*. <http://www.w3.org/XML/EXI/> (28.03.2008).
- [DEFLATE] RFC 1951 *DEFLATE Compressed Data Format Specification version 1.3*. IETF, May 1996.

- [DVB IPDC] ETSI TS 102 471 V1.2.1 *Digital Video Broadcasting (DVB); IP Datacast over DVB-H: Electronic Service Guide (ESG)*. ETSI, November 2006.
- [DVB IPDC ESG IG] ETSI TS 102 592 V1.1.1 *Digital Video Broadcasting (DVB); IPDC over DVB-H: Electronic Service Guide (ESG) Implementation Guidelines*. ETSI, Oct. 2007.
- [DVB-H] ETSI EN 302 304 V1.1.1 *Digital Video Broadcasting (DVB); Transmission System for Handheld Terminals (DVB-H)*. ETSI, Nov. 2004.
- [DVB-H.org, 2008] DVB Project Office, *DVB-H Global Mobile TV: Services, Trials & Pilots*. <http://www.dvb-h.org/services.htm> (14.4.2008).
- [dvhSAM] Decontis GmbH, *dvhSAM - Solutions for DVB-H Analysis, DVB-H Monitoring, DVB-H Measurement, DVB-H Streaming, DVB-H Testing, DVB-H Recording, DVB-H Player*. <http://www.decontis.com/> (15.4.2008).
- [Ericsson, 2007] Morgan Ericsson, The effects of XML compression on SOAP performance. In: *Proceedings of the 16th International Conference on World Wide Web*, 279 - 307, May 2007.
- [FLUTE] RFC 3926 *FLUTE - File Delivery over Unidirectional Transport*. IETF, October 2004.
- [Girardot and Sundaresan, 2000] Marc Girardot and Neel Sundaresan, Millau: an encoding format for efficient representation and exchange of XML over the Web. *Computer Networks* **33**, 1-6 (June, 2000), 747 - 765.
- [GZIP] RFC 1952 *GZIP file format specification version 4.3*. IETF, May 1996.
- [Hanslo and MacGregor, 2004] Wayne Hanslo and Kenneth MacGregor, The efficiency of XML as an intermediate data representation for wireless middleware communication. In: *Proceedings of SAICSIT 2004*, 279 - 283, October 2004.
- [Heuer et al., 2003] Jörg Heuer, Cedric Thienot, and Michael Wollborn, Binary format. In: *Introduction to MPEG-7*. Wiley, 2003.
- [Huffman, 1952] David A. Huffman, A method for the construction of minimum redundancy codes. *Proceedings of the Institute of Radio Engineers (IRE)* **40**, 9 (September, 1952), 1098 - 1101.

- [Leventhal, 2004] Michael Leventhal, Is now the time for binary XML? Report on current W3C activity. In: *XML for Binary Interchange: Addressing Machine-to-Machine Interoperability & Tactical and Mobile Computing*. September 2004. Available as <http://www.idealliance.org/proceedings/xml04/papers/300/BinaryXML.xml> (22.4.2008).
- [Liefke and Suciu, 2000] Hartmut Liefke and Dan Suciu, XMill: an efficient compressor for XML data. In: *ACM SIGMOD International Conference on Management of Data*, 153 - 164, June 2000.
- [MAD-FLUTE] Tampereen teknillinen yliopisto, *MAD Project's Home Page*. <http://mad.cs.tut.fi/> (15.4.2008).
- [Min et al., 2006] Jun-Ki Min, Myung-Jae Park, and Chin-Wan Chung, A compressor for effective archiving, retrieval, and updating of XML documents. *ACM Transactions on Internet Technology* **6**, 3 (August, 2006), 223–258.
- [MPEG-7] ISO/IEC FDIS 15938-1:2001 N4285 *Information Technology – Multimedia Content Description Interface – Part 1: Systems*. ISO, July 2001.
- [Natchetoi et al., 2007] Yuri Natchetoi, Huaigu Wu, Gilbert Babin, and Serhan Dagtas, EXEM: Efficient XML data exchange management for mobile applications. *Information Systems Frontiers* **9**, 4 (June, 2007), 439–448.
- [Negroponte, 1996] Nicholas Negroponte, *Being Digital*. Random House, 1996.
- [OAI] Nokia *Mobile Broadcast Open Air Interface 1.0 Service Guide*. Nokia, August 2005.
- [OMA BCAST] OMA-TS-BCAST_ServiceGuide-V1_0-20070529-C *Service Guide for Mobile Broadcast Services*. OMA, May 2007.
- [Park et al., 2005] Chang-Sup Park, Chung Soo Kim, and Yon Dohn Chung, Efficient stream organization for wireless broadcasting of XML data. In: *Advances in Computer Science – ASIAN 2005*, 223-235, December 2005.
- [Rinnetmäki, 2004] Mikael Rinnetmäki, *Digi-tv:n palveluntekijän opas*. Liikenne- ja viestintäministeriö, 2004.
- [SDP] RFC 2327 *SDP: Session Description Protocol*. IETF, April 1998.

- [Shannon and Weaver, 1963] Claude E. Shannon and Warren Weaver, *Mathematical Theory of Communication*. The University of Illinois Press, 1963.
- [Storer, 1988] James A. Storer, *Data Compression*. Computer Science Press, 1988.
- [Thomson, 2008] Thomson, *Thomson's DVB-H / DVB-IPDC / OMA BCAST streams site*. <http://www.openmux.com/dvbh/index.html> (16.4.2008).
- [TV-Anytime] ETSI TS 102 323 V1.2.1 *Digital Video Broadcasting (DVB); Carriage and signalling of TV-Anytime information in DVB transport streams*. ETSI, Nov. 2005.
- [Wikipedia, 2008] Wikipedia, *Huffman coding*. http://en.wikipedia.org/wiki/Huffman_coding (22.4.2008).
- [WML] WAP-238-WML-20010911-a *Wireless Markup Language Version 2.0*. WAP Forum, September 2001.
- [XML] REC-xml-20060816 *Extensible Markup Language (XML) 1.0 (Fourth Edition)*. W3C, Sept. 2006.
- [XML Schema, 2004a] REC-xmlschema-0-20041028 *XML Schema Part 0: Primer Second Edition*. W3C, Oct. 2004.
- [XML Schema, 2004b] REC-xmlschema-1-20041028 *XML Schema Part 1: Structures Second Edition*. W3C, Oct. 2004.
- [Ziv and Lempel, 1977] Jacob Ziv and Abraham Lempel, A universal algorithm for sequential data compression. *IEEE Transactions on Information Theory* **IT-23**, 3 (May, 1977), 337-343.
- [ZLIB] RFC 1950 *ZLIB Compressed Data Format Specification version 3.3*. IETF, May 1996.

Liite 1. Thomsonin testiaineiston palveluoppaat

Tässä liitteessä listataan tutkimuksen raakamateriaaliin kuuluneen Thomsonin OMA BCAST -testiaineiston palveluoppaiden sisältämien karusellien ja niiden säiliöiden tiedostokoot. Säiliöistä listataan sekä tiivistämätön että GZIP-tiivistetty koko. Mikäli koot ovat samat, lähetettiin kyseinen karuselli ilman tiivistystä.

Karuselli bcast_bootstrap	Tiivistämätön	Tiivistetty
ESGProviderDiscovery.xml	603	603
OMABCastAccessDescriptor.bin	36	36
Karuselli ProviderID1/gzip	Tiivistämätön	Tiivistetty
17.sgdu	25989	3339
18.sgdu	25575	3453
19.sgdu	25974	3683
20.sgdu	25658	3609
21.sgdu	25804	3665
22.sgdu	25257	3377
23.sgdu	24276	9996
24.sgdd	58942	5749
Karuselli ProviderID1/logo	Tiivistämätön	Tiivistetty
1.jpg	1751	1751
2.jpg	2159	2159
3.jpg	1795	1795
4.jpg	1665	1665
5.jpg	1945	1945
Karuselli ProviderID2/Announcement	Tiivistämätön	Tiivistetty
1310735.sgdd	175949	15233
Karuselli ProviderID2/download	Tiivistämätön	Tiivistetty
compagnie.mp3	1517568	1517568
thomson_logo.jpg	25068	25068
Karuselli ProviderID2/imd	Tiivistämätön	Tiivistetty
g1_1.imd	544	544

Karuselli ProviderID2/logos	Tiivistämätön	Tiivistetty
1_1.jpg	1286	1286
1_2.jpg	1344	1344
1_3.jpg	1357	1357
1_4.jpg	1384	1384
1_5.jpg	1358	1358
2_1.jpg	1359	1359
2_2.jpg	1389	1389
2_3.jpg	1382	1382
3_2.jpg	1306	1306
3_3.jpg	1306	1306
popcorn.gif	8115	8115
thomson.gif	2086	2086
Karuselli ProviderID2/Session 1	Tiivistämätön	Tiivistetty
262147.sgdu	45681	6633
262148.sgdu	44728	6028
262149.sgdu	44321	6153
262150.sgdu	44427	6173
262151.sgdu	44472	6091
262152.sgdu	44306	6019
262153.sgdu	44595	6114
262154.sgdu	44556	6026
262158.sgdu	2812	755
262162.sgdu	458	256
524304.sgdu	447	244
524305.sgdu	1389	386
786444.sgdu	5540	1117
1048577.sgdu	4431	883
1048587.sgdu	32063	4895
1048589.sgdu	31203	17713

Karuselli ProviderID2/sdp	Tiivistämätön	Tiivistetty
argos1.sdp	654	654
argos2.sdp	653	653
ismacryp.sdp	1323	1323
service3.sdp	649	649
service4.sdp	649	649
service5.sdp	647	647

Taulukko 1: Thomsonin testiaineiston karusellien ja säiliöiden tiedostokoot.

Liite 2. Aineisto A1

Tässä liitteessä listataan kokeessa käytetty aineisto A1. Aineiston palveluopas lähetettiin yhdessä karusellissa, josta listataan sen sisältämät tiedostot ja säiliöt sekä säiliöiden sisältämät osiot.

Säiliöt on listattu **lihavoituina**. Säiliöistä ilmoitetaan tiedostokoko tiivistämättömänä ja GZIP-tiivistettynä. Tällöin on käytetty säiliötason GZIP-tiivistystä tiivistämättömille osioille.

Kunkin säiliön sisältämät XML-dokumentin osiot listataan säiliön jälkeen. Osioista ilmoitetaan tiivistämätön koko (-) sekä koot, jotka on saatu GZIP ja BiM-menetelmillä sekä BiM-menetelmällä yhdistettynä ZLIB-tiivistykseen (BiMZ). Säiliön koko on suurempi kuin sen sisältämien osioiden yhteenlaskettu koko, sillä osioiden lisäksi säiliön alkuun kirjoitetaan jokaisen osion tiedot.

IPDC	-	GZIP	BiM	BiMZ
1	174	166		
50	30145	3037		
Service ipdc.com/111673	1489	462	291	170
Service ipdc.com/118094	1485	470	287	173
Service ipdc.com/118095	1269	418	199	145
Service ipdc.com/118096	1265	411	195	130
Acquisition ipdc.com/119199	394	247	60	60
SDP 0	282	203	282	282
Acquisition ipdc.com/121433	394	246	60	58
SDP 1	265	191	265	265
Acquisition ipdc.com/121435	842	370	92	89
SDP 2	775	439	775	775
Acquisition ipdc.com/124308	394	247	60	58
SDP 3	264	191	264	264
Acquisition ipdc.com/124310	842	370	92	89
SDP 4	774	439	774	774
Acquisition ipdc.com/126074	853	378	103	103
SDP 5	774	438	774	774
Acquisition ipdc.com/127574	853	378	103	103

SDP 6	774	438	774	774
Acquisition ipdc.com/129808	394	246	60	58
SDP 7	264	192	264	264
Acquisition ipdc.com/129810	842	370	92	89
SDP 8	774	439	774	774
Acquisition ipdc.com/131574	853	378	103	103
SDP 9	774	439	774	774
Service ipdc.com/15452	1657	503	347	199
Service ipdc.com/15454	1673	505	366	203
Acquisition ipdc.com/158104	394	247	60	58
SDP 10	267	187	267	267
Service ipdc.com/158782	1337	433	271	156
Service ipdc.com/158783	1285	423	214	149
Service ipdc.com/19240	1435	449	237	156
Acquisition ipdc.com/194150	394	246	60	58
SDP 11	298	214	298	298
Acquisition ipdc.com/194618	394	247	60	58
SDP 12	298	216	298	298
ScheduleEvent ipdc.com/195690	329	201	106	81
ScheduleEvent ipdc.com/195692	329	201	106	81
ScheduleEvent ipdc.com/195694	329	201	106	81
ScheduleEvent ipdc.com/195739	329	200	106	79
ScheduleEvent ipdc.com/195741	329	200	106	79
58	11430	1876		
ScheduleEvent ipdc.com/195778	328	197	105	76
ScheduleEvent ipdc.com/195782	328	202	105	81
ScheduleEvent ipdc.com/195806	553	305	107	76
Content ipdc.com/195807	990	397	516	258
ScheduleEvent ipdc.com/195809	553	307	107	79
Content ipdc.com/195810	758	292	287	151
ScheduleEvent ipdc.com/195812	553	303	107	74
Content ipdc.com/195813	1028	402	557	260
Service ipdc.com/21403	1487	463	291	167

Service ipdc.com/23610	1258	415	188	139
PurchaseChannel ipdc.com/49	1663	549	252	165
PurchaseChannel ipdc.com/94724	1744	560	276	175

Taulukko 2: Aineiston A1 IPDC-karusellin tiedostojen ja osioiden koot eri tiivistyksillä.

Liite 3. Aineisto A2

Tässä liitteessä listataan kokeessa käytetty aineisto A2. Aineistosta listataan karusellit, niiden sisältämät tiedostot ja säiliöt sekä säiliöiden sisältämät osiot.

Säiliöt on listattu **lihavoituina**. Säiliöistä ilmoitetaan tiedostokoko tiivistämättömänä ja GZIP-tiivistettynä. Tällöin on käytetty säiliötason GZIP-tiivistystä tiivistämättömille osioille.

Kunkin säiliön sisältämät XML-dokumentin osiot listataan säiliön jälkeen. Osioista ilmoitetaan tiivistämätön koko (-) sekä koot, jotka on saatu GZIP ja BiM-menetelmillä sekä BiM-menetelmällä yhdistettynä ZLIB-tiivistykseen (BiMZ). Säiliön koko on suurempi kuin sen sisältämien osioiden yhteenlaskettu koko, sillä osioiden lisäksi säiliön alkuun kirjoitetaan jokaisen osion tiedot.

bcast_bootstrap	-	GZIP	BiM	BiMZ
ESGProviderDiscovery.xml	603	271		
ESGProviderDiscovery	601	270	601	601
OMABCastAccessDescriptor.bin	36	49		

Taulukko 3: Aineiston A2 bcast_bootstrap-karusellin tiedostojen ja osioiden koot eri tiivistyksillä.

ProviderID1/gzip	-	GZIP	BiM	BiMZ
17.sgdu	25989	3339		
Access bcast://thomson-nis.com/access/A184282942334732798	539	325	193	142
Access bcast://thomson-nis.com/access/A3426826832400733163	540	324	194	144
Access bcast://thomson-nis.com/access/A2975361650014965521	540	326	194	142
Access bcast://thomson-nis.com/access/A6144761855534974558	540	325	194	143
Access bcast://thomson-nis.com/access/A5208629165906271125	538	325	192	141
Access bcast://thomson-nis.com/access/A3956572380771651841	540	325	194	143
Service bcast://thomson.net/service/1	473	320	138	125
Service bcast://thomson.net/service/6	430	304	121	114
Service bcast://thomson.net/service/5	474	316	139	119
Service bcast://thomson.net/service/4	474	316	139	121
Service bcast://thomson.net/service/3	474	316	139	122

Service bcast://thomson.net/service/2	473	324	138	127
Content bcast://thomson-nis.com/content/7603849061572287639	452	315	192	158
Content bcast://thomson-nis.com/content/4281883319168408725	481	336	221	180
Content bcast://thomson-nis.com/content/8815197806625299600	439	311	179	150
Content bcast://thomson-nis.com/content/464831995689296747	503	353	243	201
Content bcast://thomson-nis.com/content/2625944741026733201	485	344	225	188
Content bcast://thomson-nis.com/content/4458008267141160081	423	298	162	138
Content bcast://thomson-nis.com/content/6663191841530453143	484	335	224	179
Content bcast://thomson-nis.com/content/6946747914579614868	433	304	172	146
Content bcast://thomson-nis.com/content/7607556099385072792	445	314	185	154
Content bcast://thomson-nis.com/content/7905454146272369810	457	324	197	167
Content bcast://thomson-nis.com/content/4993966670389451919	468	337	208	175
Content bcast://thomson-nis.com/content/7123600891697685353	478	338	218	183
Content bcast://thomson-nis.com/content/1345359192550794092	436	309	176	148
Content bcast://thomson-nis.com/content/1193066380324510873	428	301	167	141
Content bcast://thomson-nis.com/content/3508835546414441330	466	330	206	172
Content bcast://thomson-nis.com/content/2528453231130188950	485	339	225	183
Content bcast://thomson-nis.com/content/2903425829772714858	504	353	244	202
Content bcast://thomson-nis.com/content/3661612360676402031	446	315	186	157
Content bcast://thomson-nis.com/content/3209714874832919695	450	313	190	157
Content bcast://thomson-nis.com/content/4528556107160099983	432	304	171	143
Content bcast://thomson-nis.com/content/7655370941623165799	440	314	180	157
Content bcast://thomson-nis.com/content/4034909664422665357	455	323	195	167
Content bcast://thomson-nis.com/content/5356371810347916436	437	311	176	150
Content bcast://thomson-nis.com/content/133661741274111126	502	350	242	195
Content bcast://thomson-nis.com/content/2521808963967917203	431	307	170	143
Content bcast://thomson-nis.com/content/4871957023979987822	454	320	194	163
Content bcast://thomson-nis.com/content/6493103478682164367	447	311	187	154
Content bcast://thomson-nis.com/content/5569611187756983146	435	301	174	145
Content bcast://thomson-nis.com/content/3163804043089535850	465	328	205	173
Content bcast://thomson-nis.com/content/1742587205790720875	448	317	188	156
Content bcast://thomson-nis.com/content/5552679303565810840	460	321	200	166
Content bcast://thomson-nis.com/content/5930992536361100147	436	308	176	148

Content bcast://thomson-nis.com/content/8084047345354531697	481	344	221	184
Content bcast://thomson-nis.com/content/1116569630472397681	434	306	173	145
Content bcast://thomson-nis.com/content/7888352361717687150	441	312	181	155
Content bcast://thomson-nis.com/content/5839017098083572877	446	317	186	157
Content bcast://thomson-nis.com/content/3871753595662361456	470	330	210	169
Content bcast://thomson-nis.com/content/5618815909352956777	468	328	208	171
18.sgdu	25575	3453		
Content bcast://thomson-nis.com/content/7676373486319428468	465	329	205	169
Content bcast://thomson-nis.com/content/2940479225599877997	431	303	170	141
Content bcast://thomson-nis.com/content/3400796896090135697	432	307	172	149
Content bcast://thomson-nis.com/content/9020053513122880661	472	338	212	180
Content bcast://thomson-nis.com/content/3630223260084608142	471	333	211	175
Content bcast://thomson-nis.com/content/82649100439526546	474	335	214	177
Content bcast://thomson-nis.com/content/1896396764289965202	438	314	178	153
Content bcast://thomson-nis.com/content/9073789103093587087	434	305	173	144
Content bcast://thomson-nis.com/content/847974193406680208	433	305	173	147
Content bcast://thomson-nis.com/content/8387920265152306324	468	331	208	175
Content bcast://thomson-nis.com/content/8971123924960797553	475	334	215	177
Content bcast://thomson-nis.com/content/4569071162852369256	466	326	206	170
Content bcast://thomson-nis.com/content/8888651469021766508	468	332	208	172
Content bcast://thomson-nis.com/content/63898035558277991	438	306	178	148
Content bcast://thomson-nis.com/content/3098826709105122446	457	326	197	167
Content bcast://thomson-nis.com/content/4739946973594641261	465	325	205	173
Content bcast://thomson-nis.com/content/3482021015489617041	509	355	249	196
Content bcast://thomson-nis.com/content/4670179529133384555	452	319	192	162
Content bcast://thomson-nis.com/content/8122797908269735060	511	353	251	194
Content bcast://thomson-nis.com/content/3989590034927575915	460	326	200	168
Content bcast://thomson-nis.com/content/3608147727307498351	452	316	192	160
Content bcast://thomson-nis.com/content/690768819014853481	464	327	204	167
Content bcast://thomson-nis.com/content/2620544689359283057	431	305	170	145
Content bcast://thomson-nis.com/content/6277508874304742253	532	363	272	207
Content bcast://thomson-nis.com/content/2667665209355395955	482	341	222	182
Content bcast://thomson-nis.com/content/6828954397046465389	444	316	184	157

Content bcast://thomson-nis.com/content/5147683556332135284	451	319	191	159
Content bcast://thomson-nis.com/content/7963895901536904053	457	320	197	164
Content bcast://thomson-nis.com/content/2612233283396428648	486	343	226	186
Content bcast://thomson-nis.com/content/7671373193075235986	432	304	171	144
Content bcast://thomson-nis.com/content/626166019063553177	432	303	172	145
Content bcast://thomson-nis.com/content/8392692053251449710	442	310	182	154
Content bcast://thomson-nis.com/content/8592471226540366999	472	329	212	172
Content bcast://thomson-nis.com/content/523552217329558375	439	312	179	153
Content bcast://thomson-nis.com/content/4366610562047271783	433	304	172	145
Content bcast://thomson-nis.com/content/5890367662650039449	458	324	198	162
Content bcast://thomson-nis.com/content/5339499419996513136	485	348	225	190
Content bcast://thomson-nis.com/content/1530331676540148884	475	334	215	173
Content bcast://thomson-nis.com/content/6368848326757194892	524	373	264	217
Content bcast://thomson-nis.com/content/8798949361228979351	439	310	179	151
Content bcast://thomson-nis.com/content/3060634431808856938	450	319	190	162
Content bcast://thomson-nis.com/content/5846084606331970415	432	305	172	148
Content bcast://thomson-nis.com/content/8908842249890307224	443	312	183	153
Content bcast://thomson-nis.com/content/5435591449159394156	514	358	254	197
Content bcast://thomson-nis.com/content/6292366012290163563	440	312	180	151
Content bcast://thomson-nis.com/content/1215523570314386581	426	300	165	141
Content bcast://thomson-nis.com/content/2812343426865175702	475	336	215	178
Content bcast://thomson-nis.com/content/8829807676877431656	448	319	188	161
Content bcast://thomson-nis.com/content/364623266143003506	429	304	168	141
Content bcast://thomson-nis.com/content/2460982702942970728	460	321	200	164
19.sgdu	25974	3683		
Content bcast://thomson-nis.com/content/3860329337013410957	453	318	193	158
Content bcast://thomson-nis.com/content/5330444228777206635	544	385	284	227
Content bcast://thomson-nis.com/content/3770794178847171436	511	368	251	207
Content bcast://thomson-nis.com/content/2117950947152108686	460	326	200	166
Content bcast://thomson-nis.com/content/1919046373109669013	470	332	210	172
Content bcast://thomson-nis.com/content/8000456621665543019	526	368	266	208
Content bcast://thomson-nis.com/content/1507417860636140401	457	325	197	163
Content bcast://thomson-nis.com/content/6070668710403906706	484	341	224	185

Content bcast://thomson-nis.com/content/7073117685062835349	467	328	207	170
Content bcast://thomson-nis.com/content/8653487939252904817	432	305	171	143
Content bcast://thomson-nis.com/content/3148349333419320176	441	311	181	152
Content bcast://thomson-nis.com/content/79608806883713895	473	331	213	176
Content bcast://thomson-nis.com/content/6399348059881071469	478	334	218	180
Content bcast://thomson-nis.com/content/5411354564332100751	476	334	216	175
Content bcast://thomson-nis.com/content/5979364678546744168	456	321	196	167
Content bcast://thomson-nis.com/content/5428696450396316528	437	310	177	149
Content bcast://thomson-nis.com/content/1618160978899508368	520	364	260	203
Content bcast://thomson-nis.com/content/4643026101642978164	489	346	229	187
Content bcast://thomson-nis.com/content/174470939972738199	485	339	225	180
Content bcast://thomson-nis.com/content/6291352135891426449	471	334	211	174
Content bcast://thomson-nis.com/content/4120027714965726060	434	304	174	147
Content bcast://thomson-nis.com/content/3332013662688502631	520	355	260	197
Content bcast://thomson-nis.com/content/1900195055101797236	438	310	178	151
Content bcast://thomson-nis.com/content/896809717442798439	434	307	173	147
Content bcast://thomson-nis.com/content/6572883020191374482	496	349	236	192
Content bcast://thomson-nis.com/content/5740110110824063857	460	327	200	169
Content bcast://thomson-nis.com/content/7290869189780446360	482	342	222	184
Content bcast://thomson-nis.com/content/1331444020373888150	444	315	184	158
Content bcast://thomson-nis.com/content/3919286765402463371	462	332	202	172
Content bcast://thomson-nis.com/content/3631300835143312242	422	298	161	135
Content bcast://thomson-nis.com/content/5844260802180422807	471	336	211	175
Content bcast://thomson-nis.com/content/5834159073459969164	448	319	188	159
Content bcast://thomson-nis.com/content/8203603468050228079	492	346	232	189
Content bcast://thomson-nis.com/content/2144657859081397096	485	345	225	189
Content bcast://thomson-nis.com/content/2356289318870049644	453	321	193	164
Content bcast://thomson-nis.com/content/9075598851988266124	436	310	175	151
Content bcast://thomson-nis.com/content/8390191192579236719	480	341	220	182
Content bcast://thomson-nis.com/content/741635985012155244	438	312	178	151
Content bcast://thomson-nis.com/content/2881843969173757069	448	318	188	159
Content bcast://thomson-nis.com/content/2041052585669172369	461	323	201	167
Content bcast://thomson-nis.com/content/6323406743836826774	433	304	172	146

Content bcast://thomson-nis.com/content/409638335212166294	464	326	204	169
Content bcast://thomson-nis.com/content/9148336055881309336	463	328	203	171
Content bcast://thomson-nis.com/content/6981872193609917294	429	302	168	143
Content bcast://thomson-nis.com/content/6420104863728526186	480	339	220	183
Content bcast://thomson-nis.com/content/2991527594143521940	476	338	216	180
Content bcast://thomson-nis.com/content/433722684275942250	527	368	267	208
Content bcast://thomson-nis.com/content/5418029211921933168	443	313	183	154
Content bcast://thomson-nis.com/content/3736771301230255247	438	311	178	149
Content bcast://thomson-nis.com/content/7017684386838209392	478	336	218	177
20.sgdu	25658	3609		
Content bcast://thomson-nis.com/content/1695170341641118568	431	305	170	142
Content bcast://thomson-nis.com/content/3450794593203002508	467	327	207	169
Content bcast://thomson-nis.com/content/3455852840612011150	440	313	180	154
Content bcast://thomson-nis.com/content/6317022358679577451	447	318	187	160
Content bcast://thomson-nis.com/content/1771279537243153266	480	335	220	180
Content bcast://thomson-nis.com/content/7344302291623338857	529	366	269	210
Content bcast://thomson-nis.com/content/6893282426512219285	493	349	233	190
Content bcast://thomson-nis.com/content/926155757973675153	503	352	243	201
Content bcast://thomson-nis.com/content/4963274615048903827	442	313	182	153
Content bcast://thomson-nis.com/content/1803612010268859534	454	320	194	162
Content bcast://thomson-nis.com/content/6258150075893292174	453	322	193	164
Content bcast://thomson-nis.com/content/6894513780751080597	457	328	197	169
Content bcast://thomson-nis.com/content/6544926893378116759	450	319	190	160
Content bcast://thomson-nis.com/content/7297285389884333208	447	314	187	155
Content bcast://thomson-nis.com/content/7370730906898930841	454	323	194	164
Content bcast://thomson-nis.com/content/4770323335954031477	431	303	170	143
Content bcast://thomson-nis.com/content/4169254635123776653	493	346	233	190
Content bcast://thomson-nis.com/content/3083014920148884633	453	318	193	158
Content bcast://thomson-nis.com/content/1189180575211840364	434	308	173	150
Content bcast://thomson-nis.com/content/1166347876231275376	433	306	172	144
Content bcast://thomson-nis.com/content/7178631468018834580	430	301	169	145
Content bcast://thomson-nis.com/content/8486411422220936041	454	316	194	161
Content bcast://thomson-nis.com/content/5444092909596187794	474	331	214	174

Content bcast://thomson-nis.com/content/233095345187593356	444	311	184	155
Content bcast://thomson-nis.com/content/3237811535099978610	441	307	181	153
Content bcast://thomson-nis.com/content/5396592763859624817	437	311	177	151
Content bcast://thomson-nis.com/content/820980968196414616	426	299	165	140
Content bcast://thomson-nis.com/content/295509947372018835	438	310	178	152
Content bcast://thomson-nis.com/content/2123042849924848783	488	344	228	185
Content bcast://thomson-nis.com/content/6619534362255039641	478	334	218	177
Content bcast://thomson-nis.com/content/4263166949032977256	429	304	168	143
Content bcast://thomson-nis.com/content/2589263154052326252	533	373	273	215
Content bcast://thomson-nis.com/content/6028915999708537703	487	343	227	185
Content bcast://thomson-nis.com/content/4232997518197908328	456	321	196	163
Content bcast://thomson-nis.com/content/7289017463999292266	466	328	206	172
Content bcast://thomson-nis.com/content/7541720416139338604	519	361	259	205
Content bcast://thomson-nis.com/content/5824649253486322538	463	327	203	172
Content bcast://thomson-nis.com/content/4637148387358794604	496	349	236	193
Content bcast://thomson-nis.com/content/4559862029291363480	449	319	189	157
Content bcast://thomson-nis.com/content/811806714017604458	465	327	205	169
Content bcast://thomson-nis.com/content/7120933066342931607	452	317	192	158
Content bcast://thomson-nis.com/content/6419375844569637738	460	326	200	166
Content bcast://thomson-nis.com/content/843371987749036908	471	339	211	180
Content bcast://thomson-nis.com/content/9047616388435549331	485	343	225	182
Content bcast://thomson-nis.com/content/5996879426330813293	450	319	190	161
Content bcast://thomson-nis.com/content/4204432234049182862	428	298	167	142
Content bcast://thomson-nis.com/content/635569716814158990	453	320	193	163
Content bcast://thomson-nis.com/content/1387738659233733782	482	338	222	180
Content bcast://thomson-nis.com/content/4791570749620740979	464	325	204	166
Content bcast://thomson-nis.com/content/6381544258674105494	440	312	180	153
21.sgdu	25804	3665		
Content bcast://thomson-nis.com/content/8634223378842772331	435	305	175	147
Content bcast://thomson-nis.com/content/6906527543012367512	475	333	215	174
Content bcast://thomson-nis.com/content/2935216733192199310	480	341	220	183
Content bcast://thomson-nis.com/content/3976451332708244625	455	319	195	164
Content bcast://thomson-nis.com/content/5673687202516966552	445	313	185	155

Content bcast://thomson-nis.com/content/2110942788885683349	427	303	166	144
Content bcast://thomson-nis.com/content/2762061778703344494	480	337	220	176
Content bcast://thomson-nis.com/content/5218121101590913901	443	311	183	151
Content bcast://thomson-nis.com/content/2575686094585863320	460	326	200	171
Content bcast://thomson-nis.com/content/8036523053359045773	467	330	207	173
Content bcast://thomson-nis.com/content/5377588824236104855	459	326	199	165
Content bcast://thomson-nis.com/content/195498483502539635	426	302	165	141
Content bcast://thomson-nis.com/content/2711445528990442346	443	314	183	155
Content bcast://thomson-nis.com/content/4395024787948444821	503	351	243	197
Content bcast://thomson-nis.com/content/2389787136782245014	480	331	220	177
Content bcast://thomson-nis.com/content/2635884077033725068	441	313	181	153
Content bcast://thomson-nis.com/content/917344434997435543	441	310	181	153
Content bcast://thomson-nis.com/content/1688444568884470644	434	305	173	146
Content bcast://thomson-nis.com/content/6905100529367245671	493	345	233	189
Content bcast://thomson-nis.com/content/8280564776573854578	506	359	246	202
Content bcast://thomson-nis.com/content/8198257399873936533	493	346	233	188
Content bcast://thomson-nis.com/content/7034129019921767566	513	352	253	194
Content bcast://thomson-nis.com/content/6812385160542806888	435	306	174	148
Content bcast://thomson-nis.com/content/2458472887263945576	536	374	276	214
Content bcast://thomson-nis.com/content/3965565330074639512	448	318	188	160
Content bcast://thomson-nis.com/content/4464482812204671852	510	359	250	204
Content bcast://thomson-nis.com/content/3744992175701353328	442	309	182	150
Content bcast://thomson-nis.com/content/6369933746597272720	439	311	179	153
Content bcast://thomson-nis.com/content/2004789989934359411	448	317	188	160
Content bcast://thomson-nis.com/content/6413902750564475764	474	340	214	182
Content bcast://thomson-nis.com/content/3714921986551717006	436	308	176	150
Content bcast://thomson-nis.com/content/3715382203011294067	512	350	252	192
Content bcast://thomson-nis.com/content/2841768065250354030	440	308	180	148
Content bcast://thomson-nis.com/content/5707083824533609625	454	323	194	165
Content bcast://thomson-nis.com/content/7926078029471947924	466	323	206	168
Content bcast://thomson-nis.com/content/8114530006030621846	467	325	207	170
Content bcast://thomson-nis.com/content/6268344919504723096	422	297	161	136
Content bcast://thomson-nis.com/content/1859812056768978070	477	334	217	177

Content bcast://thomson-nis.com/content/6625346311999986839	458	320	198	163
Content bcast://thomson-nis.com/content/8539397349296053398	455	318	195	161
Content bcast://thomson-nis.com/content/627595491553844375	484	343	224	185
Content bcast://thomson-nis.com/content/4323621298078737267	455	325	195	163
Content bcast://thomson-nis.com/content/4699159803783275369	502	353	242	199
Content bcast://thomson-nis.com/content/3167443768050982030	494	350	234	191
Content bcast://thomson-nis.com/content/6564592777656263528	432	305	172	146
Content bcast://thomson-nis.com/content/8267029623103298712	466	327	206	167
Content bcast://thomson-nis.com/content/8243307539474947224	485	340	225	181
Content bcast://thomson-nis.com/content/5340620784417891180	467	328	207	171
Content bcast://thomson-nis.com/content/7378451177161876340	458	326	198	165
Content bcast://thomson-nis.com/content/4448007558175384431	434	308	174	152
22.sgdu	25257	3377		
Content bcast://thomson-nis.com/content/8909786010947937127	462	321	202	165
Content bcast://thomson-nis.com/content/6420575033798419316	445	318	185	157
Content bcast://thomson-nis.com/content/7370165644082013036	429	303	168	144
Content bcast://thomson-nis.com/content/9152053807466406765	454	320	194	162
Content bcast://thomson-nis.com/content/3216243557959197545	431	303	170	144
Content bcast://thomson-nis.com/content/4774079963459216239	446	312	186	154
Content bcast://thomson-nis.com/content/1817120524228369553	444	313	184	154
Content bcast://thomson-nis.com/content/6979262904364440729	475	336	215	177
Content bcast://thomson-nis.com/content/8394940017659339624	459	325	199	166
Content bcast://thomson-nis.com/content/6854744314154312557	439	310	179	153
Content bcast://thomson-nis.com/content/70506744686306158	458	325	198	167
Content bcast://thomson-nis.com/content/5454524805337586828	489	345	229	191
Content bcast://thomson-nis.com/content/7745619450907597969	440	312	180	153
Content bcast://thomson-nis.com/content/6287285733870017686	498	348	238	189
Content bcast://thomson-nis.com/content/95290965137023857	485	341	225	183
Content bcast://thomson-nis.com/content/938268980916511595	445	312	185	154
Content bcast://thomson-nis.com/content/6459969627059657876	455	324	195	166
Content bcast://thomson-nis.com/content/1046020519143138163	429	302	168	141
Content bcast://thomson-nis.com/content/8729415438434573463	492	344	232	188
Content bcast://thomson-nis.com/content/4428156245103076203	439	310	179	150

Content bcast://thomson-nis.com/content/6773133499545427086	458	323	198	166
Content bcast://thomson-nis.com/content/2947262961111276693	464	327	204	168
Content bcast://thomson-nis.com/content/8426000211826697063	446	312	186	153
Content bcast://thomson-nis.com/content/4765992606636448913	452	315	192	162
Content bcast://thomson-nis.com/content/6509734560543794028	455	320	195	164
Content bcast://thomson-nis.com/content/1787004308038098064	467	329	207	173
Content bcast://thomson-nis.com/content/211361120576594804	465	327	205	168
Content bcast://thomson-nis.com/content/1158264880924189546	496	352	236	194
Content bcast://thomson-nis.com/content/2807074507015330964	430	302	169	145
Content bcast://thomson-nis.com/content/1257763426914278545	519	371	259	210
Content bcast://thomson-nis.com/content/2005310275853753490	447	315	187	157
Content bcast://thomson-nis.com/content/1454364163319274646	430	303	169	143
Content bcast://thomson-nis.com/content/2712728296158928013	450	316	190	161
Content bcast://thomson-nis.com/content/5002718858084868978	437	312	177	152
Content bcast://thomson-nis.com/content/5119995179951201422	436	307	176	150
Content bcast://thomson-nis.com/content/2600531795322332015	438	308	178	149
Content bcast://thomson-nis.com/content/4744792525633217390	432	303	172	146
Content bcast://thomson-nis.com/content/7827146367625323371	474	333	214	175
Content bcast://thomson-nis.com/content/3903752491463089305	450	312	190	156
Content bcast://thomson-nis.com/content/3387698611636935820	441	314	181	153
Content bcast://thomson-nis.com/content/93446781365656726	454	321	194	166
Content bcast://thomson-nis.com/content/8398388006690757774	426	302	165	141
Content bcast://thomson-nis.com/content/4481159358466220910	435	308	175	148
Content bcast://thomson-nis.com/content/3918872079843976051	454	318	194	159
Content bcast://thomson-nis.com/content/4061545118857174162	441	311	181	150
Content bcast://thomson-nis.com/content/5275766522721344656	443	312	183	154
Content bcast://thomson-nis.com/content/5004514321918321517	429	303	168	143
Content bcast://thomson-nis.com/content/9086430733738974351	467	331	207	175
Content bcast://thomson-nis.com/content/5918758545356743535	428	301	167	139
Content bcast://thomson-nis.com/content/1141742322125103988	470	334	210	176
23.sgdu	24276	9996		
Content bcast://thomson-nis.com/content/1944801346363595916	435	309	174	148
Content bcast://thomson-nis.com/content/8814743362554553195	448	312	188	157

Content bcast://thomson-nis.com/content/7615151192826176368	476	337	216	181
Content bcast://thomson-nis.com/content/3988444290147949708	452	314	192	162
Content bcast://thomson-nis.com/content/6077891133827703660	437	310	176	150
Content bcast://thomson-nis.com/content/8551733843989896341	490	347	230	188
Content bcast://thomson-nis.com/content/3500865607531488104	476	336	216	177
Content bcast://thomson-nis.com/content/7427878006572719247	463	323	203	167
Content bcast://thomson-nis.com/content/3346622953167264910	445	312	185	155
PreviewData bcast://thomson-nis.com/previewdata/708355586981633163	259	215	69	77
PreviewData bcast://thomson-nis.com/previewdata/4804967472047594634	2715	1934	2503	1785
PreviewData bcast://thomson-nis.com/previewdata/6448067252604101494	2537	1798	2325	1646
PreviewData bcast://thomson-nis.com/previewdata/7439681096393170058	3205	2315	2993	2164
PreviewData bcast://thomson-nis.com/previewdata/2451731738524377973	2918	2090	2706	1937
PreviewData bcast://thomson-nis.com/previewdata/3789448162411537271	2654	1887	2442	1740
SDP 0	1322	639	1322	1322
SDP 1	652	434	652	652
SDP 2	653	434	653	653
SDP 3	646	428	646	646
SDP 4	648	430	648	648
SDP 5	648	430	648	648
24.sgdd	58732	5648		
Transport 1	116	118	14	48
ServiceGuideDeliveryUnit 17	8996	1042	3418	1546
ServiceGuideDeliveryUnit 18	9122	1020	3544	1570
ServiceGuideDeliveryUnit 19	9124	1017	3546	1578
ServiceGuideDeliveryUnit 20	9124	1025	3546	1570
ServiceGuideDeliveryUnit 21	9128	1026	3550	1579
ServiceGuideDeliveryUnit 22	9123	1018	3545	1566
ServiceGuideDeliveryUnit 23	3998	638	1614	754

Taulukko 4: Aineiston A2 gzip-karusellin tiedostojen ja osioiden koot eri tiivistyksillä.

ProviderID1/logo	-	GZIP	BiM	BiMZ
1.jpg	1751	1613		
2.jpg	2159	2032		
3.jpg	1795	1661		
4.jpg	1665	1526		
5.jpg	1945	1817		

Taulukko 5: Aineiston A2 logo-karusellin tiedostojen ja osioiden koot eri tiivistyksillä.

ProviderID2/Announcement	-	GZIP	BiM	BiMZ
1310735.sgdd	175780	15135		
Transport 3	140	136	14	48
ServiceGuideDeliveryUnit 1048577	1429	300	458	266
ServiceGuideDeliveryUnit 262147	19181	1835	7052	3085
ServiceGuideDeliveryUnit 262148	19181	1834	7052	3091
ServiceGuideDeliveryUnit 262149	19179	1832	7050	3096
ServiceGuideDeliveryUnit 262150	19175	1819	7046	3097
ServiceGuideDeliveryUnit 262151	19171	1827	7042	3090
ServiceGuideDeliveryUnit 262152	19173	1834	7044	3096
ServiceGuideDeliveryUnit 262153	19174	1824	7045	3085
ServiceGuideDeliveryUnit 262154	19175	1824	7046	3087
ServiceGuideDeliveryUnit 1048587	13652	1408	5029	2229
ServiceGuideDeliveryUnit 786444	1815	387	687	371
ServiceGuideDeliveryUnit 1048589	3296	448	1280	486
ServiceGuideDeliveryUnit 262158	836	252	304	189
ServiceGuideDeliveryUnit 524304	277	206	116	117
ServiceGuideDeliveryUnit 524305	563	239	223	159
ServiceGuideDeliveryUnit 262162	274	201	108	109

Taulukko 6: Aineiston A2 Announcement-karusellin tiedostojen ja osioiden koot eri tiivistyksillä.

ProviderID2/imd	-	GZIP	BiM	BiMZ
g1_1.imd	544	284		
InteractivityMediaDocument imd1	544	284	125	113

Taulukko 7: Aineiston A2 imd-karusellin tiedostojen ja osioiden koot eri tiivistyksillä.

ProviderID2/logos	-	GZIP	BiM	BiMZ
1_1.jpg	1286	1190		
1_2.jpg	1344	1246		
1_3.jpg	1357	1259		
1_4.jpg	1384	1287		
1_5.jpg	1358	1259		
2_1.jpg	1359	1258		
2_2.jpg	1389	1293		
2_3.jpg	1382	1288		
3_2.jpg	1306	1210		
3_3.jpg	1306	1212		
popcorn.gif	8115	8071		
thomson.gif	2086	1974		

Taulukko 8: Aineiston A2 logos-karusellin tiedostojen koot eri tiivistyksillä.

ProviderID2/Session 1	-	GZIP	BiM	BiMZ
1048577.sgdu	4431	883		
Service bcast://thomson.net/service/1	742	292	332	144
Service bcast://thomson.net/service/2	580	282	219	119
Service bcast://thomson.net/service/3	499	270	178	106
Service bcast://thomson.net/service/5	940	445	386	247
Service bcast://thomson.net/service/4	610	375	252	198
Service bcast://thomson.net/Service/Download	315	198	144	97
Service bcast://thomson.net/Service/Interactivity	324	210	153	113
Service bcast://thomson.net/Service/MultiLang	300	200	121	89
1048587.sgdu	32063	4895		

Content bcast://thomson-nis.com/content/7796958078257193335	406	285	186	155
Content bcast://thomson-nis.com/content/7534842963820420750	417	292	198	165
Content bcast://thomson-nis.com/content/4609615019139785075	398	276	178	146
Content bcast://thomson-nis.com/content/4259846519909129871	436	308	217	179
Content bcast://thomson-nis.com/content/438018138406002309	420	292	201	162
Content bcast://thomson-nis.com/content/5398603749820326262	411	287	192	156
Content bcast://thomson-nis.com/content/6535490522308534642	426	299	207	172
Content bcast://thomson-nis.com/content/6697126136949644931	448	310	229	184
Content bcast://thomson-nis.com/content/2617667418421584251	414	287	195	158
Content bcast://thomson-nis.com/content/4005331022016274811	421	295	202	165
Content bcast://thomson-nis.com/content/531874095091016055	413	289	194	157
Content bcast://thomson-nis.com/content/2828792389896888698	410	286	191	155
Content bcast://thomson-nis.com/content/2657377312485285515	469	323	250	196
Content bcast://thomson-nis.com/content/1825336151752187529	431	301	212	174
Content bcast://thomson-nis.com/content/6009284551809834632	413	288	194	158
Content bcast://thomson-nis.com/content/5932382255302435187	451	312	232	183
Content bcast://thomson-nis.com/content/2918201802134511988	446	308	227	181
Content bcast://thomson-nis.com/content/6605673251452608886	425	291	206	166
Content bcast://thomson-nis.com/content/3655575814874980731	426	296	207	165
Content bcast://thomson-nis.com/content/7180750793192906378	451	314	232	187
Content bcast://thomson-nis.com/content/6681808779499135355	443	306	224	180
Content bcast://thomson-nis.com/content/613014343203561103	454	319	235	189
Content bcast://thomson-nis.com/content/41544106674888327	431	299	212	170
Content bcast://thomson-nis.com/content/7143453825475419781	426	294	207	166
Content bcast://thomson-nis.com/content/2137801842109833589	453	315	234	188
Content bcast://thomson-nis.com/content/2255033409080270479	422	292	203	165
Content bcast://thomson-nis.com/content/7323359692453962108	506	347	287	221
Content bcast://thomson-nis.com/content/4850771274661502598	408	284	188	153
Content bcast://thomson-nis.com/content/7055493419239349899	500	341	281	215
Content bcast://thomson-nis.com/content/3414779083310096753	455	319	236	189
Content bcast://thomson-nis.com/content/9026282336020209286	403	278	184	151
Content bcast://thomson-nis.com/content/4832165815637646985	436	301	217	177
Content bcast://thomson-nis.com/content/3004432526256234874	414	286	195	157

Content bcast://thomson-nis.com/content/3865862490338484593	414	288	195	160
Content bcast://thomson-nis.com/content/7233010610091450745	442	314	223	180
Content bcast://thomson-nis.com/content/8925337834792018297	406	283	187	153
Content bcast://thomson-nis.com/content/3469812118476415356	425	294	206	166
Content bcast://thomson-nis.com/content/6448479114866319731	407	284	188	154
Content bcast://thomson-nis.com/content/765972937661357703	444	312	225	183
Content bcast://thomson-nis.com/content/3741304320715267717	428	298	209	169
Content bcast://thomson-nis.com/content/2344447888544883065	438	303	219	174
Content bcast://thomson-nis.com/content/4978689651437870724	407	282	188	151
Content bcast://thomson-nis.com/content/3042361881497837200	424	296	205	167
Content bcast://thomson-nis.com/content/6503478254150738298	482	328	263	198
Content bcast://thomson-nis.com/content/7545934999495762303	498	340	279	214
Content bcast://thomson-nis.com/content/7170043864925740687	447	314	228	184
Content bcast://thomson-nis.com/content/2844803121738277234	455	314	236	186
Content bcast://thomson-nis.com/content/4386857279067119998	439	310	220	178
Content bcast://thomson-nis.com/content/9117414518935380347	418	292	199	162
Content bcast://thomson-nis.com/content/6147530314053968249	460	321	241	193
Content bcast://thomson-nis.com/content/5314944684611723642	405	282	186	152
Content bcast://thomson-nis.com/content/2572968522080460421	410	286	191	154
Content bcast://thomson-nis.com/content/8736965015315029639	418	292	199	162
Content bcast://thomson-nis.com/content/5881443742142832260	442	302	223	174
Content bcast://thomson-nis.com/content/3506758248329780870	403	281	183	152
Content bcast://thomson-nis.com/content/3685270064247742089	426	294	207	165
Content bcast://thomson-nis.com/content/4860702754338890104	447	309	228	181
Content bcast://thomson-nis.com/content/5643959980011938170	475	330	256	207
Content bcast://thomson-nis.com/content/8473420728201256583	412	288	193	156
Content bcast://thomson-nis.com/content/7594144444025266550	446	312	227	183
Content bcast://thomson-nis.com/content/5356491522468602227	494	336	275	211
Content bcast://thomson-nis.com/content/6957236884638654836	411	287	192	157
Content bcast://thomson-nis.com/content/7724437465269920126	419	291	200	164
Content bcast://thomson-nis.com/content/8766048223151136393	419	290	200	164
Content bcast://thomson-nis.com/content/5118658245323514232	414	287	195	159
Content bcast://thomson-nis.com/content/4404862461411204744	402	281	182	152

Content bcast://thomson-nis.com/content/8249146714349248134	403	281	184	151
Content bcast://thomson-nis.com/content/6492708022360596848	458	318	239	189
Content bcast://thomson.net/Content/FileDownload1	366	254	208	162
Content bcast://thomson.net/Content/FileDownload2	363	251	205	159
Content bcast://thomson.net/Content/ForInteractiveService	346	223	201	135
Content bcast://thomson.net/Content/MultiLang	550	282	266	167
1048589.sgdu	31203	17713		
PreviewData bcast://thomson.net/PreviewData/ComplexContentService5	12649	9499	12472	9468
PreviewData bcast://thomson.net/PreviewData/DragonsTaleService5	313	224	121	108
PreviewData bcast://thomson.net/PreviewData/WorldOfChemistryService5	365	250	162	127
PreviewData bcast://thomson.net/PreviewData/Service5Usage2	2561	1787	2360	1663
PreviewData bcast://thomson.net/PreviewData/Service4Usage2	2364	1668	2206	1563
PreviewData bcast://thomson.net/PreviewData/Service3Usage2	369	234	169	126
PreviewData bcast://thomson.net/PreviewData/Service3Usage3	260	185	104	94
PreviewData bcast://thomson.net/PreviewData/Argos2Usage2	397	251	176	135
PreviewData bcast://thomson.net/PreviewData/Argos2Usage1	409	253	188	136
PreviewData bcast://thomson.net/PreviewData/Argos2Usage3	353	226	152	116
PreviewData bcast://thomson.net/PreviewData/Argos1Usage2	363	257	156	137
PreviewData bcast://thomson.net/PreviewData/Argos1Usage1	389	263	162	136
PreviewData bcast://thomson.net/PreviewData/Argos1Usage3	258	184	102	91
PreviewData bcast://thomson.net/PreviewData/Argos1Usage4	258	184	102	91
PreviewData bcast://thomson.net/PreviewData/Argos1Usage5	258	184	102	91
PreviewData bcast://thomson.net/PreviewData/ServiceDownload	265	183	109	92
PreviewData bcast://thomson.net/PreviewData/InteractiveService	385	236	165	125
PreviewData bcast://thomson.net/PreviewData/ScheduleMultiLang1	356	237	167	137
PreviewData bcast://thomson.net/PreviewData/ScheduleMultiLang2	8076	5966	7866	5847
PreviewData bcast://thomson.net/PreviewData/ServiceMultiLang	266	184	110	93
262147.sgdu	45681	6633		
Content bcast://thomson-nis.com/content/3894992436843126411	446	306	227	179
Content bcast://thomson-nis.com/content/5298043100078153358	402	281	182	150
Content bcast://thomson-nis.com/content/6547550184885313918	494	336	275	208
Content bcast://thomson-nis.com/content/2597818390271877502	447	309	228	182
Content bcast://thomson-nis.com/content/7938048892931546764	406	283	186	154

Content bcast://thomson-nis.com/content/5356915401380979060	412	285	193	156
Content bcast://thomson-nis.com/content/2857851464311759225	410	285	191	156
Content bcast://thomson-nis.com/content/5896790394730847879	400	279	180	151
Content bcast://thomson-nis.com/content/5233904635460066946	428	299	209	171
Content bcast://thomson-nis.com/content/6755983092334322044	436	305	217	180
Content bcast://thomson-nis.com/content/7016044492517940875	460	321	241	192
Content bcast://thomson-nis.com/content/8700606711865663863	406	281	187	152
Content bcast://thomson-nis.com/content/2568692242187165314	431	300	212	169
Content bcast://thomson-nis.com/content/6677414410314456716	406	281	186	154
Content bcast://thomson-nis.com/content/3442420858006412937	422	294	203	166
Content bcast://thomson-nis.com/content/3618574118403579526	424	295	205	165
Content bcast://thomson-nis.com/content/8788988090155671176	416	288	197	157
Content bcast://thomson-nis.com/content/2045839553685495437	400	276	180	146
Content bcast://thomson-nis.com/content/6425623244537192818	412	291	193	160
Content bcast://thomson-nis.com/content/3173263186075721356	464	321	245	195
Content bcast://thomson-nis.com/content/4130595628694757753	408	285	189	154
Content bcast://thomson-nis.com/content/8427270414713086324	398	274	178	147
Content bcast://thomson-nis.com/content/8373164693885165187	410	290	191	158
Content bcast://thomson-nis.com/content/2194125760596156039	503	337	284	212
Content bcast://thomson-nis.com/content/7425437532472352396	427	295	208	167
Content bcast://thomson-nis.com/content/8355991666584067723	398	277	178	147
Content bcast://thomson-nis.com/content/569750806918471310	416	293	197	160
Content bcast://thomson-nis.com/content/556016618197360268	415	288	196	159
Content bcast://thomson-nis.com/content/3945671865524952709	421	291	202	163
Content bcast://thomson-nis.com/content/8176794846332067468	458	319	239	192
Content bcast://thomson-nis.com/content/2445098604585673078	427	296	208	169
Content bcast://thomson-nis.com/content/1755600085487575420	439	310	220	176
Content bcast://thomson-nis.com/content/5242881064734679422	442	310	223	179
Content bcast://thomson-nis.com/content/3517185728010379638	449	314	230	186
Content bcast://thomson-nis.com/content/8102604431664488071	993	540	543	360
Content bcast://thomson-nis.com/content/5133836488783306374	635	395	334	233
Content bcast://thomson-nis.com/content/2868615429744615800	736	451	413	294
Content bcast://thomson-nis.com/content/2945196835526009205	433	297	214	171

Content bcast://thomson-nis.com/content/7754379932853199217	411	283	192	153
Content bcast://thomson-nis.com/content/1273215219633364613	455	316	236	188
Content bcast://thomson-nis.com/content/5041552303776194934	415	287	196	160
Content bcast://thomson-nis.com/content/3463523208318280057	405	280	185	148
Content bcast://thomson-nis.com/content/225348542072233609	444	311	225	182
Content bcast://thomson-nis.com/content/1212483497304661643	474	326	255	201
Content bcast://thomson-nis.com/content/6435113426583690885	408	286	189	154
Content bcast://thomson-nis.com/content/1635803174874783363	451	318	232	189
Content bcast://thomson-nis.com/content/1088059308351823504	422	292	203	160
Content bcast://thomson-nis.com/content/3624430529649974922	404	280	184	151
Content bcast://thomson-nis.com/content/3583874145611292303	419	292	200	162
Content bcast://thomson-nis.com/content/3454813431253819767	422	292	203	166
Content bcast://thomson-nis.com/content/2125517058822234494	423	290	204	164
Content bcast://thomson-nis.com/content/3263004053824478856	441	306	222	180
Content bcast://thomson-nis.com/content/9198665477585494385	448	310	229	185
Content bcast://thomson-nis.com/content/7989681262352785781	425	299	206	169
Content bcast://thomson-nis.com/content/1846205216620405118	493	331	274	205
Content bcast://thomson-nis.com/content/1218630815275949704	434	308	215	173
Content bcast://thomson-nis.com/content/5391115117857464691	412	282	193	154
Content bcast://thomson-nis.com/content/1360174052380909193	421	290	202	162
Content bcast://thomson-nis.com/content/1598499580022759048	516	351	297	220
Content bcast://thomson-nis.com/content/7704413735864901257	507	345	288	219
Content bcast://thomson-nis.com/content/828971359045295751	407	283	187	154
Content bcast://thomson-nis.com/content/7268462979549618551	456	316	237	189
Content bcast://thomson-nis.com/content/7015515747684064902	447	309	228	181
Content bcast://thomson-nis.com/content/5478376093798768268	446	310	227	183
Content bcast://thomson-nis.com/content/1824825278277230223	428	302	209	168
Content bcast://thomson-nis.com/content/4754935100160991602	453	309	234	182
Content bcast://thomson-nis.com/content/1338288793121070724	463	318	244	193
Content bcast://thomson-nis.com/content/2958469432061337220	422	291	203	163
Content bcast://thomson-nis.com/content/4049778995151904393	430	301	211	173
Content bcast://thomson-nis.com/content/67332717278257523	412	286	193	158
Content bcast://thomson-nis.com/content/7644327318653100403	454	316	235	187

Content bcast://thomson-nis.com/content/7396292429028123001	411	288	192	156
Content bcast://thomson-nis.com/content/1699063262846262925	456	319	237	191
Content bcast://thomson-nis.com/content/2999783675964300940	456	316	237	186
Content bcast://thomson-nis.com/content/2291652874937164154	415	288	196	159
Content bcast://thomson-nis.com/content/1090431770976722574	408	286	188	154
Content bcast://thomson-nis.com/content/5798750442445988223	437	303	218	176
Content bcast://thomson-nis.com/content/6547848216960950652	482	342	263	212
Content bcast://thomson-nis.com/content/4594128604855410312	406	288	186	154
Content bcast://thomson-nis.com/content/4672068379943509638	421	293	202	165
Content bcast://thomson-nis.com/content/3084437265785676154	443	307	224	180
Content bcast://thomson-nis.com/content/4358054000853917317	451	316	232	187
Content bcast://thomson-nis.com/content/6548108401784775027	422	296	203	164
Content bcast://thomson-nis.com/content/5459625529304817290	469	326	250	200
Content bcast://thomson-nis.com/content/1355871997554450810	408	287	189	155
Content bcast://thomson-nis.com/content/4540400848905051780	416	291	197	159
Content bcast://thomson-nis.com/content/6471850957631004300	413	288	194	161
Content bcast://thomson-nis.com/content/1804361176450997902	454	311	235	185
Content bcast://thomson-nis.com/content/5779494618833755789	408	284	189	155
Content bcast://thomson-nis.com/content/1712061680719896193	413	288	194	157
Content bcast://thomson-nis.com/content/7619116522884963971	418	291	199	162
Content bcast://thomson-nis.com/content/1950896930785468043	417	289	198	159
Content bcast://thomson-nis.com/content/7261031805659242879	419	295	200	163
Content bcast://thomson-nis.com/content/6974089546034176370	431	298	212	169
Content bcast://thomson-nis.com/content/4478097348100219263	406	286	186	153
Content bcast://thomson-nis.com/content/4154454597225800050	440	303	221	174
Content bcast://thomson-nis.com/content/239234372369244538	399	278	179	148
Content bcast://thomson-nis.com/content/1273854443076575609	412	288	193	157
Content bcast://thomson-nis.com/content/2919443370640023170	490	328	271	204
Content bcast://thomson-nis.com/content/1893151189980028550	453	318	234	190
262148.sgdu	44728	6028		
Content bcast://thomson-nis.com/content/1129505363966681464	432	301	213	173
Content bcast://thomson-nis.com/content/1104783497851167090	426	294	207	169
Content bcast://thomson-nis.com/content/7391185511049716094	434	298	215	171

Content bcast://thomson-nis.com/content/8029990178965807485	494	333	275	207
Content bcast://thomson-nis.com/content/8242530690891914895	440	310	221	178
Content bcast://thomson-nis.com/content/8470632233569230479	396	277	176	147
Content bcast://thomson-nis.com/content/2819921208795864717	452	311	233	181
Content bcast://thomson-nis.com/content/5770408709173928314	396	275	176	142
Content bcast://thomson-nis.com/content/3600164062377402749	456	319	237	190
Content bcast://thomson-nis.com/content/8678773362414984835	422	292	203	162
Content bcast://thomson-nis.com/content/8020778217145229689	449	309	230	181
Content bcast://thomson-nis.com/content/7895109733217067378	414	289	195	157
Content bcast://thomson-nis.com/content/3086879440024756601	439	303	220	177
Content bcast://thomson-nis.com/content/7639289717986303631	463	320	244	193
Content bcast://thomson-nis.com/content/1902909321316802182	422	294	203	164
Content bcast://thomson-nis.com/content/8972794531302743690	419	287	200	161
Content bcast://thomson-nis.com/content/4960790293627412098	403	281	183	150
Content bcast://thomson-nis.com/content/2790598435439501692	402	279	182	147
Content bcast://thomson-nis.com/content/2116848827810848395	439	303	220	175
Content bcast://thomson-nis.com/content/3038239755736310133	475	330	256	207
Content bcast://thomson-nis.com/content/6080439184808353411	424	299	205	171
Content bcast://thomson-nis.com/content/5073737251094126974	431	303	212	173
Content bcast://thomson-nis.com/content/1726044389133655683	447	309	228	179
Content bcast://thomson-nis.com/content/7415231006549876367	475	326	256	197
Content bcast://thomson-nis.com/content/376841916192514429	412	289	193	159
Content bcast://thomson-nis.com/content/8271237878636224132	432	298	213	171
Content bcast://thomson-nis.com/content/4001737818016702844	450	316	231	185
Content bcast://thomson-nis.com/content/794510341053488773	422	294	203	163
Content bcast://thomson-nis.com/content/5424267399184638334	416	290	197	160
Content bcast://thomson-nis.com/content/6046125625094300020	443	310	224	179
Content bcast://thomson-nis.com/content/7321722966316802425	420	293	201	163
Content bcast://thomson-nis.com/content/3453421931403812489	410	287	191	157
Content bcast://thomson-nis.com/content/6997108737624120971	436	300	217	172
Content bcast://thomson-nis.com/content/8418945574092530042	411	287	192	156
Content bcast://thomson-nis.com/content/7543434594090082683	435	306	216	174
Content bcast://thomson-nis.com/content/6394547244890186101	448	310	229	185

Content bcast://thomson-nis.com/content/8910521688808889988	427	297	208	169
Content bcast://thomson-nis.com/content/411987161963699854	425	295	206	165
Content bcast://thomson-nis.com/content/6623686275572556150	438	303	219	173
Content bcast://thomson-nis.com/content/6293273011267166581	418	289	199	160
Content bcast://thomson-nis.com/content/1813732949709692558	515	361	296	233
Content bcast://thomson-nis.com/content/4138093409772379777	421	290	202	161
Content bcast://thomson-nis.com/content/6596264060438831481	418	290	199	161
Content bcast://thomson-nis.com/content/4193555821409214095	457	314	238	186
Content bcast://thomson-nis.com/content/5569961013511577977	406	282	187	152
Content bcast://thomson-nis.com/content/8738999236380466820	418	289	199	160
Content bcast://thomson-nis.com/content/764241566790443386	423	293	204	162
Content bcast://thomson-nis.com/content/2999834017275977354	502	340	283	216
Content bcast://thomson-nis.com/content/7060563975190208887	411	286	192	156
Content bcast://thomson-nis.com/content/4870640643776323212	409	285	190	155
Content bcast://thomson-nis.com/content/575188128141024906	433	301	214	175
Content bcast://thomson-nis.com/content/8086307216080101745	427	293	208	168
Content bcast://thomson-nis.com/content/2033261444771996027	414	290	195	159
Content bcast://thomson-nis.com/content/3974304762385523064	412	285	193	156
Content bcast://thomson-nis.com/content/168124398440669553	436	302	217	174
Content bcast://thomson-nis.com/content/3407690420176675199	410	287	191	156
Content bcast://thomson-nis.com/content/2058380775751016827	502	340	283	214
Content bcast://thomson-nis.com/content/9058273228125773450	423	289	204	162
Content bcast://thomson-nis.com/content/6430095636932190577	421	291	202	165
Content bcast://thomson-nis.com/content/1023376236751217023	442	305	223	175
Content bcast://thomson-nis.com/content/7216626109555547784	408	283	189	154
Content bcast://thomson-nis.com/content/6565179865994223997	421	293	202	163
Content bcast://thomson-nis.com/content/7480904706393497975	429	297	210	168
Content bcast://thomson-nis.com/content/2572702284813295994	422	296	203	166
Content bcast://thomson-nis.com/content/5374860109751116147	435	304	216	171
Content bcast://thomson-nis.com/content/7354334769793867396	436	302	217	173
Content bcast://thomson-nis.com/content/8399800143190286715	406	280	187	151
Content bcast://thomson-nis.com/content/7490074544009256584	429	301	210	171
Content bcast://thomson-nis.com/content/4892693530480337276	413	286	194	157

Content bcast://thomson-nis.com/content/4392407497800016252	466	326	247	199
Content bcast://thomson-nis.com/content/8843462161098219148	406	280	187	153
Content bcast://thomson-nis.com/content/2161009869692461434	414	289	195	158
Content bcast://thomson-nis.com/content/2398135014939041420	411	283	192	153
Content bcast://thomson-nis.com/content/6539708928351936141	408	283	189	154
Content bcast://thomson-nis.com/content/8122098802889727618	426	296	207	167
Content bcast://thomson-nis.com/content/5560003248634338946	422	294	203	163
Content bcast://thomson-nis.com/content/2361298502075424366	429	297	210	170
Content bcast://thomson-nis.com/content/9119854799093883252	435	301	216	172
Content bcast://thomson-nis.com/content/8890928855458389637	456	322	237	194
Content bcast://thomson-nis.com/content/3599401938445016718	461	324	242	194
Content bcast://thomson-nis.com/content/1394374073800072845	412	286	193	157
Content bcast://thomson-nis.com/content/8930042799666094460	446	309	227	180
Content bcast://thomson-nis.com/content/2800255377346781562	472	333	253	205
Content bcast://thomson-nis.com/content/6097040942804377227	415	288	196	158
Content bcast://thomson-nis.com/content/1441654796076326536	413	289	194	156
Content bcast://thomson-nis.com/content/5089369630676476276	400	277	180	147
Content bcast://thomson-nis.com/content/6430493368918089357	401	279	181	149
Content bcast://thomson-nis.com/content/2296264574596407668	408	284	188	153
Content bcast://thomson-nis.com/content/2881822428410012017	447	313	228	183
Content bcast://thomson-nis.com/content/5144419321725968758	426	297	207	169
Content bcast://thomson-nis.com/content/966432835325795979	490	330	271	203
Content bcast://thomson-nis.com/content/4854356411878072692	456	317	237	191
Content bcast://thomson-nis.com/content/1119590140740509316	412	287	193	157
Content bcast://thomson-nis.com/content/6061736392401215857	487	333	268	204
Content bcast://thomson-nis.com/content/8679479828700601994	423	293	204	163
Content bcast://thomson-nis.com/content/8347012406091587208	457	315	238	187
Content bcast://thomson-nis.com/content/6494647222403997323	473	327	254	203
Content bcast://thomson-nis.com/content/2371184781516988791	425	298	206	169
Content bcast://thomson-nis.com/content/1128566321741438602	484	336	265	205
Content bcast://thomson-nis.com/content/1110414801271644533	446	310	227	181
262149.sgdu	44321	6153		
Content bcast://thomson-nis.com/content/7989345670788145522	428	298	209	169

Content bcast://thomson-nis.com/content/2351581301776981643	422	291	203	164
Content bcast://thomson-nis.com/content/4063189875914841741	425	294	206	168
Content bcast://thomson-nis.com/content/3598196813571432071	443	303	224	177
Content bcast://thomson-nis.com/content/5626174993720024712	452	315	233	186
Content bcast://thomson-nis.com/content/3560558864105348748	434	303	215	173
Content bcast://thomson-nis.com/content/6266225222792372606	458	316	239	187
Content bcast://thomson-nis.com/content/8483552486498623858	416	287	197	161
Content bcast://thomson-nis.com/content/1210548154976312970	431	304	212	170
Content bcast://thomson-nis.com/content/6011949947549770107	415	288	196	159
Content bcast://thomson-nis.com/content/6649535670221938317	404	281	184	150
Content bcast://thomson-nis.com/content/7550167999003615609	426	291	207	165
Content bcast://thomson-nis.com/content/4796759513998696074	399	276	179	146
Content bcast://thomson-nis.com/content/9173372866985336455	404	285	185	152
Content bcast://thomson-nis.com/content/1522094649318171000	407	285	188	155
Content bcast://thomson-nis.com/content/6261223407793086085	447	310	228	184
Content bcast://thomson-nis.com/content/2908747025172274830	404	282	184	152
Content bcast://thomson-nis.com/content/2054365689998860671	419	290	200	161
Content bcast://thomson-nis.com/content/6091439252348985725	429	299	210	168
Content bcast://thomson-nis.com/content/4544072015150980752	421	293	202	163
Content bcast://thomson-nis.com/content/3278427328629055117	438	301	219	173
Content bcast://thomson-nis.com/content/5287131735662665352	444	305	225	173
Content bcast://thomson-nis.com/content/4496123897072181625	408	287	189	155
Content bcast://thomson-nis.com/content/5417660520547098252	437	303	218	174
Content bcast://thomson-nis.com/content/7054886170993237634	452	313	233	184
Content bcast://thomson-nis.com/content/6696468022571426172	401	279	181	149
Content bcast://thomson-nis.com/content/1809654104333607282	435	302	216	173
Content bcast://thomson-nis.com/content/6089195996059672199	433	301	214	173
Content bcast://thomson-nis.com/content/491472033522246010	420	289	201	162
Content bcast://thomson-nis.com/content/2613900482994889084	429	295	210	168
Content bcast://thomson-nis.com/content/6165380009157583229	432	300	213	171
Content bcast://thomson-nis.com/content/5369066882603032207	407	284	187	154
Content bcast://thomson-nis.com/content/8251310616822800786	442	307	223	179
Content bcast://thomson-nis.com/content/7592914532895416691	457	319	238	191

Content bcast://thomson-nis.com/content/7274179761409220989	405	281	185	152
Content bcast://thomson-nis.com/content/8179415437807591042	421	288	202	161
Content bcast://thomson-nis.com/content/1648719571757964938	399	280	179	149
Content bcast://thomson-nis.com/content/5189009015897464454	400	277	180	149
Content bcast://thomson-nis.com/content/7818593981140180614	424	299	205	168
Content bcast://thomson-nis.com/content/5875806515128033648	486	330	267	202
Content bcast://thomson-nis.com/content/5780962289928757626	414	290	195	160
Content bcast://thomson-nis.com/content/4709588826859889021	464	322	245	194
Content bcast://thomson-nis.com/content/8533064483774275208	427	300	208	171
Content bcast://thomson-nis.com/content/25064106706738825	495	337	276	210
Content bcast://thomson-nis.com/content/7347477687002078850	409	284	190	153
Content bcast://thomson-nis.com/content/6515739231269035659	429	298	210	166
Content bcast://thomson-nis.com/content/8598500770710675836	413	286	194	157
Content bcast://thomson-nis.com/content/2922053262517592433	419	292	200	160
Content bcast://thomson-nis.com/content/8737666774316490373	423	292	204	166
Content bcast://thomson-nis.com/content/5387575510754779515	411	285	192	155
Content bcast://thomson-nis.com/content/7756300359594548872	466	323	247	193
Content bcast://thomson-nis.com/content/1473417225986514562	415	288	196	158
Content bcast://thomson-nis.com/content/3740804639090663796	411	287	192	155
Content bcast://thomson-nis.com/content/4378495922634613115	414	285	195	158
Content bcast://thomson-nis.com/content/3518426733040755060	494	331	275	205
Content bcast://thomson-nis.com/content/5507278921598377609	431	297	212	169
Content bcast://thomson-nis.com/content/5405280668158402179	452	321	233	190
Content bcast://thomson-nis.com/content/7380534937882861197	441	306	222	178
Content bcast://thomson-nis.com/content/1691383963565810033	438	305	219	176
Content bcast://thomson-nis.com/content/3525247639323009397	424	292	205	165
Content bcast://thomson-nis.com/content/1020417188967866741	418	288	199	162
Content bcast://thomson-nis.com/content/5427760776093769347	409	285	190	156
Content bcast://thomson-nis.com/content/3131486343295787378	412	289	193	161
Content bcast://thomson-nis.com/content/1391653654399688333	496	338	277	209
Content bcast://thomson-nis.com/content/4080683282006417030	408	284	189	155
Content bcast://thomson-nis.com/content/4269460253610991986	444	310	225	181
Content bcast://thomson-nis.com/content/4544983351376617097	408	284	189	153

Content bcast://thomson-nis.com/content/4474702422100287118	396	275	176	144
Content bcast://thomson-nis.com/content/720838525672612216	403	279	183	150
Content bcast://thomson-nis.com/content/3674971938723324273	416	290	197	160
Content bcast://thomson-nis.com/content/5496961185253286263	424	291	205	163
Content bcast://thomson-nis.com/content/4374975849877610121	418	292	199	162
Content bcast://thomson-nis.com/content/4203556253325991561	410	285	191	155
Content bcast://thomson-nis.com/content/8113739614581285246	401	281	182	152
Content bcast://thomson-nis.com/content/6754120691435561336	452	313	233	187
Content bcast://thomson-nis.com/content/9083023166147534465	416	292	197	162
Content bcast://thomson-nis.com/content/5180947829599887735	428	296	209	165
Content bcast://thomson-nis.com/content/2586743452026921334	410	285	191	158
Content bcast://thomson-nis.com/content/7572355813774073475	411	289	192	158
Content bcast://thomson-nis.com/content/6609912272504611192	399	277	179	147
Content bcast://thomson-nis.com/content/8432525737530891919	495	347	276	221
Content bcast://thomson-nis.com/content/6303988306965044866	466	320	247	192
Content bcast://thomson-nis.com/content/5921972329153175171	436	302	217	172
Content bcast://thomson-nis.com/content/3813175921194442381	414	289	195	157
Content bcast://thomson-nis.com/content/7154305643629896053	457	316	238	188
Content bcast://thomson-nis.com/content/530234878707244686	481	323	262	194
Content bcast://thomson-nis.com/content/5544809784644869769	413	289	194	160
Content bcast://thomson-nis.com/content/949788174067032435	421	290	202	161
Content bcast://thomson-nis.com/content/3265148409901867389	430	301	211	170
Content bcast://thomson-nis.com/content/5048223110375808641	428	296	209	168
Content bcast://thomson-nis.com/content/5589598846068858502	409	285	190	155
Content bcast://thomson-nis.com/content/5066685035053179252	470	324	251	198
Content bcast://thomson-nis.com/content/265933199880625801	403	279	183	150
Content bcast://thomson-nis.com/content/797130102765904243	415	287	196	159
Content bcast://thomson-nis.com/content/4163258207275196047	415	291	196	162
Content bcast://thomson-nis.com/content/2213157370570088067	414	290	195	160
Content bcast://thomson-nis.com/content/3555027642012802704	420	291	201	166
Content bcast://thomson-nis.com/content/394309493185191560	489	335	270	208
Content bcast://thomson-nis.com/content/5732568861885194614	461	325	242	193
Content bcast://thomson-nis.com/content/6492485853126729357	452	313	233	184

262150.sgdu	44427	6173		
Content bcast://thomson-nis.com/content/7357823524483767945	453	317	234	188
Content bcast://thomson-nis.com/content/2943021070352785035	399	275	179	147
Content bcast://thomson-nis.com/content/6761848755774692997	443	307	224	181
Content bcast://thomson-nis.com/content/7594202232810234225	428	295	209	166
Content bcast://thomson-nis.com/content/430437022912355981	427	298	208	170
Content bcast://thomson-nis.com/content/6068396182409715334	411	288	192	158
Content bcast://thomson-nis.com/content/3786645572365181300	430	301	211	172
Content bcast://thomson-nis.com/content/3098877234432056971	423	294	204	167
Content bcast://thomson-nis.com/content/6401794204172689027	412	285	193	155
Content bcast://thomson-nis.com/content/2201275716373438847	408	287	189	155
Content bcast://thomson-nis.com/content/2732397333611405684	447	312	228	183
Content bcast://thomson-nis.com/content/2628389160865373834	440	309	221	179
Content bcast://thomson-nis.com/content/2788007913864437386	438	299	219	176
Content bcast://thomson-nis.com/content/5086437297589707126	452	313	233	186
Content bcast://thomson-nis.com/content/355667723128267124	416	290	197	160
Content bcast://thomson-nis.com/content/4960891147215036785	467	321	248	197
Content bcast://thomson-nis.com/content/4969851974542302853	425	296	206	168
Content bcast://thomson-nis.com/content/1931792498806612349	490	334	271	209
Content bcast://thomson-nis.com/content/6788966920749179251	408	284	189	154
Content bcast://thomson-nis.com/content/4503743418163388787	443	315	224	185
Content bcast://thomson-nis.com/content/1292545402848812673	420	289	201	164
Content bcast://thomson-nis.com/content/6948323179066433166	436	302	217	176
Content bcast://thomson-nis.com/content/26442854798844284	401	279	182	151
Content bcast://thomson-nis.com/content/2545124862446395764	433	303	214	171
Content bcast://thomson-nis.com/content/3304816466689138318	441	304	222	177
Content bcast://thomson-nis.com/content/2365880982237733242	422	294	203	164
Content bcast://thomson-nis.com/content/1411726144568418677	411	284	192	153
Content bcast://thomson-nis.com/content/125765584966000264	401	277	181	146
Content bcast://thomson-nis.com/content/6859787818443349635	425	295	206	165
Content bcast://thomson-nis.com/content/8737409535840231047	415	290	196	161
Content bcast://thomson-nis.com/content/8104498636796075656	424	294	205	163
Content bcast://thomson-nis.com/content/1676792818034417290	451	310	232	182

Content bcast://thomson-nis.com/content/8585439698688548490	402	279	182	149
Content bcast://thomson-nis.com/content/162459998002209142	392	272	172	141
Content bcast://thomson-nis.com/content/392057736321179274	439	300	220	176
Content bcast://thomson-nis.com/content/7917509138716942704	423	295	204	167
Content bcast://thomson-nis.com/content/6633478856842010996	455	312	236	185
Content bcast://thomson-nis.com/content/3594318492462882434	469	326	250	195
Content bcast://thomson-nis.com/content/65071816428872054	456	316	237	184
Content bcast://thomson-nis.com/content/8350197571018169990	412	290	193	160
Content bcast://thomson-nis.com/content/6284278835187687051	417	288	198	159
Content bcast://thomson-nis.com/content/7855719119266636153	482	342	263	214
Content bcast://thomson-nis.com/content/3697456398294982282	412	286	193	161
Content bcast://thomson-nis.com/content/2776744615533747856	490	335	271	214
Content bcast://thomson-nis.com/content/4023210666761264773	426	291	207	166
Content bcast://thomson-nis.com/content/8554192261126954634	421	296	202	168
Content bcast://thomson-nis.com/content/911359388812189327	404	281	184	151
Content bcast://thomson-nis.com/content/2151837756578455931	418	292	199	163
Content bcast://thomson-nis.com/content/6918433323998110064	492	333	273	207
Content bcast://thomson-nis.com/content/8761911954896723597	419	289	200	163
Content bcast://thomson-nis.com/content/6274527291496325492	437	305	218	178
Content bcast://thomson-nis.com/content/6671002024141528706	393	270	173	139
Content bcast://thomson-nis.com/content/3684983112353309048	424	298	205	168
Content bcast://thomson-nis.com/content/5692030057982074509	408	284	188	153
Content bcast://thomson-nis.com/content/7682491969383046791	449	314	230	185
Content bcast://thomson-nis.com/content/2124408786295594628	463	321	244	192
Content bcast://thomson-nis.com/content/7983968320193945969	417	288	198	159
Content bcast://thomson-nis.com/content/9157120710737272453	427	299	208	169
Content bcast://thomson-nis.com/content/6690363705812705662	425	295	206	167
Content bcast://thomson-nis.com/content/5779906660816264834	407	283	188	153
Content bcast://thomson-nis.com/content/7413896177124499833	421	295	202	165
Content bcast://thomson-nis.com/content/1007802802134457990	484	329	265	201
Content bcast://thomson-nis.com/content/1984477265733230224	429	299	210	170
Content bcast://thomson-nis.com/content/1608567566645715321	447	318	228	188
Content bcast://thomson-nis.com/content/4834074919176364402	419	293	200	163

Content bcast://thomson-nis.com/content/2033953145794469507	422	292	203	163
Content bcast://thomson-nis.com/content/1322563113964150405	409	285	190	154
Content bcast://thomson-nis.com/content/3804475940950384263	510	354	291	228
Content bcast://thomson-nis.com/content/1062945298837282441	436	301	217	171
Content bcast://thomson-nis.com/content/372188400731677053	417	290	198	161
Content bcast://thomson-nis.com/content/1316468545946771835	411	285	192	154
Content bcast://thomson-nis.com/content/6417188680387125631	421	293	202	162
Content bcast://thomson-nis.com/content/5340595312469614221	412	285	193	155
Content bcast://thomson-nis.com/content/6821860731778899600	462	317	243	194
Content bcast://thomson-nis.com/content/3032710377019154062	438	304	219	174
Content bcast://thomson-nis.com/content/8106532471314456204	427	300	208	169
Content bcast://thomson-nis.com/content/6102028528577012114	423	292	204	163
Content bcast://thomson-nis.com/content/8813485028833894026	427	299	208	168
Content bcast://thomson-nis.com/content/8421833244648808066	402	281	182	151
Content bcast://thomson-nis.com/content/428917131936129395	406	283	186	152
Content bcast://thomson-nis.com/content/7568350005151276675	406	283	187	152
Content bcast://thomson-nis.com/content/1895160933192425840	399	277	179	148
Content bcast://thomson-nis.com/content/2167541897308806800	401	280	182	150
Content bcast://thomson-nis.com/content/5267891218479455877	431	300	212	171
Content bcast://thomson-nis.com/content/3193870253643915641	488	330	269	204
Content bcast://thomson-nis.com/content/4778139318107627900	400	279	180	152
Content bcast://thomson-nis.com/content/6350609352329404040	444	310	225	181
Content bcast://thomson-nis.com/content/3781100846895456633	403	280	184	151
Content bcast://thomson-nis.com/content/1331223065113009806	420	291	201	162
Content bcast://thomson-nis.com/content/3121097578450394763	402	276	182	148
Content bcast://thomson-nis.com/content/1488186738049162884	431	297	212	170
Content bcast://thomson-nis.com/content/3972139721745636996	441	303	222	175
Content bcast://thomson-nis.com/content/5971718679650492785	436	310	217	179
Content bcast://thomson-nis.com/content/8849938528564535668	499	339	280	215
Content bcast://thomson-nis.com/content/6856291813014233470	415	291	196	160
Content bcast://thomson-nis.com/content/5143950904002732414	465	323	246	194
Content bcast://thomson-nis.com/content/1739775339449425545	426	293	207	168
Content bcast://thomson-nis.com/content/505812646690168451	427	295	208	168

Content bcast://thomson-nis.com/content/8605733457816854147	449	311	230	184
Content bcast://thomson-nis.com/content/7340375167469740413	393	273	173	144
262151.sgdu	44472	6091		
Content bcast://thomson-nis.com/content/9204561927351443078	425	291	206	167
Content bcast://thomson-nis.com/content/6861546371327860364	449	317	230	186
Content bcast://thomson-nis.com/content/6036240337790181002	428	296	209	165
Content bcast://thomson-nis.com/content/3776116074326400650	412	286	193	157
Content bcast://thomson-nis.com/content/6184777637078900356	413	285	194	155
Content bcast://thomson-nis.com/content/1272897760586228082	413	285	194	156
Content bcast://thomson-nis.com/content/5548170058848657785	426	299	207	170
Content bcast://thomson-nis.com/content/7250684559428280696	442	305	223	174
Content bcast://thomson-nis.com/content/6563537411205111426	403	280	184	150
Content bcast://thomson-nis.com/content/1259140040573722252	432	296	213	171
Content bcast://thomson-nis.com/content/1488629410904007027	423	293	204	164
Content bcast://thomson-nis.com/content/1585108310080495243	420	293	201	161
Content bcast://thomson-nis.com/content/3183101370473505151	466	323	247	191
Content bcast://thomson-nis.com/content/3378161799296589446	401	281	182	151
Content bcast://thomson-nis.com/content/1204439237473198461	428	302	209	170
Content bcast://thomson-nis.com/content/8019079828162601331	453	308	234	185
Content bcast://thomson-nis.com/content/1663695748222542193	407	284	188	154
Content bcast://thomson-nis.com/content/285551767840743800	410	287	191	157
Content bcast://thomson-nis.com/content/3358233653554323087	504	343	285	219
Content bcast://thomson-nis.com/content/3654118911262989962	427	300	208	173
Content bcast://thomson-nis.com/content/8685446052836401534	432	301	213	171
Content bcast://thomson-nis.com/content/3981684203394818430	413	284	194	154
Content bcast://thomson-nis.com/content/1865337625181806961	406	283	186	152
Content bcast://thomson-nis.com/content/5749328108576448132	443	310	224	181
Content bcast://thomson-nis.com/content/81218879122170232	413	288	194	160
Content bcast://thomson-nis.com/content/4555915202786107009	457	319	238	193
Content bcast://thomson-nis.com/content/7154677029451981182	416	291	197	162
Content bcast://thomson-nis.com/content/3528278541909221755	406	286	187	154
Content bcast://thomson-nis.com/content/3106762609703919246	472	327	253	197
Content bcast://thomson-nis.com/content/3022238842190160249	421	290	202	164

Content bcast://thomson-nis.com/content/5002542190402870923	435	302	216	172
Content bcast://thomson-nis.com/content/3679440449302306439	415	289	196	161
Content bcast://thomson-nis.com/content/4631425306284924552	419	293	200	163
Content bcast://thomson-nis.com/content/323173302776241795	424	293	205	164
Content bcast://thomson-nis.com/content/1642793499602575737	454	315	235	184
Content bcast://thomson-nis.com/content/2570656622789402252	418	292	199	160
Content bcast://thomson-nis.com/content/8859168262959784309	404	280	184	151
Content bcast://thomson-nis.com/content/162233508031241862	489	345	270	214
Content bcast://thomson-nis.com/content/4939943823747718789	411	288	192	160
Content bcast://thomson-nis.com/content/1173329170980019849	464	317	245	190
Content bcast://thomson-nis.com/content/8961612837350678147	425	297	206	169
Content bcast://thomson-nis.com/content/20895475039330680	411	286	192	157
Content bcast://thomson-nis.com/content/4508749528964391286	410	286	191	157
Content bcast://thomson-nis.com/content/70476023453573497	406	283	186	153
Content bcast://thomson-nis.com/content/3939266479314297202	405	281	185	152
Content bcast://thomson-nis.com/content/8576112421291040390	439	306	220	178
Content bcast://thomson-nis.com/content/7813963090732638587	445	310	226	182
Content bcast://thomson-nis.com/content/1366344665420390771	448	308	229	181
Content bcast://thomson-nis.com/content/596621341258539384	423	295	204	169
Content bcast://thomson-nis.com/content/7908504504392097412	417	290	198	162
Content bcast://thomson-nis.com/content/5407542763008695945	405	283	185	152
Content bcast://thomson-nis.com/content/8724366488961425026	407	283	188	153
Content bcast://thomson-nis.com/content/4660461685258183026	495	338	276	209
Content bcast://thomson-nis.com/content/8034305753514893694	455	319	236	191
Content bcast://thomson-nis.com/content/2819300701151289720	458	317	239	188
Content bcast://thomson-nis.com/content/5192630857904546165	411	290	192	157
Content bcast://thomson-nis.com/content/8816789215059763574	467	328	248	199
Content bcast://thomson-nis.com/content/4892509594210918777	402	281	182	149
Content bcast://thomson-nis.com/content/2922799428020346502	449	312	230	182
Content bcast://thomson-nis.com/content/3145249548815950197	422	294	203	164
Content bcast://thomson-nis.com/content/4669201390489181832	421	294	202	166
Content bcast://thomson-nis.com/content/3788909940087594638	429	302	210	170
Content bcast://thomson-nis.com/content/5476808739138953598	412	287	193	157

Content bcast://thomson-nis.com/content/4592402908470713988	428	300	209	169
Content bcast://thomson-nis.com/content/5777838130717647221	411	287	192	157
Content bcast://thomson-nis.com/content/680807992494268037	437	304	218	180
Content bcast://thomson-nis.com/content/8100388494827724427	406	280	186	151
Content bcast://thomson-nis.com/content/2096897849188016502	434	300	215	172
Content bcast://thomson-nis.com/content/6438730776889400964	451	314	232	185
Content bcast://thomson-nis.com/content/6377158538050805390	483	326	264	198
Content bcast://thomson-nis.com/content/6640176244994219630	399	277	179	147
Content bcast://thomson-nis.com/content/8142567740849135246	403	280	183	150
Content bcast://thomson-nis.com/content/4328837845765710195	464	320	245	193
Content bcast://thomson-nis.com/content/4988971773079723656	400	277	180	149
Content bcast://thomson-nis.com/content/8054362662376694133	419	292	200	163
Content bcast://thomson-nis.com/content/1187071988290428557	442	313	223	182
Content bcast://thomson-nis.com/content/6250604466225946248	449	310	230	183
Content bcast://thomson-nis.com/content/7746598092897394312	400	278	180	147
Content bcast://thomson-nis.com/content/84417646210179443	419	289	200	161
Content bcast://thomson-nis.com/content/6290977562535272079	438	305	219	176
Content bcast://thomson-nis.com/content/4357223332704034445	421	286	202	159
Content bcast://thomson-nis.com/content/4213613163228291452	460	320	241	191
Content bcast://thomson-nis.com/content/1228116524592652656	400	278	180	148
Content bcast://thomson-nis.com/content/1341673661142015631	487	329	268	203
Content bcast://thomson-nis.com/content/182406247866048139	420	293	201	162
Content bcast://thomson-nis.com/content/7491866932646125193	431	301	212	173
Content bcast://thomson-nis.com/content/8832087167013609849	416	290	197	159
Content bcast://thomson-nis.com/content/7839812806670147957	446	308	227	181
Content bcast://thomson-nis.com/content/1261841673787154057	430	299	211	169
Content bcast://thomson-nis.com/content/6338263854549688690	401	279	181	147
Content bcast://thomson-nis.com/content/4027854170653335184	464	319	245	191
Content bcast://thomson-nis.com/content/3016937715214982787	414	286	195	157
Content bcast://thomson-nis.com/content/766161412876788095	407	285	188	156
Content bcast://thomson-nis.com/content/7465669783919140481	477	329	258	201
Content bcast://thomson-nis.com/content/4217211857030487684	422	290	203	165
Content bcast://thomson-nis.com/content/14704654178721423	395	276	175	147

Content bcast://thomson-nis.com/content/7867222377420153201	423	291	204	162
Content bcast://thomson-nis.com/content/7319081501300220285	484	326	265	200
Content bcast://thomson-nis.com/content/6120572828100992651	430	302	211	172
Content bcast://thomson-nis.com/content/7126541841991605891	496	337	277	210
262152.sgdu	44306	6019		
Content bcast://thomson-nis.com/content/4128721297211268737	472	326	253	199
Content bcast://thomson-nis.com/content/8923080804542586501	465	323	246	195
Content bcast://thomson-nis.com/content/6742399064259813748	474	328	255	203
Content bcast://thomson-nis.com/content/84536647703469699	425	294	206	167
Content bcast://thomson-nis.com/content/5997923155591684473	403	279	183	150
Content bcast://thomson-nis.com/content/7377550961274904958	434	305	215	174
Content bcast://thomson-nis.com/content/2807886481964786032	442	309	223	183
Content bcast://thomson-nis.com/content/6676862540542239099	461	323	242	194
Content bcast://thomson-nis.com/content/5499171165804830345	425	296	206	170
Content bcast://thomson-nis.com/content/7016794268419350902	401	278	181	147
Content bcast://thomson-nis.com/content/6907556774587523444	433	298	214	170
Content bcast://thomson-nis.com/content/6356675726512611703	422	294	203	163
Content bcast://thomson-nis.com/content/1780073703327800967	444	304	225	179
Content bcast://thomson-nis.com/content/1660298945321901706	417	287	198	161
Content bcast://thomson-nis.com/content/2459669367036699026	409	286	190	158
Content bcast://thomson-nis.com/content/598636227215629963	427	295	208	168
Content bcast://thomson-nis.com/content/1341023140265976177	398	276	178	144
Content bcast://thomson-nis.com/content/1991051606532955791	409	287	190	158
Content bcast://thomson-nis.com/content/6764905732272939377	412	284	193	157
Content bcast://thomson-nis.com/content/3606323423436988786	426	292	207	165
Content bcast://thomson-nis.com/content/5557062063619972740	405	279	186	150
Content bcast://thomson-nis.com/content/7670727968059956868	440	309	221	182
Content bcast://thomson-nis.com/content/6609054826068057737	443	304	224	176
Content bcast://thomson-nis.com/content/6366823634721431933	426	297	207	171
Content bcast://thomson-nis.com/content/7217785243919326863	413	289	194	159
Content bcast://thomson-nis.com/content/944700600621326716	418	290	199	163
Content bcast://thomson-nis.com/content/5780906433879073139	402	280	182	147
Content bcast://thomson-nis.com/content/283813831633673865	429	294	210	164

Content bcast://thomson-nis.com/content/1657770163067297413	489	331	270	204
Content bcast://thomson-nis.com/content/2615664615876337284	394	275	174	142
Content bcast://thomson-nis.com/content/1558482604387328375	406	281	186	152
Content bcast://thomson-nis.com/content/343797945350611317	436	302	217	173
Content bcast://thomson-nis.com/content/127821199263538819	427	296	208	166
Content bcast://thomson-nis.com/content/8381270945605738873	401	278	181	149
Content bcast://thomson-nis.com/content/7685384329209192072	418	294	199	164
Content bcast://thomson-nis.com/content/3910492908555460983	419	292	200	162
Content bcast://thomson-nis.com/content/8401523718695558788	421	293	202	163
Content bcast://thomson-nis.com/content/7174358223164662134	403	281	184	149
Content bcast://thomson-nis.com/content/519340379793908092	462	321	243	191
Content bcast://thomson-nis.com/content/5791533480883920514	463	324	244	193
Content bcast://thomson-nis.com/content/8405377610030128780	402	280	182	147
Content bcast://thomson-nis.com/content/5844903997800046972	456	323	237	195
Content bcast://thomson-nis.com/content/2634950509389028997	448	313	229	184
Content bcast://thomson-nis.com/content/1151310565036122486	423	294	204	165
Content bcast://thomson-nis.com/content/2389160770133942651	407	281	188	152
Content bcast://thomson-nis.com/content/5792299114639007369	431	296	212	169
Content bcast://thomson-nis.com/content/3174403417454010742	425	292	206	166
Content bcast://thomson-nis.com/content/4721768641981193861	409	288	190	156
Content bcast://thomson-nis.com/content/2429319634308963971	431	301	212	172
Content bcast://thomson-nis.com/content/956879628929196404	462	318	243	192
Content bcast://thomson-nis.com/content/5364953205042176381	438	305	219	180
Content bcast://thomson-nis.com/content/3289770177509581171	437	304	218	175
Content bcast://thomson-nis.com/content/5226164613931983229	438	305	219	178
Content bcast://thomson-nis.com/content/2362769106633089395	420	292	201	162
Content bcast://thomson-nis.com/content/5311145558405144946	454	312	235	185
Content bcast://thomson-nis.com/content/2907682947024690823	439	307	220	177
Content bcast://thomson-nis.com/content/1065383856713899651	465	327	246	199
Content bcast://thomson-nis.com/content/9088883459209945466	435	302	216	170
Content bcast://thomson-nis.com/content/2106625353947422343	474	330	255	206
Content bcast://thomson-nis.com/content/2478252754223620475	421	293	202	164
Content bcast://thomson-nis.com/content/8897569957229764237	479	331	260	202

Content bcast://thomson-nis.com/content/5492831475413934449	436	306	217	175
Content bcast://thomson-nis.com/content/2040969626873094515	423	291	204	167
Content bcast://thomson-nis.com/content/6639905533205552778	423	287	204	161
Content bcast://thomson-nis.com/content/1554779183771426447	425	292	206	165
Content bcast://thomson-nis.com/content/8439853050522115726	420	289	201	162
Content bcast://thomson-nis.com/content/3729196205778002303	411	286	192	158
Content bcast://thomson-nis.com/content/4151467736068660870	437	302	218	174
Content bcast://thomson-nis.com/content/8277076444293504651	430	299	211	170
Content bcast://thomson-nis.com/content/9049977442124554614	462	319	243	191
Content bcast://thomson-nis.com/content/7257143077844935025	418	293	199	164
Content bcast://thomson-nis.com/content/2699113807508020872	434	297	215	171
Content bcast://thomson-nis.com/content/3129988177098563967	397	277	177	144
Content bcast://thomson-nis.com/content/814950979473383052	421	298	202	166
Content bcast://thomson-nis.com/content/8474835669982765425	417	295	198	165
Content bcast://thomson-nis.com/content/9147374042668211851	437	298	218	174
Content bcast://thomson-nis.com/content/506203432045109631	453	316	234	185
Content bcast://thomson-nis.com/content/1865628184848768622	428	299	209	169
Content bcast://thomson-nis.com/content/3255232933272624779	440	302	221	174
Content bcast://thomson-nis.com/content/7986258114122751627	417	289	198	159
Content bcast://thomson-nis.com/content/1888677487620005509	439	310	220	178
Content bcast://thomson-nis.com/content/1160645771777678991	408	282	189	150
Content bcast://thomson-nis.com/content/5459613369417982327	409	283	190	155
Content bcast://thomson-nis.com/content/482608823880523405	403	275	183	145
Content bcast://thomson-nis.com/content/6888222665771966837	442	304	223	177
Content bcast://thomson-nis.com/content/227787074179047044	416	287	197	160
Content bcast://thomson-nis.com/content/690859671960821389	492	335	273	206
Content bcast://thomson-nis.com/content/7828486299305763197	407	284	188	154
Content bcast://thomson-nis.com/content/388034206663319174	423	295	204	167
Content bcast://thomson-nis.com/content/4300621946445488507	411	284	192	156
Content bcast://thomson-nis.com/content/7045053453254401670	417	289	198	160
Content bcast://thomson-nis.com/content/4089895561654574726	426	292	207	168
Content bcast://thomson-nis.com/content/4650693272604122764	408	284	189	155
Content bcast://thomson-nis.com/content/5497472489059393164	397	280	177	147

Content bcast://thomson-nis.com/content/5063432813636624008	456	321	237	188
Content bcast://thomson-nis.com/content/3200920412395528562	413	285	194	158
Content bcast://thomson-nis.com/content/4193823057734918518	435	306	216	178
Content bcast://thomson-nis.com/content/6949024232858837371	414	290	195	157
Content bcast://thomson-nis.com/content/7092203581920633210	401	280	181	147
Content bcast://thomson-nis.com/content/5883538711225704067	443	315	224	184
262153.sgdu	44595	6114		
Content bcast://thomson-nis.com/content/1754640851786654072	438	302	219	174
Content bcast://thomson-nis.com/content/6627055373308010114	401	281	181	146
Content bcast://thomson-nis.com/content/5944276605422411403	411	285	192	156
Content bcast://thomson-nis.com/content/5799489027331464834	411	287	192	157
Content bcast://thomson-nis.com/content/7137440153167061364	451	306	232	182
Content bcast://thomson-nis.com/content/7679700945015283336	413	288	194	158
Content bcast://thomson-nis.com/content/3346666506927858034	426	293	207	168
Content bcast://thomson-nis.com/content/8492072989483736708	417	289	198	161
Content bcast://thomson-nis.com/content/9134327946362625678	441	310	222	182
Content bcast://thomson-nis.com/content/93525047051936116	419	292	200	161
Content bcast://thomson-nis.com/content/6011942277572599439	456	318	237	186
Content bcast://thomson-nis.com/content/122152027116412558	432	307	213	176
Content bcast://thomson-nis.com/content/5191067366089170567	421	293	202	163
Content bcast://thomson-nis.com/content/866607667833872007	425	292	206	162
Content bcast://thomson-nis.com/content/5910446349788242302	412	286	193	158
Content bcast://thomson-nis.com/content/3792472112948453002	456	319	237	186
Content bcast://thomson-nis.com/content/425420166103178889	457	314	238	185
Content bcast://thomson-nis.com/content/4796959705884909951	416	289	197	159
Content bcast://thomson-nis.com/content/4911502562364088722	421	294	202	164
Content bcast://thomson-nis.com/content/6916392712021336438	496	339	277	210
Content bcast://thomson-nis.com/content/9178515768199749252	414	287	195	157
Content bcast://thomson-nis.com/content/3892524771973144193	417	293	198	162
Content bcast://thomson-nis.com/content/4880604370902589065	404	279	185	151
Content bcast://thomson-nis.com/content/92174563305185655	447	308	228	181
Content bcast://thomson-nis.com/content/2781459049976291699	420	292	201	162
Content bcast://thomson-nis.com/content/8071571798302269066	445	310	226	181

Content bcast://thomson-nis.com/content/4297241008319619451	480	330	261	203
Content bcast://thomson-nis.com/content/4373839384351219339	475	330	256	206
Content bcast://thomson-nis.com/content/3034740522160627334	491	334	272	207
Content bcast://thomson-nis.com/content/660186518771342987	430	302	211	172
Content bcast://thomson-nis.com/content/7813411114420658554	419	289	200	158
Content bcast://thomson-nis.com/content/8519266141126663814	413	285	194	156
Content bcast://thomson-nis.com/content/5198155882359284091	407	285	187	154
Content bcast://thomson-nis.com/content/3311478355267805566	477	336	258	211
Content bcast://thomson-nis.com/content/8046210703614156419	401	279	181	148
Content bcast://thomson-nis.com/content/6382638352845365630	418	288	199	162
Content bcast://thomson-nis.com/content/6891595009668276603	412	285	193	156
Content bcast://thomson-nis.com/content/7609527565180592499	397	278	177	147
Content bcast://thomson-nis.com/content/4694344270773886599	410	284	191	157
Content bcast://thomson-nis.com/content/3679833335730675334	449	310	230	182
Content bcast://thomson-nis.com/content/5555402140364447365	433	301	214	172
Content bcast://thomson-nis.com/content/47637410303041918	426	301	207	171
Content bcast://thomson-nis.com/content/6432733352442323312	441	312	222	181
Content bcast://thomson-nis.com/content/7595628721132674692	421	292	202	163
Content bcast://thomson-nis.com/content/4687209402382294672	439	301	220	172
Content bcast://thomson-nis.com/content/8816523459663356273	412	290	193	159
Content bcast://thomson-nis.com/content/6079401244997312889	431	301	212	173
Content bcast://thomson-nis.com/content/3472706535591895411	436	299	217	175
Content bcast://thomson-nis.com/content/4489352619137032567	431	303	212	173
Content bcast://thomson-nis.com/content/4399098044069322376	464	321	245	194
Content bcast://thomson-nis.com/content/4766500192958669181	409	285	190	154
Content bcast://thomson-nis.com/content/8773719734821461641	410	287	191	157
Content bcast://thomson-nis.com/content/7927453620094755185	433	307	214	178
Content bcast://thomson-nis.com/content/8100674737218133639	410	286	191	158
Content bcast://thomson-nis.com/content/8594127750974005616	409	285	190	156
Content bcast://thomson-nis.com/content/2531269800460673407	465	323	246	195
Content bcast://thomson-nis.com/content/6278800316638830223	431	300	212	172
Content bcast://thomson-nis.com/content/7014373745944829580	451	318	232	185
Content bcast://thomson-nis.com/content/8428508130632932996	453	316	234	185

Content bcast://thomson-nis.com/content/4621940488652579192	443	316	224	186
Content bcast://thomson-nis.com/content/4949741928345116293	449	314	230	185
Content bcast://thomson-nis.com/content/200729497473785475	404	279	184	149
Content bcast://thomson-nis.com/content/8246448899361742478	481	337	262	210
Content bcast://thomson-nis.com/content/3907041847332970125	453	313	234	184
Content bcast://thomson-nis.com/content/5711654644025794190	416	289	197	160
Content bcast://thomson-nis.com/content/7600001066559479439	426	297	207	167
Content bcast://thomson-nis.com/content/9034858096385712498	428	299	209	170
Content bcast://thomson-nis.com/content/4263435561250972016	454	315	235	184
Content bcast://thomson-nis.com/content/5811183523198803600	437	299	218	175
Content bcast://thomson-nis.com/content/6456713152122723979	415	289	196	160
Content bcast://thomson-nis.com/content/4298975694905286277	398	277	178	149
Content bcast://thomson-nis.com/content/5876353656141258376	412	286	193	159
Content bcast://thomson-nis.com/content/8465270525245922948	399	277	179	144
Content bcast://thomson-nis.com/content/1345707266793152141	496	336	277	210
Content bcast://thomson-nis.com/content/3523434356504665732	417	291	198	160
Content bcast://thomson-nis.com/content/2279611856813416827	454	317	235	191
Content bcast://thomson-nis.com/content/6221247144987074190	410	285	191	156
Content bcast://thomson-nis.com/content/7007127414561971842	425	296	206	167
Content bcast://thomson-nis.com/content/2203874764293005681	441	310	222	182
Content bcast://thomson-nis.com/content/303641530141368695	415	289	196	159
Content bcast://thomson-nis.com/content/4823188758463389320	411	286	192	155
Content bcast://thomson-nis.com/content/9104950971353407118	466	320	247	194
Content bcast://thomson-nis.com/content/5445571494369173128	416	289	197	158
Content bcast://thomson-nis.com/content/6253865583354191502	461	319	242	195
Content bcast://thomson-nis.com/content/1443387527617453700	442	311	223	183
Content bcast://thomson-nis.com/content/5563783604999414132	415	286	196	158
Content bcast://thomson-nis.com/content/5828154352029539977	429	295	210	168
Content bcast://thomson-nis.com/content/688727447497204087	405	282	185	150
Content bcast://thomson-nis.com/content/5848340469853053301	424	292	205	162
Content bcast://thomson-nis.com/content/6194463148274213234	460	321	241	192
Content bcast://thomson-nis.com/content/4244104115315138932	468	327	249	200
Content bcast://thomson-nis.com/content/5568741672296243580	410	285	191	154

Content bcast://thomson-nis.com/content/8335287239862787725	446	313	227	186
Content bcast://thomson-nis.com/content/6361787587998376316	418	295	199	167
Content bcast://thomson-nis.com/content/425774273271832196	432	300	213	171
Content bcast://thomson-nis.com/content/4348630193232011639	451	315	232	185
Content bcast://thomson-nis.com/content/3558105054799863438	447	310	228	183
Content bcast://thomson-nis.com/content/9157018309292581246	412	285	193	157
Content bcast://thomson-nis.com/content/4893713418543832717	408	284	189	153
Content bcast://thomson-nis.com/content/3301753094150168204	441	306	222	177
262154.sgdu	44556	6026		
Content bcast://thomson-nis.com/content/7498368215217725819	485	331	266	204
Content bcast://thomson-nis.com/content/6207013799461789322	412	287	193	156
Content bcast://thomson-nis.com/content/5104845854672297603	422	296	203	166
Content bcast://thomson-nis.com/content/48645899523333775	426	295	207	170
Content bcast://thomson-nis.com/content/7014017877839584899	446	307	227	179
Content bcast://thomson-nis.com/content/2938994993779318411	427	296	208	170
Content bcast://thomson-nis.com/content/5657570684128321908	408	284	189	154
Content bcast://thomson-nis.com/content/4988774457152758142	416	289	197	160
Content bcast://thomson-nis.com/content/2686660695027736954	406	284	186	156
Content bcast://thomson-nis.com/content/4571468572150079118	465	324	246	196
Content bcast://thomson-nis.com/content/5697299977724879220	443	308	224	180
Content bcast://thomson-nis.com/content/7569783549270564489	409	284	190	156
Content bcast://thomson-nis.com/content/7769004055977910653	423	294	204	167
Content bcast://thomson-nis.com/content/7020903508444569969	473	329	254	202
Content bcast://thomson-nis.com/content/6932521727262056830	403	277	183	148
Content bcast://thomson-nis.com/content/627964394216496781	412	286	193	155
Content bcast://thomson-nis.com/content/971776314973479286	470	325	251	199
Content bcast://thomson-nis.com/content/6044913804366700922	428	297	209	169
Content bcast://thomson-nis.com/content/2976415385971990152	403	280	183	150
Content bcast://thomson-nis.com/content/2228939498482179719	428	302	209	172
Content bcast://thomson-nis.com/content/3080303304763121282	431	299	212	168
Content bcast://thomson-nis.com/content/8672166331784749436	425	296	206	168
Content bcast://thomson-nis.com/content/6109550649234300554	419	293	200	162
Content bcast://thomson-nis.com/content/6824910565746532724	439	303	220	176

Content bcast://thomson-nis.com/content/7516742279417962118	410	291	191	160
Content bcast://thomson-nis.com/content/1428387964221529736	426	295	207	166
Content bcast://thomson-nis.com/content/3305529907167224184	405	281	186	151
Content bcast://thomson-nis.com/content/847567540939792011	445	310	226	183
Content bcast://thomson-nis.com/content/7034777408991272582	467	322	248	197
Content bcast://thomson-nis.com/content/3229927183533088395	426	297	207	168
Content bcast://thomson-nis.com/content/5622318314951679625	515	360	296	232
Content bcast://thomson-nis.com/content/4193843841081663865	462	324	243	201
Content bcast://thomson-nis.com/content/659949891008717181	432	300	213	172
Content bcast://thomson-nis.com/content/5998847612942410102	445	307	226	177
Content bcast://thomson-nis.com/content/7318485171695394443	416	290	197	160
Content bcast://thomson-nis.com/content/7596089995490877821	423	294	204	166
Content bcast://thomson-nis.com/content/5636068369281982084	432	303	213	173
Content bcast://thomson-nis.com/content/8024089482311623026	398	279	178	148
Content bcast://thomson-nis.com/content/7251384248255504766	459	319	240	191
Content bcast://thomson-nis.com/content/305212140386393730	446	307	227	179
Content bcast://thomson-nis.com/content/2841648052481957507	397	275	177	143
Content bcast://thomson-nis.com/content/2625593578702889342	442	302	223	175
Content bcast://thomson-nis.com/content/466825974413926022	398	275	178	146
Content bcast://thomson-nis.com/content/6871252446826586483	471	331	252	199
Content bcast://thomson-nis.com/content/1814724885291605647	442	303	223	178
Content bcast://thomson-nis.com/content/6004254929523433846	416	284	197	157
Content bcast://thomson-nis.com/content/8456812523459321476	405	282	186	152
Content bcast://thomson-nis.com/content/3356718920833819000	425	293	206	167
Content bcast://thomson-nis.com/content/9207706396628476283	415	291	196	160
Content bcast://thomson-nis.com/content/6695526613819203202	409	287	190	154
Content bcast://thomson-nis.com/content/990243983690964610	428	297	209	170
Content bcast://thomson-nis.com/content/3125390302939046265	439	304	220	177
Content bcast://thomson-nis.com/content/65179762676342406	450	311	231	182
Content bcast://thomson-nis.com/content/8873242557256163709	459	321	240	190
Content bcast://thomson-nis.com/content/3207534103685620081	442	312	223	184
Content bcast://thomson-nis.com/content/8063856323346701953	411	290	192	160
Content bcast://thomson-nis.com/content/4227357745770258812	453	316	234	187

Content bcast://thomson-nis.com/content/6839547879550230158	447	318	228	187
Content bcast://thomson-nis.com/content/5858443024041647752	401	278	181	149
Content bcast://thomson-nis.com/content/2555979696502333818	437	302	218	176
Content bcast://thomson-nis.com/content/4838624638162559344	429	298	210	168
Content bcast://thomson-nis.com/content/4345185604525235851	436	303	217	178
Content bcast://thomson-nis.com/content/4951365803105706363	428	300	209	171
Content bcast://thomson-nis.com/content/3652377173175443080	465	325	246	193
Content bcast://thomson-nis.com/content/255222173380239735	436	301	217	172
Content bcast://thomson-nis.com/content/612997773219733134	446	311	227	181
Content bcast://thomson-nis.com/content/8471524306032124276	449	311	230	185
Content bcast://thomson-nis.com/content/7938146452279255411	410	285	191	153
Content bcast://thomson-nis.com/content/2143940028980650362	404	280	185	149
Content bcast://thomson-nis.com/content/6026600361003720328	485	330	266	203
Content bcast://thomson-nis.com/content/6402446850223120002	418	288	199	159
Content bcast://thomson-nis.com/content/1457448661299618160	445	314	226	186
Content bcast://thomson-nis.com/content/6138995029460262542	446	309	227	182
Content bcast://thomson-nis.com/content/5311479020500426371	407	282	188	153
Content bcast://thomson-nis.com/content/5972682810448551562	432	298	213	170
Content bcast://thomson-nis.com/content/6152634836275043972	404	282	184	150
Content bcast://thomson-nis.com/content/5257784241308966535	398	276	178	145
Content bcast://thomson-nis.com/content/8792233834761544053	424	292	205	167
Content bcast://thomson-nis.com/content/6165180022595379571	430	296	211	167
Content bcast://thomson-nis.com/content/9029665004183478653	399	277	179	146
Content bcast://thomson-nis.com/content/6841925543380524681	423	293	204	164
Content bcast://thomson-nis.com/content/3302464623367807359	451	315	232	186
Content bcast://thomson-nis.com/content/6290707021710877055	430	300	211	172
Content bcast://thomson-nis.com/content/9010859202115133819	445	307	226	178
Content bcast://thomson-nis.com/content/2563421053760168312	415	290	196	160
Content bcast://thomson-nis.com/content/7574548257139728005	417	290	198	160
Content bcast://thomson-nis.com/content/7274593512788713847	428	298	209	169
Content bcast://thomson-nis.com/content/4265492618657522035	417	298	198	167
Content bcast://thomson-nis.com/content/5005586363603607926	415	290	196	161
Content bcast://thomson-nis.com/content/8003750309033549450	419	286	200	161

Content bcast://thomson-nis.com/content/8771445042832088706	402	282	182	153
Content bcast://thomson-nis.com/content/5508002911350562448	427	296	208	164
Content bcast://thomson-nis.com/content/1349947391651749513	419	288	200	162
Content bcast://thomson-nis.com/content/6130816462540906113	409	288	190	159
Content bcast://thomson-nis.com/content/1832095033577300349	438	299	219	173
Content bcast://thomson-nis.com/content/6935530558011335031	520	355	301	226
Content bcast://thomson-nis.com/content/6884067632805437822	403	278	184	149
Content bcast://thomson-nis.com/content/8050352326858367345	460	323	241	194
Content bcast://thomson-nis.com/content/5628476214887965042	450	311	231	181
Content bcast://thomson-nis.com/content/5783756965853142663	455	317	236	190
262158.sgdu	2812	755		
SDP 0	623	420	623	623
SDP 1	653	434	653	653
SDP 2	652	434	652	652
SDP 3	623	420	623	623
262162.sgdu	458	256		
InteractivityData bcast://thomson.net/interactivity/1	435	235	150	100
524304.sgdu	447	244		
Access bcast://thomson.net/Access/ForInteractivity	424	227	168	117
524305.sgdu	1389	386		
Schedule bcast://thomson.net/Schedule/ForInteractiveService	241	174	103	82
Schedule bcast://thomson.net/Schedule/MultiLang1	615	293	233	142
Schedule bcast://thomson.net/Schedule/MultiLang2	482	261	215	125
786444.sgdu	5540	1117		
Access bcast://thomson-nis.com/access/A184282942334732798	1059	649	754	499
Access bcast://thomson-nis.com/access/A3426826832400733163	464	267	172	135
Access bcast://thomson-nis.com/access/A2975361650014965521	464	268	172	136
Access bcast://thomson-nis.com/access/A6144761855534974558	464	269	172	135
Access bcast://thomson-nis.com/access/A3956572380771651841	464	267	172	136
Access bcast://thomson.net/Access/Logos	591	370	311	241
Access bcast://thomson.net/Access/Download	609	369	339	237
Access bcast://thomson.net/Access/ToServiceMultiLang	422	223	166	114
Access bcast://thomson.net/Access/ToScheduleMultiLang1	427	233	170	115

Access bcast://thomson.net/Access/ToScheduleMultiLang2	427	233	170	119
--	-----	-----	-----	-----

Taulukko 9: Aineiston A2 Session 1 -karusellin tiedostojen ja osioiden koot eri tiivistyksillä.

sdp	-	GZIP	BiM	BiMZ
argos1.sdp	654	435		
argos2.sdp	653	435		
ismacryp.sdp	1323	639		
service3.sdp	649	430		
service4.sdp	649	430		
service5.sdp	647	428		

Taulukko 10: Aineiston A2 sdp-karusellin tiedostojen koot eri tiivistyksillä.