

Esko Viranko

# Microsoft SQL 2016 SP1 -tietokantaohjelmiston uudet ominaisuudet

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Tietotekniikan koulutusohjelma

Insinöörityö

16.11.2017

Tekijä Otsikko Sivumäärä Aika	Esko Viranko Microsoft SQL 2016 SP1 -tietokantaohjelmiston uudet ominaisuudet 27 sivua + 2 liitettä 16.11.2017
Tutkinto	insinööri (AMK)
Tutkinto-ohjelma	tietotekniikka
Suuntautumisvaihtoehto	ohjelmistotekniikka
Ohjaajat	Lehtori Harri Ahola
<p>Asiakkaiden henkilötietoja käsittelevien yritysten tietosuoja tulee kiristämään Euroopan unionin asettaman tietosuoja-asetuksen myötä, joka tulee voimaan 25.5.2018. Tämä tarkoitti insinööriyön tilanteen yrityksen kannalta sitä, että sen tietokantaa hyödyntävän lahjakorttijärjestelmän ohjelmisto tulee päivittää. Insinööriyön tavoitteena oli löytää uudesta tietokantaohjelmistosta tilaajan tietokannalle ja lahjakorttijärjestelmälle hyödynnettäviä uusia ominaisuuksia. Uusista ominaisuuksista valittiin tutkittavaksi seuraavat: Always Encrypted, Row-Level Security, Query Store, R-kielen integraatio ja JSON-tuki.</p> <p>Työssä perehdyttiin aluksi tietosuoja-asetuksen vaikutukseen tietojen salaamisen osalta, mistä selvisi, että tietosuoja-asetus tulee ottaa vakavasti huomioon herkkäluontoisten tietojen salausta ja suojausta suunniteltaessa. Lisäksi tutkittiin R-kielen integraation vaikutusta yrityksen mahdollisen lisäarvon luomiseksi sekä määritettiin mitä JSON-tuella tarkoitettiin.</p> <p>Lopuksi työssä testattiin käytännössä testipalvelimella kolmea eniten painoarvoa saanutta uutta ominaisuutta, jotka olivat Always Encrypted, Row-Level Security ja Query Store. Työssä päädyttiin siihen tulokseen, että Always Encrypted on työkalu asiakastietojen salausta varten. Myös Row-Level Securityllä saatiin rivitason salausta aikaan, jolloin tiettyssä taulussa voi olla monen eri asiakkaan tietoja sekaisin. Query Storella saatiin vähennettyä palvelimen prosessikäyttöä, mikä tarkoittaa esimerkiksi pienempää virrankulutusta tai enemmän prosessiaikaa muille ohjelmille. Testauksen jälkeen ei yrityksessä osattu vielä sanoa, otetaanko uusia ominaisuuksia käyttöön.</p>	
Avainsanat	SQL 2016, tietokantaohjelmisto, päivitys, tietosuoja-asetus

Author Title	Esko Viranko SQL Server 2016 SP1 New Features
Number of Pages Date	27 pages + 2 appendices 16 November 2017
Degree	Bachelor of Engineering
Degree Programme	Information and Communication Technology
Specialisation option	Software Engineering
Instructor	Harri Ahola, Senior Lecturer
<p>On the 25th of May 2018 European Union's general data protection regulation will come to force. This affects the data privacy protocols of the corporations that handle customers' personal information and will improve the security of customers' stored information.</p> <p>In this company's case the regulation means that the database used for the corporation's gift card system has to be upgraded. The aim of this Bachelor's thesis was to find the most important and useful benefits of the upgraded database program for the case company. The upgraded program is called Microsoft SQL 2016 Server SP1. Five features were selected for the examination. The selected features were Always Encrypted, Row-Level- Security, Query Store, R programming language services and JSON support. At first this thesis studied the new general data protection regulation (GDPR) from the data encryption point of view, which revealed that the regulation should be taken seriously when planning the new encryption matters.</p> <p>The impact and benefits of the R language for the company were studied and the new JSON support was defined. These features were found not to be as important as the Always Encrypted, Row-Level Security and Query Store features. Therefore, only these three were tested in a test server environment.</p> <p>Conclusion was that the Always Encrypted is a very useful tool for the encryption of the sensitive customer information in the case company. Row-Level Security provided the vital row level encryption at a time when there were mixed data from multiple tenants. The Query Store reduced the servers' process utilization with the right scaling. This meant that the power consumption decreased, and other programs could get more process time for.</p> <p>Right after completing the testing the company was still unable to verify whether the new features will be taken into use in the company.</p>	
Keywords	SQL Server 2016, database update, GDRP, new features

# Sisällys

## Lyhenteet

1	Johdanto	1
2	Insinööriyön lähtökohdat	2
3	Tietosuoja-asetus ja tietokantaohjelmiston uudet ominaisuudet	5
3.1	Euroopan unionin tietosuoja-asetus	5
3.2	Tietokantaohjelmiston uudet ominaisuudet	7
4	Tietokantaohjelmiston valittujen ominaisuuksien testaus	13
4.1	Testialusta	13
4.2	Uusien ominaisuuksien testaus testikannassa	14
4.2.1	Always Encrypted	14
4.2.2	Row-Level Security	18
4.2.3	Query Store	21
5	Yhteenveto	24
	Lähteet	26

## Liitteet

Liite 1. Row-Level Security -funktio

Liite 2. Query Store -konfiguraatio

## Lyhenteet

GDPR	General Data Protection Regulation. Tietosuoja-asetus.
TKHJ	Tietokannan hallintajärjestelmä. Ohjelmisto, jonka avulla hallinnoidaan tietokantoja.
R2	Revisio. Versio kaksi.
SQL	Structured Query Language -Relaatiokannan kyselykieli.
SP1	Service Pack. Huoltopäivitys yksi.
T-SQL	Relaatiokannan kyselykielen versio.

## 1 Johdanto

Insinöörityö on tehty yritykselle, joka tarjoaa muille yrityksille lahjakorttipalveluita. Lahjakorttijärjestelmällä tarkoitetaan tietokantaa, joka lähettää ja vastaanottaa tarvittavan tiedon maksutapahtuman onnistumiseksi. Insinöörityön tekijä vastaa lahjakorttijärjestelmään tulleista palvelupyynnöistä ja niiden ratkaisemisesta sekä haasteellisempien palvelupyyntöjen eteenpäin viemisestä. Aihe valikoitui keskusteluissa palvelupäällikön kanssa, kun pohdittiin, mitä Euroopan unionin tietosuoja-asetus asettaa haasteeksi yrityksen lahjakorttijärjestelmälle. Akuutiksi tuntuivat tulevan tietokantaohjelmiston päivitys ja kysymys: Voiko tietokantaohjelmiston pakollisen päivityksen myötä hyödyntää siinä mukana tulevia uusia ominaisuuksia? Tämä työ keskittyy selvittämään, mitä uusia ominaisuuksia Microsoftin uusimmassa vakaassa tietokantaohjelmistossa SQL Server 2016 SP1 tulee mukana.

Työssä käydään ensimmäiseksi läpi uusien ominaisuuksien teoriapohja ja toiminta. Tämän jälkeen valitut ominaisuudet asennetaan testipalvelimelle ja kuvataan ominaisuuksien asennusprosessia ja toimintaa käytännössä. Työ tehdään seuraten Microsoftin dokumentaatiota ja muita asiakirjoja, jotka liittyvät uuteen tietokantaohjelmistoon, sekä yrityksen teknisen konsultin neuvoja.

Päivitys toteutetaan tuotannossa olevan tietokannan varmuuskopiolla, joka on pseudonymisoitu ja muutettu testikannaksi. Käytettävä tietokanta on SQL-ohjelmiston versiosta 2008 R2.

## 2 Insinööriyön lähtökohdat

Insinööriyön tilanneessa yrityksessä oli käytössä Microsoft SQL-tietokantaohjelmiston versio 2008 R2. Palvelin, jolla tietokantaa suoritetaan, sijaitsee omalla fyysisellä palvelimella palveluntarjoajan tiloissa.

Tärkein tietokannan päivityksen syy oli Euroopan unionin asettama tietosuoja-asetus, joka takaa yksilölle paremman suojan omien tietojen hallitsemisessa sekä niiden turvallisemmassa säilyttämisessä yrityksen tietojärjestelmissä. Tämä tarkoittaa yrityksen näkökulmasta muun muassa sitä, että asiakkaan henkilötietojen pitää olla salattuna ja yrityksen ohjelmistojen pitää olla viimeisimmässä versiossa, jotta voidaan taata ympäristön turvallisuus. Lisäksi MS SQL Server 2008 R2 -version tuki loppuu vuonna 2019 [1]. Tästä syystä yritys oli päättänyt päivittää tietokantaohjelmistonsa viimeisempään vakaaseen MS SQL -tietokantaohjelmistoon, joka on 2016 Service Pack 1. Lisäksi yrityksessä haluttiin luopua fyysisestä palvelimesta ja siirtyä virtualisoinnin piiriin tämänkin palvelimen osalta.

Uuden tietokantaohjelmiston mukana tuli monia uusia ominaisuuksia, ja insinööriyössä perehdyttiin niistä osaan teknisen konsultin kanssa käytyjen keskusteluiden pohjalta. Tarkoituksena oli siis tutkia näitä ominaisuuksia aluksi käymällä teoriapohjalta niiden toiminta läpi. Teorian läpikäynnin jälkeen valittua osaa ominaisuuksista sovellettaisiin testiympäristössä olevaan tietokantaan ja tutkittaisiin, löytyisikö ominaisuuksista yritykselle minkäänlaista hyötykäyttöä.

Ominaisuudet valittiin teknisen konsultin kanssa käytyjen keskusteluiden pohjalta: mitä ominaisuuksista voitaisiin hyödyntää ja mitkä niistä kannattaisi testata erikseen testipalvelimella. Tarkasteltavaksi valittiin seuraavat yritykselle mahdollisesti hyödylliset ominaisuudet:

- Always Encrypted
- Row-Level Security
- Query Store
- R-kielen integraatio
- JSON-tuki.

Selvityksen jälkeen valittiin testattavaksi kolme suurinta ja keskeisintä uutta ominaisuutta, jotka voisivat hyödyttää tietokannan ja lahjakorttijärjestelmän käyttöä yrityksessä:

- Always Encrypted
- Row-Level Security
- Query Store.

Näistä kolmesta ominaisuudesta kaksi ensimmäistä liittyy vahvasti salaukseen, mikä taas liittyy päivityksen syihin, joissa painopiste oli Euroopan unionin voimaan tulevalla tietosuoja-asetuksella. Kolmas valittu ominaisuus testaukseen auttaisi tietokantakyselyjen synnyttämien hakuprosessien optimointiin liittyvien pulmien ratkaisemisessa.

Tätä päivitysprosessia varten hankittiin palveluntarjoajalta virtualisoitu palvelin, jossa on asennettuna Microsoftin palvelinohjelmiston versio 2016 ja SQL-tietokantaohjelmisto 2016 SP1:n kehittäjäversio. Palvelin toimii aluksi testikäytössä, josta se siirretään tuotantoon, kun tarvittava testaus ja sinne siirretyt tietokannat ovat tätä prosessia varten valmiita.

Tietokanta sisältää sinne lisättyä dataa, joka voi pitää sisällään mitä vain tietoa. Siellä voi esimerkiksi olla tallessa kuva tai henkilötietoja. Esimerkiksi siellä voisivat olla Maija Mehiläisen viimeisimmät hankinnat. Maija Mehiläisen hankintoja kuvaavalle tiedolle olisi tietokantaohjelmistossa luotu taulu (kuva 1), joka sisältäisi kaikki hankintoihin liittyvät tiedot. Yhden hankinnantapahtuman tietoja kutsutaan riviksi, eli samalla rivillä näkyy samanaikainen tapahtuma, viitaten lahjakorttijärjestelmän toimintatapaan. Sarakkeeksi kutsutaan pystysuuntaista osaa, joka sisältää pelkästään esimerkiksi hintoja.



TAULU: Maijan\_ostokset

Sarake

	Tuotteet	Summa	Maksutapa
Rivi	Hunaja	1,25 €	Käteinen
	Hi-tec tuntosarvi	10,25 €	Pankkikortti
	Lentäjän lasit	3,5 €	Käteinen

Kuva 1. Tietokannan terminologiaa.

Tietokantakyselyillä tai kyselyllä tarkoitetaan sitä, että tietokannasta haettaisiin esimerkiksi Maija Mehiläisen maksutavat. Microsoftin kehittämää omaa versiota SQL:stä (Structured Query Language) kutsutaan nimellä T-SQL (Transact). Seuraavalla lausekkeella voidaan esimerkiksi hakea kaikki ostotapahtumat, joiden maksutapana on ollut käteinen:

```
SELECT * FROM Maija_Mehiläisen_hankinnat WHERE Maksutapa='Käteinen'
```

### 3 Tietosuoja-asetus ja tietokantaohjelmiston uudet ominaisuudet

#### 3.1 Euroopan unionin tietosuoja-asetus

Euroopan unioni hyväksyi 24.5.2016 tietosuoja-asetuksen, joka paremmin tunnetaan GDPR:nä (General Data Protection Act). Tämä lakipaketti vaikuttaa suuresti yrityksiin, jotka käsittelevät yksityishenkilöitä koskevia tietoja. Asetus on jo voimassa, mutta sille on annettu kahden vuoden siirtymäaika, mikä tarkoittaa, että se tulee pakolliseksi noudattaa kaikissa eurooppalaisissa asiakastietoja käsittelevissä yrityksissä viimeistään 25.5.2018. [2.]

Tämä massiivinen lakipaketti pitää sisällään yksilön tietojenkäsittelyyn liittyviä uusia säännöksiä, jotka liittyvät siihen, mitä henkilötietoja voi pyytää luovutettavaksi, ja yrityksen pitää olla valmis luovuttamaan asiakkaalleen häntä koskevat tiedot. Henkilöllä on tästä lähtien oikeus myös tulla ns. unohdetuksi, mikä tarkoittaa, että kaikki häntä koskevat tiedot pitää poistaa järjestelmästä kokonaan eikä vain jättää ns. aktivoimattomaksi. Lisäksi jokaisella yrityksellä pitää olla nimitetty tietoturvavastaava, jolta voidaan tarvittaessa kysyä asiaan liittyviä kysymyksiä. (Kuva 2.)

Tämä voimaan tuleva lakipaketti on nykyään aiheellinen, kun ihmiset käyttävät lisääntyvässä määrin internetiä ja siihen liittyvien yritysten ylläpitämiä sovelluksia, joissa välillä käydään kauppakin. Tulevalla tietosuoja-asetuksella koetetaan taata yksilölle suojaa bittimaailmassakin.

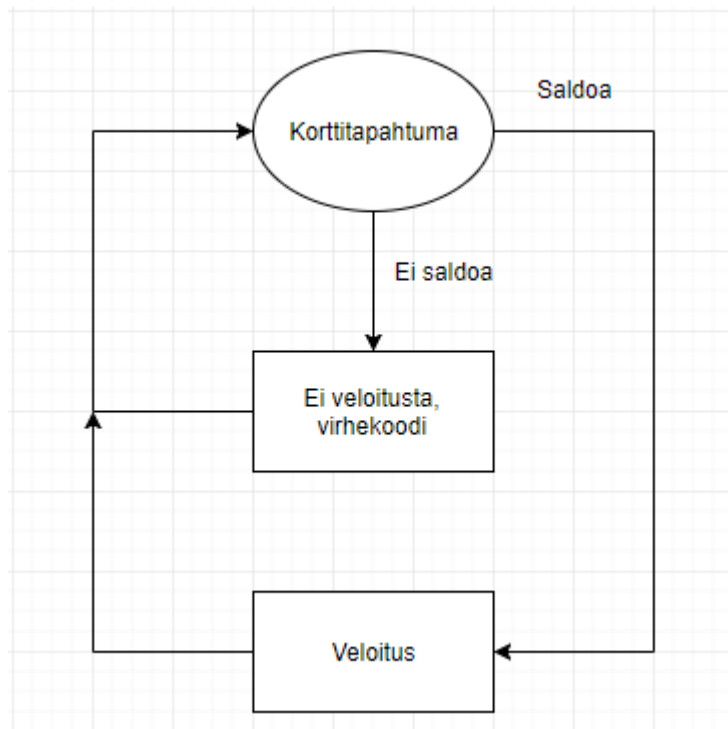


Kuva 2. Tietosuoja-asetuksen vaatimukset [3].

Tässä työssä lakipaketista käsitellään vain se osa, miten tietoja pitää tulevaisuudessa käsitellä niin, että yritys pystyy takaamaan asiakkailleen artiklan 32 vaatiman tietoturvan sekä varmistamaan oman lakisääteisen eheydensä ja näin ollen välttämään sanktiot, jotka laiminlyöminen aiheuttaisi. Artikla 32 asettaa seuraavat vaatimukset:

- henkilötietojen pseudonymisointi ja salaaminen
- kyky taata käsittelyjärjestelmien ja palveluiden jatkuva luottamuksellisuus, eheys, käytettävyys ja vikasietoisuus
- kyky palauttaa nopeasti tietojen saatavuus ja pääsy tietoihin fyysisen tai teknisen vian sattuessa
- menettely, jolla testataan, tutkitaan ja arvioidaan säännöllisesti teknisten ja organisatoristen toimenpiteiden tehokkuutta tietojenkäsittelyn turvallisuuden varmistamiseksi [4].

Yrityksen lahjakorttijärjestelmä, jota suoritetaan tietokannassa, sisältää monenlaisia salasta vaativia käyttäjätietoja, kuten salasanoja, sähköpostiosoitteita ja yhteystietoja. Hyvä puoli on se, että järjestelmä ei liikuta verkossa käyttäjän henkilötietoja vaan pelkästään lahjakortilta käytettävää summaa ja korttinumeroa. Järjestelmä löytää oikean henkilön korttinumeron perusteella, josta käyttäjää ei voi suoraan yksilöidä. (Kuva 3.)



Kuva 3. Lahjakorttijärjestelmän 'yksinkertaistettu' toimintamalli.

Tietokantaohjelmisto pyritään pitämään aina uusimmassa versiossa säännöllisillä huoltotoimenpiteillä esimerkiksi viikoittain. Silloin palvelimelle ladataan viimeisin ohjelmistoversio, jos sellainen on tullut. Lisäksi Euroopan unionin tietosuojasetus vaatii, että palvelua kehitetään niin, että hyökkäyksen sattuessa tarvittaville henkilöille lähetään mahdollisimman nopeasti esimerkiksi automaattinen sähköpostiviesti [4]. Näitä säädöksiä rikkova yritys voi saada sakon, joka on enintään 20 miljoonaa euroa tai neljä prosenttia maailmanlaajuisesta sen liikevaihdosta. [3].

### 3.2 Tietokantaohjelmiston uudet ominaisuudet

Luvussa käydään läpi uusia ominaisuuksia, jota Microsoft SQL 2016 SP1 -tietokantaohjelmistossa on. Ominaisuuksista on lahjakorttipalveluita tuottavan yrityksen teknisen konsultin kanssa valittu ne, jotka voitaisiin implementoida nykyiseen järjestelmään sen suorituskyvyn ja helppokäyttöisyyden parantamiseksi [5].

## Always Encrypted

Rivien salaaminen ei ole Microsoft tietokantaohjelmistossa uusi ominaisuus, mutta tällä toiminnolla voi salata yksittäisiä sarakkeita taulusta ja tarkentaa vielä halutessaan, mitä salausalgoritmia tullaan käyttämään. Lisäksi salausta on muutettu niin, että salatulla datalla on oma sarakkeen salausavain, jolla saadaan sarake luettua. Lisäksi sarakkeelle on pääsalausavain, jolla suojataan sarakkeiden salausavain. Ominaisuuden käyttöä varten tietokoneelle pitää olla asennettuna Always Encrypted -ominaisuutta tukeva ajuri, joka hakee pääsalausavaimen, jolla saadaan auki sarakkeen salausavain, jos sitä ei löydy valmiiksi tietokoneen välimuistista. [6.]

Salausalgoritmeja on valittavana joko deterministinen tai sattumanvarainen salaus. Determinististä suositellaan käytettäväksi niissä sarakkeissa, joita indeksoidaan tai joita jaetaan ryhmiin. Tässä huonona puolena on kuitenkin se, että luvaton käyttäjä voi päätellä tietoa samankaltaisuuksia vertaamalla esimerkiksi, jos sarakkeessa on pelkästään kyllä- tai ei-tietoa sisältävä rivi. Sattumanvaraisessa salauksessa salaus tapahtuu enemmän ennalta arvaamattomalla tavalla, mutta tällä salaustyyllillä kryptattuja sarakkeita ei voida käyttää enää indeksointiin eli kyselyiden nopeampaan tuottamiseen, mikä taas hidastaa kyselyjä. [6.]

Tätä toimintoa varten Microsoft on luonut Always Encrypted -asetusavustajan, jolla halutut sarakkeet voidaan salata ilman T-SQL-lausekkeita.

Always Encryptiä käytettäessä ja sillä tietoja kryptattaessa täytyy ottaa huomioon, ettei se tue muun muassa seuraavia datankirjausmuotoja: image, pointers, xml, textntext, SQL\_variant, hierarkiaid, geometry tai geography.

Always Encryptin yksi kehittyneimmistä ominaisuuksista on se, että asiakas voi kryptata itse tietonsa niin, etteivät edes palvelimen tai tietokannan ylläpitäjät näe sinne siirrettyä tietoa selkokielellä, mikä lisää sen turvallisuutta. Tällä tavalla he luovat itse avaimen koneelleen, jota he eivät jaa ylläpitäjälle, ja siirtävät haluamansa datan itse ajuria tukevalla ohjelmalla suoraan kryptattuna palvelimelle. [6.]

## Row-Level Security

Yksi uuden SQL-ohjelmiston keskeisimmistä uusista ominaisuuksista yritykselle on Row-Level Security, mikä tarkoittaa, että tietokantaan voidaan samaan tauluun luoda eri yritysten tietoja ilman, että ne näkyvät toisilleen [7]. Toiminnolla voi antaa tietylle käyttäjälle oikeuden nähdä vain hänelle sallittu data. Lahjakorttijärjestelmässä tämä tarkoittaa, että asiakas näkee vain omiin sarakkeisiinsa liitetyn tiedon eli hänen käyttäjätunnuksensa voidaan liittää näkemään vain tietty ryhmä. Esimerkiksi:

yrID=Lihakauppa, Lahjakortit 21,24,54,65

yrID=Tietokonepulju, Lahjakortit 28,55,67,65

yrID=Autokorjaamo, Lahjakortit 3,4,5,23,66

Row-Level Securityllä voidaan asettaa tietty käyttäjä näkemään esimerkiksi yrID:n perusteella vain ne sarakkeet, joilla on sama yrID-tunniste. Tämä nopeuttaa ja selkeyttää huomattavasti taulun sarakkeiden nimien yhdenmukaisuutta ja hakunopeutta. Lisäksi tällä toiminnolla voidaan yhtenäistää eri taulujen ja sarakkeiden nimikäytäntöä, jolloin hakemisesta, prosessoimisesta ja muokkauksesta tulee nopeampaa ja helpompaa ylläpitäjälle.

Tämä ominaisuus tulee hyödylliseksi, kun yrityksen asiakas menee itse katsomaan, lisäämään tai muokkaamaan oman asiakkaansa tietoja esimerkiksi web-pohjaisen hallintaliittymän kautta, joka on yhteydessä tietokantaan. Row-Level Security toimii tällaisissa tapauksissa seuraavasti:

- Kysely näyttää vain ne rivit, jotka sisältävät luodun turvapolitiikan mukaisen tunnisteiden.
- Vaikka käyttäjä olisi tietokannan ylläpitäjä, hän ei näe kaikkia rivejä, ellei niin ole asetettu.
- Jos väärä käyttäjä koettaa hakea rivejä, järjestelmä palauttaa hänelle tyhjän rivin. [9.]

Hyötyä tästä tulisi esimerkiksi siinä, että ne yritykset, joiden kanssa ei ole tehty sopimusta omasta palvelinympäristöstä voitaisiin laittaa samaan tietokantaan, jolloin lahjakorttipalvelua olisi myös mahdollista myydä pienille yrityksille hinnan laskiessa.

## Query Store

Query Storen avulla voidaan helpottaa vian selvitystä SQL-kyselyihin liittyvissä ongelmissa. Sen avulla pystytään seuraamaan tietokannan suorituskykyä ja vielä tarkemmin tietyn kyselyn käyttämää suorituskykyä. Query Store tallentaa tietyn kyselyoperaation toiminnan, jolloin sen kestoa ja muutoksia voidaan tarkkailla. [8.]

Query Storella voidaan tutkia seuraavia asioita tietokannasta:

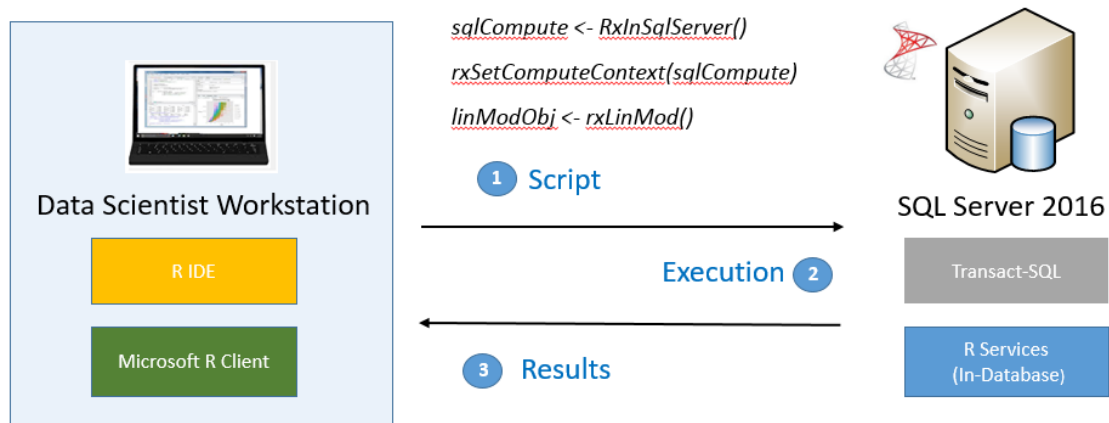
- nopeuttaa kyselyn suorituskykyä vaihtamalla se vanhaan hakumaliin ja korjata kyselyjä joiden suorituskyky on tippunut hakumallin muutoksen jälkeen
- selvittää kyselyn resurssinkäyttö (suoritusaika, muistinkäyttö) halutulta ajalta
- analysoida resurssien käyttö ja käyttökuvio halutusta tietokannasta.
- tunnistaa kyselyt, jotka odottavat resursseja [9].

Seuraavanlaisia skenaarioita koetetaan välttää, koska ne tietävät lisätyötä ja myöhästyksiä järjestelmän tietoja käyttäviltä asiakkailta, jotka myös suorittavat tarvitsemiaan kyselyitä. Esimerkiksi yöajoissa tietokantaan tuodaan XML-tiedostomuodossa suuri määrä lisää tietoa, joka ensin tarkastetaan päivityksien osalta. Jos saapuneen tiedoston tietoa ei tietokannasta löydy, se lisätään sinne. Tällaisissa operaatioissa, joissa tarkastellaan montaa eri taulua monimutkaisilla kyselyillä, kestää usein pitkään saada vastaus. Query Storen ansiosta tätä aikaa voidaan mahdollisesti lyhentää analysoimalla kyselyn resurssienkäyttöä ja indeksointimallia. Jos malli on hitaampi kuin edellinen, se on mahdollista vaihtaa nopeampaan kyselymalliin. [5.]

Yrityksen näkökulmasta tämä ominaisuus voisi vähentää palvelimen resurssienkäyttöä ja suoraviivaistaa sen toimintaa sekä monitorointia. Lisäksi Query Store on mahdollista ottaa käyttöön vain halutussa tietokannassa, jolloin sen lisäämän resurssienkäytön voi minimoida yhdelle tietokannalle kerrallaan.

## R-kielen integraatio

R on suosittu ja kasvava avoimen lähdekoodin ohjelmointikieli, jota käytetään paljon tietojen analysointiin. Ennen tätä integraatiota SQL-tietokannan data piti siirtää palvelimelta analysoijan tietokoneelle, josta se luettiin R-kieltä tukevalla ohjelmalla. Tämä oli työlästä, koska tietokannan koko saattoi olla niin suuri, että sen analysointi piti suorittaa kahdessa osassa, koska tietokantaa ei yksinkertaisesti saatu siirrettyä kerralla analysoijan koneelle. Tämä uudistus myös lisää tietokannan tietoturvaa, sillä tietokantaa ei uuden ominaisuuden myötä tarvitse siirtää enää analyttikon tietokoneelle. SQL 2016 SP1 -versiossa on siis R-kielen tulkki, jolloin koko prosessi voidaan suorittaa T-SQL-komentoja apuna käyttäen suoraan SQL-tietokantaohjelmiston hallintaohjelmaan tai analyttikon tietokoneeseen ja lähettää se eteenpäin palvelimelle suoritettavaksi (kuva 4). [10.]



Kuva 4. SQL-tietokantaohjelmiston 2016 SP1 -version malli R-kielen käytön toimintamahdollisuudesta [10].

Tätä toimintoa hyödyntäen yritys voisi saada lahjakorttijärjestelmänkin synnyttämää metadataa hyödynnettyä ja sen kautta kehitettyä uudempia ja kehittyneempiä palveluita asiakkailleen.

## JSON-tuki

Ennen ainoa keino siirtää dataa tietokantaan verkosta on ollut XML-tiedostoformaatti. JSON-formaatti on yleistynyt viime vuosien aikana, ja nyt Microsoft on lisännyt tukensa sen käyttämiseksi tiedonsiirrossa, joten nyt vaihtoehtoja on kaksi. JSON:n ainoa ero XML:ään verrattuna on se, että sitä on selkeämpi lukea, sillä se sisältää vähemmän



merkkejä. Kun se sisältää vähemmän merkkejä, sen tiedostokoko on asiakastietoja sisältävään XML-tiedostoon verrattuna pienempi:

JSON:

```
{ "asiakkaat" : [ { "firstname" : "Testi", "lastname" : "Teuvo", "email" :  
"t.t@testi.fi" } ] }
```

XML

```
<asiakkaat><asiakas> <> <firstname>Testi</firstname>  
<lastname>Teuvo</lastname> <email>t.t@testi.fi</email> </asiakas> </asiakkaat>
```

[11.]

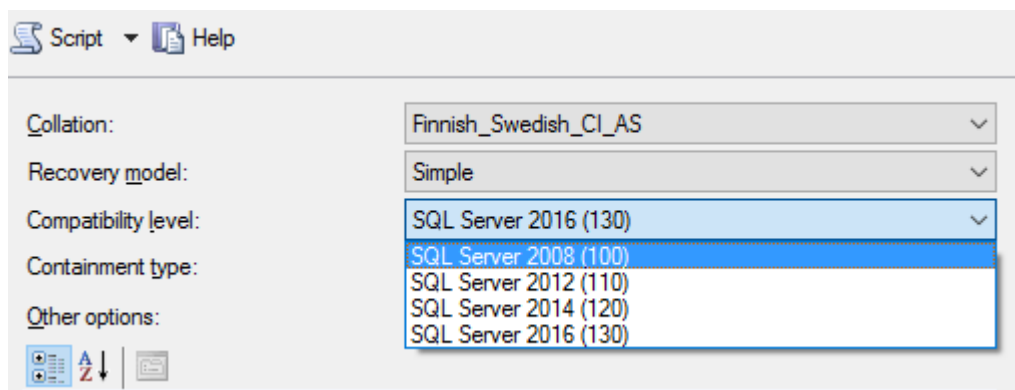
## 4 Tietokantaohjelmiston valittujen ominaisuuksien testaus

### 4.1 Testialusta

Tietokantaohjelmiston ominaisuuksien testaamisessa testipalvelimena toimi kolmannelta osapuolelta vuokrattu virtuaalipalvelin. Palvelimelle oli asennettu Microsoftin palvelinohjelmiston 2016-versio, johon oli asennettu MS SQL Server 2016 SP1:n kehittäjä-versio tietokantojen varastointia varten. Hallintaa varten käytetään Microsoftin omaa hallintastudiota, josta käytössä on uusin 2017 vuoden versio. Virtuaalipalvelimeen vuokrattu laitteisto:

- 2 x vCPU 2.50 GHz Intel Xeon E5-2640 (Hyper Thread)
- 16 GB RAM-muistia
- 2 x 100 GB levytilaa (C -ja D-asema).

Kun vanha kanta oli viety uuteen SQL Server 2016 SP1 -tietokantahjelmistoon, piti ensimmäisenä asetuksista vaihtaa yhteensopivuustila (kuva 5) nykyisestä 2008 R2:sta 2016:een (100 -> 130). Jos yhteensopivuusasetus jää vaihtamatta 130:een, ei kaikkia uusia ominaisuuksia pysty hyödyntämään. [11.]



Kuva 5. Yhteensopivuustilan vaihto.

Tämän muutoksen jälkeen käytiin vielä läpi testikannan tallennetut kyselymallit, koska SQL-tietokantaohjelmisto automaattisesti kääntää ne uudelleen uudelle yhteensopi-

vuusasetukselle sopivaksi, mikä tarkoittaa, että ne eivät aina toimi heti erilaisten komentojen vaihtumisen tai poistamisen takia. Tämä kuitenkin sujui juuri niin kuin pitikin. Yhtäkään proseduuria ei tarvinnut itse muokata jälkeinpäin sopivaksi.

## 4.2 Uusien ominaisuuksien testaus testikannassa

Tässä luvussa käydään läpi tietokantaohjelmiston 2016 SP1 kolme uutta ominaisuutta, joita voitaisiin parhaiten hyödyntää yrityksen tietokannassa, jota käytetään lahjakorttien hallintaan. Tätä varten luotiin skenaarioita, joissa testattiin uusia toimintoja ja raportoitii niiden käyttöönottoprosessia. Ominaisuudet valikoituivat yrityksen teknisen konsultin kanssa käytyjen keskusteluiden pohjalta, joissa hänelle ensiksi esiteltiin kaikki muut tässä työssä mainitut ominaisuudet.

### 4.2.1 Always Encrypted

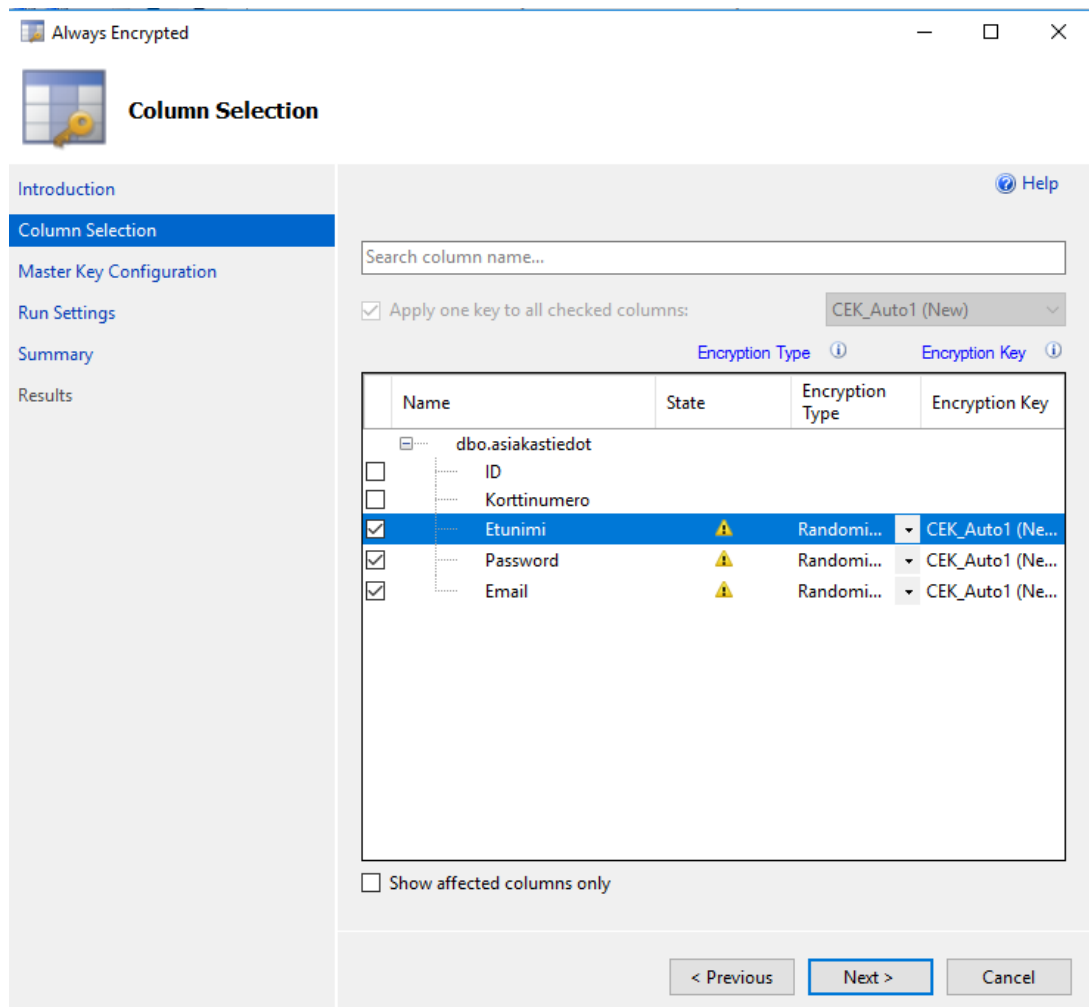
Always Encrypted -toiminnon avulla voidaan salata tarvittavat asiakastiedot, jotka on määrätty Euroopan unionin voimaan tulevassa tietosuoja-asetuksessa. Tietokannan kryptaaminen on ollut ennenkin MS SQL -tietokantaohjelmistolla mahdollista, mutta ei näin yksinkertaista. Eikä aikaisemmalla versiolla yksittäisten sarakkeiden kryptaus ollut mahdollista. Toiseksi tällä ominaisuudella saadaan valittua haluttu kryptaustaso ja se, tehdäänkö se deterministisellä vai satunnaisella algoritmilla. Tämä ominaisuus on tärkeä muistaa valita oikein, koska satunaisella salauksella salattaessa kyseistä saraketta ei voi käyttää enää haku- tai ryhmäparametrina.

Skenaariota varten luotiin uusi tietokanta, johon lisättiin uusi taulu ja siihen viisi saraketta, ID, joka toimii pääavaimena, korttinumero, nimi, salasana ja sähköpostiosoite. Euroopan unionin tietosuoja-asetus vaatii, että tästä taulusta etunimi, salasana ja sähköpostiosoite salataan. Korttinumeroa ei tarvitse salata, koska siitä ei voida yksittäistä asiakasta tunnistaa, ja ID:tä, joka toimii pääavaimena, ei tarvitse salata, koska se toimii koko tietokannan pääavaimena eikä se paljasta mitään henkilökohtaisia tietoja.

Uudelle taululle kopioitiin testikannasta 5 000 riviä tietoa, joka kryptattiin käyttäen MS SQL Management Studiosta löytyvää Always Encrypted -salausavustajaa. Valikosta klikattiin avustaja auki kohdasta "Encrypt Columns". Sivuvälkosta näkyy viisi kohtaa, joi-

den mukaan salaus eteni. Ensiksi valittiin halutut sarakkeet, minkä jälkeen asetettiin pää-salausavain ja kryptattiin sarakkeet valituilla asetuksilla. Ennen salauksen aloittamista Always Encrypt -salausavustaja näytti yhteenvedon salausprosessista. Tämän jälkeen se suoritti salauksen ja näytti lopputuloksen: onnistuiko vai epäonnistuko salaus.

Ensimmäiseksi valittiin halutut sarakkeet, salaustyyppi ja käytettävä avain (kuva 6). Koska kryptattavaa dataa ei lahjakorttipalvelussa tarvitse palvelimelta missään vaiheessa siirtää tai näiden tietojen mukaan tehdä kyselyä, se voidaan kryptata satunnaisella salauksella. Sarakkeen salausavaimeksi avustaja asettaa CEK\_Auto1. Koska salausta ei ole suoritettu aikaisemmin, se luo kokonaan uuden sarakkeen salausavaimen. Kun hiiri vietiin State-kohdan varoitusmerkin päälle, avustaja ilmoitti, että tietotyyppi piti vaihtaa BIN2-määritystä tukevaksi, koska kyseiset rivit sisältävät kirjaimia [6].

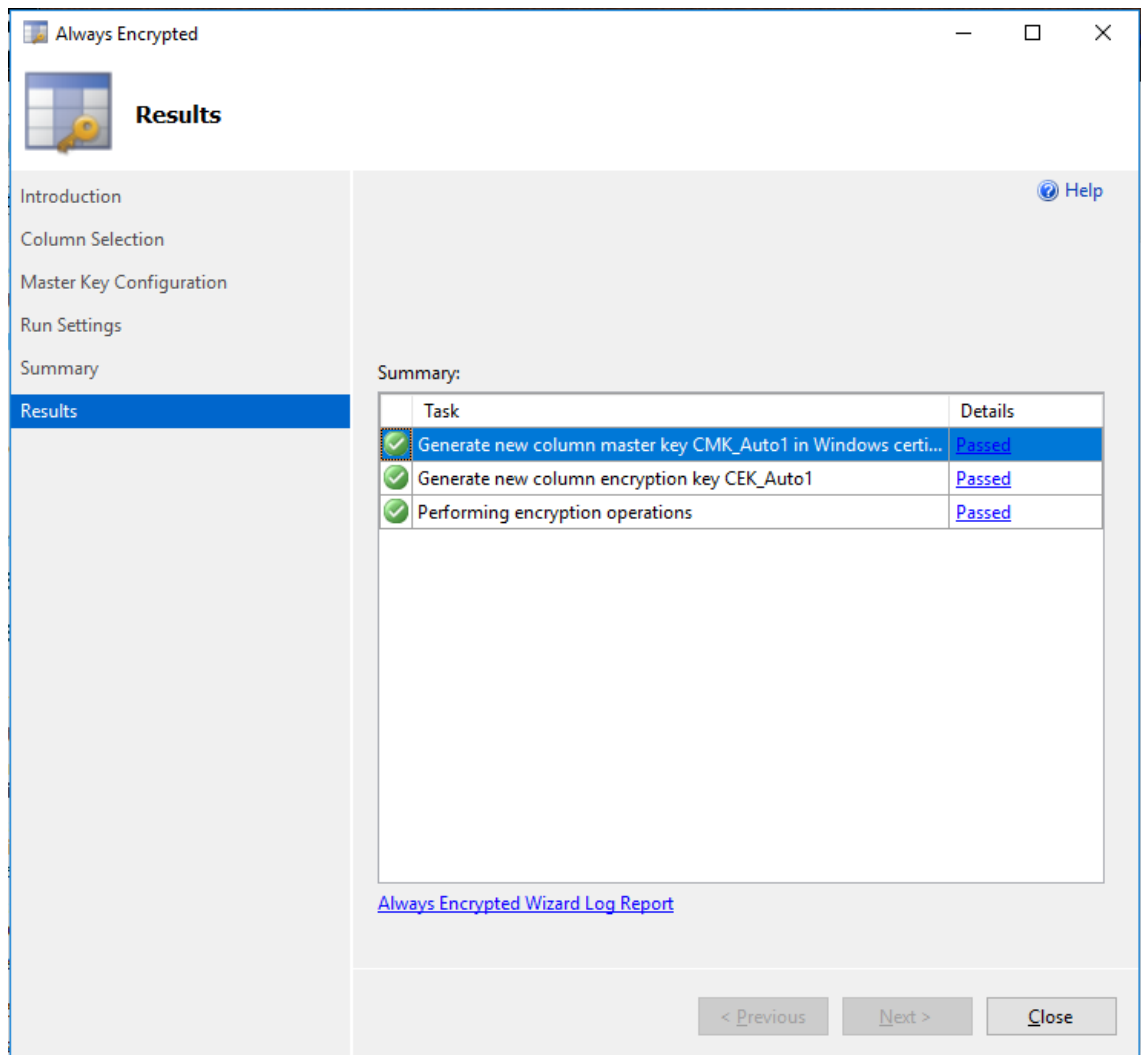


Kuva 6. Sarakkeiden ja salaustyyppin valinta.

Seuraavalla valintasivulla valittiin pääsalausavaimen sijainti. Sen pystyi joko tallentamaan koneelle, jolla salausta suoritetaan, tai Azuren Holviin, joka on verkossa ja josta sen voi hakea muille sitä tarvitseville päätteille käytettäväksi. Tässä testissä pääsalausavain tallennettiin omalle koneelle, jotta voitiin todentaa, että tietokanta on salattu ja että salaus saatiin purettua.

Salausavustaja näytti varoitusmerkin ja ilmoitti, että kryptauksen aikana mitään muutoksia ei voida tehdä kyseiseen tauluun tai seurauksena voi olla riski datan katoamiselle. On suositeltavaa, että tämä avustajalla suoritettava salaus tehdään esimerkiksi seuraavan huoltoajon yhteydessä.

Seuraavan välilehden yhteenvetokohta näytti kaikki tehdyt toimenpiteet ja varmisti, että ne haluttiin varmasti suorittaa. Tämän jälkeen avustaja generoi uuden sarakkeen salausavaimen ja suoritti valittujen sarakkeiden salauksen (kuva 7).



Kuva 7. Salausavustajan tulokset.

Viimeiseksi tutkittiin vielä taulua, johon salaus tehtiin. Nyt taululla näkyi kryptattuna sarakkeet etunimi, salasana ja sähköpostiosoite. Koska salausavain tallennettiin tälle tietokoneelle, piti hallintaohjelmistolla tietokantaan yhdistettäessä lisätä parametri, jotta rivit nähdään ilman kryptausta:

```
Column Encryption Setting=Enabled
```

Nyt nähdään jälleen kryptattu teksti selkokielellä, mikä helpottaa sen tulkitsemista (kuva 8).

Results

Messages

select \* from asiakastiedot

ID	Korttinumero	Etunimi	Password	Email
46	81	60040732	0x0197850E72D5C568861DE238B2DA9B5DF3EEEA859E86056...	0x01743AFC7506705742D04A77D62A06D004070EE24F3455A5E...
47	82	60040732	0x01D7C3104E228BFD424314C62348A8921CDBAA70692ADE...	0x0126C062DC84D33D05B0ADC5D6F48263069FA630DFOCD...
48	83	60040732	0x01026C2E285EF6AEE1885AC548AEDBF2214285C9A4A28196C...	0x01E7A8EC3A82D060A1E9ADF96A9417C2869AAAF1FFC79...
49	84	60040732	0x013C99CD47DFB8010A301B3A618D7B22323E89C8DA79597...	0x01248F408935412297DDB799F9DC682377938B0BAAF76451...
50	85	60040732	0x0160CC0E751C978983DDF2AD92337D0DD9703807C69F5CD...	0x01F18D4157AC1369C2B5BCC0F68DD0E02D17EC6610110004...
51	86	60040732	0x0174895BC0950C818B158931168E33CCDB4A82B6575F0A7A...	0x01EDD0C223616667C51AFA435FF4082D08798A0A99F223A...
52	87	60040732	0x01677CA14A300544B200836A5E8B4846A5836A1500A0108F...	0x0127C5444DE09DC3DA1FB6E524ED2EDF87C62697E25CB...
53	88	60040732	0x0113963D0590913AED0BC66F81BC1F4407D41B6640002A4F...	0x01FE2FD1137F457A969D009E0E2C22FF61C20F65A2C8B7A0...
54	89	60040732	0x0148500441F35B774F82A893CD6D331086FF1532F060B8CFC...	0x01FEF4F323892B811628ABC2700BD7569AFAFF6A0504CF57B...
55	90	60040732	0x014080B41478E372699A99979EBAFF2FD70396AC24EF3BE...	0x016FB8FE3807D07CA23A11CE19BCE18E12AF6F5B0F18A90...
56	91	60040732	0x014AD4CF1B11D771F817B9CA47B088FC6424338BD6517CF...	0x018C1E0A71A442FD6DD7E7430C19D1040C415E9CF242B82...
57	92	60040732	0x018FC98CABA122953185D66B271803AC4F58409D87667C6...	0x018B72223A46021EAB3E4D7D6FFB1A08334D19DB8E074B4...

Results

Messages

select \* from asiakastiedot

ID	Korttinumero	Etunimi	Password	Email
46	81	60040732	etunimi81	10901
47	82	60040732	Vanha	10901
48	83	60040732	etunimi83	10901
49	84	60040732	etunimi84	10901
50	85	60040732	etunimi85	10901
51	86	60040732	etunimi86	10901
52	87	60040732	etunimi87	10901
53	88	60040732	etunimi88	10901
54	89	60040732	etunimi89	10901
55	90	60040732	etunimi90	10901
56	91	60040732	etunimi91	10901
57	92	60040732	etunimi92	10901

Kuva 8. Salattu ja salaamaton näkymä haettaessa kaikkia taulun asiakastietoja.

#### 4.2.2 Row-Level Security

Tarkoituksena on yhtenäistää lahjakorttitietokantaa Row-Level Security -ominaisuuden avulla niin, että samassa taulussa voisivat olla kaikkien asiakkaiden lahjakortit, mikä suoriinvaistaisi todella paljon sarakkeiden nimiä ja taulussa suoritettavia hakuja. Tämän toiminnon avulla voitaisiin siis sijoittaa jokaisen eri yrityksen kortit samaan paikkaan, mutta kuitenkin niin, etteivät eri asiakkaat näe toistensa rivejä, jotka sisältävät korttinumeroita tai muita heille kuulumattomia tietoja.

Tätä toimintoa varten luotiin uusi taulu "asiakas", joka sisälsi tässä testissä asiakastietoja. Lisäksi tauluun lisättiin sarake, joka kertoo, mille asiakasyritykselle kortit kuuluvat. Row-Level Securityn toiminnallisuuden toteuttamiseksi piti yritykset nimetä tauluun yrityksen nimen mukaan, koska tämän yritys-sarakkeen tieto toimi myös yrityksen käyttäjätunnuksena, jota käyttämällä yritys näki vain omat rivinsä asiakastaulusta.

Luodulle taululle tehtiin funktio, joka palautti vain taulun sen osan, joka yrityksen käyttäjätunnukselle oli tehty näkyväksi. Tämä toteutettiin niin, että sarake, jossa oli yrityksen tunniste, toimi myös yrityksen käyttäjänimenä. Yritys siis näki vain ne rivit, joissa oli käyttäjätunnuksen kanssa sama merkkijono. Tässä kohtaa piti muistaa lisätä myös ylläpitäjä (db\_owner) funktion mahdolliseksi käyttäjäksi, sillä muuten Row-Level Securityn avulla tehty funktio ei palautta rivejä ylläpitäjällekään [liite 1, rivi 12]. [Liite 1.]

Viimeiseksi luotiin turvakäytäntö, johon lisättiin tehty funktio, joka sitten asetettiin voimassa olevaksi. [Liite 1.]

Toiminnon testattavuuden todentamiseksi luotiin kolme eri yritystä, joiden nimet olivat lihakauppa, tietokonepulju ja autokorjaamo. Taulussa oli näille yrityksille allokoituja rivejä seuraavasti: lihakauppa 62, tietokonepulju 80 ja autokorjaamo 58, mikä tekee yhteensä 200 riviä. Nämä samat yritykset oli jo aikaisemmin lisätty asiakastaulun sarakkeeseen ”yritys”, jotta Row-Level Securityä saatiin onnistuneesti testattua.

Seuraavaksi haettiin tietokannan ylläpitäjänä lihakaupan, tietokonepuljun ja autokorjaamon käyttäjinä 200 riviä sisältävästä taulusta (kuva 9). [Liite 1.]



Results		Messages					
	CustomerID	CardNum	CardType	CustomerNum	Surname	Firstname	Address
193	228	60040732102467013	1	143740	sukunimi228	etunimi228	Katu228
194	229	60040732102467019	NULL	22024	sukunimi229	etunimi229	Katu229
195	230	60040732102467016	NULL	123333	sukunimi230	etunimi230	Katu230
196	231	60040732102467015	1	144241	sukunimi231	etunimi231	Katu231
197	232	60040732102467012	NULL	107989	sukunimi232	etunimi232	Katu232
198	233	60040732102467017	NULL	147892	sukunimi233	etunimi233	Katu233
199	234	60040732102467021	NULL	81483	sukunimi234	etunimi234	Katu234
200	235	60040732102467016	NULL	146074	sukunimi235	etunimi235	Katu235
	CustomerID	CardNum	CardType	CustomerNum	Surname	Firstname	Address
55	90	60040732102467010	1	129153	sukunimi90	etunimi90	Katu90
56	91	60040732102467019	NULL	140494	sukunimi91	etunimi91	Katu91
57	92	60040732102467017	NULL	103436	sukunimi92	etunimi92	Katu92
58	93	60040732102467015	NULL	126809	sukunimi93	etunimi93	Katu93
59	94	60040732102467012	1	116570	sukunimi94	etunimi94	Katu94
60	95	60040732102467017	NULL	159476	sukunimi95	etunimi95	Katu95
61	96	60040732102467011	NULL	163148	sukunimi96	etunimi96	Katu96
62	97	60040732102467014	1	141894	sukunimi97	etunimi97	Katu97
	CustomerID	CardNum	CardType	CustomerNum	Surname	Firstname	Address
73	228	60040732102467013	1	143740	sukunimi228	etunimi228	Katu228
74	229	60040732102467019	NULL	22024	sukunimi229	etunimi229	Katu229
75	230	60040732102467016	NULL	123333	sukunimi230	etunimi230	Katu230
76	231	60040732102467015	1	144241	sukunimi231	etunimi231	Katu231
77	232	60040732102467012	NULL	107989	sukunimi232	etunimi232	Katu232
78	233	60040732102467017	NULL	147892	sukunimi233	etunimi233	Katu233
79	234	60040732102467021	NULL	81483	sukunimi234	etunimi234	Katu234
80	235	60040732102467016	NULL	146074	sukunimi235	etunimi235	Katu235
	CustomerID	CardNum	CardType	CustomerNum	Surname	Firstname	Address
51	148	60040732102467010	NULL	116841	sukunimi148	etunimi148	Katu148
52	149	60040732102467019	1	71617	sukunimi149	etunimi149	Katu149
53	150	60040732102467013	NULL	98643	sukunimi150	etunimi150	Katu150
54	151	60040732102467014	1	148418	sukunimi151	etunimi151	Katu151
55	152	60040732102467011	NULL	147292	sukunimi152	etunimi152	Katu152
56	153	60040732102467012	NULL	156552	sukunimi153	etunimi153	Katu153
57	154	60040732102467017	NULL	67171	sukunimi154	etunimi154	Katu154
58	155	60040732102467015	NULL	102485	sukunimi155	etunimi155	Katu155

Kuva 9. Kyselytulokset, josta voitiin todentaa Row-Level Securityn onnistunut rivisalaus.

Kaikkien kolmen käyttäjätunnuksella (autokorjaamo, tietokonepulju ja lihakauppa) kyse-  
lyä suoritettaessa käyttäjät näkivät vain omat rivinsä tietokannassa olleesta taulusta.

#### 4.2.3 Query Store

Query Store -ominaisuus tulee hyödylliseksi siinä vaiheessa, kun tietokannassa muutetaan jo olemassa olevaa kyselyä tai kun kyseiselle taululle tehdään muutoksia, jotka vaikuttavat haun nopeuteen.

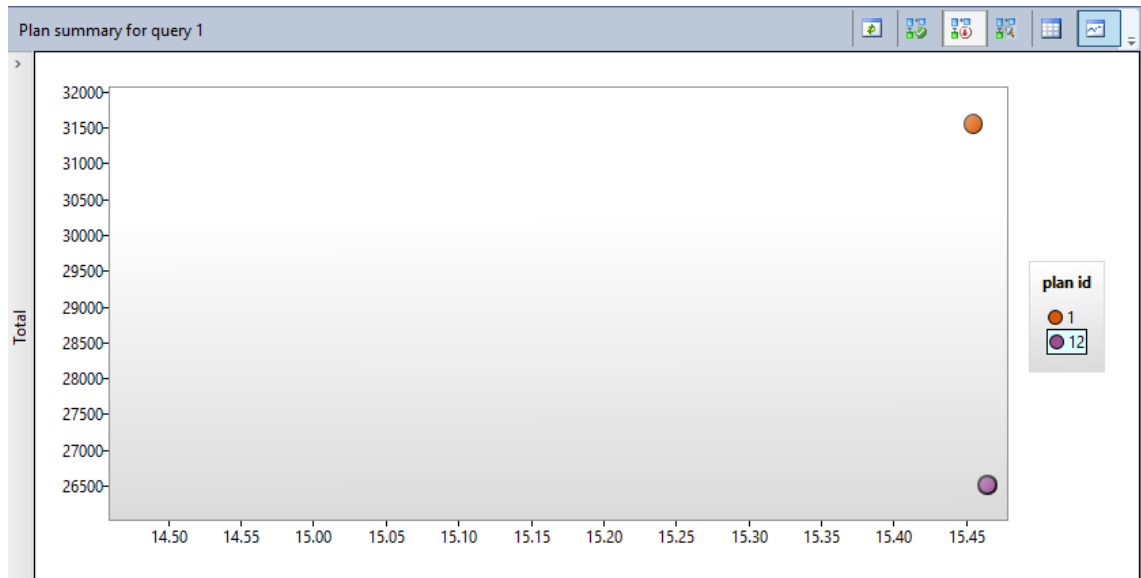
Tämä taulu kuvasi asiakkaiden rahaliikenteen muutosta. Siinä muuttujana on summa, jossa asiakkaan kortin rahasummat vaihtelevat ja jonka mukaan voitaisiin tehdä erilaisia kyselyjä, joiden avulla voitaisiin selvittää eri asiakkaiden ostokäyttäytymistä tai yöajoissa tätä saraketta käyttävää ja analysoivaa bonuspistelaskentaa. Tässä kohtaa voidaan ottaa huomioon, että testimielessä tauluun on lisätty 130 000 riviä, jotta Query Storen tekemät muutoksen nähtäisiin mahdollisimman selvästi.

Uuteen tietokantaan luotiin taulu, jossa oli kolme saraketta, jotka sisälsivät korttinumeron, etunimen ja summan ja viimeisen kortinkäyttökerran. Nämä tiedot kopioitiin testikannasta omaksi tietokannaksi ja tauluksi. Seuraavaksi otettiin kaikki statistiikat ja optimoinnit joko pois päältä tai asetettiin ne minimiasetukselle. [Liite 2.]

Tämän jälkeen tehtiin ei-indeksoituja kyselyjä, joita suoritettiin moneen kertaan, jotta saatiin kerättyä Query Storelle analysoitavaa dataa. Ei-indeksoituja kyselyjä suoritetaan siksi, että tieto on tietokannassa samassa järjestyksessä, kuin se on sinne viety, mikä voi tiettyjä hakuja tehdessä hidastaa kyselyn palautumista [13]. Esimerkkinä ei-indeksoidusta kyselystä voitaisiin ajatella kirjaston kirjojen kautta: kun kirjaston kirjoista pitää löytää kirjat, jotka on julkaistu vuonna 1978, mutta ne ovat aakkosjärjestyksessä, etsimiseen menee pidempi aika kuin silloin, jos kysely olisi indeksoitu sarakkeen mukaan, joka sisältää kirjan julkaisuvuoden [14]. Sitten suoritettiin tallennettu kysely, joka tuotti tulokseksi kaikki kortit, joiden summa sarakkeessa on yli kymmenen. Tämä suoritetaan 20 kertaa [liite 2].

Seuraavaksi lisätään ei-klusteroitu indeksi, jolla tarkoitetaan, että taulun indeksiä muokataan itse sopivampaan, tarkoittaen sitä, että taulussa olevien sarakkeiden järjestystä muutetaan niin, että se nopeuttaa hakua. Tässä tapauksessa muutos tehtiin summa sarakkeen mukaan, minkä pitäisi nopeuttaa kyselyprosessia, tarkoittaen että palvelin joutuu käyttämään vähemmän prosessointiaikaa kyselylle, koska etsitty tieto on siirretty indeksiksi. Tämän jälkeen suoritettiin sama tallennettu kysely 20 kertaa [liite 2].

Query Storella voitiin suoraan seurata eniten resursseja käyttäneitä kyselyjä, mistä selvisi, että se oli ottanut käyttöönsä tätä testiä varten itse luodun ei-klusteroidun optimaalimmman kyselyn. Kuvasta 10 nähdään myös, että Microsoft SQL Server 2016 SP1 -tietokantaohjelmisto osasi automaattisesti valita ja suorittaa kyselyn tehdyn ei-klusteroidun indeksin mukaan, jonka resurssikulutus oli kaikista pienin. Numero 12 näkyy valittuna.



Kuva 10. Testitulokset Query Storesta katsoen, pienempi luku parempi.

Taulukossa 1 on kirjattuna Query Storeen kirjautuneiden kyselytulosten loogisten lukujen määrä. Tästä voidaan todeta, että ensimmäinen ei-indeksoitu kysely suorittaa loogisia lukuja enemmän kuin ei-klusteroitu, jossa indeksiksi vaihdettiin käsiteltävä sarake summa.

Taulukko 1. Tulokset. Loogisten lukujen määrä, pienempi on parempi.

Plan id:	Loogisten lukujen määrä:
1	
Ei-indeksoitu	31560
12	
Ei-klusteroitu, optimoitu	26520

Query Store tulee hyödylliseksi tilanteissa, joissa SQL-tietokantaohjelmisto muokkaa itseksensä esimerkiksi kyselyä, tai jos taulua päivitetään suurella tietomäärällä, tietokantaohjelmisto automaattisesti uudelleen järjestää kyselyjä ja tauluja. Query Storea apuna käyttäen pystyy nopeasti itse vaikuttamaan palvelimen suorituskyvyn muutoksiin lyhyelläkin varoitusaajalla, koska suoritettavia suunnitelmia voi helposti itse vaihtaa.

## 5 Yhteenveto

Insinööriyön toteutukseen vaadittiin, että testipalvelinta vuokrattaessa siihen piti ostaa vuoden 2016 palvelinohjelmisto, koska millään muulla palvelimella ei sitä ollut mahdollista käyttää testitarkoitukseen. Tietokantaohjelmiston 2016-versio vaatii vähintään vuoden 2012 version palvelinohjelmistosta. Lisäksi käyttöönottovaiheessa piti selvittää, miten vanhat tallennetut proseduurit toimivat uudessa tietokantaohjelmistossa uusien versioiden (SQL Server 2012, 2014) tuomien käskykantamuutoksien takia. Ne toimivat ilman minkäänlaista uudelleen kirjoittamista. Toisin sanoen Microsoft oli onnistunut luvattaessaan, että uusi tietokantaohjelmisto osaisi automaattisesti korjata uusien versioiden käskykantamuutoksien synnyttämät virheet.

Uusien ominaisuuksien toiminnallisuuden avaamisen jälkeen testiosissa olevat kolme ominaisuutta otettiin laajalti huomioon suurella tietokantakoolla, josta erot näkyisivät mahdollisimman selvästi ja jolloin ne olisi mahdollisimman helppo siirtää hyödynnettäväksi tuotantoon. Testauksessa ja skenaarioiden luomisessa onnistuin mielestäni hyvin, koska kaikista testattavista ominaisuuksista saatiin toimintoja tukevat tulokset. Suositteleen yrityksen ottavan käyttöön ainakin Always Encryptedin, mikä takaisi, että Euroopan unionin asettaman tietosuojasetuksen vaatimukset täytettäisiin varmasti. Lisäksi, koska ominaisuudella saataisiin sovittaessa siirrettyä vastuu asiakastietojen salaamisesta asiakkaalle, yritys hyötyisi, koska silloin sen vastuu salatuista tiedoista siirtyisi. Tämä toimisi niin, että asiakas siirtäisi tietonsa itse suoraan salattuna tietokantaan, jolloin edes ylläpitäjät eivät näkisi tietoja. Toinen suosittelemani ominaisuus on Row-Level Security, jolla yrityksen olisi mahdollista yhtenäistää tietokantaansa tuomalla kaikki asiakkaat saman taulun alaisuuteen, jolloin tämän massiivisen tiedon hallintakin helpottuisi. Vastaavasti tällä voitaisiin saada yritykselle lisää pienempiä asiakkaita, koska hallintakulut pienentyisivät.

R-kielen integraatio on hieno uusi lisä Microsoftin uudessa tietokantaohjelmistossa. Sen avulla voitaisiin analysoida syntynyttä tietoa uudella tavalla, ja näin yritykselle voisi syntyä uusia ulottuvuuksia asiakkaalle tarjottavasta analyysistä ja korttien käytöstä. Lisäksi XML-tiedostomuodosta olisi hyvä vaihtaa tulevaisuuden JSON-muotoon lähiaikoina, jolloin tietokantaan voitaisiin esimerkiksi integroida uusia ominaisuuksia sekä yhdistää palveluita muilta toimijoilta. Näin tuotaisiin taas hieman rikkaampi ja nykyaikaisempi kokemus asiakkaan suuntaan.

Mielestäni yrityksen kannattaisi seuraavaksi tutkia R-kielen tuoman integraation hyötyä ja sen käyttöä tietokannassa toimivaan lahjakorttijärjestelmään, koska koko ajan kasvava trendi on hyödyntää ylimääräistä, ”turhaa”, metadataa, jonka avulla saadaan luotua uutta analytiikkaa kehittyneemmän toiminnan rakentamiseksi. Yrityksen seuraavaksi tilattava opinnäytetyö voisinkin koskea R-kielen tuomia hyötyjä tai sen hyötykäyttöä yrityksen järjestelmässä.

## Lähteet

- 1 Mainstream support for SQL Server 2008 and SQL Server 2008 R2. Verkkodokumentti. Microsoft. <https://blogs.msdn.microsoft.com/sqlreleaseservices/end-of-mainstream-support-for-sql-server-2008-and-sql-server-2008-r2/>. Luettu 20.7.2017.
- 2 EU:n yleinen tietosuoja-asetus (GDPR) muuttaa kansalliset käytännöt. Verkkodokumentti. OpiTietosuoja. <https://opitietosuoja.fi/index.php/fi/56-lain-saeaedaentoe/lait/eun-tietosuoja-asetus/23-tuleva-eu-n-tietosuoja-asetus>. Luettu 22.7.2017.
- 3 Tietosuoja-asetus. Verkkodokumentti. Euroopan unioni. <http://www.consilium.europa.eu/fi/infographics/data-protection-regulation-infographics/>. Haettu: 22.07.2017.
- 4 Artikla 32 EU yleinen tietosuoja-asetus ”Käsittelyn turvallisuus”. Verkkodokumentti. Secure Data Service. <https://www.privacy-regulation.eu/fi/32.htm>. Luettu 25.07.2017.
- 5 Insinööriyön asiakasyrityksen teknisen konsultin kanssa käytyjä keskusteluita 1.8.2017, 12.8.2017.
- 6 Always Encrypted (Database Engine). Verkkodokumentti. Microsoft. <https://docs.microsoft.com/en-us/sql/relational-databases/security/encryption/always-encrypted-database-engine>. Luettu 19.8.2017.
- 7 Row-Level Security, Microsoft, Verkkodokumentti. Microsoft. <https://docs.microsoft.com/en-us/sql/relational-databases/security/row-level-security>. Luettu 20.8.2017.
- 8 Van de Laar, Enrico. 2016.The SQL Server 2016 Query Store: Overview and Architecture. Verkkodokumentti. Red Gate Software. <https://www.red-gate.com/simple-talk/sql/database-administration/the-sql-server-2016-query-store-overview-and-architecture/>. Luettu 20.8.2017.
- 9 Monitoring performance by using the Query Store. Verkkodokumentti. Microsoft. <https://docs.microsoft.com/en-us/sql/relational-databases/performance/monitoring-performance-by-using-the-query-store>. Luettu 20.8.2017.
- 10 Getting Started with SQL Server Machine Learning. Verkkodokumentti. Microsoft. <https://docs.microsoft.com/en-us/sql/advanced-analytics/r/getting-started-with-sql-server-r-services>. Luettu 20.9.2017.
- 11 Popvic, Jovan. 2016. JSON in SQL Server 2016 Jovan Popvic. Verkkodokumentti. Microsoft. <https://blogs.technet.microsoft.com/dataplatforminsider/2016/01/05/json-in-sql-server-2016-part-1-of-4/>. Luettu: 25.9.2017.

- 12 Compatibility Level. verkkodokumentti. Microsoft. <https://docs.microsoft.com/en-us/sql/t-sql/statements/alter-database-transact-sql-compatibility-level>. Luettu 10.09.2017.
- 13 SQL Server 2016 Query Store Example. Verkkodokumentti. Edgewood Solutions. <https://www.mssqltips.com/sqlservertip/4046/sql-server-2016-query-store-example/>. Luettu 14.09.2017.
- 14 Clustered and Nonclustered Indexes Described. Verkkodokumentti. Microsoft. <https://docs.microsoft.com/en-us/sql/relational-databases/indexes/clustered-and-nonclustered-indexes-described>. Luettu 16.09.2017.



## Row-Level Security -funktio

```
1 --LUODAAN TIETOTURVAKÄYTÄNTÖ tst.Customer taululle
2
3 CREATE function [tst].[turva] (@yritys sysname)
4 returns table
5 with Schemabinding
6 as
7 return select 1 as [turva_tulos]
8 from
9 tst.Customer
10 where @yritys = user_name() -- Käyttäjä näkee vain saman nimiset rivit, jotka
    ovat samat yrityksen nimi ja sama kuin käyttäjätunnus.
11 OR
12 IS_MEMBER('db_owner') = 1 - Pääkäyttäjää varten lisätään oma tunnistusrivi,
    jolloin he voivat tarvittaessa hallita tietokantaa.
13
14 Create security Policy user_security
15 add Filter Predicate [tst].[turva] (yritys)on tst.Customer

SELECT * FROM tst.Customer

execute ('select * from tst.Customer') as user= 'Lihakauppa'

execute ('select * from tst.Customer') as user= 'Tietokonepulju'

execute ('select * from tst.Customer') as user= 'Autokorjaamo'
```

## Query Store -konfiguraatio

```
1 --LUODAAN UUSI TIETOKANTA MINIMAALISELLA OPTIMOINNILLA
2 CREATE DATABASE [maksuliikenne_demo]
3 ON PRIMARY
4 ( NAME = N'mld', FILENAME = N'C:\DATA\mld.mdf' , SIZE = 102400KB ,
5   MAXSIZE = 1024000KB , FILEGROWTH = 20480KB )
6 LOG ON
7 ( NAME = N'mld_log', FILENAME = N'C:\DATA\LOG\mld.ldf' , SIZE = 20480KB ,
8   MAXSIZE = 1024000KB , FILEGROWTH = 20480KB )
9 GO
10 ALTER DATABASE [maksuliikenne_demo] SET AUTO_UPDATE_STATISTICS OFF
11 GO
12 ALTER DATABASE [maksuliikenne_demo] SET AUTO_CREATE_STATISTICS OFF
13 GO
14 ALTER DATABASE [maksuliikenne_demo] SET RECOVERY SIMPLE
15 GO
16 ALTER DATABASE [maksuliikenne_demo] SET QUERY_STORE = OFF
17 GO
18
19 USE maksuliikenne_demo
20 GO
21
22 -- LUODAAN TAULU
23 CREATE TABLE dbo.rahaliikenne (ID int IDENTITY(1,1) NOT NULL, Korttinumero
nvarchar (19) NULL, Etunimi nvarchar(32) NULL, summa decimal(10, 2) NULL, lbd
datetime NULL)
24 GO
25 SET IDENTITY_INSERT maksuliikenne_demo.dbo.rahaliikenne ON
26 GO
27
28 -- KOPIOIDAAN TAULUUN KORTTITIETOJA
29 SET NOCOUNT ON
30 INSERT INTO maksuliikenne_demo.dbo.rahaliikenne(ID,Korttinumero, Etunimi,
summa, lbd)
31 SELECT CustomerID, CardNum, Firstname, NettSum, LastBuyingDate FROM
QA.dbo.Customer
32 GO
33
34 ALTER DATABASE [maksuliikenne_demo] SET QUERY_STORE = ON
35 select * from rahaliikenne
36
37 -- LUODAAN TALLENNETTU KYSELY, JOKA PALAUTTAA RAHASUMMAN, JOKA ON SUUREMPI
KUIN @SUMMA
38 CREATE PROC dbo.summa_1 (@summa decimal (10,2))
39 AS
40 SET NOCOUNT ON
41 SELECT Korttinumero, Etunimi FROM dbo.rahaliikenne
42 WHERE summa > @summa
43 GO
44
45 -- KYSELYLAUSEKE
46 EXEC dbo.summa_1 10
47 GO 20
48
49 --EI KLUSTEROITU INDEKSI EKI 1
50 CREATE NONCLUSTERED INDEX EKI_3
51 ON dbo.rahaliikenne (summa)
```

```
52 INCLUDE (korttinumero, etunimi)
53 GO
```