

Česká zemědělská univerzita v Praze

Provozně ekonomická fakulta

Katedra informačních technologií



Bakalářská práce

Posouzení služeb poskytujících video na vyžádání

Jan Kukačka

© 2019 ČZU v Praze

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Jan Kukačka

Informatika

Název práce

Posouzení služeb poskytujících video na vyžádání

Název anglicky

Comparison of video on demand services

Cíle práce

Bakalářská práce posuzuje kvalitu a služby videa na vyžádání (video on demand). Hlavním cílem práce je zhodnocení za jakých podmínek a s jakými službami poskytují vybraní poskytovatelé mobilní aplikace videí on demand. Dílčím cílem práce je stanovit optimální kritéria pro výběr mobilní aplikace s přihlédnutím k požadované kvalitě služeb ve vazbě na domácí prostředí.

Metodika

Metodika řešené problematiky bakalářské práce je založena na studiu a analýze odborných informačních zdrojů. Vlastní práce spočívá v určení vhodných kritérií a následném testování jednotlivých mobilních aplikací. Na základě komplexního srovnání zjištěných výsledků budou formulovány závěry práce.

Doporučený rozsah práce

30 – 40 stran

Klíčová slova

video on demand, video na vyžádání, streaming, video, film, seriál, mobilní aplikace

Doporučené zdroje informací

AUSTERBERRY, David. The Technology of Video and Audio Streaming. Focal Press, 2015. ISBN 978-1138169081.

DIXON, Wheeler W. Streaming: movies, media, and instant access. Lexington, Kentucky: University Press of Kentucky, 2013. ISBN 978-0813142197.

FATI, Suliman Mohamed, Saiful AZAD a Al-Sakib Khan PATHAN. IPTV delivery networks: next generation architectures for live and video-on-demand services. Hoboken, NJ: Wiley, 2018. ISBN 978-1119397915.

OZER, Jan Lee. Video Encoding by the Numbers: Eliminate the Guesswork from your Streaming Video. 2016. Galax, Virginia: Doceo Publishing, 2016. ISBN 978-0998453002.

Předběžný termín obhajoby

2018/19 LS – PEF

Vedoucí práce

Ing. Eva Kánská

Garantující pracoviště

Katedra informačních technologií

Elektronicky schváleno dne 4. 9. 2018

Ing. Jiří Vaněk, Ph.D.

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 19. 10. 2018

Ing. Martin Pelikán, Ph.D.

Děkan

V Praze dne 12. 03. 2019

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že svou bakalářskou práci Posouzení služeb poskytujících video na vyžádání jsem vypracoval samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou citovány v práci a uvedeny v seznamu použitých zdrojů na konci práce. Jako autor uvedené bakalářské práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušil autorská práva třetích osob.

V Praze dne 15. 3. 2019

Poděkování

Rád bych touto cestou poděkoval Ing. Evě Kánské za vstřícnost a podnětné konzultace, které mi pomohly při vypracování této práce. Dále bych chtěl poděkovat mým nejbližším za jejich podporu.

Posouzení služeb poskytujících video na vyžádání

Abstrakt

Bakalářská práce posuzuje kvalitu a služby videa na vyžádání (video on demand). Cílem práce je zhodnocení, za jakých podmínek a s jakými službami poskytují vybraní VOD poskytovatelé své mobilní aplikace. Teoretická část pojednává o streamingu, metodách streamování, video kompresi a videu na vyžádání. Praktická část se zabývá stanovením optimálních kritérií pro výběr mobilní aplikace a následným testováním. Výsledkem je stanovení optimální varianty a celkového pořadí testovaných mobilních aplikací od vybraných poskytovatelů.

Klíčová slova: video on demand, video na vyžádání, streaming, video, film, seriál, mobilní aplikace

Comparison of video on demand services

Abstract

Bachelor thesis is focused on quality and services of video on demand. The object of the thesis is to evaluate with what conditions and with what services selected VOD providers provide their mobile applications. The theoretical part is focused on streaming, methods of streaming, video compression and video on demand. The practical part is about determination of optimal criteria for selection of mobile application and testing. The result is to determine the optimal variation and overall order of tested mobile applications from selected providers.

Keywords: video on demand, streaming, video, film, serial, mobile app

Obsah

1	Úvod.....	12
2	Cíl práce a metodika	13
2.1	Cíl práce	13
2.2	Metodika	13
3	Teoretická východiska	14
3.1	Streaming	14
3.1.1	Druhy streamu.....	14
3.1.2	Video komprese	15
3.1.3	Video formáty.....	17
3.1.4	Metody streamování	18
3.2	Video on demand	21
3.2.1	Počátky.....	21
3.2.2	Transactional video on demand	23
3.2.3	Subscription video on demand.....	23
3.2.4	Advertising video on demand	23
3.2.5	Near video on demand	23
3.3	Vícekritériální analýza variant	24
3.3.1	Saatyho metoda kvantitativního párového porovnání	24
3.3.2	Metoda váženého součtu.....	25
4	Vlastní práce	26
4.1	Proces měření	26
4.1.1	Parametry testovacího zařízení	26
4.1.2	Testovaná kritéria	26
4.1.3	Určení vah.....	29
4.2	Testované online půjčovny	30

4.2.1	Netflix	32
4.2.2	HBO GO	33
4.2.3	Voyo.....	33
4.2.4	Amazon Prime	33
4.2.5	Filmbox.....	33
4.2.6	Obbod.....	34
4.3	Výsledky měření	34
4.3.1	Množství obsahu vůči ceně.....	34
4.3.2	Nároky na úložiště zařízení.....	35
4.3.3	Využití paměti RAM	36
4.3.4	Funkce přehrávače	37
4.3.5	Energetická náročnost.....	39
4.3.6	Datová náročnost	40
4.3.7	Použitelnost při snížené přenosové rychlosti.....	41
4.4	Výpočet vícekritériální analýzy variant	42
5	Interpretace výsledků.....	44
6	Závěr	45
7	Seznam použitých zdrojů.....	46
8	Přílohy.....	49
8.1	Průběh měření	49

Seznam obrázků

Obrázek 1:	Výsledky měření – cena za jeden titul (v Kč)	35
Obrázek 2:	Výsledky měření – zabrané místo v úložišti (v MB)	36
Obrázek 3:	Výsledky měření – průměrné využití RAM (v MB)	37
Obrázek 4:	Výsledky měření – celkový počet bodů za funkce přehrávače	38
Obrázek 5:	Výsledky měření – průměrné využití baterie (v mAh)	39

Obrázek 6: Výsledky měření – průměrná spotřeba dat (v MB).....	40
Obrázek 7: Výsledky měření – celkový počet bodů za použitelnost při snížené přenosové rychlosti	41
Obrázek 8: Měsíční cena předplatného (34)	49
Obrázek 9: Počet titulů v knihovně (35).....	49
Obrázek 10: Využití úložiště	50
Obrázek 11: Funkce přehrávače – oblíbené.....	50
Obrázek 12: Funkce přehrávače – dětský zámek.....	51
Obrázek 13: Funkce přehrávače – ostatní.....	51
Obrázek 14: Využití paměti RAM.....	52
Obrázek 15: Využití baterie	52
Obrázek 16: Spotřeba dat.....	53
Obrázek 17: Zkoumání vlivu snížené přenosové rychlosti.....	53
Obrázek 18: Konfigurace bezdrátové sítě.....	54

Seznam tabulek

Tabulka 1: Parametry testovacího zařízení.....	26
Tabulka 2: Výpočet vah kritérií Saatyho metodou	30
Tabulka 3: Přehled online půjčoven v ČR (35)	30
Tabulka 4: Testované aplikace	32
Tabulka 5: Množství obsahu vůči ceně.....	34
Tabulka 6: Nároky na úložiště zařízení	35
Tabulka 7: Využití paměti RAM	36
Tabulka 8: Funkce přehrávače	38
Tabulka 9: Energetická náročnost.....	39
Tabulka 10: Datová náročnost	40
Tabulka 11: Použitelnost při snížené přenosové rychlosti.....	41
Tabulka 12: Souhrn výsledků měření	42
Tabulka 13: Převod kritérií na stejný charakter.....	42
Tabulka 14: Ideální a bazální varianta.....	42
Tabulka 15: Normalizace.....	43
Tabulka 16: Hodnoty užítku	43

Seznam použitých zkratek

ADSL – Asymmetric Digital Subscriber Line

AVC – Advanced Video Coding

AVOD – Advertising Video On Demand

DASH – Dynamic Adaptive Streaming over HTTP

DRM – Digital Rights Management

DTR – Download To Rent

DVB-S2 – Digital Video Broadcasting Satellite Second Generation

DVB-T – Digital Video Broadcasting Terrestrial

DVD – Digital Video Disc

EST – Electronic Sell-Through

HD – High-Definition

HDS – HTTP Dynamic Streaming

HLS – HTTP Live Streaming

HTML – Hypertext Markup Language

HTTP – Hypertext Transfer Protocol

IP – Internet Protocol

IPTV – Internet Protocol Television

LTE – Long-Term Evolution

MP3 – MPEG-2 Audio Layer III

MPEG – Moving Picture Experts Group

NVOD – Near Video On Demand

RAM – Random-Access-Memory

RGB – Red Green Blue

RLC – Run-Length Coding

RTP – Real-time Transport Protocol

SVOD – Subscription Video On Demand

TCP – Transmission Control Protocol

TVOD – Transactional Video On Demand

UDP – User Datagram Protocol

VLC – Variable Length Coding

VOD – Video On Demand

1 Úvod

Dnes žijeme bez nadsázky v „digitálním věku“. Analogové zařízení a technologie jsou většinou nahrazovány nebo už zcela nahrazeny svými mladšími digitálními nástupci.

Digitalizace filmové distribuce proběhla už velmi dávno, a sice nástupem DVD disků, které zcela vytlačily VHS kazety. Distribuční společnosti však poněkud zaspaly dobu, a i když Blu-ray disky byly jistým pokrokem především v obrazové kvalitě, nástup rychlého a dostupného připojení k internetu vytvořil mezi lidmi poptávku po obsahu dostupném on-line. To velmi pomohlo rozmachu pirátské filmové scény, která i přes všechny snahy držitelů autorských práv funguje dodnes. Nakonec nezůstalo jen u soudních procesů, ale v posledních letech se začaly objevovat nové a nové služby, které nabízí legální sledování filmů a seriálů online.

Spolu s vývojem v oblasti filmové distribuce samozřejmě došlo k obrovským pokrokům také v oblasti mobilních zařízení. Hloupé telefony s dvoupalcovými displeji nahradily smartphony s obřími bezrámečkovými displeji připojené na rychlé LTE sítě čtvrté generace. To přineslo dosud nebyvalé možnosti.

V roce 2006 jsem poprvé zhlédl film na malém přenosném zařízení. Šlo o MP3 přehrávač M-CODY MX 400 s deseti řádkovým displejem 128x160. Samotnému přehrávání však předcházela řada úkonů. Nejprve se musel DVD disk převést v počítači na video soubor, ten poté přeformátovat do podporovaného formátu a rozlišení, následně nahrát přes čtečku karet na SD kartu a tu posléze vložit do zařízení. I přes krkolomnou a zdlouhavou přípravu jsem však spatřoval ve sledování filmů na cestách velký potenciál.

Časy se ale změnilly a konzumace video obsahu na přenosných zařízeních je dnes podstatně snazší a dostupnější. Dokonce je i poměrně široký výběr, kde filmy sledovat, nicméně zde nastává otázka, kterou službu zvolit a co to vlastně obnáší. A právě tím se, kromě jiného, bude zabývat tato práce.

2 Cíl práce a metodika

2.1 Cíl práce

Bakalářská práce posuzuje kvalitu a služby videa na vyžádání (video on demand). Hlavním cílem práce je zhodnocení, za jakých podmínek a s jakými službami poskytují vybraní poskytovatelé videa on demand mobilní aplikace. Dílčím cílem práce je stanovit optimální kritéria pro výběr mobilní aplikace s přihlédnutím k požadované kvalitě služeb ve vazbě na domácí prostředí.

2.2 Metodika

Metodika řešené problematiky bakalářské práce je založena na studiu a analýze odborných informačních zdrojů. Vlastní práce spočívá v určení vhodných kritérií a následném testování jednotlivých mobilních aplikací. Výsledky dílčích měření budou vyhodnoceny metodou komparace. Na základě teoretických poznatků a výsledků praktické části práce budou formulovány závěry práce.

3 Teoretická východiska

3.1 Streaming

Slovo streaming, resp. stream, pochází z angličtiny a v doslovném překladu znamená proudění nebo proud. V informatice se však tento pojem nepřekládá a rozumí se jím kontinuální datový tok, kterým se přenáší audio či video obsah mezi zdrojem a klientem. Zdrojem může být například videokamera či mobilní telefon a síťová konektivita, klient musí disponovat některým z multimediálních zobrazovacích zařízení (PC, chytrý telefon atd.), na kterém je možné sledovat stream i tisíce kilometrů daleko. (1)

3.1.1 Druhy streamu

Streaming lze rozdělit do několika kategorií z různých hledisek.

Prvním hlediskem je čas, a sice záleží na tom, jestli se uživatelé mohou na přenos dívat či poslouchat kdykoliv se jim to hodí, nebo se musí přizpůsobit vysílacímu času. Pokud nezáleží na času a obsah je přístupný kdykoliv, jde v podstatě o offline streaming neboli video na vyžádání (VOD). Ve druhém případě se jedná o webcasting, tedy online streaming či živé vysílání.

Druhým hlediskem je streamovaný obsah. Lze totiž kromě videa samozřejmě streamovat také samostatné audio.

Třetím hlediskem je chování bitového toku, respektive jeho proměnlivost. Pokud je neproměnlivý, mluvíme o neadaptivním streamování. Spočívá v tom, že uživatel si na začátku při volbě obsahu vybere také jeho kvalitu. Ta je zpravidla určena bitovým tokem nebo rozlišením. Platí, že čím vyšší kvalita, tím vyšší nároky na datové připojení. Některé přehrávače si předem otestují propustnost datového připojení daného uživatele a zvolí nejvyšší možnou kvalitu při zajištění plynulosti přehrávání. V každém případě principem neadaptivního streamu je to, že po zahájení přenosu už se kvalita nemění. Dnes se tento způsob využívá především u audio streamingu a obecně je spíše na ústupu.

Vytlačuje ho totiž adaptivní streaming, který v průběhu streamu sleduje aktuální datovou propustnost linky a pokud zjistí pokles, sníží i kvalitu videa tak, aby byla zajištěna plynulost přehrávání. V praxi to funguje tak, že při obstojně rychlém připojení uživatel sleduje obsah v nejvyšším rozlišení, ale když se například po chvíli začnou na pozadí zařízení stahovat

aktualizace, přehrávač zjistí omezení propustnosti a automaticky sníží kvalitu tak, aby bylo přehrávání plynulé a bez záseků. (2) (3)

3.1.2 Video komprese

Technologie streamingu není jednoduchou záležitostí. S ohledem na poměrně vysokou náročnost stále více se rozšiřujícího formátu Ultra HD videa (3840×2160 pixelů) je očividné, že je potřeba nějakým způsobem snížit potřebný datový tok pro přenos takového množství dat.

K tomuto účelu se využívají nejrůznější kompresní techniky. Jejich cílem je separace irelevantních a redundantních dat. Z druhé strany se však hledí na to, aby byl výsledek pro diváka maximálně podobný původnímu záznamu, nejlépe nerozpoznatelný.

Kodek, složenina z anglických slov coder a decoder, potom využívá těchto nejrůznějších technik a algoritmů k zakódování videa, díky čemuž dojde ke snížení velikosti souboru i náročnosti na datové připojení. (3)

Irelevance

Irelevance je metoda komprimace, která pracuje s omezeností lidského vnímání. Je schopna určit pro lidské oko nepotřebou část informace. Všechny tyto nadbytečné informace jsou posléze odděleny. Výsledný signál není po odstranění irelevance stejný jako originál, což je důsledkem ztráty části informací. Jedná se tedy o ztrátovou kompresi. (3)

Redundance

Redundance využívá ke komprimaci nahrazování binárních sekvencí bloky s více kompaktní reprezentací. Jelikož je výsledný soubor identický s původním, jde o bezztrátovou metodu komprese. (3) (4)

RLC (Run-Lenght Coding)

Run-Lenght Coding patří mezi nejjednodušší komprimační metody. Funguje na principu využití opakování stejných znaků dat a hodí se zejména pro souvislý tok dat. Existuje vícero realizací RLC. Jednou z nich je separace vstupních dat do skupin podle jednotlivých bajtů. (3)

VLC (Variable Length Coding)

Variable Length Coding je komprimační metodou pracující s určováním statistické četnosti datových symbolů, která zastupuje proměnou délku kódu. Délka zastupujícího kódu

se vypočítává z pravděpodobnosti výskytu v určitém bitovém toku. Nejkratším kódem jsou reprezentovány nejčtenější symboly dat a obráceně. Příklad může být symbol pro mezeru, který je zpravidla nejčtenějším znakem v textu a nahrazuje se tak nejkratší možnou bitovou reprezentací. (3) (4)

Prostorová transformace

Prostorová transformace využívá na rozdíl od RLC a VLC čistě statistických metod ke zmenšení počtu bitů. Transformuje vstupní blok obrazových hodnot na ekvivalentní zastoupení ve frekvenční oblasti, jelikož lidské oko velmi silně vnímá prostorovou frekvenci. Proto lze eliminovat vysoké prostorové frekvenční kmitočty a zároveň zachovat vysokou kvalitu záznamu. (3) (5)

Barevné podání

V digitálním světě je barva obvykle reprezentována rozkladem na tři základní barevné složky. Jsou jimi červená, zelená a modrá, které byly vybrány jako nejvhodnější kombinace s ohledem na lidské vnímání. Tomuto způsobu se říká RGB podle příslušných anglických názvů barev – red, green a blue. Při osmi bitovém vyjádření jedné barvy je potřeba dvacet čtyři bitů na jeden pixel, což je poměrně objemné vyjádření, proto je většinou nahrazeno barevným modelem YCbCr. Y vyjadřuje jasovou složku a CbCr modrou a červenou chrominanční složku. (5)

Predikce pohybu

Predikce pohybu je jednou z dalších účinných technik ke kompresi videa. Spočívá v minimálním rozdílu mezi dvěma po sobě jdoucími snímky, kdy se určitá změť bodů zobrazující objekt pohybuje po scéně vlivem pohybu samotného objektu či pohybem kamery. Na začátku se algoritmus snaží odhadnout pohyb tak, že ve vymezené oblasti následujícího snímku hledá makrobloky s odpovídající barevnou a jasovou maticí z předchozího snímku. V praxi to funguje tak, že se vypočítává rozptyl mezi makroblokem z předchozího snímku a všemi okolními makrobloky z následujícího. Ten s nejnižší hodnotou se potom bere jako přesunutý makroblok a je dále reprezentován vektorem pohybu, což sníží datovou náročnost. (3) (5)

3.1.3 Video formáty

MPEG-2 Video

MPEG-2 Video, který se také označuje jako H.262, je ztrátový formát komprese videa. Byl zaveden v roce 1993 a postupně se stal standardem pro digitální televizní signál DVB-T a také pro ukládání a přenos videa na DVD. Postupně však byl zastíněn svými technologicky dokonalejšími nástupci. (6)

MPEG-4 AVC

MPEG-4 Advanced Video Coding neboli H.264 je další ze standardizovaných komprimačních formátů, jehož finální podoba vyšla v roce 2003. Při porovnání s MPEG-2 běžně nabízí lepší komprimační poměr, díky čemuž ušetří až polovinu výsledných dat při stejné kvalitě obrazu. Je toho dosaženo vylepšenou metodou odhadu pohybu, mezisnímkovou predikcí, novou metodou kódování a deblokovým filtrem. H.264 je jedním ze standardů pro Blu-Ray disky, hojně se využívá pro přenos internetového videa nebo také pro satelitní DVB-S2. (7) (8)

HEVC

High Efficiency Video Coding či H.265 je standard formátu kódování videa schválený v roce 2013. Vychází ze svých předchozích dvou verzí – MPEG-2 a MPEG-4 AVC, nicméně byl značně vylepšen. Obsahuje sofistikovanější interpolaci a deblokový filtr, lépe predikuje a signalizuje režim pohyblivých vektorů, je více flexibilní v transformaci velikosti bloků a má funkci podporující účinné paralelní zpracování. Důsledkem těchto vylepšení jsou lepší komprimační vlastnosti, ale na druhou stranu vyšší výpočetní náročnost. H.265 umožňuje uložení či streamování videa efektivnějším způsobem než předchozí verze H.264, jelikož zabírá méně místa na disku, respektive vystačí si s menší kapacitou přenosového pásma. Tento formát se používá například v České republice pro digitální televizní vysílání DVB-T2. (8) (9)

Ogg Theora

Ogg Theora je zástupcem nepatentovaných a nelicencovaných „open-source“ kompresních formátů. Za jeho vývojem stojí nadace XIPH.Org. Theora vychází z kodeku VP3, což je sice patentovaná technologie, která však byla v roce 2001 darována veřejnosti k volnému použití. S ohledem na efektivnost komprese tento formát konkuruje MPEG-4, Windows Media Video nebo RealVideo.

Algoritmus komprese je obdobný jako u formátu MPEG-2, obsahuje však několik zlepšení, která nepodléhají licenčním omezením:

- Mezisímkovou metodu predikce pohybu
- VLC
- Huffmanovo kódování (10)

VP9

VP9 je standard otevřeného kompresního formátu videa, který vyvinula společnost Google. Jedná se o nástupce VP8, přičemž oba využívají formátu video souboru WebM. Kodek se již stal součástí knihovny libvpx. Vývoj započal v roce 2011 s cílem snížení datového toku o polovinu při zachování stejné obrazové kvality. Dokončení VP9 bylo oznámeno 8. 5. 2013. Podporu přehrávání VP9 video formátu ve video tagu HTML5 mají prohlížeče Chromium, Chrome, Firefox a Opera. Hlavním konkurentem je video formát HEVC/H.265. (11) (12)

3.1.4 Metody streamování

Streamovací metody se liší podle použitých technologií a zvoleného přehrávače. K přenosu audiovizuálního obsahu se využívají především následující tři metody: tradiční streaming, progresivní download a adaptivní streaming. (14)

Tradiční streaming

Tradiční streamingové protokoly jsou například Real time streaming protocol, Real time messaging protocol nebo Microsoft media services. Pracují tak, že je klient připojen ke streamingovému serveru od začátku až do konce přenosu. Disponují dvěma typy spojení. První typ obstarává distribuci video obsahu, další zajišťuje takzvané kontrolní spojení přehrávače a serveru. Díky tomu může klient video pozastavit, znovu spustit, případně ukončit přenos.

Samotné spojení klienta a serveru probíhá tak, že server začne posílat malé pakety obsahující fragmenty videa. Tyto pakety jsou známy pod názvem RTP a jsou velké 1452 bytů. Pokud by tedy měl datový tok streamu 1 Mbps, pakety by byly přenášeny zhruba po 11 ms. Tyto pakety lze přenášet jak přes síťový protokol UDP, tak TCP, který se upřednostňuje v případě blokace UDP spojení. Jelikož je protokol TCP komplikovanější, protože například zaručuje příjem paketů ve správném pořadí nebo znovu odeslání ztraceného paketu, má vyšší latenci než bezstavový protokol UDP. (13)

Progresivní download

Progresivní download je další rozšířená forma doručování obsahu. Ve své podstatě se jedná o běžné stažení souboru ze serveru HTTP. Tato metoda je hojně podporována množstvím přehrávačů i samotných platforem. Jak už vyplývá ze slova progresivní, video lze začít přehrávat už během stahování. Požádáním HTTP serveru o poslání dat v požadovaném rozmezí se lze přesunout na ještě nestaženou část videa.

Rozdílností oproti klasickému streamování je to, že se data neposílají jen ve zhruba deseti sekundovém předstihu, ale až dokud není download celého souboru dokončen. To může být nevýhodné, pokud klient v průběhu sledování přeruší. Je zde velká šance, že už bylo staženo celé video, což zbytečně zabíralo kapacitu přenosového pásma. (13) (14)

Adaptivní streaming

Adaptivní streaming funguje hybridním způsobem. Je totiž založen na postupném downloadu z HTTP serveru, ačkoliv se chová jako klasický stream. Jde o moderní koncepci, která využívá dělení velkého souboru na spoustu malých segmentů. Takzvané chunky jsou dlouhé 2 až 4 sekundy a jsou jednotlivě kódovány do požadovaného formátu. Na úrovni kodeku se chunky tvoří tak, aby každý obsahoval klíčový snímek a nebyl tak závislý na předchozím nebo následujícím. Díky tomu je umožněno nezávislé dekódování jednotlivých chunků.

Samotné chunky se nachází na HTTP serveru a na základě požadavků klientské aplikace jsou postupně stahovány jako jednotlivé soubory metodou progresivního downloadu. Přehrávač během tohoto neustále vyhodnocuje aktuální propustnost linky a v případě potřeby může změnit stahovaný bitrate jednotlivých chunků, protože jsou kódovány v několika různých kvalitách.

Adaptivní streaming je pro poskytovatele výhodnější než tradiční streaming z následujících důvodů:

- jeho nasazení je levnější, jelikož využívá generické http cache/proxy, a nevyžaduje specializovaný server v každém síťovém uzlu
- nabízí lepší dostupnost a dosah, omezuje problémy koncových částí uzlů, protože se operativně přizpůsobuje aktuálním podmínkám

Také je však výhodnější pro klienty, a to díky následujícím výhodám:

- rychlé spuštění a posouvání videa, protože při těchto operacích video běží na nejnižší kvalitě a až poté se usadí na maximální možné kvalitě
- žádné načítání do vyrovnávací paměti, žádná odpojování (pokud je zajištěna minimální rychlost připojení)
- nepozorovatelné přechody mezi jednotlivými kvalitami záznamu při změně propustnosti sítě
- obecně plynulejší a konzistentní zážitek ze sledování (13) (14)

MPEG-DASH

MPEG-DASH je nová adaptivní streamovací technologie, která umožňuje vysoko kvalitní přenos obsahu z HTTP serverů. Funguje obdobně jako například Apple HLS, Adobe HDS nebo Microsoft Smooth Streaming, které však vyžadují speciální přehrávač a nejsou plně kompatibilní. Kvůli této fragmentaci doručovacích metod dala Moving Picture Experts Group v roce 2009 podnět k navržení nového standardu. Během krátké doby získala několik návrhů, ze kterých nakonec vyústila spolupráce s Third Generation Partnership. Společné úsilí vedlo až k vytvoření Dynamic Adaptive Streaming over HTTP – MPEG-DASH, který byl standardizován roku 2012 jako ISO/IEC 23009-1.

MPEG-DASH pracuje podobně jako výše zmíněné proprietární technologie adaptivního streamingu. Využívá tedy dělení obsahu na spoustu malých segmentů, které se distribuují HTTP protokolem a až u klienta se znovu poskládají v souvislý soubor. Při jeho vývoji byl kladen důraz na následující vlastnosti:

- plynulé změny kvalit obrazu
- minimalizace čekání na spuštění videa
- uživatelská komfortnost
- možnost aplikace pro živé vysílání i pro video na vyžádání
- využití aktuální síťové infrastruktury zaměřené na HTTP
- použití dostupných technologií a standardů – kodeky, správa digitálních práv (DRM) atd.
- možnost přesunutí řízení a rozhodování ze strany sítě na klienta (15) (16)

3.2 Video on demand

Video on demand (VOD), neboli video na vyžádání, je systém, který umožňuje uživatelům sledovat film či seriál dle vlastní volby nezávisle na televizním programu. Poskytovatelé těchto služeb umožňují konzumování obsahu na televizích, počítačích, chytrých telefonech a dalších zařízeních. Vybraný pořad lze sledovat buď v reálném čase nebo stáhnout do zařízení pro sledování offline. Kromě toho se lze s VOD setkat i v dálkových autobusech, letadlech či hotelech, kde je obvykle využíváno proprietární řešení. (17)

3.2.1 Počátky

Firma GTE začala v USA se zkušebním vysíláním v roce 1990, ke kterému společnost AT&T dodala veškeré komponenty. Byly to například magnetické pásky, které se využívaly jako zdroj video streamu v reálném čase. V roce 1982 však došlo k antimonopolnímu rozpadu AT&T, což vedlo ke vzniku menších telefonních společností s názvem Baby Bells. V návaznosti na to zákon o politice v kabelových komunikacích z roku 1984 zakázal telefonním společnostem v jejich provozních oblastech poskytovat video služby. V roce 1993 byla navržena a americkou sněmovnou a senátem schválena Národní komunikační a informační infrastruktura, čímž se otevřela cesta pro sedm společností Baby Bells Ameritech, Bell Atlantic, BellSouth, NYNEX, Pacific Telesis, Southwestern Bell a US West k zavedení VOD systémů. Tyto i další firmy začaly s vývojem systémů pro poskytování videa na vyžádání prostřednictvím telefonních a kabelových linek. Ve stejné době firma Digital Equipment vyvíjela škálovatelný video server podobně jako IBM, která pro svůj nový video server používala kódový název Tiger Shark. Bell Atlantic si nakonec vybrala IBM a v dubnu 1993 se tento systém stal prvním VOD přes ADSL, který byl nasazen mimo laboratoř a zvládal až 50 video streamů. (17) (18) (19)

V roce 1993 společnost US West představila systém sestávající se z interaktivního informačního serveru od Digital Equipment Corporation, síťové podpory od Scientific Atlanta a set-top boxu od 3DO. Nabízeny byly video streamy a další služby, které měly být dostupné pro 2500 domácností. V letech 1994–1995 expandovala US West s VOD službami do dalších měst jako byly Portland, Denver či Minneapolis. Uskutečnilo se mnoho dalších zkušebních průvozu VOD s různými kombinacemi serveru, sítě a set-top boxu. Z nich mezi hlavní hráče v USA patřily telefonní společnosti využívající servery DEC, Microsoft, Oracle, IBM, Hewlett-Packard či SGI. Systém od DEC byl v těchto zkušebních vysíláních používán nejčastěji. Architektura jeho serverů totiž využívala interaktivní brány k vysílání

video streamů podle potřeby z libovolného serveru VAX. To v roce 1993 umožnilo podporovat více než 100 000 streamů s plnou funkcí videorekordéru. V roce 1994 došlo k upgradu VOD serverů na technologii DEC Alpha, což umožnilo podporovat přes milion uživatelů. Ve stejném roce přišel Oracle se svým škálovatelným VOD systémem, který masivně využíval paralelní procesory pro podporu 500 až 30 000 uživatelů. Systém SGI podporoval 4000 uživatelů. Servery se postupně připojovaly k sítím, až nakonec poskytovaly přenos videa po celých městech. (18) (19) (20)

Služba VOD se také prosazovala ve Velké Británii, kde tvořila od září 1994 hlavní část zkušebního vysílání tzv. Cambridge Digital Interactive Television Trial. Video se tak dostalo do 250 domácností a řady škol připojených k tehdejší síti Cambridge Cable. Kódované video MPEG-1 bylo streamováno přes síť ATM z mediálního serveru ICL na set-top boxy navržené firmou Acorn Online Media. Zkušební vysílání začalo na rychlosti 2 Mbit/s do domácností, která se následně zvýšila na 25 Mbit/s. Obsah poskytly společnosti BBC a Anglia Television. Ačkoli šlo o technický úspěch, hlavním problémem bylo obtížné získávání obsahu a projekt byl v roce 1996 ukončen. (19) (20)

Společnost Kingston Communications se v roce 1998 stala první firmou ve Velké Británii, která zahájila plně komerční službu VOD a jako první také integrovala televizní vysílání a přístup k internetu prostřednictvím jediného set-top boxu, který využíval služby IPTV, resp. IP přes ADSL. Do roku 2001 přilákala služba Kingston Interactive TV 15 000 zákazníků. Po řadě zkušebních vysílání následovala v roce 1999 firma HomeChoice, ta však byla omezena na Londýn. Poté, co přilákala 40 000 zákazníků, byla v roce 2006 zakoupena společností Tiscali, kterou v roce 2009 koupila společnost Talk Talk. Poskytovatelé kabelové televize Telewest a NTL zahájili své služby VOD v Británii v roce 2005 a soutěžili s BSkyB, předním tradičním distributorem placené televize. BSkyB reagoval spuštěním služby Sky by Broadband, později přejmenovanou na Sky Anytime on PC, od 2. ledna 2006. K vysokorychlostnímu stahování video obsahu využívá služba Sky Anytime on PC peer-to-peer síť založenou na technologii od Kontiki. Video obsah se celý nestahuje ze serverů služby Sky, ale pochází od několika uživatelů systému, kteří již stejný obsah stahovali. Další britské televizní stanice zavedly vlastní verze stejné technologie, například iPlayer od BBC spuštěná 25. prosince 2007 či 4oD od Channel 4 spuštěná koncem roku 2006. (20) (21)

3.2.2 Transactional video on demand

Transactional video on demand (TVOD) je obchodní model vycházející z tradiční videopůjčovny. Funguje tak, že si uživatel za poplatek vypůjčí vybraný titul na omezenou dobu nebo si ho koupí napořád. V případě výpůjčky hovoříme o tzv. download rent (DTR), u nákupu se jedná o electronic sell-through (EST). Cena se odvíjí od atraktivnosti titulu a video kvality, půjčený titul je zpravidla dostupný po dobu 24 až 48 hodin. Hlavními zástupci tohoto obchodního modelu jsou iTunes a Google Play Movies. (22)

3.2.3 Subscription video on demand

Obchodní model s předplatným neboli Subscription VOD (SVOD) je v současnosti jedním z nejrozšířenějších mezi předními poskytovateli videa na vyžádání jako jsou Netflix, Amazon Prime Video, Hulu Plus, HBO Go a další. Spočívá v tom, že uživatel pravidelně platí pevnou částku na denní, týdenní, měsíční či roční bázi a za to má neomezený přístup k veškerému obsahu. Zpravidla je nabízeno balíčků více, kdy ty dražší nabízí možnost sledování ve vyšším rozlišení či na více zařízeních najednou. (22) (23)

3.2.4 Advertising video on demand

Video na vyžádání s reklamou neboli Advertising video on demand (AVOD) je obchodní model, kdy uživatel nemusí platit měsíční poplatek, nicméně během přehrávání se mu objevují reklamy. Hulu byla jedna z největších společností, která tento model využívala až do roku 2016. Reklamy však nezmizely úplně, jelikož jsou nyní součástí nejlevnějšího platebního plánu. V České republice tento obchodní model využívá například Prima Play. Tento způsob monetizace umožňuje reklamním společnostem zacílit reklamu i na uživatele, které neoslovuje klasická televize. Je však potřeba vyhnout se tomu, aby se objevoval stále ten stejný spot dokola. Tím se mimo jiné zabývala společnost Sony Crackle, která vyvinula koncept tvoření sérií reklam, který tomuto jevu brání. (23)

3.2.5 Near video on demand

Near video on demand (NVOD) je v podstatě falešné video na vyžádání. Nabízí ho vícekanálové vysílací stanice, které využívají k distribuci přenosové kanály s velkou šířkou pásma – satelity a kabelovou televizi. Trik spočívá v tom, že vybraný pořad je vysílán na spoustě kanálech s krátkými časovými rozestupy, takže když uživatel přijde k zařízení, stačí mu jen chvíli počkat, než se na dalším kanále začne pořad vysílat od začátku. Kvůli vysokým nárokům na infrastrukturu je tento druh distribuce nabízen jen velkými

poskytovateli, nicméně v průběhu času velmi ztratil na popularitě a dnes už prakticky vymizel. (24)

3.3 Vícekriteriální analýza variant

Vícekriteriální analýza variant patří do skupiny metod pro vícekriteriální rozhodování. Množina variant je v modelech vícekriteriálního hodnocení variant zadána ve formě konečného seznamu variant, které jsou ohodnoceny podle jednotlivých kritérií. Toto ohodnocení má dvě základní formy – ohodnocení kardinální nebo ordinální.

Účelem modelových výpočtů je buď nalezení nejlepší varianty podle všech uvažovaných hledisek, vyloučení neefektivních variant nebo stanovení preferenčního pořadí variant z hlediska celého souboru kritérií, přičemž první varianta v tomto pořadí je varianta kompromisní. (25)

3.3.1 Saatyho metoda kvantitativního párového porovnání

Tato metoda slouží k určení vah kritérií, hodnotí-li je pouze jeden expert. Jde o metodu kvantitativního párového porovnání kritérií. Při vytváření párových srovnání se používá devíti bodová stupnice:

- 1 – rovnocenná kritéria i a j
- 3 – slabě preferované kritérium i před j
- 5 – silně preferované kritérium i před j
- 7 – velmi silně preferované kritérium i před j
- 9 – absolutně preferované kritérium i před j

Expert porovná každou dvojicí kritérií a velikosti preferencí i-tého kritéria vzhledem k j-tému kritériu zapíše do Saatyho matice S. Je-li preferováno j-té kritérium před i-tým, zapíše se do Saatyho matice převrácené hodnoty.

$$S = \begin{pmatrix} 1 & s_{12} & \cdots & s_{1k} \\ 1/s_{12} & 1 & \cdots & s_{2k} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 1/s_{1k} & 1/s_{12} & \cdots & 1 \end{pmatrix}$$

Na diagonále Saatyho matice jsou tedy jedničky (každé kritérium je samo o sobě rovnocenné). Pro každé kritérium se vypočte geometrický průměr čísel S_{ij} (k-tá odmocnina jejich součinu).

$$b_i = \sqrt[k]{\prod_{j=1}^k S_{ij}}$$

Váhy se z těchto hodnot vypočtou tak, že se tyto hodnoty vydělí svým součtem, neboť suma vah musí být rovna 1. (25)

$$v_i = \frac{b_i}{\sum_{i=1}^k b_i}$$

3.3.2 Metoda váženého součtu

Metoda váženého součtu je založena na výpočtu lineární funkce užitku. Její funkční hodnoty leží v intervalu od 0 do 1 a čím je hodnota vyšší, tím je varianta výhodnější.

Postup metody váženého součtu je dán následujícími kroky:

1. Převedení minimalizačních kritérií na maximalizační podle vztahu $y_{ij} = \max_{i=1, \dots, s} (y_{ij}) - y_{ij}$. Bude tak zjištěno pro každou variantu ohodnocení, o kolik je podle příslušného kritéria lepší než nejhorší varianta.
2. Určení ideální varianty H s ohodnocením (h_1, \dots, h_k) a bazální varianty D s ohodnocením (d_1, \dots, d_k) .
3. Vytvoření standardizované kriteriální matice R, jejíž prvky lze získat pomocí vzorce $r_{ij} = \frac{y_{ij} - d_j}{h_j - d_j}$.
4. Pro jednotlivé varianty se vypočte funkce užitku $u(a_i) = \sum_{j=1}^k v_j r_{ij}$.
5. Varianty se seřadí sestupně podle hodnot $u(a_i)$ a potřebný počet variant s nejvyššími hodnotami užitku je považován za řešení problému. (25)

4 Vlastní práce

4.1 Proces měření

Stanovená kritéria byla měřena na chytrém telefonu Samsung Galaxy S7. Přístroj byl před zahájením měření vrácen do továrního nastavení a systém byl aktualizován na nejnovější verzi. Také byly nainstalovány běžně používané aplikace, aby bylo nasimulováno co nejvěrněji prostředí, ve kterých testované aplikace online videopůjčoven v praxi fungují. Telefon je po každém měření restartován, aby byly zajištěny stejné podmínky. Po restartování je navíc telefon ponechán 20 minut v klidu, aby se procesy na pozadí ustálily a neovlivňovaly se tak výsledky měření.

4.1.1 Parametry testovacího zařízení

Tabulka 1: Parametry testovacího zařízení

Parametr	Hodnota
Název zařízení	Samsung Galaxy S7 G930F
OS	Android – 8.0 Oreo
Wi-Fi konektivita	802.11 a/ac/b/g/n
Typ procesoru	Samsung Exynos 8890 (2 300 MHz)
Typ jádra	8× Mongoose + Cortex-A53 (5,1 DMIPS/MHz)
Uživatelská paměť	32 000 MB
Paměť RAM	4 096 MB
Kapacita baterie	Li-Ion, 3 000 mAh

Zdroj: manuál k zařízení

4.1.2 Testovaná kritéria

Kritéria byla určena tak, aby bylo zjištěno, za jakých podmínek a s jakými službami, resp. v jaké kvalitě těchto služeb, poskytují vybrané online VOD půjčovny své mobilní aplikace uživatelům s přihlédnutím k domácím podmínkám (ČR). Uživatel je pro účely této práce definován jako kdokoli, kdo používá zařízení s OS Android, pohybuje se na území ČR a má zájem o používání VOD služeb během cestování. Volba jednotlivých kritérií vychází především z analýzy odborných informačních zdrojů použitých v literární rešerši a uživatelských hodnocení jednotlivých aplikací v obchodě Google Play. Další informace k výběru jednotlivých kritérií lze nalézt v následující kapitole 4.1.3 Určení vah.

Množství obsahu vůči ceně

Toto kritérium zjišťuje poměr mezi cenou a nabízeným množstvím obsahu. Obsahem se rozumí filmy, dokumenty a seriály, přičemž seriál se počítá jako jeden titul nehledě na počet epizod. Měření tedy proběhne zjištěním množství nabízeného obsahu a poté se měsíční cena předplatného vydělí onou hodnotou. Pokud poskytovatel nabízí více plánů předplatného, počítá se s tím nejlevnějším, který nabízí neomezený přístup ke knihovně. Uživatel samozřejmě chce co nejvíce obsahu za co nejméně peněz, proto je toto kritérium minimalizační.

Nároky na úložiště zařízení

Tímto kritériem se sledují nároky aplikace na volné místo v paměti zařízení a jeho využití. Měření proběhne zjištěním, kolik aplikace zabírá místa v úložišti testovacího zařízení. Čím méně bude zabírat místa, tím více bude mít uživatel prostoru pro instalaci dalších aplikací a ukládání osobních souborů. Kritérium je proto minimalizační.

Využití paměti RAM

Dané kritérium má za úkol zjistit využití operační paměti testovanými aplikacemi. Měření proběhne třikrát při přehrávání náhodně zvoleného filmu po dobu devadesáti minut. Výsledkem těchto měření bude průměrné využití paměti RAM během sledování a výpočtem aritmetického průměru z těchto měření bude stanovena konečná hodnota kritéria. Čím méně paměti RAM sledování filmu zabírá, tím více místa zbyde na ostatní aplikace, které budou moci zůstat stále minimalizované na pozadí a při potřebě uživatele některou z nich použít budou instantně spuštěny. Kritérium je minimalizační.

Funkce přehrávače

Toto kritérium zjišťuje, jak pokročilé jsou jednotlivé aplikace v oblasti nastavení, přizpůsobení a ovládání. Pro účely měření byl proto sestaven seznam 10 funkcí, u kterých bude zjišťováno, zda je jednotlivé aplikace online půjčoven nabízí. Za každou implementovanou funkci lze získat 1 bod a bodů je celkem 10. Čím více funkcí, tím lépe – kritérium je tedy maximalizační. Seznam testovaných funkcí je následující:

- možnost tvorby seznamu oblíbených
- rodičovská kontrola – možnost nějakým způsobem zamezit dětem sledovat obsah pro dospělé
- možnost stažení pořadu do zařízení – umožňuje offline sledování

- tlačítko pro skok o několik desítek sekund vpřed nebo vzad při přehrávání
- možnost změny jazyku dabingu
- možnost zapnutí titulků
- možnost změny velikosti titulků z přehrávací obrazovky
- tlačítko pro skok na následující epizodu
- režim úspory dat na úkor kvality obrazu
- pokračovat v přehrávání – umožňuje začít sledovat tam, kde se předtím přestalo

Energetická náročnost

Kritérium zkoumá energetickou náročnost testovaných aplikací. Sleduje se pouze využití baterie samotnou aplikací, nikoliv spotřeba přidružených činností jako je např. podsvícení displeje. Měření proběhne třikrát při přehrávání náhodně zvoleného filmu po dobu devadesáti minut. Datový přenos bude realizován přes mobilní síť 4G. Výpočtem aritmetického průměru z těchto měření bude stanovena hodnota kritéria. Pro uživatele je důležité, aby mu přehrávání ubíralo co nejméně baterie. Při přehrávání na přenosném zařízení na cestách jsou omezené možnosti dobítí a každé ušetřené procento baterie se hodí. Kritérium je minimalizační.

Datová náročnost

Kritérium sleduje datovou náročnost při přehrávání filmů. Měření proběhne třikrát při přehrávání náhodně zvoleného filmu po dobu devadesáti minut. Vzhledem k tomu, že některé testované aplikace nabízí různé režimy šetření dat a některé nikoliv, je měření provedeno při výchozím nastavení kvůli objektivnosti. Přítomnost úsporné funkce je však zohledněna v kritériu Funkce přehrávače. Výpočtem aritmetického průměru z těchto měření bude stanovena hodnota kritéria. Uživatel má zájem na tom, aby byla datová spotřeba při zachování dobré kvality obrazu co nejnižší, proto je kritérium minimalizačního charakteru.

Použitelnost při snížené přenosové rychlosti

Toto kritérium zkoumá, jak testované aplikace obstojí při horším internetovém připojení. Ne vždy je totiž k dispozici stabilní a rychlé připojení, uživatel proto jistě ocení, když si s tím aplikace v rámci možností co nejlépe poradí a neovlivní to tak zážitek ze sledování. Měření proběhne tak, že propustnost sítě, na kterou bude připojeno testovací zařízení, bude postupně upravena na celkem tři hraniční hodnoty, během kterých se bude zkoumat, jak to ovlivnilo přehrávání. Pokud se jen sníží kvalita, získá testovaná aplikace 2 body. Pokud se přehrávání

zasekne na několik vteřin (maximálně 5) a poté bude pokračovat, znamená to 1 bod. Když se přehrávání zcela přeruší, bude bodový zisk 0. Maximální bodový zisk je tedy 6, a proto je kritérium maximalizačního charakteru.

Hraniční hodnoty byly určeny maximální přenosovou rychlostí sítě EDGE, resp. dvoj a trojnásobkem: 236 kbit/s, 472 kbit/s a 708 kbit/s. (36)

4.1.3 Určení vah

Váhy jednotlivých kritérií byly stanoveny pomocí Saatyho metody. Princip této metody spočívá v porovnání preferencí mezi jednotlivými kritérii a používá se, hodnotí-li je pouze jeden expert, v tomto případě autor práce. Ten využil přehledu v dané problematice získaného z tvorby literární rešerše, přípravy jednotlivých testů, ale i osobních zkušeností, aby co nejvhodněji určil jednotlivé preference s ohledem na český trh. Alternativou by bylo použití například metody dotazníkového šetření, která by byla v budoucnu vhodným rozšířením této práce. Kvůli přehlednosti byly jednotlivým kritériím přiřazeny následující zkratky:

- K1 – množství obsahu vůči ceně
- K2 – nároky na úložiště zařízení
- K3 – využití paměti RAM
- K4 – funkce přehrávače
- K5 – energetická náročnost
- K6 – datová náročnost
- K7 – použitelnost při snížené přenosové rychlosti

Jednotlivé hodnoty vah kritérií jsou zaznamenány v posledním sloupci následující tabulky. Nejvyšší váha vyšla u kritéria K1 – množství obsahu vůči ceně, což odráží průměrnou kupní sílu na obyvatele, která byla v České republice v roce 2018 na úrovni 66,4 % evropského průměru. (26) Druhou nejvyšší váhu získalo kritérium K6 – datová náročnost, která vychází z faktu, že ČR měla v roce 2018 třetí nejvyšší průměrnou cenu za 1 GB dat v mobilních sítích LTE v Evropě. (27) Kritérium K5 – energetická náročnost vyšlo na třetím místě a koresponduje tak s jednou z největších slabin dnešních přenosných zařízení – nízkou výdrží baterie. Následuje kritérium K7 – použitelnost při snížené přenosové rychlosti, které se zabývá vyrovnáním se s proměnlivou kvalitou pokrytí signálem, které se při cestování nelze vyhnout.

Kritérium K4 – funkce přehrávače ocení především pokročilejší uživatelé, kteří rádi využívají věci na maximum, proto už má značně menší váhu. Nejnižší váhy však získaly kritéria K3 – využití paměti RAM a K2 – nároky na úložiště zařízení, které postupně ztrácí na významu se stále zvyšujícím se výkonem a pamětí i u low-end zařízení.

Tabulka 2: Výpočet vah kritérií Saatyho metodou

	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	b_i	v_i
K1	1	5	5	3	3	3	3	2,97	0,31
K2	1/5	1	1/5	1/7	1/7	1/5	1/7	0,22	0,02
K3	1/5	5	1	1/7	1/7	1/5	1/5	0,36	0,04
K4	1/3	7	7	1	1/3	1/5	1/3	0,87	0,09
K5	1/3	7	7	3	1	1/3	3	1,74	0,18
K6	1/3	5	5	5	3	1	3	2,33	0,24
K7	1/3	7	5	3	1/3	1/3	1	1,21	0,13
Součet								9,7	1

Zdroj: vlastní výzkum, 2019

4.2 Testované online půjčovny

Český uživatel má v současné době na výběr z 27 online půjčoven fungujících oficiálně na našem území. Mezi jednotlivými službami jsou však velké rozdíly. Liší se žánrovým zaměřením, množstvím titulů, mírou lokalizace do českého jazyka i obchodním modelem, jak lze vyčíst z následující tabulky.

Tabulka 3: Přehled online půjčoven v ČR (35)

Online půjčovna	Počet titulů	Podpora češtiny	Typ nabídky	Přehrávání	Způsob platby
iTunes	8614	80 %	filmy, dokumenty	streaming	půjčení, nákup
Netflix	4805	6 %	filmy, dokumenty, seriály	streaming	předplatné
Google Play	3560	60 %	filmy, dokumenty	streaming	půjčení, nákup
Voyo	1960	100 %	filmy, seriály	streaming	předplatné

HBO GO	1526	100 %	filmy, dokumenty, seriály	streaming	předplatné
DaFilms	1300	90 %	dokumenty	download	předplatné
Filmbox	1211	100 %	film	streaming	předplatné
Banaxi	1073	100 %	filmy	streaming	půjčení, nákup
Amazon Prime	861	4 %	filmy, dokumenty, seriály	streaming	předplatné
O2TV	842	100 %	filmy	streaming	půjčení, nákup
iVysílání	576	100 %	filmy, dokumenty, seriály	streaming	zdarma
My Prime	536	100 %	filmy	streaming	předplatné
Obbod	525	100 %	filmy, seriály	streaming	předplatné
Aerovod	249	100 %	filmy, dokumenty	streaming	půjčení, nákup
Vapet	200	100 %	filmy	streaming	zdarma
Filmy česky a zadarmo	146	100 %	filmy	streaming	zdarma
Filmy v češtině	142	100 %	filmy	streaming	zdarma
Filmpopular	81	100 %	dokumenty	streaming	předplatné
Aniont	80	100 %	filmy	streaming	předplatné, půjčení
KoukeYTe	78	100 %	filmy	streaming	zdarma
MUBI	37	0 %	filmy	streaming	předplatné
Stream	23	100 %	seriály	streaming	zdarma
Prima Play	21	100 %	seriály	streaming	zdarma
Mall TV	13	100 %	seriály	streaming	zdarma
Vorel Film	6	100 %	filmy	streaming	zdarma
iDnes Kino	5	100 %	seriály	streaming	zdarma
Bionaut	2	100 %	filmy	streaming	zdarma

Testované online půjčovny, byly vybrány na základě následujících podmínek:

- oficiálně dostupné v ČR
- volná registrace pro kohokoliv (nepodmíněna např. využíváním jiných služeb)
- alespoň 500 titulů v knihovně
- neomezený přístup do knihovny na základě předplatného
- existence mobilní aplikace pro OS Android

Stanovené podmínky splnily následující poskytovatelé VOD služeb.

Tabulka 4: Testované aplikace

Název aplikace	Verze aplikace
Netflix	6.26.1 build 15 31696.
HBO GO	5.6.0.
Voyo	3.0.57.
Amazon Prime	3.0.242.29441
Filmbox	4.5.
Obbod	1.3.2.

Zdroj: vlastní výzkum, 2019

4.2.1 Netflix

Netflix je filmová služba, která vznikla v roce 1997 a původně podnikala pouze v USA jako půjčovna DVD rozesílaných poštou. Postupně přešla na nabídku filmů a seriálů online a expandovala do celého světa. Mezi lety 2010 až 2015 se rozšířila do vybraných států Západní Evropy a od začátku roku 2016 je Netflix dostupný oficiálně ve 190 zemích světa včetně České republiky. Počet předplatitelů Netflixu na celém světě byl ke konci roku 2018 zhruba 93 miliónů, z toho 49 miliónů z USA.

Od začátku roku 2016 je Netflix dostupný i v ČR. Nabídka Netflixu se výrazně rozšiřuje, původně to bylo jen cca 600 titulů, nyní má knihovna více než 4500 titulů. Český Netflix zatím uvedl pouze pár českých filmů, naopak české titulky Netflix nabízí u několika desítek titulů. Nabídka se má výrazně rozšiřovat, především díky spuštění nového programu pro titulkáře nazvaného Hermes. Dá se předpokládat, že Netflix začne nakupovat práva k českým titulům, zatím ale určitě nebude tak aktivní jako například ve Francii, Turecku či Brazílii, kde dokonce točí vlastní lokální produkci. (28)

4.2.2 HBO GO

Kromě klasického televizního vysílání umožňuje HBO sledovat svoji nabídku také přes online službu HBO GO. Ta nabízí za měsíční předplatné divákům přístup do knihovny všech aktuálně vysílaných filmů a seriálů a všech produkcí od HBO. Služba HBO GO dříve fungovala automaticky s předplatným HBO zakoupeným od operátorů, v listopadu 2017 spustilo HBO možnost objednat si přístup do HBO GO napřímo i bez nutnosti smlouvy s operátorem. (29)

4.2.3 Voyo

Voyo je dnes nejstarší online půjčovna na českém trhu. Patří pod televizi Nova a obsahuje velké množství filmů a seriálů. Součástí jsou nejen pořady televize Nova (zpravodajství, seriály, sport), ale také starší filmy z běžné produkce. Voyo má širokou podporu různých zařízení pro přehrávání (televize, mobily, tablety). (30)

4.2.4 Amazon Prime

Společnost Amazon začala původně jako e-shop, který prodával knihy, ale během dalších let se výrazně rozšířila a dnes nabízí cokoli od oblečení přes počítače až po filmy. Službu Amazon Prime spustila už v roce 2005 a za roční předplatné si mohou američtí zákazníci nechat doručit zboží rychleji než ostatní. V roce 2011 ji začala propojovat se svojí jinou službou Amazon Video, která nabízela půjčení či nákup filmů nejdříve na DVD či Blu-Ray a později i v digitální podobě.

Tato sekce v internetovém obchodě Amazon, kde si můžete vybrat z mnoha filmů a seriálů, obsahuje v USA několik desítek tisíc titulů. Funguje také pro další země jako je Velká Británie či Německo. Amazon se však podobně jako Netflix chtěl rozšířit po celém světě, a tak začala vznikat služba za předplatné. Vybrané starší filmy a seriály ze služby Amazon Video TV tak uvolnil i pro zákazníky Amazon Prime, kteří si jej v rámci svého ročního předplatného mohli půjčovat. Aby tuto nabídku ještě více zatraktivnil, začal Amazon v roce 2015 nabízet službu Amazon Prime i za měsíční předplatné a rozhodl se také natáčet vlastní filmy a seriály. Mezi ty nejznámější patří *The Man in the High Castle* nebo *The Grand Tour*. (31)

4.2.5 Filmbox

FilmBox je TV kanál, která vysílá výhradně filmy. Je dostupný v Česku, na Slovensku, v Polsku, v Maďarsku a v Rumunsku. Filmová základna distribuční společnosti

SPI International, která stojí za tímto kanálem, obsahuje 1300 filmů. Společnost před časem spustila svoji online videotéku, která funguje i samostatně. V široké nabídce jsou většinou starší filmy či méně známé seriály. (32)

4.2.6 Obbod

Obbod je původem česká videopůjčovna, která je poměrně nová, jelikož svůj provoz spustila před Vánoci 2016. Za měsíční předplatné nabízí přístup k mixu starších a nezávislých zahraničních filmů a také k většině českých klasik. Proslavila se svým původním seriálem Vyšehrad. (33)

4.3 Výsledky měření

4.3.1 Množství obsahu vůči ceně

Toto kritérium hodnotilo cenovou výhodnost jednotlivých poskytovatelů ve vztahu k množství nabízených titulů. Data o počtech titulů v knihovně a ceně měsíčního předplatného byla zaznamenána ke dni 25. 11. 2018. Následně proběhl výpočet tzv. jednotkové ceny (ceny za jeden titul) a hodnoty byly zaokrouhleny na čtyři desetinná místa. Screenshots z průběhu měření jsou obsaženy v příloze Průběh měření.

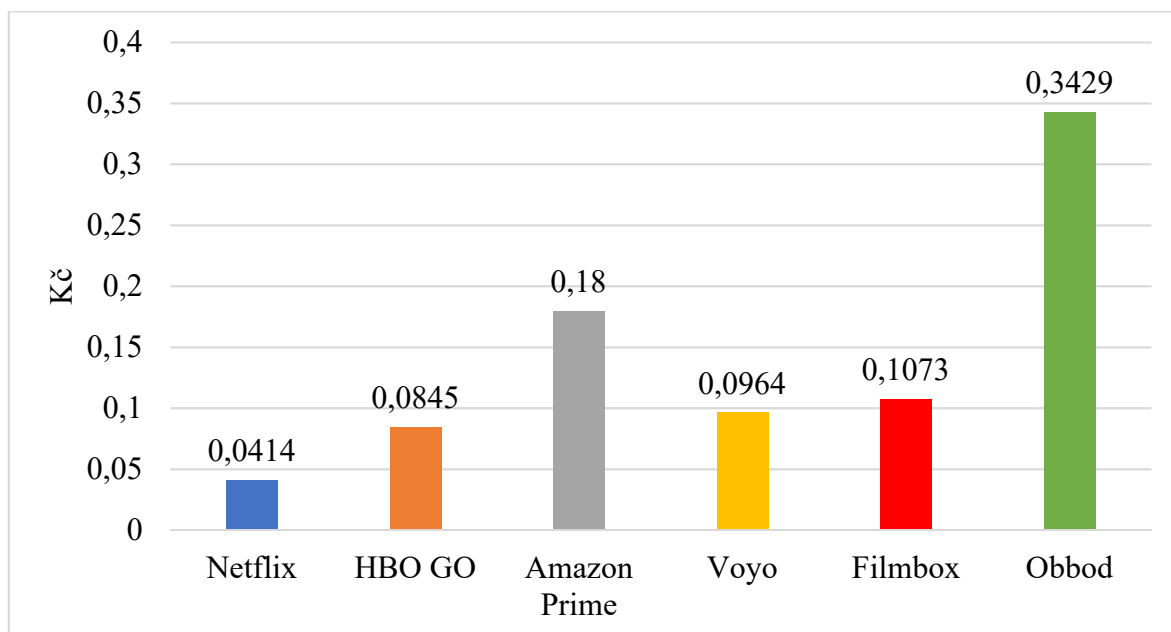
Vítězem testu se stal Netflix s 0,0414 Kč. HBO GO ho následovalo se zhruba dvojnásobnou cenou v těsném závěsu s Voyo a Filmbox. Dále se umístil Amazon Prime s cenou 0,18 Kč a pořadí uzavřel Obbod s 0,3429 Kč, který byl nejdražší.

Tabulka 5: Množství obsahu vůči ceně

Název aplikace	Počet titulů v knihovně	Cena měsíčního předplatného (v Kč)	Cena za jeden titul (v Kč)
Netflix	4805	199	0,0414
HBO GO	1526	129	0,0845
Amazon Prime	861	155	0,18
Voyo	1960	189	0,0964
Filmbox	1211	130	0,1073
Obbod	525	180	0,3429

Zdroj: vlastní výzkum, 2019

Obrázek 1: Výsledky měření – cena za jeden titul (v Kč)



Zdroj: vlastní výzkum, 2019

4.3.2 Nároky na úložiště zařízení

Nároky na úložiště zařízení spočívaly v průzkumu paměti zařízení, kde byla testovaná aplikace nainstalovaná. Screenshot z průběhu měření je obsažen v příloze Průběh měření.

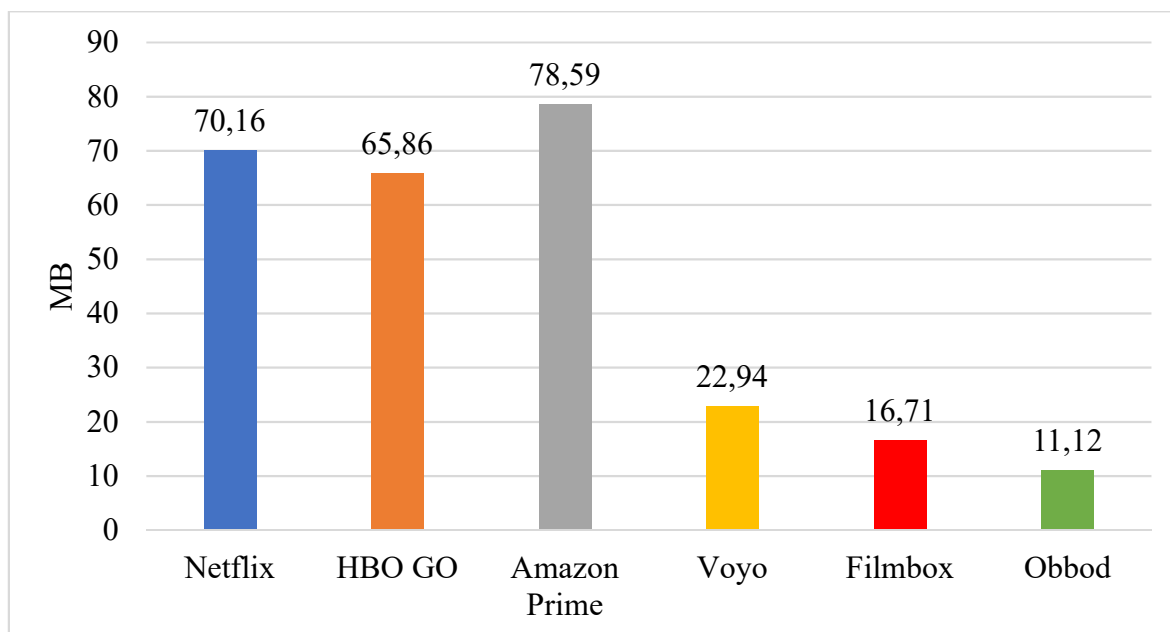
Nejméně místa zabírala aplikace Obbod s hodnotou 11,12 MB. S mírnými odstupy se dále umístily aplikace Filmbox s 16,71 MB a Voyo s 22,94 MB. Poté následoval velký skok a s podobnými hodnotami se dále umístily HBO GO s 65,86 MB, Netflix s 70,16 MB a Amazon Prime s 78,59 MB.

Tabulka 6: Nároky na úložiště zařízení

Název aplikace	Zabrané místo v úložišti (v MB)
Netflix	70,16
HBO GO	65,86
Amazon Prime	78,59
Voyo	22,94
Filmbox	16,71
Obbod	11,12

Zdroj: vlastní výzkum, 2019

Obrázek 2: Výsledky měření – zabrané místo v úložišti (v MB)



Zdroj: vlastní výzkum, 2019

4.3.3 Využití paměti RAM

Tento test byl zaměřen na využití paměti RAM. U každé aplikace online videopůjčovny proběhlo měření třikrát a výsledná hodnota byla stanovena jako aritmetický průměr naměřených hodnot, přičemž hodnoty jsou uvedeny v jednotkách MB a zaokrouhleny na dvě desetinná místa. Pro měření byl využit integrovaný správce úloh v testovacím zařízení. Screenshot z průběhu měření je obsažen v příloze Průběh měření.

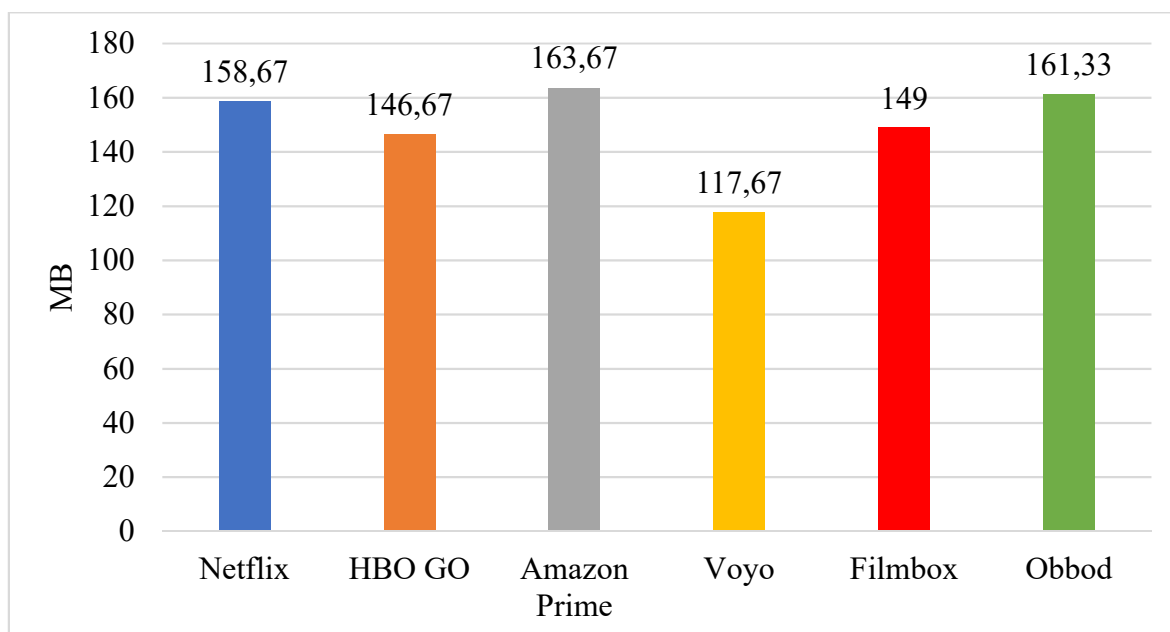
Nejméně paměti RAM při svém běhu zabírala aplikace Voyo s průměrnou hodnotou 117,67 MB. S velkým odstupem se na druhém místě umístilo HBO GO s 146,67 MB následované Filmboxem s 149 MB. Aplikace Netflix si řekla v průměru o 158,67 MB. Pořadí uzavírá Obbod s 161,33 MB a Amazon Prime s 163,67 MB.

Tabulka 7: Využití paměti RAM

Název aplikace	Využití RAM (v MB)			Průměrné využití RAM (v MB)
Netflix	149	168	159	158,67
HBO GO	135	157	148	146,67
Amazon Prime	154	165	172	163,67
Voyo	121	115	117	117,67
Filmbox	144	150	153	149
Obbod	154	161	169	161,33

Zdroj: vlastní výzkum, 2019

Obrázek 3: Výsledky měření – průměrné využití RAM (v MB)



Zdroj: vlastní výzkum, 2019

4.3.4 Funkce přehrávače

Hodnocení přehrávače proběhlo otestováním přítomnosti zkoumaných funkcí. Za každou implementovanou funkci získala testovaná aplikace jeden bod. Screenshoty z průběhu měření jsou obsaženy v příloze Průběh měření. Zkratky těchto funkcí jsou pro přehlednost tabulky následující:

1. možnost tvorby seznamu oblíbených
2. rodičovská kontrola – možnost nějakým způsobem zamezit dětem sledovat obsah pro dospělé
3. možnost stažení pořadu do zařízení – umožňuje offline sledování
4. tlačítko pro skok o několik desítek sekund vpřed nebo vzad při přehrávání
5. možnost změny jazyku dabingu
6. možnost zapnutí titulků
7. možnost změny velikosti titulků z přehrávací obrazovky
8. tlačítko pro skok na následující epizodu
9. režim úspory dat na úkor kvality obrazu
10. pokračovat v přehrávání – umožňuje začít sledovat tam, kde se předtím přestalo

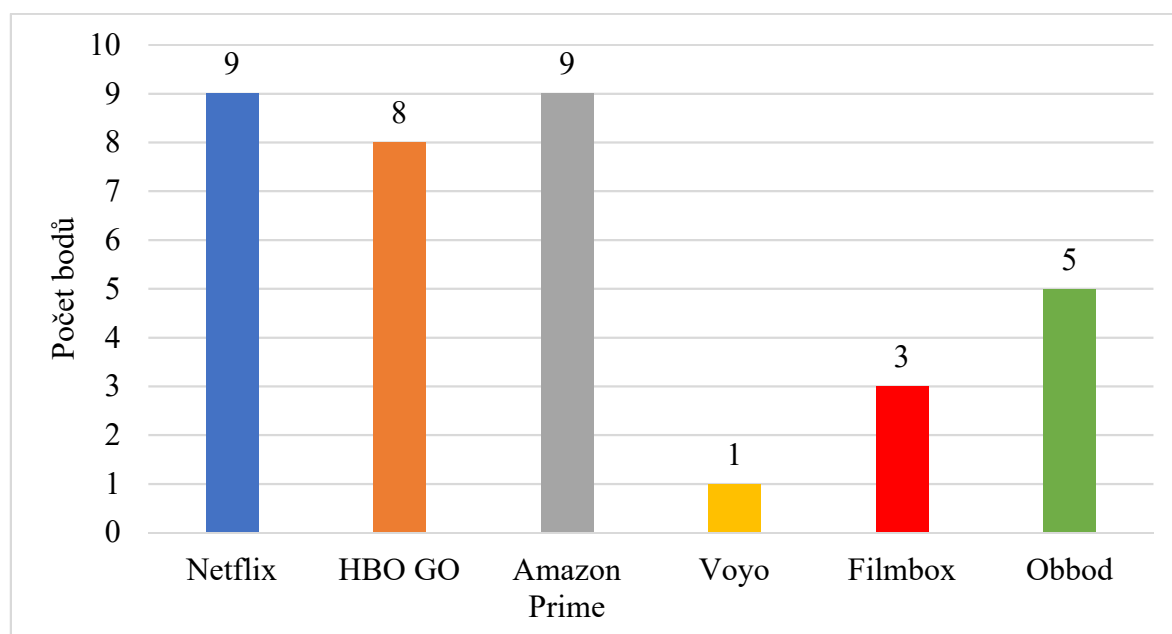
V tomto testu nejlépe dopadly aplikace Netflix a Amazon Prime shodně se ziskem 9 bodů. V těsném závěsu s o bod nižším výsledkem se umístilo HBO GO. Na čtvrté místo dosáhla aplikace Obbod s 5 body. Pořadí poté uzavírá Filmbox se 3 body a Voyo s 1 bodem.

Tabulka 8: Funkce přehrávače

Název aplikace	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	Celkový počet bodů
Netflix	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	9
HBO GO	1	1	0	1	1	1	1	1	0	1	8
Amazon Prime	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	9
Voyo	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Filmbox	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1	3
Obbod	1	1	0	1	0	1	0	1	0	0	5

Zdroj: vlastní výzkum, 2019

Obrázek 4: Výsledky měření – celkový počet bodů za funkce přehrávače



Zdroj: vlastní výzkum, 2019

4.3.5 Energetická náročnost

Toto kritérium hodnotilo energetickou náročnost. U každé aplikace online videopůjčovny proběhlo měření třikrát a výsledná hodnota byla stanovena jako aritmetický průměr naměřených hodnot, přičemž hodnoty jsou uvedeny v jednotkách mAh a zaokrouhlené na dvě desetinná místa. Pro měření byl využit integrovaný správce úloh v testovacím zařízení. Screenshot z průběhu měření je obsažen v příloze Průběh měření.

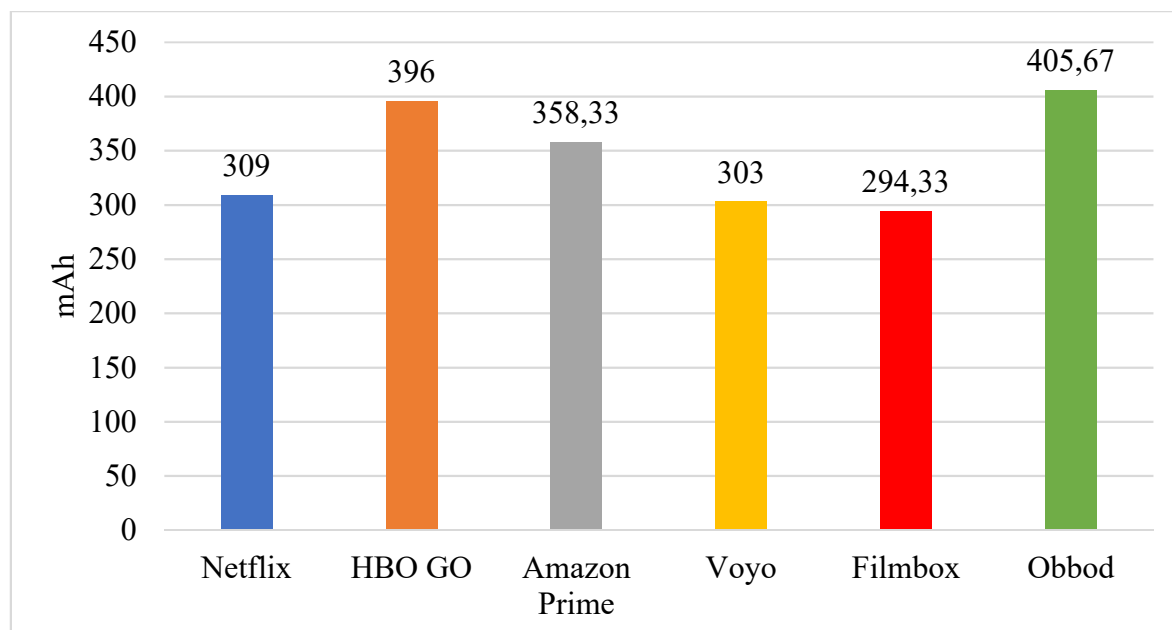
Aplikace Filmbox byla energeticky nejméně náročná. Spotřebovala průměrně pouze 294,33 mAh. V těsném závěsu však byly aplikace Voyo a Netflix s jen mírně vyššími hodnotami 303, resp. 309 mAh. Zhruba o 50 mAh více potřeboval Amazon Prime. Dále se umístilo HBO GO s 396 mAh a na posledním místě Obbod s 405,67 mAh.

Tabulka 9: Energetická náročnost

Název aplikace	Využití baterie (v mAh)			Průměrné využití baterie (v mAh)
Netflix	324	288	315	309
HBO GO	405	387	396	396
Amazon Prime	335	362	378	358,33
Voyo	297	279	333	303
Filmbox	289	288	306	294,33
Obbod	405	414	398	405,67

Zdroj: vlastní výzkum, 2019

Obrázek 5: Výsledky měření – průměrné využití baterie (v mAh)



Zdroj: vlastní výzkum, 2019

4.3.6 Datová náročnost

Šestý test zkoumal datovou náročnost. U každé aplikace online videopůjčovny proběhlo měření třikrát a výsledná hodnota byla stanovena jako aritmetický průměr naměřených hodnot, přičemž hodnoty jsou uvedeny v jednotkách MB a zaokrouhlené na dvě desetinná místa. Pro měření byla využita aplikace GlassWire ve verzi 2.0.324r, která umožňuje podrobně monitorovat datový provoz. Screenshot z průběhu měření je obsažen v příloze Průběh měření.

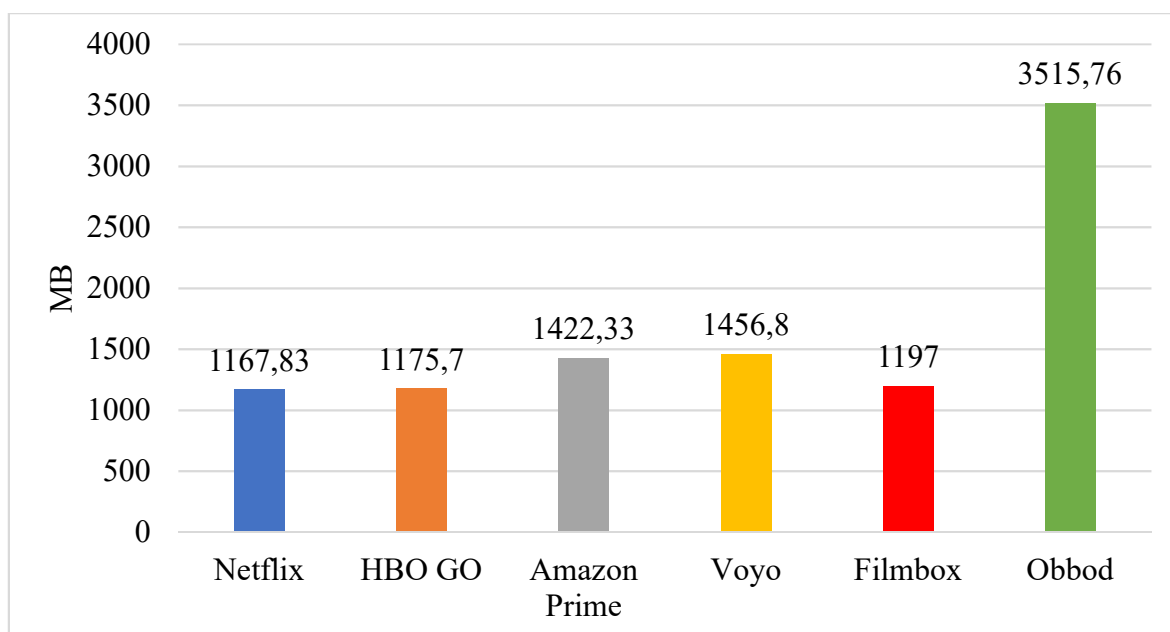
Nejnižšího výsledku dosáhl Netflix – 1167,83 MB. Hned za ním skončilo HBO GO s 1175,7 MB a Filmbox s 1197 MB. O něco více dat spotřebovaly Amazon Prime – 1422,33 MB a Voyo – 1456,8 MB. Nejhůře skončil Obbod – 3515,76 MB.

Tabulka 10: Datová náročnost

Název aplikace	Spotřeba dat (v MB)			Průměrná spotřeba dat (v MB)
Netflix	1150,4	1238,9	1114,2	1167,83
HBO GO	1180,8	1175,4	1170,9	1175,7
Amazon Prime	1413,1	1397,7	1456,2	1422,33
Voyo	1390,5	1469,7	1510,2	1456,8
Filmbox	1263,6	1161,9	1165,5	1197
Obbod	3517,2	3533,4	3496,7	3515,76

Zdroj: vlastní výzkum, 2019

Obrázek 6: Výsledky měření – průměrná spotřeba dat (v MB)



Zdroj: vlastní výzkum, 2019

4.3.7 Použitelnost při snížené přenosové rychlosti

Poslední test spočíval v testování použitelnosti aplikací při kolísavé, resp. snížené přenosové rychlosti. U každé aplikace online videopůjčovny proběhlo měření tak, že propustnost sítě, na kterou bylo při přehrávání připojeno testovací zařízení, byla postupně omezena na celkem tři hraniční hodnoty. Podle chování aplikace byly poté přiděleny příslušné body viz kapitola 4.1.2 Testovaná kritéria. Maximem bylo 6 bodů. Screenshots z průběhu měření jsou obsaženy v příloze Průběh měření.

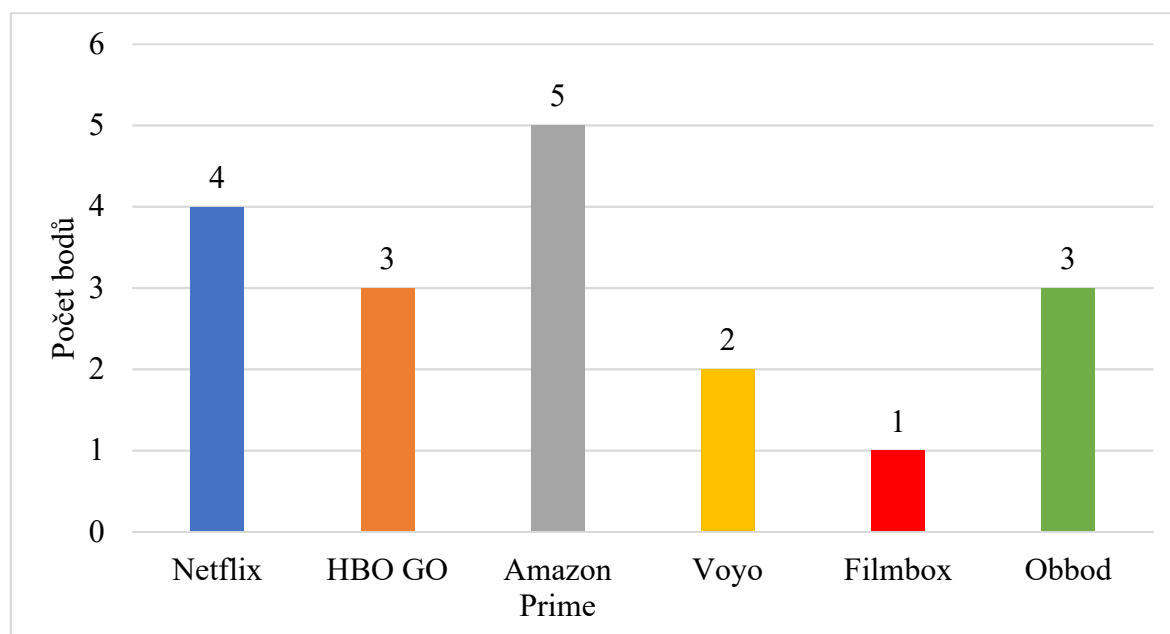
Nejlepšího výsledku dosáhla aplikace Amazon Prime s 5 body, která zaváhala jen při snížení na nejnižší rychlost. O bod hůře si vedl Netflix, který snížení na nejnižší rychlost nezvládl vůbec. Na děleném třetím místě skončily se 3 body HBO GO a Obbod, které si vedly průměrně. Dále se umístila aplikace Voyo se 2 body a nakonec Filmbox s 1 bodem.

Tabulka 11: Použitelnost při snížené přenosové rychlosti

Název aplikace	236 kbit/s	472 kbit/s	708 kbit/s	Celkový počet bodů
Netflix	0	2	2	4
HBO GO	0	1	2	3
Amazon Prime	1	2	2	5
Voyo	0	0	2	2
Filmbox	0	0	1	1
Obbod	0	1	2	3

Zdroj: vlastní výzkum, 2019

Obrázek 7: Výsledky měření – celkový počet bodů za použitelnost při snížené přenosové rychlosti



Zdroj: vlastní výzkum, 2019

4.4 Výpočet vícekriteriální analýzy variant

Výpočet vícekriteriální analýzy variant proběhl metodou váženého součtu. V následující tabulce je uveden souhrn výsledků všech měření a povaha kritéria.

Tabulka 12: Souhrn výsledků měření

Název	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7
Netflix	0,0414	70,16	158,67	9	309	1167,83	4
HBO GO	0,0845	65,86	146,67	8	396	1175,7	3
Amazon Prime	0,18	78,59	163,67	9	358,33	1422,33	5
Voyo	0,0964	22,94	117,67	1	303	1456,8	2
Filmbox	0,1073	16,71	149	3	294,33	1197	1
Obbod	0,3429	11,12	161,33	5	405,67	3515,76	3
Povaha kritéria	MIN	MIN	MIN	MAX	MIN	MIN	MAX

Zdroj: vlastní výzkum, 2019

Pro výpočet bylo nezbytné sjednotit povahy jednotlivých kritérií. Všechna kritéria minimalizačního charakteru byla proto převedena na maximalizační.

Tabulka 13: Převod kritérií na stejný charakter

Název	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7
Netflix	0,3015	8,43	5	9	96,67	2347,93	4
HBO GO	0,2584	12,73	17	8	9,67	2340,06	3
Amazon Prime	0,1629	0	0	9	47,34	2093,43	5
Voyo	0,2465	55,65	46	1	102,67	2058,96	2
Filmbox	0,2356	61,88	14,67	3	111,34	2318,76	1
Obbod	0	67,47	2,34	5	0	0	3

Zdroj: vlastní výzkum, 2019

Poté byla určena ideální varianta H_k a bazální D_k .

Tabulka 14: Ideální a bazální varianta

Název	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7
Ideální varianta H_k	0,3015	67,47	46	9	111,34	2347,93	5
Bazální varianta D_k	0	0	0	1	0	0	1

Zdroj: vlastní výzkum, 2019

Na základě určené bazální a ideální varianty byla vytvořena standardizovaná kritériální matice.

Tabulka 15: Normalizace

Název	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7
Netflix	1	0,12	0,11	1	0,87	1	0,75
HBO GO	0,86	0,19	0,37	0,88	0,09	1	0,5
Amazon Prime	0,54	0	0	1	0,43	0,89	1
Voyo	0,82	0,82	1	0	0,92	0,88	0,25
Filmbox	0,78	0,92	0,32	0,25	1	0,99	0
Obbod	0	1	0,05	0,5	0	0	0,5
Váha kritéria	0,31	0,02	0,04	0,09	0,18	0,24	0,13

Zdroj: vlastní výzkum, 2019

Pro jednotlivé varianty byla vypočtena funkce užitku. Výsledky byly zaokrouhleny na dvě desetinná místa a zaznamenány do následující tabulky.

Tabulka 16: Hodnoty užitku

Název	Užitek
Netflix	0,9
Voyo	0,72
Filmbox	0,71
HBO GO	0,68
Amazon Prime	0,68
Obbod	0,13

Zdroj: vlastní výzkum, 2019

5 Interpretace výsledků

Pomocí metody váženého součtu vícekritériální analýzy variant bylo na základě vypočtené funkce užitku určeno následující pořadí testovaných aplikací:

1. Netflix
2. Voyo
3. Filmbox
4. – 5. HBO GO
4. – 5. Amazon Prime
6. Obbod

Na prvním místě se umístil Netflix se svou aplikací, která se držela na předních příčkách ve většině testech. Úplně nejlépe si vedla v poměru mezi cenou a nabízeným množstvím obsahu a také v nízké datové spotřebě při přehrávání. Současně aplikace obsahovala množství funkcí a pokročilých nastavení.

Druhé místo těsně obsadila aplikace Voyo, která sice dosáhla nejlepšího výsledku jen v testu využití paměti RAM, ve většině testech však držela krok s konkurencí.

Třetí Filmbox si nejlépe vedl v testu energetické náročnosti a také byl poměrně datově úsporný. Aplikace však nenabízí mnoho funkcí a také se hůře vyrovnává s proměnlivou kvalitou připojení.

Na děleném čtvrtém místě se umístily aplikace HBO GO a Amazon Prime. HBO GO bodovalo především v dobrém poměru mezi cenou a nabízeným množstvím obsahu a nízké datové náročnosti. Ve zbytku testech však bylo průměrné až podprůměrné. Amazon Prime si nejlépe poradil s proměnlivou kvalitou připojení a jeho aplikace nabízí hodně funkcí. Měsíční cena předplatného je však vzhledem k množství nabízeného obsahu poměrně vysoká, aplikace zabírá hodně místa v paměti a také je náročná na paměť RAM.

Aplikace Obbod skončila na posledním místě. Stalo se tak kvůli nejhorším hodnotám ve třech poměrně klíčových kritériích – množstvím obsahu vůči ceně, energetické náročnosti a datové náročnosti.

6 Závěr

Situace služeb poskytujících video na vyžádání se na českém trhu v posledních několika letech velmi proměnila. Díky expanzi různých zahraničních firem na náš trh má zákazník na výběr z poměrně širokého spektra poskytovatelů s rozdílnými obchodními modely. Konkurenční prostředí tvořené jak domácími, tak zahraničními službami se projevuje i na kvalitě mobilních aplikací pro přenosná zařízení.

Pro zhodnocení mobilních aplikací vybraných poskytovatelů bylo důležité identifikovat optimální kritéria, což bylo zároveň dílčím cílem práce. Tato kritéria byla určena na základě analýzy odborných informačních zdrojů použitých v literární rešerši a uživatelských hodnocení jednotlivých aplikací v obchodě Google Play. Významnou roli při určování jednotlivých kritérií sehrála samotná hardwarová omezení chytrých telefonů, kterými je například nízká výdrž baterie a také regionální specifika, mezi které se řadí mj. cena mobilních dat v České republice nebo kvalita pokrytí signálem 3G a 4G sítí. Na základě stanovených kritérií byly provedeny série měření, jež byly následně vyhodnoceny metodou vícekritériální analýzy variant. Z takto porovnaných hodnot byly vyvozeny závěry, které byly následně v práci interpretovány. Obecně lze konstatovat, že až na poslední testovanou aplikaci, která dosáhla velmi nízké hodnoty užítku v závěrečném vyhodnocení, jsou kvalita a služby zkoumaných poskytovatelů v rámci mobilních aplikací pro OS Android na srovnatelné úrovni a o moc nezaostávají nad vítězem celého srovnání.

Vzhledem k dynamickému rozvoji v oblasti služeb poskytujících video na vyžádání se nabízí hned několik cest, jak by se dala práce dále rozšířit. Jednou z možností by bylo například srovnání protějšků testovaných aplikací na jiné mobilní platformě – iOS od firmy Apple. Velmi zajímavé by potom bylo porovnat vždy dvojice aplikací od stejného poskytovatele napříč platformami. Další alternativou by bylo upravení podmínek pro výběr testovaných služeb. Například by bylo možné přeorientovat se z obchodního modelu subscription video on demand na transactional video on demand.

7 Seznam použitých zdrojů

1. TOMAIDES, Petr. STREAMING – konec televize? In: Česká televize [online]. 2008 [cit. 2019-03-03]. Dostupné z: <https://www.ceskatelevize.cz/porady/10121359557-port/technosfera/252-streaming-konec-televize/>
2. Co je to streaming? [online]. In: [cit. 2019-03-04]. Dostupné z: <http://streamdownload.okamzite.eu/co-je-to-streaming/>
3. AUSTERBERRY, David. The Technology of Video and Audio Streaming. Focal Press, 2015. ISBN 978-1138169081.
4. SMITH, Steven W. The scientist and engineer's guide to digital signal processing [online]. San Diego, Calif.: California Technical Pub., 1997 [cit. 2019-03-03]. ISBN 09-660-1763-3. Dostupné z: <http://www.dspguide.com/pdfbook.htm>
5. WU, H. R. a K. Ramamohan RAO. Digital video image quality and perceptual coding. Boca Raton: CRC Press, 2006. ISBN 978-0-8247-2777-2.
6. BOVIK, Alan C. The essential guide to video processing. 2nd ed. Boston: Academic Press/Elsevier, 2009. ISBN 978-0-12-374456-2.
7. Advanced video coding for generic audiovisual services ITU-T Recommendation H. 264. International Telecommunication Union [online]. 2005 [cit. 2019-03-04]. Dostupné z: <https://www.itu.int/rec/T-REC-H.264-200503-S/en>
8. OZER, Jan Lee. Video Encoding by the Numbers: Eliminate the Guesswork from your Streaming Video. 2016. Galax, Virginia: Doceo Publishing, 2016. ISBN 978-0998453002.
9. ITU-T. SERIES H: AUDIOVISUAL AND MULTIMEDIA SYSTEMS: Infrastructure of audiovisual services – Coding of moving video [online]. Geneva, 2013 [cit. 2019-03-04]. Dostupné z: <http://handle.itu.int/11.1002/1000/11885-en?locatt=format:pdf>
10. XIPH.ORG FOUNDATION. Theora Specification [online]. 2017 [cit. 2019-03-04]. Dostupné z: <http://www.theora.org/doc/Theora.pdf>
11. VP9. Techopedia [online]. [cit. 2019-03-04]. Dostupné z: <https://www.techopedia.com/definition/30580/vp9>
12. VP9 Video Codec. WebM [online]. 2017 [cit. 2019-03-04]. Dostupné z: <https://www.webmproject.org/vp9/>
13. ZAMBELLI, A. IIS Smooth Straming Technical Overview [online]. Microsoft Corporation, 2009 [cit. 2019-03-04]. Dostupné z: <https://www.microsoft.com/en-us/download/details.aspx?id=17678>

14. FATI, Suliman Mohamed, Saiful AZAD a Al-Sakib Khan PATHAN. IPTV delivery networks: next generation architectures for live and video-on-demand services. Hoboken, NJ: Wiley, 2018. ISBN 978-1119397915.
15. TIMMERER, Christian. Dynamic Adaptive Streaming over http (DASH). SlideShare [online]. 2011 [cit. 2019-03-04]. Dostupné z: <https://www.slideshare.net/christian.timmerer/dynamic-adaptive-streaming-over-http-dash>
16. STOCKHAMMER, Thomas. Dynamic Adaptive Streaming over HTTP: Design Principles and Standards [online]. Qualcomm Incorporated [cit. 2019-03-04].
17. DIXON, Wheeler W. Streaming: movies, media, and instant access. Lexington, Kentucky: University Press of Kentucky, 2013. ISBN 978-0813142197.
18. POGGI, Jeanine. BRAND PLAYBOOK: WHAT YOU NEED TO KNOW ABOUT AD-SUPPORTED VIDEO-ON-DEMAND [online]. 2018 [cit. 2019-03-04]. Dostupné z: <https://adage.com/article/cmo-strategy/brand-playbook/315815/>
19. WALLIS, Anna. Cambridge Corners the Future in Networking. Iankitching [online]. TUANZ TOPICS, 1995 [cit. 2019-03-04]. Dostupné z: <http://www.iankitching.me.uk/articles/citv-nz.html>
20. MINOLI, Daniel. Video dialtone technology: digital video over ADSL, HFC, FTTC, and ATM. New York: McGraw-Hill, c1995. ISBN 978-0070427242.
21. SCHIESEL, SETH. Jumping Off the Bandwidth Wagon. The New York Times [online]. The New York Times Company, 1999 [cit. 2019-03-04]. Dostupné z: <https://www.nytimes.com/1999/07/11/business/jumping-off-the-bandwidth-wagon.html>
22. CAMMISH, Jack. WHAT ARE SVOD, TVOD, AVOD?. Imagen [online]. 2016 [cit. 2019-03-04]. Dostupné z: <https://imagenevp.com/blog/video-on-demand/>
23. Subscription Video On Demand. Statista [online]. [cit. 2019-03-04]. Dostupné z: <https://www.statista.com/topics/2702/subscription-video-on-demand/>
24. Near Video On Demand - NVOD. Iptv dictionary [online]. [cit. 2019-03-04]. Dostupné z: <http://www.iptvdictionary.com/IPTVDictionary-Near-Video-On-Demand-NVOD-Definition.html>
25. BROŽOVÁ, Helena a Milan HOUŠKA. Základní metody operační analýzy. Praha: ČZU, 2002. ISBN 80-213-0951-2.

26. ČTK. Česká republika v žebříčku kupní síly poprvé přeskočila Řecko. Z bývalého sovětského bloku je lepší jen Slovinsko a Estonsko. Hospodářské noviny [online]. *Economia*, 19. 11. 2018 [cit. 2019-03-04]. Dostupné z: <https://byznys.ihned.cz/c1-66347800-ceska-republika-v-zebricku-kupni-sily-poprve-preskocila-recko-v-evrope-si-polepsila-o-tri-pricky-a-je-na-23-miste>
27. ČTK. Data jsou v Česku drahá. Ceny tarifů se naopak řadí k evropskému průměru. IDNES [online]. *MAFRA*, 18. května 2018 [cit. 2019-03-04]. Dostupné z: https://www.idnes.cz/mobil/mobilni-operatori/mobilni-data-platba-1-gb-srovnani-eu-evropa.A180518_165746_mobilni-operatori_LHR
28. Netflix. Filmtoro [online]. [cit. 2019-03-04]. Dostupné z: <https://filmtoro.cz/filmy/netflix>
29. HBO. Filmtoro [online]. [cit. 2019-03-04]. Dostupné z: <https://filmtoro.cz/filmy/hbo>
30. Voyo. Filmtoro [online]. [cit. 2019-03-04]. Dostupné z: <https://filmtoro.cz/filmy/voyo>
31. Amazon Prime. Filmtoro [online]. [cit. 2019-03-04]. Dostupné z: <https://filmtoro.cz/filmy/amazon-prime>
32. Filmbox. Filmtoro [online]. [cit. 2019-03-04]. Dostupné z: <https://filmtoro.cz/filmy/filmbox>
33. Obbod. Filmtoro [online]. [cit. 2019-03-04]. Dostupné z: <https://filmtoro.cz/filmy/obbod>
34. Kolik stojí měsíční předplatné?. HBO GO Help center [online]. [cit. 2019-03-05]. Dostupné z: <https://helpcenter.hbogo.eu/cs/predplatne-a-platby/kolik-stoji-mesicni-predplatne>
35. Online půjčovny filmů. Filmtoro [online]. [cit. 2019-03-05]. Dostupné z: <https://filmtoro.cz/online-pujcovny-filmu>
36. Jak se připojit na internet a jaká je rychlost připojení?. Vodafone [online]. Vodafone Czech Republic, 6. 8. 2018 [cit. 2019-03-08]. Dostupné z: <https://www.vodafone.cz/pece/osobni-a-firemni/otazky/internet-v-pocitaci/moznosti-pripojeni-k-internetu-jeho-rychlost/>

8 Přílohy

8.1 Průběh měření

Obrázek 8: Měsíční cena předplatného (34)

The screenshot shows the HBO GO Help Center interface. At the top, there is a search bar with the text "Hledat" and a magnifying glass icon. Below the search bar, the breadcrumb navigation reads "HELP CENTER / PŘEDPLATNÉ A PLATBY / KOLIK STOJÍ MĚSÍČNÍ PŘEDPLATNÉ?". The main content area is titled "Tituly na HBO GO" and "Kolik stojí měsíční předplatné?". Under "Všeobecné informace", it states "Měsíční předplatné stojí 129 korun." Other menu items include "Technické informace", "Zařízení a HBO GO", "Předplatné a platby" (highlighted), and "Řešení problémů".

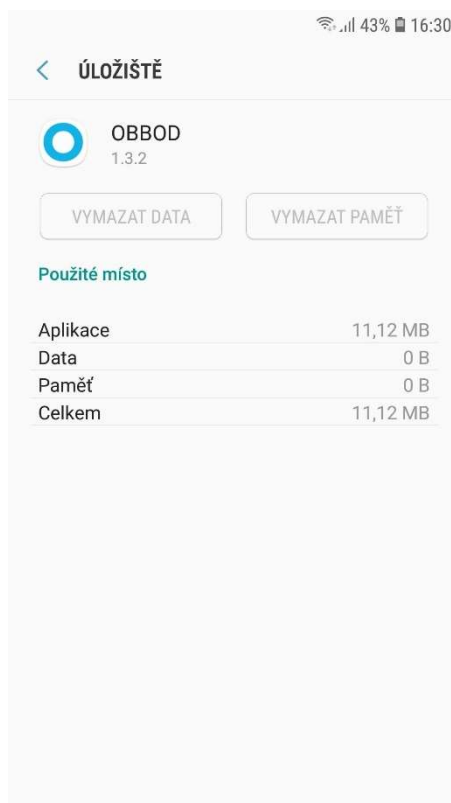
Obrázek 9: Počet titulů v knihovně (35)

The screenshot displays the Filmtoro website with a red header. The header includes the Filmtoro logo, the tagline "Když nevíš, co si pustíš", a search icon labeled "HLEDEJ FILM", and a login icon labeled "PŘIHLAS SE". The main content area features four white cards, each representing a different service:

Service	Logo	Počet titulů	Tituly	Nabídka	Přehrávání	Platba	Price
HBO	HBO GO	1529 100% CZ	filmy, dokumenty, seriály	Novinky	Streaming	Předplatné	129 Kč
DAFILMS	DOC ALLIANCE SELECTION	1294 90% CZ	dokumenty	Klasiky	Download	Předplatné	135 Kč
FILMBOX	FILM BOX LIVE	1211 100% CZ	filmy	Klasiky	Streaming	Předplatné	130 Kč
BANAXI	BANAXI	1081 100% CZ	filmy	Novinky	Streaming	Nákup nebo půjčení	39-89 Kč

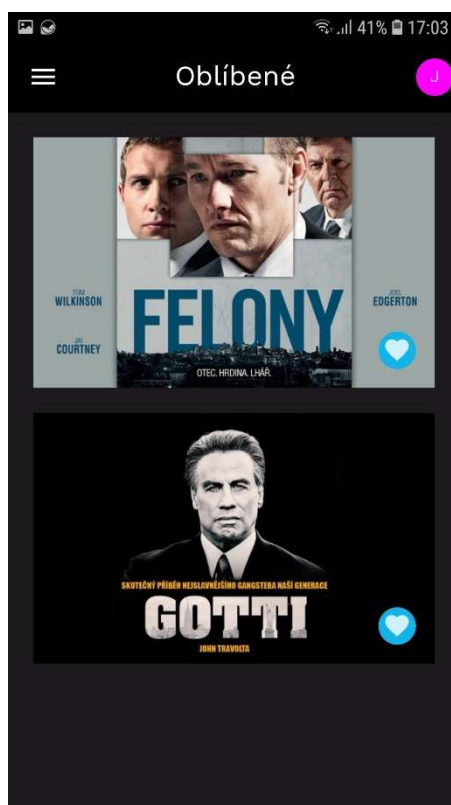
Each card also includes a "NABÍDKA" button at the bottom.

Obrázek 10: Využití úložiště



Zdroj: autorův screenshot aplikace Nastavení 8.0.0

Obrázek 11: Funkce přehrávače – oblíbené



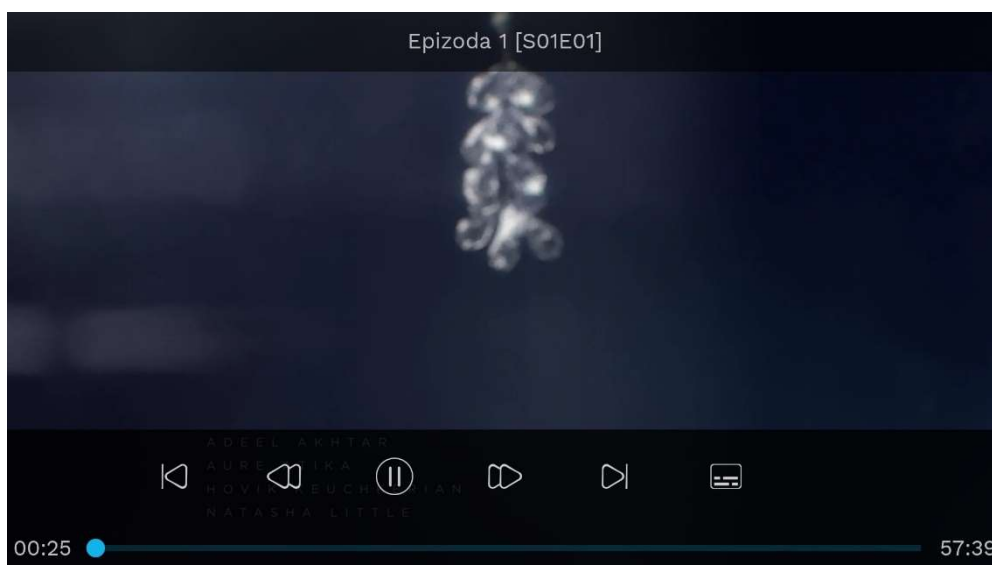
Zdroj: autorův screenshot aplikace Obbod 1.3.2.

Obrázek 12: Funkce přehrávače – dětský zámek



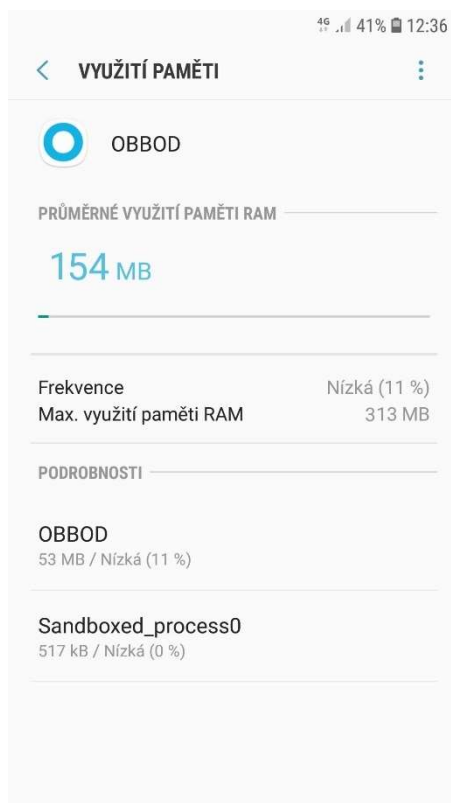
Zdroj: autorův screenshot aplikace Obbod 1.3.2.

Obrázek 13: Funkce přehrávače – ostatní



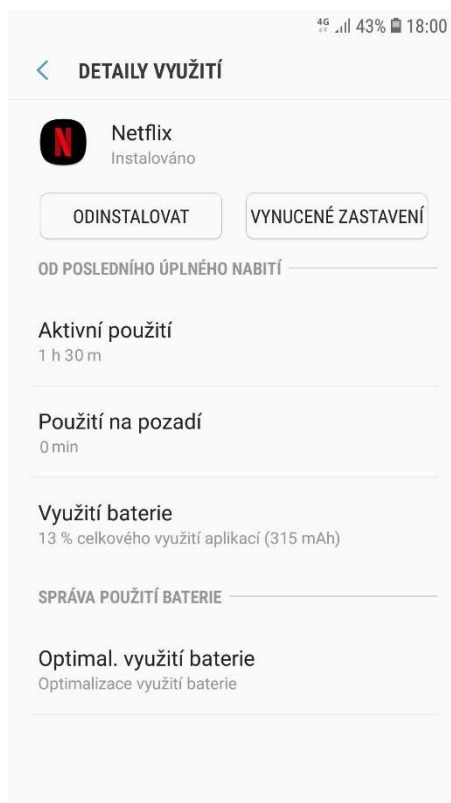
Zdroj: autorův screenshot aplikace Obbod 1.3.2.

Obrázek 14: Využití paměti RAM



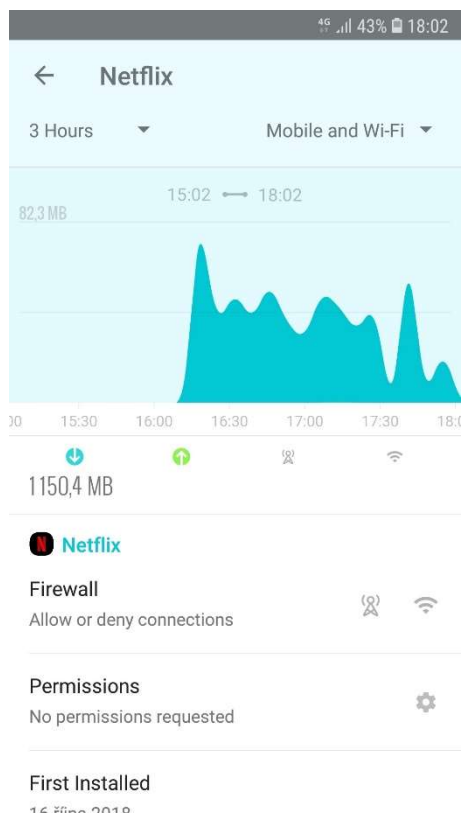
Zdroj: autorův screenshot aplikace Nastavení 8.0.0

Obrázek 15: Využití baterie



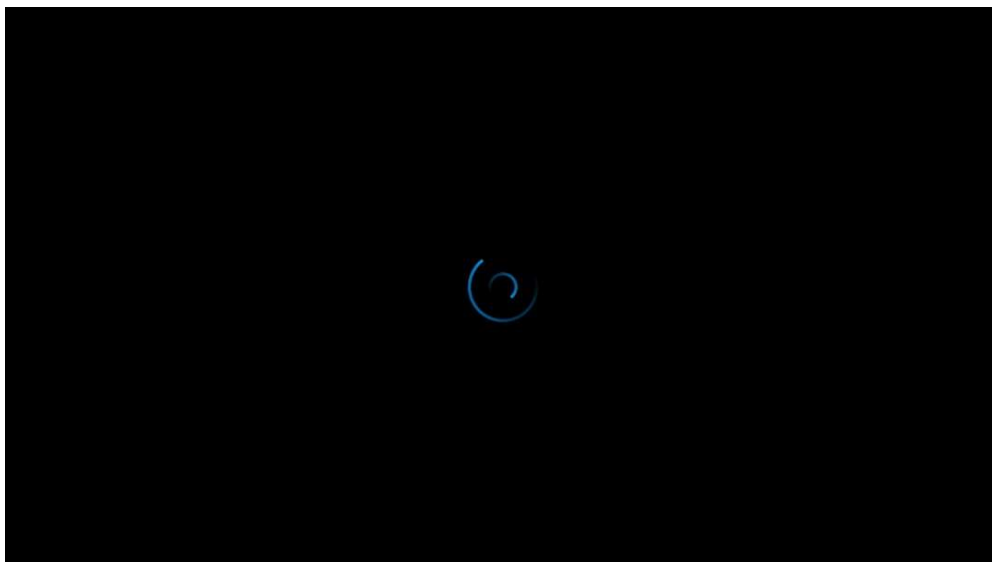
Zdroj: autorův screenshot aplikace Nastavení 8.0.0

Obrázek 16: Spotřeba dat



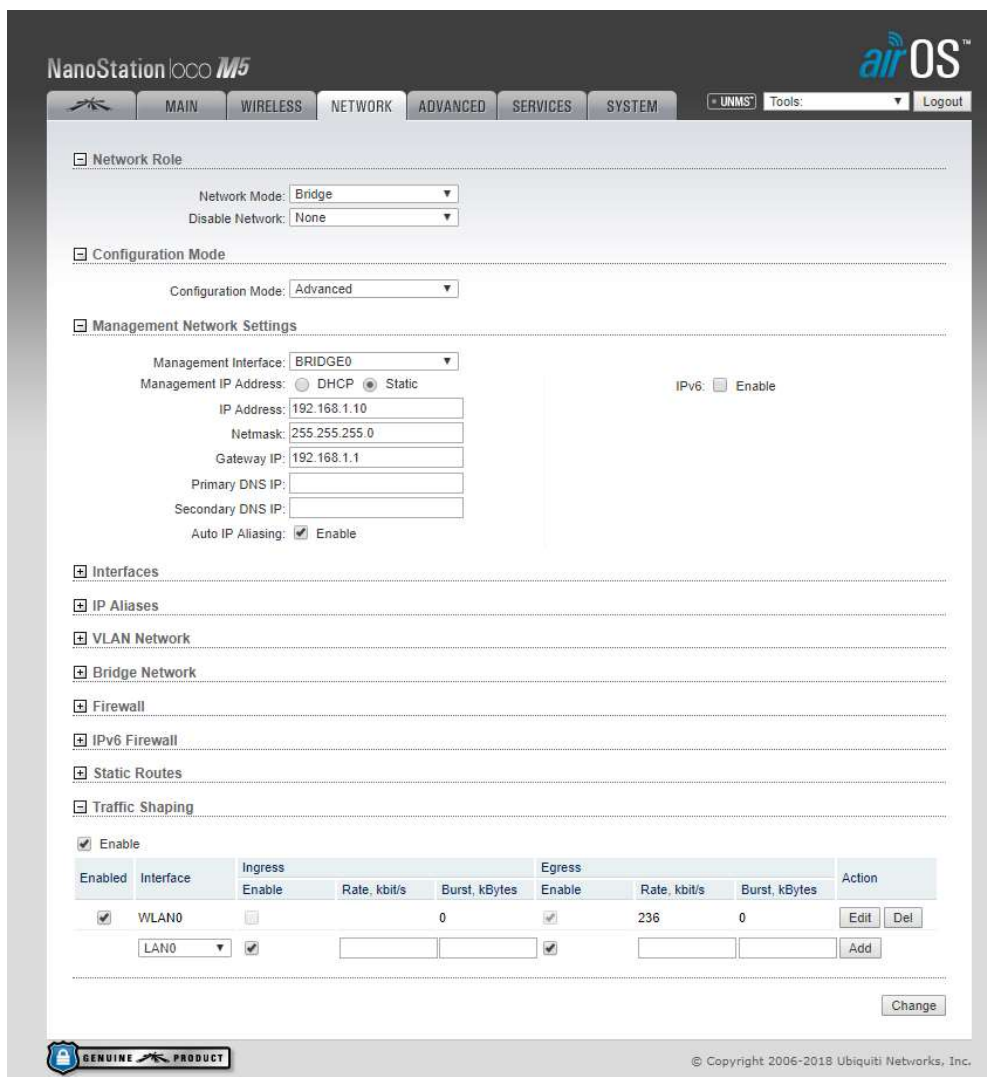
Zdroj: autorův screenshot aplikace GlassWire 2.0.324r

Obrázek 17: Zkoumání vlivu snížené přenosové rychlosti



Zdroj: autorův screenshot aplikace HBO GO 5.6.0.

Obrázek 18: Konfigurace bezdrátové sítě



Zdroj: autorův screenshot konfiguračního prostředí Ubiquiti Networks