LATVIJAS UNIVERSITĀTE
DATORIKAS FAKULTĀTE

MĀKOŅPAKALPOJUMU SNIEDZĒJU SALĪDZINĀJUMS "TIA" APDROŠINĀŠANAS SISTĒMAI

MAĢISTRA DARBS

Autors: **Elvis Plācis**
Stud. apl. Nr. ep19068
Darba vadītājs: docents Dr. dat. Maksims Kravcevs

RĪGA 2021

ANOTĀCIJA

Mūsdienās vairākas organizācijas vēlas atteikties no savas infrastruktūras, pārceļot izmantotos risinājumus mākoņpakalpojumu sniedzēju platformās, lai nodrošinātu labāku ātrdarbību, mērogojamību, pieejamību vai, piemēram, vienkārši samazinātu sistēmu uzturēšanas izmaksas.

Autors ir piedalījies projektā, kurā tika veikta *TIA Technology* izstrādātās apdrošināšanas sistēmas TIA tehniskā analīze paralēli tās izstrādei ar mērķi to migrēt uz mākoņpakalpojumu platformu Microsoft Azure vai Oracle Cloud, analīzes rezultātā attiecīgajai TIA implementācijai arī veicot visu izstrādes procesā iesaistīto komponenšu migrāciju uz Oracle Cloud. Šī darba gaitā autors apskatīja Oracle Cloud un Microsoft Azure mākoņskaitļošanas platformas un to piedāvātās iespējas TIA darbības nodrošināšanai, aprakstīja migrācijas procesu, izaicinājumus, motivāciju, kā arī šīs rīcības stratēģiju. Autors arī projekta izstrādes laikā apkopoja iegūtās zināšanas un pieredzi ar mērķi piedāvāt vadlīnijas līdzīgas problēmas risināšanai – TIA apdrošināšanas sistēmas migrācijai uz mākoņpakalpojumu platformu Oracle Cloud.

Atslēgvārdi: TIA, Oracle Cloud, Microsoft Azure, vadlīnijas, mākoņpakalpojumi

ABSTRACT

CLOUD SERVICE PROVIDER COMPARISON FOR “TIA” INSURANCE SYSTEM

Nowadays many organizations would like to discard their on-premise infrastructure by moving their solutions to cloud service provider platforms to provide better performance, scalability, accessibility or just for maintenance cost reduction.

Author has been involved in a project, where the insurance system TIA developed by *TIA Technology* has been technically analyzed in parallel with its development and customization with the aim to migrate it to cloud service provider platforms Microsoft Azure or Oracle Cloud. After analysis this TIA implementation was migrated with all involved development process components to Oracle OCI. This paper describes author’s research regarding Oracle Cloud and Microsoft Azure cloud service provider platforms and their provided options to ensure operation of TIA, migration process, challenges, motivation, and action strategy. As a result, author summarized the obtained knowledge and experience with an intention to provide guidelines necessary to solve a similar problem – TIA insurance system migration to Oracle Cloud.

Keywords: TIA, Oracle Cloud, Microsoft Azure, guidelines, cloud service providers

AUTOREFERĀTS

Autora paveiktais darbā:

1. Veica apdrošināšanas sistēmas TIA apskatu – funkcionalitātes un popularitātes analīzi, kā arī aprakstīja sistēmas tehniskās prasības, iespējas un atkarības,
2. Veica Oracle Cloud apskatu – aktualitātes analīzi, tehniskās īpašības, arhitektūru un pakalpojumu klāstu TIA sistēmas darbības nodrošināšanai,
3. Veica Microsoft Azure apskatu – aktualitātes analīzi, tehniskās īpašības, arhitektūru un pakalpojumu klāstu TIA sistēmas darbības nodrošināšanai,
4. Veica abu mākoņpakalpojumu sniedzēju salīdzināšanas analīzi TIA darbības nodrošināšanai,
5. Apskatīja apdrošināšanas sistēmas TIA migrēšanas motivāciju un stratēģiju uz kādu no mākoņpakalpojumu sniedzēju platformām,
6. Aprakstīja reālu projektu, kurā autors tika piesaistīts kā Oracle Cloud infrastruktūras arhitekts un nodarbojās ar TIA sistēmas migrāciju no klientam piederošas infrastruktūras. Autors projekta komandas sastāvā piedalījās pie migrācijas iespēju analīzes, vairāku darbības konceptu nodrošināšanas, kā arī izstrādāja migrācijas vadlīnijas, vadīja sistēmas migrācijas un stabilizācijas procesu (2020.g. – 2021.g. periodā), uzkrājot pieredzi, kas palīdzēja šī maģistra darba mērķa sasniegšanā,
7. Izstrādāja TIA sistēmas migrācijas vadlīnijas uz Oracle Cloud mākoņpakalpojumu platformu.

Darba pašnovērtējums:

Darbā aplūkotās problēmas un risinājumi ir aprakstīti lasītājam pietiekami detalizēti. Autors ir pilnvērtīgi veicis literatūras izpēti un aprakstījis to attiecīgajās darba nodaļās. Darba noformējums atbilst metodiskajiem norādījumiem. Darbā ir izmantota latviešu valoda, kas ir oficiāli pieņemta nozares terminoloģijā. Visi formulējumi, idejas, attēli, kas ir aizgūti no citiem autoriem, ir atzīmēti ar attiecīgām literatūras atsaucēm.

SATURA RĀDĪTĀJS

APZĪMĒJUMU SARAKSTS 7

IEVADS 9

1. APDROŠINĀŠANAS SISTĒMAS TIA PĀRSKATS 11

1.1. TIA funkcionalitātes un popularitātes pārskats 11

1.2. TIA tehniskā analīze 12

1.2.1. Augsta pieejamība, krīzes atkopšanās un rezerves kopijas 14

1.2.2. Lietotāju un piekļuves pārvaldība 17

2. ORACLE CLOUD PĀRSKATS 18

2.1. Oracle Cloud pieejamība un pielietojamība 18

2.2. Oracle Cloud veiksmes stāsti 19

2.3. Oracle Cloud tehniskais pārskats un pakalpojumi 20

2.3.1. Oracle Database darbība Oracle Cloud platformā 21

2.3.2. Oracle Weblogic Server darbība Oracle Cloud platformā 27

2.3.3. Pārraudzīšana Oracle Cloud platformā 29

2.3.4. Tīklošana Oracle Cloud platformā 30

2.3.5. Izstrādātāju rīki Oracle Cloud platformā 32

3. MICROSOFT AZURE PĀRSKATS 33

3.1. Microsoft Azure pieejamība un pielietojamība 33

3.2. Microsoft Azure tehniskais pārskats un pakalpojumi 34

3.2.1. Oracle produktu darbība Microsoft Azure platformā 35

3.2.2. Virtuālās mašīnas Microsoft Azure platformā 36

3.2.2. Pārraudzība Microsoft Azure platformā 38

3.2.3. Tīklošana Microsoft Azure platformā 39

3.2.4. Izstrādātāju rīki Microsoft Azure platformā 40

4. MĀKOŅPAKALPOJUMU SNIEDZĒJU SALĪDZINĀJUMS 41

5. TIA MIGRĒŠANAS MOTIVĀCIJA UN STRATĒĢIJA 43
6. TIA MIGRĀCIJA UZ ORACLE CLOUD AR REĀLA PROJEKTA PIEMĒRU 48
6.1. Migrācijas projekta pirmais posms 49
6.2. Migrācijas projekta otrais posms 52
6.3 Migrācijas projekta trešais posms 54
6.4. Migrācijas projekta ceturtais posms 57
6.5. TIA sistēmas migrācijas uz Oracle Cloud izaicinājumi 58
6.6. Ieguvumi 60
7. TIA MIGRĀCIJAS UZ ORACLE CLOUD VADLĪNIJAS 62
7.1. Sistēmas analīzes vadlīnijas 63
7.2. Oracle Cloud infrastruktūras izveides vadlīnijas 66
7.3. Oracle Weblogic Server migrācijas vadlīnijas 69
7.4. Oracle Database migrācijas vadlīnijas 70
REZULTĀTI UN SECINĀJUMI 74
IZMANTOTĀ LITERATŪRA UN AVOTI 77

APZĪMĒJUMU SARAKSTS

API (Application Programming Interface) – lietojumprogrammatūras izstrādēs saskarne – definēts funkciju, procedūru, klašu un struktūru kopums, kas tiek pasniegts kā pielikums (serviss, bibliotēka), kuru iespējams izmantot ārējiem programmatūras produktiem.

BI (Business Intelligence) – datu analītika, darījumu inteliģence vai arī darījumu analītika – nepieciešamās informācijas iegūšana, apkopošana, attēlošana, analīze un piegāde lēmumu pieņemšanai, izmantojot atskaites un grafikus.

ERP (Enterprise Resource Planning) – uzņēmumu resursu plānošana.

GDPR (General Data Protection Regulation) – Vispārējā datu aizsardzības regula, kas tika izstrādāta Eiropas Savienībā 2016. gadā un stājās spēkā 2018. gada 25. maijā. Šī regula noteica un regulēja fizisku personu aizsardzību attiecībā uz personas datu apstrādi.

Java EE (Java Platform Enterprise Edition) – platforma daudzlietotāju, dalītām, mērogojamām, drošām, pārnesamām organizācijas līmeņa lietojumprogrammām.

Java JDK (Java Development Kit) – programmatūras izstrādes vide, kas piedāvā rīku un bibliotēku kolekciju, kas ir nepieciešama Java lietotņu izstrādei. Java JDK ir nepieciešams, lai pārveidotu programmatūras pirmkodu uz formātu, kuru var izpildīt.

JAX-WS – satvars, kurš paredzēts darbības atvieglošanai, izmantojot SOAP. Šī tehnoloģija ir daļa no Java API un paredzēta tīmekļa pakalpju izstrādei.

Microsoft Azure – kompānijas *Microsoft* piedāvāta mākoņpakalpojumu platforma, kura piedāvā vairāk nekā 200 produktus un mākoņpakalpojumus dažādu programmatūras risinājumu darbības nodrošināšanai, izmantojot kompānijai piederošus datu centrus.

Oracle ADF – *Oracle* izstrādāts satvars, kurš ir bāzēts uz Java EE risinājumiem.

Oracle Cloud – kompānijas *Oracle* piedāvāta mākoņpakalpojumu platforma, kura piedāvā serverus, krātuvi, lietotnes u.c., izmantojot kompānijai piederošus datu centrus.

Oracle Cloud Infrastructure – kompānijas *Oracle* piedāvāts pakalpojumu klāsts tās mākoņpakalpojumu platformā, kurš piedāvā infrastruktūru kā servisu dažādu risinājumu darbības nodrošināšanai.

Oracle Database – kompānijas *Oracle* izstrādāta relāciju datubāze (RDBMS), kurā ir ieviesti objektorientēti papildinājumi, piemēram, lietotāju definēti tipi, polimorfisms, mantošana.

Oracle Database RAC (Real Application Clusters) – *Oracle* izstrādāts risinājums vienas datubāzes darbības nodrošināšanai uz vairākiem serveriem ar mērķi uzlabot pieejamību un mērogojamību, izmantojot kopēju datu krātuvi.

Oracle Forms – *Oracle* izstrādāts programmatūras rīks, ar kura palīdzību tiek izstrādātas formas, kas darbojas, mijiedarbojoties ar Oracle datubāzi.

Oracle Fusion Middleware – kompānijas *Oracle* izstrādāts lietotņu infrastruktūras produkts, kurš primāri paredzēts Oracle SOA darbības nodrošināšanai.

Oracle Linux – *Oracle* izstrādāta atvērtā pirmkoda operētājsistēma, kura ir salīdzināma ar Red Hat Enterprise Linux.

Oracle SOA (Service oriented architecture) – kompānijas *Oracle* izstrādāts programmatūras un rīku kopums, kurš paredzēts izstrādes, piegādes un pārvaldības integrācijām servisu orientētā arhitektūrā.

Oracle Weblogic Server – kompānijas *Oracle* izstrādāta vienota un paplašināma platforma, kura paredzēta organizācijas līmeņa lietotņu izstrādei, uzstādīšanai un darbības nodrošināšanai.

Red Hat Enterprise Linux – kompānijas *Red Hat* izstrādāta operētājsistēma, kura ir izstrādāta kā maksas produkts.

REST – datu apmaiņas veids, reprezentatīva stāvokļa sūtīšana, izmantojot HTTP protokolu un tā operācijas (PUT – datu ievietošanai, GET – datu pieprasījumam, POST – datu izmaiņai, DELETE – datu dzēšanai) noteiktā veidā. REST pielietošana atvieglo klienta-servera komunikāciju, nereti uzlabojot veiktspēju.

TIA (The Insurance Application) – kompānijas *TIA Technology* izstrādāta apdrošināšanas sistēma.

TIA REST Services – *TIA Technology* izstrādāts modulis TIA apdrošināšanas sistēmai, kurš izmanto REST tehnoloģiju.

TIA Service - *TIA Technology* izstrādāts modulis TIA apdrošināšanas sistēmai, kurš izmanto Oracle SOA tehnoloģiju.

IEVADS

Klientam piederošas infrastruktūras izmantošana apdrošināšanas sistēmas TIA darbības nodrošināšanai ir gara vēsture un šī sistēma tiek izmantota vairākos uzņēmumos visā pasaulē. Tomēr mūsdienu tehnoloģiju attīstība, gala lietotāju prasības un klientu biznesa vajadzības ir būtiski mainījušās un šāda infrastruktūra vairs nespēj apmierināt visas vēlmes.

Līdz ar to pašlaik vairākas organizācijas vēlas veikt TIA sistēmas migrāciju no klientam piederošas infrastruktūras uz mākoņpakalpojumu sniedzēju piedāvātajām platformām, kur katrai no tām ir atšķirīgi piedāvājumi un iespējas, taču katra TIA implementācija ir ar savu specifiku un vajadzībām. Attiecīgi šādos apstākļos ir jāspēj identificēt TIA sistēmas tehniskās prasības un apvienot tās ar specifiskās implementācijas papildus vajadzībām, lai nodrošinātu attiecīgajā situācijā klientam izdevīgāko mākoņpakalpojumu sniedzēju.

Autors ir piedalījies projektā, kurā veiksmīgi tika paveikta apdrošināšanas uzņēmuma *TIA Technology* veidotās sistēmas tehniskā analīze un mākoņpakalpojumu sniedzēju platformu izpēte, kam sekoja migrācija no klientam piederošas infrastruktūras uz Oracle Cloud platformu. Darba mērķis, balstoties uz autora pieredzi un šī darba ietvaros veikto pētījumu, bija izveidot vadlīnijas līdzīgas problēmas risināšanai.

Lai sasniegtu definēto mērķi, darba autoram bija nepieciešams izvirzīt sekojošus darba uzdevumus:

1. Veikt pētījumu, savākt un apkopot datus ar mērķi iegūt informāciju par apdrošināšanas sistēmas TIA popularitāti un tās pielietojamību,
2. Veikt apdrošināšanas sistēmas TIA tehnisko analīzi ar mērķi noskaidrot tās darbībai nepieciešamo programmatūru un tās prasības,
3. Balstoties uz autora zināšanām, kas tika iegūtas vairāku *Oracle Cloud Infrastructure* sertifikātu apmācību laikā, un vairākiem informācijas avotiem, aprakstīt mākoņpakalpojuma sniedzēja Oracle Cloud platformas īpašības, piedāvātos pakalpojumus un to priekšrocības,
4. Apsvērt alternatīvas migrēšanas iespējas uz Microsoft Azure platformu, veikt salīdzinošo analīzi ar Oracle Cloud platformu,
5. Apskatīt apdrošināšanas sistēmas TIA migrēšanas motivāciju un stratēģiju,
6. Aprakstīt reālu projektu, kurā tika veikta TIA migrācija no klientam piederošas infrastruktūras uz Oracle Cloud:

   a. Aprakstīt migrācijas rezultātā veiktās infrastruktūras pārmaiņas,
   b. Aprakstīt migrācijas ieguvumus un izaicinājumus,
   c. Uz reālas TIA implementācijas piemēra sniegt migrācijas sarežģītības līmeņa un izstrādei nepieciešamā laika novertējumu, kā arī kvantitatīvo aprakstu,
7. Balstoties uz migrācijas projekta laikā iegūto pieredzi un darba gaitā apkopoto informāciju, izveidot apdrošināšanas sistēmas TIA migrācijas no klienta infrastruktūras uz Oracle Cloud vadlīnijas:
   a. Aprakstīt migrācijas procesu, piedāvājot labas prakses norādījumus, kas palīdz novērst potenciālās problēmas,
   b. Aprakstīt migrācijas uzdevumu automatizēšanas iespējas.

Darba uzdevumu apraksts atspoguļo šī darba struktūru.

1. APDROŠINĀŠANAS SISTĒMAS TIA PĀRSKATS

Šajā nodaļā autors veic TIA apdrošināšanas sistēmas popularitātes izpēti, funkcionālo pārskatu, kā arī padziļinātu risinājuma tehnisko analīzi ar mērķi noskaidrot darbībai nepieciešamos produktus un aptuvenas serveru jaudas prasības.

1.1. TIA funkcionalitātes un popularitātes pārskats

Apdrošināšanas sistēmu TIA ir izstrādājis lietojumprogrammatūras sniedzējs apdrošināšanas jomā *TIA Technology,* kura galvenā mītne atrodas Dānijā. Šis uzņēmums veiksmīgi darbojas tirgū kopš 1986. gada un šobrīd nodrošina savus pakalpojumus 67 klientiem piecos kontinentos, reizē strādājot bez nevienas neveiksmīgas implementācijas. Šo sistēmu ikdienā izmanto vairāk nekā 30000 apdrošināšanas profesionāļu, kopumā apstrādājot vairāk nekā 20 miljonus apdrošināšanas polišu. *TIA Technology* 2020. gadā tika pārdots globālam apdrošināšanas programmatūras piegādātājam *Sapiens*. [1]

Šī sistēma ir modulārs un integrēts pamata apdrošināšanas risinājums, kurš apdrošinātājiem nodrošina priekšrocības visā vērtību ķēdē. Kopējais risinājums nodrošina visa apdrošināšanas procesa atbalstu dažādiem biznesa veidiem, sniedzot augstu pielāgojamības pakāpi. Ar šīs sistēmas palīdzību ir iespējams plānot mārketinga aktivitātes, kotāciju, komisijas maksāšanu un apdrošināšanas atlīdzību izskatīšanu, ieskaitot zaudējumu koriģēšanu, pārapdrošināšanu un pārvaldības informāciju.

Šīs sistēmas lietojumprogrammatūra ir sadalīta vairākos funkcionālajos apgabalos, kuri apvieno kopīgo funkcionalitāti vienuviet vai, piemēram, izolē noteiktu darījumu loģiku.

Sistēmas galvenie apgabali ir [2]:

- Klientu pašapkalpošanās
- Uzņēmumu pašapkalpošanās
- Pārdošanas aģents
- Pārdošanas produktu dizaineris
- Klienta pieredzes dizaineris
- Biznesa noteikumu dizaineris
- Komunikācijas dizaineris
- Pamata polises

- Pamata norēķini
- Pamata atlīdzības
- Pārapdrošināšana
- GDPR
- REST APIs
- Biznesa inteliģence
- Finanšu virsgrāmata

Papildus šiem galvenajiem sistēmas apgabaliem *TIA Technology* izstrādātais risinājums piedāvā arī mazākus moduļus, piemēram, noteiktu reglamentu atbilstībai vai automātiskās testēšanas nodrošināšanai, sistēmas pielāgošanas nepieciešamībai u.c.

1.2. TIA tehniskā analīze

TIA apdrošināšanas sistēmas attīstības laikā ir vairākkārt mainījušies tehnoloģiskie risinājumi saskarnei, piemēram, TIA sistēmas vecākās versijas lietojumprogrammas saskarnei izmantots Oracle Forms, taču vēlāk saskarne tika migrēta uz Oracle ADF tehnoloģiju. Līdzīgi kā saskarne, laikam ejot, arī izmantotā operētājsistēma un Oracle datubāzes versija ir mainījusies līdzi laikam ar mērķi nodrošināt tās darbību un risinājumu atbalstu no Oracle. Ņemot vērā to, ka katra migrācija realitātē klientam ar pielāgotu sistēmu nereti nozīmē ilgu, darbietilpīgu un dārgu atjaunošanas procesu, no darba autora prakses klienti ne vienmēr izvēlās veikt šo procesu strauji.

Šī iemesla dēļ tehniskās prasības sīkāk tiks izpētītas TIA versijai, kuru pēc darba autora pieredzes joprojām praksē izmanto vairāki klienti un izmanto arī klients, kuram tika veikta reālā migrācija no klientam piederošas infrastruktūras uz Oracle Cloud platformu. Klienti izvēlējās tieši šo sistēmas versiju, jo tālajā 2017. gadā šī bija TIA pirmā versija, kurai bija pieejama iebūvēta GDPR funkcionalitāte, nodrošinot atbilstību vispārējās datu drošības regulas prasībām TIA pamata sistēmā, kā arī šī versija turpināja izmantot Oracle ADF 11g versiju, tādējādi atvieglojot pamata sistēmas versijas maiņas procesu.

Šo TIA sistēmas versijas darbību ir iespējams nodrošināt vairākos veidos, ņemot vērā to, ka paralēli joprojām bija pieejama gan Oracle ADF, gan Oracle Forms saskarne, tādējādi joprojām sniedzot klientiem iespēju izvēlēties sev ērtāko risinājumu.

Kopumā risinājums var sastāvēt no dažādiem moduļiem, kuri ir uzstādīti uz vairākiem Oracle produktiem [20]:

- Oracle Linux
- Oracle Database
- Oracle ADF
- Oracle Forms
- Oracle SOA

Lai arī TIA apdrošināšanas sistēma var darboties dažādās risinājumu kombinācijās, kopējā darbība ir nodalīta trīs loģiskajās daļās: datubāze, lietotāja saskarne un tīmekļa pakalpēs. Ņemot vērā katra klienta individuālās prasības un darbības apmērus, fiziskie serveru resursi ir jāpielāgo individuālajam risinājumam, nodrošinot darbību nepieciešamajiem Oracle produktiem un saglabājot to atbalstu.

Datubāzes daļa satur lielu apjomu ar Oracle datubāzes pakotnēm un kopumā lielāko daļu no biznesa funkcionalitātes, tādējādi atstājot lietotāja saskarnei primāri reprezentatīvu lomu. Šīs TIA versijas darbības nodrošināšanai ir nepieciešama Oracle Database Enterprise Edition, kuru pēc Oracle rekomendācijām paredzēts darbināt uz servera ar Oracle Linux 7 vai Red Hat Enterprise Linux 7 operētājsistēmām ar attiecīgi jaunākajiem drošības atjauninājumiem. Jāņem vērā fakts, ka, pēc Oracle sniegtās informācijas, vecākās datubāzes versijas, piemēram, 12.1. pagarinātais atbalsts beigsies jau 2022. gada jūlijā [23].

Abi lietotāju saskarnes risinājumi var strādāt neatkarīgi vai noteiktās implementācijās arī paralēli viens otram, tādēļ sīkāk tiks apskatītas abu risinājumu prasības. Oracle ADF saskarnes versijā lietojumprogrammatūras darbība tiek nodrošināta, izmantojot Oracle ADF 11g, kura darbības nodrošināšanai ir nepieciešams 10.3.6 versijas Oracle Weblogic Server, izmantojot jaunākos drošības atjauninājumus, papildus šiem produktiem ir nepieciešama arī Java JDK 1.7.0 ar attiecīgajiem drošības atjauninājumiem, kopumā visu produktu kopumu uzstādot uz servera, kurš darbojas or Oracle Linux 6 vai Red Hat Enterprise Linux 6 versijām.

Lai nodrošinātu Oracle Forms lietotāju saskarnes darbību, kura izstrādāta, izmantojot Oracle Forms and Reports 11g, arī ir nepieciešams Oracle Weblogic Server ar 10.3.6 versiju un Java JDK 1.7.0, abiem uzstādot jaunākos drošības atjauninājumus. Taču ir jāņem vērā fakts, ka šīs Oracle Forms and Reports versijas atbalsts ir beidzies 2018. gadā, tādējādi pastāv liela varbūtība, ka šis saskarnes risinājums vairs netiek izmantots vai arī ir migrēts uz Oracle Forms and Reports 12c versiju, kuras pagarinātais maksas atbalsts beidzas 2025. gadā. [21]. Līdzīgā situācijā pēc Oracle

sniegtās informācijas atrodas arī Oracle Weblogic Server vecākās versijas, kur iepriekš minētajai 10.3.6 versijai pagarinātais atbalsts tiks pārtraukts 2021. gada decembrī [22].

Tīmekļa pakalpēm tiek piedāvāti divi dažādi implementāciju veidi, izmantojot *TIA REST Services* vai *TIA Services,* papildus izmantojot Oracle SOA un JAX-WS, kas attiecīgi atšķiras ar nepieciešamo programmatūru to darbības nodrošināšanai. TIA REST pakotnes darbības nodrošināšanai ir nepieciešams Oracle Fusion Middleware 12c un Java JDK 1.8.0, abiem uzstādot jaunākos drošības atjauninājumus. Jāņem vērā fakts, ka Oracle Fusion Middleware 12.1.x versijas pagarinātais Oracle atbalsts beidzās jau 2019. gadā, tādējādi pastāv liela varbūtība, ka risinājums šobrīd izmanto vismaz Oracle Fusion Middleware 12.2.x versiju, kuras pagarinātais atbalsts ilgst līdz 2025. gadam.

TIA Service pakotnes darbības nodrošināšanai ir nepieciešams Oracle Weblogic Server 10.3.6 un Java JDK 1.7.0, jo to ir paredzēts uzstādīt uz viena servera kopā ar ADF lietotni, šī iemesla dēļ ir attiecīgi īpaši uzmanīgi jānovērtē attiecīgā servera jauda un paredzētā noslodze.

Kopumā TIA apdrošināšanas sistēmas tehniskās prasības nav nesamērīgas, taču dažādu iespējamo kombināciju un dažādo klienta biznesa apmēru dēļ serveru konfigurācija ir jāpielāgo katram klientam individuāli. Dažādas lietotāja saskarnes versijas un kopumā lielais Oracle produktu skaits, kas nepieciešams darbības nodrošināšanai, sarežģī kopējā risinājuma darbības uzturēšanu un palielina patērēto finansējuma apjomu uz Oracle produktu licencēšanu.

1.2.1. Augsta pieejamība, krīzes atkopšanās un rezerves kopijas

Ņemot vērā TIA darbības specifiku, produkcijas līmeņa darbības vajadzībām ir svarīgi apskatīt attiecīgo Oracle produktu spējas un iespējamās stratēģijas datu rezerves kopiju glabāšanai un katastrofas atkopšanās scenārijiem. Sistēmas darbības atjaunošanai pēc krīzes situācijas ir jāspēj atkopt Oracle datubāzes darbību no rezerves kopijas ar pēc iespējas mazāku datu zudumu un nodrošināt Oracle Weblogic servera darbību.

Lai sasniegtu šo mērķi, ir iespējams izmantot Oracle Data Guard vai Active Data Guard produktus, kuri ir pieejami kā licencēta opcija Oracle Database Enterprise Edition, ar kura palīdzību ir iespējams nodrošināt datu drošību, katastrofas atkopšanos, rezerves kopiju iegūšanu un pārvaldību, kā arī augstu sistēmas pieejamību. Šo produktu ietvarā tiek sniegta iespēja pārvaldīt, uzturēt un pārskatīt vienu vai vairākus rezerves Oracle datubāzes serverus.

Izmantojot Oracle Active Data Guard produktu, ir iespējams iegūt reālā laika datu drošību un pieejamību. Ar tā palīdzību ir iespējams pilnīgi izvairīties no datu zuduma katastrofas atkopšanās scenārijos, kā arī nodrošināt tūlītēju sistēmas atkopšanos. Šī produkta darbības princips balstās uz vēl vienu Oracle datubāzi, kura tiek sinhronizēta ar galveno datubāzi reālā laikā. Galvenās datubāzes savienojuma pārtraukuma gadījumā notiek tūlītēja pārslēgšanās uz rezerves datubāzi, tādējādi nodrošinot darbību bez pārtraukumiem.

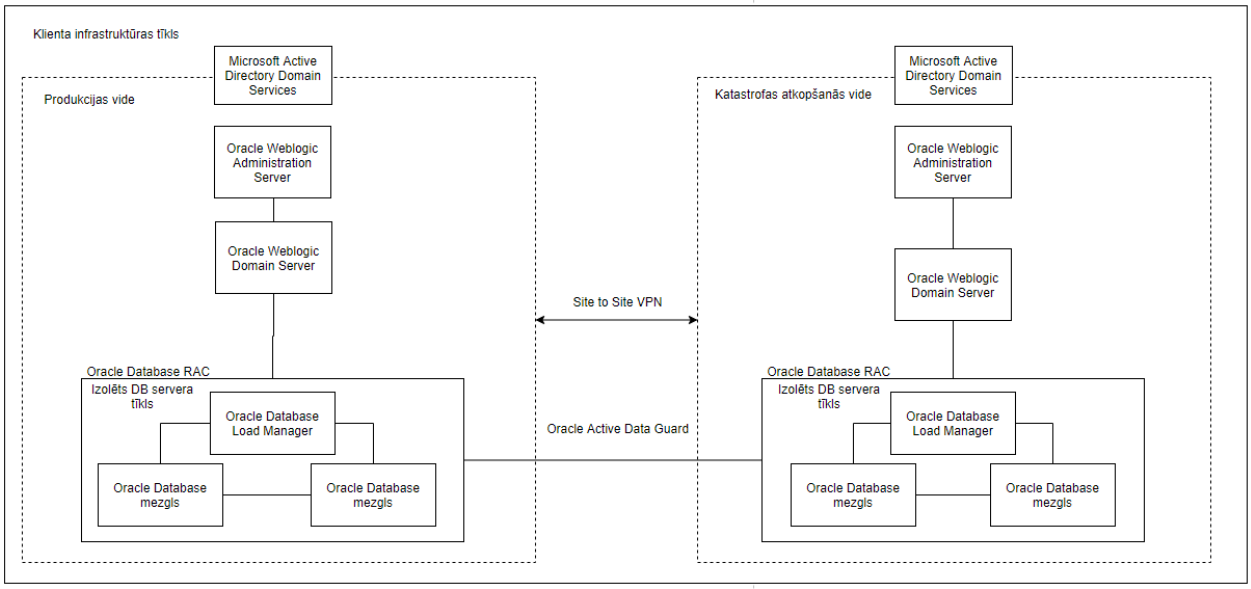
Izmantojot RMAN rīku kopā ar OSB, kas ir iekļauts Oracle Data Guard produkta pakotnē, ir iespējams nodrošināt datubāzes rezerves kopiju izveidi un atkopšanās darbus, kā arī šo rīku kopums spēj automatizēt rezerves kopiju pārvaldību. RMAN rīks veic datubāzes rezerves kopiju ieguvi no mērķa datubāzes atbilstoši DBA definētai stratēģijai un nodrošina šo rezerves kopiju pārvaldību. Šīs rezerves kopijas ir paredzēts glabāt no produkcijas vides nošķirtā krātuvē, kura var atrasties uz cita servera cietajiem diskiem, vai arī šīs rezerves kopijas var tikt rakstītas lenšu ierīcēs, kuras pārvalda, izmantojot OSB. Izmantot šo stratēģiju kā vienīgo nav ieteicams gadījumos, ja paredzētais atkopšanās laiks ir mērāms stundās, ņemot vērā to, ka lielu datubāžu gadījumā atkopšanās process var aizņemt vairākas stundas vai dienas.

TIA sistēmas darbībai šos procesus ir nepieciešams nodrošināt arī Oracle Weblogic serverim, lai nodrošinātu netraucētu produkcijas vides darbību. Šo mērķi sasniegt ir vienkāršāk kā datubāzei, jo šo serveru darbība ir saistīta ar lietotāju saskarnes un integrāciju darbības nodrošināšanu, kā arī šis Oracle produkts sevī ietver vairākus risinājumus, ar kuru palīdzību šo problēmu ir iespējams novērst.

Galvenā Oracle Weblogic Server funkcionalitāte, kura spēj nodrošināt augstu pieejamību un darbības stabilitāti, ir spēja tā darbību sadalīt vairākos serveros. Ar tās palīdzību ir iespējams loģiski nodalīt servera komponentes, atdalot administratīvās konsoles darbību no domēna, kā arī darbināt vairākus domēnus paralēli uz vairākiem Oracle Weblogic serveriem. Nepārtrauktas darbības nodrošināšana, izmantojot vairākus domēna serverus, ir iespējama tādēļ, ka Weblogic domēna serveri savā starpā dalās ar klientu datiem sesijas ietvarā. Oracle Weblogic administrācijas serverim augstas pieejamības un katastrofas atkopšanās nodrošināšanai ir nepieciešams izveidot tā pilnu rezerves kopiju, taču šī servera darbības traucējumu gadījumā domēna serveri turpina savu darbību.

Izmantojot šādu darbības principu, ir iespējams veikt drošības atjauninājumu uzstādīšanu bez lietotnes darbības pārtraukšanas, pakāpeniski to piegādājot katram individuālajam Oracle Weblogic serverim.

Ņemot vērā kopējo servera resuru apjoma rekomendāciju trūkumu, autors sniedz praktisku piemēru no reālas TIA implementācijas ar Oracle ADF saskarni klientam ar nepieciešamo serveru skaitu un jaudu 150 gala lietotāju atbalstīšanai.



1.2.1.1. att. **Praktiska TIA sistēmas infrastruktūras izvietojuma diagramma produkcijas vides gadījumā**

Šajā TIA sistēmas praktiskajā implementācijā (sk. att. 1.2.1.1) sistēmas optimālai darbībai tika izmantoti fiziski serveri ar šādu veiktspēju:

- Oracle Database 12c R2 – datubāzes RAC konfigurācija ar diviem fiziskiem serveriem, katram no tiem 8 fiziski procesora kodoli un 128gb RAM, darbība tiek nodrošināta, izmantojot Red Hat Enterpirse Linux 7 operētājsistēmu. Datubāzes apjoms ir 550gb ar ikgadēju pieaugumu robežās no 20-50gb. Katastrofas atkopšanās scenārija nodrošināšanai citā datu centrā tiek uzturētas aktīvas serveru kopijas, izmantojot Oracle Active Data Guard.
- Oracle Weblogic 10.3.6 – nodrošina ADF 11g lietotāju saskarnes un integrāciju darbību. Darbība ir sadalīta divos fiziskos serveros, atdalot Weblogic administratora konsoles un TIA domēna darbību uz atsevišķiem serveriem. Katram no serveriem ir piešķirti 8 fiziski procesora kodoli un 64gb RAM, kā arī 500gb cietā diska apjoms, taču praktiski izmantoti ir mazāk par 50% no krātuves apjoma. Katastrofas atkopšanās scenārija nodrošināšanai citā datu centrā tiek uzturētas precīzas servera kopijas.

1.2.2. Lietotāju un piekļuves pārvaldība

Ņemot vērā to, ka TIA sistēma ir paredzēta darbībai slēgtā kompānijas tīklā, tās piekļuves pārvaldības pirmais līmenis ir klienta infrastruktūras tīmekļa ugunsmūris, kam seko TIA izstrādātie drošības un autorizācijas risinājumi, kā arī Oracle produktu sniegtā funkcionalitāte. Sistēmas piekļuves un drošības nodrošināšanai TIA izmanto savu autentifikācijas moduli, kurš ir iestrādāts lietotnē. Papildus šim modulim tiek izmantoti Oracle Weblogic servera autorizācijas, autentifikācijas un kriptēšanas pakalpojumi, ar kuru palīdzību tiek uzlabota kopējā sistēmas drošība un komunikācija starp Oracle Weblogic Server un Oracle Database.

TIA sistēmas lietotāju pārvaldība ir izstrādāta, izmantojot Oracle Datubāzes lietotājus ar pielāgotiem autorizācijas un drošības profiliem. Brīdī, kad lietotājs mēģina autorizēties sistēmā, šis pieprasījums tiek nosūtīts uz datubāzes serveri autentifikācijai, kura, izmantojot Oracle Datubāzes autentifikācijas apstrādi un profilus, kā arī TIA izstrādātus risinājumus, apstiprina vai noraida saņemto autorizācijas pieteikumu. Risinājums kopumā strādā ar dubultiem drošības profiliem, kur viens no tiem ir izveidots Oracle Datubāzes līmenī un darbojas pēc principa, kur lietotāja tiesības tiek turētas pēc iespējas mazākas, kā arī TIA līmenī, uzturot katram lietotājam attiecīgu funkcionālu piekļuves pieejamības informāciju un profilus. Ar TIA funkcionālo profilu palīdzību lietotnes izmantošanas brīdī klientam ir pieejama tikai tam autorizēta informācija un skati, tādējādi saglabājot principu, ka lietotājam ir pieejams tikai tas, kas ir nepieciešams darba pienākumu veikšanai.

2. ORACLE CLOUD PĀRSKATS

Šajā nodaļā autors veic Oracle Cloud pārskatu gan no platformas kopējās pieejamībās, gan no piedāvāto produktu klāsta, gan no tehniskā aspekta – īpašībām, arhitektūras un priekšrocībām TIA apdrošināšanas sistēmas darbības nodrošināšanai.

2.1. Oracle Cloud pieejamība un pielietojamība

Apsverot mākoņpakalpojumu sniedzēja izvēli, viens no svarīgiem faktoriem ir tā popularitāte, kas nosaka pieejamās informācijas daudzumu un varētu būt īpaši noderīgs esošo risinājuma migrācijā vai arī jauna risinājuma izstrādē, kā arī citu organizāciju pieredze – platformas nākotnes attīstības un atbalsta plāni, praktiskais pielietojums, izstrādātāju pieejamība, izmaksas. Autors veica pētījumu, savācot un apkopojot datus, ar mērķi iegūt informāciju par Oracle Cloud platformas popularitāti un pielietojumu.

Autors apkopoja Oracle oficiālus avotus [3], saskaņā ar kuriem var apgalvot, ka Oracle Cloud ir pieejams klientiem visā pasaulē:

- Ziemeļamerikā (Amerikas Savienotajās Valstīs, Kanādā)
- Dienvidamerikā (Čīlē, Brazīlijā)
- Eiropā (Vācijā, Nīderlandē, Apvienotajā Karalistē)
- Vidējos austrumos (Sauda Arābijā, Apvienotajos Arābu Emirātos)
- Āzijā (Japānā, Dienvidkorejā, Indijā)
- Austrālijā

Oracle piedāvātais mākoņpakalpojumu klāsts jau tiek veiksmīgi pielietots dažādās nozarēs, darbinot tos Oracle Cloud platformā:

- Veselības aprūpē *(National Pharmacies* [4]),
- Finanšu sektorā (*Central Bank of Iraq* [5]),
- Celtniecībā (*BAM International* [6]),
- Augstākajā izglītībā (*University of Colorado* [7]),
- Apdrošināšanā (*Blue Shield of California* [8]),
- Autobūvē (*Nidec Motor* [9]),
- Publiskajā sektorā (*State of Morelos Government* [10]),
- Publiskajos medijos un izklaides (*SOHO Media Solutions* [11]),

- Komunikācijās (*Zoom* [12]),
- Pārtikas un dzērienu ražošanā (*Coca-Cola HBC* [13]),
- Mazumtirdzniecībā (*7-Eleven* [14]),
- Transportā (*JASCI* [15]),
- Komunālajos pakalpojumos (*National Grid* [16]),
- Profesionālajos pakalpojumos (*Transfer Solutions* [19])

2.2. Oracle Cloud veiksmes stāsti

Oracle oficiālajā mājaslapā ir pieejams saraksts ar vairākiem desmitiem Oracle Cloud pielietošanas veiksmes stāstiem dažādās nozarēs, kas iekļauj klientus, kuri norādīti iepriekš minētajā nozaru grupējumā, kā arī daudzus citus. Autors veica vairāku klientu gadījumu izpēti un vēlētos izcelt dažus komentārus:

- Adnan Asaad (CIO, Central Bank of Iraq) – "Apkopojot mūsu datubāzes un noslogojumu, izmantojot Oracle Exadata Database, mēs esam sasnieguši augstāku veiktspēju, vienkāršāku pārvaldību un augstāku pieejamību gan galvenajā atrašanās vietā, gan katastrofu atkopšanās vietā. Mēs izsekojam transakcijas un samazinām īpašuma kopējās izmaksas līdz 40%, uzturot visu vienā vietā"
- Sanjay Date (Senior Program Manager, Enterprise Infrastructure Group, 7-Eleven) – "Oracle Cloud Infrastructure bija nenoliedzami skaidra izvēle. Nav labāku risinājumu datubāzēm kā Exadata, un Oracle ir vienīgā mākoņpakalpojumu platforma, kura to piedāvā."
- Russell Poole (Associate Vice Chancellor and Chief Information Tehcnology Officer, University of Colorado) – "No mūsu perspektīvas Oracle bija visstabilākais produkts tirgū. Viņi ir turpinājuši attīstīties laika gaitā, sekojot līdzi tehnoloģiju nepieciešamībām. Mēs zinājām, ka sadarboties ar Oracle nozīmēja, ka mēs netiksim atstāti novārtā saistībā ar tehnoloģijām."
- Jurgen Duijster (Director, Transfer Solutions) – "Mūsu klientiem ir nepieciešama augsta pieejamība, to koncentrējot viņu pamata biznesam. Izmantojot Oracle infrastruktūru kā servisu un Oracle platformu kā servisu, mēs piegādājam šo funkcionalitāti ar mazām izmaksām un mazām cenām, tādējādi to padarot par izdevīgu risinājumu – pat klientiem ar mazu budžetu."

Veiksmes stāsti un to daudzums pierāda to, ka Oracle Cloud platforma tiek pielietota visā pasaulē dažādās industrijās. Ņemot vērā to, ka Oracle pakāpeniski pieaug apgrozījums saistībā ar mākoņpakalpojumiem, kā arī tiek aktīvi strādāts pie to paplašināšanas, Oracle Cloud platforma un ar to saistītās tehnoloģijas tiks attīstītas un tām ir nākotne, taču, atrodoties nišas spēlētāja lomā, salīdzinot ar citiem mākoņpakalpojumu piegādātājiem, šīs platformas izvēle ir kārtīgi jāizvērtē.

Ņemot vērā augstāk minēto, kā arī Oracle nodrošināto atbalstu, arvien vairāk lielas un veiksmīgas koorperācijas, valstiskas organizācijas izvēlas Oracle Cloud platformu, piemēram, *FedEx, Zoom, 7-Eleven, Cisco, Gonzaga University, Western Digital* un citi. Pilns saraksts ar veiksmes stāstiem ir pieejams Oracle oficiālajā tīmekļa vietnē, sadaļā – Oracle Cloud customer vietnes [17].

Lai arī Oracle avotos ir pieejams iespaidīgs apjoms ar veiksmes stāstiem, to var vērtēt divējādi. No vienas puses tur ir pieminēti tikai veiksmes stāsti, tādēļ šī informācija ir jāapskata un jāizvērtē kritiski, bet no otras puses par labu šai platformai runā lielais klientu skaits un klientu dažādība, kas liek domāt par to, ka, pat mainot un izstrādājot jaunas tehnoloģijas, Oracle būs paredzējis migrācijas variantus un alternatīvas uz citām tehnoloģijām vai infrastruktūras risinājumiem tieši savas mākoņpakalpojumu platformas robežās. Esoša risinājuma, kurš primāri izmanto Oracle risinājumus, migrācija no klienta infrastruktūras uz kādu no mākoņpakalpojumu sniedzēju platformām tiek apskatīts turpmākā darba gaitā.

2.3. Oracle Cloud tehniskais pārskats un pakalpojumi

Oracle Cloud ir mākoņpakalpojumu platforma, kuru piedāvā kompānija *Oracle*, šīs platformas ietvarā ir iespējams izmantot Oracle izstrādātus produktus dažādās to versijās un kombinācijās.

Atšķirībā no citām mākoņrisinājumu platformām Oracle salīdzinoši ērti darbojas vairāku mākoņpakalpojumu platformu izmantošanas gadījumā vienam risinājumam, kā piemēru šim var minēt kopīgu datu centru izveidi un sadarbības līgumu ar Microsoft Azure mākoņpakalpojumu platformu.

Kopumā līdzīgi kā citas mākoņpakalpojumu platformas arī Oracle piedāvā dažāda līmeņa risinājumus ar mērķi samazināt klientiem uzturēšanas darbības:

- Oracle Cloud Infrastructure – Infrastruktūras kā servisa risinājumus virtuālo mašīnu vai individuālu serveru variantā, kā arī saistītos drošības un tīklošanas risinājumus
- Oracle Cloud Platform – Platforma kā serviss risinājumus, piedāvājot Oracle izstrādātos produktus, kā piemēram Oracle Database vai Oracle Weblogic Server un citus.
- Oracle Cloud Applications – Lietotne kā serviss risinājums, piedāvājot Oracle izstrādātas lietotnes, kā piemēram Oracle ERP vai Oracle BI vai citus.

Ņemot verā to, ka TIA aprošināšana sistēma ir bāzēta uz Oracle produktiem, taču nav Oracle izstrādāta biznesa sistēma, tās darbības nodrošināšanai Oracle Cloud ir izmantojami tikai infrastruktūra kā serviss vai platforma kā serviss risinājumi.

2.3.1. Oracle Database darbība Oracle Cloud platformā

Oracle Cloud mākoņpakalpojumu platformā ir pieejami vairāki pakalpojumu veidi, ar kuru palīdzību ir iespējams nodrošināt Oracle Database darbību, kura ir nepieciešama TIA apdrošināšanas sistēmai. Šie veidi iedalās divos darbības modeļos:

1. Tradicionālais: pēc darbības principa ļoti līdzīgs tam, ka datubāze tiek darbināta klientam piederošā infrastruktūrā, taču šajā gadījumā ir iespējams izmantot Oracle Cloud platformas sniegto infrastruktūru virtuālo mašīnu veidā, tādējādi atbrīvojoties no nepieciešamības pārvaldīt un uzturēt fizisku datu centru. Šada modeļa izvēles gadījumā klients joprojām ir atbildīgs par datubāzes pārvaldību un uzraudzību, taču saglabā iespēju veikt jebkādas tam nepieciešamās izmaiņas.
2. Datubāze kā serviss: šādā darbības modeļa izvēles gadījumā klientam ir pieejama viena vai vairākas datubāzes instances, kuras ir izveidotas atbilstoši klienta vēlmēm, taču nav pieejama fiziskā infrastruktūra un serveri. Izmantojot šo modeli, klients maksā par saņemto mākoņpakalpojumu servisu atbilstoši izvēlēto produktu abonēšanas maksai. Datubāzes kā servisa galvenie ieguvumi ir saistīti ar to, ka fiziskās infrastruktūras un serveru uzturēšanas darbus, drošības atjaunināšanu, administrēšanu un pārvaldību ir iespējams nodot Oracle pārvaldībā, kā arī šāda darbības modeļa ietvarā tipiski tiek iekļauti mērogošanas, augstas pieejamības, automatizācijas, drošības, uzstādīšanas un citi risinājumi [25].

Tradicionālā datubāzes modeļa izvēles gadījumā klientam ir iespēja izvēlēties no vairākām pieejamajām virtuālo mašīnu formām un fizisku serveru rezervēšanas formām, tādējādi sniedzot iespēju izvēlēties sistēmas prasībām un plānotajām izmaksām atbilstošu risinājumu.

Virtuālo mašīnu un fizisko serveru formas savā starpā atšķiras ar to paaudzēm, procesoru kodolu skaitu, maksimālās operatīvās atmiņas daudzumu, maksimālo tīkla joslas platumu un virtuālo tīkla saskarņu skaitu. Šīs formas ir sīkāk klasificētas pēc to veida [26]:

- Standarta formas: Izstrādātas vispārēja pielietojuma noslodzei un piemērotas plaša spektra pielietojumam. Šīs formas piedāvātās instances nodrošinātu sabalansētu procesora kodolu, atmiņas un tīmekļa resursu apmēru.
- DenseIO formas: Izstrādātas īpaši lielām datubāzēm un kopumā lielam darba apjomam, atbalsta arī lietotnes, kurām nepieciešami īpaši ātra NVMe krātuve.
- GPU formas: Izstrādātas risinājumiem, kuri spēj utilizēt video kartes veiktspēju darbības paātrināšanai. Šīs formas ir pieejamas ar AMD procesoriem un NVIDIA video kartēm.
- Augstas aprēķinu veiktspējas formas: Izstrādātas ar mērķi nodrošināt optimālu darbību sistēmām, kurām ir nepieciešama īpaši augsta procesora takts frekvence vai lietotne strādā ar augstu paralēlās izpildes aprēķinu apjomu. Šīs formas moduļi ir pieejami tikai individuāli klientam rezervētos serveros.

Izmantojot virtuālo mašīnu formas, TIA sistēmas Oracle datubāzes darbības nodrošināšanai ir iespējams izmantot eksistējošo datubāzes versiju vai izvēlēties atbilstošu vēlamai TIA sistēmas versijai. Šādas pieejas priekšrocības ir saistītas ar spēju adaptēties katra klienta individuālajām prasībām, panākot optimālu risinājumu veiktspējas, licencēšanas un izmaksu jautājumos.

TIA sistēmas darbības nodrošināšanai klasiskā variantā derīgi būtu standarta formas risinājumi, taču īpaši lielākas datubāzes un klienta darbinieku skaita gadījumā būtu iespējams izmantot DenseIO formas risinājumus. Šī iemesla dēļ detalizētāku pārskatu jāveic par šiem diviem formu veidiem.

Virtuālo mašīnu standarta formas savā starpā atšķiras pēc:

- OCPU skaita: ar maksimālo pieejamo procesora kodolu skaitu robežās no 1 līdz 64 kodoliem. Viena OCPU vienība ir pielīdzināma Intel Xeon procesora vienam kodolam ar ieslēgtu hiperdzīslošanu vai vienu Oracle SPARC procesora kodolu,
- RAM: ar maksimālo pieejamo RAM apjomu no 1GB līdz 1TB,

- Tīkla joslas platuma: robežās no 480Mbps (bezmaksas formas gadījumā) līdz 40Gbps,
- VNIC skaita: robežās no 1 līdz 24. Oracle Cloud platformā VNIC ir izmantots, lai virtuālajā tīklā esošās instances savienotu savā starpā vai ar ārējiem avotiem. Katrs VNIC sastāv no primārās privātās IPv4 atslēgas no apakštīkla, kurā šis VNIC atrodas.

Virtuālo mašīnu standarta formas ir pieejamas gan ar fiksētu resursu apjomu, gan dinamiskā formā, kur ir iespējams fiziskos resursus pielāgot pēc darbības uzsākšanas. Dinamiskās formas izvēles gadījumā ir iespējams izmantot visu iespējamo veiktspējas diapazonu. Taču pēc dinamiskās formas virtuālās mašīnas vēlamo resursu izmaiņām ir nepieciešams veikt tās restartēšanu, lai veiktās izmaiņas stātos spēkā.

Virtuālās mašīnas DenseIO formas savā starpā piedāvā mazāku pieejamo OCPU skaitu un operatīvās atmiņas apjomu, taču šīs formas piedāvā iespēju izmantot lokālu NVMe krātuvi robežās no 6.4TB līdz 25.6TB. Šādu formu izvēle ir vēlama gadījumā, ja datubāzes serveris strādā ar īpaši lielu lietotāju un datu apjomu, taču virtuālo mašīnu izvēle mērķa panākšanai kopumā apgrūtinātu šādu sistēmu katastrofas atkopšanās un rezervju kopiju uzturēšanas darbus.

Līdzīgi kā virtuālās mašīnas, arī klienta rezervēti serveru resursi ir pieejami dažādās formās gan standarta, gan DenseIO formātā. Pieejamās standarta formas ir līdzīgas ar virtuālo mašīnu formām, taču kopumā piedāvā lielāku pieejamo resursu apjomu:

- procesora skaita daudzumu robežās no 52 līdz 128 OCPU,
- operatīvās atmiņas apjomu robežās no 768GB līdz 2TB,
- tīkla joslas platumu robežās no 2x 25Gbps līdz 2x50Gbps,
- maksimālo VNIC skaitu no 52 līdz 128,

Šādu resursu izvēles gadījumā, izmantojot DenseIO formu, ir pieejama tikai viena forma, kura veiktspējā ir identiska ar mazāko standarta formu, taču papildus ietver lokālu NVMe atmiņu līdz 51.2TB apjomam.

Klientam rezervētu resursu izvēle ir noderīga gadījumos, kad likumu vai personas datu apstrādes un glabāšanas noteikumu dēļ, ir nepieciešama fiziska resursu izolācija. Šo modeli ir finansiāli izdevīgāk izmantot gadījumos, kad izvēlētās formas noslodze ir īpaši augsta nepārtraukti, taču šādu formu izveide Oracle Cloud aizņem ilgāku laiku un to pieejamība ir limitēta.

Izmantojot Oracle Cloud infrastruktūra kā serviss risinājumus ārpus izvēlētajām formām, ir nepieciešams tām pievienot vēlamo krātuves risinājumu, kurš virtuālo mašīnu un rezervētu serveru gadījumā ir limitēts uz blokveida krātuvi. Šīs krātuves maksimālais apjoms ir limitēts, taču nav tiešā veidā saistīts ar izvēlēto virtuālās mašīnas vai servera formu. Visiem iespējamajiem variantiem blokveida krātuve ir pieejama izmēros līdz 128TB, kur šādu apjomu ir iespējams iegūt izmantojot 32 blokveida vienības. Individuālo vienību maksimālais izmērs ir tikai līdz 4TB. Visām pieejamajām formām blokveida atmiņa tiek sadalīta divās nošķirtās daļās, kur viena atbild par operētājsistēmas darbību, bet otra par visu pārējo krātuvi. Tādējādi ir iespējams manuāli sagatavot vienu operētājsistēmas krātuvi un to atkārtoti izmantot, jebkādam virtuālo mašīnu vai rezervētu serveru skaitam, šo krātuvi dublējot pēc nepieciešamības [27].

TIA apdrošināšanas sistēmas darbības nodrošināšanai ir iespējams arī izmantot datubāze kā serviss risinājumus, izmantojot Oracle piedāvātās konteineru datubāzes virtuālās mašīnas un klientam rezervētos serverus vai pieejamos Oracle Exadata datubāzes platformus risinājumus. Diemžēl piedāvātais Oracle Autonomous Database risinājums šīs sistēmas darbības nodrošināšanai šobrīd nav pielietojams tā specifikas dēļ. Oracle Autonomous Database platformas ietvarā klientam nav piekļuve SYS un SYSDBA datubāzes shēmām un privilēģijām, tādējādi TIA sistēmas lietotāja saskarnes darbības nodrošināšanai nepieciešamās izmaiņas nav iespējams veikt.

Izmantojot Oracle piedāvātos konteineru datubāzes risinājumus, tiek piedāvātas šādas Oracle Database licencēšanas versijas:

- Oracle Database Standard Edition
- Oracle Database Enterprise Edition
    - Standarta versijā
    - Augstas veiktspējas versijā
    - Īpaši augstas veiktspējas versijā

Visas iepriekš minētās datubāzes versijas, izņemot īpaši augstas veiktspējas versiju, ir pieejamas, izmantojot Oracle Database RAC ar vienu mezglu, taču īpaši augstas veiktspējas variantā – sākot ar diviem Oracle Database RAC mezgliem. [18]

Atbalstītās datubāzes versijas, izmantojot Oracle automātisko krātuves pārvaldību ir:

- Oracle Database 12c Release 1 (12.1)
- Oracle Database 12c Release 2 (12.2)

- Oracle Database 18c (18.0)
- Oracle Database 19c
- Oracle Database 21c

Ārpus iepriekš minētajām versijām Oracle piedāvā arī ātrās sagatavošanas datubāzes, izmantojot viena mezgla virtuālās mašīnas datubāžu sistēmām, taču šis variants ir pieejams tikai, sākot ar Oracle Database 18c un jaunākam datubāzes versijām.

Iepriekš minēto datubāžu versiju tuvākais atbalsta beigu datums ir Oracle Database 12c Release 1, kuras pagarinātais maksas atbalsts beidzas 2022. gadā, tādēļ uztraukumi, izmantojot vecāku datubāzes vesiju saistībā ar atbalsta zaudēšanu, tuvākajā laikā nedraud.

Konteineru datubāzes risinājumu izmantošanas gadījumā pieejamo resursu apmēri ir atšķirīgi no tiem, kādi bija redzami, izmantojot pieejamos virtuālo mašīnu vai klienta rezervēto serveru rersursus.

- Standarta virtuālo mašīnu sistēmas gadījumā pieejamais procesora kodolu skaits ir tikai robežās no 1 līdz 24 un operatīvās atmiņas apjoms robežās no 15 līdz 320GB katrai virtuālajai mašīnai. [18] Kā arī, izvēloties šādu pakalpojuma modeli, nav pieejama dinamiskā serveru jaudas opcija, tādējādi ir jāpievērš īpaša uzmanība plānotajai datubāzes serveru noslodzei arī nākotnē.
- Izmantojot klientam rezervētus serverus, ir pieejamas tikai divas to formas, kurām pieejamais procesora kodolu skaits ir 36 vai 52 kodoliem un pieejamā operatīvā atmiņa ir 512GB vai 768GB. Atšķirībā no iepriekš apskatītajām formām šajā pakalpojuma modelī rezervētajiem serveriem ir pieejams no 28.8TB līdz 51.2TB NVMe lokālās krātuves apjoms. [18]

Abu iepriekš apskatīto konteineru datubāzes risinājumu izmantošanas gadījumā pieejamais blokveida krātuves apjoms ir tikai aptuveni 50TB, kurš tiek dalīts starp vairākiem datubāzes mezgliem, ja ir izvēlēts modelis, kurš izmanto Oracle RAC funkcionalitāti.

Izmantojot kādu no šiem diviem konteineru datubāzes pakalpojumiem, ir iespējams izvēlēties automatizētu rezerves kopiju savākšanu un glabāšanu, kā arī nodrošina katastrofas atkopšanās risinājumu darbību. Izmantojot šo pakalpojumu rezerves kopijas, tās tiek glabātas Oracle Cloud objektu krātuvē, kurā ir iespējams iepriekš definēt vēlamo glabāšanas periodu vai laika posmu, pēc kura rezerves kopijas ir jāpārvieto uz arhīva krātuvi. Datubāzes platformas

uzturēšanas un drošības atjaunināšanas darbi tiek veikti periodiski un iepriekš brīdinot. Šo pasākumu veikšanas brīdī konteineru datubāze tiek restartēta un pieslēgta pie citas fiziskās infrastruktūras, tādējādi vienīgais klientam redzamais darbības pārtraukums ir tās restartēšanas brīdī.

Gadījumos, kad klientam TIA apdrošināšanas sistēma nav vienīgā sistēma, kurai nepieciešama Oracle datubāze, ir vērts izvērtēt Oracle Exadata pakalpojumu. Šī pakalpojuma ietvarā ir iespējams izvēlēties specifiskas liela apmēra Oracle Datubāzes serveru konfigurācijas. Šī pakalpojuma ietvarā pieejamais resursu apjoms ir ar augstu pieejamību, mērogojamību un kopējo resursu apjomu. [34] Līdzīgi kā virtuālās mašīnas un rezervētie serveri, arī šis risinājums tiek iedalīts pēc to formas un versijas. Vecākos Exadata versijas variantos ir pieejamas arī fiksēta izmēra un atmiņas formas, kuras ir iespējams mērogot tikai noteiktu inkramentu robežās.

Izmantojot Oracle Exadata pakalpojumu, pieejamie infrastruktūras resursi iedalās dinamiskajos un fiksētajos. Dinamisko resursu izmantošanas gadījumā procesora kodolu skaits tiek reizināts ar pievienoto virtuālo mašīnu skaitu klasterī, bet fiksēto resursu gadījumā procesoru kodolu skaits ir tieši saistīts ar datubāzes apreķiniem paredzēto mezglu skaitu. Fiksēto resursu gadījumā datubāzes aprēķiniem paredzēto mezglu skaits ir fiksēts no diviem līdz astoņiem mezgliem.

Izmantojot dinamiskos resursus, sākotnēji pieejamais resursu apjoms ir:

- Datubāzes aprēķinu mezglu skaits: 2 (ir iespējams palielināt vēlāk)
- Minimālais procesoru kodolu skaits: 0
- Maksimālais procesora kodolu skaits: 100 (ir iespējams palielināt, pievienojot papildus aprēķinu mezglus)
- Kopējais RAM apjoms: 2780GB (sākotnējā vērtība)
- Exadata krātuves serveru skaits: 3 (ir iespējams palielināt vēlāk)
- Pagaidu krātuves apjoms: 76.8TB (pirmajiem 3 serveriem kopā)
- Kopējais krātuves apjoms: 149TB (pirmajiem 3 serveriem kopā)

Gan redzamos datubāzes servera resursus, gan krātuves serverus ir iespējams pievienot pēc Exadata izveides. Papildus datubāzes servera gadījumā maksimālais procesora kodolu skaits pieaug par 50 un RAM apjoms par 1390GB, bet krātuves gadījumā tās kopējais pagaidu apjoms pieaug par 25.6TB un kopējais apjoms pieaug par 49.9TB.

Izmantojot fiksētas Exadata formas, pieejamais resursu apjoms ir mazāks nekā dinamiskajā formā, taču joprojām īpaši liels. Fiksētās Exadata formas izmanto vecākas paaudzes infrastruktūras resursus, tādēļ šī iemesla dēļ tās ir pieejamas limitētā skaitā un sniedz mazākas mērogojamības iespējas.

Kā iespējams novērot pēc pieejamā resursu apjoma, Oracle Exadata risinājums spēj nodrošināt pat īpaši resursietilpīgu datubāžu darbības nodrošināšanu un līdzīgi kā citi konteineru datubāžu pakalpojumi piedāvā automātisku rezerves kopiju izveidi un atkopšanu. Šīs platformas izvēles gadījumā ir iespējams dinamiski kontrolēt aktīvo procesora kodolu skaitu, tādējādi ļaujot pielāgot izmantotos resursus sistēmas noslodzei, pieļaujot pat 0 procesora kodolu skaitu. Brīdī, kad procesora kodolu skaits ir 0, klientam rēķins tiek piestādīts tikai saistībā ar kopējiem izmantotajiem infrastruktūras un krātuves resursiem.

Izmantojot konteineru datubāžu risinājumus, klientam ir iespējams par tiem norēķināties, izmantojot universālo valūtu atbilstoši resursu patēriņam un licencēšanas izmaksām vai izmantot jau tam piederošu datubāzes licenci un maksāt tikai par izmantotajiem resursiem. Taču, izmantojot Oracle Exadata pakalpojumu, ir iespējams norēķināties, tikai izmantojot universālo valūtu.

TIA apdrošināšanas sistēmas datubāzes servera darbības nodrošināšanai Oracle Cloud piedāvā vairākus pieejamos variantus – gan infrastruktūras kā serviss, gan platformas kā serviss modeļos –, tādējādi sniedzot iespēju izvēlēties klienta prasībām un finansēm atbilstošāko darbības modeli.

2.3.2. Oracle Weblogic Server darbība Oracle Cloud platformā

TIA sistēmas darbības nodrošināšanai ir nepieciešams Oracle Weblogic Server, kuru izmanto integrāciju darbības nodrošināšanai un Oracle Forms vai Oracle ADF lietotāju saskarnes darbībai. Oracle Cloud platformā šim mērķim ir iespējams izmantot gan Oracle Database apskatā minētās virtuālo mašīnu un klientam rezervēto serveru formas, gan Oracle Weblogic Server piedāvātās risinājumu veidnes. Platformas piedāvāto pakalpojumu sarakstā ir pieejami Oracle Weblogic Server infrastruktūras veidnes un konteineru arhitektūras veidnes. No šiem risinājumiem TIA sistēmas darbības nodrošināšanai ir derīgas tikai infrastruktūras veidnes, ja tiek izmantota tikai Oracle ADF saskarne, jo TIA izstrādātais risinājums neatbalsta konteineru arhitektūru.

Oracle Cloud platformā piedāvāto Oracle Weblogic Server infrastruktūras veidņu atbalstītās licences:

- Oracle Weblogic Server Standard Edition
- Oracle Weblogic Server Enterprise Edition
- Oracle Weblogic Suite

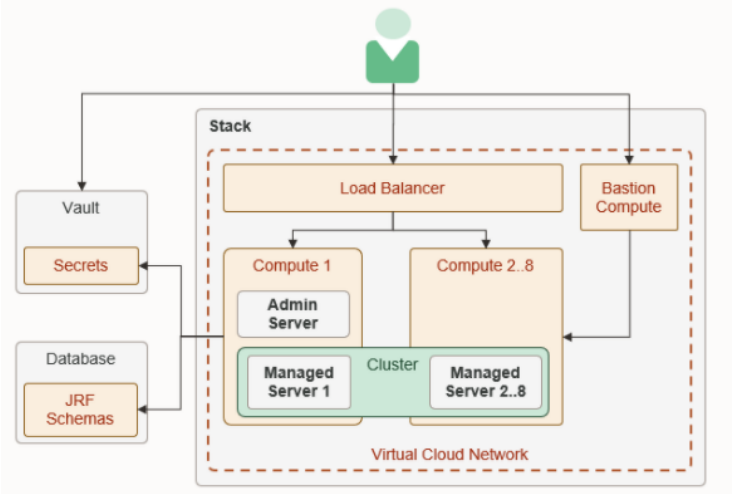
No pieejamajiem licencēšanas veidiem TIA sistēmas darbības nodrošināšanai ir derīga gan Enterprise Edition, gan Weblogic Suite licence.

Oracle Cloud platformā piedāvāto Oracle Weblogic Server infrastruktūras veidņu atbalstītās versijas:

- Oracle Weblogic Server 11g (10.3.6.0)
- Oracle Weblogic Server 12c (12.2.1.3)
- Oracle Weblogic Server 12c (12.2.1.4)

No pieejamo versiju klāsta ir redzams tas, ka TIA darbības nodrošināšanai šīs Oracle Weblogic Server versijas ir derīgas, taču Oracle ADF 11g lietotāju saskarnes gadījumā ir pieejams tikai Oracle Weblogic Server 11g. Jaunāku TIA versiju izmantošanas gadījumā ir iespējams izmantot arī Oracle Weblogic Server 12c, jo lietotāju saskarne ir izstrādāta, izmantojot Oracle ADF 12c, kurš netiek atbalstīts uz 11g servera versijas. Oracle Forms saskarnes gadījumā vienīgais variants, lai nodrošinātu to darbību, ir izmantot individuāli veidotas virtuālās mašīnas vai klientam rezervētus serverus, jo šīs infrastruktūras veidnes tās neatbalsta.

Tipiskā Oracle Weblogic Server izmantošanas gadījumā Oracle Cloud platformā, tā darbības modelis (sk. att. 1.3.2.1.) būtu pietuvināts tā darbības modelim klienta infrastruktūrā.



2.3.2.1. att. **Klasiska Oracle Weblogic Server infrasturkūras arhitektūra Oracle Cloud platformā** [29]

Šāda pakalpojuma izmantošanas gadījumā pēc sākotnējās konfigurācijas veikšanas ir iespējams paplašināt izmantoto domēnu skaitu klasterī, tādējādi sniedzot ērtu veidu sistēmas mērogošanai un augstas pieejamības nodrošināšanai. Maksimālais iespējamais vienību skaits klasterī ir 8, taču maksimālais izmantojamais domēnu skaits ir 30. Ņemot vērā faktu, ka TIA sistēmas darbība klasiskā variantā tiek nodrošināta ar vienu domēnu, tad šī limitācija to neietekmē, taču maksimālais vienību skaits klasterī tās darbības veiktspēju var ietekmēt īpaši liela lietotāju skaita gadījumā.

Izmantojot Oracle Weblogic Server infrastruktūras veidņu piedāvājumu TIA funkcionalitātes nodrošināšanai, ir kārtīgi jāizanalizē klienta individuālā implementācija un nepieciešamības. Lai arī pamata TIA sistēmas darbības nodrošināšanai šāds modelis ir derīgs, tas var sagādāt problēmas gadījumos, kad izvēlētā integrāciju sistēma vai lietotāju saskarnes izmaiņas specifika netiek atbalstīta šādā darbības modelī sniegtajā infrastruktūrā. Šādā gadījumā ir iespējams veikt nepieciešamās infrastruktūras izmaiņas, taču tādā gadījumā nepieciešamais laika ieguldījums var būt līdzīgs kā standarta virtuālo mašīnu vai klientam rezervētu serveru gadījumā.

2.3.3. Pārraudzīšana Oracle Cloud platformā

Oracle Cloud platformas pakalpojumu klāstā tiek piedāvāts pārraudzīšanas serviss, ar kura palīdzību ir iespējams pārraudzīt visus šajā platformā izvietotos infrastruktūras resursus. Resursu pārraudzības process tiek bāzēts uz definētām mērvienībām un to limitiem, tādējādi brīžos, kad noteikts infrastruktūras resurss sasniedz noteikto limitu, tiek izsūtits paziņojums vai brīdinājums.

Izmantojot šīs platformas sniegto pārraudzības servisu, ir iespējams katram tajā izvietotajam resursam definēt individuālus mērus un brīdinājumu robežas, tādējādi sniedzot iespēju pielāgot šo brīdinājumu saņemšanas biežumu atbilstoši resursa kritiskumam attiecīgā klienta izpratnē. Šos definētos paziņojumus ir iespējams nosūtīt noteiktam saņēmēju lokam, tādējādi ierobežojot liekas informācijas nosūtīšanu lielam cilvēku skaitam, piemēram, datubāzes pakalpojuma resursu trūkuma gadījumā informēt tikai datubāzes administratorus.

Katrai no izmantotajām metrikām ir iespējams definēt, cik bieži tās ir nepieciešams savākt, kā arī no kurienes tiks iegūts attiecīgais datu punkts, šī informācija tiek iegūta, veidojot API vaicājumu Oracle Cloud platformā, tādējādi šādas metrikas var tikt balstītas uz visiem platformā piedāvātajiem pakalpojumiem, sniedzot iespēju šos datus bāzēt, piemēram, uz noteiktu failu failsistēmā, un izveidot vizuālu atskaiti no savākto datu rezultātiem.

Papildus iepriekš minētajai funkcionalitātei, šis pārraudzības pakalpojums sniedz iespēju iegūt metrikas, balstoties uz datubāzes vaicājumiem, tādējādi sniedzot iespēju ērti sekot līdzi TIA datubāzes pakešu darbu izpildes secībai un laikam, atvieglojot problēmu vai anomāliju identificēšanas procesu un veicot laicīgus paziņojumus par šāda veida problēmām sistēmā.

Paziņojumu un brīdinājumu nosūtīšanai ir iespējams izmantot dažādas metodes, piemēram, e-pasta, Microsoft Teams vai Slack ziņu, kā arī izsaukt noteiktu funkciju, kas tādējādi, izmantojot šo pakalpojumu, var sniegt iespēju izveidot automātisku resursu mērogojamības funkcionalitāti arī pakalpojumos, kuri standarta formātā to nespētu sniegt.

Izmantojot Oracle Cloud pārraudzības servisu, TIA funkcionalitātes nodrošināšanai ir iespējams nodrošināt automātisku resursu mērogojamību gadījumos, kad nākas izmantot virtuālo mašīnu pakalpojumus, jo arī virtuālo mašīnu resursus ir iespējams mērogot, izmantojot mainīga izmēra formas. Šāda funkcionalitāte papildus atvieglotu vecāku TIA pamata sistēmas versiju darbības nodrošināšanu un efektivitāti. Papildus iepriekš minētajam, izmantojot šo pārraudzīšanas pakalpojumu, tiešā veidā būtu iespējams sekot līdzi ārējo savienojumu veidam un gala punktiem, tādējādi atvieglojot problēmu identificēnas un risku pārvaldības procesu.

2.3.4. Tīklošana Oracle Cloud platformā

Oracle Cloud mākoņpakalpojumu platformā katram tās klientam ir pieejams pielāgojams un izolēts virtuālais mākoņa tīkls, kuru ir iespējams paplašināt un pārvaldīt pēc katra klienta vēlmēm. Katrs no šiem izolētajiem tīkliem atrodas noteiktā platformas infrastruktūras reģionā un spēj nodrošināt piekļuvi vienam vai vairākiem pieejamības domēniem attiecīgā reģiona ietvarā. Katrā no šiem domēniem ir iespējams izveidot vairākus apakštīklus. Katrai no izvēlēto produktu instancēm ir iespējams noteikt, kādā apakštīklā tās atrodas, kā arī individuāli definēt iespēju komunicēt ar citām instancēm Oracle Cloud platformā un ārpus tās. Kopumā komunikācijas nolūkos var tikt izmantotas vairākas vārtejas[33]:

- Interneta vārteja – neobligāta vārteja, ar kuras palīdzību var definēt tieši pieeju internetam
- Dinamiskā maršrutēšanas vārteja – neobligāta vārteja, ar kuras palīdzību ir iespējams nodrošināt privātu savienojumu starp Oracle Cloud platformu un klientam piederošu infrastruktūru (Izmantojot IPSec VPN vai FastConnect pakalpojumus). Izmantojot šo vārteju, arī ir iespējams droši savā starpā savienot vairākus Oracle Cloud reģionus.

- Tīkla adrešu translēšanas vārteja – neobligāta vārteja, ar kuras palīdzību var nodrošināt instancēm bez publiskas IP adreses piekļuvi internetam, neļaujot pie tām nokļūt ienākošajiem savienojumiem.
- Servisa vārteja – nodrošina savienojumu ar Oracle piedāvātajiem servisiem, piemēram, objektu krātuvi vai Oracle Autonomous Database. Izmantojot šo vārteju, instances, kuras atrodas privātā tīklā, var izmantot šos pakalpojumus bez publiskas IP adreses vai piekļuves internetam.
- Iekšējās apmaiņas vārteja – neobligāta vārteja, kura nodrošina iespēju veikt datu apmaiņu starp vairākiem virtuālajiem tīkliem viena reģiona ietvaros. Šīs datu apmaiņas izmantošanas gadījumā informācija tiek pārsūtīta Oracle Cloud datu centru ietvaros, tādējādi izvairoties no interneta vai klienta infrastruktūras tīkla šķērsošanas.
- Ārējās apmaiņas vārteja – neobligāta vārteja, kuru ir iespējams pievienot dinamiskajai maršrutēšanas vārtejai ar mērķi nodrošināt komunikāciju starp vairākiem Oracle Cloud reģioniem.

Izmantojot Oracle Cloud mākoņpakalpojumu platformu, virtuālajos tīklos ir iespējams definēt virtuālā ugunsmūra noteikumus, tādējādi nodrošinot iespēju definēt individuālus ienākošās un izejošās datplūsmas noteikumus, definējot atļautos protokolus un portus noteiktai Oracle Cloud izvietotai instancei. Lai klientiem nodrošinātu ērtāku šo noteikumu pārvaldību, ir iespējams definēt tīkla drošības grupas un sarakstus, kuri sastāv no šiem noteikumiem [35]. Drošības grupas ir iespējams piešķirt individuāli noteiktiem resursiem vai to grupām, bet drošības saraksti tiek pievienoti visam apakštīklam un tā resursiem kopā.

Ņemot vērā TIA sistēmas sarežģītību un darbību ar sensitīviem datiem, pēc autora domām ir svarīgi apskatīt Oracle Cloud platformas sniegtās iespējas droša tīkla savienojuma nodrošināšanai ar klientam piederošu infrastruktūru un tīklu. Oracle Cloud platformas ietvarā šo funkcionalitāti ir iespējams nodrošināt, izmantojot IPSec VPN vai FastConnect pieslēgumus.

- IPSec VPN - Izmantojot šo savienojumu, ir iespējams nodrošināt drošu savienojumu starp klientam piederošu tīklu un virtuālo tīklu Oracle Cloud platformā. Šī tīkla savienojuma drošības nodrošināšanai Oracle izmanto industrijas standarta IPSec protokolu kopu, kura šifrē izsūtīto datplūsmu pirms nosūtīšanas un to atšifrē galamērķī, tādējādi nodrošinot to, ka ceļošanas brīdī datplūsma ir tās šifrētā formā [31].

- FastConnect - Šo principu izmanto arī FastConnect pieslēguma veids, taču, izmantojot šo pakalpojumu, klientam ir iespējams nodrošināt lielāku savienojuma ātrumu un stabilāku savienojuma darbību. [32]

Galvenā atšķirība starp šiem abiem savienojumu veidiem ir redzama to izmaksās, kur izmantojot IPSec VPN savienojumu tiek piestādīts rēķins par izejošo datplūsmu, taču, izmantojot FastConnect, tiek definēta fiksēta cena par šī savienojuma izveidi un uzturēšanu. Tādējādi gadījumos, kad ir nepieciešams drošs savienojums lielas datu plūsmas pārsūtīšanai, nereti izdevīgākais variants ir izmantot FastConnect.

2.3.5. Izstrādātāju rīki Oracle Cloud platformā

Izmantojot Oracle Cloud pakalpojumus, ir svarīgi apskatīt arī platformas sniegtos rīkus, ar kuru palīdzību ir iespējams nodrošināt infrastruktūras kā koda un konfigurācijas kā koda izstrādes prakses, kā arī kopējo atbalstu izstrādātājiem.

Oracle Cloud mākoņpakalpojumu platformā ir pieejams atbalsts vairākiem izstrādātājiem paredzētiem rīkiem [30]:

- Terraform – infrastruktūras kā koda pārvaldības rīks, ar kura palīdzību ir iespējams pārvaldīt Oracle Cloud infrastruktūras resursus.
- Ansible – automatizācijas rīks, ar kura palīdzību ir iespējams pārvaldīt konfigurāciju, lietotņu piegādi un starp servisu orķestrāciju.
- Jenkins – automatizācijas serveris, ar kura palīdzību izstrādātāji var būvēt, testēt un uzstādīt izstrādāto programmatūru.
- Chef – konfigurācijas pārvaldības rīks, ar kura palīdzību ir iespējams automatizēt infrastruktūras uzstādīšanu.
- Grafana – atvērtā pirmkoda rīks, ar kura palīdzību ir iespējams iegūt analītisku un apsekošanas informāciju par datubāzi.
- Kubernetes – atvērtā pirmkoda platforma, kura paredzēta konteineru orķestrēšanai.

Izmantojot iepriekš minētos rīkus, izstrādātājiem, kuri izmanto Oracle Cloud mākoņpakalpojumu platformu, ir iespējams atvieglot un paātrināt infrastruktūras migrācijas vai izstrādes darbu. Izmantojot šos rīkus, ir ērti kontrolēt risinājumam specifiskas infrastruktūras izveidi un pārvaldību, kā arī atvieglot programmatūras piegādi.

3. MICROSOFT AZURE PĀRSKATS

Šajā nodaļā autors veic Microsoft Azure pārskatu, gan no platformas kopējās pieejamībās, gan no piedāvāto produktu klāsta, gan no tehniskā aspekta – īpašībām, arhitektūras un priekšrocibām TIA apdrošināšanas sistēmas darbības nodrošināšanai.

3.1. Microsoft Azure pieejamība un pielietojamība

Salīdzinot mākoņpakalpojumu sniedzējus, svarīgs faktors to izvēlē ir to ģeogrāfiskā atrašanās vieta un platformas popularitāte. Salīdzinot ar citām mākoņpakalpojumu sniedzēju platformām, Microsoft Azure ir viena no populārākajām un pieejamākajām platformām, tādēļ ir pieejams liels informācijas daudzums par iespējamajiem risinājumiem, problēmām un kopumā platformas pieejamo pakalpojumu klāstu.

Izmantojot citu organizāciju pieredzi, ir iespējams redzēt platformā izstrādāto vai piedāvāto risinājumu praktisko pielietojumu un ieguvumus. Ņemot vērā šīs platformas īpaši lielo popularitāti, tās ietvarā ir pieejams liels skaits ar izstrādātājiem. Autors veica pētījumu, savācot un apkopojot informāciju ar mērķi iegūt detalizētāku informāciju par Microsoft Azure platformas pielietojumu un popularitāti.

Autors apkopoja Microsoft oficiālus avotus [36], saskaņā ar kuriem var apgalvot, ka arī Microsoft Azure ir pieejams klientiem visā pasaulē:

- Ziemeļamerikā (Amerikas Savienotajās Valstīs, Kanādā)
- Dienvidamerikā (Čīlē, Brazīlijā)
- Eiropā (Vācijā, Nīderlandē, Apvienotajā Karalistē, Norvēģijā, Šveicē, Īrijā, Francijā)
- Vidējos austrumos (Apvienotajos Arābu Emirātos)
- Āfrikā (Dienvidāfrikā)
- Āzijā (Japānā, Dienvidkorejā, Indijā, Ķīnā)
- Austrālijā

Microsoft piedāvātais mākoņpakalpojumu klāsts jau tiek veiksmīgi pielietots dažādās nozarēs, darbinot tos Azure mākoņpakalpojumu platformā:

- Veselības aprūpē *(Rx.Health* [37]),
- Finanšu sektorā (*Bank of New Zealand* [38]),

- Augstākajā izglītībā (*University of South Florida* [39]),
- Apdrošināšanā (*Zurich Insurance Group* [40]),
- Autobūvē (*Volvo Group* [41]),
- Publiskajā sektorā (*Ministry of Education of the Republic of Azerbaijan* [42]),
- Publiskajos medijos un izklaides (*ImagineBC* [43]),
- Telekomunikācijās (*Vodafone* [44]),
- Pārtikas un dzērienu ražošanā (*Nestle* [45]),
- Mazumtirdzniecībā (*L'Oréal* [46]),
- Enerģētikā (*Siemens Gamesa* [47]),
- Profesionālajos pakalpojumos (*Inspiro* [48])

Līdzīgi kā iepriekš apskatītai Oracle Cloud platformai, arī Microsoft Azure mākoņpakalpojumu platformai ir liels skaits ar veiksmes stāstiem visdažādākajās industrijās. Taču arī apskatot Microsoft Azure platformu veiksmes stāstus, arī šeit ir jāņem vērā tas, ka aprakstīti ir tikai veiksmes stāsti, tomēr diemžēl praksē visi projekti un idejas vienmēr nav veiksmīgas. Microsoft Azure platformas klientu risinājumu veiksmes stāstos bija liels skaits ar dažādiem mākslīgā intelekta un analītikas risinājumu veiksmes stāstiem.

3.2. Microsoft Azure tehniskais pārskats un pakalpojumi

Microsoft Azure ir kompānijas Microsoft izstrādāta mākoņpakalpojumu platforma, kuras ietvarā ir iespējams izmantot tās izstrādātos risinājumus un infrastruktūru, lai panāktu klienta biznesam vēlamo rezultātu.

Līdzīgi kā citas šāda veida platformas, arī Microsoft piedāvā plašu pieejamo pakalpojumu klāstu dažādu mērķu sasniegšanai. Šie risinājumi tiek grupēti pēc to pielietojuma:

- Lietotņu izstrāde: piedāvā plaša spektra programmatūras izstrādei paredzētus rīkus un risinājumus, fokusējoties uz noteikta mērķa sasniegšanu, piemēram, DevOps prakses ieviešanai vai mikroservisu arhitektūras projekta izstrādei.
- Mākslīgais intelekts: šīs grupas risinājumi ir paredzēti mākslīgā intelekta un datizraces risinājumu ieviešanai.
- Migrācija mākonī: šīs grupas risinājumi ir paredzēti esoša risinājuma migrācijas atvieglošanai Microsoft Azure platformā. Tie piedāvā iespējamos migrācijas scenārijus un pakalpojumus atkarībā no esošā risinājuma atrašanās vietas vai darbības specifikas.

- Dati un analītika: piedāvā produktu kopumu, ar kuru palīdzību ir iespējams risināt blokķēdes, lietu interneta vai BI problēmu risināšanu.
- Hibrīd mākoņi un infrastruktūra: nodrošina produktus, ar kuru palīdzību ir iespējams nodrošināt Microsoft Azure platformā esošu risinājumu augstu veiktspēju, katastrofas atkopšanos vai, piemēram, risinājumu izstrādi un izmantošanu, izmantojot vairākus mākoņpakalpojumu sniedzējus.
- Drošība un pārvaldība: šī grupa piedāvā dažādus Azure platformas produktu pārvaldības un tīkla drošības risinājumus, tajā skaitā ietverot arī rezerves kopiju un katastrofas atkopšanās scenāriju risinājumus.
- Indrustrijām specifiski risinājumi: nodrošina produktu kopumu, ar kuru palīdzību ir iespējams risināt specifisku industriju problēmas un atvieglot programmatūras izstrādes procesu tajās.

Kopumā ir saskatāma tendence, ka Microsoft Azure platformā tās izstrādātāji cenšas klientam un izstrādātājiem piedāvāt ļoti plašu pieejamo produktu loku reizē, tos grupējot. Izmantojot šādu pieeju produktu grupēšanā, ir iespējams atvieglot klientiem vēlamo produktu un rīku izvēli, tādējādi ātrāk sākot darbu pie reāla biznesa produkta izstrādes.

3.2.1. Oracle produktu darbība Microsoft Azure platformā

Microsoft Azure platformā ir iespējams darbināt TIA sistēmai nepieciešamos Oracle produktus, taču šīs darbības nodrošināšanai galvenokārt tiek izmantoti Azure piedāvātie virtuālo mašīnu resursi. Izmantojot šos resursus, Microsoft Azure platformā ir iespējams nodrošināt visu nepieciešamo Oracle produktu darbību, izmantojot klientam piederošas licences. Diemžēl platformas ietvarā neeksistē piedāvājums šīs licences iegādāties automātiski. Jāņem vērā arī fakts, ka Microsoft un Oracle savā starpā sadarbojas mākoņpakalpojumu sniegšanā, piedāvājot apvienot abu platformu risinājumus, izmantojot to savienojamību.

Gan Oracle Database, gan Oracle Weblogic Server darbības nodrošināšanai Microsoft Azure platformā ir pieejami to šabloni, taču pieejamo produktu versiju skaits ir limitēts.

Oracle Database pieejamās veidnes un to produktu versijas:

- Oracle Database 12c Enterprise Edition un Standard Edition
- Oracle Database 18c Enterprise Edition un Standard Edition
- Oracle Database 19c

Oracle Weblogic Server pieejamie veidnes un to produktu versijas:

- Oracle Weblogic Server 12c
- Oracle Weblogic 14c

TIA sistēmas darbības nodrošināšanai, izmantojot Oracle ADF 12c lietotāju saskarni, ir iespējams darbināt, izmantojot Oracle Weblogic Server 12c, šīs versijas izmantošanas gadījumā Microsoft Azure piedāvātās servera veidnes spēj piedāvāt dažādu serveru konfigurāciju. Vairākas no šīm veidnēm ir iespējams ātri nodrošināt produkcijas vides līmeņa augstu pieejamību un mērogojamību.

Datubāzes darbības nodrošināšanai ir iespējams izmantot Oracle Datubāzes versijas, kuras šajā platformā ir pieejamas veidņu formā. Izmantojot citus lietotāju saskarnes risinājumus vai vecākas produktu versijas, to darbību ir iespējams nodrošināt Microsoft Azure platformas ietvarā, taču šādā gadījumā būs nepieciešams veidot klienta risinājumam un TIA produkta versijai pielāgotas virtuālās mašīnas, tās konfigurējot tāpat kā tas tiek darīts klienta infrastruktūrā. Šī iemesla dēļ ir nepieciešams apskatīt Microsoft Azure virtuālo mašīnu resursu piedāvājumus.

3.2.2. Virtuālās mašīnas Microsoft Azure platformā

Microsoft Azure mākoņpakalpojumu platformas virtuālo mašīnu piedāvājums ir plašs un izstrādāts ar mērķi atbalstīt pēc iespējas plašāku darbības specifiku. Virtuālo mašīnu darbības nodrošināšanai ir iespējams izvēlēties gan Windows, gan Linux operētājsistēmas. Šīs virtuālās mašīnas ir sadalītas vairākās sērijās [49] atbilstoši paredzētajam pielietojumam un papildus tām visām ir nepieciešams rēķināties ar krātuves un tīklošanas izmaksām:

- A sērija – virtuālo mašīnu grupa, kura paredzēta īpaši mazam resursu patēriņam. Šīs grupas virtuālās mašīnas ir noderīgas, lai izstrādātu zemas serveru noslodzes risinājumus, risinājumu konceptus vai uzturētu koda versionēšanas rīkus.
- B sērija – virtuālo mašīnu grupa, kura paredzēta vidējas vai mazas procesora noslodzes darbam, taču spēj atbalstīt augstu pielietojumu īsā laika posmā.
- D sērija – piedāvā procesora, operatīvās atmiņas un pagaidu krātuves apjomu, ar kura palīdzību var nodrošināt lielāko daļu no produkcijas darba apjoma. Šīs grupas virtuālajām mašīnām ir pieejams resursu apjoms līdz 96 virtuālajiem procesora kodoliem, 412GB operatīvo atmiņu un vairāk kā 2.5TB pagaidu SSD krātuvi. Šīs sērijas virtuālās mašīnas ir paredzētas analītikas rīku, relāciju datubāžu un lietotņu darbības nodrošināšanai.

- DC sērija – virtuālo mašīnu grupa, kura paredzēta paaugstinātas drošības nodrošināšanai, izmantojot iebūvētus šifrēšanas risinājumus ar mērķi pasargāt klienta datus un kodu. Šī grupa ir paredzēta konfidencionālu risinājumu darbināšanai.
- E sērija – šis grupas virtuālās mašīnas ir paredzētas lietotņu darbībai, kuras patērē lielu operatīvās atmiņas apjomu. Šīs virtuālās mašīnas ir pieejamas ar resursu apjomu līdz 96 virtuālajiem procesora kodoliem, 721GB operatīvo atmiņu un 2.5TB pagaidu SSD krātuvi.
- F sērija – virtuālo mašīnu grupa, kura paredzēta paaugstinātai aprēķinu apjoma veikšanai.
- G sērija – šīs virtuālās mašīnas ir paredzētas īpaši lielam pagaidu krātuves un operatīvās atmiņas pielietojumam. Tās ir noderīgas, lai darbinātu apjomīgas ERP sistēmas, datu noliktavas vai NoSQL datubāzes.
- H sērija – virtuālo mašīnu grupa, kura ir paredzēta augstas veiktspējas aprēķinu veikšanai, izmantojot pieejamo atmiņas ātrumu. Tās spēj nodrošināt dažāda veida analītikas un simulāciju aprēķinus. Šīs grupas virtuālās mašīnas nodrošina 8GB operatīvu atmiņu uz katru virtuālo procesora kodolu.
- Ls sērija – optimizēta īpaši lielam pagaidu krātuves apjomam un tās augstai veikspējai. Šīs grupas virtuālās mašīnas ir noderīgas liela izmēra NoSQL datubāžu, datu noliktavu un transakciju datubāžu darbības nodrošināšanai.
- M sērija – paredzēta ar mērķi nodrošināt īpaši liela operētājsistēmas patēriņa lietotņu darbibas nodrošināšanai. Šīs grupas virtuālās mašīnas spēj nodrošināt līdz 416 virtuālajiem procesora kodoliem un 12TB operatīvo atmiņu, kas spēj nodrošināt biznesa kritisku lietotņu darbību, kuras spēj izmantot ļoti augstu apjomu ar paralēlu izpildi.
- N sērija – virtuālo mašīnu grupa, kura spēj nodrošināt grafiski apjomīgu darbu veikšanu. Tās ir paredzētas, lai darbinātu dažāda veida simulācijas, mašīnmācīšanās algoritmus un grafisku apstrādi, kura spēj izmantot papildus pieeajmos video karšu resursus.

Šīs platformas ietvarā virtuālajām mašīnām ir pieejams cietā diska krātuves apjoms no 34GB līdz 35TB, papildus šim apjomam vairākām virtuālajām mašīnām ir pieejama pagaidu SSD krātuve un ir iespējama standarta SSD krātuve vienādā izmērā ar pieejamo cietā diska krātuvi. Azure platformas ietvarā ir pieejams arī apmaksas modelis, kurā var izmantot augstas veiktspējas SSD krātuvi par to maksājot pēc izmantotā apjoma, IOPS operāciju diapazona un veiktspējas attiecībā pret izmantoto stundu skaita. Šāds krātuves modelis ir noderīgs brīžos, kad noteiktu operāciju veikšanai ir nepieciešama augstas veiktspējas krātuve, taču tās izmantošana ārpus noteiktā laika posma nav nepieciešama.

No pieejamajām virtuālo mašīnu sērijām TIA sistēmas darbības nodrošināšanai ir iespējams izmantot vairākas, taču precīza to izvēle būtu atkarīga no sistēmas izmēra, paredzētā lietotāju skaita un praktiskā mērķa. Risinājuma izstrādei ir iespējams izmantot A un B sērijas virtuālās mašīnas gadījums, kad pie sistēmas izstrādes nestrādā liels izstrādātāju skaits, taču produkcijas vides darbības nodrošināšanai būtu vēlams izvēlēties vismaz D sērijas virtuālās mašīnas.

Sistēmas darbības nodrošināšanai atsevišķi būtu jāizvērtē Oracle datubāzes un Oracle Weblogic Server darbības nodrošināšanai nepieciešamās virtuālās mašīnas, jo datubāzes risinājumu darbībai būtu nepieciešams lielāks operatīvās atmiņas apjoms, bet lietotnes un integrāciju darbības nodrošināšanai īpaši vērtīgs būtu paaugstināts procesora kodolu skaits.

3.2.2. Pārraudzība Microsoft Azure platformā

Microsoft Azure platformas ietvarā pakalpojuma sniedzējs piedāvā izmantot Azure Monitor pārraudzības pakalpojumu, ar kura palīdzību ir iespējams pārraudzīt šajā platformā izvietotos resursus. Apskatot šo rīku no Oracle produkutu skatu punkta, kuri ir nepieciešami TIA apdrošināšanas sistēmas darbības nodrošināšanai, ir iespējams nodrošināt izmantoto virtuālo mašīnu un dažādu tehnisko atskaišu automātisku pārraudzību, sniedzot iespēju sekot līdzi virtuālo mašīnu resursu patēriņam.

Līdzīgi kā Oracle Cloud sniegtais pārraudzības pakalpojums arī Azure Monitor spēj savākt plaša spektra metrikas ļaujot tās individuāli pielāgot attiecīgā klienta situācijai un nepieciešamībām. Bāzējoties uz šī pakalpojuma savākto informāciju ir iespējams redzēt iepriekš definētas vizuālas atskaites, kā arī izveidot specifiskas atskaites no iegūtajiem datiem un nosūtīt gan paziņojumus, gan brīdinājumus iepriekš definētu robežu sasniegšanas gadījumā. Izmantojot Azure Monitor sniegtās iespējas, iepriekš minētās ziņas, ir iespējams nosūtīt definētam saņēmēju lokam, tādējādi sniedzot iespēju izvairīties no liekas informācijas nosūtīšanas lielam cilvēku skaitam.

Izmantojot šādu Microsoft Azure sniegto pakalpojumu būtu iespējams nodrošināt virtuālās mašīnas formas maiņu tās grupas ietvarā tādējādi ļaujot izveidot šāda procesa automatizāciju noteiktu pārraugāmu resursu līmenī. Šādas funkcionalitātes izmantošana var būtiski samazināt izmantoto finanšu resursu apjomu brīžos, kad sistēmas noslodze ir zema un reizē palielināt pieejamos resursus īpaši lielas noslodzes gadījumā. TIA apdrošināšanas sistēmas specifika izmantojot šādu automatizāciju, ļautu būtiski palielināt regulāru pakešu darbu izpildes ātrumu

gadījumos ja noteiktais process spēj veikt darbu efektīvi izmantojot visus pieejamos resursus un reizē ietaupīt izmaksas kuras ir saistītas ar sistēmas uzturēšanu brīžos kad šāda sistēmas noslodze ir minimāla.

3.2.3. Tīklošana Microsoft Azure platformā

Līdzīgi kā citās mākoņpakalpojumu platformās, tā arī Microsoft Azure platformā, virtuālā tīkla darbības principi ir līdzīgi. Šīs platformas ietvarā, tajā izvietotos resursus un pakalpojumus, izvieto virtuālajā tīklā. Šo resursu savstarpējai saziņai tiek izmantota virtuālā tīkla apmaiņa, kura var norisināties starp dažādiem virtuālajiem tīkliem, kuri var atrasties vienā vai atšķirīgos Azure platformas reģionos. Standarta gadījumā visi resursi, kuri ir izvietoti šajā platformā, spēj veikt izejošu komunikāciju ar internetu, taču, lai veiktu ienākošā savienojuma izveidi, attiecīgajam resursam ir nepieciešams piešķirt publisku IP adresi. Līdzīgi kā citas mākoņpakalpojumu platformas, arī Microsoft Azure piedāvā dažādus risinājumus tīkla drošības nodrošināšanai, piemēram, virtuālā tīkla ugunsmūri vai DDoS aizsardzību [50].

Lai nodrošinātu klienta darbinieku piekļuvi Azure platformas resursiem no kompānijas tīkla ir nepieciešams izmantot VPN vārteju vai ExpressRoute pakalpojumus [50]. Līdzīgi kā apskatot Oracle Cloud mākoņpaklpojumu platformu, arī šeit ir nepieciešams sīkāk apskatīt veidus, kā nodrošināt klientu darbinieku drošu piekļuvi Microsoft Azure platformai, ņemot vērā TIA sistēmas paaugstinātās drošības prasības.

Izmantojot Azure platformas piedāvāto VPN vārteju, ir iespējams izveidot šifrētu komunikāciju starp dažādiem virtuālajiem tīkliem, datu centriem vai atrašanās vietām. Izmantojot šo savienojuma veidu, paredzētais ātrums ir līdz 1 Gbps [52]. Izmantojot šī pakalpojuma sniegtās iespējas, ir iespējams nodrošināt drošu pieslēgumu virtuālajam tīklam attālinātiem darbiniekiem un izstrādātāju komandām, vai nodrošināt mazāku uzņēmumu produkcijas vides darbībai nepieciešamo lietotāju pieslēgumus.

Izmantojot šādu tīklošanas risinājumu, klientiem ir nepieciešams maksāt par virtuālā tīkla vārtejas uzturēšanas izmaksām un izejošo datu apmaiņu uz kompānijas tīklu vai starp Azure platformas reģioniem. Datu apmaiņa starp virtuālajiem tīkliem, kuri atrodas vienā reģionā ir bezmaksas.

Izmantojot Azure platformas piedāvāto ExpressRoute savienojuma veidu, ir iespējams izveidot augstas veiktspējas drošu komunikāciju starp klienta infrastruktūras tīklu un Azure

platformas resursiem. Līdzīgi kā izmantojot VPN vārteju, arī šajā gadījumā tiek izveidota šifrēta komunikācija starp diviem infrastruktūras punktiem, taču, izmantojot ExpressRoute, klientam tiek piešķirts noteikts savienojuma ātrums un netiek piestādīts atsevišķš rēķins par izejošo datu apjomu no Microsoft Azure platformas [51]. Šī savienojuma veida pieejamais ātrums ir līdz 10Gbps, kas spēj nodrošināt pat lielu datu apjomu pārsūtīšanu izmantojot tīklu. Izvēloties ExpressRoute savienojuma veidu, klienti var rēķināties ar paredzamām izmaksām, savienojuma ātrumu un stabilitāti.

3.2.4. Izstrādātāju rīki Microsoft Azure platformā

Izmantojot Microsoft Azure platformu, ir svarīgi ņemt vērā arī izstrādātāju rīku pieejamību, lai atvieglotu programmatūras risinājuma piegādes un izstrādes procesu brīdī, kad risinājums atrodas šajā platformā. Tā pat ir nepieciešams ņemt vērā arī infrastruktūras kā koda rīku pieejamību, ar kuru palīdzību ir iespējams kontrolēt izstrādes un produkcijas vides konfigurāciju koda formātā, novēršot un kontrolējot iespējamās atšķirības. Šīs platformas ietvarā ir pieejams plašs spektrs ar izstrādātāju rīkiem dažādu risinājumu nepieciešamībai.

No Oracle Cloud platformas apskatītajiem rīkiem arī šeit ir pieejams Teraform, Ansible, Jenkins un Chef, ar kuru palīdzību ir iespējams nodrošināt lielāko daļu no nepieciešamās infrastruktūras izveides TIA migrācijas vai implementācijas projektu laikā. Papildus šiem rīkiem Azure platforma piedāvā arī plašu rīku klāstu, kuri ir paredzēti specifiski Java risinājumu izstrādē, tādējādi atvieglojot darbu TIA izstrādātājiem, kuri strādā ar Oracle ADF lietotāju saskarnes pielāgošanu. Papildus šim atbalstam ir pieejams arī rīks Maven, ar kura palīdzību ir iespējams izveidot Oracle ADF saskarni un tās pielāgojumus būvēt tālākai produkta piegādei. Izmantojot šos rīkus kombinācijā ar nepārtrauktās piegādes rīku Jenkins, ir iespējams nodrošināt automatizētu programmatūras piegādi visā izstrādes ciklā.

4. MĀKOŅPAKALPOJUMU SNIEDZĒJU SALĪDZINĀJUMS

Salīdzinot abas iepriekš apskatītās mākoņpakalpojumu platformas, ir iespējams secināt to, ka abu platformu ietvarā ir iespējams nodrošināt TIA sistēmas darbību, tādējādi migrācijas vai implementācijas veikšanais laikā ir nepieciešams izvērtēt katra klienta individuālos mērķus un esošo infrastruktūru.

Apskatot abas platformas pēc to veiksmes stāstiem, ir saskatāms tas, ka katras platformas ietvarā risinājumi prioritāri balstās uz attiecīgā ražotāja produktu bāzes. Apskatot abu pakalpojumu sniedzēju popularitāti pēc to kontrolētās mākoņpakalpojumu tirgus daļas, ir redzams, ka 2020. gada vidū Microsoft Azure kontrolē aptuveni 18% no tirgus, bet Oracle Cloud kontolē tikai aptuveni 2% no tirgus [53]. Pēc šīs informācijas var spriest, ka Oracle Cloud platforma ir specifiskas nišas spēlētājs šajā tirgū, bet Microsoft Azure platforma ir viena no populārākajām platformām šajā tirgus segmentā.

Oracle Cloud platformas ietvarā, salīdzinot ar Microsoft Azure platformu, ir pieejams lielāks klāsts ar Oracle produktu risinājumiem, sniedzot iespēju klientiem daļēji atbrīvoties no infrastruktūras vai platformas uzturēšanas pienākumiem. TIA risinājumam nepieciešamās Oracle datubāzes gadījumā ir iespējams izvēlēties starp lielāku klāstu ar pieejamajām versijām platformas kā serviss modeļa izmantošanas gadījumā. Pieejamo risinājumu kopums spēj nodrošināt ļoti plašu veiktspējas spektru, tādējādi ļaujot izvēlēties risinājumu, kurš vislabāk atbilst klienta veiktspējas prasībām un uzturēšanas izmaksām. Šīs platformas ietvarā vairākos risinājumos automātiski ir paredzēti katastrofas atkopšanās, rezerves kopiju pārvaldības risinājumi un augstas pieejamības risinājumi.

TIA sistēmas Oracle ADF lietotāju saskarnes darbības nodrošināšanai ir pieejamas vairākas virtuālo mašīnu arhitektūras veidnes, ar kuru palīdzību ir iespējams nodrošināt sistēmas pamata darbību, taču īpaši klientam pielāgotas vai sarežģītas TIA sistēmas gadījumā ir nepieciešams to analizēt individuāli. Oracle Forms lietotāju saskarnes nodrošināšanai ir nepieciešams veidot pielāgotas virtuālās mašīnas, taču arī šī lietotāju saskarnes veida darbību ir iespējams nodrošināt.

Microsoft Azure platformas ietvarā ir pieejams mazāks skaits ar gataviem tās risinājumiem, taču TIA darbības nodrošināšanai nepieciešamie Oracle produkti ir pieejami un to darbība ir atbalstīta no Oracle puses. Izvēloties šo mākoņpakalpojumu sniedzēju, klientiem ir jārēķinās ar to, ka vēlamo produktu licences ir jāiegādājas atsevišķi vai jāizmanto esošās, taču kopumā visas TIA

sistēmas darbības nodrošināšanai būs jābalstās uz pielāgotām virtuālajām mašīnām. Šī iemesla dēļ klientiem ir jārēķinās ar lielāku atbildības apjomu, piemēram, drošības atjauninājumu uzstādīšanu Oracle produktiem.

Līdzīgi kā izmantojot Oracle Cloud platformas virtuālos resursus, arī šeit klientam nav nepieciešamas uztraukties par fizisko serveru infrastruktūras drošību un uzturēšanu. Izmantojot Microsoft Azure platformu, TIA sistēmas darbības nodrošināšanai ir nepieciešams rēķināties ar gatavu risinājumu trūkumu augstas pieejamības, katastrofas atkopšanās un rezerves kopiju automātiskas pārvaldības nodrošināšanā, taču visas šīs īpašības ir iespējams iegūt, tās ieviešot tāpat kā klientam piederošā infrastruktūrā.

Abas mākoņpakalpojumu platformas piedāvā plašu pielāgojamību tīkla risinājumiem, kā arī spēj nodrošināt augstas veiktspējas un drošu savienojumu ar citu pakalpojumu sniedzēju vai klienta infrastruktūru. Abas platformas pievērš lielu uzmanību mākoņa platformas tīklošanas drošībai un pielāgojamībai. Jāņem vērā arī fakts, ka šo abu mākoņpakalpojumu platformu ražotāji savstarpēji ir noslēguši sadarbības līgumu saistībā ar savas infrastruktūras savienojamību, kā rezultātā vairāki datu centri ir izvietoti ģeogrāfiski ļoti tuvu, tādējādi sniedzot klientiem iespēju izmantot abu platformas reizē, starp tām iegūstot ļoti mazu tīkla aizkavi. Šādas ģeogrāfiskās atrašanās vietas šobrīd nav daudz, taču nākotnē to skaitu ir plānots paplašināt.

Mākoņpakalpojumu izmaksu ziņā ir jāveic padziļināta TIA risinājuma analīze specifiskām klienta vajadzībām, taču kopumā Oracle Cloud platformas ietvarā visiem tās produktiem ir pieejams izmaksu modelis, kurā tiek maksāts par produktu licencēm un infrastruktūru atkarībā no tās veiktspējas, un modelis, kad klients izmanto esošās produktu licences un maksā tikai par infrastruktūru, bet Microsoft Azure platformas ietvarā par Oracle produktu licencēm nav iespējams norēķināties, tādēļ tām ir jābūt iegādātām atsevišķi, taču par izmantoto infrastruktūru arī šajā platformā ir iespējams norēķināties pēc izmatoto resursu apjoma un darbības laika.

Izstrādātāju rīku pieejamībā ir redzams izteikts fokuss uz attiecīgās platformas produktu atbalstu, taču abas platformas piedāvā rīkus, ar kuru palīdzību ir iespējams ieviest nepārtrauktās piegādes un infrastrukūra kā kods pieejas. Kopējais pieejamo rīku klāsts ir plašāks Microsoft Azure platformā, kas var noderēt gadījumos, kad klientam izstrādes process notiek paralēli vairākos produktos, taču viens no tiem ir arī TIA apdrošināšanas sistēma.

5. TIA MIGRĒŠANAS MOTIVĀCIJA UN STRATĒĢIJA

Apdrošināšanas sistēma TIA eksistē jau vairāk nekā 20 gadus, taču kopš tās pirmsākumiem tās darbības nodrošināšana balstījās uz Oracle izstrādātiem risinājumiem. Daudzas lietas pēdējo dekāžu laikā ir mainījušās, ieskaitot to, ko lietotāji sagaida no sistēmas vizuālā izskata, lietojamības un veiktspējas.

Šādā tehnoloģiskā evolūcijas procesā sistēmas izstrādātāji pakāpeniski atteicās no sākotnējās vizuālās saskarnes, kura izmantoja Oracle Forms tehnoloģiju, to migrējot uz tajā laikā daudz modernāko Oracle ADF tehnoloģiju. Līdzīgi kā lietotāju saskane attīstījās arī Oracle datubāze, kura, mainoties TIA sistēmas versijām, tiek mainīta uz arvien jaunāku. Šī sistēma joprojām lielā mērā balstās uz procesiem, kuri ir izstrādāti, primāri izmantojot Oracle PL/SQL, un darbojas datubāzes līmenī. Šāds darbības princips ir saprotams tādēļ, ka, aizstājot šīs svarīgās sistēmas daļas, nāktos pārstrādāt, piemēram, darījumu loģiku citā programmēšanas valodā vai tehnoloģijā, būtiski palielinot izstrādei nepieciešamo laiku, izmaksas un cilvēku resursus.

Lai arī pašas sistēmas atjaunošanas un uzlabošanas process ir īpaši laikietilpīgs un sarežģīts, ir iespējams samazināt šīs sistēmas uzturēšanas izmaksas, kā arī atvieglot versijas maiņas procesu, izmantojot mākoņpakalpojumu sniedzēju sniegto infrastruktūru, tādējādi spējot noteiktā laika posmā nodrošināt dubultu infrastruktūras apjomu, reizē saglabājot esošās TIA sistēmas versijas uzturēšanas iespējas. Izmantojot šādu mākoņpakalpojumu sniedzēju pakalpojumus, ir iespējams nodrošināt drošu un pakāpenisku pāreju no vecākas sistēmas versijas uz jaunāku, atvēlot nepieciešamo laiku sistēmas migrācijai, testēšanai un pielāgošanai, ar mērķi nodrošināt klientam pielāgoto vai izstrādāto moduļu darbību jaunākā pamata sistēmas versijā.

Mūsdienās arvien vairāk organizācijas, izvērtējot savas infrastruktūras uzturēšanas un iegādes izmaksas, cenšas tās samazināt iespēju robežās, lai spētu konkurēt dinamiskajos biznesa apstākļos. Tieši šī iemesla dēļ mākoņpakalpojumu sniedzēju piedāvātie pakalpojumi klientiem ir īpaši pievilcīgi. Nereti šo pakalpojumu sniedzēji spēj piedāvāt dinamiskākus un efektīvākus risinājumus infrastruktūras nodrošināšanai, samazinot gan kopējās sistēmas darbības un uzturēšanas izmaksas, gan atvieglojot produktu versijas maiņas procesu. Papildus arguments infrastruktūras migrācijas procesam uz mākoņpakalpojumu sniedzēju platformām ir saistīts ar programmatūras izmaiņu un papildinājumu piegādes ātruma palielināšanu, kas ir īpaši svarīgs, strādājot mūsdienu dinamiskajos biznesa apstākļos.

Paliekot pie esošās klienta infrastruktūras, klienti neiegūst nekādus ieguvumus, turklāt, ņemot vērā Oracle produktu licencēšanas un uzturēšanas izmaksas, arī kopējās sistēmas darbības nodrošināšanas izmaksas ir lielākas. Lai iegūtu iepriekš minētos ieguvumus, izmantojot mākoņpakalpojumu sniedzēju platformas, un paātrinātu programmatūras piegādes un uzstādīšanas procesu, ir nepieciešams esošo sistēmu migrēt kādā no mākoņpakalpojumu sniedzēju platformām. TIA apdrošināšanas sistēmas infrastruktūras migrācijas un modernizācijas lēmumu pieņemšanas stratēģijas:

- Apsverot infrastruktūras migrācijas iespējas:
    - Izanalizēt esošās TIA sistēmas versijas prasības
    - Izanalizēt specifiskās sistēmas veiktos pielāgojumus un integrācijas
    - Definēt migrācijas rezultātā gaidāmās priekšrocības
    - Apsvērt riskus, darbietilpību un vai tā attaisnos ieguvumus
    - Pieņemt lēmumu par infrastruktūras migrācijas nepieciešamību
- Identificēt un izvēlēties klienta apstākļos izdevīgāko mākoņpakalpojumu sniedzēju
- Definēt migrācijas laika grafiku, pieeju, un kopējo projekta plānu

Iespējamie iemesli, lai neveiktu TIA sistēmas migrāciju uz kādu no mākoņpakalpojumu sniedzēju platformām:

1. Ir veiktas lielas investīcijas esošājā infrastruktūrā un tā atbilst klienta prasībām,
2. Gala lietotāji ir apmierināti ar esošās sistēmas veiktspēju,
3. Esošā TIA sistēma un ar tās darbību saistītie Oracle produkti tiek joprojām uzlaboti un tiem ir pieejams ražotāju atbalsts,
4. Nepieciešamās investīcijas migrācijas īstenošanai neatspēko tās ieguvumus,
5. Esošo infrastruktūru izmanto arī citas klienta sistēmas,
6. Esošā infrastruktūra spēj nodrošināt TIA sistēmas versijas maiņas procesa palielināto noslodzi.

Ja esošās TIA sistēmas infrastruktūras iespējas neatbilst prasībām, tad ir nepieciešams paplašināt pieejamo klienta infrastruktūru vai veikt migrāciju uz kādu no mākoņpakalpojumu sniedzēju platformām.

Jautājumi, kurus vajadzētu apsvērt, veicot migrācijas lēmumu:

- Vai tiek apsvērta iespēja palikt pie esošās infrastruktūras?

- Kāds ir esošās infrastruktūras atlikušais mūža ilgums?
- Kāds ir esošo Oracle produktu atlikušais licences laiks?
- Vai ir skaidri definēti migrācijas ieguvumi?
- Vai tiek plānotas izmaiņas TIA sistēmas infrastruktūras arhitektūrā?
- Vai esošo sistēmu ir plānots turpināt attīstīt?
- Vai tiek plānots pieaugums cilvēku skaitā, kuri ikdienā izmantos TIA sistēmu?
- Vai tiek plānota TIA sistēmas versijas atjaunošana?
- Vai tiek plānotas jaunas integrācijas ar citām sistēmām?
- Vai tiek plānots pieturēties pie TIA sistēmas izstrādātāju rekomendācijām?
- Esošo izstrādātāju pieejamība
- Jauno izstrādātāju piesaistīšanas iespējas,
- Lietotāju cerības
- Laiks, budžets
- TIA izstrādātāju rekomendācijas
- Mākoņpakalpojumu sniedzēju rekomendācijas

Iepriekšējās darba nodaļās autors apskatīja Oracle Cloud un Microsoft Azure mākoņpakalpojumu sniedzēju pakalpojumu klāstu un iespējas nodrošināt TIA sistēmas darbību. Kā jau tika minēts iepriekš, abas apskatītās platformas spēj teorētiski nodrošināt TIA sistēmas pilnvērtīgu darbību, taču Oracle Cloud platformas satvarā klientiem tiek piedāvātas noteiktas priekšrocības saistībā ar sistēmas uzturēšanu un nepieciešamo produktu licencēšanu un tās izmaksām. Tomēr migrācijas procesa lēmuma pieņemšanas laikā ir jāņem vērā arī cita klientam esošā infrastruktūra uzņēmuma satvarā, ņemot vērā to, ka vairāku mākoņpakalpojumu sniedzēju infrastruktūras uzturēšana patērēs vairāk laika un resursu.

Iespējamie iemesli migrācijai uz Oracle Cloud platformu:

1. Eksistējošās infrastruktūras atlikušais mūža ilgums ir relatīvi mazs
2. Esošo Oracle produktu licenšu periods tuvojas beigām
3. TIA sistēmas aktīvo lietotāju skaita ziņā ir plānotas svārstības un stabilitātes trūkums
4. Tiek izmantoti citi Oracle produkti esošajā infrastruktūrā vai Oracle Cloud platformā
5. Nepieciešams pēc iespējas vairāk samazināt TIA sistēmas infrastruktūras uzturēšanas izmaksas

6. Tiek plānota TIA sistēmas atjaunošana, kas sevī ietver infrastruktūras prasību pieaugumu
7. Ir nepieciešamība izmantot Oracle Cloud piedāvātos īpaši augstas veiktspējas risinājumus TIA sistēmas darbības optimālas darbības nodrošināšanai

Iespējamie iemesli migrācijai uz Microsoft Azure platformu:

1. Eksistējošās infrastruktūras mūža ilgums ir relatīvi mazs
2. Tiek izmantoti citi Microsoft Azure platformas piedāvātie rīki vai šī platforma tiek izmantota citām biznesa sistēmām
3. TIA sistēmas aktīvo lietotāju skaits ir stabils
4. Tiek plānots pakāpeniski atteikties no TIA sistēmas

Migrācijas apsvēršanas laikā ir jāņem vērā arī aplamos iemeslus:

1. Pēc migrācijas uz mākoņpakalpojumu sniedzēju platformām tika konstatēts veiktspējas pasliktinājums.
    a. Aplams iemesls – šādā gadījumā ir nepieciešams salīdzināt esošās infrastruktūras jaudu ar mākoņpakalpojumu sniedzēju platformā izvēlētajiem risinājumiem un jāizvēlas pietuvinātas vai identiskas jaudas ierīces. Tas atrisinās šādu problēmu un ļaus veikt salīdzinošu veiktspējas analīzi ar mazāk mainīgajām daļām.
2. Aplams iemesls - šāda migrācija ir jāveic, jo Oracle atteiksies no klienta uzstādītas programmatūras atbalsta.
    a. Patiesībā – Oracle turpinās atbalstīt TIA sistēmas darbībai nepieciešamo produktu atbalstu arī klienta infrastruktūrā, taču ar nākamajām Oracle Datubāzes versijām būs pieejama tikai konteineru datubāzes versija, tādēļ migrācija uz tādu ir ieteicama.

Ja TIA sistēmas infrastruktūras migrācija tiek veikta uz kādu no abām apskatītajām mākoņpakalpojumu platformām, tad būtu nepieciešams papildus apsvērts:

- Vai klienta infrastruktūrā tiek izmantota tikai viena no šīm platformām?
- Kādā veidā ir plānots veikt migrāciju?
    - Saglabājot esošo TIA sistēmas versiju?
        - Kāds ir šobrīd izmantotais lietotāju saskarnes veids?

        - Kādas ir esošās sistēmas integrācijas ar citām sistēmām?
        - Vai nepieciešamās Oracle produktu versijas izvēlētajā platformā tiek atbalstītas?
        - Kādas ir izstrādes procesa prasības un atkarības?
    - Atjaunojot TIA sistēmas versiju?
        - Kādas ir rekomendētās Oracle produktu versijas un to atbalsts izvēlētajā platformā?
        - Vai ir pieejams nepieciešamais cilvēkresursu apjoms?

Šī darba gaitā autors apskatīs reālu migrācijas TIA migrācijas projektu uz Oracle Cloud platformu, tās priekšrocības, trūkumus un kopējos šāda procesa sarežģījumus, kas palīdzēs veikt piemērotu lēmumu.

6. TIA MIGRĀCIJA UZ ORACLE CLOUD AR REĀLA PROJEKTA PIEMĒRU

Autors ir piedalījies projektā, kurā tika veikta apdrošināšanas sistēmas TIA migrācija no klientam piederošas infrastruktūras uz Oracle Cloud mākoņskaitļošanas platformu. Migrācijas projekts sākās pēc klienta un izstrādātāju iniciatīvas 2020. gada janvārī. Autors projektā piedalījās no paša sākuma, pildot Oracle Cloud Infrastructure arhitekta pienākumus, kā arī vadot visu migrācijas projektu. Šis projekts darbā ar attiecīgo klientu bija daļa no lielāka TIA sistēmas izstrādes un attīstības projekta, kurā autors piedalās kopš 2016. gada.

Klients pie lēmuma veikt TIA migrāciju uz mākoņpakalpojumu sniedzēju platformu nonāca vairāku biznesa iemeslu vadīts:

- Esošās infrastruktūras atlikušais mūža ilgums bija ļoti mazs
- Esošo Oracle produktu licenšu termiņš tuvojās beigām
- Līgums ar vienu no esošajiem infrastruktūras uzturēšanas piegādātājiem tuvojās beigām
- TIA sistēmas infrastruktūras serveru operētājsistēmas atbalsta periods tuvojās beigām
- TIA sistēmas izmaiņu, pielāgojumu un papildinājumu piegādi palēnināja viens no esošajiem piegādātājiem
- Klienta bizness saskārās ar ļoti mainīgu lietotāju skaitu, kuriem ir nepieciešams izmantot TIA sistēmu
- Tuvākajā laikā tika plānots TIA sistēmas atjaunošanas projekts, kurš prasīs papildus infrastruktūras resursus
- Esošajā piegādes ciklā bija trūkumi, kuri paaugstināja piegādes risku un prasīja papildus infrastruktūras resursus
- Esošajā piegādes ciklā infrastruktūra tika sadalīta starp diviem piegādātājiem, bez iespējām nodrošināt daļu no TIA vidēm ar svarīgām integrācijām

Iepriekš minēto iemeslu vadīts, klients pieņēma lēmumu uzsākt migrācijas iespēju izpēti, kam sekoja sistēmas migrācija. Šajā specifiskajā gadījumā klientam bija svarīgi optimāli izmantot pieejamos cilvēkresursus, tādēļ viss process tika sadalīts četros posmos ar pakāpeniski pieaugošu iesaistīto cilvēku skaitu. Šāda izvēle tika izdarīta, jo paralēli šim infrastruktūras migrācijas

projektam bija nepieciešams turpināt strādāt pie jaunu produktu izstrādes ar īpaši īsiem termiņiem un augstu risku.

6.1. Migrācijas projekta pirmais posms

Projekta, kurā autors piedalījās TIA sistēmas migrācijā, pirmā posma mērķis bija pārliecināties par attiecīgā klienta specifiski pielāgotās sistēmas spēju funkcionēt kādā no mākoņpakalpojumu sniedzēju platformām. Šāds mērķis tika nostādīts pēc tam, kad, klientam konsultējoties ar TIA sistēmas izstrādātājiem, tie varēja apgalvot, ka pamata sistēmas darbību bez pielāgojumiem ir iespējams darbināt šādās platformās, bet nebija iespējams sniegt šādas garantijas pielāgotai sistēmai vai sistēmai, kura neievēro visas rekomendācijas.

Šajā projekta posmā tika izvirzīti vairāki uzdevumi, lai spētu sniegt atbildi uz izvirzīto klienta jautājumu:

- Veikt esošās sistēmas pilnu tehnisko analīzi, lai noskaidrotu šobrīd izmantotās Oracle produktu versijas, tās drošības atjauninājumus un veikto pielāgojumu specifiku.
- Veikt Oracle Cloud un Microsoft Azure platformu sniegto pakalpojumu izpēti, lai noskaidrotu, kura no abām platformām spētu sniegt klientam izdevīgāku sistēmas uzturēšanu. Šīs platformas tika izvēlētas, jo abu pakalpojumu sniedzēju piedāvātie produkti tika izmantoti pirms migrācijas variantu izpētes.
- Uzstādīt TIA vidi izvēlētajā platformā ar mērķi praktiski pārliecināties par attiecīgās sistēmas darbības nodrošināšanas iespējām bez integrācijām, neveicot būtiskas izmaiņas esošajos programmatūras risinājumos un sistēmas arhitektūrā.

Pēc attiecīgo uzdevumu definēšanas tika uzsākts esošās sistēmas analīzes process, kura rezultātā tika noskaidrots, ka specifiskās sistēmas darbības nodrošināšana tiek veikta izmantojot:

- RedHat Enterprise Linux 6 operētājsistēmu lietojumprogrammatūras serverus
- Oracle Linux 6 operētājsistēmu Oracle datubāzes serverus
- Oracle Database 12c R1 datubāzi, neizmantojot konteinera tipa arhitektūru, taču izmantojot Oracle RAC konfigurāciju ar diviem mezgliem
- Oracle Weblogic Server 10.3.6 ar uztādītu Oracle ADF 11g

Pēc sistēmas darbības nodrošināšanai nepieciešamo pamata Oracle produktu versiju noskaidrošanas, tālāk tika veikta izpēte abās klienta izvēlētajās mākoņpakalpojumu sniedzēju

platformās, lai noskaidrotu, kura no šīm platformām spētu nodrošināt attiecīgo produktu darbību, reizē piedāvājot pēc iespējas izdevīgākus apstākļus ilgtermiņa darbības nodrošināšanai.

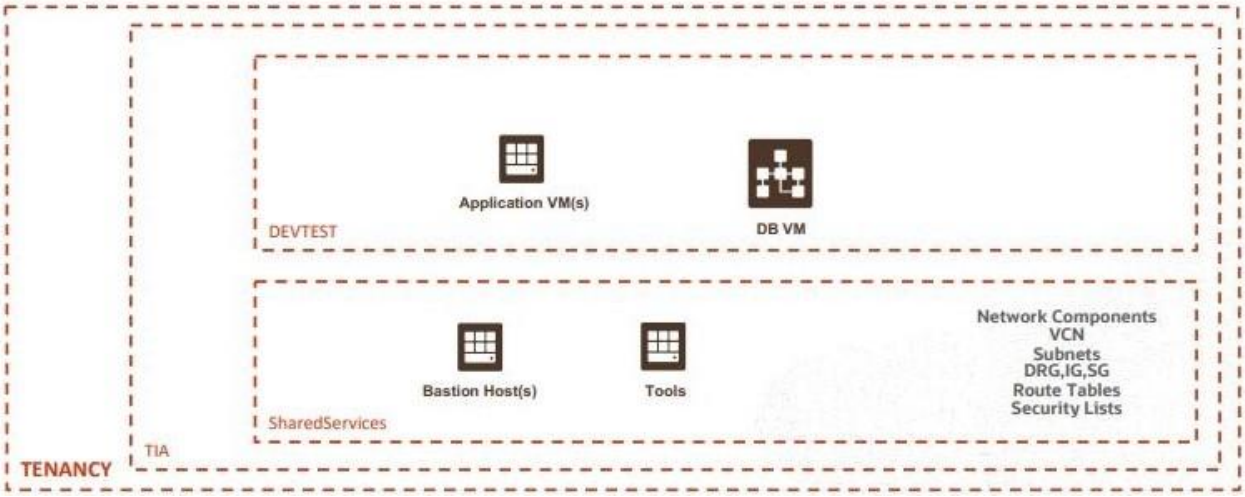
Šīs izpētes rezultātā tika konstatēts, ka abas platformas ir spējīgas nodrošināt sistēmas darbību, taču tās uztādīšana un uzturēšana ir būtiski atvieglota Oracle Cloud platformas ietvarā. Šī atšķirība ir saistīta ar izteikto Oracle produktu pielietojumu un spēju piedāvāt dinamisku šo produktu licencēšanu, kura tiešā veidā ļautu klientam ietaupīt finanšu resursus gan šī projekta posma īstenošanai, gan, pozitīva rezultāta gadījumā, arī ilgtermiņa TIA sistēmas darbības nodrošināšanai. Papildus arguments, kas platformas izvēli novirzīja par labu Oracle Cloud platformai, bija tiešais Oracle piedāvājums bez maksas piesaistīt savus tehniskos arhitektus migrācijas procesa veikšanai.

Pabeidzot platformu un esošās sistēmas analīzi, darba autors, sadarbojoties ar piesaistītajiem Oracle arhitektiem, šīs platformas infrastruktūrā uztādīja replicētu klienta TIA sistēmu ar noteiktām nebūtiskām atkāpēm, tās iepriekš saskaņojot ar klientu.

Ieviestās atkāpes no esošās TIA sistēmas darbībā izmantotajiem produktiem:

- Operētājsistēmas maiņa uz Oracle Linux 7 visām iesaistītajām virtuālajām mašīnām.
- Pēc klienta vēlmes atkāpšanās no Oracle Datubāzes RAC konfigurācijas, taču saglabājot tās versiju.

Pēc vēlamo produktu versiju specificēšanas, tika izveidota to uzstādīšanai nepieciešamā infrastruktūra, izmantojot vienkāršu tās arhitektūru:



6.1.1. att. **Projekta pirmā posma infrastruktūras arhitektūra**

Attēlā redzamā infrastruktūra tika izveidota, izmantojot infrastruktūra kā kods ar Terraform rīku, kurš tiek atbalstīts Oracle Cloud platformā. Ārpus TIA sistēmai nepieciešamo virtuālo mašīnu izveides, tika izveidots viens Bastion serveris, kurš nodrošināja pieeju visai infrastruktūrai no publiskā tīmekļa, un papildus rīkiem paredzēts serveris, no kura tika veikta specifiskās TIA sistēmas uzstādīšana pēc pārējo produktu uzstādīšanas.

Visa infrastruktūra tika sadalīta loģiskos segmentos, ar kuru palīdzību, pēc attiecīgu marķējumu piešķiršanas, klients spēja vizuāli redzēt katra segmenta infrastruktūras un licenšu izmaksas reālā laikā, kā arī konfigurācijā norādīt atbilstošus katra segmenta limitus un brīdinājumus.

TIA sistēmas darbības nodrošināšanai nepieciešamo Oracle produktu uzstādīšana tika veikta, izmantojot jau iepriekš izstrādātus automatizācijas skriptus, tādējādi garantējot, ka produktu konfigurācija un versijas sakrīt ar jau eksistējošām TIA vidēm.

Pēdējais šī projekta posma uzstādīšanas solis bija klienta specifiskās TIA sistēmas uzstādīšana uz jauno Oracle Cloud infrastruktūru, kas tika veikta, izmantojot pilnu lietojumprogrammatūras daļas piegādi un eksistējošas izstrādes vides datubāzes instances pilnas kopijas importēšanu, izmantojot Oracle Data Pump rīku. Abi uzstādīšanas procesi noritēja bez starpgadījumiem, tādēļ pēc datubāzes un lietojumprogrammatūras servera gala punktu pārkonfigurācijas atbilstoši jaunajām IP adresēm, sistēmas pilnvērtīga darbība tika veiksmīgi sasniegta.

Pabeidzot kopējo uzstādīšanas procesu, testēšanas komanda veica pilnu sistēmas pārbaudi, pārliecinoties, ka visi procesi, kuri neizmanto integrācijas, strādā atbilstoši klienta prasībām un kopējā sistēmas veiktspēja ir vienāda vai labāka nekā esošajā infrastruktūrā.

Šī projekta posma rezultātā tika konstatēts, ka izvēlētā mākoņpakalpojumu sniedzēju platforma Oracle Cloud spēj nodrošināt attiecīgā klienta TIA sistēmas pamata darbību, tādēļ pēc klienta apstiprinājuma tika turpināta iteratīva šīs vides attīstība.

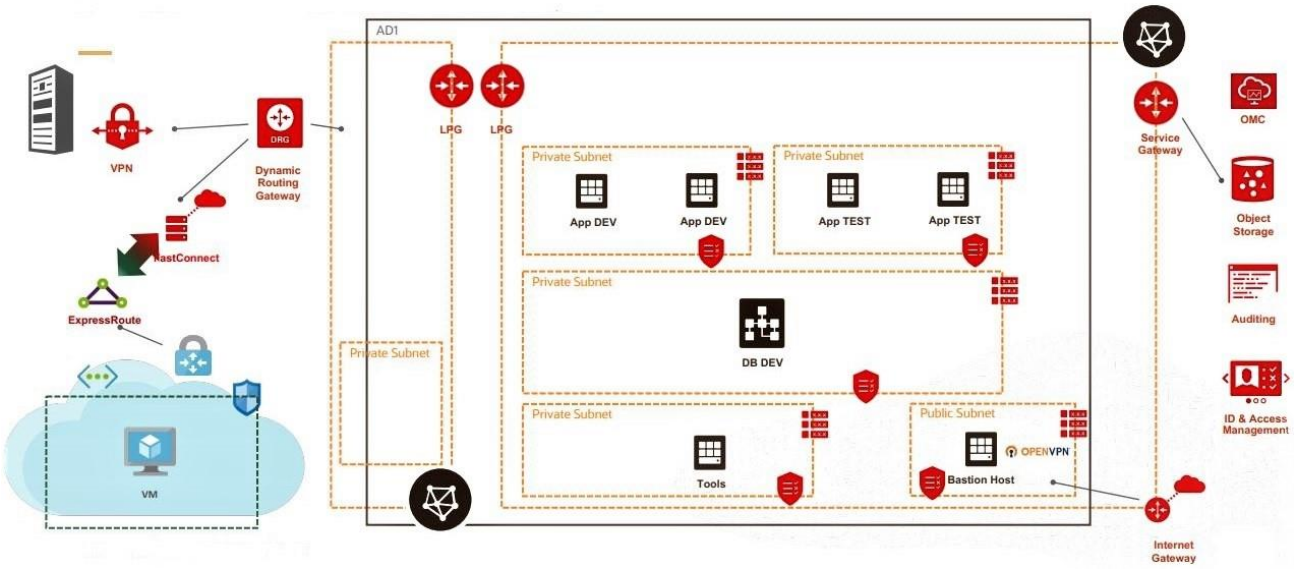
Kopējais migrācijas projekta pirmā posma tehniskās realizācijas darbietilpības apjoms bija piecas darba dienas trīs cilvēkiem, no kuriem visi bija iepriekš strādājuši ar Oracle Cloud platformu, taču tikai viens no tiem bija ar TIA sistēmas pieredzi. Papildus iepriekš minētajiem trīs cilvēkiem tika iesaistīti vairāki klienta puses biznesa cilvēki, lai precizētu klienta prasības sistēmas migrācijas koncepta izstrādes laikā.

6.2. Migrācijas projekta otrais posms

Migrācijas projekta otrā posma plānošanas laikā tika definēts, ka šī posma mērķis ir pārliecināties par klienta biznesam kritisku integrāciju darbību šāda infrastruktūras risinājuma izmantošanas gadījumā, klienta biznesa lietotāju spēju piekļūt Oracle Cloud platformā izveidotajai TIA videi un izstrādātāju komandas spēju veikt TIA sistēmas pielāgojumu un papildinājumu piegādi. Šo mērķu dēļ tika izstrādāti papildus uzdevumi šī projekta posma realizācijas nodrošināšanai:

- Uzstādīt papildus TIA vidi, lai spētu nodrošināt programmatūras piegādes pārbaudi.
- Izveidot Oracle Interconnect savienojumu ar Microsoft Azure platformu, lai nodrošinātu integrāciju darbību ar klienta sistēmām, kuras atrodas šajā platformā.
- Izveidot Oracle Fastconnect savienojumu ar klienta tīklu, lai nodrošinātu biznesa lietotāju piekļuvi TIA videi Oracle Cloud platformā.

Jauno uzdevumu izpildei tika veiktas papildus izmaiņas Oracle Cloud resursu segmentos un virtuālajā tīklā, lai loģiski atainotu paplašināto infrastruktūras apjomu, saglabājot klientam svarīgo atsekojamību uz budžeta patēriņu.



6.2.1. att. **Projekta otrā posma arhitektūra**

Paplašinātā infrastruktūra, līdzīgi kā projekta pirmajā posmā, tika izveidota, papildinot Terraform koda daļu, tādējādi būtiski paātrinot infrastruktūras izmaiņu uzstādīšanas laiku. Šīs projekta stadijas izstrādes laikā parādījās pirmie palēninājumi izmaiņu veikšanā, kas bija saistīti ar

birokrātisko procesu Interconnect un Fastconnect savienojumu nodrošināšanai, kas daļēji bija saistīts ar klienta biznesa darbības modeli un iesaistīto piegādātāju apjomu. Taču ārpus birokrātiskām problēmām process tika realizēts bez starpgadījumiem un spēja nodrošināt gan integrāciju pieejamību, gan biznesa lietotāju piekļūšanu Oracle Cloud uzstādītai TIA videi.

Šī posma ietvarā tika uzstādīts OpenVPN rīks uz Bastion virtuālās mašīnas ar mērķi atvieglot izstrādātāju komandas dalībnieku piekļuvi Oracle Cloud vidēm. Šī rīka uzstādīšana būtiski paātrināja papildus cilvēkresursu iesaisti posma realizācijai un atviegloja sistēmas testēšanas procesu.

Otras TIA vides izveide tika realizēta, izmantojot identisku metodi kā pirmajā posmā izveidotajai videi. Līdzīgi kā esošajās izstrādes vidēs, kuras tiek izmantotas šī klienta TIA sistēmas pielāgošanas un papildināšanas projektā, tās lietojumprogrammatūras serveri tiek loģiski sadalīti pēc to pielietojuma, un Oracle datubāzes serverī tiek izmantotas vairākas datubāzes instances, lai spētu nodrošināt katras vides datu integritāti.

Programmatūras piegādes pārbaudes nodrošināšanai uz rīkiem paredzētās virtuālās mašīnas tika uzstādīts Docker rīks, kurā tika replicēts esošajā programmatūras piegādes automatizācijā izmantotais Jenkins rīks. Ņemot vērā, ka visas piegādes procesā izmantotās atkarības jau bija uzstādītas vides sagatavošanas procesa laikā, tad arī šis uzdevums tika veiksmīgi realizēts bez starpgadījumiem.

Pēc nepieciešamo savienojumu izveidošanas un papildus TIA vides izveides, tika paplašināts sistēmas testēšanas apjoms, tajā iekļaujot biznesam kritisko integrāciju darbības pārbaudi un programmatūras atjauninājumu piegādes pārbaudi. Abu procesu pārbaudes rezultātā tika secināts, ka integrācijas pilnvērtīgi strādā un programmatūras piegāde netiks traucēta. Papildus šo mērķu sasniegšanai jau šajā migrācijas projekta posmā klients skaidri redzēja vērā ņemamu atšķirību izmaksās par vienas TIA vides uzturēšanu, kur Oracle Cloud platformā uzstādītas vides izmaksas bija pat ievērojami lētākas viena mēneša griezumā, nekā izmantojot esošo infrastruktūru.

Migrācijas projekta otrā posma tehniskajā realizācijā tika iesaistīti trīs cilvēki, kuri attiecīgos uzdevumus varēja realizēt piecu mēnešu laikā, no kuriem četri tika pavadīti, risinot birokārtiskus jautājums saistībā ar savienojamības izveidi, un viens tika pavadīts piegādes procesa pārbaudei un kopējā projekta posma testēšanai.

6.3 Migrācijas projekta trešais posms

Migrācijas projekta trešā posma laikā tika pārtraukta koncepta pierādīšanas vides attīstība un tā tika pilnīgi dzēsta. Saistībā ar iepriekšējā posma rezultātiem klients definēja jaunus mērķus un kopējais projekts mainījās no koncepta pierādīšanas uz pilnvērtīgu migrāciju, kur šī posma mērķis bija veikt izstrādes puses pilnu migrāciju no abām esošajām infrastruktūrām uz Oracle Cloud platformu. Papildus ieviest visus pieejamos platformas kā serviss pakalpojumus, kuru ieviešanai nav nepieciešamas būtiskas izmaiņas visā klientam pielāgotajā TIA sistēmā, kā arī iespēju robežās veikt produktu versiju atjaunošanu vietās, kuras nepieprasa ievērojamu cilvēkresursu apjomu. Paralēli šī posma realizācijai klients risināja likumdošanas jautājumus saistībā ar produkcijas vides migrāciju uz Oracle Cloud platformu.

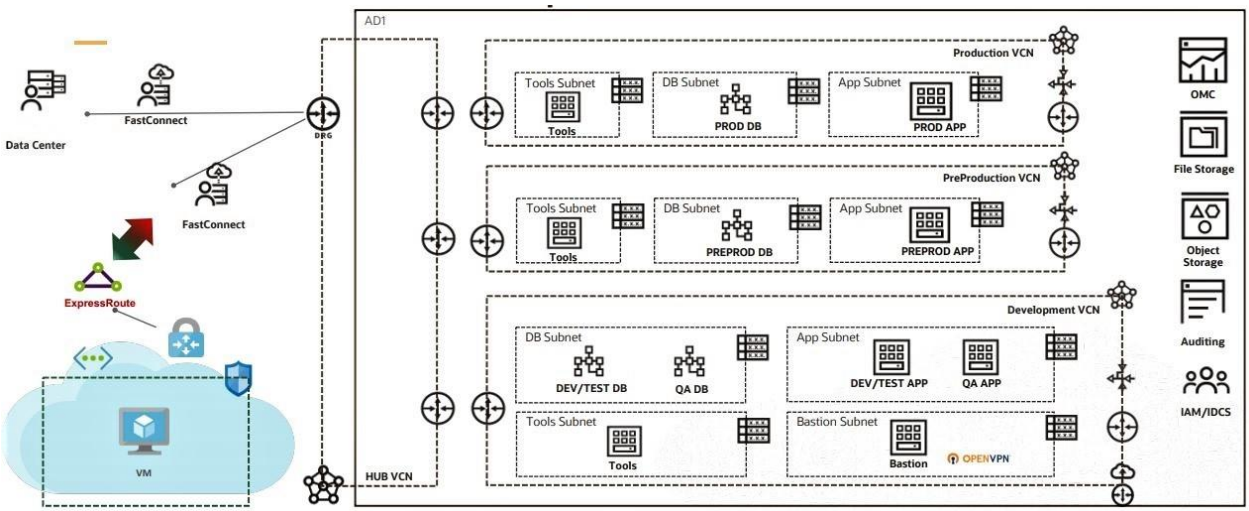
Šo mērķu sasniegšanai tika definēti vairāki uzdevumi, lai būtu iespējams atbrīvoties no esošās izstrādes cikla infrastruktūras daļas:

- Veikt TIA sistēmas Oracle Datubāzes pielāgošanu ar mērķi nodrošināt tās darbību konteineru datubāzes konfigurācijā.
- Nodrošināt TIA sistēmas darbību, izmantojot Oracle datubāze kā serviss modeli ar pēc iespējas jaunāku tās versiju.
- Veikt operētājsistēmas maiņu no Oracle Linux 7 uz Oracle Linux 9.
- Ieviest nepieciešamās izmaiņas sistēmā, lai nodrošinātu Oracle automātisko krātuves pārvaldību un datu kriptēšanu.
- Nodrošināt visu klienta sistēmās izmantoto integrāciju darbību Oracle Cloud platformā.
- Analizēt esošās infrastruktūras trūkumus un ieviest nepieciešamās izmaiņas jaunās infrastruktūras arhitektūrā.
- Veikt visu izstrādes un piegādes ciklā izmantoto rīku migrāciju uz Oracle Cloud platformu.
- Izstrādāt plānu un arhitektūru visas esošās TIA infrastruktūras migrācijai uz Oracle Cloud platformu.
- Ieviest Oracle Monitoring Cloud pārraudzīšanas rīku visu infrastruktūras objektu pārraudzībai
- Ieviest TIA datubāzes rezerves kopiju pārvaldības procesus Oracle Cloud platformā
- Ieviest lietotāju piekļuves un pārvaldības procesus

Lai nodrošinātu šī projekta posma realizāciju vēlamajā laika periodā, komanda tika būtiski paplašināta no izstrādātāju komandas resursiem, tādējādi kopējais iesaistīto personu skaits mainījās no iepriekšējos posmos izmantotajiem trīs cilvēkiem uz desmit. Lielākā daļa no piesaistītajiem cilvēkiem veica datubāzes risinājumu pielāgošanu, lai TIA sistēma atbilstoši funkcionētu pēc būtiskajām infrastruktūras un Oracle produktu izmaiņām.

Esošajā klienta izstrādes cikla infrastruktūras arhitektūrā tika identificēts trūkums, kurš, atrodoties tuvu tekošās piegādes izstrādes cikla beigām, nespēja nodrošināt īpaši kritisku labojumu piegādes iespējamību. Šis trūkums bija tieši saistīts ar esošo TIA vižu skaitu un faktu, ka vēlā izstrādes cikla posmā vairs nebija pieejamas vides ar produkcijas versijas kodu. Tādējādi vienīgais veids, kā nodrošināt šādu koda versiju, būtu izpildīt vairākus datubāzes importa procesus, lai atjaunotu datubāzes stāvokli uz produkcijas versiju. Lai atrisinātu šo trūkumu, ir nepieciešams izveidot papildus piegādes konveijeru ar visām nepieciešamajām vidēm.

Vēlamo infrastruktūras izmaiņu rezultātā tika būtiski palielināts iesaistīto virtuālo mašīnu skaits, kā arī izstrādāta arhitektūra visam atlikušajam migrācijas projektam.



6.3.1. att. **Projekta trešā posma arhitektūra**

Pēc attēlā redzamās arhitektūras ir redzams, ka projekta trešajā posmā tika loģiski sadalīts viss Oracle Cloud virtuālais tīkls ar mērķi nodrošināt noteiktu lietotāju grupu un resursu izolētību tīkla līmenī. Šī mērķa sasniegšanai visa izstrādes infrastruktūra tika pilnīgi izolēta no pārējās infrastruktūras, piekļuvi tai garantējot tikai caur Bastion virtuālo mašīnu un OpenVPN rīku, bet pārējās vides ir pieejamas, tikai izmantojot FastConnect savienojumu ar klienta tīklu.

Papildus iepriekš minētajiem tīkla ierobežojumiem tika izstrādātas specifiskas operētājsistēmas lietotāju grupas un individuāli lietotāji katram iesaistītajam komandas cilvēkam. Piekļuve pie attiecīgās virtuālās mašīnas tika veidota, izmantojot atslēgu pāra autentifikāciju, ievērojot Oracle Cloud rekomendācijas.

Datubāzes kā serviss izmantošanas dēļ, reizē mainot tās konfigurāciju uz konteineru datubāzes modeli, bija nepieciešams ieviest vairākas izmaiņas TIA sistēmas konfigurācijā. Taču šī procesa veikšanas laikā tika atklāti vairāki jauni ierobežojumi, kas būtiski palēnināja šo izmaiņu ieviešanu. Ierobežojumi tika identificēti, izmantojot jaunāku Oracle datubāzes versiju, un to cēlonis bija Oracle datubāzei līdzi nākošā Java JDK versija, kura, mainot datubāzes versiju uz jaunāku par 12c R1, nespēja nodrošināt esošās TIA sistēmas autentifikācijas moduļa veiksmīgu darbību. Šis ierobežojums bija saistīts ar faktu, ka izmantotā TIA versija izmantoja ADF 11g lietotāju saskarni, kura izmantoja Java JDK 1.7.0 versiju, no Oracle datubāzes skatu punkta 12c R1 ir pēdējā šī produkta versija, kura izmanto attiecīgo Java JDK versiju.

Ārpus iepriekš minētajiem sarežģījumiem atlikušo Oracle datubāzes jauninājumu ieviešanai bija nepieciešamas minimālas izmaiņas automatizētajos datubāzes importa skriptos. Šīs izmaiņas galvenokārt bija saistītas ar Oracle datubāzes shēmu un objektu glabāšanu failsistēmā, izmantojot automātisko krātuves pārvaldību un konteinera datubāžu specifiku. Papildus tika ieviesta Oracle TDE datu kriptēšana ar mērķi pasargāt datus no nesankcionētas piekļuves datubāzes objektiem operētājsistēmas līmenī un Oracle Vault funkcionalitāte, lai nodrošinātu datu drošību komunikācijas laikā ar citu sistēmu. Abu papildus rīku konfigurēšana neprasīja attiecīgās TIA sistēmas funkcionalitātes izmaiņas, taču spēja uzlabot sistēmas drošību.

Izmantojot datubāzes kā serviss pakalpojuma modeli, bija iespējams automātiski nodrošināt datubāzes rezerves kopiju izveides procesu un tās atkopšanu katastrofas novēršanas scenārijiem. Platformas satvarā vienkāršoti ir iespējams gan konfigurēt automātisku rezerves kopiju izveidi, gan to glabāšanu, arhivēšanu, kā arī manuālu pielietošanu. Noteikts skaits no rezerves kopijām tiek automātiski glabāts objektu krātuvē, no kuras pēc definēta laika posma tas tiek automātiski pārvietots uz arhīva krātuvi.

Izstrādātāju rīku migrācijas laikā tika pārbūvēti visi izstrādes ciklā izmantoto rīku Docker konteineri, šī iemesla dēļ rīku migrācija noritēja bez starpgadījumiem un īpaši ātri. Papildus izmaiņas tika izstrādātas piegādes automatizācijas Jenkins konveijeros, lai tie spētu atbalstīt visas attiecīgajā tīkla segmentā esošās vides.

Infrastruktūras pārraudzības uzdevumu nodrošināšanai tika ieviests Oracle Monitoring Cloud platforma kā serviss pakalpojums, kurš pēc tā konfigurācijas spēja pārskatīt attiecīgo infrastruktūras resursu pielietojumu, piekļuvi un pieejamību. Šī rīka izmantošana būtiski atviegloja visas infrastruktūras uzturēšanas procesa pārraudzību un problēmu gadījumā spēja automātiski nosūtīt ziņas attiecīgajām personām.

Oracle Cloud identitātes pārvaldības nolūkos tika izveidotas vairākas lietotāju grupas, kur daļa no tām tika mantotas no klienta izmantotās Microsoft Azure platformas, tādējādi sniedzot iespēju daļu no cilvēkresursiem izmantot abu platformu pārraudzībai un uzturēšanai. Lietotāju grupu pārvaldībā tika izmantota pieeja, kur cilvēkiem vai to grupām tiek piešķirtas pēc iespējas mazāk tiesības to darba pienākumu veikšanai.

Šajā migrācijas posmā veikto darbu apjoms būtiski pārsniedza iepriekšējo posmu darba apjomu. Taču, ņemot vērā, ka lielākais laika patēriņš citos posmos bija saistīts ar birokrātisko procesu nepieciešamo savienojumu izveidei, trešā posma tehniskā realizācija tika veikta trīs mēnešu laikā un piesaistot desmit cilvēkus. Šajā posmā savienojumu izveides laiks bija būtiski ātrāks, jo visi iesaistītie piegādātāji to bija darījuši iepriekš. Pēc šī posma realizācijas klients varēja apstiprināt, ka datubāzes kā serviss pakalpojumu izmantošanas rezultātā ir izdevies vēl vairāk samazināt finanšu resursu patēriņu, kas ir saistīts ar iespēju izmantot dinamisku datubāzes licencēšanu atkarībā no izmantoto resursu apjoma. Pēc šīs izstrādes puses migrācijas uz Oracle Cloud platformu, ievērojami tika atvieglota un paātrināta programmatūras piegādes plānošana un izpilde, kas ir saistīta ar samazinātu iesaistīto pušu skaitu un nepieciešamo cilvēkresursu pieejamību.

6.4. Migrācijas projekta ceturtais posms

Projekta ceturtā posma galvenais uzdevums bija pabeigt TIA sistēmas produkcijas vides migrāciju uz Oracle Cloud platformu. Šī posma izpildei tika definēti jauni uzdevumi, kuri primāri ir saistīti ar produkcijas vides drošības nodrošināšanu:

- Veikt ārēju platformas auditu
- Izveidot katastrofas atkopšanās vidi citā Oracle Cloud reģionā, lai spētu nodrošināt reģiona līmeņa risku samazināšanu.
- Veikt produkcijas vides datu migrāciju un pabeigt migrācijas procesu.

Šo uzdevumu izpilde tika uzsākta pēc tam, kad klients bija saņēmis apstiprinājumu par iespēju izvietot sensitīvus datus Oracle Cloud platformā, šī iemesla dēļ bija iespējams uzsākt migrācijas procesa pēdējo posmu.

Šī posma sākumā, pirms produkcijas datu migrācijas, klients pasūtīja ārēju platformas auditu, kura rezultātā tika konstatēts, ka attiecīgā platforma spēj pildīt visus nepieciešamos attiecīgās sistēmas drošības līmeņa uzdevumus un prasības.

Katastrofas atkopšanās vides izvedei citā Oracle Cloud reģionā tika izmantota identiska konfigurācija ar galvenā reģiona produkcijas vidi, sistēmas sinhronizācijai tika izmantots Oracle Active Data Guard rīks, ar kura konfigurācijas palīdzību tika savienotas abas produkcijas datubāzes, tādējādi tās sinhronizējot un nodrošinot sistēmas darbību brīžos, kad pamata reģions nav pieejams.

Produkcijas vides datu migrācijai, līdzīgi kā pārējām vidēm, tika izmantots Oracle Data Pump rīks, ar kuru bija iespējams veikt pilnu datubāzes instances migrāciju bez datu un lietotāju zuduma. Pēc šīs migrācijas veikšanas klienta biznesa lietotāji tika informēti par jauno TIA sistēmas adresi un migrācijas projekts tika pabeigts.

6.5. TIA sistēmas migrācijas uz Oracle Cloud izaicinājumi

Apdrošināšanas sistēmas TIA migrācijas process uz Oracle Cloud platformu ir sarežģīts process, pirms tā uzsākšanas ir jāņem vērā, ka var rasties vairāki izaicinājumi:

- TIA sistēmas fleksibilitāte – ņemot vērā, ka apdrošināšanas sistēmu izmanto noteikta uzņēmuma specifikai pastāv vairāki varianti, kā tā ir pielāgota attiecīgā klienta nepieciešamībām. Šī iemesla dēļ migrācijas procesa ietvarā parādās papildus sarežģītība, kura ir saistīta ar esošās sistēmas izpēti un analīzi, ar mērķi noskaidrot attiecīgās implementācijas specifiku un infrastruktūras prasības. Pirms migrācijas uzsākšanas ir nepieciešams noskaidrot esošās sistēmas stāvokli un plānotās izmaiņas.
- Vīzija – pirms migrācijas procesa uzsākšanas identificēt esošās infrastruktūras komponentes, to funkcionalitāti, mērķus un kontroles mehānismus.
- TIA sistēmas analizēšana – pirms sistēmas migrācijas uzsākšanas ir nepieciešams noskaidrot attiecīgās sistēmas migrācijas galvenos iemeslus, lai spētu pielāgot mērķa arhitektūru klienta mērķu sasniegšanai. Gadījumos, kad šāda migrācija notiek reizē ar TIA sistēmas versijas atjaunošanas procesu, ir nepieciešams identificēt esošās un

jaunās versijas tehnisko prasību atšķirības, ņemot vērā specifiskās implementācijas papildus atkarības. Šādā migrācijas scenārijā arī ir ieteicams veikt visa izstrādes cikla pārskatu ar mērķi identificēt tā trūkumus vai lieku resursu patēriņu, lai veiktu visa izstrādes un programmatūras piegādes cikla optimizāciju migrācijas laikā, piemēram, samazinot vai palielinot vižu skaitu.

- Sistēmas un datu drošības nodrošināšana – ņemot vērā, ka TIA apdrošināšanas sistēma tiek izmantota kā iekšējā uzņēmuma sistēma, tās pieejamību ir jāspēj limitēt tikai nepieciešamajam personālam. Šī iemesla dēļ ir nepieciešams apsvērt tīklošanas konfigurācijas specifiku, ar mērķi nodrošināt sistēmas izolētību no publiskā tīmekļa. Papildus šīm prasībām ņemot vērā, ka sistēmas darbības nodrošināšanā tiek izmantoti sensitīvi dati, ir nepieciešams pārliecināties par attiecīgā klienta un/vai valsts prasībām saistībā ar šādas informācijas glabāšanu mākoņskaitļošanas platformās, gadījumos, kad izstrādes vidēs tiek izmantoti anonimizēti vai pseidoanonimizēti dati. Izstrādes vižu pārvietošana joprojām var būt iespējama arī gadījumos, kad iepriekš minētie ierobežojumi produkcijas vides pārcelšanu bloķē.
- Izstrādātāju resursi – projekta veiksmīgai norisei migrācijas komandas sastāvā nepieciešams piesaistīt funkcionālos ekspertus, kuri pārzina esošās TIA sistēmas specifiku, attiecīgā klienta biznesa procesus un to loģiku, specifiku, kā arī dažādu tehnoloģiju ekspertus ar attiecīgās mākoņpakalpojumu platformas, Oracle datubāzes, Oracle Weblogic Server, Oracle ADF un/vai Oracle Forms, Java EE, Oracle Linux vai RedHat Enterprise Linux zināšanām un pieredzi, kuri risinātu sarežģītākos stratēģiskos un tehnoloģiskos migrācijas jautājumus, pārvaldīs savas tehnoloģijas daļas migrācijas pienākumus, izstrādājot procesus un savstarpēji konsultējoties, lai nodrošinātu sistēmas optimālu darbību un klienta mērķa sasniegšanu. Cilvēkresursu jautājumos var rasties vairāki izaicinājumi. Pirmkārt, gadījumā, ja migrācija ir plānota uz Oracle Cloud platformu, cilvēkresursu trūkums šīs platformas specifikā, kas ir saistīts ar tās relatīvi mazo tirgus daļu. Kaut arī Oracle tehnoloģijas joprojām tiek plaši izmantotas industrijā, šīs specifiskās sistēmas migrācijas procesa laikā ļoti noderīga ir pieredze tās izstrādē un uzturēšanā, tādēļ ir jāņem vērā, ka apmācības un sākotnējās sistēmas izpētes process būs laikietilpīgs un jebkurā gadījumā migrācijas projekta laikā būs nepieciešama specifiskās TIA sistēmas izstrādātāju konsultācija un palīdzība. Otrkārt, gadījumā, ja migrācija ir plānota uz Microsoft Azure platformu,

cilvēkresursu pieejamības trūkums, kuriem būtu iepriekšēja pieredze gan ar Oracle produktu uzstādīšanu šajā platformā, gan TIA sistēmas pieredze. Kaut arī Microsoft Azure ir populāra mākoņskaitļošanas platforma, tās pielietošana Oracle produktu darbināšanā nav tipiska prakse, tādēļ ir jārēķinās ar nepieciešamību piesaistīt attīecīgo Oracle produktu ekspertus un TIA sistēmas izstrādātājus, lai spētu iegūt visu nepieciešamo informāciju attiecīgās TIA implementācijas optimālai darbībai.

- Izstrādes metodoloģijas izvēle un noteikšana, kas var radīt dažādus šķēršļus un papildus sarežģītību gadījumos, kad ir liels iesaistīto pušu skaits. Autors šādu migrācijas projektu īstenošanai rekomendē izmantot inkrementālu un iteratīvu metodoloģiju – *Scrum*. Projekta dalībnieki, izmantojot šo metodoloģiju, tiktu sadalīti komandās atbilstoši to tehniskajām zināšanām. Katra komanda sastāv no aptuveni 7 cilvēkiem – Product Owner, Scrum Master, Oracle datubāzes eksperts, Oracle Weblogic Server eksperts, izvēlētās mākoņpakalpojumu platformas eksperts, TIA sistēmas eksperts, viens vai vairāki testētāji. Šādā darbības režīmā projekta iterācijas jeb sprint ilgums būtu no trīs līdz četrām nedēļām un sevī iekļautu visas standarta sanāksmes (daily standup, planning, review, retrospective). Gadījumos, ja komandas locekļi nav iepriekš strādājuši pēc šīs metodoloģijas, autors rekomendē iziet Scrum apmācības, ar kuru palīdzību tiktu nodrošināta tās ātra apguve un efektīva pielietošana. Šīs metodoloģijas izmantošana būtiski uzlabo darba kvalitāti un gaitu, sniedzot iespēju periodiski plānot tuvāko projekta darbu apjomu un regulāri novērst iespējamās atkarības komandas locekļu vidū, paralēli sniedzot klientam iespēju iesaistīties migrācijas procesā un laicīgi sniegt atsauksmes.

6.6. Ieguvumi

Eksistējošas TIA sistēmas migrācijai uz Oracle Cloud platformu ir vairāki vērā ņemami ieguvumi saistībā ar šīs sistēmas atjaunošanas procesa nodrošināšanu, programmatūras piegādes automatizācijas iespējām un kopējām uzturēšanas izmaksām.

Viens no galvenajiem ieguvumiem ir saistīts ar sistēmas darbībai nepieciešamo Oracle produktu licencēšanas iespējām. Šīs platformas pakalpojumu klāstā ir iespējams izmantot dinamiskus licencēšanas modeļus, kas brīžos, kad noteiktas izstrādes vides netiek izmantotas vai ir nepieciešami papildus infrastruktūras resursi, spēj nodrošināt klientam izdevīgus apstākļus un papildus kontroli pār licencēšanas procesu un izmaksām.

Pateicoties mākoņpakalpojumu sniedzēja plašajam infrastruktūras resursu piedāvājumam, ir iespējams nodrošināt TIA sistēmas versijas atjaunošanas projektiem nepieciešamo infrastruktūru, paralēli saglabājot iespēju nodrošināt izmaiņas vai kļūdu labojumus esošajā versijā, kā arī izmantot iepriekš minētos infrastruktūras resursus gadījumos, kad esošās sistēmas resursus ir nepieciešams mērogot.

Gadījumos, kad rekomendētās Oracle produktu versijas ir pieejamas PaaS pakalpojumu klāstā, izmantojot Oracle Cloud platformu, tiek nodrošināta šo produktu automatizētu drošības atjaunojumu uzstādīšana un rezervju kopiju un atkopšanas funkcionalitāte, tādējādi samazinot sistēmas uzturēšanai nepieciešamo darbu un cilvēkresursu apjomu, kā arī ar to saistītās izmaksas.

Pateicoties Oracle Cloud sniegtajai iespējai infrastruktūras resursus sadalīt nodalījumos, klients spēja iegūt daudz detalizētāku pārskatu par visa izstrādes cikla segmentu izmaksām, tādējādi pielāgojot tās attiecīgā segmenta izmaksu mērķiem, uzlabojot kopējās sistēmas izstrādes un uzturēšanas caurskatāmību.

Izmantojot Oracle Cloud platformu un tās sniegtos infrastruktūras kā kods rīkus, ir iespējams būtiski samazināt jaunas TIA vides izveides laiku, tādējādi sniedzot klientam iespēju jaunu produktu izstrādē izmantot pilnīgi jaunas vides un paātrināt kopējo produktu izstrādes laiku.

7. TIA MIGRĀCIJAS UZ ORACLE CLOUD VADLĪNIJAS

Šajā nodaļā autors apkopoja savākto teorētisko informāciju, kā arī projekta laikā iegūtās pratiskās zināšanas un pieredzi, kas nepieciešama TIA sistēmas migrācijai uz mākoņskaitļošanas platformu Oracle Cloud. Projekta drošības prasību un ierobežojumu dēļ tālāk darbā aprakstītie principi ir izstrādāti maģistra darba vajadzībām un neatbilst reālā projekta procesiem, taču atspoguļo reālas problēmas un to risinājumus sniedzot ieteikumus dažādām iespējamajām situācijām. Ņemot vērā TIA sistēmas katra klienta specifiku atspoguļotās vadlīnijas aprakstīs vispārīgu TIA sistēmas gadījumu, sniedzot autora komentārus un ieteikumus, kā atrisināt klienta specifiskos jautājumus.

Projekta realizācijai autors iesaka izmantot sekojošus izstrādes rīkus:

- Oracle Database – datubāze, loģiska izvēle, strādājot ar TIA sistēmu, kuras darbības nodrošināšanai tā ir nepieciešama.
- Oracle Weblogic Server – Java Enterprise Edition lietojumprogrammatūras serveris, kurš ir nepieciešams Oracle Forms, Oracle ADF un integrāciju darbības nodrošināšanai, strādājot ar TIA sistēmu
- Oracle SQL Developer – izstrādes vide, kas atvieglo TIA datubāzes izstrādes, analīzes un pārbaudes procesus.
- Allround Automations PL/SQL Developer – izstrādes vide, kas atvieglo ļauj ērti atkļūdot Oracle Datubāzes kodu, tādējādi paātrinot migrācijas un/vai datubāzes pielāgošanas procesu.

Uzsākot migrēšanas procesu, ir nepieciešams apskatīt un izpētīt esošo TIA sistēmu ar mērķi noskaidrot izmantoto Oracle produktu versijas un attiecīgās TIA implementācijas specifiku un konfigurāciju.

Šī mērķa sasniegšanai ir nepieciešama pieeja kādai no esošajām TIA vides vairākām tās daļām:

- Oracle Weblogic Server administrācijas konsolei – ar mērķi noskaidrot esošās sistēmas konfigurāciju, resursietilpību, domēna starta parametrus un citus ar attiecīgo TIA sistēmu saistītos konfigurācijas elementus,

- Oracle Weblogic Server Enterprise Manager – ar mērķi noskaidrot esošās sistēmas integrācijas (ja tās ir veidotas, izmantojot Java Webservices vai Oracle SOA), uzstādīto lietotņu skaitu un noslodzi
- Oracle datubāzei – ar mērķi noskaidrot specifiskās TIA sistēmas failsistēmas piekļuves atrašanās vietas, integrāciju gala punktus un kopējo datubāzes konfigurāciju.
- Fiziskajiem Oracle Weblogic un Oracle Database serveriem – ar mērķi noskaidrot servera līmeņa atvērtos tīkla gala punktus, uzstādītās sistēmas atkarības un to versijas.

Tālāko migrācijas procesu ir nepieciešams pielāgot katra klienta individuālajai TIA sistēmas implementācijai, taču visā procesā kopumā ir saskatāmas vairākas kopējas daļas – esošās sistēmas analīze, Oracle Weblogic Server migrācija, Oracle Database migrācija un integrāciju migrācija.

7.1. Sistēmas analīzes vadlīnijas

Uzsākot migrēšanas procesu, ir nepieciešams apskatīt un izpētīt esošo TIA sistēmas implementāciju, lai noskaidrotu, kāda TIA sistēmas versija šobrīd tiek izmantota, kā arī lai noskaidrotu attiecīgajā implementācijā izmantoto Oracle produktu versijas un specifisko konfigurāciju.

Lielāko daļu no TIA sistēmas versiju identificējošo informāciju ir iespējams iegūt no tās datubāzes konfigurācijas, izpētes procesu sākot ar TIA sistēmas konfigurācijas tabulu vērtību izpēti, kuru ir iespējams ērti veikt izmantojot Oracle SQL developer vai Allround Automations PL/SQL developer izstrādātāju rīkus. Šīs tabulas specifiska izpēte ļaus noskaidrot:

- TIA pamata sistēmas versiju un darbības nodrošināšanā izmantoto serveru operētājsistēmas veidu (Windows vai Linux).
- Datubāzes servera failsistēmas koplietošanas daļas atrašanās vietu, tādējādi parādot pakešu darbu rezultātu un kopumā sistēmā izmantoto vai ģenerēto failu atrašanās vietu. Šī atrašanās vieta pēc konfigurācijas parametriem tiks identificēta no vairākām atrašanās vietām, lai atainotu darbību ar koplietošanas failiem no lietotnes un datubāzes puses.
- Klienta specifiskajā sistēmā izmantoto integrāciju skaitu, gala punktu atrašanās vietu un nepieciešamo papildus konfigurāciju. Klasiskas implementācijas gadījumā integrāciju gala punkti norādīs uz Oracle Weblogic Server domēna adresi un

attiecīgās integrāciju lietotnes darbībā izmantoto pieslēgvietu. Gadījumos, kad attiecīgās integrācijas gala punkts norāda uz avotu, kurš nav Oracle Weblogic Server, tas strādās kā identifikātors uz tiešu savienojumu ar ārēju avotu vai ārējas integrācijas platformas izmantošanu attiecīgajā TIA implementācijā. Šo tiešo savienojumu izmantošanas gadījumā ir nepieciešams papildus pētīt datubāzes piekļuves kontroles sarakstu, lai noskaidrotu, no kuras sistēmas daļas šis savienojums tiek inicializēts.

Ārpus iepriekš minētās konfigurācijas tabulas ir nepieciešams noskaidrot specifiskās Oracle datubāzes konfigurācijas parametrus un metrikas:

- Datubāzes versija un drošības labojumu versija, tādējādi kombinācijā ar TIA versijas noskaidrošanu, ļaus identificēt vai šī implementācijas daļa ir veikta pēc TIA autoru rekomendācijām vai klients no tām ir atkāpies.
- Datubāzes direktoriji un to atrašanās vietas identificējot failsistēmas atrašanās vietas, kuras būs nepieciešams atkārtoti izveidot vai kopēt.
- Tabulu nodalījumiem un ar tiem saistīto datu failu atrašanās vieta, šādā veidā identificējot, vai esošā datubāze ir konfigurēta, izmantojot konteineru datubāzes konfigurāciju un Oracle ASM vai atšķirīgi. Papildus šiem konfigurācijas parametriem, šīs datubāzes konfigurācijas daļas analīze ļaus noskaidrot datubāzes instances kopējo izmēru un sadalījumu, kas būs īpaši nozīmīgs pie infrastruktūras un migrācijas veida izvēles.
- Datubāzē izmantoto rakstzīmju kopu, lai spētu nodrošināt datu migrāciju bez negaidītiem datu zudumiem.
- Izmantoto datuma un laika formātu, konfigurācijā norādīto valsti un nacionalitāti, tādējādi noskaidrojot nepieciešamos parametrus, lai samazinātu iespējamību uz sistēmas darbības atšķirībām pēc migrācijas procesa.
- Datubāzes piekļuves kontroles saraksts, ar kura palīdzību ir iespējams noskaidrot, ar kuriem gala punktiem datubāze komunicē tiešā veidā. Klasiskas implementācijas gadījumā šajā sarakstā būs tikai norāde uz Oracle Weblogic Server adresi, taču gadījumos, kad ir izmantota ārēja integrācijas platforma, šī izpētes daļa to spēs attainot.
- Gadījumos, kad attiecīgajā datubāzes serverī ir uzstādīta diagnostikas pakotne, ir ieteicams savākt arī statistiku par izmantoto resursu apmēru ilgākā laika posmā, šī

analīzes daļa, ja to ir iespējams veikt, var ilgt vismaz nedēļu vai ilgāk, taču tās sniegtie rezultāti ļaus precīzi redzēt sistēmai pieejamo resursu pielietojumu, tādējādi atvieglojot infrastruktūras un licencēšanas variantu izvēli.

Pēc padziļinātas attiecīgajā TIA sistēmā izmantotās Oracle datubāzes izpētes, ir nepieciešams šo izpēti turpināt Oracle Weblogic Server pusē neatkarīgi no izmantotā lietotāju saskarnes veida. Šī izpētes daļa ir salīdzinoši vienkāršāka gadījumos, kad klienta sistēma neizmanto īpaši lielu integrāciju apjomu. Nepieciešamos Oracle Weblogic Server konfigurācijas parametrus ir iespējams iegūt no tā administrācijas konsoles un Enterprise Manager lietotnēm.

No Oracle Weblogic Server administrācijas konsoles ir nepieciešams iegūt attiecīgus sistēmas parametrus:

- Domēnu skaitu un atrašanās vietu, lai noskaidrotu vai servera kontroles lietotņu uzstādīšana ir veikta uz tā paša vai cita servera. Klasiskas implementācijas gadījumā pastāv liela varbūtība, ka visas lietotnes ir uzstādītas uz viena servera, taču gadījumos, kad TIA sistēmu ikdienā izmanto īpaši liels lietotāju skaits, ir iespējami vairāki domēna mezgli uz vairākiem serveriem. Šādos gadījumos īpašu uzmanību ir jāpievērš mezglu pārvaldnieka konfigurācijai.
- TIA lietotnei izmantotā domēna starta parametri, ar kuru palīdzību ir iespējams noskaidrot domēnam piešķirto resursu apjomu un citus kritiskus sistēmas parametrus.
- SSL konfigurācija, lai noskaidrotu izmantoto integrāciju darbībai nepieciešamo atslēgu atrašanās vietu un izmantotās pieslēgvietas.
- Oracle Weblogic Server versiju un uzstādītās papildus pakotnes, ļaujot identificēt, vai attiecīgā implementācija ievēro TIA autoru rekomendācijas un kāda lietotāju saskarne tiek izmantota. Oracle ADF lietotāju saskarnes izmantošanas gadījumā uz servera būs papildus uzstādīta Oracle Application Development Framework pakotne, bet Oracle Forms gadījumā uz servera būs uzstādīta Oracle Forms and Reports papildus pakotne. Šo pakotņu specifiskā versija ļaus papildus precizēt TIA pamata sistēmas versiju, ja tas jau nav izdarīts iepriekš, vai identificēt atkāpes no pamata sistēmas izstrādātāju rekomendācijām.

No Oracle Weblogic Enterprise Manager ir iespējams iegūt visus identificējošos parametrus lietotāju saskarnes lietotnei un tās veidam, kā arī integrāciju skaitu, konfigurāciju un gala punktus. Standarta implementācijas gadījumā TIA lietotnes konfigurācija saturēs aktīvo un maksimālo

datubāzes pieslēgumu skaitu, komunikācijā izmantoto datubāzes lietotāju un lietotnei specifisko krātuves veidu. Krātuves veidi, kuri spēj nodrošināt TIA sistēmas darbību būtu failsistēma vai datubāze, kur attiecīgi lietotnes paplašinājumi tiek glabāti uz attiecīgā domēna servera failsistēmas vai noteiktā datubāzes shēmā. Integrāciju analīzes rezultātā ir nepieciešams noteikt katras integrācijas gala punktu un izmantoto pieslēgvietu. Gadījumos, kad attiecīgā klienta TIA sistēma primāri izmanto ārēju integrācijas platformu, ļoti iespējams, ka visi integrāciju gala punkti norādīs uz vienu adresi.

Pēdējais esošās sistēmas analīzes posms migrācijas plāna definēšanai ir serveru infrastruktūras analīze, kuras galvenais mērķis ir noskaidrot esošās infrastruktūras apjomu, pielietojumu, noslodzi un resursietilpību. Papildus šiem standartizētajiem parametriem ir nepieciešams noskaidrot izmantotās operētājsistēmas un tīkla konfigurāciju. Tīkla konfigurācijas specifika ļaus noskaidrot atvērtās pieslēgvietas, tādējādi precizējot papildus prasības integrāciju darbības nodrošināšanai. Ārpus šiem parametriem ir kritiski noskaidrot, vai TIA sistēmas darbības nodrošināšanai izmantotā serveru infrastruktūra tiek dalīta ar citām sistēmām, tādējādi izvairoties no kļūdaina resursietilpības novērtējuma.

7.2. Oracle Cloud infrastruktūras izveides vadlīnijas

Ņemot vērā klienta specifiskās TIA sistēmas implementācijas analīzes rezultātus, ir iespējams definēt nepieciešamos infrastruktūras resursus, taču papildus tam, ir nepieciešams precizēt vai esošā infrastruktūra un tās jauda spēj apmierināt klienta biznesa prasības. Papildus šiem jautājumiem ir nepieciešams arī definēt vēlamo Oracle produktu licencēšanas veidu un esošo licenšu pieejamību.

Gadījumos, kad specifiskā TIA sistēma izmanto Oracle produktus, kuru atbalsta periods ir beidzies vai tie netiek atbalstīti Oracle Cloud platformā, ir nepieciešams veikt analīzi, kura noskaidrotu, vai citas produktu versijas spēs nodrošināt TIA sistēmas darbību. Standarta situācijās datubāzes servera versijas maiņa būtiski neietekmēs TIA sistēmas darbību, taču būtiska versijas maiņa var nespēt nodrošināt Oracle ADF lietotāju saskarnes darbību gadījumos, kad Oracle ADF izmantotā Java JDK versija nesakrīt ar Oracle datubāzes serverī izmantoto.

Gadījumos, kad vienīgais variants ir izmantot esošās Oracle produktu versijas, kuras vairs netiek atbalstītas no Oracle puses, Oracle Cloud pieejamo pakalpojumu klāsts būs ierobežots tikai uz virtuālajām mašīnām, tādējādi saglabājot esošo licencēšanas procesu. Taču gadījumos, kad

esošās versijas joprojām tiek atbalstītas no Oracle puses, pastāv liela varbūtība, ka nepieciešamo produktu klāsts būs pieejams platforma kā serviss modelī, tādējādi būtiski samazinot nepieciešamo uzstādīšanas laiku.

Iespējamie varianti Oracle Weblogic Server darbības nodrošināšanai:

- Virtuālās mašīnas – gadījumos, kad specifiskā implementācija izmanto Oracle Forms lietotāju saskarni vai vecāku Oracle ADF lietotāju saskarnes versiju, kā arī gadījumos kad darbības nodrošināšana nav iespējama izmantojot pieejamos infrastruktūras šablonus.
- Oracle Weblogic Server šabloni – optimāls variants TIA darbībai nepieciešamo Oracle Weblogic Server uzstādīšanai gadījumos, kad tiek izmantota jaunāka Oracle ADF saskarne un ir nepieciešama serveru konfigurācija ar vairākiem domēna serveriem.

Iespējamais pakalpojumu klāsts Oracle datubāzes darbības nodrošināšanai:

- Virtuālās mašīnas – gadījumos, kad nepieciešamā Oracle datubāzes nav pieejama platforma kā serviss pakalpojuma modelī, vai specifiskā implementācija nespēs nodrošināt darbību konteineru datubāzes konfigurācijā.
- Datubāzes kā serviss – gadījumos, kad nepieciešamā Oracle datubāzes versija tiek atbalstīta šāda modeļa ietvarā un klienta specifiskā implementācija spēj nodrošināt vai klients ir iespējams to pielāgot darbībai konteineru datubāzes konfigurācijā.
- Oracle Exadata – gadījumos, kad klientam nepieciešamo infrastruktūras resursu prasības pārsniedz datubāzes kā serviss pakalpojumu klāstā piedāvāto apmēru un šāds risinājums spētu nodrošināt labāko finansējuma pielietojumu.

Pēc mērķa Oracle produktu versiju izvēles ir vēlams turpināt mērķa arhitektūras izstrādes procesu kopā ar klientu, definējot:

- Tīkla arhitektūru un segmentāciju – definējot loģiskos pieejamības un drošības ierobežojumus un definējot veidu, kā klients plāno piekļūt Oracle Cloud infrastruktūrai.
    - Gadījumos, kad ir nepieciešams nodrošināt piekļuvi TIA sistēmai no publiskā tīkla ir ieteicams izmantot specifiski definētu virtuālo mašīnu autentifikācijas funkcionalitātes nodrošināšanai. Ņemot vērā to, ka TIA apdrošināšanas

sistēma strādā ar sensitīviem datiem, tad autentifikācijas virtuālai mašīnai ir vēlams īpaši pievērst uzmanību ienākošo savienojumu drošībai un izvēlēties drošu autentifikācijas metodi, pretējā gadījumā šis var kļūt par visas infrastruktūras vājāko drošības punktu.

  - Gadījumos, kad ir nepieciešams īpaši ātrs savienojums tīkla savienojums starp Oracle Cloud un esošo infrastruktūru, ir jārēķinās ar būtisku gaidīšanas laiku uz šī savienojuma izveidi.

- Iesaistīto virtuālo mašīnu skaitu, jaudu un sadalījumu pēc funkcionalitātes, tādējādi atvieglojot detalizētu Oracle Cloud virtuālā tīkla sadalījumu un nepieciešamo Oracle produktu licenšu veidu un skaitu.
- Lietotāju piekļuves kontroles mehānismu un mērķa grupu sadalījumu, tādējādi definējot ārējo partneru piekļuvi TIA sistēmām vai to daļām, kā arī ierobežojot sistēmas lietotāju piekļuvi tikai uz tiem infrastruktūras resursiem, kur attiecīgajam lietotājam ir nepieciešami.
- Vēlamo budžeta uzskaišu segmentāciju atkarībā no klienta definētiem faktoriem.
- Rezerves kopiju un katastrofas atkopšanās vides vēlamo atrašanās vietu un pieļaujamo sistēmas dīkstāves apmēru. Laba prakse uz katastrofas atkopšanās vides izveidi būtu to novietot atšķirīgā Oracle Cloud reģionā, taču ir jārēķinās, ka konstantais sinhronizācijas process būs saistīts ar būtiskām papildus izmaksām.

Laba prakse TIA sistēmas infrastruktūras plānošanas procesa laikā būtu Oracle Weblogic Server un Oracle Database nodalīt atsevišķos slēgtos apakštīklos, lai būtu iespējams ērtāk un ātrāk nodrošināt specifisku piekļuvi katrai no serveru grupām, kā arī specifiski izolēt datubāzes servera piekļuvi ārējiem resursiem.

Arhitektūras izstrādes procesa laikā ir ieteicams izstrādāt Terraform kodu, ar kuru palīdzību tiks ieviesta infrastruktūras kā kods pieeja un uzstādīti vēlamie resursi. Šādas prakses gadījumā ir iespējams kontrolēt kopējo arhitektūru un nodrošināt to, ka visas izveidotās vides tiks bāzētas uz identisku vai specifiski kontrolētu konfigurāciju, tādējādi izvairoties no tālākiem migrācijas projekta riskiem. Papildus uzstādot infrastruktūru, izmantojot Terraform kodu, ir iespējams laicīgi atvērt nepieciešamos pieslēgumus uz ārējiem avotiem, tādējādi atvieglojot integrāciju testēšanas procesu.

7.3. Oracle Weblogic Server migrācijas vadlīnijas

Pēc kopējās mērķa arhitektūras izveides un infrastruktūras resursu uzstādīšanas TIA darbības nodrošināšanai Oracle Cloud platformā ir nepieciešams uzstādīt attiecīgo Oracle Weblogic Server versiju un uz tās uzstādīt TIA lietotni.

Kopējais migrācijas process TIA sistēmas lietotāju saskarnes darbības nodrošināšanai ir serveru pārinstalēšana, tādēļ ka katra TIA lietotnes versija satur pilnīgi visu attiecīgo lietotni un tās integrācijas. Šī iemesla dēļ TIA darbības nodrošināšanai ir nepieciešams uzstādīt identiski konfigurētus Oracle Weblogic Server ar atbilstošajām papildus pakotnēm.

Gadījumos, kad infrastruktūras uzstādīšanai tika izmantoti Oracle sniegtie šabloni, ir nepieciešams veikt attiecīgo serveru pārkonfigurēšanu, izmantojot sākumā veiktās implementācijas analīzē iegūto konfigurāciju. Pretējā gadījumā ir nepieciešams veikt pilnu Oracle Weblogic Server uzstādīšanu, izmantojot identiskas produktu versijas un drošības atjauninājumus.

Pilnas manuālas instalācijas gadījumā ir nepieciešams sagatavot:

- Oracle Weblogic Server atbilstošās versijas instalācijas failus,
- Oracle Forms and Reports un/vai Oracle Application Development Framework papildus pakotnes ar vēlamajām versijām,
- Esošajā infrastruktūrā izmantoto Java JDK versiju, lai garantētu identisku servera darbību gadījumos, kad specifisku implementācijas risinājumu dēļ citas versijas netiek atbalstītas. Standarta gadījumā šī būs izmantotās Java JDK versija ar pēdējo pieejamo drošības atjauninājumu.
- Esošās sistēmas analīzes procesā iegūto Oracle Weblogic Server konfigurāciju
- Esošās TIA sistēmas pēdējās piegādes pakotnes lietotnes un integrāciju daļas

Manuālas instalācijas uzstādīšanas process tiek izpildīts noteiktā secībā:

1. Virtuālo mašīnu sagatavošana – Oracle Weblogic Server atkarību uzstādīšana, izmantojot Oracle pakotnes, papildus uzstādot Java JDK ar mērķa versiju.
2. Oracle Weblogic Server administratīvās daļas un enterprise manager uzstādīšana uz pirmās virtuālās mašīnas, šī soļa laikā izmantojot sākotnējās analīzes rezultātā iegūto servera konfigurāciju.

3. Oracle Weblogic Server domēna uzstādīšana un mezglu pārvaldnieka konfigurācija, šī soļa laikā izmantojot esošā domēna analīzes laikā iegūto konfigurāciju, to pielāgojot gadījumos, kad pieejamo resursu apmērs vai sadalījums ir mainījies.
4. Nepieciešamo papildus pakotņu uzstādīšana uz mērķa Oracle Weblogic domēna servera izmantojot konfigurācijas parametrus, kuri tika iegūti sākotnējās analīzes laikā.
5. TIA lietotnes darbības nodrošināšanai nepieciešamās krātuves konfigurēšana izmantojot esošās analīzes rezultātā iegūto konfigurāciju. Gadījumos, kad tika izmantota datubāzes krātuve, šajā posmā ir jābūt pieejamai mērķa datubāzes instancei.
6. TIA lietotnes uzstādīšana uz mērķa domēna servera izmantojot pēdējās piegādes lietotnes versiju, jo katras piegādes laikā tiek piegādāta pilnvērtīga lietotne.
7. TIA integrāciju uzstādīšana uz mērķa domēna servera izmantojot pēdējās piegādes versiju, taču pēc uzstādīšanas pārkonfigurējot integrāciju gala punktus atbilstoši jaunajai infrastruktūras tīkla konfigurācijai.
8. Oracle Weblogic domēna servera uzsākšana un TIA lietotnes pieejamības pārbaude, pēc datubāzes servera migrācijas un konfigurācijas veikšanas.

Ņemot vērā to, ka šajā migrācijas procesā ir izmantota pilna servera pārinstalēšana šo procesu ir iespējams automatizēt gadījumos, kad tiek izmantoti Oracle Weblogic Server šabloni Oracle Cloud platformā. Automatizāciju ir iespējams veikt, izstrādājot attiecīgā klienta konfigurācijai specifisku kodu un Weblogic Scripting Tool sniegtās iespējas, taču šādas automatizācijas izstrāde ir laikietilpīgs process un nereti nespēs sniegt vēlamo laika un budžeta ietaupījumu gadījumos, ja nav jāsagatavo īpaši liels skaits ar šādiem serveriem vai jaunas TIA vides tiek veidotas reti.

7.4. Oracle Database migrācijas vadlīnijas

Paralēli Oracle Weblogic Server sagatavošanas procesam ir iespējams veikt datubāzes servera migrācijas procesu. Šī procesa vadlīnijas ir atkarīgas no tā, kāds Oracle Cloud pakalpojumu modelis ir izvēlēts. Taču tas maina tikai pašas Oracle datubāzes uzstādīšanas procesu. Visos pieejamajos pakalpojumu modeļos ir nepieciešams izveidot datubāzes instances, kuru konfigurācija atbilst esošās sistēmas analīzes procesa laikā iegūtajai konfigurācijai.

- Virtuālo mašīnu gadījumā ir nepieciešams veikt pilnu datubāzes servera sagatavošanu, izmantojot vēlamās produktu versijas un konfigurāciju, kura tika iegūta esošās sistēmas analīzes procesā.
- Datubāzes kā serviss gadījumā ir iespējams izveidot datubāzes instances, izmantojot Oracle Cloud portālu, aizpildot vēlamos konfigurācijas parametrus un izveidojot nepieciešamo skaitu ar tukšām atvienojamām datubāzes instancēm. Šī pakalpojuma izmantošanas gadījumā ir iespējama tikai konteineru datubāzes konfigurācija. Šāda pakalpojuma izmantošanas gadījumā tiek automātiski izmantoti Oracle automātiskie krātuves pārvaldības rīki, datu failu un informācijas pārsūtīšanas kriptēšana un tiek izveidots standarta rezerves kopiju un atkopšanas process.
- Oracle Exadata gadījumā līdzīgi kā izmantojot datubāze kā serviss pakalpojumu ir iespējams visu nepieciešamo pamata datubāzes konfigurāciju izveidot, izmantojot Oracle Cloud portālu.

Datubāzes migrācijas procesu, neatkarīgi no izvēlētā Oracle Cloud pakalpojumu modeļa, ir iespējams realizēt vairākos veidos, kura izvēle ir cieši saistīta ar klienta specifiku, pieejamajiem rīkiem un datubāzes izmēru. Visos migrācijas scenārijos ir jāņem vērā, ka TIA sistēmas specifika paredz noteiktas izmaiņas sistēmas shēmas objektos, kā arī tajā novieto papildus pakotnes, šī iemesla dēļ migrācijas procesa laikā nav pietiekami veikt tikai TIA datubāzes shēmas objektu migrāciju, bet ir vēlama pilna datubāzes instances migrācija vai klonēšana.

Gadījumos, kad ir iespējams esošo klienta infrastruktūras tīklu savienot ar Oracle Cloud tīklu, ir iespējams veikt vienkāršotu migrācijas procesu, izmantojot Oracle RMAN, Oracle Data Guard vai Oracle Active Data Guard rīkus.

- Izmantojot Oracle Data Guard un Active Data Guard, ir iespējams mainīt tā konfigurāciju esošās infrastruktūras pusē un ar tās palīdzību Oracle Cloud datubāzes pusi izveidot kā fizisku rezervers kopiju, tādējādi automātiski to sagatavojot identiski ar esošo datubāzi. Pēc rezerves kopijas sagatavošanas procesa beigām, brīdī kad klients vēlas sākt izmantot Oracle Cloud datubāzi, ir iespējams šo savienojumu starp datubāzēm pārtraukt, tadējādi pabeidzot migrāciju.
- Gadījumos, kad mērķa datubāze izmanto konteinera konfigurāciju un izmantotā datubāzes versija ir sākot ar 12c R1, ir iespējams veikt esošās datubāzes instances migrāciju to pārslēdzot tikai lasīšanas režīmā un Oracle Cloud datubāzes konteineru

instances līmenī izveidojot datubāzes saiti ar esošo datubāzi. Pēc šīs saites izveides ir iespējams Oracle Cloud datubāzē izveidot jaunu atvienojamu datubāzes instanci, kura ir balstīta uz datubāzes saites gala punkta datubāzi. Gadījumā, ja esošā datubāze neizmanto konteineru konfigurāciju, šī procesa laikā papildus notiks konfigurācijas modeļa transformācija.

- Izmantojot Oracle RMAN rīku, gadījumos, kad esošā un mērķa datubāze izmanto konteineru konfigurāciju un šo datubāzes serveru versijas ir identiskas, ir iespējams atvienojamo datubāzes instanci duplicēt un ar visu tās konfigurāciju pārvietot un pieslēgt Oracle Cloud datubāzei, tādējādi veicot pilnu tās migrāciju.

Situācijās, kad esošās infrastruktūras tīkls nav savienojams ar Oracle Cloud vai datubāzes instances izmērs ir relatīvi mazs vai ļoti liels, ir pieejami specifiski migrācijas varianti, izmantojot Oracle Data Pump rīku vai Oracle migrācijas pakalpojumus.

- Izmantojot Oracle Data Pump rīku, ir iespējams veikt pilnu esošās datubāzes eksportu, tādējādi sagatavojot failu, kurš satur visu esošās datubāzes instances tā brīža stāvokli. Vēlāk šo failu ir iespējams pārvietot uz Oracle Cloud mērķa atrašanās vietu, izmantojot procesa veicēja datoru kā starpnieku, taču šāda pieeja ir efektīva tikai salīdzinoši mazu datubāžu gadījumā. Pēc tam, kad fails ir pārvietots uz Oracle Cloud mērķa atrašanās vietu no tā ir iespējams veikt pilnu datubāzes importu, tādējādi pārvietojot visus datus, pakotnes un konfigurāciju. Šāds modelis ir derīgs arī brīžos, kad esošās datubāzes konfigurācija un mērķa sistēmas konfigurācija nesakrīt, piemēram viena no pusēm neizmanto konteineru datubāzes modeli, taču šādā gadījumā pirms datubāzes importa veikšanas ir jāveic plānotas izmaiņas mērķa datubāzes instancē, piemēram, jāizveido nepieciešamie tabulu nodalījumi to jaunajās atrašanās vietās.
- Oracle migrācijas pakalpojumu izmantošanas gadījums ir īpaši specifisks un TIA sistēmām reti izmantots. Šī pakalpojuma ietvarā ir nepieciešams duplicēt visus datubāzes krātuves servera cietos diskus un tos nosūtīt Oracle, pēc disku saņemšanas Oracle veiks datubāzes importu Oracle Cloud mērķa datubāzē un saņemtos diskus nosūtīs atpakaļ. Šada pakalpojuma izmantošana ir izdevīga gadījumos, kad datubāzes sistēma ir īpaši liela un to nav iespējams migrēt, izmantojot savstarpēju savienojumu starp esošo un mērķa sistēmu vēlamajā laikā.

Neatkarīgi no izvēlētās migrācijas metodes, visos gadījumos ir nepieciešams sakārtot jaunās datubāzes instances konfigurāciju atbilstoši jaunajai infrastruktūrai un integrāciju gala punktiem. Lai noskaidrotu specifiskās konfigurācijas daļas, kuras pieprasa pārkonfigurāciju, ir jāizmanto sākotnējās sistēmas analīzes rezultātā iegūtā konfigurācija un arhitektūras izstrādes procesā iegūtās izmaiņas.

Pats migrācijas process, neatkarīgi no izmantotās metodes, ir salīdzinoši vienkāršs un neprasa automatizāciju. Taču gadījumos, kad tiek izmantota manuāla datubāzes servera sagatavošana, šo procesu ir iespējams automatizēt, izmantojot iepriekš sagatavotus un specifiskajam klientam pielāgotus datubāzes servera konfigurācijas failus, tālākajā uzstādīšanas procesā izmantojot instalāciju no šablona. Kā arī ir iespējams sagatavot konfigurācijas skriptus, izmantojot esošās sistēmas analīzes rezultātu un jauno mērķa infrastruktūru un arhitektūru, ar kuru palīdzību instances pārkonfigurēšana pēc datubāzes migrācijas ir paātrināta.

REZULTĀTI UN SECINĀJUMI

Šajā nodaļā autors apkopoja paveiktā darba rezultātus un iegūtos secinājumus.

Mūsdienās joprojām daudzas organizācijas izmanto sistēmas, kuras tika veidotas pirms mākoņpakalpojumu sniedzēju ienākšanas tirgū, taču tas nenozīmē, ka šādas sistēmas izmantošana būtu jāpārtrauc un ieguldītais laiks un resursi jāvelta šādu sistēmu aizstāšanai. Apdrošināšanas sistēma TIA ir viena no šādām sistēmām, kura tika izstrādāta ilgi pirms šādu pakalpojumu pieejamības un popularitātes pieauguma. Autors darba laikā veica TIA sistēmas vispārēju funkcionalitātes un popularitātes pārskatu, padziļināti analizējot šīs sistēmas darbības nodrošināšanai nepieciešamās infrastruktūras prasības un atkarības, secinot, ka šīs joprojām tiek aktīvi izmantota dažādās kompānijās un tehniski tās darbību ir iespējams nodrošināt, izmantojot mākoņpakalpojumu sniedzēju platformu sniegtās iespējas. Šī apdrošināšanas sistēma joprojām tiek izmantota vairākos desmitu kompāniju visā pasaulē un, ņemot vērā tās darbības ilgumu un joprojām aktīvo attīstību, klienti šajā sistēmā ir veikuši ļoti lielas investīcijas. Savukārt mūsdienu tehnoloģijas, apkārtējās sistēmas, klientu cerības un darījumu prasības ir gājušas līdzi laikam, tādēļ nodrošināt pieaugošo un nepieciešamo programmatūras piegādes tempu un samazināt sistēmas darbībai nepieciešamās infrastruktūras uzturēšanas izmaksas paliek arvien sarežģītāk. Rezultātā klientiem pieaug vēlme un nepieciešamība veikt šīs sistēmas migrāciju uz kādu no mākoņpalpojumu sniedzēju platformām, lai atrisinātu eksistējošās problēmas un spētu turpināt biznesa attīstību atbilstoši klientu vēlmēm.

Autors apkopoja Oracle Cloud oficiālos avotus un tā pielietošanas veiksmes stāstus – veica vairāku klientu gadījumu izpēti, sagrupējot nozīmīgākos klientus pēc nozares un apkopojot populārākās atsauksmes, secinot, ka veiksmes stāsti un to skaits pierāda, ka Oracle Cloud tiek veiksmīgi izmantots visā pasaulē dažādās nozarēs ar ļoti plašu izmantoto tehnoloģiju klāstu. Šī mākoņpakalpojumu platformas popularitāte un pielietošana, lai arī relatīvi maza, salīdzinot ar citām platformām, strauji pieaug un tā tiks attīstīta arī turpmāk. Liela daļa no apskatītajiem veiksmes stāstiem jau pirms tam izmantoja uz Oracle produktu bāzes izstrādātus vai Oracle piedāvātus produktus. Ņemot vērā augstāk minēto, kā arī Oracle nodrošināto un piedāvāto atbalstu, arvien vairāk lieli un veiksmīgi uzņēmumi, kā arī valsts organizācijas, izstrādājot vai migrējot lietojumprogrammatūru, izvēlas Oracle Cloud platformu tās konkurētspējīgā tirgus stāvokļa dēļ.

Autors apskatīja arī Microsoft Azure platformu un, apkopojot tās oficiālos avotus un pielietošanas veiksmes stāstus, līdzīgi kā tas tika darīts Oracle Cloud platformai, secināja, ka arī šī

platforma ir ļoti veiksmīga un tiek aktīvi izmantota dažādās nozarēs. Šīs platformas ietvarā pēc pakalpojumu klāsta izpētes ir iespējams nodrošināt TIA sistēmas darbību, taču tās ieviešana būs salīdzinoši sarežģītāka un laikietilpīgāka, kā arī atbalstīs tikai esošas Oracle produktu licences izmantošanu.

Apsverot migrācijas jautājumu ir nepieciešams apsvērt dažādas mākoņpakalpojumu sniedzēju platformas, lai spētu nodrošināt TIA sistēmas darbību un optimālu uzturēšanas procesu. Šī iemesla dēļ autors veica salīdzinošo analīzi starp abām iepriekš apskatītajām platformām. Abas apskatītās platformas spēj nodrošināt TIA sistēmas darbību, taču ne vienādā līmenī. Microsoft Azure platformas popularitāte ir ievērojami lielāka nekā Oracle Cloud platformai, taču apskatītajos veiksmes stāstos bija saskatāma līdzīga tendence, risinājumi tika primāri bāzēti uz Microsoft izstrādāto produktu un rīku bāzes. Izmantojot šo mākoņpakalpojumu platformu, ir iespējams nodrošināt TIA sistēmas darbību, taču tās uzturēšanas prasības paliktu relatīvi tuvu esošās infrastruktūras izmantošanas gadījumā. Šāda situācija ir saistīta ar to, ka TIA sistēma ir bāzēta uz Oracle risinājumiem, kuri, lai arī tiek atbalstīti Microsoft Azure platformā, nepiedāvā vienāda līmeņa pakalpojumu klāstu un automatizācijas apjomu. Autors veicot šo platformu salīdzinājumu secināja, ka specifisku klienta apstākļu vai vēlmju gadījumā ir iespējams izmantot Microsoft Azure platformu, taču vispārīgā gadījumā, kad klients meklē optimālāko pakalpojumu sniedzēju tieši šīs sistēmas darbības nodrošināšanai, Oracle Cloud sniegtais piedāvājums sniedz vairāk iespēju Oracle produktu dinamiskas licencēšanas jautājumos un piedāvātajās produktu versijās.

Pašlaik vairākas kompānijas vēlas veikt TIA sistēmas migrāciju uz Oracle Cloud platformu, tomēr šāda migrācija ir laikietilpīgs un resursietilpīgs process, kurš pieprasa katra klienta sistēmas specifisku izpēti. Tādēļ pieņemot lēmumu saistībā ar šīs sistēmas migrāciju, ir jābūt skaidri definētam pamatojumam un ieguvumiem. Darba gaitā autors aprakstīja migrācijas motivācijas iespējamos iemeslus uz katru no apskatītajām mākoņpakalpojumu sniedzēju platformām un ar stratēģiju saistītos jautājumus.

Autors ir piedalījies un vadījis projektu, kurā veiksmīgi tika paveikta TIA apdrošināšanas sistēmas migrācija no klientam piederošas infrastruktūras uz Oracle Cloud platformu. Izmantojot Oracle Cloud platformu TIA sistēmas darbības nodrošināšanai, tika būtiski samazinātas ar sistēmas darbību saistītās uzturēšanas izmaksas un darbietilpība, kā arī uzlabota kopējā sistēmas veiktspēja, optimāli izmantojot Oracle piedāvātos resursus. Viens no galvenajiem ieguvumiem veicot šādu migrāciju, ir atvieglota jaunas infrastruktūras izveide TIA sistēmas atjaunošanas projekta

vajadzībām, kas nākotnē spēs nodrošināt esošās sistēmas versijas uzturēšanu paralēli atjaunošanas procesam. Šī darba laikā autors veica ieskatu reālā projektā, aprakstot specifiskā migrācijas projekta motivāciju un soļus, kā arī apkopojot izaicinājumus un ieguvumus. Papildus iepriekš minētajam autors piedāvāja vairākus arhitektūru skaidrojošus attēlus un noteiktu būtiskāko izmaiņu skaidrojumu, kā arī svarīgākajos TIA sistēmas migrācijas procesa posmos aprakstot arī sarežģītības līmeņa un darbietilpības laika novērtējumu.

Balstoties uz projekta laikā iegūtās pieredzes un šī darba laikā apkopotās informācijas, autors izveidoja vadlīnijas līdzīgas problēmas risināšanai – TIA apdrošināšanas sistēmas migrācijai uz Oracle Cloud platformu. Autors detalizēti aprakstīja nepieciešamos uzdevumus esošās sistēmas analīzei pirms migrācijas, kā arī identificējot, kādām lietām ir jāpievērš papildus uzmanība. Vēlāk piedāvājot rekomendācijas, to pamatojumu, kā arī labas prakses norādījumus šādas migrācijas veikšanai. Vadlīnijās ietilpst arī automatizācijas iespēju vai pieejamo Oracle Cloud pakalpojumu izklāsts un pamatojums, ar kuru palīdzību ir iespējams nodrošināt lielu daļu no nepieciešamās infrastruktūras, produktu uzstādīšanas un konfigurācijas.

Rezultātā izveidotās vadlīnijas, kurās ir atainots gan nepieciešamais analīzes process, gan iespējamie migrācijas scenāriji, var palīdzēt TIA sistēmas migrācijas projektu īstenošanā, paātrinot un atvieglojot šo procesu, kā arī saīsinot projektam nepieciešamo darbietilpību.

Darba rezultāts pilnīgi atbilst darba sākumā izvirzītajiem mērķiem, kas tika panākts strādājot saskaņā ar definētajiem uzdevumiem.

IZMANTOTĀ LITERATŪRA UN AVOTI

1. "About TIA Technology", Tia, 2021, Pieejams: https://tiatechnology.com/about/
2. "Lets find your solution – Full solution overview", Tia, 2021, Pieejams: https://tiatechnology.com/solutions/
3. "Data regions for Platform and Infrastructure services", Oracle, 2021, Pieejams: https://www.oracle.com/cloud/data-regions.html
4. "National Pharmacies", Oracle, 2020, Pieejams: https://www.oracle.com/customers/infrastructure/national-pharmacies/
5. "Central Bank of Iraq", Oracle, 2020, Pieejams: https://www.oracle.com/customers/cbi-1-exadata/
6. "BAM International", Oracle, 2020, Pieejams: https://www.oracle.com/customers/bam-international-story-1-aconex/
7. "University of Colorado", Oracle, 2020, Pieejams: https://www.oracle.com/customers/university-of-colorado/
8. "Blue Shield of California", Oracle, 2020, Pieejams: https://www.oracle.com/customers/blue-shield-of-california/
9. "Nidec", Oracle, 2020, Pieejams: https://www.oracle.com/customers/nidec/
10. "State of Morelos Government", Oracle, 2020, Pieejams: https://www.oracle.com/customers/gobmorelos-1-obj-cl/
11. "SOHO Media Solutions", Oracle, 2020, Pieejams: https://www.oracle.com/customers/soho/
12. "Zoom", Oracle, 2020, Pieejams: https://www.oracle.com/customers/zoom/
13. "Coca-Cola HBC", Oracle, 2020, Pieejams: https://www.oracle.com/customers/coca-cola-hbc-italia/
14. "7-Eleven", Oracle, 2020, Pieejams: https://www.oracle.com/customers/7-eleven/
15. "JASCI Software", Oracle, 2020, Pieejams: https://www.oracle.com/customers/infrastructure/jasci/
16. "National Grid", Oracle, 2020, Pieejams: https://www.oracle.com/customers/national-grid-eso/
17. "Cloud customer successes", Oracle, 2020, Pieejams: https://www.oracle.com/customers/?product=oracle%20cloud%20infrastructure
18. "Bare Metal and Virtual Machine DB Systems", Oracle, 2021, Pieejams: https://docs.oracle.com/en-us/iaas/Content/Database/Concepts/overview.htm

19. “Transfer Solutions”, Oracle, 2020, Pieejams: https://www.oracle.com/customers/transfer-sol-1-dbs-cl/
20. “System TIA”, Sygnity, 2021, Pieejams: https://www.sygnity.pl/en/offer/banking-finance-and-insurance/competencies-of-transactional-systems-teams/tia-system/
21. “Oracle Lifetime Support Policy for Forms and Reports 12c”, Oracle, 2019, Pieejams: https://blogs.oracle.com/fusionmiddlewaresupport/oracle-lifetime-support-policy-for-forms-and-reports-12c-v3
22. “Oracle Lifetime Support Policy for Oracle Fusion Middleware Guide”, Oracle, 2021, Pieejams: http://www.oracle.com/us/support/library/lifetime-support-middleware-069163.pdf
23. “Oracle Lifetime Support Policy for Oracle Technology Products Guide”, Oracle, http://www.oracle.com/us/support/library/lifetime-support-technology-069183.pdf
24. “Overview of the Compute Service”, Oracle, 2021, Pieejams: https://docs.oracle.com/en-us/iaas/Content/Compute/Concepts/computeoverview.htm
25. Abhinivesh Jain, Niraj Mahajan, *Intruduction to Database as a Service* , Barkeley, Canada: Apress, 2017.
26. “Compute Shapes”, Oracle, 2021, Pieejams: https://docs.oracle.com/en-us/iaas/Content/Compute/References/computeshapes.htm#Compute_Shapes
27. “Overview of Block Volume”, Oracle, 2021, Pieejams: https://docs.oracle.com/en-us/iaas/Content/Block/Concepts/overview.htm
28. “Exadata Cloud Service”, Oracle, 2021, Pieejams: https://docs.oracle.com/en-us/iaas/Content/Database/Concepts/exaoverview.htm
29. “About the Components of Oracle WebLogic Server for Oracle Cloud Infrastructure”, Oracle, 2020, Pieejams: https://docs.oracle.com/en/cloud/paas/weblogic-cloud/user/components-oracle-weblogic-cloud.html
30. “DevOps Tools and Plug-ins”, Oracle, 2021, Pieejams: https://docs.oracle.com/en-us/iaas/Content/API/Concepts/devopstools_topic-DevOps_Tools_and_Plugins.htm
31. “VPN Connect Overview”, Oracle, 2021, Pieejams: https://docs.oracle.com/en-us/iaas/Content/Network/Tasks/overviewIPsec.htm
32. “FastConnect Overview”, Oracle, 2021, Pieejams: https://docs.oracle.com/en-us/iaas/Content/Network/Concepts/fastconnectoverview.htm#FastConnect_Overview

33. “Networking Overview”, Oracle, 2021, Pieejams: https://docs.oracle.com/en-us/iaas/Content/Network/Concepts/overview.htm
34. Tom Laszewski, Prakash Nauduri, *Migrating to the Cloud: Oracle Client/Server Modernization*, Syngress, 2012.
35. Adrian Png, Luc Demanche, *Getting Started with Oracle Cloud Free Tier*, Barkley, Canada: Apress, 2020.
36. “Azure geographies”, Microsoft, 2021, Pieejams: https://azure.microsoft.com/en-us/global-infrastructure/geographies/#overview
37. “Digital health provider creates a scalabe unification platform for healthcare and life science with Azure-based technology”, Microsoft, 2021, Pieejams: https://customers.microsoft.com/en-us/story/852362-rx-health-health-provider-azure
38. “Bank of New Zealand moves staff-assisted apps to the cloud, to better server customers”, Microsoft, 2020, Pieejams: https://customers.microsoft.com/en-us/story/858906-bnz-banking-and-capital-markets-azure-en-new-zealand
39. “Hybrid learning gets high grades as University of South Florida turns its vision into reality with Microsoft Teams”, Microsoft, 2020, Pieejams: https://customers.microsoft.com/en-us/story/854101-usf-higher-education-hybrid-teams
40. “Insurance provider Zurich North America migrates from legacy BI tools to standardize on Power BI”, Microsoft, 2020, Pieejams: https://customers.microsoft.com/en-us/story/854431-zurich-insurance-azure-power-bi
41. “Volvo Group improves employee experience with Microsoft 365, drives loyalty and attracts talent”, Microsoft, 2020, Pieejams: https://customers.microsoft.com/en-us/story/807000-volvo-group-case-study-human-resources-automotive-m365
42. “Azerbaijani Ministry of Education unlocks the power of data-driven education”, Microsoft, 2021, Pieejams: https://customers.microsoft.com/en-us/story/862925-ministry-of-education-of-the-republic-of-azerbaijan-government-azure-en-azerbaijan
43. “ImagineBC secures and monetizes its data with RAKE Digital and blockchain”, Microsoft, 2020, Pieejams: https://customers.microsoft.com/en-us/story/860551-imaginebc-rakedigital-azure
44. “Vodafone transforms its customer care strategy with digital assistant built on Azure Cognitive Services“, Microsoft, 2020, Pieejams: https://customers.microsoft.com/en-us/story/838350-vodafone-telecom-azure-cognitive-services

45. “Nestlé invests in advanced technologies, including Power BI, to foster a data-driven culture and empower employees to make smart business decisions”, Microsoft, 2020, Pieejams: https://customers.microsoft.com/en-us/story/857107-nestle-consumer-goods-azure-power-bi
46. “L’Oréal is revolutionizing work with Dynamics 365 Remote Assist on HoloLens 2”, Microsoft, 2021, Pieejams: https://customers.microsoft.com/en-us/story/853016-loreal-retailers-dynamics-365-hololens
47. “Siemens Gamesa learns how a classic manufacturer becomes a digital player, with guidance from Microsoft”, Microsoft, 2021, Pieejams: https://customers.microsoft.com/en-us/story/821207-siemens-gamesa-renewable-energy-mcs-story
48. “Supporting company growth in an economic crisis with cloud services”, Microsoft, 2021, Pieejams: https://customers.microsoft.com/en-us/story/862550-inspiro-other-azure-en-ph
49. “Virtual Machine series”, Microsoft, 2021, Pieejams: https://azure.microsoft.com/en-us/pricing/details/virtual-machines/series/
50. “Azure networking services overview”, Microsoft, 2021, Pieejams: https://docs.microsoft.com/en-us/azure/networking/networking-overview
51. “What is Azure ExpressRoute”, Microsoft, 2021, Pieejams: https://docs.microsoft.com/en-us/azure/expressroute/expressroute-introduction
52. “What is VPN gateway?”, Microsoft, 2021, Pieejams: https://docs.microsoft.com/en-us/azure/vpn-gateway/vpn-gateway-about-vpngateways?toc=/azure/networking/toc.json
53. “Amazon Leads $100 Billion Cloud Market”, Statista, 2020, Pieejams: https://www.statista.com/chart/18819/worldwide-market-share-of-leading-cloud-infrastructure-service-providers/
54. “Azure developer documentation”, Microsoft, 2021, Pieejams: https://docs.microsoft.com/en-us/azure/developer/

Maģistra darbs „Mākoņpakalpojumu sniedzēju salīdzinājums “TIA” apdrošināšanas sistēmai” izstrādāts LU Datorikas fakultātē.

Darba teksta galīgā versija izgatavota 24.05.2021.

Ar savu parakstu apliecinu, ka pētījums veikts patstāvīgi, izmantoti tikai tajā norādītie informācijas avoti un iesniegtā darba elektroniskā kopija atbilst izdrukai.

Autors: _____

(Autora paraksts un datums)

Ar savu parakstu apliecinu, ka esmu lasījis augstāk minēto maģistra darbu un atzīstu to par **p i e m ē r o t u / n e p i e m ē r o t u** (nevajadzīgo svītrot) aizstāvēšanai Latvijas Universitātes datorzinātņu maģistrantūrā.

Darba vadītājs: _____

(Vadītāja paraksts un datums)

Darbs iesniegts **maģistratūras sekretariātā** _____

(Iesniegšanas datums)

Ar šo es apliecinu, ka darba elektroniskā versija ir augšupielādēta LU informatīvajā sistēmā.

Studiju metodiķe: _____.

(Metodiķes paraksts)

Recenzents: Dr. dat. Artis Mednis

(Akad.amats, zin.grāds, vārds, uzvārds)

Darbs aizstāvēts maģistra gala pārbaudījuma komisijas sēdē

_____ prot. Nr. _____

(Darba aizstāvēšanas datums)

Komisijas sekretārs: _____

(Sekretāra paraksts)