

VR-pilotin raportti

Kirjoittaja

Elina Männikkö

Johdanto

Lapin 5G kiihdyttämö -hankkeen VR-pilotin ideana oli striimata tietokoneelta VR-laseille tietokoneella pyörivää VR-sovellusta 5G-verkon yli. Pilotissa testattiin kahdella eri pelimoottorilla toteutettua VR-ympäristöä eri tietokoneilla ja nettiyhteyksillä. Testilaseina käytettiin Oculus Quest 1 ja Oculus Quest 2 VR-laseja. Testilaseiksi valittiin sellaiset VR-lasit, joille testattavaa sovellusta ei voitu suoraan asentaa, sillä sovellus oli niin raskas pyörittää kyseisillä laseilla.

VR-lasit yhdistettiin langattomasti tietokoneeseen hyödyntäen Oculus VR-laseissa olevaa Air Link toimintoa. Air Link mahdollistaa langattoman yhteyden tietokoneen ja VR-lasien välillä, vaatimuksena on, että laitteet ovat samassa verkossa. Vastaavanlaisia sovelluksia on muitakin, muun muassa Virtual Desktop, mutta tässä pilotissa testattiin vain Air Link toimintoa, joka on ilmainen ja löytyy Oculus Quest laseista valmiiksi.

Unity 3D projektin testaus

Testiympäristö

Ensimmäinen testattava sovellus oli Unity 3D -pelimoottorilla toteutettu ”Metsänkävijä” VR-sovellus (kuva 1). Sovelluksessa oli neljä eri näkymää: päävalikko, metsämaisema, järvimaisema ja sienien kerääminen. Päävalikosta valitaan, mitä ympäristöä halutaan katsoa. Päävalikossa ollaan pallon sisällä ja ympärillä näkyy 360-kuva. Muut sovelluksen maisemat ovat rakennettu 3D-malleista.

Päävalikosta voi valita muun muassa kesäisen metsämaiseman, jossa tarkastellaan ympärillä olevaa metsää ja seurataan eläinten liikkeitä. Metsämaisemaa katsellaan VR-laseilla, ja se ei sisällä mitään toiminnallista tekemistä. Toinen tarkasteltava ympäristö on rauhallinen järvimaisema, jossa voi ihastella järveä ja sen ympärillä olevaa metsää. Tätkin ympäristöä katsellaan VR-laseilla, eikä se sisällä toiminnallista tekemistä.

Sienien keräämisympäristössä kerätään aikaa vastaan mahdollisimman paljon sieniä. Tässä ympäristössä liikutaan aika paljon, sillä sienet ovat maan rajassa ja niitä pitää kerätä vieressä olevaan ämpäriin. Kerääminen tapahtuu VR-lasien ohjainten avulla.



Kuva 1. Näkymä Metsänkävijä-sovelluksesta

Tietokone

Dell pöytäkone

Testaus tehtiin vain valokuituyhteydellä, sillä konetta ei saatu yhdistymään 5G-verkkoon. Testin pääpainona oli saada langaton yhteys toimimaan tietokoneen ja Oculus VR-lasien välille Oculus Air Linkin avulla.

Nettiyhteys

Valokuitu 1000M

Oculus Quest 1

Pelin päävalikon laatu pysyi koko ajan samanlaatuisena ja se toimi ongelmitta. Metsäympäristö näytti yllättävän kirkkaalta ja eläinten liikkeet sulavilta, eikä viivettä ainakaan isosti esiintynyt. Testin aikana ääni päätkäisi hetkeksi, jolloin saattoi tapahtua pieni viive. Järvimaiseman grafiikat olivat terävät ja äänet eivät pätkineet testin aikana.

Sienien keräämisympäristön toimivuus epäilytti hieman, sillä siinä tehdään nopeita liikkeitä. Ympäristö toimi kuitenkin moitteettomasti, eikä viivettä juuri esiintynyt. Peliä pystyi pelaamaan ongelmitta, ja liikkeet olivat aika sulavat.

Toisella testikerralla esiintyi pientä viivettä kaikissa ympäristöissä, mutta peliä pystyi kuitenkin hyvin pelaamaan. Viiveeseen saattoi vaikuttaa hetkellinen kova kuormitus ja WiFi-reitittimen sijainti, sillä se sijaitsi toisessa huoneessa.

Oculus Quest 2

Samaa ympäristöä testattiin myös Oculus Quest 2 -laseilla. Sovellus käynnistyi normaalisti, ja päävalikko näytti aluksi todella terävältä, mutta päätä kääntäessä ja liikkuessa alkoi näkymään viivettä.

Metsäympäristö ja järvimaisema näkyivät kirkkaina, mutta liikkuessa kuvan laatu hieman huononi ja näkyi sumeita kohtia. Sienien keräämisessä tapahtui selvää nykimistä, joka haittasi käyttökokemusta.

Äkkinäiset liikkeet aiheuttivat hieman nykimistä, mutta hitailla liikkeillä ympäristö tuntui toimivan normaalisti.

Toisella testikerralla lasit toimivat lähes täydellisesti. Viivettä ei esiintynyt kuin kerran. Grafiikat olivat terävät ja hyvälaatuiset, kuva ei ollut ollenkaan sumea.

Kolmannella kerralla kaikki toimi hienosti. Tällöin testattiin 5 GHz taajuudella. 2,4 GHz taajuudella yhteys pätki kauheasti. Sienipeliä ei voinut juuri pelata, sillä viivettä oli niin paljon. Lisäksi grafiikka oli selvästi huonompaa.

Tietokone

Acer pöytätietokone

Nettiyhteys

Valokuitu 1000M

Oculus Quest 1

Sovellusta testattiin langattomalla valokuituyhteydellä 5 GHz taajuudella. Yhteys vaikutti toimivan yhtä hyvin kuin Dell pöytäkoneella. Myös sovelluksen grafiikat näyttivät yhtä teräviltä.

Metsäympäristö näytti ja kuulosti hyvältä. Hyvin pientä viivettä oli välillä havaittavissa, mutta se ei haitannut käyttökokemusta. Järvimaisemassa oli sama juttu. Sienien keräys toimi myös hyvin, viivettä ei esiintynyt ja poimiminen toimi hyvin. Päättä liikuteltaessa ei näkynyt mitään poikkeavaa esimerkiksi mustaa reunusta tai vääristymiä.

Oculus Quest 2

Ensimmäisen testin aikana sovellusta ei ollut mahdollista testata. Air Link yhteyden yhdistymisen jälkeen VR-lasit hidastuivat ja lasien reunoihin ilmestyi sahalaitaa. Tällöin tietokone oli langattomassa yhteydessä reitittimeen, joka sijaitsi toisessa huoneessa kuin tietokone.

Toisella testikerralla tietokone vietiin samaan huoneeseen kuin missä reititin sijaitsi. Yhteys onnistui tietokoneen ja VR-lasien välillä, mutta Air Linkin käynnistyttyä ilmestyi X-kirjaimen muotoinen vääristymä keskelle lasien ruutua. VR-lasit käynnistettiin uudelleen ja vääristymä ilmestyi edelleen. Sovellusta pystyi kuitenkin testaamaan vääristymästä huolimatta. Ympäristö näytti normaalilta, mutta pientä viivettä ilmeni vähän väliä. Suurimmat viiveet näkyivät sienien keräämisympäristössä, tällöin myös ohjainten liike hidastui.

Kolmannella kerralla tietokone yhdistettiin johdolla reitittimeen. Myös tällöin ilmestyi sama vääristymä laseihin. Seuraavaksi siirryttiin testaamaan Oculusin asetuksien muuttamista. Oculus tietokonesovelluksen mukana asentuu Oculus Debug Tool niminen työkalu, jolla pystyy muuttamaan eri parametrejä, jotka vaikuttavat muun muassa suorituskykyyn (OculusDebugTool).

Parametrien muuttamisen jälkeen sovellus alkoi toimimaan erittäin hyvin, eikä vääristymää enää ilmennyt. Sovellus pyöri ilman viiveitä ja grafiikka oli todella terävää ja hyvännäköistä.

Tietokone

Acer pöytätietokone

Nettiyhteys

5G 300M

Oculus Quest 1

Acerin pöytäkoneella oli mahdollista testata 5G-yhteyttä. 2,4 GHz taajuudella yhteys pätki saman tien Oculus Air Linkin käynnistyttyä. Viivettä oli hyvin paljon ja VR-laseja kehysti musta reunus. Sovellus kuitenkin käynnistyi, mutta sitä oli haastavaa käyttää suuren viiveen takia. Ohjaimet liikkuvat hyvin hitaasti ja käyttöliittymän nappien valitseminen oli todella haastavaa. Metsäympäristö näytti sumeammalta verrattuna valokuituyhteyteen ja viivettä oli myös enemmän.

5 GHz taajuutta testatessa sovellus tuntui toimivan yhtä hyvin kuin valokuituyhteydellä. Sovellus käynnistyi ongelmitta, ja viivettä ei tuntunut olevan. Päävalikko näytti terävältä ja valinnat toimivat hyvin. Ympäristöt toimivat hyvin muutamaa pientä viivettä lukuun ottamatta. Testin aikana 5G-liittymä siirrettiin toiseen huoneeseen ja tämä vaikutti heti yhteyden laatuun. Grafiikka muuttui sumeaksi ja viivettä esiintyi yhtä paljon kuin 2,4 GHz taajuudella. Lopulta yhteys katkesi kokonaan tietokoneen ja VR-lasien väliltä.

Oculus Quest 2

Testi aloitettiin 2,4 GHz taajuudella. Sovelluksen käynnistyttyä se tuntui toimivan hyvin, mutta pian lasit jumittuivat ja lasien ympärille ilmestyi musta kehys. Viivettä oli niin paljon, että se aiheutti pahan olon. Myös muissa ympäristöissä tapahtui samaa. Ensin ympäristö näytti toimivan hyvin, mutta pian liikkeet hidastuivat. Sovellusta ei pystynyt testaamaan kauan aikaa.

VR-lasit täytyi käynnistää uudelleen ja liittää Air Linkin avulla tietokoneeseen. Yhdistämisen jälkeen VR-lasien Air Link -valikossa ilmestyi sahalaitaa, ja Metsänkävijä-sovelluksen käynnistyminen tuntui haastavalta. Testi piti keskeyttää.

Seuraavan testin aikana tehtiin OculusDebugTool työkaluun muutoksia. Tämän jälkeen ei enää ilmestynyt vääristymiä ja sovellusta pystyi testaamaan kunnolla. Sovelluksen grafiikat olivat selvästi sumeammat kuin valokuituyhteydellä ja viivettä myös näkyi. Sovellus kuitenkin toimi normaalisti, eikä muita ongelmia tullut vastaan. 5 GHz vaihtaessa grafiikan laatu selvästi parani ja viivettä ei tapahtunut.

25.8.2023

Tietokone

Dell kannettava tietokone

Nettiyhteys

Valokuitu 1000M

Oculus Quest 1

Oculus Air Link käynnistyi ongelmitta ja yhteys toimi moitteettomasti, yhtä hyvin kuin pöytäkoneillakin. Sovellus näytti yhtä terävältä kuin muillakin tietokoneilla. Grafiikkaa pysyi ehjänä ja hyvännäköisenä eikä ääni pätkinyt. Sienien keräys toimi myös moitteettomasti.

Toisella testikerralla oli ongelmia Oculus Air Linkin kanssa. Jo ennen Metsänkävijä-sovelluksen käynnistämistä viivettä oli kauheasti, sekä musta kehys reunusti näkymää koko ajan. Tämä kuitenkin korjaantui lasien uudelleenkäynnistyksellä. Testihetkellä tietokone oli langattomassa yhteydessä reitittimeen ja reititin sijaitsi toisessa huoneessa. Viive saattoi johtua siitä.

Oculus Quest 2

Metsänkävijän päävalikko näytti hyvältä, mutta päätä kääntäessä näkyi viivettä. Viive ei kuitenkaan häirinnyt sovelluksen käyttöä. Ohjaimet ja käyttöliittymän napit toimivat normaalisti. Metsämaiseman grafiikat näyttivät hyvältä ja äänet kuuluivat selvästi. Välillä tapahtui pientä nykimistä ja kuva saattoi jäättyä hetkeksi, tällöin myös ääni pätki.

Järvimaisema näytti kivalta, mutta siinä tapahtui viivettä huomattavasti enemmän. Kuva seurasi välillä hieman jäljessä, jolloin ruudussa näkyi vääristymiä. Tämä tapahtui erityisesti päätä kääntäessä.

Sienien keräystä ei ollut ollenkaan mieleistä käyttää. Sieniä pystyi keräämään, mutta liikkeet tulivat hyvin jäljessä ja kuva jähmettyi välillä.

Seuraavalla testikerralla viiveen määrä väheni, mutta grafiikat olivat selvästi aiempaa kertaa sumeammat. Viivettä esiintyi välillä, mutta ympäristöä pystyi testaamaan. Sieniä oli mahdollista kerätä, mutta välillä yhteys katkesi pidemmäksi aikaa. Oculus Debug Tool työkalun parametreillä ei ollut vaikutusta grafiikan laatuun eikä viiveeseen.

Tietokone

Dell kannettava tietokone

Nettiyhteys

5G 300M

Oculus Quest 1

Sovellusta testattiin ensin 2,4 GHz taajuudella. Viivettä oli yllättävän vähän verrattuna pöytäkoneiden testeihin. Grafiikka oli selvästi sumeampi kuin valokuituyhteyttä testatessa. Viivettä oli jonkin verran, suurimmat viiveet tapahtuivat sienien keräyksessä poimimisliikkeen aikana. Toisella testikerralla sovellus jähmettyi ja laseissa näkyi musta reunus. Pian pätkiminen väheni ja sovellus toimi hieman paremmin.

5 GHz taajuudella sovelluksen grafiikat olivat huomattavasti terävämät kuin 2,4 GHz taajuudella. Yhteys toimi todella hyvin, eikä viivettä esiintynyt. Ympäristöt näyttivät toimivan moitteettomasti.

Oculus Quest 2

Metsänkävijä-sovellusta ei pystynyt käyttämään kauan aikaa 2,4 GHz taajuudella, sillä viivettä esiintyi koko ajan. Päävalikko jumittui useasti, mutta nappien painanta kuitenkin toimi. Metsämaiseman lataamisessa kesti normaalia pidempään ja ohjaimista lähtevät säteet näkyivät liikutteltaessa siksak-kuvioisena. Ympäristön käynnistyttyä viivettä tapahtui vähän väliä ja kuva jäi välillä jumiin. Sama kävi myös järvimaisemassa.

Sienien keräämistä ei pystynyt kunnolla testaamaan, sillä viivettä oli niin paljon ja liikkeet olivat hitaat. Testin aikana toinen ohjain ja VR-lasien kuva pysähtyivät pitkäksi aikaa ja tällöin ei voinut tehdä mitään.

Seuraavaksi testattiin 5 GHz taajuutta ja silloin käyttökokemus oli ihan erilainen. Myös Oculusin Debug Tool käynnistettiin testin ajaksi. Testin aikana sovellus toimi hyvin ja viivettä ei ollut havaittavissa. Eläimet liikkuvat sujuvasti ja äänet kuuluivat normaalisti. Sienien kerääminenkin toimi moitteettomasti.

Unreal Engine 5 projektin testaus

Testiympäristö

Toinen testattava sovellus oli opiskelijan opinnäytetyö, joka oli toteutettu Unreal 5 -pelimoottorilla. Sovelluksessa on sama idea kuin Metsänkävijässä, ihastellaan metsämaisemaa ja kuunnellaan metsän ääniä. Sovellus ei sisällä toiminnallista tekemistä, pelkkä katsominen riittää. Testauksessa käytettiin samoja VR-laseja, kuin Unity 3D -ympäristön testauksessa. Myös testikoneet pysyivät samoina.



Kuva 2. Näkymä opinnäytetyönä tehdystä VR-sovelluksesta.

Tietokone	Dell pöytäkone
Nettiyhteys	Valokuitu 1000M
Oculus Quest 1	Oletuksena oli, että projekti olisi liian raskas pyörimään langattomasti Oculus Quest 1 VR-laseilla. Mutta heti käynnistytshetkestä asti VR-sovellus pyöri yllättävän sulavasti. Ympäristön laadussa ei näyttänyt olevan vikaa ja viivettä esiintyi yllättävän vähän. Päätä kääntäessä ei ollut havaittavissa mustia reunoja tai muita vääristymiä.
Oculus Quest 2	<p>Sovelluksen testaus aloitettiin 5 GHz taajuudella. Sovellus käynnistyi heti ongelmitta. Pientä viivettä oli havaittavissa, mutta se ei haitannut käyttöä. Grafiikka näytti terävältä ja äänet kuuluivat normaalisti. Oikein nopealla päänkääntämisellä näkyi lasien laidassa raitoja, hitailla liikkeillä vääristymiä ei ilmennyt.</p> <p>2,4 GHz taajuutta testatessa näkyi selvästi enemmän viivettä kuin 5 GHz taajuudessa, ääni pätki ja kuva nyki. Lisäksi sovelluksen sammutuksen jälkeen myös Air Linkin päävalikko oli jumissa.</p>
Tietokone	Acer pöytä tietokone
Nettiyhteys	Valokuitu 1000M (langaton yhteys)
Oculus Quest 1	<p>Sovellus käynnistyi ongelmitta, mutta sovellus toimi hitaasti. Yhteys pätki hetken aikaa, tällöin ääni katosi ja kuva jumittui. Liikkuessa esiintyi selvää viivettä, ja päätä kääntäessä VR-lasien reunoihin ilmestyi hieman sahalaitaa. Sovellusta pystyi kuitenkin testaamaan, vaikka yhteys hieman pätki. Ympärillä oleva maisema näytti kuitenkin kirkkaalta ja terävältä.</p> <p>Toisella testikerralla sovellus toimi moitteettomasti. Viivettä ei ollut ollenkaan havaittavissa ja grafiikat näyttivät teräviltä. Tällöin taajuus oli 5 GHz ja reititin sijaitsi ihan koneen vieressä.</p>
Oculus Quest 2	<p>Ensimmäisen testin aikana tietokone oli yhdistetty langattomasti reitittimeen ja reititin sijaitsi toisessa huoneessa. Testin aikana sovellukseen ilmestyi samanlainen sahalaita ja musta reunus, kuin Quest 1 VR-laseilla. Sovellus jumittui niin pahasti, että testi täytyi keskeyttää.</p> <p>Toisen testin aikana tietokone siirrettiin samaan huoneeseen kuin missä reititin sijaitsi. Air Linkin käynnistymisen jälkeen näytöllä alkoi välkkymään vääristymä ja se näkyi myös sovelluksen käytön aikana. Sovelluksessa näkyi myös pientä viivettä. Viiveestä huolimatta äänet toimivat normaalista ja maisema näytti terävältä.</p>

Oculus Debug Tool työkalun asetusten ansiosta vääristymä katosi ja sovellus toimi ilman isompia viiveitä. VR-lasien ympärillä ilmestyi välillä pieni musta kehys, joka näkyi varsinkin päätä kääntäessä.

Tietokone

Acer pöytätietokone

Nettiyhteys

5G 300M

Oculus Quest 1

Testaus aloitettiin 2,4 GHz taajuudella. Testisovellus käynnistyi heti ja grafiikat näyttivät hienoilta. Käyttökokemus ei ollut mieluinen, sillä viivettä esiintyi aika paljon. Päätä kääntäessä reunoilla näkyi selvä musta kehys ja kuva laahasi hieman perässä. Varsinkin nopeissa liikkeissä viiveen huomasi selvästi. Välillä kuva ja ääni pysähtyivät hetkeksi. Sovellus kuitenkin sammui myös ongelmitta ja laseja ei tarvinnut käynnistää uudelleen.

5 GHz taajuudella grafiikat pysyivät samoina, mutta viiveen määrä väheni. Nopeissa liikkeissä näkyi sama kuvan laahaaminen ja musta kehys kuin 2,4 GHz taajuudella. Oculus Debug Tool työkalun asetukset eivät poistaneet mustaa kehystä ja kuvan laahaamista. Todennäköisesti nämä ongelmat johtuivat itse tietokoneesta.

Oculus Quest 2

Ennen Oculus Debug Tool työkalun asetusten muuttamista sovellukseen ilmestyi samanlainen vääristymä kuin aiemminkin. Vääristymä vilkkui koko ajan ja se häiritsi testaamista. Taustalla oleva maisema näytti kuitenkin terävältä eikä viivettä ollut juuri havaittavissa. Äänet toimivat myös normaalisti. Asetusten vaihdon jälkeen vääristymä katosi.

2,4 GHz taajuudella esiintyi kauheasti viivettä ja myös äänet katosivat hetkeksi. Grafiikka pysyi kuitenkin terävänä viiveestä huolimatta. 5 GHz taajuudella viive väheni huomattavasti, muttei kokonaan. VR-lasien ympärille ilmestyi samanlainen musta reunus kuin Oculus Quest 1 VR-laseja testatessa.

Tietokone

Dell kannettava tietokone

Nettiyhteys

Valokuitu 1000M

Oculus Quest 1

VR-laseilla näkyi selvää viivettä koko testin ajan. Sovellusta testattiin sekä langattomalla että langallisella yhteydellä, eikä eroa esiintynyt. Kaukana olevat perhoset lensivät todella hitaasti ja puiden oksien heiluminen oli myös hidasta. Ääni kuului ensiksi hyvin, mutta kun sovellus alkoi pahasti jumimaan, myös ääni lakkasi kuulumasta. Päätä kääntäessä kuva tuli hitaasti perässä. Sovellusta pystyi kuitenkin testaamaan viiveestä huolimatta.

VR-lasit täytyi käynnistää testauksen aikana uudestaan, sillä sovellus hidastui huomattavasti, eikä sitä voinut käyttää. Uudelleenkäynnistyksen jälkeen laseja pystyi käyttämään normaalisti ja viiveen määrä väheni.

Oculus Quest 2 Sovelluksen käynnistymisen aikana VR-lasien ja tietokoneen välinen yhteys meni poikki. Tämä johtui todennäköisesti läppärin akun tilasta.

Toisella testikerralla sovellus käynnistyi ongelmitta. Grafiikat näyttivät hienoilta ja äänet kuuluivat normaalisti. Viivettä oli kuitenkin havaittavissa ja päätä kääntäessä VR-lasien laidoilla näkyi viivoja sekä musta reunus, kuva tuli selvästi jäljessä. Oculusin Debug Tool työkalun asetuksien muutoksella ei ollut vaikutusta.

Tietokone **Dell kannettava tietokone**

Nettiyhteys **5G 300M**

Oculus Quest 1 Myös 5G-yhteyttä testatessa ilmestyi VR-lasien reunoihin viivoja ja musta kehys. Nämä eivät estäneet sovelluksen testaamista. 5 GHz taajuudella grafiikat näyttivät teräviltä, mutta viivettä oli havaittavissa. 2,4 GHz taajuudella oli myös viivettä.

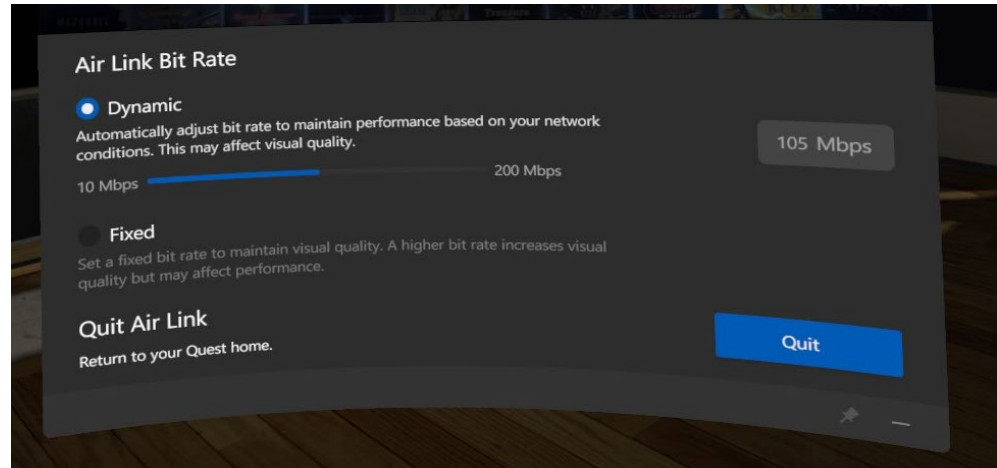
Oculus Quest 2 2,4 GHz taajuudella sovellus toimi hitaasti heti käynnistys hetkestä saakka. Maisema näytti nätiltä, mutta VR-laseissa näkyi sama musta kehys, ja viivettä oli todella paljon. Liikkeet tulivat hieman jäljessä ja kuva jähmettyi välillä kokonaan. VR-laseja ei pystynyt testaamaan kauan aikaa, sillä lasit aiheuttivat huonoa oloa ja ympäristöä oli haastavaa käyttää.

Seuraavaksi testattiin 5 GHz taajuudella ja muutetuilla Oculus Debug Tool asetuksilla. Tällöin sovellus toimi oikein hyvin ja grafiikka näytti terävältä. Päätä kääntäessä näkyi samanlainen musta reuna kuin aiemmillä testikerroilla.

Pohdinta Langaton striimaus onnistui sekä valokuidulla, että 5G-yhteydellä. Taajuuksia testatessa usein 2,4 GHz taajuudella esiintyi huomattavasti enemmän viivettä kuin 5 GHz taajuudella, ja grafiikassakin oli eroja näiden välillä. Meta suosittelee 5 GHz:n yhteyden käyttämistä parhaan kokemuksen saamiseksi (Meta Air Link).

Reitittimen sijainnilla oli selvä vaikutus yhteyden laatuun. Reititintä siirtäessä tai sen ollessa toisessa huoneessa näkyi heti viiveenä ja joskus jopa grafiikoiden laadun huonontumisena.

Air Linkin siirtonopeutta on mahdollista muuttaa Air Link -valikon asetuksista (kuva 3). Tässä pilotissa siirtonopeus pidettiin samana, se oli n. 100 Mbps. Tätä asetusta muuttamalla voisi testata millaisia vaikutuksia sillä olisi. Lisäksi voisi testata dynaamisen ja kiinteän siirtonopeuden eroja.



Kuva 3. Air Link -valikko

Oculus Air Link yhteys toimi molemmilla VR-laseilla, eikä eroja niiden toimivuuden välillä ollut juuri havaittavissa. Molemmilla laseilla tapahtui viivettä sekä ilmestyi vääristymiä, ja useimmat vääristymät saatiin korjattu Oculus Debug Tool työkalun parametrimuutosten avulla (kuva 4).

Service	
Pixels Per Display Pixel Override	0
Force Mipmap Generation On All Layers	On
Offset Mipmap Bias On All Layers	0
+ FOV-Tangent Multiplier	0; 0
Use FOV Stencil	Auto
Bypass Proximity Sensor Check	Off
Adaptive GPU Performance Scale	Default
(PC) Asynchronous Spacewarp	Auto
Frame Drop Indicator	Disabled
Debug HMD Type	Disabled
Pose Injection	Disabled
Oculus Link	
Distortion Curvature	Low
Video Codec	Default
Sliced Encoding	Default
Encode Resolution Width	0
Encode Dynamic Bitrate	Default
Dynamic Bitrate Max	0
Encode Bitrate (Mbps)	0
Dynamic Bitrate Offset (Mbps)	0
Link Sharpening	Normal
Mobile ASW	Disabled
<input type="checkbox"/> Link Drop Frames	Disabled
Frames to drop per period	0
Frame drop period	0
Local Dimming	Enabled

Kuva 4. Oculus Debug Tool -työkalun parametrit

Linkkejä

Virtual Desktop <https://www.vrdesktop.net/>

Oculus Debug Tool <https://developer.oculus.com/documentation/native/pc/dg-debug-tool/>

Meta Air Link <https://www.meta.com/fi-fi/help/quest/articles/headsets-and-accessories/oculus-link/connect-with-air-link/>