



Wi-Fi Advisory & Design Services • Wi-Fi Education • Wi-Fi Diagnostics & Optimization

**Porovnání vlivu hustoty klientů a výkonu při přenosu videa
přístupových bodů 802.11ac střední třídy**

Devin K. Akin, CEO

Devin@DivDyn.com

Stručné shrnutí

Tento dokument přináší podrobné informace týkající se výkonu midrange 802.11ac wave 2 přístupových bodů různých dodavatelů v prostředí s vysokou hustotou klientů, v němž primární typ datového provozu představuje přenos videa. Dříve prováděné testy se obvykle zaměřovaly na agregovanou datovou propustnost za použití přenosu souborů jakožto prostředku k vytvoření zátěže pro přístupové body. Poslední zveřejněný test hraniční zátěže (stress test) s použitím videa byl podle všeho publikován v roce 2013.

V této sérii zkoušek jsme zvolili video jakožto primární datovou zátěž z toho prostého důvodu, že video představuje největší část objemu datového provozu mnohých z dnešních sítí.

Podle nejnovějšího Cisco Visual Networking Index¹:

- Celosvětový IP video provoz se mezi roky 2016 a 2021 ztrojnásobí, se složenou roční mírou růstu (CAGR) 26 %. Internetový video provoz vzroste mezi roky 2016 a 2021 čtyřikrát, se složenou roční mírou růstu (CAGR) 31 %.
- IP provoz v business segmentu vzroste mezi roky 2016 a 2021 se složenou roční mírou růstu (CAGR) 21 %. Nárůst v užívání pokročilých video komunikací v podnikovém segmentu způsobí zvýšení business IP provozu na trojnásobnou hodnotu mezi roky 2016 a 2021.

Podle poslední zprávy Ericsson Mobility Report²:

- Je předvídáno, že mobilní datový video provoz bude vzrůstat o 50 % ročně a v roce 2022 bude představovat téměř tři čtvrtiny veškerého mobilního datového provozu
- V druhé polovině roku 2016 se podíl mobilního datového video provozu na tabletech přiblížil hodnotě 60 %

Kromě vysoké spotřeby šířky pásma se video odlišuje od většiny dalších datových aplikací (např. email, přenos souborů, prohlížení webu) svým vlivem na kvalitu uživatelské zkušenosti. Zatímco několik vteřin navíc při stahování přílohy emailu uživatel nezaznamená, zaseknutí videa zpozoruje hned. Pravděpodobnost nízké kvality uživatelské zkušenosti stoupá v prostředí s vysokou hustotou klientů, které je v této sérii testů definováno počtem šedesáti klientů.

Tento soubor testů je navržen tak, aby přístupové body byly zatíženy použitím kombinace datového video provozu a vysoké hustoty klientů, což je zcela běžným jevem v dnešním prostředí sítí WLAN. Technický team společnosti Ruckus zajistil testovací prostředí včetně testovacího zařízení a provedl všechna měření popsaná v tomto dokumentu. Autor byl svědkem průběhu testů, ověřil veškeré testovací vybavení, software, konfigurace a výsledky. Nastavení fyzických přístupových bodů a klientů bylo “real-world” a v souladu s doporučenými parametry. V takto ověřené konfiguraci byli všichni dodavatelé postaveni na stejnou startovní linii.

¹ Cisco Visual Networking Index: Global Mobile Data Traffic Forecast Update, 2016–2021 White Paper

² Ericsson Mobility Report, June 2017

O autorovi

Devin Akin je spoluzakladatelem CWNP, globálního standardu certifikací a školení nezávislých na dodavateli. Devin (CWNE #1) má více než 20 let zkušeností v IT s nejméně 15 lety výhradně v oblasti bezdrátových sítí WLAN.

Je zakladatelem a generálním ředitelem společnosti Divergent Dynamics, integrátora Wi-Fi systémů a školicí organizace, která se specializuje na inovativní řešení návrhu, validace a výkonu Wi-Fi.

Co představuje tento test?

Tato zpráva popisuje sérii testů navržených k měření výkonu přístupového bodu zatíženého datovým přenosem videa. Byly vybrány midrange přístupové body 802.11ac Wave 2 3x3:3, které jsou odpovídající pro skutečné nasazení. V případech, kdy model AP 3x3:3 nebyl k dispozici od dodavatele, použili jsme další vyšší model.

Byly vybrány Chromebooky s 2x2:2 802.11ac rádií jednak pro jejich dostupnost a dále pro jejich schopnost reprezentovat širokou škálu nižší až střední kategorie bezdrátových zařízení, která se běžné vyskytují v prostředí WLAN sítí. Chromebooky jsou také ve značné míře používány ve školství, což činí tuto sérii testů obzvláště důležitou pro toto prostředí.

Dále byly použity počítače Mac Mini od Applu, které v průběhu testování přenosu videa obstarávaly zatěžování sítě jiným datovým provozem, než je video.

Proč je takové testování důležité?

Datový přenos tvořený videem představuje většinu datového provozu a mnohem významněji ovlivňuje kvalitu uživatelské zkušenosti než většina ostatních typů datového provozu v případě kolísavého výkonu sítě. Schopnost sítě WLAN zajistit kvalitu služeb pro přenos videa je proto základním požadavkem pro organizace všech druhů.

Robustní mechanismus kvality služeb (QoS) je základem spolehlivého a konzistentního doručování aplikací. Takové řízení QoS je zásadní pro každou organizaci, od firem až po vzdělání a kterékoliv odvětví trhu. Kvalita služeb je rovněž rozhodující v souvislosti s přívalem zařízení Internetu věcí (IoT). Mnoho zařízení IoT komunikuje přes BACnet, což je protokol UDP a vyvstává tak potřeba na výkonnostní cíle podobné těm, které vyžadují video a hlasová zařízení citlivá na čas a zpoždění.

Testovací prostředí

Testy byly prováděny ve dvou sousedních učebnách na střední škole v Union City v Kalifornii. Skutečnost, že toto místo bylo prázdné a mělo čisté RF prostředí, byla rozhodující pro výběr této lokality.

Každé WLAN zařízení bylo nainstalováno a konfigurováno pomocí jediného SSID pro přenos videa a dat. Každý testovaný přístupový bod byl umístěn v jedné místnosti na opačných stranách příčky oddělující jednu místnost od druhé.

Testované přístupové body

V našich testech jsme použili následující hardware a firmware.

Vendor	AP/Controller	Software Version	MIMO Type
Ruckus	R610 with SZ100	3.5.0.0.832	3x3:3 11ac
Aruba	AP-305 with 7205	6.5.1.2	3x3:3 11ac
Aerohive	AP250	HiveOS 8.0r1 build-161337	3x3:3 11ac
Meraki	MR42	Cloud	3x3:3 11ac
Cisco	1850i with 5508	8.3.102.0	4x4:4 11ac

Obr.1: Testované modely AP

Metodika testování

Konfigurace WLAN

Všechny testy probíhaly v pásmu 5 GHz, což je nejlepší doporučená praxe pro prostředí s vysokou hustotou. Všichni klienti byli připojeni k síti WLAN prostřednictvím jednoho SSID zabezpečeného pomocí PSK a kanálu o šířce 40 MHz. Přestože 802.11ac podporuje vyšší přenosové rychlosti při použití kanálů širokých 80 MHz, takto velké šířky kanálů se nedoporučují pro použití v prostředí s vysokou hustotou z důvodů soupeření mezi kanály a špatnému opětovnému využití kanálu.

Abychom zabránili tomu, že přístupové body budou provádět změny kanálu v průběhu testu, nastavili jsme ručně každý AP na kanál 149+. Provedli jsme rozmítání spektra (sweep), abychom zajistili, že tento kanál nepoužívají žádná jiná zařízení.

Vzhledem k tomu, že jeden z přístupových bodů (Aerohive AP250) podporuje konfiguraci, při které je druhé rádio nastaveno na 5 GHz (duální režim 5 GHz), byl AP250 testován dvakrát: jednou s povolením jediného 5 GHz rádia a podruhé se zapnutými dvěma rádii 5 GHz. V souladu s doporučením výrobce bylo první a druhé rádio odděleno pásmem 80 MHz. První rádio bylo nakonfigurováno pro použití kanálu 40 a druhé pro kanál 149.

Konfigurace ethernetového prepínače

Pro kabelovou infrastrukturu byl použit prepínač Ruckus ICX 7150. Všechna zařízení byla připojena k portům gigabitového Ethernetu prostřednictvím VLAN na 2. vrstvě.

Konfigurace videa

Bylo použito šest media serverů Microsoft Windows, které dodávaly 1.6 Mbps TCP unicast video streamů každému Chromebooku. Aby se zabránilo ukládání do vyrovnávací paměti, video bylo spuštěno v prohlížeči Chrome v režimu "inkognito". Video nebylo smyčkované a pro každý test bylo restartováno. Veškerý datový přenos videa byl na drátovém switchi označen pomocí DSCP 40.

Nejprve na všech klientech probíhalo sledování počtu zaseknutí videa po dobu jedné minuty a pak bylo zahájeno datové zatížení. Vzhledem k tomu, že zasekávání videa může být pouze krátkodobé, byla pro definování zaseknutí použita konzervativní metoda. Aby bylo video považováno za zaseknuté, musí nastat jeden ze dvou případů: video se buď nespustilo, nebo je v pozastaveném stavu na konci každé testovací fáze.

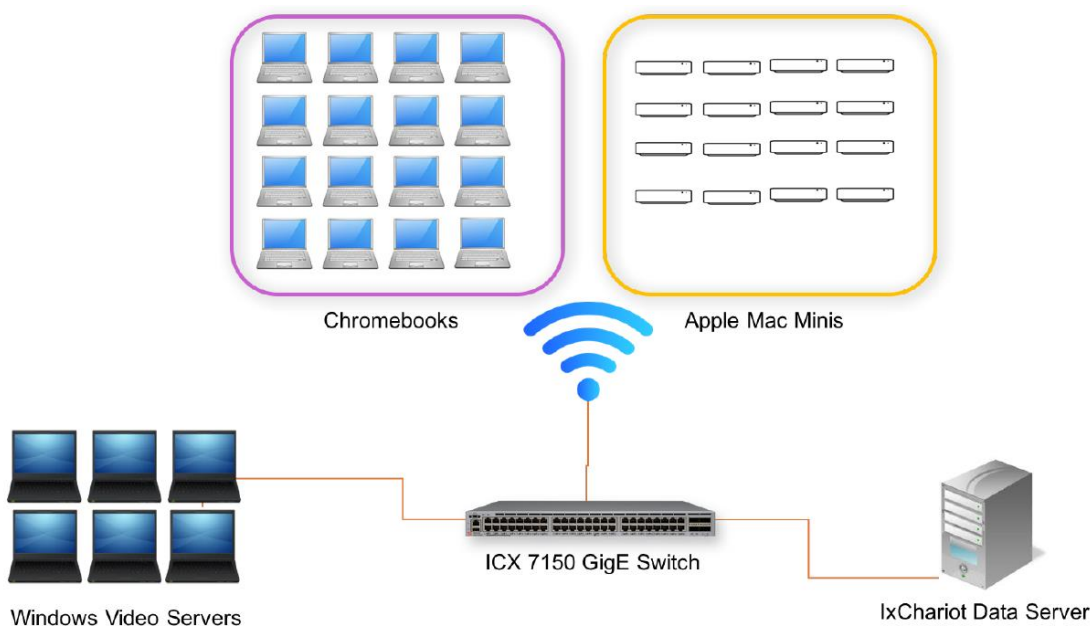
Když byli spuštěni video klienti, do WLAN byl na dobu jedné minuty přidán datový provoz jiného typu, než je video a to konfigurováním klientů Mac Mini jako koncových bodů Ixia Chariot 7.3 EA (vždy jeden pár). Bylo zavedeno dostatečné zatížení sítě, které spustilo soupeření o dostupnou šířku pásma mezi různými druhy přenosů (video a data). Aby bylo umožněno přesné řízení a konzistentní zatížení, zvolili jsme datový provoz ve formě UDP.

V případě, že se video nezačalo ihned přehrávat, bylo dvakrát provedeno jeho obnovení. Pokud se ani potom nespustilo, pak bylo považováno za zaseknuté a odepsáno ze skupiny klientů podporujících video přenos bez zatížení sítě. Stejně jsme postupovali u zaseknutí videa klienta při zatížení sítě (v případě, že bylo video stále zamrzlé).

Po uplynutí jedné minuty přenášení datové zátěže byl znovu sečten počet zamrzlých video klientů za použití stejných kritérií. Výsledná agregovaná propustnost datových klientů (počítačů Mac Mini) byla vyhodnocena pomocí Chariot³.

Klienti

Mezi použité klienty patřilo šedesát Chromebooků 2x2:2 a třicet počítačů Mac Mini. Počet klientů a jejich mix se lišil ve dvou níže popsanych testech.



Obr 2: Topologie testovacího prostředí

³Chariot byl standardní skript pro testování výkonu s vypnutým UDP_RFC768, což je v souladu s doporučením pro testování propustnosti UDP podle Ixia

Test 1: Třicet video klientů a třicet datových klientů

Záměr testu

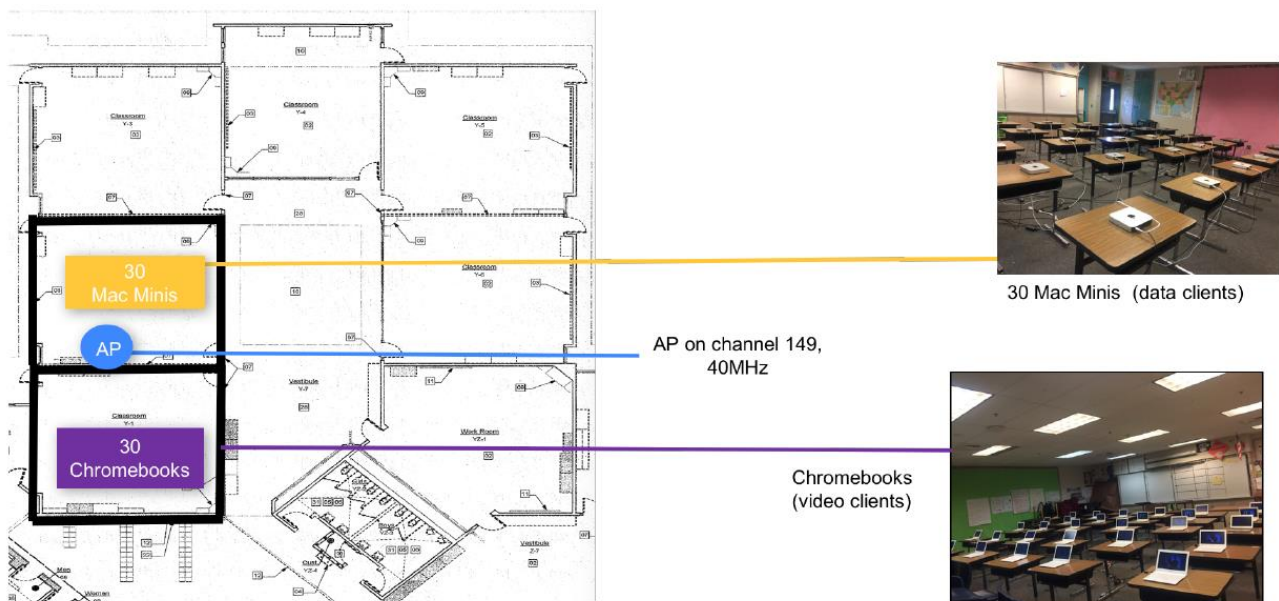
Cílem testu je určení dopadu přidání 30-ti datových klientů (přenášejících data jiného druhu než video) v sousední místnosti na kvalitu videa 30-ti klientů zastoupených Chromebooky v první místnosti a to měřením počtu souběžných videí podporovaných přístupovým bodem před a po zavedení datové zátěže.

Popis

Video streamy byly ručně spuštěny na třiceti Chromeboocích. Jednu minutu poté, co byla všechna videa zahájena, byl spuštěn datový přenos do třiceti klientů Mac Mini v sousední místnosti. Byl zaznamenán počet klientů s nezaseknutým videem a také agregovaná datová propustnost spojená s klienty pouze pro data. V každém testu byl také zaznamenán počet dříve zamrzlých videí, která se znovu spustila po ukončení datového zatížení sítě. Každý test byl proveden třikrát.

Kritéria úspěšnosti

Přístupový bod musí před a během datové zátěže sítě úspěšně dodávat video bez zasekávání všem 30-ti video klientům a současně přenášet data klientům sloužícím pouze pro datový provoz. V případech, kdy dojde k zaseknutí videa při zatížení sítě se předpokládá, že se video rozběhne po ukončení datové zátěže. Tímto způsobem se ukazuje konzistentní výkon před, během a po zatížení sítě. Pro agregovanou datovou propustnost nebyly nastaveny žádné absolutní hodnoty kritéria úspěšnosti.



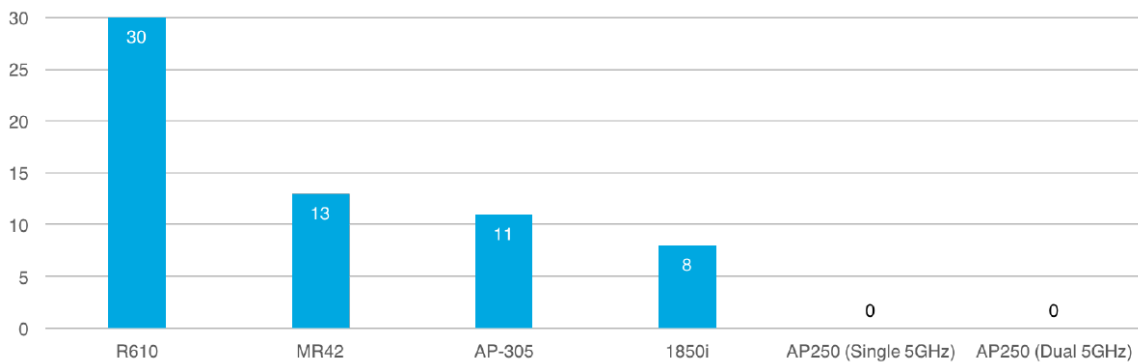
Obr 3: Současné streamování videa na 30 klientech Chromebook a stahování dat na 30 klientech Apple Mac Mini

Výsledky

Všechny testované přístupové body byly schopny úspěšně obsloužit 30 klientů streamujících video, když síť nebyla pod zatížením a přístupový bod dodával pouze video provoz. Při aplikaci datové zátěže většina přístupových bodů nezvládla podporovat všechny video streamy. Jak je znázorněno níže (obrázek 4), počet video připojení bez zaseknutí videa se pohyboval od 30 klientů (nejlepší) po nulu (nejhorší).

Všechny zobrazené výsledky jsou středními hodnotami tří testovacích cyklů.

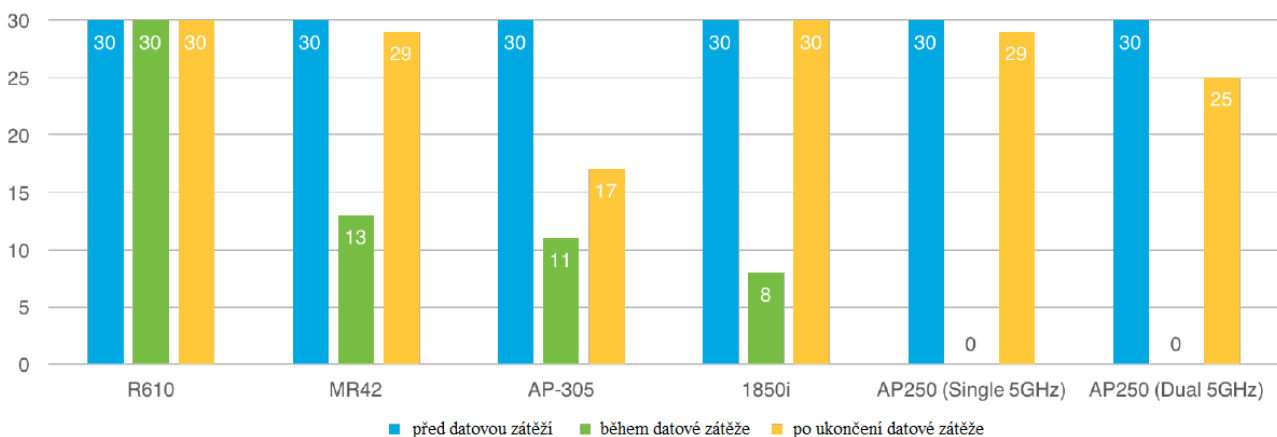
Počet video streamů bez zamrznutí videa dodaných různými modely AP během datové zátěže sítě (30 video klientů a 30 datových klientů)



Obr 4: Výsledky 1. testu přenosu videa během datové zátěže sítě

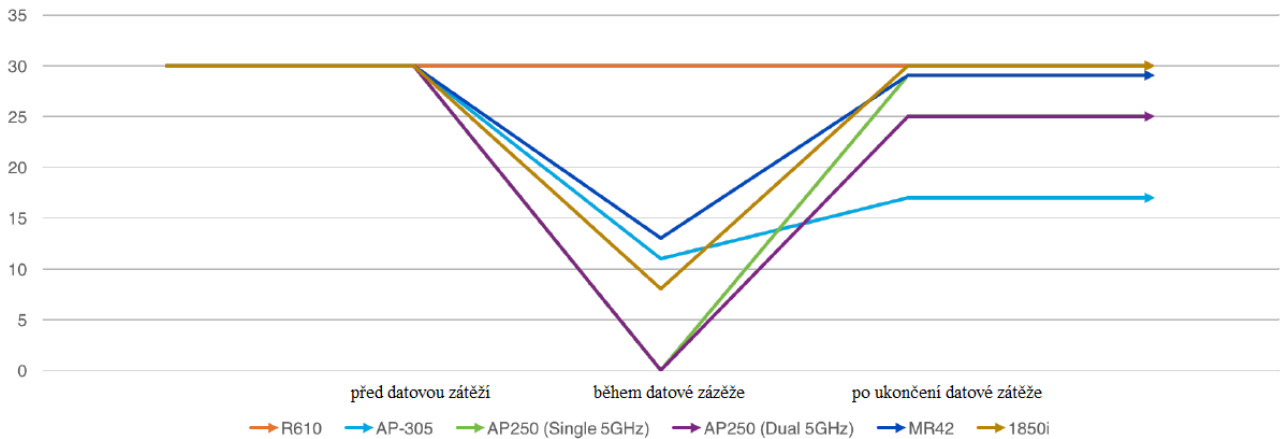
Vzhledem k tomu, že zatížení sítě v průběhu času kolísá, může být provedena důkladnější analýza výkonu sledováním zotavení sítě po aplikaci zátěže. Následující tabulka zobrazuje počet nezamrzlých video streamů před, během a po aplikaci datové zátěže na síti.

Počet video streamů bez zamrznutí videa dodaných různými modely AP před, během a po aplikaci datové zátěže sítě (30 video klientů a 30 datových klientů)



Obr 5: Výsledky 1. testu před, během a po aplikaci datové zátěže sítě

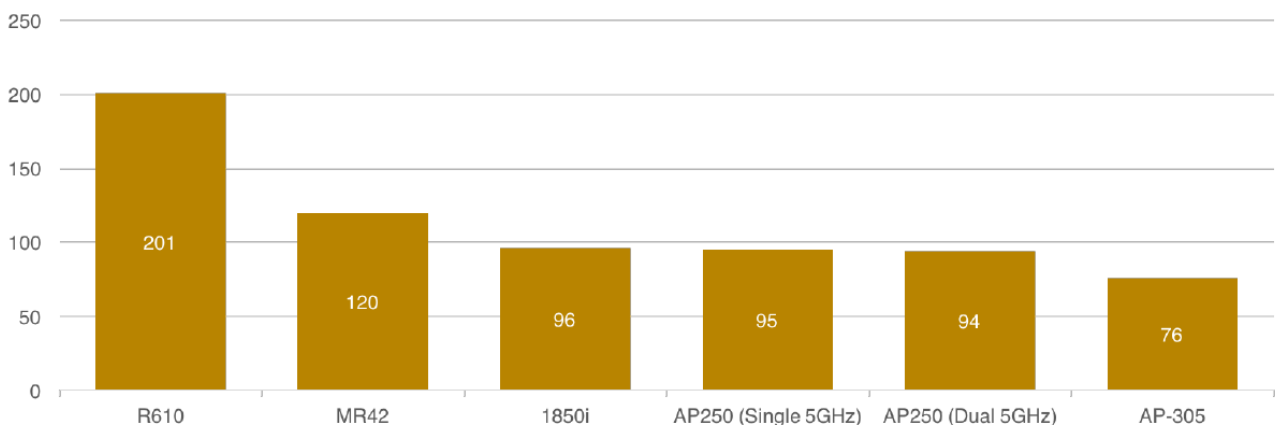
Počet video streamů bez zamrznutí videa dodaných různými modely AP před, během a po aplikaci datové zátěže sítě (30 video klientů a 30 datových klientů)



Obr 6: Výsledky 1. testu před, během a po aplikaci datové zátěže sítě

Pouze jeden přístupový bod (Ruckus R610) dokázal poskytnout video bez zaseknutí všem 30 klientům, a to jak ve stavu bez zátěže, tak s datovou zátěží sítě. Model R610 také přinesl nejvyšší agregovanou datovou propustnost datovým klientům Mac Mini.

Agregovaná UDP propustnost pro downlink datových klientů podle modelů AP (Mbps)



Obr 7: Výsledky 1. testu – agregovaná datová propustnost

Závěr

Streamování videa ve vysokém rozlišení učebně s třiceti notebooky a současné dodávání 200 Mbps datové propustnosti dalším třiceti klientům (Apple Mac Mini) ukázalo ohromné nároky na výkon rádia. R610 hravě předčil všechny konkurenty, jelikož byl jediným přístupovým bodem, který splnil kritéria pro poskytování videa všem klientským zařízením.

Test 2: Šedesát video klientů a dva datoví klienti

Záměr testu

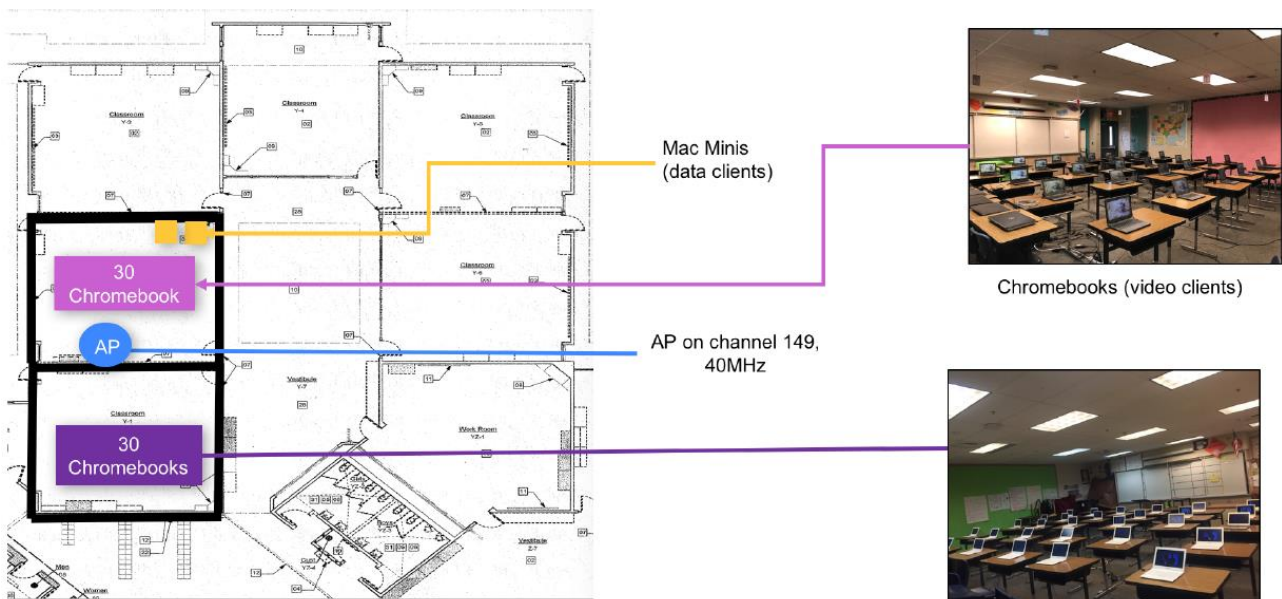
Cílem testu je určení dopadu přidání dvou datových klientů (přenášejících data jiného druhu než video) v sousední místnosti na kvalitu videa 60-ti klientů zastoupených Chromebooky v obou učebnách a to měřením počtu souběžných videí podporovaných přístupovým bodem před a po zavedení datové zátěže.

Popis

Video streamy byly ručně spuštěny na šedesáti Chromebookových klientech. Jednu minutu poté, co byla všechna videa zahájena, byl spuštěn datový přenos do dvou klientů Mac Mini v sousední místnosti. Byl zaznamenán počet klientů s nezaseknutým videem a také agregovaná datová propustnost spojená s klienty pouze pro data. V každém testu byl také zaznamenán počet dříve zamrzlých videí, která se znovu spustila po ukončení datového zatížení sítě. Každý test byl proveden třikrát.

Kritéria úspěšnosti

Přístupový bod musí před a během datové zátěže sítě úspěšně dodávat video bez zasekávání všem 60-ti video klientům a současně přenášet data klientům sloužícím pouze pro datový provoz. Pro agregovanou datovou propustnost nebyly nastaveny žádné absolutní hodnoty kritéria úspěšnosti.



Obr 8: Současné streamování videa na 60 klientech Chromebook a stahování dat na 2 klientech Apple Mac Mini

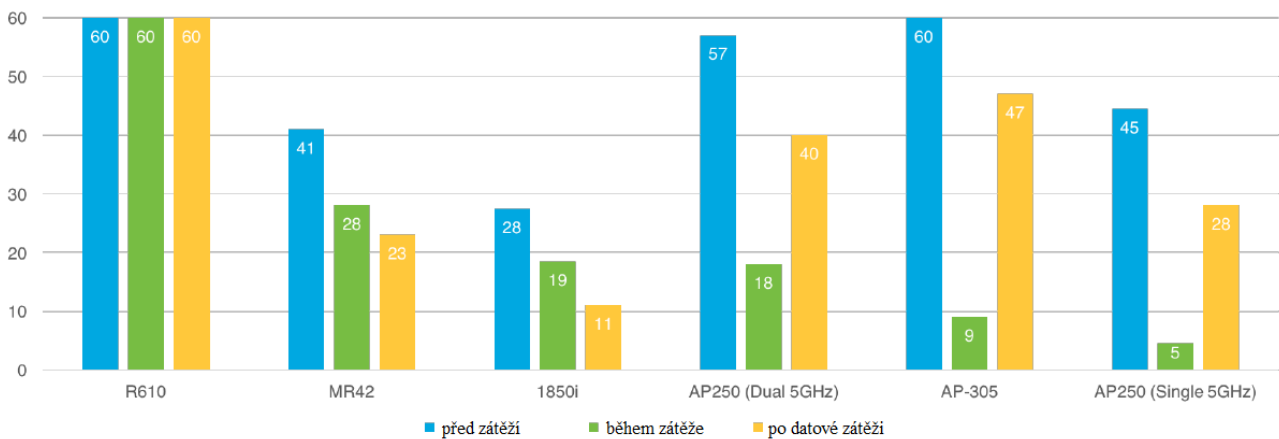
Výsledky

Na rozdíl od prvního testu dokázaly pouze dva přístupové body (Ruckus R610 a Aruba AP-305) úspěšně streamovat video 60-ti video klientům, když síť nebyla podrobena současné datové zátěži. Stejně jako v prvním testu se při aplikaci datové zátěže počet videí bez zamrznutí razantně snížil u většiny modelů AP. Jak je znázorněno níže (obrázek 9), počet video připojení bez zaseknutí videa se pohyboval od 60 (nejlepší) po 5 klientů (nejhorší).

Všechny zobrazené výsledky jsou středními hodnotami tří testovacích cyklů.

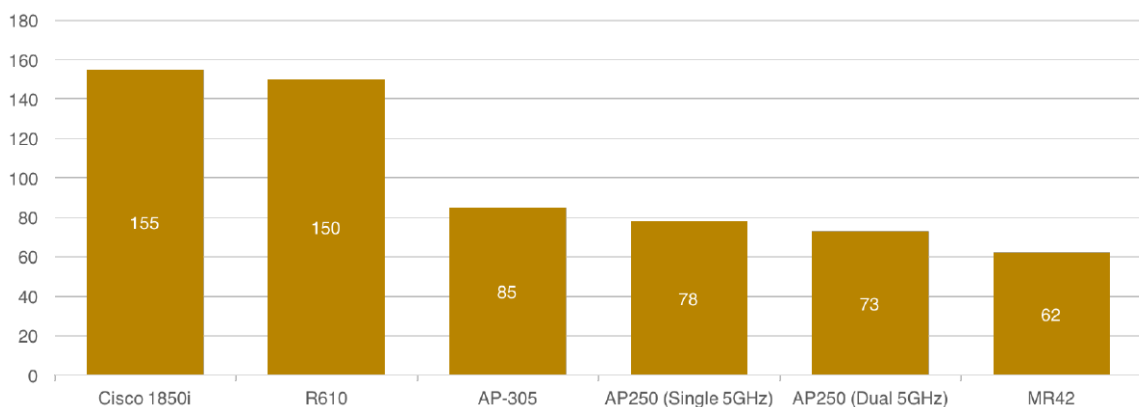
Jen jediný přístupový bod (Ruckus R610) byl schopen poskytovat videa bez zamrznutí všem šedesáti klientským zařízením při datové zátěži sítě i bez ní.

Počet video streamů bez zamrznutí videa dodaných různými modely AP před, během a po aplikaci datové zátěže sítě (60 video klientů a 2 datoví klienti)



Obr 9: Výsledky 2. testu před, během a po aplikaci datové zátěže sítě

Agregovaná UDP propustnost pro downlink datových klientů podle modelů AP (Mbps)



Obr 10: Výsledky 2. testu – agregovaná datová propustnost

Všechny přístupové body byly schopné úspěšně doručit datový provoz datovým klientům v průběhu testování videa. Ruckus R610 a Cisco 1850 dodali téměř shodnou agregovanou datovou propustnost datovým klientům, ale v případě Cisca za cenu zamrzlého videa na dvou třetinách klientů streamujících video.

Závěr

Streamování videa ve vysokém rozlišení do dvou učeben po třiceti klientech (celkem šedesát video klientů) a současně udržovat kvalitu služeb při dodávání 150 Mbps UDP dat není vůbec jednoduchým úkolem. Ruckus R610 byl jediným přístupovým bodem, který splnil kritéria tohoto testu a byl schopen dodávat kvalitní video přenos všem šedesáti klientským zařízením. Výsledky ověřeného testování této úrovně prokazují, že Ruckus dokáže dostát příslibenému poměru cena/výkon.

Shrnutí a závěry

Při sledování postupu každého testu byla pro zaznamenání a ověření každého výsledku použita kombinace diagnostických nástrojů zahrnující spektrální analyzátoři, analyzátoři protokolů a diagnostické platformy na kapesních počítačích typu handheld. Konfigurace systému byla ověřena podle osvědčených postupů a doporučení výrobce. V průběhu všech testů byla monitorována konzistence spotřeby vysílacího času. Všechny výsledky byly v průběhu testování vizuálně ověřeny a zaznamenány autorem.

Každá zde uvedená metrika významně přispívá k celkovému obrazu výkonnosti a k platnosti testu v reálném světě. Velmi zřídka bychom například narazili na přístupový bod, kterým by procházel pouze video přenos, proto byl vyhodnocován vliv datového provozu na vysoký počet video toků. Počet video klientů odpovídá reálnému scénáři školních učeben, aby se potenciální zákazník mohl dozvědět konkrétní informace o tom, co ve svém prostředí může od jednotlivých dodavatelů očekávat.

Celková kapacita sítě je tvořena dostupným vysílacím časem, efektivitou protokolů a doručováním datového přenosu s poskytnutím QoS. Ve všech testech byla spotřeba vysílací doby (využití kanálu) pochopitelně vysoká, často kolem 75%, což značí, že kanál byl blízko svého bodu saturace. Ruckus R610 byl přesto schopen jako jediný dosáhnout dostatečně silné kvality služeb a efektivity řízení datového provozu, aby dosáhl cíle, kterým je poskytovat vysoce kvalitní video každému klientskému zařízení během všech testů navzdory takřka saturovaným kanálům.

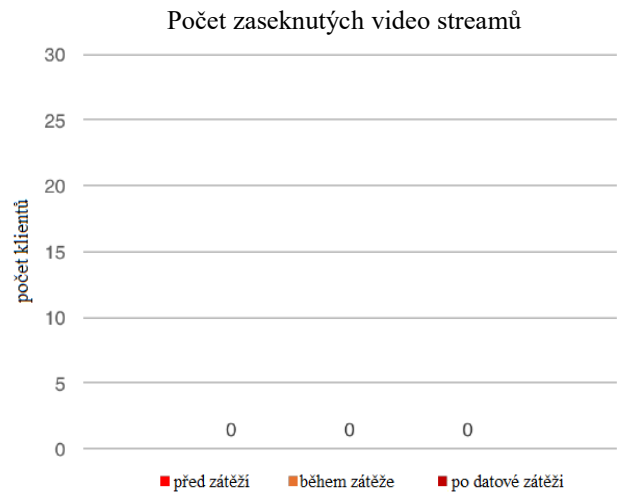
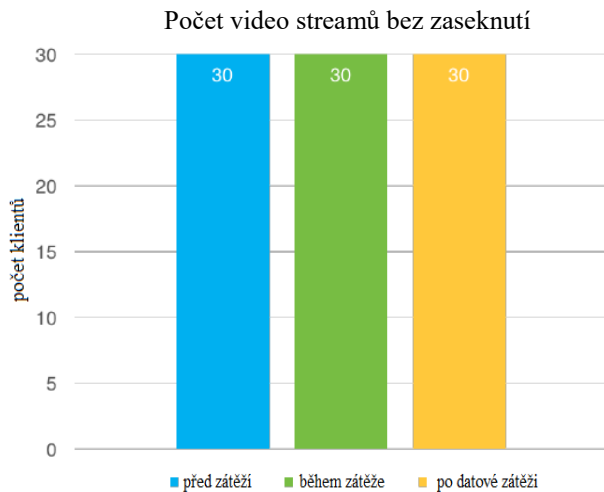
Autor oceňuje tým společnosti Ruckus pro zachování férovosti a neutrality v průběhu testování zařízení různých dodavatelů. Všechny zde uvedené výsledky byly získány přímo z nezpracovaných dat shromážděných během testování, aniž by se jakkoliv zaokrouhlovaly nebo upravovaly. Testovací metodika byla férová a stejná pro všechny dodavatele.

V dnešní době se v našich sítích vyskytuje více bezdrátových zařízení a aplikací, než kdy dříve a pochopení toho, jak jsou tato zařízení používána, je stěžejní. S každým upgradem standardů 802.11 (802.11, 802.11n a nyní 802.11 ac) se datové rychlosti zvyšují, ale není možné automaticky

předpokládat lepší propustnost. Přímé párování zajišťující lepší propustnost a nakonec i lepší uživatelskou zkušenost jsou nelehké výzvy mobility, které musí každá síť řešit. Problémy typu ping pong, sticky client při roamingu, dominantní nebo příliš upovídaná zařízení jsou problematické v menších sítích, ale v místech s vysokou hustotou jsou přímo zničující. Síťová infrastruktura, která řeší všechny tyto problémy, je nakonec tou, která poskytuje nejlepší agregovanou propustnost a nejlepší uživatelskou zkušenost.

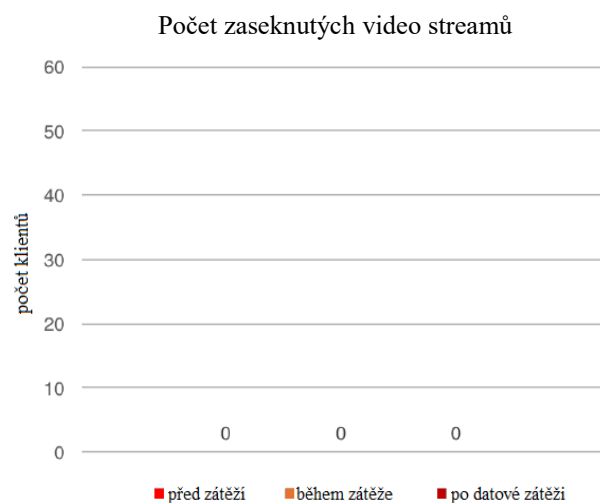
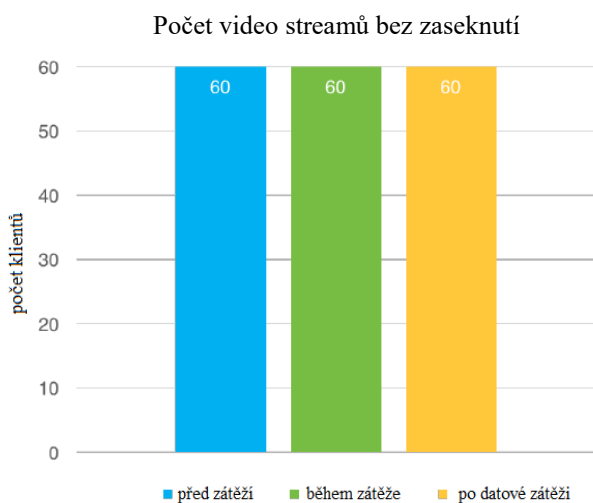
Příloha A: Výsledky přístupového bodu Ruckus R610

Test 1: 30 video klientů a 30 datových klientů



Celkový počet podporovaných nezamrzlých video streamů bez datové zátěže	30 z 30 (100%)
Celkový počet podporovaných nezamrzlých video streamů spolu s datovou zátěží	30 z 30 (100%)
Celková agregovaná UDP propustnost pro downlink 30 datových klientů	201 Mbps

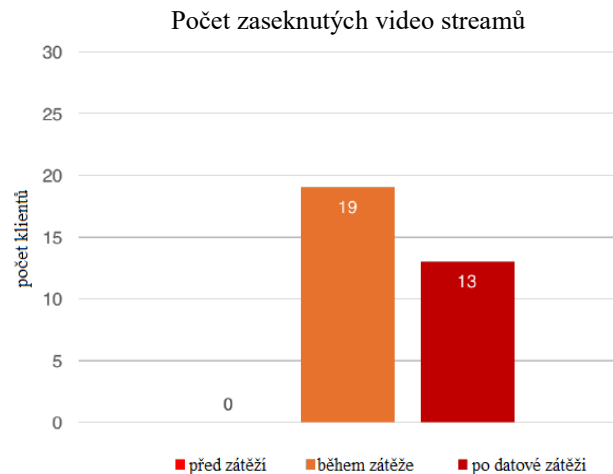
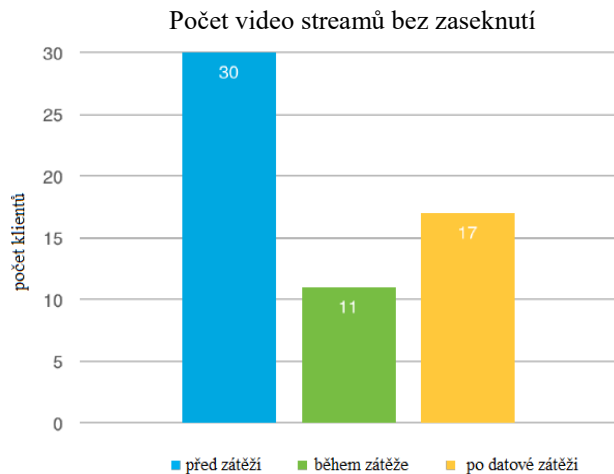
Test 2: 60 video klientů a 2 datoví klienti



Celkový počet podporovaných nezamrzlých video streamů bez datové zátěže	60 z 60 (100%)
Celkový počet podporovaných nezamrzlých video streamů spolu s datovou zátěží	60 z 60 (100%)
Celková agregovaná UDP propustnost pro downlink 2 datových klientů	150 Mbps

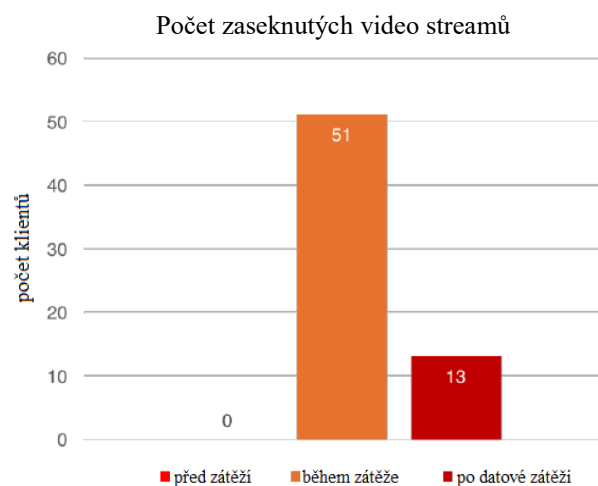
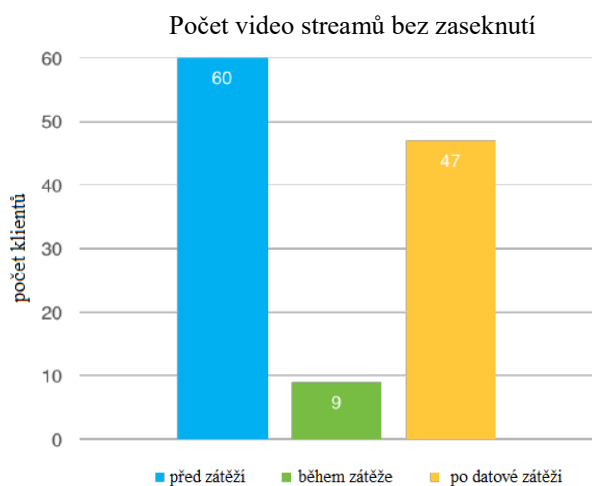
Příloha B: Výsledky přístupového bodu Aruba 305

Test 1: 30 video klientů a 30 datových klientů



Celkový počet podporovaných nezamrzlých video streamů bez datové zátěže	30 z 30 (100%)
Celkový počet podporovaných nezamrzlých video streamů spolu s datovou zátěží	11 z 30 (37%)
Celková agregovaná UDP propustnost pro downlink 30 datových klientů	76 Mbps

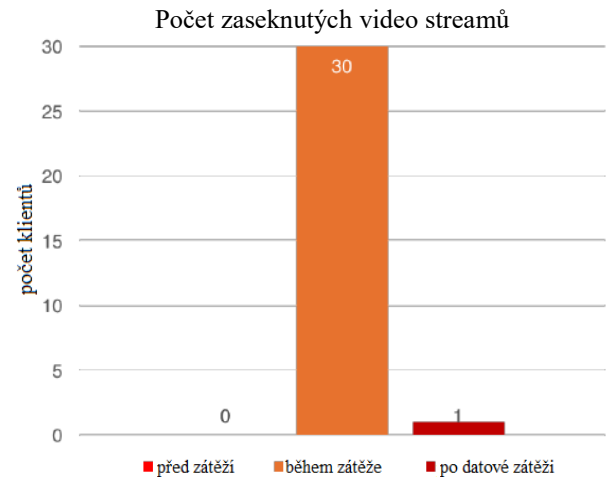
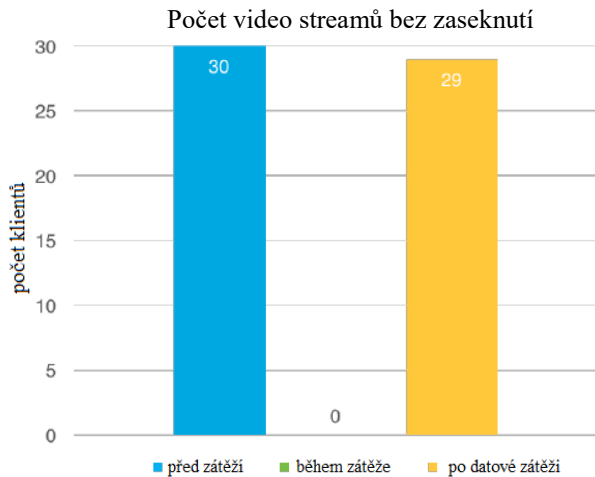
Test 2: 60 video klientů a 2 datoví klienti



Celkový počet podporovaných nezamrzlých video streamů bez datové zátěže	60 z 60 (100%)
Celkový počet podporovaných nezamrzlých video streamů spolu s datovou zátěží	9 z 60 (15%)
Celková agregovaná UDP propustnost pro downlink 2 datových klientů	85 Mbps

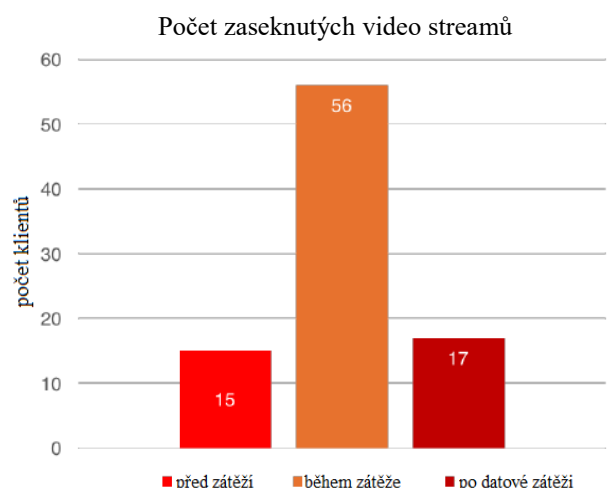
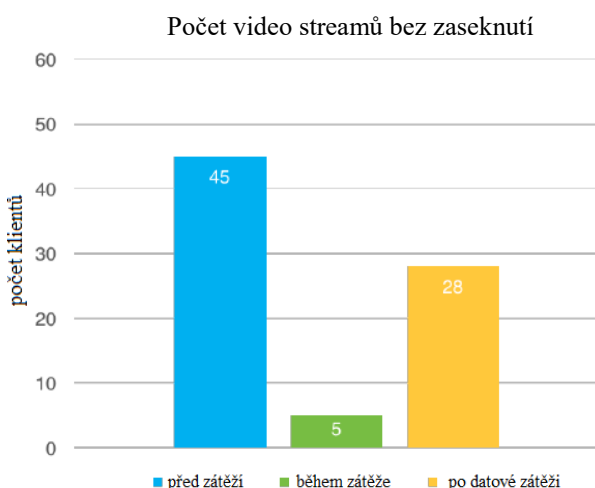
Příloha C: Výsledky přístupového bodu Aerohive AP 250

Test 1: 30 video klientů a 30 datových klientů (single 5 GHz radio)



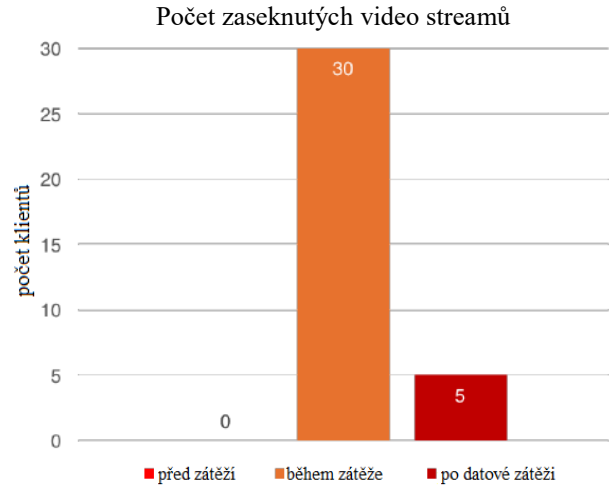
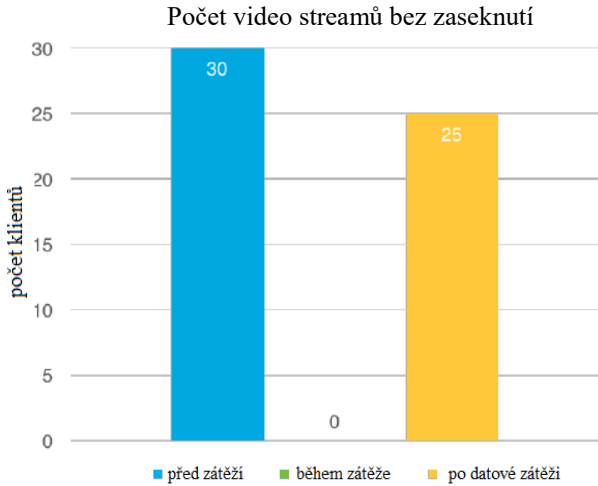
Celkový počet podporovaných nezamrzlých video streamů bez datové zátěže	30 z 30 (100%)
Celkový počet podporovaných nezamrzlých video streamů spolu s datovou zátěží	0 z 30 (0%)
Celková agregovaná UDP propustnost pro downlink 30 datových klientů	95 Mbps

Test 2: 60 video klientů a 2 datoví klienti (single 5 GHz radio)



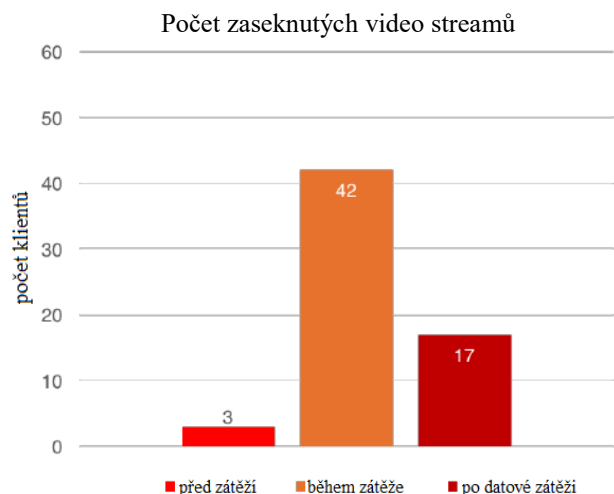
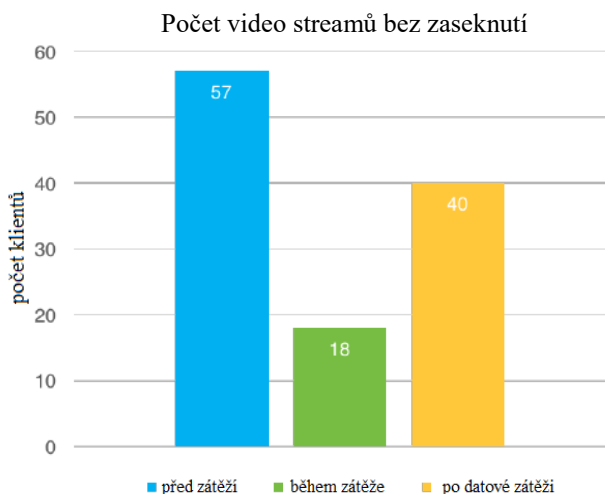
Celkový počet podporovaných nezamrzlých video streamů bez datové zátěže	45 z 60 (75%)
Celkový počet podporovaných nezamrzlých video streamů spolu s datovou zátěží	5 z 60 (8%)
Celková agregovaná UDP propustnost pro downlink 2 datových klientů	78 Mbps

Test 1: 30 video klientů a 30 datových klientů (dual 5 GHz radio)



Celkový počet podporovaných nezamrzlých video streamů bez datové zátěže	30 z 30 (100%)
Celkový počet podporovaných nezamrzlých video streamů spolu s datovou zátěží	0 z 30 (0%)
Celková agregovaná UDP propustnost pro downlink 30 datových klientů	94 Mbps

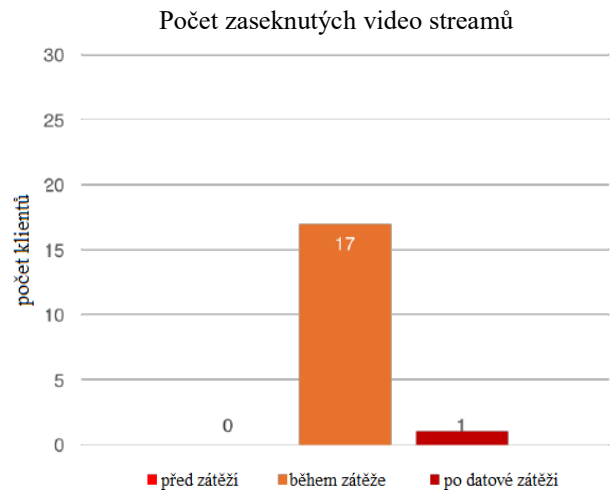
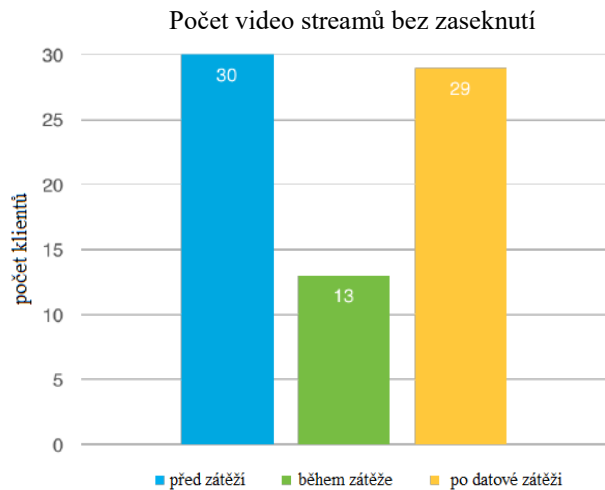
Test 2: 60 video klientů a 2 datoví klienti (dual 5 GHz radio)



Celkový počet podporovaných nezamrzlých video streamů bez datové zátěže	57 z 60 (95%)
Celkový počet podporovaných nezamrzlých video streamů spolu s datovou zátěží	18 z 60 (30%)
Celková agregovaná UDP propustnost pro downlink 2 datových klientů	73 Mbps

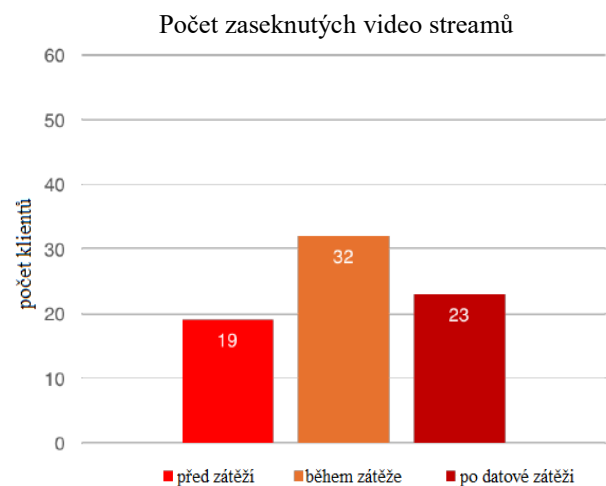
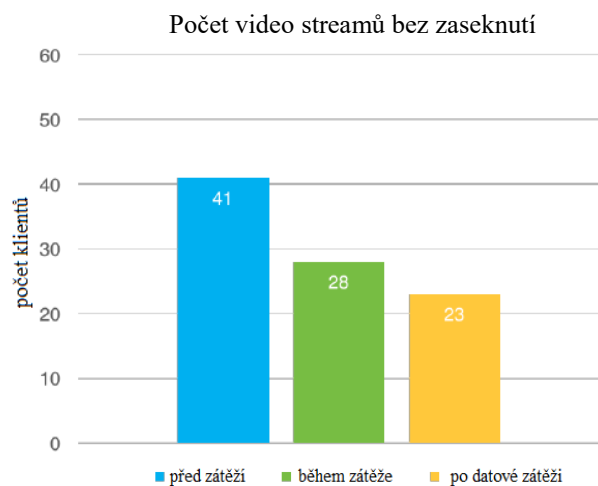
Příloha D: Výsledky přístupového bodu Meraki MR42

Test 1: 30 video klientů a 30 datových klientů



Celkový počet podporovaných nezamrzlých video streamů bez datové zátěže	30 z 30 (100%)
Celkový počet podporovaných nezamrzlých video streamů spolu s datovou zátěží	13 z 30 (43%)
Celková agregovaná UDP propustnost pro downlink 30 datových klientů	120 Mbps

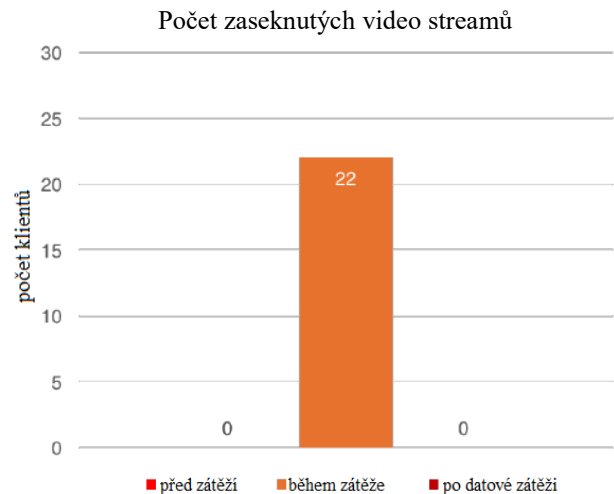
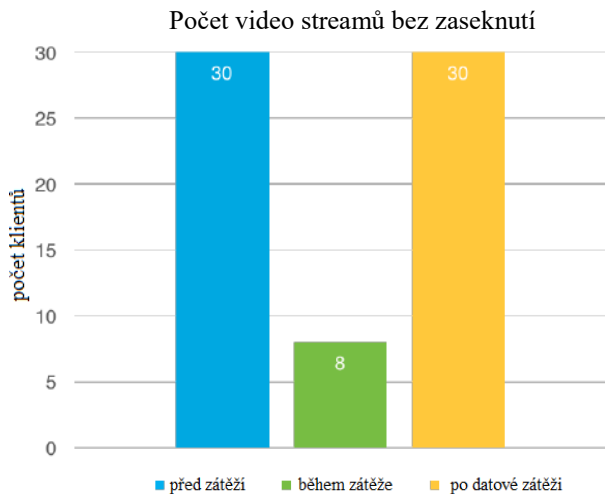
Test 2: 60 video klientů a 2 datoví klienti



Celkový počet podporovaných nezamrzlých video streamů bez datové zátěže	41 z 60 (68%)
Celkový počet podporovaných nezamrzlých video streamů spolu s datovou zátěží	28 z 60 (47%)
Celková agregovaná UDP propustnost pro downlink 2 datových klientů	62 Mbps

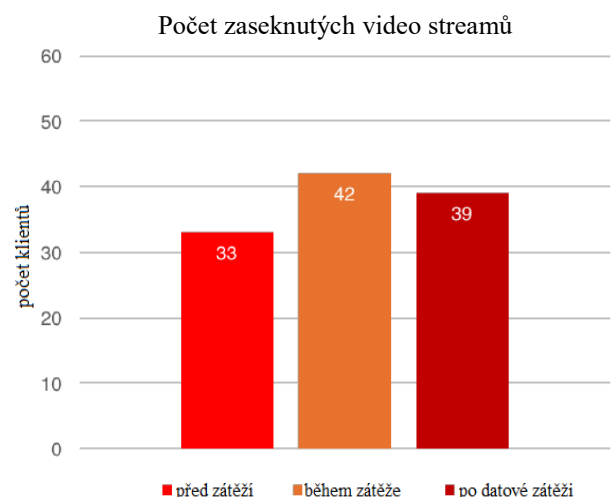
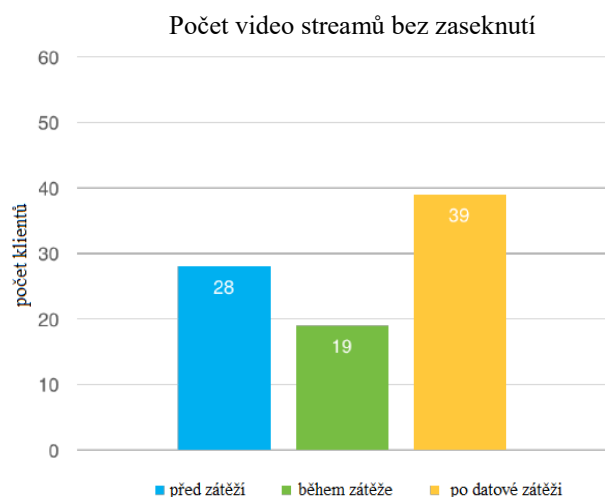
Příloha E: Výsledky přístupového bodu Cisco 1850i

Test 1: 30 video klientů a 30 datových klientů



Celkový počet podporovaných nezamrzlých video streamů bez datové zátěže	30 z 30 (100%)
Celkový počet podporovaných nezamrzlých video streamů spolu s datovou zátěží	8 z 30 (27%)
Celková agregovaná UDP propustnost pro downlink 30 datových klientů	96 Mbps

Test 2: 60 video klientů a 2 datoví klienti



Celkový počet podporovaných nezamrzlých video streamů bez datové zátěže	28 z 60 (47%)
Celkový počet podporovaných nezamrzlých video streamů spolu s datovou zátěží	19 z 60 (32%)
Celková agregovaná UDP propustnost pro downlink 2 datových klientů	155 Mbps