

Matti Kiviranta

**TIETOKANTATEKNOLOGIOIDEN KUUMAT AIHEET
VUOSINA 2008 - 2017**



JYVÄSKYLÄN YLIOPISTO
INFORMAATIOTEKNOLOGIAN TIEDEKUNTA
2019

TIIVISTELMÄ

Kiviranta, Matti

Tietokantateknologioiden kuumat aiheet vuosina 2008 - 2017

Jyväskylä: Jyväskylän yliopisto, 2019, 59 s.

Tietojärjestelmätiede, kandidaatin tutkielma

Ohjaaja(t): Seppänen, Ville

Tutkielman tarkoituksena oli selvittää tietokantateknologioiden kuumia aiheita tieteellisessä tutkimuksessa vuosina 2008 – 2017. Tarkasteluun valitut vuodet ovat tietokantateknologioiden voimakkaan murroksen vuosia ja siksi ne tarjoavat mahdollisuuden nähdä, miten muutos näkyy tieteellisessä tutkimuksessa.

Menetelmänä on käytetty kirjallisuuskatsausta. Tutkielman selvitystyössä käytettiin Google Scholar -hakukonetta. Lisäksi apuna toimivat alalla tunnettuja konferenssijulkaisuja sekä teknisiä lähteitä sisältävät tietokannat, kuten International Conference on Very Large Data Bases (VLDB), IEEE Explorer ja ACM Digital Library.

Materiaalista tunnistettujen avainsanojen suodatuksen ja luokittelun jälkeen oli mahdollista tunnistaa tutkimuksien kiinnostuksen kohteet. NoSQL-tietokantojen tulo markkinoille tutkimusvuosien aikana aiheutti huomattavan kiinnostuksen tutkimuksellisesti. Perinteisemmät relaatiotietokannat pitivät kuitenkin hyvin pintansa tässä otannassa. Suurimman yllätyksen tuloksissa tuotti tietoturvallisuuteen liittyvät aiheet, jotka nousivat esiin epätasaisesti. Keskelle kuumimpia vuosia osui otantaan kahden vuoden jakso, joiden aikana tietoturvallisuuteen liittyviä avainsanoja ei löytynyt ollenkaan.

Asiasanat: ACID, BASE, NoSQL, Relaatiotietokannat, Tietokannat, Tietoturva

ABSTRACT

Kiviranta, Matti

Hot research topics of database technologies during 2008 - 2017

Jyväskylä: University of Jyväskylä, 2019, 59 pp.

Information Systems, Bachelor's Thesis

Supervisor(s): Seppänen, Ville

Purpose of this thesis was to discover hot research topics of database technologies during 2008 - 2017. Selected years were years of great changes in the field of database technologies and therefore they provide a possibility to see how these changes affect scientific research.

Method used to do this thesis was literature review. Research was performed using Google Scholar search engine. Additional research was performed using known conference publications and technical sources containing databases, such as International Conference on Very Large Data Bases (VLDB), IEEE Explorer and ACM Digital Library.

Filtered keywords identified from the research material were classified to open possibility to see interest of the scientific research. Entry of NoSQL databases to market was during the years of interest causing tremendous interest in the scientific research. Traditional relational databases were still able to hold their position well in the found research material. Biggest surprise in the results was data security related topics as during the time period of selected years for this thesis, a two-year hiatus of security related keywords was observed.

Keywords: ACID, BASE, Databases, Data security, NoSQL, Relational databases

KUVIOT

KUVIO 1 Relaatiotietokannan malli	10
KUVIO 2 CAP-teoreema.....	13
KUVIO 3 Hakutuloksien esiintymä per vuosi	19
KUVIO 4 Uniikkien avainsanojen esiintymä per vuosi	20
KUVIO 5 Aiheiden uniikkien avainsanojen jakauma per vuosi.....	21
KUVIO 6 Relaatiotietokantojen avainsanojen esiintymät ajanjakson aikana	21
KUVIO 7 NoSQL-tietokantojen avainsanojen esiintymät ajanjakson aikana	22

TAULUKOT

TAULUKKO 1 ACID-ominaisuudet.....	11
TAULUKKO 2 Hakutuloksien jakauma.....	19

SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ

ABSTRACT

KUVIOT

TAULUKOT

SISÄLLYS

KÄSITEHAKEMISTO

1	JOHDANTO	8
2	RELAATIOTIETOKANNAT	10
2.1	ACID-ominaisuudet	11
2.2	Käyttötarkoituksista.....	11
3	NOSQL-TIETOKANNAT.....	12
3.1	CAP-teoreema ja BASE-oikeellisuusmalli	12
3.2	Erilaiset NoSQL-tietokantaperheet.....	14
3.2.1	Avain-arvotietokannat.....	14
3.2.2	Dokumenttitietokannat	14
3.2.3	Graafitietokannat.....	14
3.2.4	Saraketietokannat	14
3.3	Käyttötarkoituksista.....	15
4	TUTKIMUSMETODI.....	16
5	TUTKIMUKSEN TULOS	18
5.1	Relaatiotietokantojen aiheet.....	21
5.2	NoSQL-tietokantojen aiheet	22
5.3	Kummallekin suuntaukselle yhteiset aiheet	23
6	YHTEENVETO.....	24
	LÄHTEET.....	26
	LIITE 1 UNIIKIT HAKUTULOKSET JA NIIDEN AVAINSANAT.....	29
	LIITE 2 AVAINSANAT	58

KÄSITEHAKEMISTO

ACID-ominaisuudet	Relaatiotietokantojen periaate, jolla varmistetaan tietokannan eheys onnistuneiden transaktioiden tapauksessa. (eng. Atomicity, Concistency, Isolation, Durability)
Atomisuus	Ominaisuus jonka perusteella tietokantaan suoritettavassa transaktiossa kaikki operaatiot joko onnistuvat tai operaatiot peruutetaan. (eng. Atomicity)
Avainsana	Tutkimuksessa termillä avainsana tarkoitetaan tutkimusmateriaalista löydettyjä tutkimusta kuvaamiseen käytettyjä termejä. (eng. Keyword)
BASE-oikeellisuusmalli	NoSQL-tietokannoissa käytetty oikeellisuusmalli. Vastaa relaatiotietokantojen ACID-ominaisuuksia. (eng. BAsically available, Soft state, Eventually consistent)
CAP-teoreema	Hajautettujen järjestelmien perusominaisuudet kuvaava teoreema. (eng. Consistency, Availability, Partition tolerance)
DBMS	Tietokannan hallintajärjestelmä. (eng. Database Management System)
Eheys	ACID-ominaisuuksien mukaan takaa tietokannan transaktioiden vievän tietokannan eheästä tilasta eheään tilaan. CAP-teoreeman mukaan lukuoperaatiolle luvataan aina palautuvaksi viimeisin versio tiedosta. (eng. Consistency)
Eristyvyys	Takaa tietokannan transaktioiden toimivan vaikuttamatta toisiinsa. (eng. Isolation)

NoSQL	Tietokannat jotka eivät käytä relaatiomallia tiedon tai tietokannat joiden kyselykieli ei ole SQL. (eng. "Not only SQL" / "non relational")
Osituksen sietokyky	Lupaus siitä, että tietokanta pysyy saatavilla vaikka verkkoyhteys osan sen solmujen väliltä katkeaa. (eng. Partition Tolerance)
Pysyvyys	Tietokantaan transaktioiden kautta tulleet muutokset eivät voi kadota. (eng. Durability)
Relaatiotietokannat	Tietokannat jotka käyttävät relaatiomallia tiedon tallennuksessa. (eng. Relational databases)
Saatavuus	Tietokannan ollessa saatavilla, pitää siitä pystyä lukemaan ja sinne kirjoittamaan. (eng. Availability)
SQL	Kyselykieli jotka käytetään varsinkin relaatiotietokannoissa. (eng. Structured Query Language)
Transaktio	Yhden tai useamman operaation kokonaisuus, joka suoritetaan joko kokonaan tai ei ollenkaan. (eng. Transaction)

1 Johdanto

Internet on täynnä erilaisia sivustoja, jossa voi lukea uutisia, hakea tietoa internetin hakukonetta käyttäen tai sosiaalisen median sivustoja, kuten Facebook. Kaikkia näitä palveluita yhdistävä seikka on se, että kaikkien näiden sivustojen taustalla on jokin tietokanta, johon näiden sivustojen sisältämät tiedot on tallennettu. Tietokannat ovat olleet osa tietojärjestelmiä tietotekniikan alkuvaiheilta lähtien (Oxford English Dictionary 2016), mutta viime vuosikymmenien aikana tietokannat ovat nousseet hyvin tärkeään ja näkyvään rooliin.

Nyky maailmassa tietoa kertyy huomattavia määriä jatkuvasti ja tämä aiheuttaa haasteita kaiken tiedon tallennuksen suhteen. Siksi myös teknologian on kehityttävä ja tuotava erilaisia tekniikoita siihen, miten tietoa saadaan tallennettua mahdollisimman tehokkaasti ja riittävän nopeasti. Tietokannoista tunnetuimpia ovat relaatiotietokannat, joissa tieto talletetaan sekä esitetään rivinä tauluissa sekä rivien välisinä yhteyksinä. Nämä ovat tunnetuimpia luotettavuudestaan ja varmuudestaan ACID-ominaisuuksien toteutuessa, mutta kaikki tämä tulee suorituskyvyn kustannuksella (Härder & Reuter, 1983). Relatiotietokannat ja niihin liittyvät ACID-ominaisuudet esitellään seuraavassa luvussa.

Viime vuosikymmenen aikana pinnalle nousseet NoSQL-tietokannat ovat haastaneet perinteisesti käytetyt relaatiotietokannat. NoSQL-tietokannat ovat saaneet nimensä siitä, että niitä ei käytetä relaatiotietokannoista tutulla SQL-kyselykielellä, eikä tietoa tallenneta käyttäen relaatiomallin tavoin kuten relaatiotietokannoissa (Cattell, 2010). Nämä useimmiten hajautettuina toimivat NoSQL-tietokannat tarjoavat enemmän suorituskykyä verrattuna relaatiotietokantoihin (Cattell, 2010). NoSQL-tietokantojen käyttäessä BASE-oikeellisuusmallia relaatiotietokantojen käyttämän tiukkojen ACID-ominaisuuksien sijaan, eivät ne aina välttämättä tarjoa samaa vastausta annettuun kyselyyn (Vogels, 2009).

Tässä tutkielmassa tutustun tietokantateknologioiden kehityksestä tehtyyn tieteelliseen tutkimukseen sekä muuhun aihepiiriä käsittelevään aineistoon vuosien 2008-2017 ajalta. Aineistosta yritän muodostaa kuvan alan suuntauksista kyseisellä ajanjaksolla käyttäen informetrisiä tutkimusmenetelmiä (Kortelainen, 2010) mukaillen. Tutkielman tutkimusmenetelmänä on kirjalli-

suustutkimus. Päätielähteenäni olen käyttänyt Google Scholar -hakukonetta, joka tarjoaa hakuvastauksien ohessa yksittäisen artikkelin viittausmäärät, joiden perustella on mahdollista nähdä kuinka artikkeleita on viitattu myöhemmissä artikkeleissa ja täten nähdä alaa pitkällä aikajaksolla kiinnostaneet aiheet. Lisäksi selvitystyössä käytin hyväksi alalla tunnettuja konferenssijulkaisuja sekä teknisiä lähteitä sisältäviä tietokantoja, kuten International Conference on Very Large Data Bases (VLDB), IEEE Explorer ja ACM Digital Library. Jyväskylän yliopiston julkaisuarkistosta löytyvät aiheeseen liittyvät kandidaatin- sekä pro gradu -tutkielmat toimivat myös tietolähteinä, joista hain materiaalia tätä tutkielmaa varten. Hakusanoina tietolähteissä käytin muun muassa "database systems", "database management systems", "dbms", "relational database management systems" ja "nosql".

Tämän tutkielman tarkoituksena on selvittää, mitkä ovat olleet erilaiset trendit sekä suuntaukset tietokantojen osa-alueilla vuosien 2008-2017 aikana. Tavoitteena on saada ymmärrystä tarkasteluvälin aikana vallinneista tietokantojen tekniikoiden trendeistä ja tarkastella miten aiheet ovat vuosien ovat pysyneet pinnalla. Näin ollen tutkimuskysymykseksi asettuu:

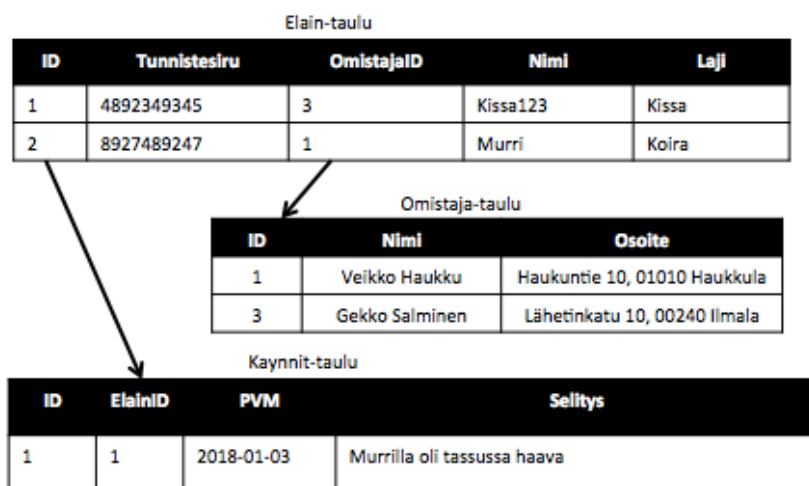
- Mitkä ovat olleet tietokantatekniikoiden kuumat aiheet vuosina 2008-2017?

Tutkielman rakenne koostuu johdantoluvun lisäksi neljästä muusta luvusta. Luvussa kaksi esitellään relaatiotietokantoja ja niihin liittyviä perusominaisuuksia sekä käsitteitä. Luvussa kolme aihepiirinä ovat epärelaatiotietokannat eli niin sanotut NoSQL-tietokannat, jotka ovat tarkasteluaikavälillä alkaneet ilmestyä voimakkaasti markkinoille. Nämä johdantoa seuraavat kaksi lukua ovat vain kevyt pintaraapaisu esiteltyihin aiheisiin ja toimivat suuntauksien nopeana esittelynä alaan perehtymättömille. Luvussa neljä esittelen tutkimusmetodia. Viidennessä luvussa tarkastelen esiteltyjen tietokantatekniikoiden havaittuja trendejä. Kuudes ja samalla tutkielman viimeinen luku on yhteenveto, jossa kerrataan vielä tutkimuksessa havaitut trendit sekä pohditaan mahdollisia jatkotutkimusaiheita havaittujen trendien perusteella.

2 Relaatietietokannat

E.F. Codd julkisti vuonna 1970 relaatiomallin (Codd, 1970), johon hän vielä vuonna 1972 jatkoi antaen relaatiotietokannoille toimintaan tarvittavia perusteita (Codd, 1972). Relaatietietokannat ovat yhä suosituimpia tietokantoja niiden yleiskäyttöisyyden, luotettavuuden sekä toimivuuden vuoksi (”DB-Engines ranking”, 2017). Luottavuuden takeena relaatiokannoissa on ACID-ominaisuudet, jotka esitellään tarkemmin luvussa 2.1.

Relaatietietokannoissa tallennettu tieto esitetään riveinä ja sarakkeina tauluissa sekä näiden välisinä yhteyksinä. Kuviossa 1 tauluissa ensimmäisellä rivillä esitetään sarakkeiden avaimet ja sitä seuraavilla näiden arvot. Taulujen välisistä yhteyksistä esimerkkinä kuviossa 1 on Elain-taulun OmistajaID-kenttä, jolla viitataan Omistaja-taulun ID-kenttään.



KUVIO 1 Relaatietietokannan malli

Kyselykielenä näissä tietokannoissa useimmiten käytetään SQL-kyselykieltä. Tästä syystä relaatiotietokantoja useasti kutsutaan arkikielessä SQL-tietokannoiksi. SQL, Structured Query Language, on alunperin IBM:n kehittämä (Chamberlin & Boyce, 1974) nykyään ISON standardoima kyselykieli,

jolla voidaan hallita tietokannassa olevaa dataa ja tietokannan määrittystä (ISO 9075:1987, 1987). Samalla SQL määrittää käytettävissä olevat tietotyypit rajattuun määrään. Vain harvat tietokannat yrittävät noudattavaa SQL-standardia kokonaisuudessaan, yksi näistä harvoista on kuitenkin avoimen lähdekoodin PostgreSQL (PostgreSQL, 2017).

2.1 ACID-ominaisuudet

Relaatiotietokannat pyrkivät usein toteuttamaan ACID-ominaisuudet (Taulukko 1), joiden avulla voidaan taata, että tietokantaan onnistuneesti suoritettujen transaktioiden tallentuminen ja pysyminen tietokannassa (Härder & Reuter, 1983). ACID on lyhenne englanninkielisistä sanoista Atomicity, Consistency, Isolation ja Durability. Tätä ominaisuuksien toteutumista voidaan kuvata lyhyesti lauseella; transaktio, joka on onnistuneesti suoritettu loppuun (committed), on tallennettu pysyvästi tietokantaan rikkomatta tietokannan eheyttä.

TAULUKKO 1 ACID-ominaisuudet

Englanniksi	Suomeksi	Selitys
Atomicity	Atomisuus	Kaikki operaatiot transaktiossa joko onnistuvat tai operaatiot peruutetaan
Consistency	Eheys	Transaktioiden vievät tietokannan eheästä tilasta eheään tilaan.
Isolation	Eristyvyys	Toiset transaktioiden eivät vaikuta toisiinsa
Durability	Pysyvyys	Onnistuneesti suoritettujen transaktioiden tekemät muutokset pysyvät tietokannassa

2.2 Käyttötarkoituksista

Yleiskäyttöisyytensä takia relaatiotietokantoja löytyy lähes kaikkialta mistä löytyy tietokantoja. Näin ollen relaatiotietokannat ovat yleisimmät tietokannat käytössä ("DB-Engines ranking", 2017). Varsinkin järjestelmissä, joissa tiedon eheys sekä muut ACID-ominaisuudet ovat elintärkeitä, kuten esimerkiksi pankkien tilitiedot, on taustalla jokin relaatiotietokanta (IBM "Nordea Bank", 2017). Tunnetuimpia relaatiotietokantoja ovat Oracle, MySQL, Microsoft SQL Server, PostgreSQL sekä IBM DB2 ("DB-Engines ranking", 2017).

3 NoSQL-tietokannat

NoSQL -termi ovat alunperin lähtöisin Carlo Strozzin julkaisemasta Strozzi NoSQL-relaatiotietokannasta, jossa kyselyiden suorittamiseen ei käytetä SQL-kyselykieltä (Strozzi, 2017). Myöhemmin NoSQL-nimeä on ruvettu käyttämään tietokannoista, joiden käyttöön ei välttämättä käytetä relaatiotietokannoista tutua SQL-kyselykieltä, sekä tavasta olla tallentamatta tietoa käyttäen relaatiomallia kuten relaatiotietokannoissa (Cattell, 2010 & Strozzi, 2017). Useimmiten NoSQL-tietokannat toimivat hajautettuina useammalle palvelimelle ja tarjoavat enemmän suorituskykyä verrattuna relaatiotietokantoihin (Cattell, 2010).

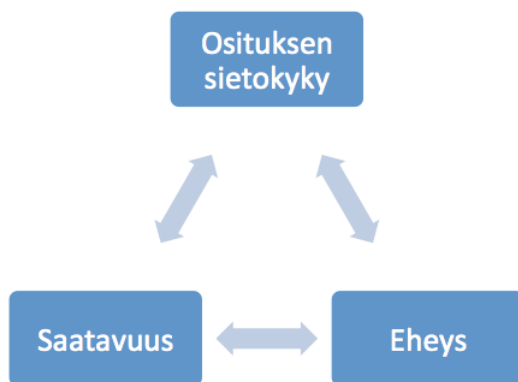
Jättäessä pois tiukat ACID-ominaisuudet, korvaten ne BASE-oikeellisuusmallilla, joka esitellään tarkemmin luvussa 3.1, NoSQL-tietokannat eivät välttämättä aina pysty tarjoamaan samaa vastausta annettuun kyselyyn (Vogels, 2009). Suurimpana erona relaatiotietokantoihin on, että NoSQL-tietokannoissa ei välttämättä ole tarkasti määriteltyä tietomallia eikä tietotyyppejä. On myös huomioitava, että NoSQL-tietokantaklusterit ovat yleensä tarkoitettu ajettavaksi halvoilla laitteistoilla. Näin laitteiden määrää lisäämällä saadaan lisää suorituskykyä verrattuna relaatiotietokantoihin, joissa lisää suorituskykyä saadaan yleensä vain hankkimalla kalliita ja suuritehoisia palvelinlaitteita.

3.1 CAP-teoreema ja BASE-oikeellisuusmalli

Eric Brewer'in vuonna 2000 esittelemä CAP-teoreema (kuviokuva 2) koostuu kolmesta osa-alueesta, jotka ovat seuraavat (Brewer, 2000):

- Consistency (eheyys), jolloin tietokannan lukuoperaatiolle luvataan aina palautuvaksi viimeisin versio tiedosta.
- Availability (saatavuus), tietokannan ollessa saatavilla, pitää siitä pystyä lukemaan ja sinne kirjoittamaan.
- Partition tolerance (osituksen sietokyky), tietokanta pysyy saatavilla vaikka verkkoyhteys osan sen solmujen (nodes) väliltä katkeaa.

Hajautettu järjestelmä voi taata CAP-teoreeman osista vain kaksi, mutta ei koskaan kaikkea kolmea. Greinerin kirjoitelmaan perustuen voidaan todeta, että osituksen sietokyky on näistä CAP-teoreeman osista aina mukana kun rakennetaan hajautettua järjestelmää, sillä verkkoyhteyksien katkottomuutta ei voida koskaan taata (Greiner, 2014). Siksi CAP-teoreeman vuoksi ainoina vaihtoehtoina hajautetun järjestelmän rakentamiseen ovat ne vaihtoehdot, joissa osituksen sietokyvyn parina on joko eheys (*Consistency & Partition tolerance, CP*) tai saatavuus (*Availability & Partition tolerance, AP*). CAP-teoreema on kuvattuna kuviossa 2.



KUVIO 2 CAP-teoreema

Koska NoSQL-tietokannat eivät pysty hajautettuna toteuttamaan ACID-ominaisuuksia, eikä CAP-teoreeman eheyttä voida aina taata, on ehdotettu, että BASE-ominaisuudet korvaavat ACID-ominaisuudet NoSQL-tietokannoissa. Näin NoSQL-tietokannat voivat toimia ACID-ominaisuuksia toteuttavaa tietokantaa paremmalla suorituskyvyllä sekä skaalattavuudella (Cattell, 2010). BASE-ominaisuudet perustuvat kolmeen ominaisuuteen:

- Periaatteessa saatavilla (Basically Available), jolloin tieto on aina saatavilla vaikka järjestelmässä olisi solmujen välisiä katkoksia.
- Ei aina oikeellinen (Soft state), tila jossa järjestelmä voi palauttaa tietoa joka ei ole aina ajantasaisin.
- Lopuksi oikeellinen (Eventual consistency), tila jossa järjestelmässä oleva tieto on päivittynyt kaikille solmuille samaksi.

Näihin BASE-ominaisuuksiin perustuen saadaan taattua, että NoSQL-tietokannat palauttavat jonkin vastauksen aina. Vastauksen sisältö ei välttämättä ole kuitenkaan hajautettuun tietokantaan viety viimeisin tieto sillä hetkellä. BASE-ominaisuudet kuitenkin takaavat, että ajan kuluessa viimeisin muutos päivittyy kaikille tietokannan osille. (Pritchett, 2008)

3.2 Erilaiset NoSQL-tietokantaperheet

NoSQL-tietokantojen ollessa yleiskäsite useille erilaisille tietokantaperheille, jotka eivät noudata relaatiomallia, eivätkä käytä SQL-kyselykieltä. On syytä tarkastella pintapuoleisesti minkälaisia perheitä käsitteen alta löytyy. Näitä perheitä ovat avain-arvo-, dokumentti-, graafi-, sekä saraketietokannat. Lisäksi on olemassa vielä muutamia muita perheitä, esimerkiksi objektitietokannat ("NoSQL Databases", 2017). Jokaisen kantaperheen alla tuon esille esimerkiksi jokaiseen perheeseen kuuluvia tietokanta-tuotteita (Han, Haihong, Le, & Du, 2011).

3.2.1 Avain-arvotietokannat

Avain-arvotietokannoissa (*key-value stores*) tieto tallennetaan avain-arvo-pareina. Tämän perheen tietokannat toteuttavat vähintään perusoperaattorit, joilla tieto voidaan hakea, sekä kirjoittaa avaimen perusteella. Esimerkkeinä tämän perheen tietokannoista ovat Redis, Voldemort, Dynamo, Riak, sekä Oracle NoSQL. Huomioitavaa on, että relaatiotietokannoista tunnetun suuren korporaation, Oraclen, mukana oleminen kertoo NoSQL-maailman kiinnostavan myös relaatiotietokantamaailman suurtoimijoita. (Han ym., 2011)

3.2.2 Dokumenttitietokannat

Dokumenttitietokannat perheen nimenä kuvaa kohtuullisen hyvin siitä, mitä perheen tietokannat tekevät: ne tallentavat tiedot tietokantaan dokumentteina. Dokumenttitietokannat toimivat hieman avain-arvotietokantojen tapaan, mutta tallentavat arvon sijaan dokumentin. Näistä tietokannoista voidaan avaimen lisäksi suorittaa hakuja dokumentista itsestään ja näin ollen ne tarjoavat monipuoliset mahdollisuudet hakujen suorittamiseen. Tunnetuimpia dokumenttitietokannoista ovat MongoDB sekä CouchDB. (Han ym., 2011)

3.2.3 Graafitietokannat

Verkkoteoriaan pohjautuvat ja verkkotietomallin perusteella tietoa tallentavat tietokannat luokitellaan yleisesti graafitietokannoiksi. Tallennettu tieto esitetään mallissa joukkona solmuja sekä näiden solmujen välisinä kaarina, jotka kuvaavat näihin liittyviä suhteita. Tämän tietomallin tietokannoista tunnetuimpia ovat Neo4j, OrientDB sekä Titan. (Han ym., 2011)

3.2.4 Saraketietokannat

Saraketietokannat ovat hyvin lähellä relaatiotietokantoja tavassaan tallentaa tietoja tauluihin, mutta eroavat siinä, että ne tallentavat tiedot sarakkeittain eikä riveittäin. Tämän perheen kantoja ei tule kuitenkaan sekoittaa joidenkin relaatiotietokantojen kanssa.

tiokantoihin versioihin, joissa tiedot tallennetaan myös sarakkeittain, sillä sarakketietokannassa jokaisella rivillä voi olla eri määrä sarakkeita. Tämä ei ole mahdollista relaatiotietokannoissa. Perheen ensimmäisenä ja perustavana jäsenenä nähdään Google Inc:n Bigtable (Chang ym., 2006 & Chang ym., 2008). Cassandra sekä HBase toimivat tällä periaatteella ja ovat tämän perheen tunnetuimpia tietokantoja. (Han ym., 2011)

3.3 Käyttötarkoituksista

Kuten edellä mainituista NoSQL-tietokantojen luokitteluista voidaan päätellä, on jokainen tietokantaperhe muodostunut täyttämään jonkun tietyn tarpeen. Esimerkiksi Google Inc:n kehittämä Bigtable on Googlen palveluiden mahdollistaja, sillä se tarjoaa näiden palveluiden tarvitseman riittävän tehokkaan tietokannan (Chang ym., 2006).

4 Tutkimusmetodi

Tutkielman tutkimusmetodina on kirjallisuuskatsaus, jonka tiedonhankintamenetelmänä on määrällinen tutkimus käyttäen tilastollisia menetelmiä eli tutkielmassa on käytetty mukaillen informetrisiä tutkimusmenetelmiä (Kortelainen, 2010). Ajanjaksolta 2008-2017 hakusanoilla löytyneistä artikkeleista on tarkasteltu avainsanoja, joita Kortelainen (2010) kutsuu työssään termeiksi. Näiden löydettyjen avainsanojen perusteella on muodostettu diskreetti tilastollinen frekvenssijakauma aihepiirin keskeisistä tutkimuksien teemoista. Havaitut avainsanat ovat tutkimuksessa pyritty jakamaan kolmeen pääaihealueeseen;

1. Relaatiotietokannat
2. NoSQL-tietokannat
3. Relaatio- ja NoSQL-tietokannoille liittyvät yhteiset avainsanat

Tutkimusmateriaali on pääasiassa poimittu käyttäen Google Scholar -hakupalvelua, josta yksinkertaisena satunnaisotantana (Liski & Puntanen, 1980) on poimittu valitulta ajanjaksolta ensimmäiset kymmenen sivua hakutuloksia hakusanaa kohden. Hakusanoina käytettiin "database systems", "database management systems", "dbms", "relational database management systems" ja "nosql". Hakusanojen lisäksi hakukoneessa käytettiin ajankohdan rajausta halutuille vuosille. Hakukoneen palauttamien hakutuloksia sisältäneet sivut tallennettiin ja niiltä kerättiin yksittäisten hakutuloksien tiedot havaintotaulukoon. Taulukkoon tallennettujen tuloksien materiaali käytiin läpi yksitellen keräten avainsanat tarkastelua ja luokittelua varten.

Alkuperäiset hakutulokset sisälsivät tieteellisen tutkimuksen lisäksi kirjoja, verkkosivustoja, PDF-dokumentteja sekä irrallisia sitaatteja. Lopulliseen tarkasteluun tuloksista suodatettiin pois saman tuloksen useammat esiintymät, sitaattit, PDF-dokumentit sekä kirjat, jotka eivät ole saatavilla sähköisessä muodossa. Suodatetuista tuloksista olevien tieteellisten tutkimuksien osalta kerättiin tutkimuksen sisältäneen julkaisun nimi sekä mahdollinen ISSN-tunnus julkaisun Julkaisufoorumin tasoluokituksen selvittämistä varten. Tasoluokat ovat tieteellisen tutkimuksen laadusta kertovia tasoja, jotka Tieteellisten seurain valtuuskunnan yhteydessä toimiva Julkaisufoorumi toimittaa ("Julkaisufoorumi", 2019)

Löydetyt avainsanat on viety havaintomatriisiin, jonka perusteella on löydetty keskeisimmät aiheet perustuen avainsanojen frekvenssiin. Avainsanojen luokitus aloitettiin määrittämällä kaksi pääaihetta. Relaatitietokantoihin liittyvät sekä NoSQL-tietokantoihin liittyvät luokiteltiin omiin aiheisiin. Myös tietokantatuotteiden nimet, jotka havaittiin avainsanoina, luokiteltiin niiden toimintatavan perusteella jompaankumpaan edellä mainituista aiheista. Tietokantatuotteiden luokittelua varten tietoa haettiin valmistajan omasta kuvauksesta, Google -hakupalvelusta, DB-Engines -verkkosivustosta sekä Wikipedia -verkkosanakirjaan tehdyistä merkinnöistä.

Näiden kahden aiheen lisäksi ne avainsanat, jotka eivät näihin kahteen pääaiheeseen osuneet, luokiteltiin aluksi yhden aiheen alle, jolle annettiin nimeksi *yleiset avainsanat*. Aihetta *yleiset avainsanat* tarkasteltiin vielä tarkemmin mahdollisten lisäaiheiden havainnoimiseksi. Tunnistettujen aiheiden avainsanoja tarkasteltiin aiheiden trendien löytämiseksi.

5 Tutkimuksen tulos

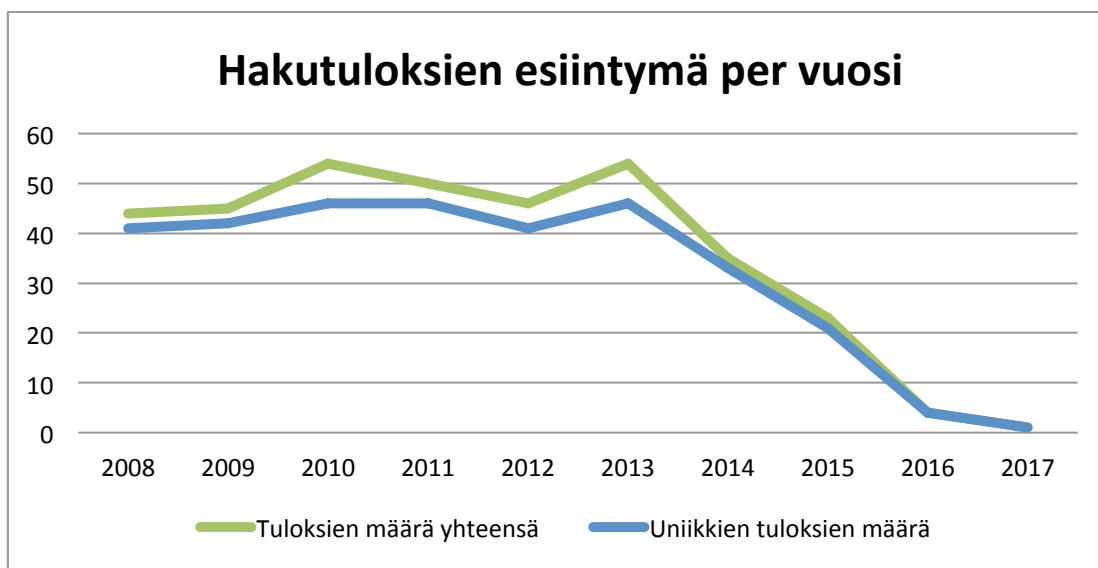
Tässä luvussa esitellään tutkimuksen tuloksia. Löydetyistä ja tunnistetuista aiheista on poimittuna vain eniten esiintyneet avainsanat ja siksi ne ovat tutkimuksen kannalta kiinnostavimpia. Voidaankin todeta, että näiden aiheet ovat keskeisimpiä, koska ne esiintyvät useimmiten eri hakusanojen yhteydessä.

Yksinkertaista satunnaisotantaa käyttäen Google Scholar -hakupalvelusta saatiin viisisataa hakutulosta käyttäen hakusanoina "database systems", "database management systems", "dbms", "relational database management systems" ja "nosql". Saaduista tuloksista tulleiden sitaattien, PDF-dokumenttien sekä ei sähköisessä muodossa saatavilla olevien kirjojen suodattamisen jälkeen saadaan tutkimukseen kelvollisten ja käytettävien uniikkien tuloksien määräksi 321. Uniikin tuloksen määritelmänä on tässä tutkielmassa käytetty hakutuloksista saadun tutkimuksen otsikkoa ja julkaisuvuotta. Hakutuloksien vuosikohtainen esiintymä on esitelty kuviossa 3 sekä tarkemmin taulukossa 2 (seuraavalla sivulla). Näistä tuloksista havaittuihin julkaisuihin kuului tunnettuja tiedonhallintaan ja tietokantoihin erikoistuneiden konferenssien julkaisuja, kuten *Very Large Data Bases (VLDB)*, *International Conference on Extending Database Technology (EDBT)*, ACM:n *Special Interest Group on Management of Data (SIGMOD)* sekä IEEE:n *International Conference on Data Engineering (ICDE)* (Rahm & Thor, 2005).

Tutkimuksien tieteellisen painoarvon selvittämiseksi haettiin Julkaisuforumin julkaisukanavahausta julkaisujen löydetyillä ISSN-tunnuksilla julkaisujen luokitus. Tuloksien joukosta oleville 122 tutkimuksen julkaisulle löytyi luokitus, joista 64 oli luokitukseltaan korkeatasoisia luokan 2 tai 3 julkaisuja. Tuloksista tunnistettuja julkaisuja, jotka olivat saaneet jonkin tasoisen Julkaisuforumin luokituksen havaittiin yhteensä 66 kappaletta. Tässä tutkimuksessa mainitut uniikkien tuloksien tiedot ja niistä löytyneet avainsanat ovat liitteessä 1.

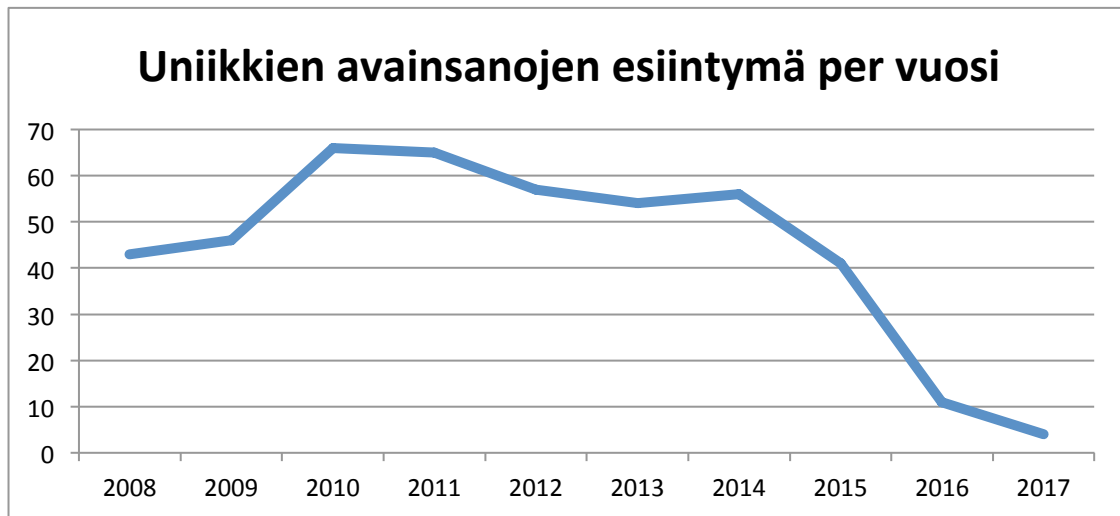
TAULUKKO 2 Hakutuloksien jakauma

Vuosi	Tuloksien määrä yhteensä	Uniikkien tuloksien määrä
2008	44	41
2009	45	42
2010	54	46
2011	50	46
2012	46	41
2013	54	46
2014	35	33
2015	23	21
2016	4	4
2017	1	1



KUVIO 3 Hakutuloksien esiintymä per vuosi

Näistä uniikeista tuloksista löytyvistä dokumenteista havaittiin yhteensä 912 tunnistettua avainsanaa, joista uniikkeja oli 172 kappaletta. Kuviossa 4 on esitetty uniikkien avainsanojen esiintyminen jokaista tutkimuksen ajankohdan vuotta kohden. Kaikki avainsanat on listattu liitteessä 2.

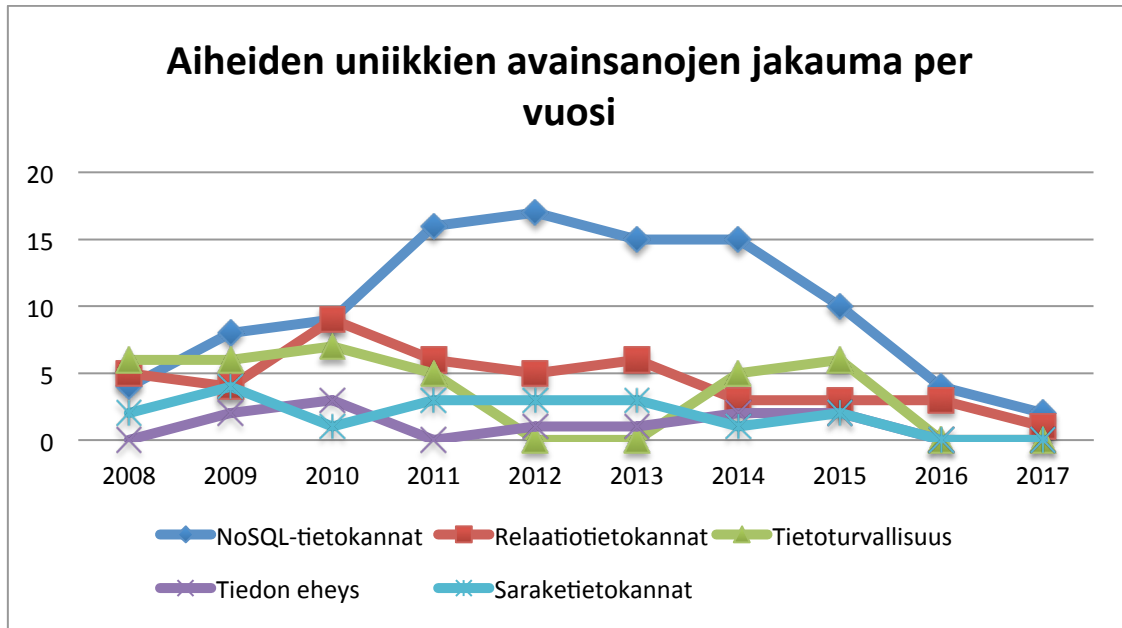


KUVIO 4 Uniikkien avainsanojen esiintymä per vuosi

Avainsanojen tunnistamisen jälkeen avainsanat luokiteltiin aiheittain. Luokitus aloitettiin määrittämällä kaksi pääaihetta, eli relaatiotietokantoihin liittyvät sekä NoSQL-tietokantoihin liittyvät avainsanat. Toisin sanoen avainsanat, jotka olivat suoraan liitonaisia relaatio- tai NoSQL-tietokantoihin, luokiteltiin omiin aiheisiin. Myös tietokantatuotteiden nimet, jotka havaittiin avainsanoina, luokiteltiin niiden toimintatavan perusteella jompaankumpaan edellä mainituista aiheista. Tietokantatuotteiden toimintatavan luokittelua varten tietoa etsittiin valmistajan kuvauksesta, Google -hakupalvelusta, DB-Engines -verkkosivustosta sekä Wikipedia -verkkosanakirjaan tehdyistä merkinnöistä. Avainsanat, jotka jäivät näiden kahden aiheen luokittelujen jälkeen, luokiteltiin ne yhden aiheen alle ja sille annettiin nimeksi *yleiset avainsanat*.

Aiheita muodostui lopuksi seitsemän kappaletta kun *yleiset avainsanat* tarkasteltiin vielä tarkemmin. Suurimmaksi osoittautuvat *yleiset avainsanat*, jonka jälkeen *NoSQL-tietokannat*, *relaatiotietokannat* ja *tietoturvallisuus* sekä *tiedon eheys*. *Yleisien avainsanojen* aiheluokkaan lajiteltiin ne avainsanat, joille ei löytynyt muutamaa avainsanaa enempää yhteistä tekijää. Tähän aiheeseen kuuluvat esimerkiksi *palvelumallit* (DBaaS, IaaS, PaaS) ja yleiset alan termit kuten *tiedon mallinnus* (data modelling). *Tietoturvan* ja *tiedon eheyden* aiheet olivat alun perin *yleisien avainsanojen* aiheen alla. Aiheet nousivat esiin *yleisten avainsanojen* listalla kuitenkin niin näkyvästi ja suurena joukkona, että niille oli perusteltua perustaa oma aiheena.

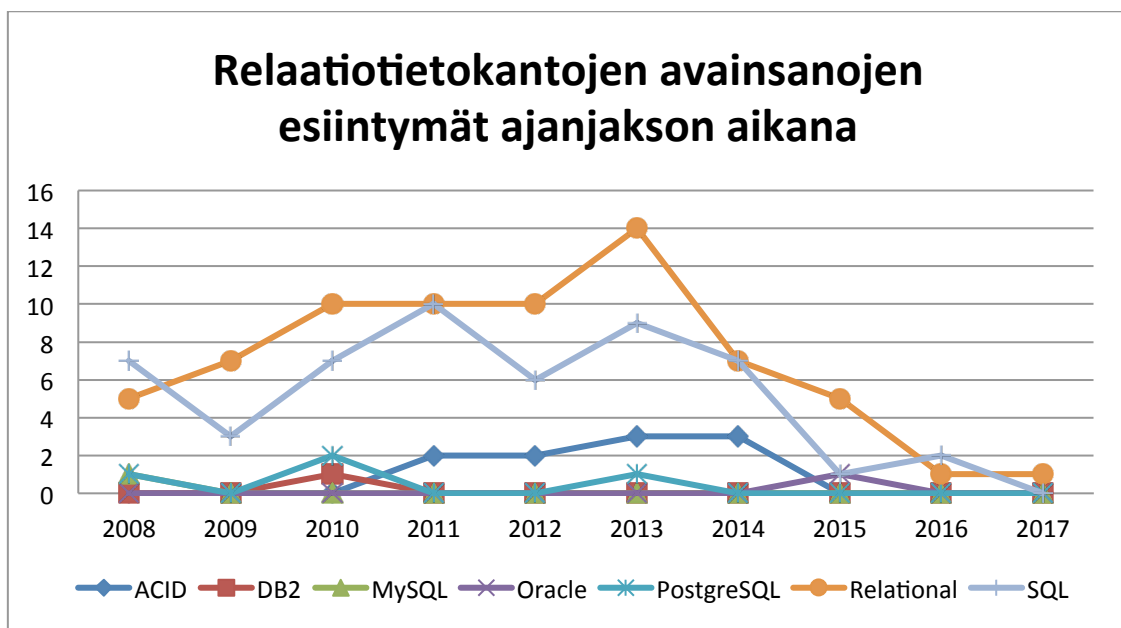
Edellä esitettyjen aiheiden osalta havaittujen uniikkien avainsanojen esiintyminen vuosittain on esitetty jakauman osalta kuviossa 5. Pienempinä aiheina edellä mainittujen lisäksi avainsanojen joukosta tunnistettiin aiheet *NewSQL* ja *saraketietokannat*. *Saraketietokannat* on esitelty tässä tutkimuksessa jo aikaisemmin NoSQL-tietokantaperheenä (ks. luku 3.2.4), mutta avainsanojen esiintymiensä määrän vuoksi se nousi omaksi aiheekseen, kuten *tietoturvan* ja *tiedon eheyden* aiheet.



KUVIO 5 Aiheiden uniikkien avainsanojen jakauma per vuosi

5.1 Relaatiotietokantojen aiheet

Havaintomäärissä eniten esiintyvänä relaatiotietokantojen osalta havaittiin avainsana *relationaalinen* (relational). Useasti havaittuna avainsanoina löytyi myös relaatiotietokantoihin käytetty SQL-kyselykieli sekä ACID -ominaisuudet. Muut relaatiotietokantojen avainsanat muodostuivat pitkälti tietokantatuotteiden nimistä Oracle, DB2, MySQL ja PostgreSQL, sekä relaatioon viittaavista avainsanoista. Aiheen eniten havaittujen avainsanojen esiintymät tutkimuksen aikajakson vuosien aikana voidaan nähdä kuviossa 6.

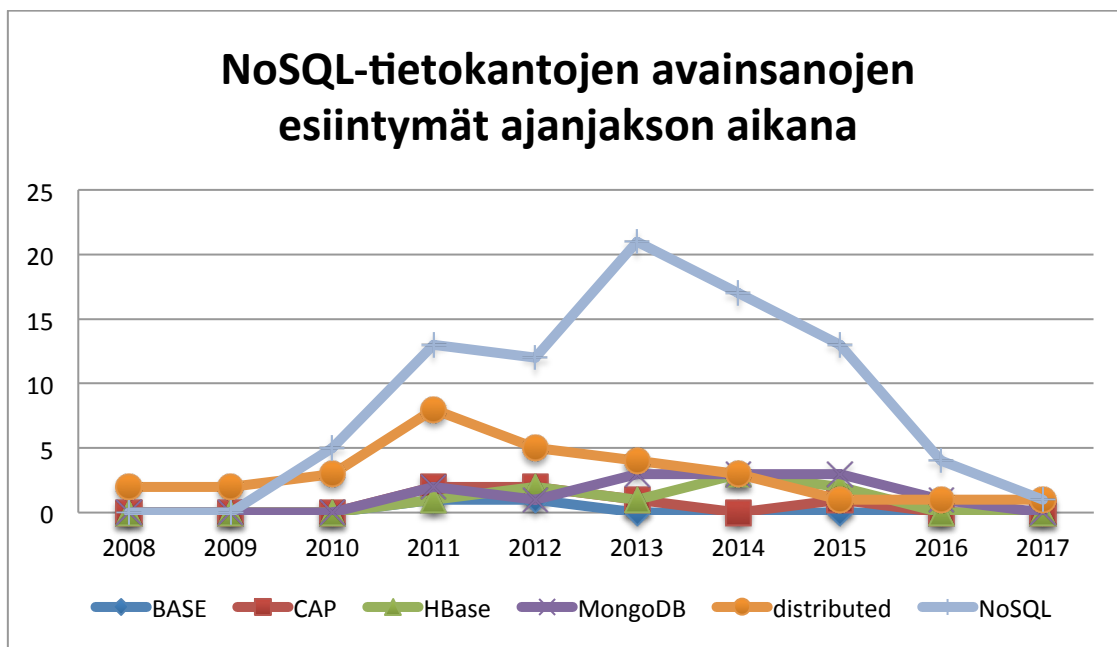


KUVIO 6 Relaatiotietokantojen avainsanojen esiintymät ajanjakson aikana

Tarkastelemalla aikaisempaa kuviota 5 voidaan havaita, että relaatiotietokantojen tutkimus on pitänyt yllä tasaista kiinnostusta tutkimuksen ajanjakson vuosina, vaikka NoSQL-tietokannat ovatkin olleet vahvoilla. Tästä hyvänä esimerkkinä voidaan mainita avainsana *relaatiinaalinen* (relational), joka havaittiin jokaisena tutkimuksen ajanjakson vuotena. SQL-kyselykieli on toinen vahva avainsana, sillä se havaittiin kaikkina muina vuosina paitsi tutkimuksen ajanjakson viimeisenä vuonna 2017.

5.2 NoSQL-tietokantojen aiheet

Kuviosta 5 voidaan todeta, että vuodesta 2011 alkaen NoSQL-tietokantoihin liittyvät avainsanat ovat tutkimuksissa lisääntyneet huomattavasti. Näitä avainsanoja havaittiin relaatiotietokantojen aiheita monipuolisemmin. Omalta osaltaan avainsanojen monipuolisuutta lisää NoSQL-tietokantojen useat tietokantaperheet. Tietokantatuotteiden nimet olivat myös hyvin edustettuina NoSQL-tietokantojen avainsanoissa, kuten esimerkiksi MongoDB ja HBase. Luvussa 3 esitellyt CAP-teoreema sekä BASE-oikeellisuusmalli olivat myös tutkimuksissa löydettyjen avainsanojen joukossa. Tähän aiheeseen kuului myös avainsana *hajautettu* (distributed), joka löytyi tutkimuksen ajanjakson jokaisena tarkastelun kohteena olevana vuotena. Tämä olikin havaituista avainsanoista toinen, joka löytyi jokaiselta vuodelta. NoSQL-aiheen osalta eniten havaittujen avainsanojen esiintymät tutkimuksen aikajakson vuosien aikana on esitetty kuviossa 7.



KUVIO 7 NoSQL-tietokantojen avainsanojen esiintymät ajanjakson aikana

Edelleen, aiemmasta kuviosta 5 voidaan myös havaita saraketietokantojen olleen kiinnostavia aiheita tutkimuksissa. Koska niiden esiintymien määrä nousi suureksi, oli perusteltua nostaa ne omaksi aiheekseen. Avainsanoissa esiintyi tekniikkaan perustuvat avainsanat, kuten *sarakepohjainen* (column-based) tai *sarakeorientoitunut* (column-oriented) sekä tietokantatuotteet, esimerkiksi C-Store, MonetDB ja VectorWise. Edellä mainituista kaksi viimeisintä tuotetta, MonetDB ja VectorWise, ovat lähtöisin hollantilaisessa Centrum Wiskunde & Informatica- tutkimuslaitoksessa tehdystä tutkimuksesta ja käyttävät kyselykielenä poikkeuksellisesti SQL-kieltä. Kuriositeettina voidaan mainita, että samaisesta tutkimuslaitoksesta on myös lähtöisin Python -ohjelmointikieli (Artima Developer, 2003).

5.3 Kummallekin suuntaukselle yhteiset aiheet

Ylivoimaisesti kaikesta tarkasteluajan sisällä tehdyistä tutkimuksista kummallekin suuntaukselle yhteisenä aiheena nousi tietokantojen tietoturvallisuuden liittyvät avainsanat. Tätä havaintoa tukee myös Jyväskylän ammattikorkeakoulun sekä Jyväskylän yliopiston aloittamat kyberturvallisuuden koulutukset, jossa tietoturva on yksi keskeisistä aiheista (JAMK, 2012 & JYU, 2014). Tietoturvallisuuden osalta havaitut avainsanat voi vielä ryhmittään kahteen aliaiheeseen aiheen alla.

Suurimpana näistä kahdesta aliaiheesta keskittyy avainsanan *tietoturvallisuus* (security) ympärille. Muina avainsanoina tässä aliaiheessa havaittiin käyttäjähallinnan eri alueisiin ja tunnistautumiseen liittyviä avainsanoja. Varsinkin käyttäjähallintaan liittyvät avainsanat *pääsynvalvonta* (access control) ja *roolipohjainen pääsynhallinta* (role-based access control) olivat edustettuina kuten myös *tunnistautuminen* (authentication) sekä *valtuuttaminen* (authorization).

Toisen tietoturvallisuuden aliaiheen alla olevat avainsanat puolestaan keskittyvät pitkälti tietosuojaan. Eniten havaittuna avainsanana tässä aliaiheessa oli *tiedon yksityisyys* (privacy), toiseksi eniten havaittiin avainsana *tietosuoja* (data privacy). Samaan aliaiheeseen laskettiin mukaan myös *tiedon salaukseen* liittyneet avainsanat.

Tietoturvallisuuden lisäksi voidaan myös nostaa avainsanoista tunnistettu aliaihe *tiedon eheys* (data integrity). Tämä aihe oli hyvin edustettuna useilla avainsanoilla. Aiheen muodostavan avainsanan lisäksi voidaan nostaa *yhdenkäisyys* (concurrency) sekä *tiedon korruptoituminen* (data corruption).

Yleisien avainsanojen aiheen alta yksittäisinä avainsanoina muita avainsanoja korkeammalle nousivat *suorituskyky* (performance), *big data*, *kyselyjen optimointi* (query optimization) sekä *kyselyjen prosessointi* (query processing). *Suorituskyky* ja *big data* olivat koko tutkimuksen viiden eniten havaitun avainsanan joukossa, heti avainsanojen *NoSQL*, *relational* ja *SQL* jälkeen.

6 Yhteenveto

Tutkielmassa haettiin vastausta asetettuun tutkimuskysymykseen ”Mitkä ovat olleet tietokantateknologioiden kuumat aiheet vuosina 2008-2017?” Kirjoittajan tavoin moni tietokantoihin perehtynyt olisi varmasti osannut sanoa NoSQL:n löytyvän yhtenä pääaiheista. Tässä tutkielmassa haluttiin kuitenkin tarkastella laajemmin alan trendejä eikä vain keskittyä yhteen aiheeseen. Kirjoittajan henkilökohtaisena motivaationa tutkimuksen tekemiseen toimi kiinnostus nähdä miten aiheet ovat olleet tieteellisessä tutkimuksessa edustettuina eri vuosina ja verrata sitä kokemukseensa työelämässä nähtyihin trendeihin.

Odotetusti NoSQL-tietokannat olivat tarkastelun ajanjaksona olleet hyvin kiinnostava aihe tutkimuksissa. Sisältäähän tämä ajanjakso NoSQL-tietokantojen alkutaipaleen, joka hyvinkin selittää huomattavan kasvun tutkimuksien määrässä vuonna 2011. Relaatietietokannat pitivät yllättävänkin hyvin tieteellistä kiinnostusta yllä vaikka NoSQL-tietokannoista tehtiinkin jopa kolme kertaa tutkimuksia NoSQL-tietokantojen kuumina vuosia. Yllättävää oli varsinkin avainsanan *relational* (relational) löytyminen ajanjakson jokaisena vuonna, sen lisäksi, että NoSQL-tietokantojen aiheeseen kuuluva *hajautettu* (distributed) nousi niin ikään esiin joka vuonna. Tutkimuksen poikkeuksen teki tietoturvan aiheet, jotka painottuivat tietoturvallisuuden ja tietosuojan aihepiireihin. Näiden aiheiden avainsanojen havaintojen pysyessä nollassa kahtena vuonna, 2012 ja 2013, jolloin työssä löydettyjen tutkimuksien määrä kuitenkin oli huomattavan korkea. Varsinkin NoSQL-tietokantojen ollessa nousussa näinä vuosina, olisi voinut odottaa tietoturvallisuuden näkyvän jollain tasolla näissä tutkimuksissa. Näihin tietoihin perustuen voitaneen sanoa NoSQL-tietokantojen olleen vuosien 2008-2017 kuumin aihe, relaatietietokantojen tullessa perässä hienosti toiseksi.

Tämän työn tieteellinen kontribuutio on hyvin ohut, koska se on ainoastaan katsaus trendeihin. Myöhäisempänä ajankohtana työ voi kuitenkin toimia pohjamateriaalina seuraavan ajanjakson tutkimuksen tuloksien analysoinnissa. Henkilökohtaisena hyötynä kirjoittajalle voidaan nähdä eri vuosien trendit tietokantojen aiheissa. Hyvinkin voimakkaasti tuloksissa on näkynyt, miten hyvin relaatietietokantojen kiinnostus tieteellisessä tutkimuksessa on pysynyt yllä, vaikka uusia kansainvälisesti kiinnostavia tekniikoita, kuten NoSQL on noussut

esiin. Tämä havainto NoSQL-tietokantojen kiinnostuksen kasvusta ja saman aikaisesta relaatiotietokantojen jatkuvasta kiinnostuksesta korreloi erinomaisesti kirjoittajan omiin havaintoihin työelämässä alan trendejen osalta.

Tutkimuksen tuloksia analysoidessa tuli hyvin selvästi käytetyn materiaalin poimintaa käytetyn metodin osittainen heikkous. Googlen Scholar -hakukoneen antamat tulokset ovat saatavilla vain osuvuuden mukaan kun käytetään ajanjaksoa rajaamaan tuloksia. Siksi tuloksissa nousee korkeammalle enemmän viitatu työt. Täten ensin tuloksissa esiintyvät tutkimukset ovat ajanjakson enemmänkin alkupäästä kuin loppupäästä, eivätkä välttämättä ilmaise ajanjakson trendejä niin tarkasti kuin mahdollista. Tieteellisen tutkimuksen osalta on kuitenkin huomattavaa, että tutkimuksen arvo tieteellisessä maailmassa nousee sen mukaan, mitä enemmän tutkimukseen on viitattu toisissa tutkimuksissa. Tästä aiheutuvaa tutkimukseen tulevaa epätarkkuustekijää voi mahdollisissa jatkotöissä pienentää käyttämällä lyhyempiä aikavälejä hauissa, jolloin vähemmänkin viitatu tutkimukset nousevat tulokissa helpommin löydettäväksi.

LÄHTEET

- Artima Developer. (2003). "The Making of Python", Haettu 13.10.2019 osoitteesta <https://www.artima.com/intv/pythonP.html>
- Brewer, Eric A. "Towards robust distributed systems". *Proceedings of the nineteenth annual ACM symposium on Principles of distributed computing (PODC)*. ACM, 2000. Vol. 7. s.7-10. doi: <https://doi.org/10.1145/343477.343502>
- Cattell, R. (2010). "Scalable SQL and NoSQL data stores". *ACM SIGMOD Record*, 39, 4 (joulukuu 2010), s. 12-27. doi: <https://doi.org/10.1145/1978915.1978919>
- Chamberlin, D. D., & Boyce, R. F. (1974). SEQUEL: A structured English query language. In *Proceedings of the 1974 ACM SIGFIDET (now SIGMOD) workshop on Data description, access and control (toukokuu 1974)*. s. 249-264. doi: <https://doi.org/10.1145/800296.811515>
- Chang, F., Dean, J., Ghemawat, S., Hsieh, W. C., Wallach, D. A., Burrows, M., Chandra, T., Fikes, A., Gruber, R. E. (2006). "Bigtable: A Distributed Storage System for Structured Data". *7th USENIX Symposium on Operating Systems Design and Implementation (OSDI 06)*. Haettu 21.1.2018 osoitteesta <https://www.usenix.org/legacy/event/osdi06/tech/chang/chang.pdf>
- Chang, F., Dean, J., Ghemawat, S., Hsieh, W. C., Wallach, D. A., Burrows, M., Chandra, T., Fikes, A., Gruber, R. E. (2008). "Bigtable: A Distributed Storage System for Structured Data". *ACM Trans. Comput. Syst.* 26, 2, Article 4 (kesäkuu 2008), s. 1-26. doi: <https://doi.org/10.1145/1365815.1365816>
- Codd, E. F. (1970). A relational model of data for large shared data banks. *Communications of the ACM*, 13(6), s. 377-387. doi: <https://doi.org/10.1145/362384.362685>
- Codd, E. F. (1972). Relational completeness of data base sublanguages. *Computer*. doi: <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/summary?doi=10.1.1.86.9277>
- DB-Engines. (2017). "DB-Engines ranking". Haettu 29.12.2017 osoitteesta <https://db-engines.com/en/ranking>
- Greiner, R. (2014). "CAP Theorem: Revisited". Haettu 29.12.2017 osoitteesta <http://robertgreiner.com/2014/08/cap-theorem-revisited/>

- Han, J., Haihong, E., Le, G., & Du, J. (2011). Survey on NoSQL database. 2011 6th international conference on pervasive computing and applications (lokakuu, 2011), s. 363-366, doi: <https://doi.org/10.1109/ICPCA.2011.6106531>
- Härder, T., & Reuter, A. (1983). "Principles of transaction-oriented database recovery". *ACM Computing Surveys (CSUR)*, 15(4), s. 287-317. doi: <https://doi.org/10.1145/289.291>
- IBM. (2017). "Nordea Bank". Haettu 29.12.2017 osoitteesta <http://ecc.ibm.com/case-study/us-en/ECCF-IMC15080USEN>
- International Organization for Standardization. (1987). "Information processing systems -- Database language - SQL" (ISO 9075:1987). Haettu 29.12.2017 osoitteesta <https://www.iso.org/standard/16661.html>
- JAMK. (2012). "JAMKin kyberturvallisuuden koulutusohjelmaan runsaasti hakijoita", Jyväskylän ammattikorkeakoulun tiedote 8.11.2012. Haettu 13.1.2018 osoitteesta <https://www.epressi.com/tiedotteet/koulutus/jamkin-kyberturvallisuuden-koulutusohjelmaan-runsaasti-hakijoita.html>
- Julkaisufoorumi. (2019). "Julkaisufoorumi". Haettu 3.12.2019 osoitteesta <https://julkaisufoorumi.fi/fi/julkaisufoorumi>
- JYU. (2014). "Kyberturvallisuuden koulutus uudistuu Jyväskylän yliopistossa", Jyväskylän yliopiston tiedote 18.6.2014. Haettu 13.1.2018. osoitteesta <https://www.jyu.fi/ajankohtaista/arkisto/2014/06/tiedote-2014-06-18-09-27-45-732949>
- Kortelainen, T. (2010). Tieteellinen julkaisutoiminta ja informetrinen tutkimus. Teoksessa: Ote informaatiosta. Johdatus informaatiotutkimukseen ja interaktiiviseen mediaan. Toim. Serola, S. Helsinki: BTJ Kustannus. s. 244-263.
- Liski, E. Puntanen, S. (1980). Tilastotieteen peruskurssi I. Tampere: Tampereen yliopisto. ISBN: 951-44-0981-7
- NoSQL database. (2017). "NoSQL Databases". Haettu 28.12.2017 osoitteesta <http://nosql-database.org>
- PostgreSQL. (2017). "Appendix D. SQL Conformance". Haettu 29.12.2017 osoitteesta <https://www.postgresql.org/docs/10/static/features.html>
- Pritchett, D. (2008). "BASE: An Acid Alternative". *Queue (New York, NY, USA)* 6, numero 3 (toukokuu): 48-55. ISSN: 1542-7730. doi: <https://doi.org/10.1145/1394127.1394128>

- Rahm, E. & Thor, A. (2005). Citation analysis of database publications. *SIGMOD Record* 34, 4 (joulukuu 2005), s. 48-53. doi: <https://doi.org/10.1145/1107499.1107505>
- Strozzi, C. (2017). "NoSQL: a non-SQL RDBMS", Haettu 29.12.2017 osoitteesta http://www.strozzi.it/cgi-bin/CSA/tw7/I/en_US/nosql/Home%20Page
- Vogels, W. (2009). "Eventually consistent". *Communications of the ACM*, 52(1). s. 40-44. doi: <https://doi.org/10.1145/1435417.1435432>

LIITE 1 UNIIKIT HAKUTULOKSET JA NIIDEN AVAINSANAT

1. CT Khuan, A Abdul-Rahman, S Zlatanova. (2008). 3D solids and their management in DBMS. *Advances in 3D Geoinformation Systems*. (ISSN: 1863-2246, JuFo luokitus: 1). Avainsanat: "GIS, spatial". Haettu osoitteesta: https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-540-72135-2_16
2. J Chen, Y Liu, S Lu, B O'sullivan, I Razgon. (2008). A fixed-parameter algorithm for the directed feedback vertex set problem. *Journal of the ACM (JACM)*. (ISSN: 1557-735X, JuFo luokitus: 3). Avainsanat: Ei avainsanoja. Haettu osoitteesta: <https://dl.acm.org/citation.cfm?id=1411511>
3. AA Ataullah. (2008). A framework for records management in relational database systems. (*Tutkielma*). Avainsanat: "data privacy, retention". Haettu osoitteesta: <https://uwspace.uwaterloo.ca/handle/10012/3672>
4. JS Horsburgh, DG Tarboton, ... (2008). A relational model for environmental and water resources data. *Water Resources Research*. (ISSN: 1944-7973, JuFo luokitus: 3). Avainsanat: Ei avainsanoja. Haettu osoitteesta: <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1029/2007WR006392/full>
5. AM Riad, HA El-Ghareeb. (2008). A service oriented architecture to integrate mobile assessment in Learning Management Systems. *Turkish Online Journal of Distance Education*. (ISSN: 1302-6488). Avainsanat: Ei avainsanoja. Haettu osoitteesta: <http://dergipark.ulakbim.gov.tr/tojde/article/view/5000102674>
6. F Penninga, PJM Van Oosterom. (2008). A simplicial complex - based DBMS approach to 3D topographic data modelling. *International Journal of Geographical Information Science*. (ISSN: 1365-8816, JuFo luokitus: 2). Avainsanat: Ei avainsanoja. Haettu osoitteesta: <http://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/13658810701673535>
7. IF Ilyas, G Beskales, MA Soliman. (2008). A survey of top-k query processing techniques in relational database systems. *ACM Computing Surveys (CSUR)*. (ISSN: 0360-0300, JuFo luokitus: 3). Avainsanat: "distributed". Haettu osoitteesta: <https://dl.acm.org/citation.cfm?id=1391730>
8. Y Gao, W Zhou. (2008). Advances and challenges of GIS and DBMS applications in karst. *Environmental Geology*. (ISSN: 0943-0105, JuFo luokitus: 1). Avainsanat: "GIS". Haettu osoitteesta: <https://link.springer.com/content/pdf/10.1007/s00254-007-0894-4.pdf>
9. F Wang, C Zaniolo, X Zhou. (2008). Archis: an xml-based approach to transaction-time temporal database systems. *The VLDB Journal – The International Journal on Very Large Data Bases*. (ISSN: 1066-8888, JuFo luokitus: 3). Avainsanat: "xquery, XML". Haettu osoitteesta: <https://dl.acm.org/citation.cfm?id=1452893>
10. M Seltzer. (2008). Beyond relational databases. *Communications of the ACM*. (ISSN: 1557-7317, JuFo luokitus: 3). Avainsanat: "SQL, relational, data warehouse". Haettu osoitteesta: <https://dl.acm.org/citation.cfm?id=1364797>
11. T Töpel, B Kormeier, A Klassen, ... (2008). BioDWH: a data warehouse kit for life science data integration. *Journal of Integrative Bioinformatics*. (ISSN: 1613-4516). Avainsanat: "data warehouse, ORM". Haettu osoitteesta:

<https://www.degruyter.com/view/j/jib.2008.5.issue-2/biecoll-jib-2008-93/biecoll-jib-2008-93.xml>

12. J Ranjan, DP Goyal, SI Ahson. (2008). Data mining techniques for better decisions in human resource management systems. *International Journal of Business Information Systems*. (ISSN: 1746-0980, JuFo luokitus: 1). Avainsanat: Ei avainsanoja. Haettu osoitteesta: <https://www.inderscienceonline.com/doi/abs/10.1504/IJBIS.2008.018597>
13. UF Minhas, J Yadav, A Aboulnaga, ... (2008). Database systems on virtual machines: How much do you lose?. *IEEE International Conference on Data Engineering Workshop*. Avainsanat: "virtualization, cost". Haettu osoitteesta: <http://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/4498282/>
14. W Powley, P Martin, P Bird. (2008). DBMS workload control using throttling: Experimental insights. Proceedings of the conference of the center for advanced studies on collaborative research. Avainsanat: "resource management". Haettu osoitteesta: <https://dl.acm.org/citation.cfm?id=1463790>
15. T Butler, J Feller, A Pope, B Emerson, ... (2008). Designing a core IT artefact for Knowledge Management Systems using participatory action research in a government and a non-government organisation. *The Journal of Strategic Information Systems*. (ISSN: 0963-8687, JuFo luokitus: 3). Avainsanat: Ei avainsanoja. Haettu osoitteesta: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0963868708000309>
16. U Shanker, M Misra, AK Sarje. (2008). Distributed real time database systems: background and literature review. *Distributed and Parallel Databases*. (ISSN: 1573-7578, JuFo luokitus: 1). Avainsanat: "distributed, real-time, performance". Haettu osoitteesta: <https://dl.acm.org/citation.cfm?id=1345963>
17. CH Lee, CW Chung. (2008). Efficient storage scheme and query processing for supply chain management using RFID. *Proceedings of the ACM SIGMOD International Conference on Management of data*. (ISSN: 0730-8078, JuFo luokitus: 2). Avainsanat: Ei avainsanoja. Haettu osoitteesta: <https://dl.acm.org/citation.cfm?id=1376648>
18. A Ghazal, D Seid, A Crolotte, B McKenna. (2008). Exploiting interactions among query rewrite rules in the teradata dbms. *International Conference on Database and Expert Systems Applications*. Avainsanat: "query optimization". Haettu osoitteesta: https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-540-85654-2_50
19. M Rosenmüller, N Siegmund, H Schirmeier, ... (2008). FAME-DBMS: tailor-made data management solutions for embedded systems. *Proceedings of the workshop on Software engineering for tailor-made data management (EDBT)*. Avainsanat: "resource management, embedded". Haettu osoitteesta: <https://dl.acm.org/citation.cfm?id=1385488>
20. L Antova, T Jansen, C Koch, ... (2008). Fast and simple relational processing of uncertain data. *IEEE International Conference on Data Engineering*. (ISSN: 2375-026X). Avainsanat: "scalable, query processing, relational, partitioning, query optimization". Haettu osoitteesta: <http://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/4497507/>
21. G Onsongo, H Xie, TJ Griffin... (2008). Generating GO slim using relational database management systems to support proteomics analysis. *IEEE International Symposium on Computer-Based Medical Systems*. (ISSN: 1063-7125, JuFo luokitus: 1). Avainsanat: Ei avainsanoja. Haettu osoitteesta: <http://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/4561989/>

22. F SU, G LIU, H WANG. (2008). Hibernate solution for DBMS persistence layer [J]. *Computer Engineering and Design*. Avainsanat: Ei avainsanoja. Haettu osoitteesta: http://en.cnki.com.cn/Article_en/CJFDTOTAL-SJSJ200812002.htm
23. S Elnaffar, P Martin, B Schiefer, S Lightstone. (2008). Is it DSS or OLTP: automatically identifying DBMS workloads. *Journal of Intelligent Information Systems*. (ISSN: 0925-9902, JuFo luokitus: 1). Avainsanat: "OLTP, autonomic, performance". Haettu osoitteesta: <https://link.springer.com/article/10.1007/s10844-006-0036-6>
24. P Papadakos, Y Theoharis, Y Marketakis, ... (2008). Mitos: Design and evaluation of a dbms-based web search engine. *Panhellenic Conference on Informatics*. Avainsanat: "query processing, indexes, relational, object-oriented". Haettu osoitteesta: <http://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/4621536/>
25. M Ahmad, A Aboulmaga, S Babu... (2008). Modeling and exploiting query interactions in database systems. *Proceedings of the ACM conference on Information and knowledge management*. (ISSN: 2155-0751, JuFo luokitus: 2). Avainsanat: "business intelligence, query optimization". Haettu osoitteesta: <https://dl.acm.org/citation.cfm?id=1458109>
26. J Fonseca, M Vieira, H Madeira. (2008). Online detection of malicious data access using dbms auditing. *Proceedings of the ACM symposium on Applied computing*. Avainsanat: "SQL, security". Haettu osoitteesta: <https://dl.acm.org/citation.cfm?id=1363921>
27. L Cuevas, N Marín, O Pons, MA Vila. (2008). pg4DB: A fuzzy object-relational system. *Fuzzy Sets and Systems*. (ISSN: 0165-0114, JuFo luokitus: 1). Avainsanat: "fuzzy, object-relational, SQL". Haettu osoitteesta: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0165011408000316>
28. JW Byun, N Li. (2008). Purpose based access control for privacy protection in relational database systems. *The VLDB Journal – The International Journal on Very Large Data Bases*. (ISSN: 1066-8888, JuFo luokitus: 3). Avainsanat: "role-based access control (RBAC), privacy". Haettu osoitteesta: <https://dl.acm.org/citation.cfm?id=1380778>
29. DJ Abadi. (2008). Query execution in column-oriented database systems. (Väitöskirja). Avainsanat: "row-oriented, column-oriented, C-store". Haettu osoitteesta: <https://dspace.mit.edu/handle/1721.1/43043>
30. Z Bar-Yossef, M Gurevich. (2008). Random sampling from a search engine's index. *Journal of the ACM (JACM)*. (ISSN: 1557-735X, JuFo luokitus: 3). Avainsanat: Ei avainsanoja. Haettu osoitteesta: <https://dl.acm.org/citation.cfm?id=1411514>
31. AA Atallah, A Aboulmaga, FW Tompa. (2008). Records retention in relational database systems. *Proceedings of the ACM conference on Information and knowledge management*. (ISSN: 2155-0751, JuFo luokitus: 2). Avainsanat: "retention". Haettu osoitteesta: <https://dl.acm.org/citation.cfm?id=1458197>
32. Z Zhao, B Liu, J Li. (2008). Research and design of database encryption system based on external DBMS. *Computer Engineering and Design*. Avainsanat: "security, encryption". Haettu osoitteesta: http://en.cnki.com.cn/Article_en/CJFDTOTAL-SJSJ200812014.htm
33. A Al-Haj, A Odeh. (2008). Robust and blind watermarking of relational database systems. *Journal of Computer Science*. (ISSN: 1549-3636). Avainsanat: "relational, watermarking". Haettu osoitteesta: <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/summary?doi=10.1.1.165.8468>
34. A Asmawi, ZM Sidek, SA Razak. (2008). System architecture for SQL injection and insider misuse detection system for DBMS. *International Symposium on Information Technology*.

- (ISSN: 2155-899X). Avainsanat: "SQL, security". Haettu osoitteesta: <http://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/4631942/>
35. F Wang, C Zaniolo. (2008). Temporal queries and version management in XML-based document archives. *Data & Knowledge Engineering*. (ISSN: 0169-023X, JuFo luokitus: 2). Avainsanat: "data warehouse, XML, SQL". Haettu osoitteesta: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0169023X07002091>
36. AR Thakar, A Szalay, G Fekete... (2008). The catalog archive server database management system. *Computing in Science & Engineering*. (ISSN: 1558-366X, JuFo luokitus: 1). Avainsanat: "SQL, query optimization, query processing, data mining". Haettu osoitteesta: <http://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/4418767/>
37. R Agrawal, A Ailamaki, PA Bernstein, EA Brewer, ... (2008). The Claremont report on database research. *ACM SIGMOD Record*. (ISSN: 0163-5808, JuFo luokitus: 1). Avainsanat: "big data, business intelligence, ORM, PostgreSQL, MySQL, cloud computing, MapReduce, xquery". Haettu osoitteesta: <https://dl.acm.org/citation.cfm?id=1462573>
38. KW Min, KH An, JW Kim, SI Jin. (2008). The mobile spatial DBMS for the partial map air update in the navigation. *IEEE Conference on Intelligent Transportation Systems*. (ISSN: 2153-0017, JuFo luokitus: 0). Avainsanat: "spatial, GIS". Haettu osoitteesta: <http://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/4732538/>
39. AA Neto, M Vieira. (2008). Towards assessing the security of DBMS configurations. *IEEE International Conference on Dependable Systems and Networks With FTCS and DCC (DSN)*. (ISSN: 2158-3927, JuFo luokitus: 1). Avainsanat: "security, authentication". Haettu osoitteesta: <http://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/4630074/>
40. M Zhang, P Martin, W Powley, P Bird. (2008). Using economic models to allocate resources in database management systems. *Proceedings of the conference of the center for advanced studies on collaborative research*. Avainsanat: "resource management". Haettu osoitteesta: <https://dl.acm.org/citation.cfm?id=1463814>
41. JK Min, CH Lee, CW Chung. (2008). XTRON: An XML data management system using relational databases. *Information and Software Technology*. (ISSN: 0950-5849, JuFo luokitus: 3). Avainsanat: "SQL, XML, relational". Haettu osoitteesta: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0950584907000511>
42. P Cudré-Mauroux, H Kimura, KT Lim, J Rogers, ... (2009). A demonstration of SciDB: a science-oriented DBMS. *Proceedings of the VLDB Endowment*. (ISSN: 2150-8097, JuFo luokitus: 2). Avainsanat: "SciDB". Haettu osoitteesta: <https://dl.acm.org/citation.cfm?id=1687584>
43. FS Foping, IM Dokas, J Feehan... (2009). A new hybrid schema-sharing technique for multitenant applications. *International Conference on Digital Information Management*. Avainsanat: "XML, role-based access control (RBAC), relational, scalability". Haettu osoitteesta: <http://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/5356775/>
44. M Alomari, A Fekete, U Röhm. (2009). A robust technique to ensure serializable executions with snapshot isolation dbms. *IEEE International Conference on Data Engineering (ICDE)*. (ISSN: 2375-026X). Avainsanat: "snapshot isolation, concurrency control, SQL". Haettu osoitteesta: <http://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/4812415/>
45. AA Neto, M Vieira. (2009). A trust-based benchmark for DBMS configurations. *IEEE Pacific Rim International Symposium on Dependable Computing (PRDC)*. Avainsanat:

"benchmarking, security". Haettu osoitteesta:
<http://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/5368487/>

46. JS Horsburgh, DG Tarboton, M Piasecki, ... (2009). An integrated system for publishing environmental observations data. *Environmental Modelling & Software*. (ISSN: 1364-8152, JuFo luokitus: 2). Avainsanat: Ei avainsanoja. Haettu osoitteesta:
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1364815209000036>
47. S Loebman, D Nunley, YC Kwon, ... (2009). Analyzing massive astrophysical datasets: Can Pig/Hadoop or a relational DBMS help?. *IEEE International Conference on Cluster Computing and Workshops*. (ISSN: 2168-9253, JuFo luokitus: 1). Avainsanat: "Hadoop, scalability, performance, parallel, relational, query processing, distributed, MapReduce". Haettu osoitteesta: <http://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/5289149/>
48. DR Augustyn. (2009). Applying advanced methods of query selectivity estimation in Oracle DBMS. *Man-Machine Interactions*. Avainsanat: "query optimization". Haettu osoitteesta:
https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-642-00563-3_61
49. B Raza, A Mateen, T Hussain... (2009). Autonomic success in database management systems. *IEEE/ACIS International Conference on Computer and Information Science*. Avainsanat: "autonomic, relational". Haettu osoitteesta:
<http://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/5222924/>
50. K Czarnecki, JN Foster, Z Hu, R Lämmel, ... (2009). Bidirectional transformations: A cross-discipline perspective. *International Conference on Theory and Practice of Model Transformations*. Avainsanat: Ei avainsanoja. Haettu osoitteesta:
https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-642-02408-5_19
51. DJ Abadi, PA Boncz, S Harizopoulos. (2009). Column-oriented database systems. *Proceedings of the VLDB Endowment*. (ISSN: 2150-8097, JuFo luokitus: 2). Avainsanat: "column-oriented, column-store". Haettu osoitteesta: <https://dl.acm.org/citation.cfm?id=1687625>
52. P Refaeilzadeh, L Tang, H Liu. (2009). Cross-validation. *Encyclopedia of database systems*. Avainsanat: Ei avainsanoja. Haettu osoitteesta: https://link.springer.com/10.1007/978-0-387-39940-9_565
53. D Agrawal, A El Abbadi, F Emekci... (2009). Database management as a service: Challenges and opportunities. *IEEE International Conference on Data Engineering (ICDE)*. (ISSN: 2375-026X). Avainsanat: "DBaaS, encryption, data privacy, cost". Haettu osoitteesta:
<http://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/4812596/>
54. SARP Jagarlapudi, KVR Kishan. (2009). Database systems for knowledge-based discovery. *Chemogenomics*. Avainsanat: Ei avainsanoja. Haettu osoitteesta:
https://link.springer.com/protocol/10.1007/978-1-60761-274-2_6
55. KY Lee, H Kim, KG Woo, YD Chung, MH Kim. (2009). Design and implementation of MLC NAND flash-based DBMS for mobile devices. *Journal of Systems and Software*. (ISSN: 0164-1212, JuFo luokitus: 3). Avainsanat: "Flash-based, transaction processing". Haettu osoitteesta: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0164121209000491>
56. Y Xu, P Kostamaa. (2009). Efficient outer join data skew handling in parallel DBMS. *Proceedings of the VLDB Endowment*. (ISSN: 2150-8097, JuFo luokitus: 2). Avainsanat: "parallel, query optimization". Haettu osoitteesta:
<https://dl.acm.org/citation.cfm?id=1687565>

57. Q Chen, A Therber, M Hsu, H Zeller, B Zhang... (2009). Efficiently support MapReduce-like computation models inside parallel DBMS. *Proceedings of the International Database Engineering & Applications Symposium*. Avainsanat: "MapReduce, parallel, query processing". Haettu osoitteesta: <https://dl.acm.org/citation.cfm?id=1620438>
58. S Harizopoulos, M Shah, J Meza, ... (2009). Energy efficiency: The new holy grail of data management systems research. *Conference on Innovative Data Systems Research (CIDR)*. Avainsanat: "cost, performance, energy-efficient". Haettu osoitteesta: <https://arxiv.org/abs/0909.1784>
59. I Castanheira, M Roe, S Westenbrink, J Ireland. (2009). Establishing quality management systems for European food composition databases. *Food Chemistry*. (ISSN: 0308-8146, JuFo luokitus: 2). Avainsanat: "data quality". Haettu osoitteesta: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0308814608006535>
60. W Vogels. (2009). Eventually consistent. *Communications of the ACM*. (ISSN: 1557-7317, JuFo luokitus: 3). Avainsanat: "distributed, scalability". Haettu osoitteesta: <https://dl.acm.org/citation.cfm?id=1435432>
61. S Sakr. (2009). GraphREL: A decomposition-based and selectivity-aware relational framework for processing sub-graph queries. *International Conference on Database Systems for Advanced Applications*. Avainsanat: Ei avainsanoja. Haettu osoitteesta: https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-642-00887-0_11
62. B Grad, TJ Bergin. (2009). Guest Editors' Introduction: History of Database Management Systems. *IEEE Annals of the History of Computing*. (ISSN: 1934-1547, JuFo luokitus: 1). Avainsanat: "data processing". Haettu osoitteesta: <http://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/5370775/>
63. A Abouzeid, K Bajda-Pawlikowski, D Abadi, ... (2009). HadoopDB: an architectural hybrid of MapReduce and DBMS technologies for analytical workloads. *Proceedings of the VLDB Endowment*. (ISSN: 2150-8097, JuFo luokitus: 2). Avainsanat: "cloud, Hadoop, parallel, MapReduce". Haettu osoitteesta: <https://dl.acm.org/citation.cfm?id=1687731>
64. A Dix. (2009). Human-computer interaction. *Encyclopedia of database systems*. Avainsanat: Ei avainsanoja. Haettu osoitteesta: https://link.springer.com/10.1007/978-0-387-39940-9_192
65. DB Lomet, F Li. (2009). Improving transaction-time DBMS performance and functionality. *IEEE International Conference on Data Engineering (ICDE)*. (ISSN: 2375-026X). Avainsanat: "performance, indexes". Haettu osoitteesta: <http://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/4812437/>
66. M Chagarlamudi, B Panda, Y Hu. (2009). Insider threat in database systems: Preventing malicious users' activities in databases. *International Conference on Information Technology: New Generations*. Avainsanat: "security, access control, integrity, availability". Haettu osoitteesta: <http://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/5070873/>
67. Q Yaseen, B Panda. (2009). Knowledge acquisition and insider threat prediction in relational database systems. *IEEE International Conference on Computational Science and Engineering (CSE)*. Avainsanat: "relational, security". Haettu osoitteesta: <http://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/5283156/>
68. J Huang, L Antova, C Koch, D Olteanu. (2009). MayBMS: a probabilistic database management system. *Proceedings of the ACM SIGMOD International Conference on*

- Management of data*. Avainsanat: "scalability". Haettu osoitteesta: <https://dl.acm.org/citation.cfm?id=1559984>
69. G Feuerlicht, J Pokorný, K Richta. (2009). Object-Relational Database Design: Can Your Application Benefit from SQL: 2003?. *Information Systems Development*. Avainsanat: "SQL, GIS, spatial, object-relational". Haettu osoitteesta: https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-0-387-78578-3_30
70. S Bechhofer. (2009). OWL: Web ontology language. *Encyclopedia of database systems*. Avainsanat: "web". Haettu osoitteesta: https://link.springer.com/10.1007/978-0-387-39940-9_1073
71. A Inselberg. (2009). Parallel coordinates. *Encyclopedia of Database Systems*. Avainsanat: Ei avainsanoja. Haettu osoitteesta: https://link.springer.com/10.1007/978-0-387-39940-9_262
72. A Rodríguez-Terol, MO Caraballo, D Palma... (2009). Quality of interaction database management systems. *Farmacia Hospitalaria (English Edition)*. (ISSN: 2173-5085). Avainsanat: Ei avainsanoja. Haettu osoitteesta: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2173508509700796>
73. A Hertel, J Broekstra, H Stuckenschmidt. (2009). RDF storage and retrieval systems. *Handbook on ontologies*. Avainsanat: "RDF, SPARQL". Haettu osoitteesta: https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-540-92673-3_22
74. O Erling, I Mikhailov. (2009). RDF Support in the Virtuoso DBMS. *Networked Knowledge-Networked Media*. Avainsanat: "query optimization, relational, RDF, SPARQL". Haettu osoitteesta: https://link.springer.com/10.1007/978-3-642-02184-8_2
75. D Florescu, D Kossmann. (2009). Rethinking cost and performance of database systems. *ACM SIGMOD Record*. (ISSN: 0163-5808, JuFo luokitus: 1). Avainsanat: "optimization, performance, cost". Haettu osoitteesta: <https://dl.acm.org/citation.cfm?id=1558339>
76. S Imran, I Hyder. (2009). Security issues in databases. *IEEE International Conference on Future Information Technology and Management Engineering*. Avainsanat: "security, relational, spatial, object-oriented, access control, authorization". Haettu osoitteesta: <http://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/5381046/>
77. DJ Abadi, A Marcus, SR Madden, K Hollenbach. (2009). SW-Store: a vertically partitioned DBMS for Semantic Web data management. *The VLDB Journal – The International Journal on Very Large Data Bases*. (ISSN: 1066-8888, JuFo luokitus: 3). Avainsanat: "vertical partition, query optimization, RDF, SPARQL". Haettu osoitteesta: <https://link.springer.com/article/10.1007/s00778-008-0125-y>
78. C Bizer, A Schultz. (2009). The berlin sparql benchmark. *International journal on Semantic Web and information systems*. (ISSN: 1552-6291, JuFo luokitus: 1). Avainsanat: "SPARQL, RDF, SQL, benchmarking". Haettu osoitteesta: <https://www.semanticscholar.org/paper/The-Berlin-SPARQL-Benchmark-Bizer-Schultz/0efcd1d38ad020da7c01613b7818eb123cb34121>
79. TJ Bergin, T Haigh. (2009). The commercialization of database management systems, 1969–1983. *IEEE Annals of the History of Computing*. (ISSN: 1934-1547, JuFo luokitus: 1). Avainsanat: "data processing, relational, resource management". Haettu osoitteesta: <http://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/5370777/>
80. CW Bachman. (2009). The origin of the integrated data store (IDS): The first direct-access DBMS. *IEEE Annals of the History of Computing*. (ISSN: 1934-1547, JuFo luokitus: 1).

Avainsanat: Ei avainsanoja. Haettu osoitteesta:
<http://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/5370778/>

81. W Lang, J Patel. (2009). Towards eco-friendly database management systems. *Conference on Innovative Data Systems Research (CIDR)*. Avainsanat: "energy consumption". Haettu osoitteesta: <https://arxiv.org/abs/0909.1767>
82. N Bevan. (2009). Usability. *Encyclopedia of Database Systems*. Avainsanat: Ei avainsanoja. Haettu osoitteesta: https://link.springer.com/10.1007/978-0-387-39940-9_441
83. WMP van der Aalst. (2009). Workflow patterns. *Encyclopedia of Database Systems*. Avainsanat: Ei avainsanoja. Haettu osoitteesta: https://link.springer.com/10.1007/978-0-387-39940-9_826
84. S Mathew, M Petropoulos. HQ Ngo, SJ Upadhyaya. (2010). A data-centric approach to insider attack detection in database systems. *RAID: International Workshop on Recent Advances in Intrusion Detection*. Avainsanat: "anomaly detection, role-based access control (RBAC), SQL injection, privacy, security, IDS, Owasp". Haettu osoitteesta: <http://link.springer.com/content/pdf/10.1007/978-3-642-15512-3.pdf#page=393>
85. S Nandagopalan, C Dhanalakshmi... (2010). A Fast K-Means algorithm for the segmentation of echocardiographic images using DBMS-SQL. *IEEE International Conference on Computer and Automation Engineering (ICCAE)*. Avainsanat: "SQL, relational". Haettu osoitteesta: <http://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/5451438/>
86. S Sakr, A Awad. (2010). A framework for querying graph-based business process models. *Proceedings of the International conference on World wide web*. Avainsanat: Ei avainsanoja. Haettu osoitteesta: <https://dl.acm.org/citation.cfm?id=1772906>
87. E Lo, C Binnig, D Kossmann, MT Özsü, WK Hon. (2010). A framework for testing DBMS features. *The VLDB Journal – The International Journal on Very Large Data Bases*. (ISSN: 1066-8888, JuFo luokitus: 3). Avainsanat: "testing". Haettu osoitteesta: <https://link.springer.com/article/10.1007/s00778-009-0157-y>
88. N Mahmood, A Burney, K Ahsan. (2010). A logical temporal relational data model. *International Journal of Computer Science Issues (IJCSI)*. (ISSN: 1694-0784). Avainsanat: "relational, data models". Haettu osoitteesta: <https://arxiv.org/abs/1002.1143>
89. Y Xu, P Kostamaa. (2010). A new algorithm for small-large table outer joins in parallel DBMS. *IEEE International Conference on Data Engineering (ICDE)*. (ISSN: 2375-026X). Avainsanat: "parallel, data warehouse". Haettu osoitteesta: <http://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/5447835/>
90. N Mallig. (2010). A relational database for bibliometric analysis. *Journal of Informetrics*. (ISSN: 1751-1577, JuFo luokitus: 3). Avainsanat: "relational, SQL". Haettu osoitteesta: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1751157710000611>
91. AM Weiner, T Härder. (2010). An integrative approach to query optimization in native XML database management systems. *Proceedings of the International Database Engineering & Applications Symposium*. Avainsanat: "query optimization, XML". Haettu osoitteesta: <https://dl.acm.org/citation.cfm?id=1866491>
92. D Agrawal, S Das, A El Abbadi. (2010). Big data and cloud computing: new wine or just new bottles?. *Proceedings of the VLDB Endowment*. (ISSN: 2150-8097, JuFo luokitus: 2). Avainsanat: "IaaS, PaaS, SaaS, DBaaS, cost, cloud". Haettu osoitteesta: <https://dl.acm.org/citation.cfm?id=1921063>

93. P Xiang, R Hou, Z Zhou. (2010). Cache and consistency in nosql. *IEEE International Conference on Computer Science and Information Technology*. Avainsanat: "NoSQL, consistency". Haettu osoitteesta: <http://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/5563525/>
94. ML Brodie. (2010). Data integration at scale: From relational data integration to information ecosystems. *IEEE International Conference on Advanced Information Networking and Applications (AINA)*. (ISSN: 2332-5658, JuFo luokitus: 1). Avainsanat: "relational, data mining, cloud". Haettu osoitteesta: <http://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/5474665/>
95. E Shmueli, R Vaisenberg, Y Elovici, C Glezer. (2010). Database encryption: an overview of contemporary challenges and design considerations. *ACM SIGMOD Record*. (ISSN: 0163-5808, JuFo luokitus: 1). Avainsanat: "security, encryption, indexes". Haettu osoitteesta: <https://dl.acm.org/citation.cfm?id=1815940>
96. WH Im, YW Lee, YC Suh. (2010). Development of a Web-Based Geovisualization System using Google Earth and Spatial DBMS. *Journal of Korea Spatial Information Research*. (ISSN: 2366-3294). Avainsanat: "spatial, GIS". Haettu osoitteesta: http://www.koreascience.or.kr/article/ArticleFullRecord.jsp?cn=JOSHBW_2010_v18n4_141
97. JO Hauglid, NH Ryeng, K Nørvåg. (2010). DYFRAM: dynamic fragmentation and replica management in distributed database systems. *Distributed and Parallel Databases*. (ISSN: 1573-7578, JuFo luokitus: 1). Avainsanat: "distributed, parallel, replication, fragmentation". Haettu osoitteesta: <https://link.springer.com/article/10.1007/s10619-010-7068-1>
98. R Palmieri, F Quaglia, P Romano, ... (2010). Evaluating database-oriented replication schemes in software transactional memory systems. *IEEE International Symposium on Parallel & Distributed Processing, Workshops and Phd Forum (IPDPSW)*. Avainsanat: "concurrency control, replication, high availability". Haettu osoitteesta: <http://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/5470866/>
99. Z Xu, YC Tu, X Wang. (2010). Exploring power-performance tradeoffs in database systems. *IEEE International Conference on Data Engineering (ICDE)*. (ISSN: 2375-026X). Avainsanat: "performance, relational databases, benchmark, cost, PostgreSQL, query optimization". Haettu osoitteesta: <http://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/5447840/>
100. JJ Levandoski, MF Mokbel, ... (2010). FlexPref: A framework for extensible preference evaluation in database systems. *IEEE International Conference on Data Engineering (ICDE)*. (ISSN: 2375-026X). Avainsanat: "PostgreSQL, Top-K, query processing, indexing". Haettu osoitteesta: <http://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/5447881/>
101. R Elmasri, S Navathe. (2010). *Fundamentals of Database Systems*. Avainsanat: "SQL, relational algebra, relational calculus, relational". Haettu osoitteesta: <https://dl.acm.org/citation.cfm?id=1855347>
102. H Gonzalez, AY Halevy, CS Jensen, A Langen... (2010). Google fusion tables: web-centered data management and collaboration. *Proceedings of the ACM SIGMOD International Conference on Management of data*. Avainsanat: "visualization". Haettu osoitteesta: <https://dl.acm.org/citation.cfm?id=1807286>
103. S Subramanian, Y Zhang... (2010). Impact of disk corruption on open-source DBMS. *IEEE International Conference on Data Engineering (ICDE)*. (ISSN: 2375-026X). Avainsanat: "data

corruption, concurrency control". Haettu osoitteesta:
<http://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/5447821/>

104. IA Musliman, A Abdul-rahman, V Coors. (2010). Incorporating 3D spatial operator with building information models in construction management using Geo-DBMS. *International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences - ISPRS Archives*. (ISSN: 2194-9034, JuFo luokitus: 1). Avainsanat: "GIS, spatial, SQL". Haettu osoitteesta: <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/summary?doi=10.1.1.670.6396>
105. Y Xu, P Kostamaa, L Gao. (2010). Integrating hadoop and parallel dbms. *Proceedings of the ACM SIGMOD International Conference on Management of data*. Avainsanat: "Hadoop, data warehouse, MapReduce, parallel". Haettu osoitteesta: <https://dl.acm.org/citation.cfm?id=1807272>
106. AD Sarma, M Theobald, J Widom. (2010). LIVE: a lineage-supported versioned DBMS. *International Conference on Scientific and Statistical Database Management*. Avainsanat: "query processing, query optimization". Haettu osoitteesta: https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-642-13818-8_29
107. M Stonebraker, D Abadi, DJ DeWitt, S Madden, ... (2010). MapReduce and parallel DBMSs: friends or foes?. *Communications of the ACM*. (ISSN: 1557-7317, JuFo luokitus: 3). Avainsanat: "MapReduce, parallel, data warehouse". Haettu osoitteesta: <https://dl.acm.org/citation.cfm?id=1629197>
108. N AL-romema. (2010). Memory storage issues of temporal database applications on relational database management systems. *Journal of Computer Science*. (ISSN: 1549-3636). Avainsanat: "temporal data". Haettu osoitteesta: https://www.researchgate.net/publication/47554397_Memory_Storage_Issues_of_Temporal_Database_Applications_on_Relational_Database_Management_Systems
109. 范凯. (2010). NoSQL 数据库综述. 程序员 - PROGRAMMER. Avainsanat: "NoSQL, distributed, relational". Haettu osoitteesta: <http://www.cqvip.com/qk/80936a/201006/33957137.html>
110. 黄贤立. (2010). NoSQL 非关系型数据库的发展及应用初探. 福建电脑 - Fujian Computer. Avainsanat: "NoSQL, key-value, concurrency". Haettu osoitteesta: <http://www.cqvip.com/qk/96621x/201007/35263115.html>
111. YR Kim, KY Whang, IY Song. (2010). Page-differential logging: an efficient and DBMS-independent approach for storing data into flash memory. *Proceedings of the ACM SIGMOD International Conference on Management of data*. Avainsanat: "performance, engine optimization". Haettu osoitteesta: <https://dl.acm.org/citation.cfm?id=1807208>
112. AV Lepikhov, LB Sokolinsky. (2010). Query processing in a DBMS for cluster systems. *Programming and Computer Software*. (ISSN: 1608-3261, JuFo luokitus: 1). Avainsanat: "query processing, replication, clustering, load balancing". Haettu osoitteesta: <https://link.springer.com/article/10.1134/S0361768810040031>
113. S Sakr, G Al-Naymat. (2010). Relational processing of RDF queries: a survey. *ACM SIGMOD Record*. (ISSN: 0163-5808, JuFo luokitus: 1). Avainsanat: "RDF, relational". Haettu osoitteesta: <https://dl.acm.org/citation.cfm?id=1815953>
114. C Ordonez, IY Song, C Garcia-Alvarado. (2010). Relational versus non-relational database systems for data warehousing. *Proceedings of the ACM international workshop on Data warehousing and OLAP*. Avainsanat: "data warehouse, MapReduce, ER, query optimization". Haettu osoitteesta: <https://dl.acm.org/citation.cfm?id=1871955>

115. R Nikkilä, I Seilonen, K Koskinen. (2010). Software architecture for farm management information systems in precision agriculture. *Computers and Electronics in Agriculture*. (ISSN: 0168-1699, JuFo luokitus: 2). Avainsanat: Ei avainsanoja. Haettu osoitteesta: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0168169909001859>
116. M Stonebraker. (2010). SQL databases v. NoSQL databases. *Communications of the ACM*. (ISSN: 1557-7317, JuFo luokitus: 3). Avainsanat: "NoSQL, relational, SQL". Haettu osoitteesta: <https://dl.acm.org/citation.cfm?id=1721659>
117. M Canim, GA Mihaila, B Bhattacharjee... (2010). SSD bufferpool extensions for database systems. *Proceedings of the VLDB Endowment*. (ISSN: 2150-8097, JuFo luokitus: 2). Avainsanat: "SSD, performance, caching, DB2". Haettu osoitteesta: <https://dl.acm.org/citation.cfm?id=1921017>
118. Y Li, J Xu, B Choi, H Hu. (2010). StableBuffer: optimizing write performance for DBMS applications on flash devices. *Proceedings of the ACM conference on Information and knowledge management*. (ISSN: 2155-0751, JuFo luokitus: 2). Avainsanat: "performance, flash memory". Haettu osoitteesta: <https://dl.acm.org/citation.cfm?id=1871483>
119. X Wang, S Wang, P Du, Z Feng. (2010). Storing and indexing RDF data in a column-oriented DBMS. *IEEE International Workshop on Database Technology and Applications*. (ISSN: 2167-194X). Avainsanat: "RDF, SPARQL, column-based, indexes, relational". Haettu osoitteesta: <http://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/5659025/>
120. TM Ghanem, AK Elmagarmid, PÅ Larson, ... (2010). Supporting views in data stream management systems. *ACM Transactions on Database Systems (TODS)*. (ISSN: 1557-4644, JuFo luokitus: 3). Avainsanat: "query optimization, performance". Haettu osoitteesta: <https://dl.acm.org/citation.cfm?id=1670244>
121. A Thomson, DJ Abadi. (2010). The case for determinism in database systems. *Proceedings of the VLDB Endowment*. (ISSN: 2150-8097, JuFo luokitus: 2). Avainsanat: "replication, high availability, concurrency control, OLTP, distributed". Haettu osoitteesta: <https://dl.acm.org/citation.cfm?id=1920855>
122. C Baru, R Moore, A Rajasekar, M Wan. (2010). The SDSC storage resource broker. *CASCON First Decade High Impact Papers*. Avainsanat: "storage". Haettu osoitteesta: <https://dl.acm.org/citation.cfm?id=1925816>
123. KY Whang, IY Song, TY Kim, KH Lee. (2010). The ubiquitous DBMS. *ACM SIGMOD Record*. (ISSN: 0163-5808, JuFo luokitus: 1). Avainsanat: "security, SQL, indexes, concurrency control". Haettu osoitteesta: <https://dl.acm.org/citation.cfm?id=1815952>
124. G Malecha, G Morrisett, A Shinnar, R Wisnesky. (2010). Toward a verified relational database management system. *ACM SIGPLAN Notices*. (ISSN: 1558-1160, JuFo luokitus: 0). Avainsanat: "RDBMS". Haettu osoitteesta: <https://dl.acm.org/citation.cfm?id=1706329>
125. M Hausenblas, M Karnstedt. (2010). Understanding linked open data as a web-scale database. *International Conference on Advances in Databases, Knowledge, and Data Applications*. Avainsanat: "relational, web-scale, query processing". Haettu osoitteesta: <http://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/5477146/>
126. V Kantabutra, JB Owens, DP Ames, ... (2010). Using the Newly - created ILE DBMS to Better Represent Temporal and Historical GIS Data. *Transactions in GIS*. (ISSN: 1467-9671, JuFo luokitus: 1). Avainsanat: "GIS". Haettu osoitteesta: <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1467-9671.2010.01222.x/full>

127. NF Khan, SE Harrison, PW Rose. (2010). Validity of diagnostic coding within the General Practice Research Database: a systematic review. *The British Journal of General Practice*. Avainsanat: Ei avainsanoja. Haettu osoitteesta: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2828861/>
128. N Leavitt. (2010). Will NoSQL databases live up to their promise?. *International Conference on Computational Science and Computational Intelligence*. Avainsanat: "NoSQL, object-oriented, SQL". Haettu osoitteesta: <http://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/5410700/>
129. O Ozmen, K Salem, J Schindler, S Daniel. (2010). Workload-aware storage layout for database systems. *Proceedings of the ACM SIGMOD International Conference on Management of data*. Avainsanat: "performance, concurrency, rules of thumb". Haettu osoitteesta: <https://dl.acm.org/citation.cfm?id=1807268>
130. M Breunig, S Zlatanova. (2011). 3D geo-database research: Retrospective and future directions. *Computers & Geosciences*. (ISSN: 0098-3004, JuFo luokitus: 1). Avainsanat: "spatial, GIS, data model". Haettu osoitteesta: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0098300411000069>
131. MP Cuéllar, M Delgado, MC Pegalajar. (2011). A common framework for information sharing in e-learning management systems. *Expert Systems with Applications*. (ISSN: 0957-4174, JuFo luokitus: 1). Avainsanat: Ei avainsanoja. Haettu osoitteesta: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0957417410007979>
132. BG Tudorica, C Bucur. (2011). A comparison between several NoSQL databases with comments and notes. *RoEduNet International Conference*. (ISSN: 2247-5443). Avainsanat: "NoSQL, ACID, BASE, benchmarking, performance, SQL". Haettu osoitteesta: <http://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/5993686/>
133. F Hübner, JH Böse, J Krüger, C Tosun, A Zeier... (2011). A cost-aware strategy for merging differential stores in column-oriented in-memory DBMS. *International Workshop on Business Intelligence for the Real-Time Enterprise*. Avainsanat: "column-based, memory based, performance". Haettu osoitteesta: https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-642-33500-6_3
134. D Le-Phuoc, M Dao-Tran, JX Parreira, ... (2011). A native and adaptive approach for unified processing of linked streams and linked data. *International Semantic Web Conference*. Avainsanat: "SPARQL, RDF, query optimization". Haettu osoitteesta: https://link.springer.com/10.1007%2F978-3-642-25073-6_24
135. J Han, M Song, J Song. (2011). A novel solution of distributed memory nosql database for cloud computing. *IEEE/ACIS International Conference on Computer and Information Science*. Avainsanat: "NoSQL, distributed, memory based, cloud, cache". Haettu osoitteesta: <http://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/6086493/>
136. K Stefanidis, G Koutrika, E Pitoura. (2011). A survey on representation, composition and application of preferences in database systems. *ACM Transactions on Database Systems (TODS)*. (ISSN: 1557-4644, JuFo luokitus: 3). Avainsanat: Ei avainsanoja. Haettu osoitteesta: <https://dl.acm.org/citation.cfm?id=2000829>
137. T Horikawa. (2011). An approach for scalability-bottleneck solution: identification and elimination of scalability bottlenecks in a dbms. *ACM/SPEC International Conference on Performance engineering*. Avainsanat: "ACID, scalability, performance". Haettu osoitteesta: <https://dl.acm.org/citation.cfm?id=1958756>

138. S Chaudhuri, U Dayal, V Narasayya. (2011). An overview of business intelligence technology. *Communications of the ACM*. (ISSN: 1557-7317, JuFo luokitus: 3). Avainsanat: "business intelligence". Haettu osoitteesta: <https://dl.acm.org/citation.cfm?id=1978562>
139. A Cuzzocrea, IY Song, KC Davis. (2011). Analytics over large-scale multidimensional data: the big data revolution!. *Proceedings of the ACM international workshop on Data warehousing and OLAP*. Avainsanat: "data warehouse, big data". Haettu osoitteesta: <https://dl.acm.org/citation.cfm?id=2064695>
140. R Nehme, N Bruno. (2011). Automated partitioning design in parallel database systems. *Proceedings of the ACM SIGMOD International Conference on Management of data*. Avainsanat: "partitioning, parallel". Haettu osoitteesta: <https://dl.acm.org/citation.cfm?id=1989444>
141. D Agrawal, S Das, A El Abbadi. (2011). Big data and cloud computing: current state and future opportunities. *Proceedings of the International Conference on Extending Database Technology (EDBT/ICDT)*. Avainsanat: "big data, cloud, scalable". Haettu osoitteesta: <https://dl.acm.org/citation.cfm?id=1951432>
142. RA Popa, N Zeldovich, H Balakrishnan. (2011). CryptDB: A practical encrypted relational DBMS. *CSAIL Technical Reports*. Avainsanat: "encryption, SQL, privacy, cloud". Haettu osoitteesta: <https://dspace.mit.edu/handle/1721.1/60876>
143. D Rajagopal. (2011). Customer data clustering using data mining technique. *International Journal of Database Management Systems (IJDMS)*. Avainsanat: "data mining". Haettu osoitteesta: <https://arxiv.org/abs/1112.2663>
144. O Curé, R Hecht, C Le Duc, M Lamolle. (2011). Data integration over nosql stores using access path based mappings. *International Conference on Database and Expert Systems Applications*. Avainsanat: "NoSQL, distributed". Haettu osoitteesta: https://link.springer.com/10.1007%2F978-3-642-23088-2_36
145. N Martinez-Bazan, S Gomez-Villamor... (2011). DEX: A high-performance graph database management system. *IEEE International Conference on Data Engineering Workshops (ICDEW)*. Avainsanat: "graph, distributed". Haettu osoitteesta: <http://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/5767616/>
146. A Nica, FM Suchanek, AS Varde. (2011). Emerging multidisciplinary research across database management systems. *ACM SIGMOD Record*. (ISSN: 0163-5808, JuFo luokitus: 1). Avainsanat: "cloud". Haettu osoitteesta: <https://dl.acm.org/citation.cfm?id=1942786>
147. J Dunkel, A Fernández, R Ortiz, S Ossowski. (2011). Event-driven architecture for decision support in traffic management systems. *Expert Systems with Applications*. (ISSN: 0957-4174, JuFo luokitus: 1). Avainsanat: Ei avainsanoja. Haettu osoitteesta: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0957417410013254>
148. JT Cadenas, N Marín, MA Vila. (2011). Fuzzy domains with adaptable semantics in an object-relational DBMS. *International Conference on Flexible Query Answering Systems*. Avainsanat: "fuzzy, object-relational". Haettu osoitteesta: https://link.springer.com/10.1007%2F978-3-642-24764-4_43
149. L Wang, J Xu, M Zhao, Y Tu... (2011). Fuzzy modeling based resource management for virtualized database systems. *IEEE International Symposium on Modelling, Analysis, and Simulation of Computer and Telecommunication Systems*. (ISSN: 2375-0227, JuFo luokitus: 1). Avainsanat: "fuzzy models, virtualization, data model, resource management". Haettu osoitteesta: <http://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/6005366/>

150. VR Milov, BA Suslov, OV Kryukov. (2011). Intellectual management decision support in gas industry. *Automation and Remote Control*. (ISSN: 1608-3032, JuFo luokitus: 1). Avainsanat: Ei avainsanoja. Haettu osoitteesta: <https://link.springer.com/article/10.1134/S0005117911050183>
151. P Xiong, Y Chi, S Zhu, HJ Moon, C Pu, ... (2011). Intelligent management of virtualized resources for database systems in cloud environment. *IEEE International Conference on Data Engineering (ICDE)*. (ISSN: 2375-026X). Avainsanat: "SLA, resource management, cloud computing, performance, PaaS, IaaS, virtualization, multitenant". Haettu osoitteesta: <http://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/5767928/>
152. S Ray, B Simion, AD Brown. (2011). Jackpine: A benchmark to evaluate spatial database performance. *IEEE International Conference on Data Engineering (ICDE)*. (ISSN: 2375-026X). Avainsanat: "spatial, benchmarking, relational". Haettu osoitteesta: <http://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/5767929/>
153. S Bergamaschi, E Domnori, F Guerra, ... (2011). Keyword search over relational databases: a metadata approach. *Proceedings of the ACM SIGMOD International Conference on Management of data*. Avainsanat: "SQL". Haettu osoitteesta: <https://dl.acm.org/citation.cfm?id=1989383>
154. DS Kaster, PH Bugatti, M Ponciano-Silva... (2011). MedFMI-SiR: A powerful DBMS solution for large-scale medical image retrieval. *International Conference on Information Technology in Bio- and Medical Informatics*. Avainsanat: "query processing". Haettu osoitteesta: https://link.springer.com/10.1007%2F978-3-642-23208-4_2
155. H Zhang, Y Wang, J Han. (2011). Middleware design for integrating relational database and NOSQL based on data dictionary. *International Conference on Transportation, Mechanical, and Electrical Engineering (TMEE)*. Avainsanat: "NoSQL, distributed". Haettu osoitteesta: <http://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/6199485/>
156. S Liao, Y Chen, Y Lin. (2011). Mining customer knowledge to implement online shopping and home delivery for hypermarkets. *Expert Systems with Applications*. (ISSN: 0957-4174, JuFo luokitus: 1). Avainsanat: Ei avainsanoja. Haettu osoitteesta: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S095741741001016X>
157. N Nihalani, S Silakari, M Motwani. (2011). Natural language interface for database: a brief review. *IJCSI International Journal of Computer Science*. (ISSN: 1694-0814). Avainsanat: "SQL, natural language, relational". Haettu osoitteesta: <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/summary?doi=10.1.1.402.9657>
158. R Hecht, S Jablonski. (2011). NoSQL evaluation: A use case oriented survey. *International Conference on Cloud and Service Computing (CSC)*. Avainsanat: "NoSQL, concurrency control, partitioning, replication, data models". Haettu osoitteesta: <http://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/6138544/>
159. I Konstantinou, E Angelou, C Boumpouka... (2011). On the elasticity of NoSQL databases over cloud management platforms. *Proceedings of the ACM international conference on Information and knowledge management*. Avainsanat: "NoSQL, cloud, scalability". Haettu osoitteesta: <https://dl.acm.org/citation.cfm?id=2063973>
160. C Ordonez, SK Pitchaimalai. (2011). One-pass data mining algorithms in a DBMS with UDFs. *Proceedings of the ACM SIGMOD International Conference on Management of data*. Avainsanat: "SQL, data mining". Haettu osoitteesta: <https://dl.acm.org/citation.cfm?id=1989458>

161. B Bishop, A Kiryakov, D Ognyanoff, I Peikov... (2011). OWLIM: A family of scalable semantic repositories. *Semantic web*. Avainsanat: "RDF, SPARQL, scalable". Haettu osoitteesta: <https://content.iospress.com/articles/semantic-web/sw026>
162. MT Özsu, P Valduriez. (2011). *Principles of Distributed Database Systems*. Avainsanat: "distributed, transaction management". Haettu osoitteesta: <https://dl.acm.org/citation.cfm?id=1972515>
163. T Kiefer, W Lehner. (2011). Private table database virtualization for dbaas. *IEEE International Conference on Utility and Cloud Computing*. Avainsanat: "DBaaS, cloud, relational, virtualization". Haettu osoitteesta: <http://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/6123516/>
164. MCN Barioni, D dos Santos Kaster, ... (2011). Querying multimedia data by similarity in relational DBMS. *Advanced Database Query Systems: Techniques, Applications and Technologies*. Avainsanat: "fuzzy, relational, SQL, RDF, graph". Haettu osoitteesta: <https://www.igi-global.com/chapter/advanced-database-query-systems/52308>
165. L Bonnet, A Laurent, M Sala, B Laurent... (2011). Reduce, you say: What nosql can do for data aggregation and bi in large repositories. *IEEE International Workshop on Database and Expert Systems Applications*. (ISSN: 2378-3915, JuFo luokitus: 1). Avainsanat: "NoSQL, business intelligence, MongoDB, MapReduce, SQL, relational, data mining". Haettu osoitteesta: <http://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/6059864/>
166. C Curino, EPC Jones, RA Popa, N Malviya, E Wu, ... (2011). Relational cloud: A database-as-a-service for the cloud. *Conference on Innovative Data Systems Research (CIDR)*. Avainsanat: "DBaaS, cloud, relational, encrypted, data privacy". Haettu osoitteesta: <https://dspace.mit.edu/handle/1721.1/62241>
167. Z Xiao, Y Liu. (2011). Remote sensing image database based on NOSQL database. *IEEE International Conference on Geoinformatics*. (ISSN: 2161-0258). Avainsanat: "NoSQL, GIS, HBase, Bigtable, relational". Haettu osoitteesta: <http://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/5980724/>
168. R Cattell. (2011). Scalable SQL and NoSQL data stores. *ACM SIGMOD Record*. (ISSN: 0163-5808, JuFo luokitus: 1). Avainsanat: "SQL, NoSQL, OLTP, scalability, data warehouse". Haettu osoitteesta: <https://dl.acm.org/citation.cfm?id=1978919>
169. Y Zhang, M Kersten, M Ivanova, N Nes. (2011). SciQL: bridging the gap between science and relational DBMS. *Proceedings of the Symposium on International Database Engineering & Applications*. Avainsanat: "SQL, SciDB". Haettu osoitteesta: <https://dl.acm.org/citation.cfm?id=2076639>
170. L Okman, N Gal-Oz, Y Gonen, E Gudes... (2011). Security issues in nosql databases. *International Conference on Trust, Security and Privacy in Computing and Communications*. (ISSN: 2324-9013, JuFo luokitus: 1). Avainsanat: "NoSQL, security, Cassandra, MongoDB, distributed, cloud, relational". Haettu osoitteesta: <http://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/6120863/>
171. MJ Hsieh, CR Chang, LY Ho, JJ Wu, ... (2011). SQLMR: A scalable database management system for cloud computing. *International Conference on Parallel Processing (ICPP)*. (ISSN: 2332-5690, JuFo luokitus: 1). Avainsanat: "scalability, SQL, MapReduce, cloud, NoSQL, Hadoop, distributed, indexing, data processing, relational". Haettu osoitteesta: <http://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/6047200/>

172. J Han, E Haihong, G Le, J Du. (2011). Survey on NoSQL database. *IEEE International Conference on Pervasive Computing and Applications*. Avainsanat: "NoSQL, CAP, data models, key-value, column-oriented, document, big data, cloud". Haettu osoitteesta: <http://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/6106531/>
173. J Do, D Zhang, JM Patel, DJ DeWitt, ... (2011). Turbocharging DBMS buffer pool using SSDs. *Proceedings of the ACM SIGMOD International Conference on Management of data*. Avainsanat: "SSD, performance, performance comparison". Haettu osoitteesta: <https://dl.acm.org/citation.cfm?id=1989442>
174. L Bellatreche, S Benkrid, A Ghazal, A Crolotte... (2011). Verification of partitioning and allocation techniques on teradata DBMS. *International Conference on Algorithms and Architectures for Parallel Processing*. Avainsanat: "data warehouse, distributed, parallel". Haettu osoitteesta: https://link.springer.com/10.1007/978-3-642-24650-0_14
175. 张华强. (2011). 关系型数据库与 NoSQL 数据库. *电脑知识与技术 - Computer Knowledge and Technology*. Avainsanat: "NoSQL, CAP, relational". Haettu osoitteesta: <http://www.cqvip.com/qk/98164b/201107x/68789083504849495048484949.html>
176. Y Bassil. (2012). A comparative study on the performance of the Top DBMS systems. *Journal of Computer Science & Research (JCSCR)*. (ISSN: 2227-328X). Avainsanat: "performance, SQL, benchmarking". Haettu osoitteesta: <https://arxiv.org/abs/1205.2889>
177. D Lee, SK Cha, AH Lee. (2012). A performance anomaly detection and analysis framework for DBMS development. *IEEE Transactions on Knowledge and Data Engineering*. (ISSN: 1041-4347, JuFo luokitus: 3). Avainsanat: "performance, monitoring". Haettu osoitteesta: <http://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/5740895/>
178. T Li, Y Liu, Y Tian, S Shen... (2012). A storage solution for massive IoT data based on NoSQL. *IEEE International Conference on Green Computing and Communications*. Avainsanat: "NoSQL, IoT". Haettu osoitteesta: <http://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/6468294/>
179. NW Paton. (2012). *Active rules in database systems*. Avainsanat: Ei avainsanoja. Haettu osoitteesta: <https://dl.acm.org/citation.cfm?id=552375>
180. RHL Chiang, P Goes, EA Stohr. (2012). Business intelligence and analytics education, and program development: A unique opportunity for the information systems discipline. *ACM Transactions on Management Information Systems (TMIS)*. (ISSN: 2158-6578, JuFo luokitus: 1). Avainsanat: "business intelligence, big data". Haettu osoitteesta: <https://dl.acm.org/citation.cfm?id=2361257>
181. H Chen, RHL Chiang, VC Storey. (2012). Business intelligence and analytics: from big data to big impact. *MIS quarterly*. (ISSN: 2162-9730, JuFo luokitus: 3). Avainsanat: "business intelligence, big data". Haettu osoitteesta: <http://www.jstor.org/stable/41703503>
182. A Thomson, T Diamond, SC Weng, K Ren, ... (2012). Calvin: fast distributed transactions for partitioned database systems. *Proceedings of the ACM SIGMOD International Conference on Management of data*. Avainsanat: "distributed, partitioning, replication, scalability". Haettu osoitteesta: <https://dl.acm.org/citation.cfm?id=2213838>
183. A Floratou, N Teletia, DJ DeWitt, JM Patel, ... (2012). Can the elephants handle the nosql onslaught?. *Proceedings of the VLDB Endowment*. (ISSN: 2150-8097, JuFo luokitus: 2). Avainsanat: "big data, MongoDB, relational, Hadoop, comparison, NoSQL". Haettu osoitteesta: <https://dl.acm.org/citation.cfm?id=2367511>

184. K Bakshi. (2012). Considerations for big data: Architecture and approach. *IEEE Aerospace Conference*. (ISSN: 1095-323X). Avainsanat: "Hadoop, big data, HBase, MapReduce, distributed, SQL, relational, benchmarking". Haettu osoitteesta: <http://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/6187357/>
185. D Abadi. (2012). Consistency tradeoffs in modern distributed database system design: CAP is only part of the story. *Computer*. (ISSN: 1558-0814, JuFo luokitus: 2). Avainsanat: "CAP, distributed". Haettu osoitteesta: <http://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/6127847/>
186. M Indrawan-Santiago. (2012). Database research: Are we at a crossroad? Reflection on NoSQL. *IEEE International Conference on Network-Based Information Systems*. (ISSN: 2157-0426). Avainsanat: "NoSQL, business analytics, key-value". Haettu osoitteesta: <http://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/6354806/>
187. WK Michener, MB Jones. (2012). Ecoinformatics: supporting ecology as a data-intensive science. *Trends in ecology & evolution*. Avainsanat: Ei avainsanoja. Haettu osoitteesta: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0169534711003399>
188. V Sikka, F Färber, W Lehner, SK Cha, T Peh... (2012). Efficient transaction processing in SAP HANA database: the end of a column store myth. *Proceedings of the ACM SIGMOD International Conference on Management of data*. Avainsanat: "relational, memory based". Haettu osoitteesta: <https://dl.acm.org/citation.cfm?id=2213946>
189. M Frank, M Poess, T Rabl. (2012). Efficient update data generation for DBMS benchmarks. *Proceedings of the ACM/SPEC International Conference on Performance Engineering*. Avainsanat: "benchmarking". Haettu osoitteesta: <https://dl.acm.org/citation.cfm?id=2188315>
190. UF Minhas, R Liu, A Aboulnaga, ... (2012). Elastic scale-out for partition-based database systems. *IEEE International Conference on Data Engineering Workshops (ICDEW)*. Avainsanat: "VoltDB, partitioning, performance, high availability, scalable". Haettu osoitteesta: <http://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/6313694/>
191. AR Bansal, SP Anand. (2012). Estimation of depth to the bottom of magnetic sources (DBMS) using modified centroid method from Aeromagnetic data of Central India. *International Conference & Exposition on Petroleum Geophysics*. Avainsanat: Ei avainsanoja. Haettu osoitteesta: <http://library.iigm.res.in:8080/jspui/handle/123456789/913>
192. S Madden. (2012). From databases to big data. *IEEE Internet Computing*. (ISSN: 1941-0131, JuFo luokitus: 3). Avainsanat: "big data". Haettu osoitteesta: <http://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/6188576/>
193. S Ghandeharizadeh, J Yap. (2012). Gumball: a race condition prevention technique for cache augmented sql database management systems. *Proceedings of the ACM SIGMOD International Conference on Management of data*. Avainsanat: "relational, performance, consistency, cache". Haettu osoitteesta: <https://dl.acm.org/citation.cfm?id=2304537>
194. S Lombardo, E Di Nitto, ... (2012). Issues in handling complex data structures with nosql databases. *International Symposium on Symbolic and Numeric Algorithms for Scientific Computing*. Avainsanat: "NoSQL, cloud". Haettu osoitteesta: <http://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/6481064/>
195. K Ren, A Thomson, DJ Abadi. (2012). Lightweight locking for main memory database systems. *Proceedings of the VLDB Endowment*. (ISSN: 2150-8097, JuFo luokitus: 2).

- Avainsanat: "locking, OLTP, performance, distributed". Haettu osoitteesta: <https://dl.acm.org/citation.cfm?id=2448947>
196. MC Albutiu, A Kemper, T Neumann. (2012). Massively parallel sort-merge joins in main memory multi-core database systems. *Proceedings of the VLDB Endowment*. (ISSN: 2150-8097, JuFo luokitus: 2). Avainsanat: "sort-merge, sorting, merging, performance, parallel". Haettu osoitteesta: <https://dl.acm.org/citation.cfm?id=2336678>
197. R Zhang, S Debray, RT Snodgrass. (2012). Micro-specialization: dynamic code specialization of database management systems. *Proceedings of the International Symposium on Code Generation and Optimization*. Avainsanat: "performance, query optimization". Haettu osoitteesta: <https://dl.acm.org/citation.cfm?id=2259025>
198. A Boicea, F Radulescu, LI Agapin. (2012). MongoDB vs Oracle--database comparison. *IEEE International Conference on Emerging Intelligent Data and Web Technologies*. Avainsanat: "SQL, NoSQL, relational, non-relational, integrity, comparison". Haettu osoitteesta: <http://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/6354766/>
199. A Schram, KM Anderson. (2012). MySQL to NoSQL: data modeling challenges in supporting scalability. *Proceedings of the conference on Systems, programming, and applications: software for humanity*. Avainsanat: "NoSQL, relational, data models". Haettu osoitteesta: <https://dl.acm.org/citation.cfm?id=2384773>
200. H Appelrath, D Geesen, M Grawunder... (2012). Odysseus: a highly customizable framework for creating efficient event stream management systems. *Proceedings of the ACM International Conference on Distributed Event-Based Systems*. Avainsanat: Ei avainsanoja. Haettu osoitteesta: <https://dl.acm.org/citation.cfm?id=2335525>
201. ML Brodie, J Mylopoulos. (2012). *On knowledge base management systems: integrating artificial intelligence and database technologies*. Avainsanat: Ei avainsanoja. Haettu osoitteesta: <https://dl.acm.org/citation.cfm?id=8789>
202. O Curé, F Kerdjoudj, D Faye, C Le Duc... (2012). On the potential integration of an ontology-based data access approach in NoSQL stores. *IEEE International Conference on Emerging Intelligent Data and Web Technologies*. Avainsanat: "NoSQL, SPARQL, document". Haettu osoitteesta: <http://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/6354737/>
203. A Arvanitis, G Koutrika. (2012). PrefDB: Bringing preferences closer to the DBMS. *Proceedings of the ACM SIGMOD International Conference on Management of data*. Avainsanat: "data models". Haettu osoitteesta: <https://dl.acm.org/citation.cfm?id=2213927>
204. B Grad. (2012). Relational Database Management Systems: The Formative Years [Guest editor's introduction]. *IEEE Annals of the History of Computing*. (ISSN: 1934-1547, JuFo luokitus: 1). Avainsanat: "relational, query processing, relational model". Haettu osoitteesta: <http://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/6359704/>
205. S Subramaniam, SC Haw, PK Hoong. (2012). s-XML: An efficient mapping scheme to bridge XML and relational database. *Knowledge-Based Systems*. (ISSN: 0950-7051, JuFo luokitus: 1). Avainsanat: "XML, query processing, relational". Haettu osoitteesta: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0950705111002437>
206. F Färber, SK Cha, J Primsch, C Bornhövd, S Sigg, W Lehner. (2012). SAP HANA database: data management for modern business applications. *ACM SIGMOD Record*. (ISSN: 0163-5808, JuFo luokitus: 1). Avainsanat: "analytics, distributed, column-based, row-based, SQL, NoSQL". Haettu osoitteesta: <https://dl.acm.org/citation.cfm?id=2094126>

207. JS Van der Veen, B Van Der Waaij, ... (2012). Sensor data storage performance: SQL or NoSQL, physical or virtual. *IEEE International Conference on Cloud Computing*. (ISSN: 2159-6190, JuFo luokitus: 1). Avainsanat: "NoSQL, virtual, cloud, SQL". Haettu osoitteesta: <http://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/6253535/>
208. A Pavlo, C Curino, S Zdonik. (2012). Skew-aware automatic database partitioning in shared-nothing, parallel OLTP systems. *Proceedings of the ACM SIGMOD International Conference on Management of data*. Avainsanat: "partitioning, parallel, acid". Haettu osoitteesta: <https://dl.acm.org/citation.cfm?id=2213844>
209. K Mulay, PS Kumar. (2012). SPOVC: a scalable RDF store using horizontal partitioning and column oriented DBMS. *Proceedings of the International Workshop on Semantic Web Information Management*. Avainsanat: "RDF, SPARQL, column-based". Haettu osoitteesta: <https://dl.acm.org/citation.cfm?id=2237875>
210. K Kyzirakos, M Karpathiotakis, M Koubarakis. (2012). Strabon: a semantic geospatial DBMS. *International Semantic Web Conference*. Avainsanat: "RDF, query optimization, SPARQL". Haettu osoitteesta: https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-642-35176-1_19
211. G Wang, J Tang. (2012). The nosql principles and basic application of cassandra model. *IEEE International Conference on Computer Science and Service System (CSSS)*. Avainsanat: "NoSQL, Cassandra, CAP, BASE". Haettu osoitteesta: <http://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/6394574/>
212. I Konstantinou, E Angelou, D Tsoumakos, ... (2012). Tiramola: elastic nosql provisioning through a cloud management platform. *Proceedings of the ACM SIGMOD International Conference on Management of data*. Avainsanat: "NoSQL, cloud, HBase, virtualization". Haettu osoitteesta: <https://dl.acm.org/citation.cfm?id=2213943>
213. S Lee. (2012). Unified Modeling Language (UML) for Database Systems and Computer Applications. *International Journal of Database Theory and Application*. (ISSN: 2005-4270). Avainsanat: "UML, data modelling". Haettu osoitteesta: <http://www.earticle.net/Article.aspx?sn=207834>
214. P Atzeni, F Bugiotti, L Rossi. (2012). Uniform access to non-relational database systems: The SOS platform. *International Conference on Advanced Information Systems Engineering*. Avainsanat: "NoSQL, interoperability, ACID, relational". Haettu osoitteesta: https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-642-31095-9_11
215. T Hayes, O Palomar, O Unsal, A Cristal, ... (2012). Vector extensions for decision support dbms acceleration. *Proceedings of the IEEE/ACM International Symposium on Microarchitecture*. Avainsanat: Ei avainsanoja. Haettu osoitteesta: <https://dl.acm.org/citation.cfm?id=2457495>
216. M Zukowski, M van de Wiel, ... (2012). Vectorwise: A vectorized analytical DBMS. *IEEE International Conference on Data Engineering (ICDE)*. (ISSN: 2375-026X). Avainsanat: "VectorWise, SQL, query processing, relational, column-oriented". Haettu osoitteesta: <http://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/6228203/>
217. D Garlasu, V Sandulescu, I Halcu, ... (2013). A big data implementation based on Grid computing. *RoEduNet International Conference*. (ISSN: 2247-5443). Avainsanat: "big data, Hadoop, MapReduce, grid computing, distributed". Haettu osoitteesta: <http://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/6511732/>

218. Y Li, S Manoharan. (2013). A performance comparison of SQL and NoSQL databases. *IEEE Pacific Rim Conference on Communications, Computers and Signal Processing (PACRIM)*. (ISSN: 2154-5952). Avainsanat: "big data, performance, NoSQL, SQL, key-value". Haettu osoitteesta: <http://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/6625441/>
219. KKY Lee, WC Tang, KS Choi. (2013). Alternatives to relational database: comparison of NoSQL and XML approaches for clinical data storage. *Computer Methods and Programs in Biomedicine*. (ISSN: 0169-2607, JuFo luokitus: 1). Avainsanat: "NoSQL, XML, relational". Haettu osoitteesta: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0169260712002805>
220. R Vilaça, F Cruz, J Pereira, R Oliveira. (2013). An effective scalable SQL engine for NoSQL databases. *IFIP International Conference on Distributed Applications and Interoperable Systems*. Avainsanat: "NoSQL, SQL, HBase, cloud". Haettu osoitteesta: https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-642-38541-4_12
221. J DeBrabant, A Pavlo, S Tu, M Stonebraker... (2013). Anti-caching: A new approach to database management system architecture. *Proceedings of the VLDB Endowment*. (ISSN: 2150-8097, JuFo luokitus: 2). Avainsanat: "relational, cache, memory based". Haettu osoitteesta: <https://dl.acm.org/citation.cfm?id=2556575>
222. D Tsoumakos, I Konstantinou, ... (2013). Automated, elastic resource provisioning for nosql clusters using tiramola. *IEEE/ACM International Symposium on Cluster, Cloud, and Grid Computing*. Avainsanat: "NoSQL, cloud, distributed, IaaS, virtualization". Haettu osoitteesta: <http://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/6546056/>
223. R Angles, A Prat-Pérez, D Dominguez-Sal, ... (2013). Benchmarking database systems for social network applications. *IEEE International Workshop on Graph Data Management Experiences and Systems (GRADES)*. Avainsanat: "benchmark, Neo4j, PostgreSQL, graph, relational". Haettu osoitteesta: <https://dl.acm.org/citation.cfm?id=2484440>
224. S Ghandeharizadeh, J Yap. (2013). Cache augmented database management systems. *Proceedings of the ACM SIGMOD Workshop on Databases and Social Networks*. Avainsanat: "performance, cache". Haettu osoitteesta: <https://dl.acm.org/citation.cfm?id=2484709>
225. G Feuerlicht, J Pokorný. (2013). Can relational DBMS scale up to the cloud?. *Information Systems Development*. Avainsanat: "relational, NoSQL, SQL, cloud, scalability". Haettu osoitteesta: https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-1-4614-4951-5_26
226. C Ordonez. (2013). Can we analyze big data inside a DBMS?. *Proceedings of the ACM international workshop on Data warehousing and OLAP*. Avainsanat: "relational, NoSQL, Hadoop, MapReduce, SQL". Haettu osoitteesta: <https://dl.acm.org/citation.cfm?id=2513198>
227. Z Parker, S Poe, SV Vrbsky. (2013). Comparing nosql mongodb to an sql db. *Proceedings of the ACM Southeast Conference*. Avainsanat: "NoSQL, SQL, relational, MongoDB, comparison, performance". Haettu osoitteesta: <https://dl.acm.org/citation.cfm?id=2500047>
228. R Liu, A Aboulnaga, K Salem. (2013). Dax: a widely distributed multitenant storage service for dbms hosting. *Proceedings of the VLDB Endowment*. (ISSN: 2150-8097, JuFo luokitus: 2). Avainsanat: "SQL, cloud, storage". Haettu osoitteesta: <https://dl.acm.org/citation.cfm?id=2488332>
229. AR Bansal, SP Anand, M Rajaram, VK Rao, VP Dimri. (2013). Depth to the bottom of magnetic sources (DBMS) from aeromagnetic data of Central India using modified

- centroid method for fractal distribution of sources. *Tectonophysics*. (ISSN: 0040-1951, JuFo luokitus: 1). Avainsanat: Ei avainsanoja. Haettu osoitteesta: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0040195113003363>
230. P Amirian, A Basiri, A Winstanley. (2013). Efficient online sharing of geospatial big data using NoSQL XML databases. *International Conference on Computing for Geospatial Research and Application*. Avainsanat: "relational, NoSQL, spatial, XML, big data". Haettu osoitteesta: <http://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/6602065/>
231. E Liarou, S Idreos, S Manegold, M Kersten. (2013). Enhanced stream processing in a DBMS kernel. *Proceedings of the International Conference on Extending Database Technology*. Avainsanat: "query processing, data warehouse, performance". Haettu osoitteesta: <https://dl.acm.org/citation.cfm?id=2452435>
232. T Kraska. (2013). Finding the needle in the big data systems haystack. *IEEE Internet Computing*. (ISSN: 1941-0131, JuFo luokitus: 3). Avainsanat: "big data, MapReduce, OLAP, key/value stores". Haettu osoitteesta: <http://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/6415919/>
233. P Bosc. (2013). *Fuzziness in database management systems*. Avainsanat: "fuzzy models". Haettu osoitteesta: <https://www.springer.com/gp/book/9783790808582>
234. C Mohan. (2013). History repeats itself: sensible and NonsenSQL aspects of the NoSQL hoopla. *Proceedings of the International Conference on Extending Database Technology*. Avainsanat: "NoSQL, SQL". Haettu osoitteesta: <https://dl.acm.org/citation.cfm?id=2452378>
235. A Abouzied, DJ Abadi, A Silberschatz. (2013). Invisible loading: access-driven data transfer from raw files into database systems. *Proceedings of the International Conference on Extending Database Technology*. Avainsanat: "MapReduce, performance". Haettu osoitteesta: <https://dl.acm.org/citation.cfm?id=2452377>
236. T Horikawa. (2013). Latch-free data structures for DBMS: design, implementation, and evaluation. *Proceedings of the ACM SIGMOD International Conference on Management of data*. Avainsanat: "ACID, benchmarking, performance". Haettu osoitteesta: <https://dl.acm.org/citation.cfm?id=2463720>
237. H Demirkan, D Delen. (2013). Leveraging the capabilities of service-oriented decision support systems: Putting analytics and big data in cloud. *Decision Support Systems*. (ISSN: 0167-9236, JuFo luokitus: 2). Avainsanat: "big data, cloud". Haettu osoitteesta: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0167923612001595>
238. S Scherzinger, M Klettke, U Störl. (2013). Managing schema evolution in nosql data stores. *Proceedings of the International Symposium on Database Programming Languages (DBPL)*. Avainsanat: "NoSQL, schema changes". Haettu osoitteesta: <https://arxiv.org/abs/1308.0514>
239. F Cruz, F Maia, M Matos, R Oliveira, J Paulo, ... (2013). Met: workload aware elasticity for nosql. *Proceedings of the ACM European Conference on Computer Systems*. Avainsanat: "NoSQL, scalability, cloud". Haettu osoitteesta: <https://dl.acm.org/citation.cfm?id=2465370>
240. K Kaur, R Rani. (2013). Modeling and querying data in NoSQL databases. *IEEE International Congress on Big Data*. Avainsanat: "NoSQL, data models, relational, query processing". Haettu osoitteesta: <http://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/6691765/>

241. ABM Moniruzzaman, SA Hossain. (2013). Nosql database: New era of databases for big data analytics-classification, characteristics and comparison. *International Journal of Database Theory and Application*. (ISSN: 2005-4270). Avainsanat: "NoSQL". Haettu osoitteesta: <https://arxiv.org/abs/1307.0191>
242. P Cudré-Mauroux, I Enchev, S Fundatureanu... (2013). NoSQL databases for RDF: an empirical evaluation. *International Semantic Web Conference*. Avainsanat: "NoSQL, RDF, SPARQL". Haettu osoitteesta: https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-642-41338-4_20
243. J Pokorny. (2013). NoSQL databases: a step to database scalability in web environment. *International Journal of Web Information Systems*. (ISSN: 1744-0084, JuFo luokitus: 1). Avainsanat: "NoSQL, ACID, cloud, CAP, scalability". Haettu osoitteesta: <http://www.emeraldinsight.com/doi/full/10.1108/17440081311316398>
244. V Abramova, J Bernardino. (2013). NoSQL databases: MongoDB vs cassandra. *Proceedings of the International C* Conference on Computer Science and Software Engineering*. Avainsanat: "NoSQL, MongoDB, Cassandra, relational, transaction management, comparison". Haettu osoitteesta: <https://dl.acm.org/citation.cfm?id=2494447>
245. C Nance, T Losser, R Iype, G Harmon. (2013). Nosql vs rdbms-why there is room for both. *SAIS 2013 Proceedings*. Avainsanat: "NoSQL, relational". Haettu osoitteesta: <http://aisel.aisnet.org/cgi/viewcontent.cgi?article=1026&context=sais2013>
246. B Schön, ASM Mosa, DF Laefer, M Bertolotto. (2013). Octree-based indexing for 3D pointclouds within an Oracle Spatial DBMS. *Computers & Geosciences*. (ISSN: 0098-3004, JuFo luokitus: 1). Avainsanat: "spatial". Haettu osoitteesta: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S009830041200307X>
247. SS Nyati, S Pawar, R Ingle. (2013). Performance evaluation of unstructured NoSQL data over distributed framework. *International Conference on Advances in Computing, Communications and Informatics (ICACCI)*. Avainsanat: "NoSQL, distributed, MongoDB, clustering, performance, scalability". Haettu osoitteesta: <http://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/6637424/>
248. B Grad. (2013). Relational Database Management Systems: The Business Explosion [Guest editor's introduction]. *IEEE Annals of the History of Computing*. (ISSN: 1934-1547, JuFo luokitus: 1). Avainsanat: "relational". Haettu osoitteesta: <http://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/6563082/>
249. UF Minhas, S Rajagopalan, B Cully, A Aboulmaga, ... (2013). Remusdb: Transparent high availability for database systems. *The VLDB Journal – The International Journal on Very Large Data Bases*. (ISSN: 1066-8888, JuFo luokitus: 3). Avainsanat: "high availability, virtualization, performance". Haettu osoitteesta: <https://link.springer.com/article/10.1007/s00778-012-0294-6>
250. A Castelltort, A Laurent. (2013). Representing history in graph-oriented nosql databases: A versioning system. *IEEE International Conference on Digital Information Management (ICDIM)*. Avainsanat: "NoSQL, Neo4j, graph, query processing". Haettu osoitteesta: <http://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/6694022/>
251. GM Kapfhammer, P McMinn, ... (2013). Search-based testing of relational schema integrity constraints across multiple database management systems. *IEEE International Conference on Software Testing, Verification and Validation*. (ISSN: 2159-4848, JuFo luokitus: 1). Avainsanat: "relational, testing, integrity". Haettu osoitteesta: <http://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/6569713/>

252. JC Corbett, J Dean, M Epstein, A Fikes, C Frost, ... (2013). Spanner: Google's globally distributed database. *ACM Transactions on Computer Systems (TOCS)*. (ISSN: 1557-7333, JuFo luokitus: 3). Avainsanat: "distributed, scalability". Haettu osoitteesta: <https://dl.acm.org/citation.cfm?id=2491245>
253. V Benzaken, G Castagna, K Nguyen, J Siméon. (2013). Static and dynamic semantics of NoSQL languages. *ACM SIGPLAN Notices*. (ISSN: 1558-1160, JuFo luokitus: 0). Avainsanat: "NoSQL". Haettu osoitteesta: <https://dl.acm.org/citation.cfm?id=2429083>
254. DR Shen, G Yu, XT Wang, TZ Nie, Y Kou. (2013). Survey on NoSQL for management of big data. *Journal of Software*. Avainsanat: "NoSQL, big data, MapReduce, indexes". Haettu osoitteesta: http://en.cnki.com.cn/Article_en/CJFDTOTAL-RJXB201308008.htm
255. R Johnson, I Pandis. (2013). The bionic DBMS is coming, but what will it look like?. *Proceedings of the Conference on Innovative Data Systems Research (CIDR)*. Avainsanat: Ei avainsanoja. Haettu osoitteesta: <https://infoscience.epfl.ch/record/186333>
256. D Abadi, P Boncz, S Harizopoulos, ... (2013). The design and implementation of modern column-oriented database systems. *Foundations and Trends® in Databases*. (ISSN: 1931-7891). Avainsanat: "query optimization, MonetDB, C-store, column-store". Haettu osoitteesta: <http://www.nowpublishers.com/article/Details/DBS-024>
257. P Atzeni, CS Jensen, G Orsi, S Ram, L Tanca, R Torlone. (2013). The relational model is dead, SQL is dead, and I don't feel so good myself. *ACM SIGMOD Record*. (ISSN: 0163-5808, JuFo luokitus: 1). Avainsanat: "relational, SQL, NoSQL, ACID". Haettu osoitteesta: <https://dl.acm.org/citation.cfm?id=2503808>
258. M Stonebraker, A Weisberg. (2013). The VoltDB Main Memory DBMS. *IEEE Data Engineering Bulletin*. Avainsanat: "memory based, transaction processing, sharding". Haettu osoitteesta: <http://sites.computer.org/debull/a13june/voltdb1.pdf>
259. U Fischer, L Dannecker, L Siksny, F Rosenthal... (2013). Towards integrated data analytics: Time series forecasting in DBMS. *Datenbank-Spektrum*. (ISSN: 1610-1995). Avainsanat: "DBMS, time series". Haettu osoitteesta: <https://link.springer.com/article/10.1007/s13222-012-0108-4>
260. JF Sequeda, DP Miranker. (2013). Ultrawrap: SPARQL execution on relational data. *Journal of Web Semantics* (ISSN: 1570-8268, JuFo luokitus: 1). Avainsanat: "SPARQL, RDF, relational, SQL". Haettu osoitteesta: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1570826813000383>
261. S Breß, G Saake. (2013). Why it is time for a HyPE: A hybrid query processing engine for efficient GPU coprocessing in DBMS. *Proceedings of the VLDB Endowment*. (ISSN: 2150-8097, JuFo luokitus: 2). Avainsanat: "GPU, query optimization, performance". Haettu osoitteesta: <https://dl.acm.org/citation.cfm?id=2536325>
262. I Tzoulis, Z Andreopoulou, C Koliouska, ... (2013). WooDB: a DBMS approach as a marketing tool for wood entrepreneurship. *Procedia Technology*. (ISSN: 2212-0173, JuFo luokitus: 0). Avainsanat: Ei avainsanoja. Haettu osoitteesta: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2212017313000996>
263. WA Warr. (2014). A Short Review of Chemical Reaction Database Systems, Computer - Aided Synthesis Design, Reaction Prediction and Synthetic Feasibility. *Molecular informatics*. (ISSN: 1868-1751, JuFo luokitus: 1). Avainsanat: Ei avainsanoja. Haettu osoitteesta: <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/minf.201400052/full>

264. A Kanade, A Gopal, S Kanade. (2014). A study of normalization and embedding in MongoDB. *IEEE International Advance Computing Conference (IACC)*. Avainsanat: "NoSQL, MongoDB, cloud, performance". Haettu osoitteesta: <http://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/6779360/>
265. GC Deka. (2014). A survey of cloud database systems. *IT Professional*. (ISSN: 1941-045X, JuFo luokitus: 1). Avainsanat: "cloud computing, NoSQL, Bigtable, MongoDB, availability, scalability". Haettu osoitteesta: <http://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/6401099/>
266. SB Rajakumari, C Nalini. (2014). An efficient data mining dataset preparation using aggregation in relational database. *Indian Journal of Science and Technology*. Avainsanat: "data mining, SQL". Haettu osoitteesta: <http://www.indjst.org/index.php/indjst/article/view/50381/0>
267. D Schall, T Härder. (2014). Approximating an energy-proportional DBMS by a dynamic Cluster of Nodes. *International Conference on Database Systems for Advanced Applications*. Avainsanat: "distributed, energy-efficiency, WattDB". Haettu osoitteesta: https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-319-05810-8_20
268. YK Suh, RT Snodgrass, R Zhang. (2014). AZDBLab: a laboratory information system for large-scale empirical DBMS studies. *Proceedings of the VLDB Endowment*. (ISSN: 2150-8097, JuFo luokitus: 2). Avainsanat: "query optimization". Haettu osoitteesta: <https://dl.acm.org/citation.cfm?id=2733050>
269. J Kuhlenkamp, M Klems, O Röss. (2014). Benchmarking scalability and elasticity of distributed database systems. *Proceedings of the VLDB Endowment*. (ISSN: 2150-8097, JuFo luokitus: 2). Avainsanat: "benchmark, performance, distributed, HBase, Cassandra". Haettu osoitteesta: <https://dl.acm.org/citation.cfm?id=2732995>
270. V Pappas, F Krell, B Vo, V Kolesnikov, ... (2014). Blind seer: A scalable private dbms. *IEEE Symposium on Security and Privacy*. (ISSN: 2375-1207, JuFo luokitus: 2). Avainsanat: "indexes, data privacy, privacy, query processing, encryption". Haettu osoitteesta: <http://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/6956575/>
271. K Dehdouh, O Boussaid, F Bentayeb. (2014). Columnar nosql star schema benchmark. *International Conference on Model and Data Engineering*. Avainsanat: "NoSQL, data warehouse, column-based". Haettu osoitteesta: https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-319-11587-0_26
272. P Bailis, A Fekete, MJ Franklin, A Ghodsi, ... (2014). Coordination avoidance in database systems. *Proceedings of the VLDB Endowment*. (ISSN: 2150-8097, JuFo luokitus: 2). Avainsanat: "performance, coordination, concurrency control, integrity". Haettu osoitteesta: <https://dl.acm.org/citation.cfm?id=2735509>
273. F Bugiotti, L Cabibbo, P Atzeni, R Torlone. (2014). Database design for NoSQL systems. *International Conference on Conceptual Modeling*. Avainsanat: "NoSQL, database design". Haettu osoitteesta: https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-319-12206-9_18
274. WH Kang, SW Lee, B Moon, YS Kee, M Oh. (2014). Durable write cache in flash memory SSD for relational and NoSQL databases. *Proceedings of the ACM SIGMOD International Conference on Management of data*. Avainsanat: "NoSQL, relational, SSD, cache, durability". Haettu osoitteesta: <https://dl.acm.org/citation.cfm?id=2595632>
275. P Colombo, E Ferrari. (2014). Enforcement of purpose based access control within relational database management systems. *IEEE Transactions on Knowledge and Data Engineering*. (ISSN: 1041-4347, JuFo luokitus: 3). Avainsanat: "SQL, authorization, relational, UML,

- data privacy, role-based access control (RBAC)". Haettu osoitteesta: <http://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/6767117/>
276. P Amirian, A Basiri, A Winstanley. (2014). Evaluation of data management systems for geospatial big data. *International Conference on Computational Science and Its Applications*. Avainsanat: "XML, column-based, spatial, graph". Haettu osoitteesta: https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-319-09156-3_47
277. V Abramova, J Bernardino, ... (2014). Experimental evaluation of NoSQL databases. *International Journal of Database Management Systems (IJDMS)*. Avainsanat: "NoSQL, relational, performance, benchmarking, database models". Haettu osoitteesta: https://www.researchgate.net/publication/307795516_Experimental_Evaluation_of_NoSQL_Databases
278. F Khodakarami, YE Chan. (2014). Exploring the role of customer relationship management (CRM) systems in customer knowledge creation. *Information & Management*. (ISSN: 0378-7206, JuFo luokitus: 2). Avainsanat: Ei avainsanoja. Haettu osoitteesta: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0378720613000918>
279. T Karnagel, D Habich, B Schlegel, W Lehner. (2014). Heterogeneity-aware operator placement in column-store DBMS. *Datenbank-Spektrum*. (ISSN: 1610-1995). Avainsanat: "SQL, query processing". Haettu osoitteesta: <https://link.springer.com/article/10.1007/s13222-014-0167-9>
280. R Lawrence. (2014). Integration and virtualization of relational SQL and NoSQL systems including MySQL and MongoDB. *International Conference on Computational Science and Computational Intelligence*. Avainsanat: "NoSQL, relational, virtualization, MongoDB, SQL, big data". Haettu osoitteesta: <http://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/6822123/>
281. P Jones, D Binns, HY Chang, M Fraser, W Li, ... (2014). InterProScan 5: genome-scale protein function classification. *Bioinformatics*. (ISSN: 1460-2059). Avainsanat: Ei avainsanoja. Haettu osoitteesta: <https://academic.oup.com/bioinformatics/article-abstract/30/9/1236/237988>
282. WC Chung, HP Lin, SC Chen, MF Jiang... (2014). JackHare: a framework for SQL to NoSQL translation using MapReduce. *Automated Software Engineering*. (ISSN: 1573-7535, JuFo luokitus: 2). Avainsanat: "NoSQL, MapReduce, cloud, HBase". Haettu osoitteesta: <https://link.springer.com/article/10.1007/s10515-013-0135-x>
283. ABM Moniruzzaman. (2014). Newsql: Towards next-generation scalable rdbms for online transaction processing (oltp) for big data management. *International Journal of Database Theory and Application*. (ISSN: 2005-4270). Avainsanat: "NoSQL, NewSQL, relational, big data, ACID". Haettu osoitteesta: <https://arxiv.org/abs/1411.7343>
284. SD Kuznetsov, AV Poskonin. (2014). NoSQL data management systems. *Programming and Computer Software*. (ISSN: 1608-3261, JuFo luokitus: 1). Avainsanat: "NoSQL, ACID, SQL". Haettu osoitteesta: <https://link.springer.com/article/10.1134/S0361768814060152>
285. VN Gudivada, D Rao, ... (2014). NoSQL systems for big data management. *IEEE World Congress on Services (SERVICES)*. (ISSN: 2378-3818). Avainsanat: "NoSQL, big data, key-value, document, graph, XML, NewSQL, data models". Haettu osoitteesta: <http://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/6903264/>
286. R Sellami, S Bhiri, B Defude. (2014). ODBAPI: a unified REST API for relational and NoSQL data stores. *IEEE International Congress on Big Data*. (ISSN: 2379-7703). Avainsanat:

- "NoSQL, relational, REST API, cloud, data models". Haettu osoitteesta: <http://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/6906841/>
287. T Mühlbauer, W Rödiger, R Seilbeck, A Reiser... (2014). One DBMS for all: the Brawny Few and the Wimpy Crowd. *Proceedings of the ACM SIGMOD International Conference on Management of data*. Avainsanat: "memory based, performance, SQL, ACID". Haettu osoitteesta: <https://dl.acm.org/citation.cfm?id=2594527>
288. E Barbierato, M Gribaudo, M Iacono. (2014). Performance evaluation of NoSQL big-data applications using multi-formalism models. *Future Generation Computer Systems*. (ISSN: 0167-739X, JuFo luokitus: 2). Avainsanat: "NoSQL, big data, data models, performance, Hadoop, cloud". Haettu osoitteesta: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0167739X14000028>
289. N Ntarmos, I Patlakas, P Triantafillou. (2014). Rank join queries in nosql databases. *Proceedings of the VLDB Endowment*. (ISSN: 2150-8097, JuFo luokitus: 2). Avainsanat: "NoSQL, Top-K, cloud, MapReduce, HBase, benchmark". Haettu osoitteesta: <https://dl.acm.org/citation.cfm?id=2732287>
290. V Garonne, R Vigne, G Stewart, M Barisits... (2014). Rucio–The next generation of large scale distributed system for ATLAS Data Management. *Journal of Physics: Conference Series (JPCS)*. (ISSN: 1742-6596, JuFo luokitus: 1). Avainsanat: "distributed, big data". Haettu osoitteesta: <http://iopscience.iop.org/article/10.1088/1742-6596/513/4/042021/meta>
291. G Zhao, Q Lin, L Li, Z Li. (2014). Schema conversion model of sql database to nosql. *IEEE International Conference on P2P, Parallel, Grid, Cloud and Internet Computing*. Avainsanat: "NoSQL, relational, schema conversion, migration, query processing". Haettu osoitteesta: <http://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/7024609/>
292. J Rith, PS Lehmayr, K Meyer-Wegener. (2014). Speaking in tongues: SQL access to NoSQL systems. *Proceedings of the ACM Symposium on Applied Computing*. Avainsanat: "NoSQL, SQL". Haettu osoitteesta: <https://dl.acm.org/citation.cfm?id=2555099>
293. D Abadi, R Agrawal, A Ailamaki, M Balazinska, ... (2014). The beckman report on database research. *ACM SIGMOD Record*. (ISSN: 0163-5808, JuFo luokitus: 1). Avainsanat: "big data, scalability". Haettu osoitteesta: <https://dl.acm.org/citation.cfm?id=2694441>
294. S Breß. (2014). The design and implementation of CoGaDB: A column-oriented GPU-accelerated DBMS. *Datenbank-Spektrum*. (ISSN: 1610-1995). Avainsanat: "GPU, column-based". Haettu osoitteesta: <https://link.springer.com/article/10.1007/s13222-014-0164-z>
295. P Atzeni, F Bugiotti, L Rossi. (2014). Uniform access to NoSQL systems. *Information Systems*. (ISSN: 0306-4379, JuFo luokitus: 2). Avainsanat: "NoSQL". Haettu osoitteesta: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0306437913000719>
296. S Sharma. (2015). An extended classification and comparison of nosql big data models. Avainsanat: "NoSQL, classification, big data". Haettu osoitteesta: <https://arxiv.org/abs/1509.08035>
297. CH Lee, YL Zheng. (2015). Automatic SQL-to-NoSQL schema transformation over the MySQL and HBase databases. *IEEE International Conference on Consumer Electronics - Taiwan (ICCE-TW)*. Avainsanat: "NoSQL, schema migration, relational, HBase, parallel, cloud, big data". Haettu osoitteesta: <http://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/7216979/>

298. M Chevalier, M El Malki, A Kopliku, ... (2015). Benchmark for OLAP on NoSQL technologies. *IEEE International Conference on Research Challenges in Information Science (RCIS)*. (ISSN: 2151-1357, JuFo luokitus: 1). Avainsanat: "NoSQL, big data, HBase, MongoDB, data warehouse, benchmark". Haettu osoitteesta: <http://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/7128909>
299. S Sharma, US Tim, S Gadia, J Wong... (2015). Classification and comparison of NoSQL big data models. *International Journal of Big Data Intelligence*. (ISSN: 2053-1397). Avainsanat: "NoSQL, big data, data models, classification". Haettu osoitteesta: <https://www.inderscienceonline.com/doi/abs/10.1504/IJBDI.2015.070602>
300. S Chickerur, A Goudar... (2015). Comparison of relational database with document-oriented database (mongodb) for big data applications. *IEEE International Conference on Advanced Software Engineering & Its Applications (ASEA)*. Avainsanat: "MongoDB, relational, comparison, cloud, data warehouse, NoSQL, SQL, performance". Haettu osoitteesta: <http://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/7433067/>
301. I Petrov, R Gottstein, S Hardock. (2015). DBMS on modern storage hardware. *IEEE International Conference on Data Engineering (ICDE)*. (ISSN: 2375-026X). Avainsanat: "Flash-based, indexes". Haettu osoitteesta: <http://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/7113423/>
302. P Colombo, E Ferrari. (2015). Efficient enforcement of action-aware purpose-based access control within relational database management systems. *IEEE Transactions on Knowledge and Data Engineering*. (ISSN: 1041-4347, JuFo luokitus: 3). Avainsanat: "access control, relational, authorization, data models, data privacy". Haettu osoitteesta: <http://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/7056423/>
303. T Neumann, T Mühlbauer, A Kemper. (2015). Fast serializable multi-version concurrency control for main-memory database systems. *Proceedings of the ACM SIGMOD International Conference on Management of data*. Avainsanat: "multi-version, concurrency". Haettu osoitteesta: <https://dl.acm.org/citation.cfm?id=2749436>
304. J Kacprzyk, S Zadrozny, G De Tré. (2015). Fuzziness in database management systems: half a century of developments and future prospects. *Fuzzy Sets and Systems*. (ISSN: 0165-0114, JuFo luokitus: 1). Avainsanat: "fuzzy". Haettu osoitteesta: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0165011415003000>
305. M Paradies, W Lehner, C Bornhövd. (2015). GRAPHITE: an extensible graph traversal framework for relational database management systems. *Proceedings of the International Conference on Scientific and Statistical Database Management*. Avainsanat: "graph". Haettu osoitteesta: <https://dl.acm.org/citation.cfm?id=2791383>
306. V Gadepally, J Bolewski, D Hook... (2015). Graphulo: Linear algebra graph kernels for NoSQL databases. *IEEE International Parallel and Distributed Processing Symposium Workshop (IPDPSW)*. Avainsanat: "NoSQL, SciDB, big data, IoT, graph theory". Haettu osoitteesta: <http://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/7284396/>
307. J Bhogal, I Choksi. (2015). Handling big data using NoSQL. *IEEE International Conference on Advanced Information Networking and Applications Workshops*. Avainsanat: "NoSQL, big data, scalability". Haettu osoitteesta: <http://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/7096207/>
308. M Chevalier, M El Malki, A Kopliku, O Teste, ... (2015). How can we implement a Multidimensional Data Warehouse using NoSQL?. *International Conference on Enterprise*

- Information Systems*. Avainsanat: "NoSQL, data warehouse, column-based, document".
Haettu osoitteesta: https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-319-29133-8_6
309. DS Ruiz, SF Morales, JG Molina. (2015). Inferring versioned schemas from NoSQL databases and its applications. *International Conference on Conceptual Modeling*. Avainsanat: "NoSQL". Haettu osoitteesta: https://link.springer.com/10.1007/978-3-319-25264-3_35
310. J Arulraj, A Pavlo, SR Dulloor. (2015). Let's talk about storage & recovery methods for non-volatile memory database systems. *Proceedings of the ACM SIGMOD International Conference on Management of data*. Avainsanat: "non-volatile memory, storage, benchmark". Haettu osoitteesta: <https://dl.acm.org/citation.cfm?id=2749441>
311. BA Fisch, B Vo, F Krell... (2015). Malicious-client security in blind seer: a scalable private DBMS. *IEEE Symposium on Security and Privacy*. (ISSN: 2375-1207, JuFo luokitus: 2). Avainsanat: "security, access control, data protection, data privacy, privacy, indexes, encryption, query procesing". Haettu osoitteesta: <http://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/7163038/>
312. K Kaur, R Rani. (2015). Managing data in healthcare information systems: many models, one solution. *Computer*. (ISSN: 1558-0814, JuFo luokitus: 2). Avainsanat: "NoSQL, MongoDB, big data, relational". Haettu osoitteesta: <http://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/7063177/>
313. J Klein, I Gorton, N Ernst, P Donohoe, K Pham... (2015). Performance evaluation of nosql databases: A case study. *Proceedings of the Workshop on Performance Analysis of Big Data Systems*. Avainsanat: "NoSQL, CAP, performance, data models, distributed". Haettu osoitteesta: <https://dl.acm.org/citation.cfm?id=2694731>
314. I Fernandez. (2015). *Relational Database Management Systems: Beginning Oracle Database 12c Administration*. Avainsanat: "relational, oracle". Haettu osoitteesta: https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-1-4842-0193-0_1
315. M Klettke, U Störl, S Scherzinger. (2015). Schema extraction and structural outlier detection for JSON-based NoSQL data stores. *Datenbanksysteme für Business, Technologie und Web (BTW)*. (ISSN: 1617-5468, JuFo luokitus: 1). Avainsanat: "NoSQL". Haettu osoitteesta: <https://dl.gi.de/handle/20.500.12116/2420>
316. U Störl, T Hauf, M Klettke, S Scherzinger. (2015). Schemaless NoSQL data stores-Object-NoSQL Mappers to the rescue?. *Datenbanksysteme für Business, Technologie und Web (BTW)*. (ISSN: 1617-5468, JuFo luokitus: 1). Avainsanat: "NoSQL, ORM". Haettu osoitteesta: <https://dl.gi.de/handle/20.500.12116/2432>
317. C Coronel, S Morris. (2016). *Database Systems: Design, Implementation, & Management*. Avainsanat: "SQL, ER, transaction management, NoSQL, UML". Haettu osoitteesta: https://books.google.fi/books/about/Database_Systems_Design_Implementation_M.html?id=eLVZCwAAQBAJ
318. J Yoon, D Jeong, C Kang, S Lee. (2016). Forensic investigation framework for the document store NoSQL DBMS: MongoDB as a case study. *Digital Investigation*. (ISSN: 1742-2876, JuFo luokitus: 1). Avainsanat: "MongoDB, NoSQL, document store". Haettu osoitteesta: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1742287616300317>
319. S Sharma, R Shandilya, S Patnaik, ... (2016). Leading NoSQL models for handling Big Data: a brief review. *International Journal of Business Information Systems*. (ISSN: 1746-0980, JuFo luokitus: 1). Avainsanat: "NoSQL, big data, data models". Haettu osoitteesta: <https://www.inderscienceonline.com/doi/abs/10.1504/IJBIS.2016.075714>

320. VN Gudivada, D Rao, VV Raghavan. (2016). Renaissance in database management: navigating the landscape of candidate systems. *Computer*. (ISSN: 1558-0814, JuFo luokitus: 2). Avainsanat: "big data, NoSQL, distributed, SQL, relational". Haettu osoitteesta: <http://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/7452311/>
321. A Corbellini, C Mateos, A Zunino, D Godoy, ... (2017). Persisting big-data: The NoSQL landscape. *Information Systems*. (ISSN: 0306-4379, JuFo luokitus: 2). Avainsanat: "NoSQL, big data, relational, distributed". Haettu osoitteesta: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0306437916303210>

LIITE 2 AVAINSANAT

Yleiset avainsanat

analytics	Flash-based	REST API
autonomic	fuzzy	retention
benchmark	fuzzy models	row-based
benchmarking	GIS	row-oriented
big data	GPU	rules of thumb
business analytics	high availability	SaaS
business intelligence	IaaS	scalability
cache	indexes	schema changes
caching	indexing	schema conversion
classification	interoperability	schema migration
cloud computing	IoT	SLA
clustering	load balancing	sort-merge
comparison	locking	sorting
concurrency control	memory based	SPARQL
cost	migration	spatial
data mining	monitoring	SSD
data model	multi-version	storage
data modeling	multitenant	temporal data
data models	natural language	testing
data processing	non-volatile memory	time series
data warehouse	OLAP	Top-K
database design	OLTP	UML
database models	optimization	virtual
DBaaS	ORM	virtualization
DBMS	PaaS	visualization
embedded	performance	watermarking
energy consumption	performance comparison	web
energy-efficiency	query optimization	XML
energy-efficient	query processing	xquery
engine optimization	RDF	
ER	real-time	
flash memory	resource management	

NoSQL-tietokannat

cloud	durability	Neo4j
availability	graph	non-relational
BASE	graph theory	NoSQL
Bigtable	grid computing	object-oriented
CAP	Hadoop	parallel
Cassandra	HBase	<i>partitioning</i>
consistency	key-value	scalable
distributed	key-value stores	sharding
document	MapReduce	snapshot isolation
document store	merging	WattDB
	MongoDB	web-scale

Relaatiotietokannat

DB2	RDBMS	replication
MySQL	relational	SQL
object-relational	relational algebra	transaction management
Oracle	relational calculus	transaction processing
<i>partitioning</i>	relational databases	
PostgreSQL	relational model	

Tietoturvalisuus

access control	encryption	role-based access control
authentication	IDS	(RBAC)
authorization	OWASP	security
data privacy	privacy	SQL injection
encrypted		

Tiedon eheys

coordination	data protection	fragmentation
data corruption	data quality	integrity

Saraketietokannat

column-based	MonetDB	vertical partition
column-oriented	SciDB	
column-store	VectorWise	

NewSQL-tietokannat

HyPer	NewSQL	VoltDB
-------	--------	--------