

Univerzita Karlova

Pedagogická fakulta

Katedra informačních technologií a technické výchovy

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Mobilní zařízení ve výuce

Mobile device in education

Jan Kusý

Vedoucí práce: PhDr. Petra Vaňková, Ph.D.

Studijní program: Specializace v pedagogice

Studijní obor: Informační technologie se zaměřením na vzdělávání

2017



UNIVERZITA KARLOVA V PRAZE
PEDAGOGICKÁ FAKULTA
Katedra informačních technologií a technické výchovy

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

akademický rok 2014/2015

Jméno a příjmení studenta: **Jan Kusý**

Studijní program: **B7507 Specializace v pedagogice**

Studijní obor: **Informační technologie se zaměřením na vzdělávání**

Název tématu práce v českém jazyce:

Mobilní dotyková zařízení ve výuce

Název tématu práce v anglickém jazyce:

Mobile touch devices in education

Jazyk práce: **český jazyk**

Stručná charakteristika tématu:

Zmapovat a analyzovat dostupná mobilní dotyková zařízení z hlediska jejich funkčních parametrů a využitelnosti pro střední školu. Navrhnout vhodná řešení pro realizaci v rámci infrastruktury školy.

Zásady pro vypracování:

- Seznamte se s dostupnými informačními zdroji souvisejícími s problematikou mobilních dotykových zařízení z hlediska jejich technologicko-funkčních a didaktických parametrů.
- Zvolte adekvátní metody evaluace mobilních zařízení a způsobů zapojení mobilních zařízení do výuky.
- Navrhněte komplexní řešení infrastruktury školy při zapojení mobilních zařízení do výuky.
- Formulujte závěry a doporučení pro praxi.

Předpokládaná struktura práce:

Úvod - Teoretická východiska práce – Analýza mobilních zařízení z hlediska technologicko-funkčních parametrů – Způsoby zapojení mobilních zařízení do výuky – Infrastruktura školy při zapojení mobilních zařízení do výuky - Závěr a doporučení pro další praxi - Seznam použitých informačních zdrojů – Přílohy

Seznam doporučené literatury:

Při řešení budou využívány primární a sekundární informační zdroje, včetně elektronických, dle tematické orientace práce.



UNIVERZITA KARLOVA V PRAZE
PEDAGOGICKÁ FAKULTA
Katedra informačních technologií a technické výchovy

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE
akademický rok 2014/2015

Vedoucí bakalářské práce: **Mgr. Petra Vaňková**

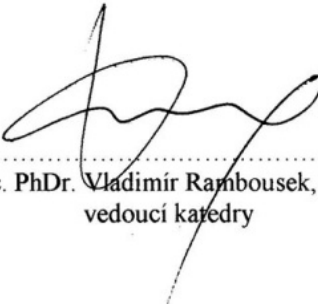
Oponent bakalářské práce: **PhDr. Ondřej Neumajer, Ph.D.**

Předpokládaný rozsah bakalářské práce¹: **50 s.**

Datum zadání práce: **12. 2. 2015**

Předběžný termín odevzdání práce: **duben 2016**

V Praze dne: *12. 2. 2015*



.....
doc. PhDr. Vladimír Rambousek, CSc.
vedoucí katedry

¹ Minimální rozsah bakalářské práce činí standardně 40 normostran (72 000 znaků vč. mezer) vlastního textu.

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci na téma Mobilní zařízení ve výuce vypracoval pod vedením vedoucího práce samostatně za použití v práci uvedených pramenů a literatury. Dále prohlašuji, že tato práce nebyla využita k získání jiného nebo stejného titulu.

Praha 11. 7. 2017

.....

Podpis

Rád bych touto cestou poděkoval za pomoc, cenné rady a odborné vedení při vypracování této bakalářské práce paní doktorce PhDr. Petře Vaňkové, Ph.D. a za podnětné připomínky a spolupráci panu doktoru PhDr. Ondřeji Neumajerovi, Ph.D.

ANOTACE

Tato práce si klade za úkol zmapovat a analyzovat dostupná dotyková zařízení z hlediska jejich funkčních parametrů a využitelnosti pro střední školu. Součástí je přehled informačních zdrojů, které umožňují definovat a analyzovat parametry (zařízení) vhodné pro realizaci ve škole. Pomocí vybraných metod evaluace se práce pokouší navrhnout vhodná řešení výuky za pomoci mobilních zařízení v rámci stávající infrastruktury školy, případně navrhnout finančně a technicky proveditelné změny v infrastruktuře, které by tuto výuku umožnily.

KLÍČOVÁ SLOVA

Mobilní, zařízení, výuka, tablet, dotykový, infrastruktura, evaluace.

ANNOTATION

This work aids to map and analyze the available touch device in terms of their functional parameters and usability for high school. It includes a list of informational sources allowing definition and analyzing the parameters (of device) suitable for school implementation. Using the selected method of evaluation, this work attempts to propose appropriate solutions for teaching using mobile device within the existing school infrastructure, or suggests financially and technically feasible upgrade of the infrastructure allowing the mentioned.

KEYWORDS

Mobile, device, education, tablet, touch, infrastructure, evaluation.

Obsah

1	Úvod	9
2	Teoretická část	11
2.1	Mobilní dotyková zařízení a jejich parametry	11
2.1.1	Mobilní zařízení	11
2.1.2	Hardware	11
2.1.3	Operační systém / ekosystém	15
2.2	Bezdrátové a drátové sítě	18
2.2.1	Technologie	18
2.2.2	Síťové prvky	22
2.2.3	Služby	23
2.3	Praktická hlediska parametrů bezdrátové sítě Wi-Fi z pohledu školních zařízení	26
2.3.1	Bezpečnost	27
2.3.2	Umožnění BYOD	28
2.3.3	Dostupnost mobilního Internetu	28
2.3.4	Účelné rozdělení konektivity	29
2.3.5	Školní síť jako efektivní komunikační kanál	29
2.3.6	Praktické návrhy pro realizaci	29
2.3.7	Realizace cílů v rámci konfigurace sítě	30
3	Praktická část	31
3.1	Evaluace mobilních dotykových přístrojů dle parametrů	31
3.1.1	Metodika komparativní analýzy	34
3.1.2	Komparativní analýza vzorku přístrojů	36
3.1.3	Výsledky komparativní analýzy	42
3.1.4	Shrnutí výsledků	42

3.1.5	Specializované tablety	44
3.2	Předpoklady evaluace zapojení mobilních přístrojů do výuky	44
3.2.1	Hledisko organizačně - technické.....	45
3.2.2	Hledisko operačního systému.....	46
3.2.3	Hledisko organizačně – didaktické.....	48
3.2.4	Vzájemná interakce hledisek zapojení tabletů do výuky.....	53
3.2.5	Volba	55
3.3	Komplexní řešení infrastruktury školy	58
3.3.1	Stávající stav	58
3.3.2	Vhodné řešení	59
3.3.3	Rozbor struktury	60
3.3.4	Návrh úpravy struktury sítě	61
3.3.5	Scenář 1 – Minimální náklady, maximální využití stávajícího vybavení	61
3.3.6	Scénář 2 – Upgrade aktivního prvku zajišťujícího přístup do Internetu	62
3.3.7	Scénář 3 – řešení s plánovaným využitím všech dostupných funkcí	63
3.3.8	Výběr produktu.....	63
3.3.9	Realizace scénářů – společná část, bezdrátové přístupové body.....	68
3.3.10	Náklady realizace	71
3.3.11	Realizace na konkrétní škole	72
4	Závěr.....	74
5	Seznam použitých informačních zdrojů	76
6	Seznam obrázků.....	84
7	Seznam tabulek.....	85
8	Přílohy	86

1 Úvod

O tom, že mobilní dotyková zařízení mohou být užitečnou součástí edukačního procesu, jistě není pochyb. Tématem mé bakalářské ovšem není posoudit užitečnost a vhodnost mobilních zařízení jako takových pro výuku, ale již se pokusit nabídnout nástroje pro jejich vhodný výběr a hladkou integraci do prostředí školy.

Toto téma jsem si vybral, protože sám pracuji jako správce školní počítačové sítě a zároveň jako pedagog na vyšší odborné škole. V neposlední řadě jsou mobilní zařízení mým koníčkem a kdysi i náplní mé práce. Z tohoto důvodu v některých zkoumaných oblastech mohu čerpat z vlastních zkušeností v praxi.

Tato bakalářská práce se skládá ze dvou hlavních částí, teoretické a praktické. Prvním tématem teoretické části je definice základních pojmů týkajících se dotykových zařízení, počínaje obecně mobilním zařízením, až po jednotlivé parametry a funkce přístrojů, které budou později v praktické části zvažovány a případně vybrány jako signifikantní pro evaluaci. V této části se rovněž věnuji nejrozšířenějším mobilním operačním systémům, jejich specifikům, rozšíření apod. Pro zvýšení přehlednosti textu jsou důležité pojmy v textu zvýrazněny.

Druhým tématem teoretické části práce je návrh komplexního řešení infrastruktury školy nutné pro efektivní využívání školní počítačové sítě mobilními bezdrátovými zařízeními. Rovněž zde definuji základní pojmy z oblasti bezdrátových sítí a jejich standardů a součástí jsou i doporučení týkající se běžných nástrojů pro analýzu signálu, umístění vysílačů a jejich důležitých funkčních parametrů nutných pro efektivní správu připojených uživatelů.

Obě tato témata se promítají i do praktické části této bakalářské práce. Nejprve v praktické části na základě průzkumu informačních zdrojů zvolím vhodné, pro výuku signifikantní, parametry mobilních dotykových zařízení, které využiji v komparativní analýze. Po volbě vhodné metodiky komparativní analýzy, na základě průzkumu trhu, vyberu reprezentativní kandidáty v určitých cenových hladinách a provedu evaluaci daného vzorku přístrojů.

Dále v praktické části následuje reálné řešení infrastruktury bezdrátové sítě školy. Nejdříve se pokusím o zhodnocení stávajícího stavu na základě rešerše informačních zdrojů a vlastních zkušeností. Poté, s využitím v teoretické části definovaných pojmů a postupů, navrhnu komplexní řešení infrastruktury realizovatelné ideálně vlastními silami včetně možných konkrétních produktů dostupných na trhu.

V závěru bakalářské práce shrnuji důležité výstupní informace a formuluji vhodná doporučení pro praxi z nich vyplývající.

Cíle práce:

Hlavním cílem práce je zmapovat problematiku dostupných mobilních dotykových přístrojů v rámci infrastruktury školy a lze ji rozdělit na následující dílčí cíle:

1. Analyzovat mobilní dotyková zařízení z hlediska jejich technologicko – funkčních a didaktických parametrů.
2. Prostřednictvím komparativní analýzy provést evaluaci mobilních zařízení a charakterizovat jejich zapojení do výuky.
3. Navrhnout komplexní řešení bezdrátové sítě školy pro zapojení mobilních zařízení do výuky.

2 Teoretická část

2.1 Mobilní dotyková zařízení a jejich parametry

V této části vymezím stěžejní pojmy týkající se definice mobilního dotykového zařízení a jeho hardwarových parametrů důležitých pro praktickou část.

2.1.1 Mobilní zařízení

Mobilní zařízení se vyznačuje rozměry umožňujícími přenositelnost a obsahuje vlastní zdroj napájení. Dále disponuje minimálně jedním způsobem bezdrátové komunikace využitelným pro připojení k Internetu nebo jiné datové síti, vestavěným interním datovým úložištěm, operačním systémem a dostupnými aplikacemi rozšiřujícími funkčnost zařízení.¹ Tato práce se soustředí na moderní mobilní zařízení vybavená dotykovým ovládáním, konkrétně na tablety, případně vhodné chytré telefony. Pojem moderního mobilního dotykového zařízení definoval O. Neumajer těmito vlastnostmi: „*kompaktnost a vysoká mobilita; rychlý start; schopnost být neustále v pohotovosti a při ruce; téměř permanentní (bezdrátové) připojení k síti; častá výměna dat na pozadí, tzv. synchronizace; využívání cloudových služeb; zvětšující se množství senzorů; možnost spouštění aplikací; dotykové ovládání.*“²

Moderní mobilní zařízení jsou díky svým vlastnostem schopna nahradit celou řadu specializovaných přístrojů (navigace, osobní asistent, počítač apod.).³

2.1.2 Hardware

Jedním z determinantů výkonu a užitelnosti mobilních dotykových zařízení jsou jejich hardwarové parametry. Mezi standardně u produktů uváděné a v evaluaci předběžně uvažované patří následující vlastnosti.

¹ SOUPAPAYA, Murugiah a Karen SCARFONE. *Guidelines for Managing the Security of Mobile Devices in the Enterprise* [online]. 1. U.S.A.: U.S. Department of Commerce, 2013, s. 2-3 [cit. 2016-10-29].

Dostupné z: <http://nvlpubs.nist.gov/nistpubs/SpecialPublications/NIST.SP.800-124r1.pdf>

² NEUMAJER, Ondřej, Lucie ROHLÍKOVÁ a Jiří ZOUNEK. *Učíme se s tabletem: Využití mobilních technologií ve vzdělávání.* 1. Praha: Wolters Kluwer, 2015, s. 32-33. ISBN 978-80-7478-768-3.

³ SCHÖN, Otakar. 15 zařízení, která kvůli chytrým telefonům a tabletům ztrácejí smysl. *Hospodářské noviny* [online]. 2015 [cit. 2017-04-10]. Dostupné z: <http://tech.ihned.cz/mobily/c1-63726760-15-veci-kttere-zabil-chytry-mobilni-telefon>

Úhlopříčka displeje je určující nejen pro rozměry přístroje. U tabletů se úhlopříčky displejů pohybují od 7 do 10 palců, u phabletů⁴ kolem 6 palců, u chytrých telefonů od 4 do 5,5 palců.

Střední třída přístrojů nabízí **rozlišení displeje** FullHD (1920 x 1080 bodů), vyšší třída QuadHD (2560 x 1440 bodů) a nižší třída HDReady (1280 x 720 bodů). Existují také specifická rozlišení a úhlopříčky v závislosti na volbě zobrazovacího panelu producentem zařízení.

U mobilních platformech tzv. aplikační **procesor** v sobě spojuje výpočetní jednotku, grafickou jednotku, zvukový čipset, řadiče paměti, sběrnice, případně další funkce (podporu rychlého nabíjení baterie, podporu šifrování, komprese apod.) dle konkrétní implementace. Více funkcí v jednom čipu přináší úspory výrobcům, kompaktnější rozměry a efektivnější provoz na baterie. Nejrozšířenější jsou dvě základní architektury, ARM a Intel x86.⁵

Architektura ARM⁶ využívá RISC architekturu vyznačující se menším počtem instrukcí, které vykonává rychle a efektivně. Je licencovaným vlastnictvím firmy ARM Holding, ale výrobou čipů se po uhrazení poplatků může zabývat libovolný subjekt. Mezi neznámější výrobce tohoto typu procesorů patří Qualcomm⁷, Samsung⁸, Nvidia⁹, Huawei¹⁰ a Mediatek¹¹. Mobilní zařízení firmy Apple pohání procesory Ax, které dle jeho návrhu vyrábí Samsung a TSMC¹².

Procesory Intel x86 s CISC architekturou vyrábí americká firma Intel¹³. Toto řešení bylo dříve méně energeticky vhodné pro mobilní platformu, nicméně zvýšením efektivity

⁴ NEUMAJER, Ondřej, Lucie ROHLÍKOVÁ a Jiří ZOUNEK. *Učíme se s tabletem: Využití mobilních technologií ve vzdělávání*. 1. Praha: Wolters Kluwer, 2015, s. 36-37. ISBN 978-80-7478-768-3.

⁵ *Techautos* [online]. [cit. 2017-06-17]. Dostupné z: <http://www.techautos.com/2010/03/14/smartphone-processor-guide/>

⁶ A truly connected world: Mobile computing. *Www.arm.com* [online]. 2017 [cit. 2017-04-31].

Dostupné z: <http://www.arm.com/markets/mobile/>

⁷ viz <http://www.qualcomm.com/>

⁸ viz <http://www.samsung.com/semiconductor/minisite/Exynos/w/>

⁹ viz <http://www.nvidia.com/object/tegra.html>

¹⁰ viz <http://www.hisilicon.com/>

¹¹ viz <http://www.mediatek.com/>

¹² viz <http://www.tsmc.com/english/default.htm>

¹³ viz <http://www.intel.com/content/www/us/en/smartphones/smartphones.html>

procesoru a spojením procesoru, grafické jednotky a komunikace do jednoho čipu se Intelu daří snižovat cenu a zvyšovat konkurenceschopnost architektury na trhu.¹⁴

Počet jader procesoru je další z ukazatelů výkonu zařízení. Všechny současné mobilní operační systémy více procesorových jader podporují a například kombinace výkonných a úsporných jader je přínosem.¹⁵

Optimalizovaný operační systém využívá **operační paměť** efektivně. Pro náročnější multimediální aplikace a plný multitasking je malá operační paměť omezením. Dostupná volná operační paměť zvyšuje rychlost odezvy systému využitím její části jako cache.

Konektivitou se rozumí datové připojení do mobilní sítě operátora, jiné datové sítě nebo připojení k dalším zařízením.

Bezdrátové připojení **WiFi** je dnes standardem pro současná mobilní zařízení. Tato problematika je podrobně popsána v kapitole o školní síťové infrastruktuře v kapitole 2.2.

Mobilní datové sítě využívají mobilní telefony a některé tablety. V evropských zemích se nabízí technologie 3G a LTE. Standard 3G je v současnosti dle operátorů překonán a jeho pokrytí se již nebude rozšiřovat a je plánováno ukončení provozu.¹⁶ Nabízí rychlost downloadu kolem desítek Megabitů za sekundu. Standard LTE využívá v rámci české republiky frekvenční pásma: 800MHz, 900MHz, 1800MHz, 2100MHz a 2600MHz.¹⁷ Nabízí rychlost downloadu ve stovkách Megabitů za sekundu. Skutečné rychlosti jsou ovšem závislé na technologiích mobilního operátora, datovém tarifu, klientově zařízení a vytížení sítě.¹⁸

¹⁴ TRIGGS, Robert. *Intel vs ARM and the future of mobile technology* [online]. 2017 [cit. 2017-02-10]. Dostupné z: <http://www.androidauthority.com/intel-vs-arm-future-mobile-technology-338340/>

¹⁵ PÁNEK, Jan. *Přehled procesorových jader Cortex* [online]. 2016 [cit. 2016-11-22]. Dostupné z: <http://www.svetmobilne.cz/prehled-procesorovych-jader-cortex/3919>

¹⁶ LÁSKA, Jan. *T-Mobile začne s vypínáním 3G sítě v roce 2018* [online]. 2016 [cit. 2016-11-13]. Dostupné z: <http://www.mobilmania.cz/bleskovky/t-mobile-zacne-s-vypinanim-3g-site-v-roce-2018/sc-4-a-1333234/default.aspx>

¹⁷ *Veřejné mobilní širokopásmové sítě* [online]. [cit. 2017-03-31]. Dostupné z: <http://lte.ctu.cz/>

¹⁸ FAJMON, Martin. *Pravda o rychlosti LTE u operátorů: marketing versus realita* [online]. 2015 [cit. 2016-10-31]. Dostupné z: <http://mobilenet.cz/clanky/pravda-o-rychlosti-lte-u-operatoru-marketing-versus-realita-18876>

Bluetooth¹⁹ patří mezi technologie s krátkým dosahem – od 1 metru do 10 metrů. Využívá se ke komunikaci mezi blízkými zařízeními. Je nutný pro připojení nositelných zařízení (chytré hodinky, sportovní měřiče tepu, váhy apod.).

NFC²⁰, near field communication je technologie pro velmi blízkou komunikaci (dotykem) využívaná pro navázání důvěrného spojení mezi zařízeními pro přenos dat jinými technologiemi nebo pro ověřování a provádění mobilních plateb.

Každé zařízení disponuje vnitřním úložištěm dat, kde je uložen firmware včetně operačního systému, aplikací a jejich dat. **Kapacita vnitřního úložiště** uvedená ve specifikacích přístroje je tedy sdílená. Pokud zařízení nemá slot na externí paměťovou kartu, je uvedená kapacita konečná a nelze ji v budoucnu rozšířit.

Kapacita akumulátoru mobilního zařízení je důležitým faktorem mobility zařízení. Určuje dobu provozu přístroje bez vnějšího zdroje energie. Mobilní telefony mají kapacitu běžně do 3000 mAh a tablety až 10000 mAh. Délka provozu zařízení na baterii v režimu spánku se může počítat na dny, provozní doba při zatížení jen na hodiny.²¹ V přehledových tabulkách se často setkáváme s méně vypovídajícím údajem Screen-on-Time, které ovšem není standardizováno.²²

Způsob **nabíjení akumulátoru** určuje, jak rychle je možné zařízení s vybitou baterií uvést zpět do provozu. Nabíjení zkracují technologie rychlého nabíjení²³ a indukčním nabíjením lze prodloužit dobu provozu. Tato funkce také snižuje opotřebení nabíjecího konektoru přístroje.

Některé tablety mají jediný **fotoaparát** pouze nad displejem. Fotoaparáty na zádech přístrojů mají v naprosté většině lepší parametry. K dispozici bývá přisvětlovací LED

¹⁹ Bluetooth core specifications. *Www.bluetooth.com: The building blocks of your Bluetooth device* [online]. [cit. 2016-11-09]. Dostupné z: <http://www.bluetooth.com/specifications/bluetooth-core-specification>

²⁰ About Near Field Communication. *Www.nearfieldcommunication.org* [online]. 2017 [cit. 2017-03-01]. Dostupné z: <http://nearfieldcommunication.org/about-nfc.html>

²¹ SPENDELOW, Nathan a Katharine BYRNE. Best phone battery life 2017: The BEST smartphones tested. *Www.expertreviews.co.uk* [online]. 2017 [cit. 2017-02-26]. Dostupné z: <http://www.expertreviews.co.uk/mobile-phones/1402071/best-phone-battery-life-2017-the-best-smartphones-tested>

²² MCGEE, Jimmy. *What's SOT and Why Isn't it the Battery Meter – XDA TV* [online]. [cit. 2016-11-26]. Dostupné z: <http://www.xda-developers.com/sot-battery-meter-xdatv/>

²³ Qualcomm Quick Charge: Change the way you charge. *Www.qualcomm.com* [online]. 2016 [cit. 2016-11-23]. Dostupné z: <http://www.qualcomm.com/products/features/quick-charge>

nahrazující blesk. Kvalita fotoaparátu je dána počtem megapixelů, kvalitou a světelností optiky. Výhodou je automatické ostření.

Akcelerometr umožňuje zařízení zjistit natočení přístroje na výšku nebo na šířku, a ve spolupráci s **gyroskopem** dokáže detekovat rychlost pohybu přístroje a úhlovou rychlost otáčení.

Globální lokační systém (**GPS**) může u některých tabletů chybět. Umožňuje určit polohu zařízení s přesností na metry. Ve spolupráci s AGPS²⁴ (asistovaným GPS) lze zjistit polohu v sekundách, díky získaným polohám družic z Internetu a přibližné poloze přístroje v síti operátora. Některé přístroje nabízejí podporu ruského systému Glonass a evropského systému Galileo.

Další čidla v mobilních přístrojích jsou: **digitální kompas**, **barometr**, **čidlo okolního světla**, **čidlo přiblížení** nebo **magnetické čidlo**. Mají svůj význam při běžném provozu zařízení, hraní her a ve specializovaných aplikacích týkajících se matematiky a fyziky.²⁵

2.1.3 Operační systém / ekosystém

Operační systém mobilních dotykových zařízení definuje i jejich **ekosystém**. Zahrnuje operační systém s jeho základními principy ovládání, dostupné aplikace, jejich tematický rozsah, vývojářskou základnu a podporu producenta operačního systému věnovanou vzdělávacím institucím. Obsahuje také virtuální skupinu všech mobilních zařízení s daným operačním systémem, jejich fyzické uživatele jako osobnosti s jejich zájmy, motivy a loajalitou k platformě.

²⁴ KURUC, Jiří. Pořádek ve zkratkách: Co znamená A-GPS? *Navigovat* [online]. 2010 [cit. 2016-10-03]. Dostupné z: <http://navigovat.mobilmania.cz/clanky/poradek-ve-zkratkach-co-znamenava-a-gps/sc-3-a-1314495>

²⁵ NEUMAJER, Ondřej, Lucie ROHLÍKOVÁ a Jiří ZOUNEK. *Učíme se s tabletem: Využití mobilních technologií ve vzdělávání*. 1. Praha: Wolters Kluwer, 2015. ISBN 978-80-7478-768-3.

Nejběžnější operační systémy

Historicky se situace na poli mobilních operačních systémů velmi proměnila. Systémy jako Symbian (Ericsson, Nokia, Siemens) již nejsou aktivně vyvíjeny a jiné prošly revolučním vývojem, aby udržely krok s nováčky (Windows mobile). V současné době jsou nejrozšířenější tři mobilní operační systémy: Android, iOS a Windows Mobile / Phone.²⁶

Operační systém **Android** je produktem vyhledávací a reklamní společnosti Google, od roku 2015 dceřinou společností koncernu Alphabet Inc. Vývoj systému započal ve společnosti Android Inc. v roce 2003 a v roce 2005 ji Google Inc. odkoupil jako startup projekt. První komerčně prodávaný mobilní telefon byl roku 2008 HTC T-Mobile G1.

Základem systému Android je počítačový operační systém Linux. Jedná se o vyspělý otevřený systém. Systém využívá 36,7 % internetových serverů, 98,8 % superpočítačů a 53,8 % mobilních zařízení.²⁷ Nad Linuxem je v systému provozován virtuální Java stroj.

Google poskytuje Android SDK (Software Development Kit) vývojové prostředí, které ve spojení s aplikacemi jako Eclipse nabízí plnohodnotný nástroj k vývoji aplikací zdarma. Obchod s aplikacemi **Google Play** nabízí pestrý tematický rozsah aplikací. Nabízí větší množství aplikací zdarma, často financovaných in-game platbami nebo reklamou. Levnější koncová zařízení umožnila rozšíření Androidu i v nižších příjmových skupinách včetně uživatelů z tzv. třetího světa.²⁸

Za standardních podmínek je Android dostatečně bezpečný systém.²⁹ Při dodržení základních pravidel bezpečné práce s Internetem není nutná protivirusová aplikace, přesto je doporučovaná. U starších zařízení, kde již výrobce upustil od aktualizací systému, nadstandardní zabezpečení stojí za úvahu.

Operační systém **iOS**, původně pojmenovaný iPhone OS, produkuje firma Apple Inc. založená v roce 1976. Apple Inc. stojí za masivním rozšířením chytrých dotykových

²⁶ Smartphone OS Market Share, 2016 Q3. *Www.idc.com* [online]. 2016 [cit. 2016-11-27]. Dostupné z: <http://www.idc.com/promo/smartphone-market-share/os?jsessionid=8A2140C68356CC3F56F217A7A93EE3C6>

²⁷ Usage share of operating systems. *Http://en.wikipedia.org* [online]. [cit. 2016-11-20]. Dostupné z: http://en.wikipedia.org/wiki/Usage_share_of_operating_systems#Public_servers_on_the_Internet/

²⁸ SIMS, Gary. Google Play Store vs the Apple App Store: by the numbers (2015). *Http://www.androidauthority.com* [online]. 2015 [cit. 2016-11-30]. Dostupné z: <http://www.androidauthority.com/google-play-store-vs-the-apple-app-store-601836/>

²⁹ HENRY, Alan. How Secure Is Android, Really? *Http://www.lifehacker.com* [online]. 2013 [cit. 2016-10-05]. Dostupné z: <http://lifehacker.com/how-secure-is-android-really-1446328680>

zařízení mezi uživateli. K představení prvního mobilního dotykového telefonu iPhone došlo v roce 2003.³⁰ Způsob a jednoduchost ovládání okamžitě oslovil mnoho uživatelů.

Jádro iOS je tvořeno verzí hybridního jádra Unixu. Apple nabízí vývojářům iOS Software Development Kit obsahující všechny potřebné nástroje k vývoji aplikací. Tyto nástroje vyžadují vlastnictví osobního počítače s operačním systémem OS X (nebo jeho virtuální variantu³¹). Aplikace se vytvářejí v objektovém jazyce C nebo Swift. iOS je uzavřený systém. Firma Apple Inc. je jediným producentem tohoto systému a Apple hardware. Tržní podíl systému je kolem 15 %.³²

Zdrojem aplikací je **App Store**. Ceny jsou u této platformy obecně vyšší a existují placené aplikace, které jsou na jiné platformě zdarma, případně hrazené reklamou. App Store je dle statistik schopen generovat větší výnosy, pravděpodobně vzhledem k ochotě uživatelů tohoto systému více utrácet.³²

iOS patří k nejbezpečnějším mobilním platformám díky velmi striktním podmínkám aplikačního obchodu s dlouhými prověřovacími lhůtami a bezpečnostními omezeními v systému.³³

Mobilní operační **Windows Phone** je následníkem několika mobilních operačních systémů firmy Microsoft (Windows CE, Pocket PC, Windows Mobile 2003, Windows Mobile 5 a 6, Windows Phone 7, 8 a 8.1). Současná Windows 10 existuje ve verzi pro mobilní telefony a tablety. Systém je postaven na jádře Windows NT. Tablety využívají totožný systém jako stolní počítače a mobilních telefony upravenou verzi pro procesory architektury i86 (Intel) i ARM.

Kromě Microsoftu (Microsoft Lumia, Microsoft Surface), vyráběli několik zařízení s tímto systémem historicky zavedení výrobci počítačů a mobilních zařízení.

³⁰ RAWLINSON, Nik. History of Apple, 1976-2016. *Macworld* [online]. 2016 [cit. 2016-11-26]. Dostupné z: <http://www.macworld.co.uk/feature/apple/history-of-apple-steve-jobs-what-happened-mac-computer-3606104/>

³¹ XCode on Windows: How to Develop for Mac or iOS on a PC. In: *Udemy blog* [online]. [cit. 2016-11-10]. Dostupné z: <http://blog.udemy.com/xcode-on-windows/>

³² Smartphone OS Market Share, 2016 Q3. *Www.idc.com* [online]. 2016 [cit. 2016-11-27]. Dostupné z: <http://www.idc.com/promo/smartphone-market-share/os;jsessionid=8A2140C68356CC3F56F217A7A93EE3C6>

³³ PETROWSKI, Thorsten. *Bezpečí na internetu: pro všechny*. Liberec: Dialog, 2014, s. 81-82. Tajemství (Dialog). ISBN 9788074240669.

Celkový podíl Windows systémů na světě (všech verzí) je 91,32 %. Podíl zařízení s Windows 10 je 9,96 % (prosinec 2015).³⁴ V tomto podílu jsou zahrnuta všechna zařízení s Windows 10, tedy i notebooky a další počítače bez dotykového ovládní.

Tento systém (ve verzi pro procesory Intel) nabízí kompatibilitu s aplikacemi pro starší Windows. Vlastní mobilní obchod **Store** je slabším článkem platformy a může být komplikované nalézt kvalitní alternativu k aplikacím z jiných ekosystémů.

Tento systém se nedoporučuje provozovat bez antivirové aplikace. Microsoft nabízí vlastní antivirovou aplikaci již v základu nebo je možné pořídit alternativy zdarma či za úplatu. Standardní řešení od Microsoftu (Windows Defender, dříve Microsoft Security Essentials), patří mezi průměrně výkonný nástroj a pro běžný uživatelský provoz je dostatečný, nicméně některé placené alternativy jsou schopny nabídnout větší bezpečí a výkon.

2.2 Bezdrátové a drátové sítě

Pro návrh komplexního řešení školní bezdrátové sítě je nutné představit základní pojmy z obou typů počítačových sítí. Přestože se naše problematika týká bezdrátového pokrytí školy, výkonná a efektivně fungující drátová počítačová síť je nutným základním kamenem zajišťujícím konektivitu mezi bezdrátovými přístupovými body, servery, kontroléry a Internetem.

2.2.1 Technologie

Realizace bezdrátové sítě s moderními přístupovými body vyžaduje podporu určitých technologií a standardů v rámci existující sítě.

³⁴ PROTALINSKI, Emil. Windows 10 ends 2015 under 10% market share. *VB* [online]. 2016 [cit. 2016-11-29]. Dostupné z: <http://venturebeat.com/2016/01/01/windows-10-ends-2015-under-10-market-share/>

Wi-Fi

Popisuje zařízení a komunikaci založené na základě standardu 802.11 vyvinutého IEEE (Institutem pro elektrotechnické a elektronické inženýrství) a přijatého Wi-Fi Alliancí.³⁵ Zařízení označená „Wi-Fi Certified“ spolu mohou komunikovat, pouze pokud splňují konkrétní 802.11 standardy. Problémy může způsobit omezení hardware (starší zařízení) nebo nastavená konfigurace. Proto je k logu **Wi-Fi** na obalech přístrojů vždy připojováno i označení standardu a, b, g, n, ac.

Tabulka 1 – přehled standardů³⁵

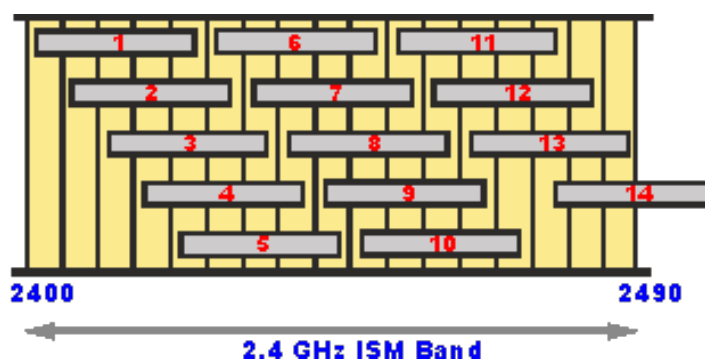
Standard	Rok vydání	Pásmo (Ghz)	Maximální rychlost (Mbs)
802.11a	1999	5	54
802.11b	1999	2,4	11
802.11g	2003	2,4	54
802.11n	2009	2,4 a 5	600
802.11ac	2013	2,4 a 5	450 / 1300

WiFi frekvenční pásma a kanály

Standard Wi-Fi využívá přenosové frekvence 2,4 a 5 Ghz. Přesný rozsah využitých frekvencí je od 2400 Mhz do 2500 Mhz pro bezlicenční pásmo 2,4 GHz, a od 5725 MHz do 5875 MHz pro bezlicenční pásmo 5 GHz.

Tato pásma jsou rozdělena do kanálů. V pásmu 2,4 Ghz je k dispozici 14 překrývajících se kanálů. Využití kanálů je v různých zemích zákonem upraveno různě. V evropské unii jsou volně k dispozici kanály 1 až 13. Efektivní konfigurace sousedících bezdrátových přístupových bodů využívá nepřekrývajících se kanálů.

³⁵ Wi-Fi. *TechTerms* [online]. [cit. 2016-11-13]. Dostupné z: <http://techterms.com/definition/wi-fi>



Obrázek 1 – nepřekrývající se kanály

Pásmo 5 GHz je rozděleno do většího počtu kanálů a místní zákonné úpravy se liší více. V evropském prostředí je k dispozici 24 kanálů. Pouze první čtyři kanály (36, 40, 44, 48) jsou uvolněny pro použití uvnitř budov bez dalšího omezení, další kanály jsou již zatíženy povinným používáním některých technologií zamezujících rušení radarové a další techniky (například DFS - dynamického výběru frekvencí nebo TPC - kontroly přenosového výkonu).³⁶

Zero-Handoff Roaming

Definuje se jako nadstavba již podporovaného předávání klientů obsaženého ve standardu 802.11. Tato technologie umožňuje pohyb klienta mezi přístupovými body bez jakéhokoliv zpoždění v přenosu. Celé pole přístupových bodů se klientovi jeví jako jediný kapacitní přístupový bod. Podmínkou implementace je nastavený stejný Wi-Fi kanál na všech přístupových bodech a jejich provoz na stejné síťové vrstvě L2 (stejná podsíť).

Standardní předávání klientů bez využití Zero-Handoff nevyžaduje na všech přístupových bodech stejný kanál a je tedy vhodnější v zarušeném prostředí.³⁷

³⁶ POLE, Ian. *Wi-Fi / WLAN Channels, Frequencies, Bands & Bandwidths* [online]. [cit. 2017-03-31]. Dostupné z: <http://www.radio-electronics.com/info/wireless/wi-fi/80211-channels-number-frequencies-bandwidth.php>

³⁷ *UniFi - What is Zero-Handoff?* [online]. 2017 [cit. 2016-11-03]. Dostupné z: <http://help.ubnt.com/hc/en-us/articles/205144590-UniFi-What-is-Zero-Handoff->

Metalická počítačová síť se stromovou strukturou

Metalická strukturovaná kabeláž stromové struktury Ethernetu, využívá kabely se čtyřmi kroucenými páry vodičů. Pro přenos s gigabitovou rychlostí jsou využity všechny páry. Klasifikace kabelů definuje kategorie: Cat 3, Cat 5e, Cat 6, Cat 6a, Cat 7 a Cat 7a. Pro gigabitové vedení dostačuje kategorie 5e, nicméně Cat 6 je doporučována pro větší šířku pásma a tedy spolehlivější přenos dat. Cat 6 umožňuje přenos rychlostí 10 Gbps na menší vzdálenosti a Cat 6a již po celé délce vedení.

Kabeláž se může lišit typem stínění. Vnitřní stínění kroucených párů snižuje nebezpečí přeslechů mezi páry a vnější stínění snižuje vliv vnějších zdrojů elektromagnetického záření na datový provoz v kabelu (v blízkosti elektrických zařízení, v průmyslovém provozu). Kabelové konektory musí odpovídat kategorii užitého kabelu.³⁸

PoE (Power over Ethernet)

Koncová zařízení (přístupové body, přepínače, IP kamery) podporující PoE nepotřebují vlastní zdroj elektrické energie a mohou být napájeny vzdáleně po UTP kabeláži samostatným PoE injektorem nebo síťovým přepínačem disponujícím touto funkcí.³⁹

Zařízení mohou podporovat aktivní nebo pasivní PoE. Aktivní PoE umožňuje komunikaci mezi zařízeními zajišťující vhodné napětí a konfiguraci vodičů a pasivní PoE využívá stejnou kabelovou strukturu standardu 802.3af mód B⁴⁰. Zde nedochází ke komunikaci mezi zařízeními. PoE je upraven standardem 802.3af (napájení zařízení s maximální spotřebou 15,4 Wattů) a novějším 802.3at (napájení zařízení s maximální spotřebou 50 Wattů).

³⁸ *Základy strukturované kabeláže* [online]. 2015 [cit. 2017-02-25].

Dostupné z: <http://www.ladinn.cz/ostatni/technika/SKS.html>

³⁹ *Princip činnosti Power Over Ethernet* [online]. 2004 [cit. 2017-03-31]. Dostupné z: <http://vyvoj.hw.cz/produkty/ethernet/princip-cinnosti-power-over-ethernet.html>

⁴⁰ CHESLA, Jason. What is the difference between PoE and Passive PoE? *T3 Innovation* [online]. 2016 [cit. 2016-11-01]. Dostupné z: <http://blog.t3innovation.com/difference-between-poe-and-passive-poe>

2.2.2 Síťové prvky

Síťový přepínač (Switch)

Síťový přepínač je zařízení spojující počítače, tiskárny a servery v rámci budovy. Slouží jako řídicí prvek, který umožňuje efektivní komunikaci mezi uzly. Cisco dělí přepínače na nekonfigurovatelné (unmanaged), chytré (smart) a plně konfigurovatelné (fully managed).

Nekonfigurovatelné přepínače zajišťují běžný provoz uzlů na vrstvě L2 v rámci podsítě. Některé nabízejí základní podporu priorit provozu (QoS), energeticky efektivní provoz nebo PoE. Vlastnosti jsou pevně dané a nelze je měnit.

Chytré přepínače nabízejí některé omezené funkce přepínačů plně konfigurovatelných, jako VLAN, základní autentizaci a QoS. Mají zjednodušené konfigurační webové rozhraní a nižší výkon.

Plně konfigurovatelné přepínače poskytují nejširší sadu nástrojů pro správu provozu v síti v rámci nemodulárních síťových prvků. Využívají se jako přístupové / agregační přepínače ve velkých sítích nebo hlavní přepínače v sítích lokálních. Podporují přepínání ve vrstvě L2 i L3, VLAN, rozsáhlé MAC tabulky, ACL pravidla apod. Konfigurace může probíhat přes zjednodušené webové rozhraní nebo flexibilnější konzolové.⁴¹

Bezdrátový přístupový bod (AP, Access Point)

AP vytváří bezdrátovou lokální síť (WLAN) v místnosti nebo budově. Bezdrátový přístupový bod je připojen ke směrovači nebo přepínači pomocí UTP kabelu a vysílá signál do určeného prostoru.⁴²

⁴¹ What Is a Network Switch vs. a Router? *Cisco* [online]. [cit. 2017-03-31].

Dostupné z: <http://www.cisco.com/c/en/us/solutions/small-business/resource-center/connect-employees-offices/network-switch-what.html>

⁴² What is an Access Point and How is it Different from a Range Extender? *Linksys* [online]. [cit. 2017-03-31].

Dostupné z: <http://www.linksys.com/us/r/resource-center/what-is-a-wifi-access-point/>

Bezdrátový přístupový bod svou konfigurací určuje standard a způsob přihlášení. V současné době je konfigurace přístupového zabezpečení doporučována dle firmy Apple následovně:

- změnit heslo správce přístupového bodu na bezpečné, obsahující malou i velkou latinku, čísla a další znaky
- SSID neboli identifikační název přístupového bodu / sítě nastavit na jiný než výchozí
- typ autentizace a šifrování připojení a přenosu zvolit WPA2/AES (firemní WPA v případě užití RADIUS serveru)
- standard 2,4 GHz vysílání může být volitelný mezi verzemi b, g nebo n. Pro nejvyšší kompatibilitu volíme všechny nabízené standardy. Například 802.11b/g/n
- standard 5 GHz vysílání může nabízet verze a, n a ac. Vhodná volba v evropských podmínkách je 802.11n/ac
- šíře kanálu může nabízet hodnoty 20 MHz, 40 MHz případně 80 MHz u standardu 802.11n/ac. Pro pásmo 2,4 GHz se doporučuje šíře 20 MHz pro bezproblémový provoz sousedních vysílačů a pro pásmo 5 GHz automatická volba mezi šířemi 20/40/80 MHz
- DHCP službu musí v lokální síti poskytovat pouze jeden aktivní prvek (server, brána, router, jeden přístupový bod). Pokud je již v síti služba poskytována jiným zařízením, je ji třeba vypnout⁴³

2.2.3 Služby

Internetová konektivita

Připojení k Internetu může být realizováno **ADSL/VDSL** modemem. Jedná se o připojení k Internetu přes pevnou telefonní linku, asymetrickou konektivitou s rychlostí přenosu dat od klienta řádově nižší než rychlost přenosu dat ke klientovi. Standard VDSL je teoreticky schopen nabídnout i symetrické připojení. V našich podmínkách a dle vzdálenosti

⁴³ Recommended settings for Wi-Fi routers and access points. *Apple Inc.* [online]. 2017 [cit. 2017-03-31]. Dostupné z: <http://support.apple.com/en-us/HT202068>

k ústředně a použité technologii se může rychlost přenosu dat od klienta pohybovat od 1 Mbs do 5 Mbs. Rychlost přenosu dat ke klientovi pak od 6 Mbs do 40 Mbs. Pro tento způsob připojení je nutný samostatný ADSL/VDSL modem nebo síťový směrovač s ADSL/VDSL konektivitou.⁴⁴

Další možností je **kabelové připojení** operátorem kabelové televize nebo pevné optické či UTP přípojky. Tyto způsoby připojení vyžadují existenci nebo vybudování pevného připojení a nabízejí celé spektrum rychlostí daných technologií a uvažovanou paušální cenou za připojení. Výstupem ze zařízení poskytovatele je opět UTP kabel.

Bezdrátová konektivita je realizována bezdrátovým spojením k poskytovateli na volných nebo licencovaných frekvencích. Rychlosti se mohou pohybovat ve velkém rozpětí s garantovanými i agregovanými hodnotami od 1 do 1000 Mbs.⁴⁵ Tato konektivita je omezena signálovým pokrytím dané aglomerace poskytovateli. Do této kategorie lze zahrnout i LTE a 3G modemy nabízené operátory mobilních sítí. Z dodavatelem poskytnutého zařízení je výstupem UTP kabel, případně WiFi.

DHCP

Služba DHCP může být v lokální síti poskytována síťovým směrovačem, modemem poskytovatele, Internetovou bránou, serverem nebo jedním z bezdrátových přístupových bodů. DHCP neboli Dynamic Host Configuration Protocol je klientský a serverový protokol, který automaticky poskytuje síťovým uzlům IP adresu a další informace vztahující se k nastavení a prostředí dané počítačové sítě (adresa Internetové brány, maska podsítě apod.).⁴⁶ Služba DHCP umožňuje síťovým uzlům, bez pevně definované IP adresy, získat jedinečnou IP adresu pro přístup do dané sítě a jejím zdrojům. Tato služba je nenahraditelná pro bezdrátové klienty pohybující se mezi vícero lokálními i mobilními sítěmi.

⁴⁴ *Co je ADSL a VDSL: Jaké jsou mezi nimi rozdíly?* [online]. 2017 [cit. 2017-02-03]. Dostupné z: <http://www.dsl.cz/jak-na-to/co-je-adsl-a-vdsl>

⁴⁵ *PŘÍNOS PRO VAŠE PODNIKÁNÍ. Airwaynet* [online]. [cit. 2017-02-28]. Dostupné z: <http://www.airwaynet.cz/firmy/garantovane-pripojeni>

⁴⁶ *What Is DHCP? Microsoft Technet* [online]. [cit. 2017-03-31]. Dostupné z: [http://technet.microsoft.com/en-us/library/dd145320\(v=ws.10\).aspx](http://technet.microsoft.com/en-us/library/dd145320(v=ws.10).aspx)

DNS v lokální síti

Služba DNS je protokol překládající dobře zapamatovatelná jména počítačů, serverů a dalších prvků na IP adresy, umožňující jejich vzájemnou komunikaci v TCP/IP sítích.⁴⁷

DNS server v lokální síti pak poskytuje překlad lokálních jmen počítačů na lokální IP adresy a zároveň překládá a pro zrychlení dalších požadavků i ukládá adresy serverů v Internetu (DNS caching server).

VLAN

Virtuální lokální počítačová síť je skupina zařízení na jedné nebo více fyzických lokálních sítích nakonfigurovaných tak, že spolu komunikují způsobem jako by byly fyzicky propojeny a ne situovány v různých síťových segmentech.⁴⁸

VLAN lze využít v rámci jedné lokální počítačové sítě k oddělení některých datových provozů od ostatních. Například oddělení počítačů školní administrativy, počítačů v učebnách a provozu studentských zařízení v bezdrátové síti. Tato konfigurace vyžaduje VLAN podporu v síťových přepínačích a pro komunikaci mezi jednotlivými VLAN je nutný síťový směrovač.

RADIUS server

Tvůrci volně dostupného FreeRADIUS serveru definují RADIUS (Remote Authentication Dial In User Service) server jako síťový protokol nebo systém, který definuje pravidla a konvence pro komunikaci mezi síťovými zařízeními pro vzdálenou autentizaci a účtování. Běžně je využíván poskytovateli Internetu, mobilními operátory, firemní a vzdělávací sférou.

Jeho primární funkce jsou:

- autentizace uživatelů nebo zařízení při přístupu do sítě
- povolení přístupu uživatelům nebo zařízením k síťovým službám

⁴⁷ DNS. *Microsoft Technet* [online]. [cit. 2017-03-31]. Dostupné z: [http://technet.microsoft.com/en-us/library/cc730921\(v=ws.11\).aspx](http://technet.microsoft.com/en-us/library/cc730921(v=ws.11).aspx)

⁴⁸ Understanding and Configuring VLANs. *Cisco* [online]. [cit. 2017-03-31]. Dostupné z: <http://www.cisco.com/c/en/us/td/docs/switches/lan/catalyst4500/12-2/25ew/configuration/guide/conf/vlans.html>

- účtování a sledování využití těchto služeb⁴⁹

Klientská část RADIUS služby umožňující její využití v síti je v současné době běžně obsažena v síťových prvcích firemní sféry. Serverová část může být instalována na server s libovolným operačním systémem nebo je již obsažena v některých aktivních síťových prvcích jako jsou směrovače nebo Internetové brány.

Wifi Analyzer

Tato aplikace pro mobilní operační systém Android, schopná graficky zobrazit využití celého nelicencovaného pásma 2,4 GHz a 5 GHz, umožňuje identifikovat volné kanály v obou pásmech a otestovat dosahy dočasně umístěných bezdrátových přístupových bodů v různých místech pokrývaného prostoru. Výhodou je spuštění přímo v mobilním zařízení, které bude později běžně síť využívat. Aplikace má jednoduché ovládání a je zdarma.⁵⁰ Systém iOS nedává standardně přístup aplikacím k informacím důležitým pro tuto analýzu. Alternativou je Apple MacBook s instalovanou kvalitní aplikací **WiFi Explorer**⁵¹ v ceně €20.

2.3 Praktická hlediska parametrů bezdrátové sítě Wi-Fi z pohledu školních zařízení

V případě, že vedení školy dospěje k rozhodnutí inovovat nebo nově zbudovat bezdrátovou síť v rámci budovy školy, je nutné si vytknout cíle, které by měla plnit. Obecně definované cíle pokrytí středních škol bezdrátovou sítí lze například nalézt v projektu **Bezdrátová škola – Jihomoravský kraj**⁵² začleněného do prioritní osy 3. V cílech projektu bylo uvedeno, že tato infrastruktura je podmínkou pro používání moderních pomůcek ve všech třídách a tím odstraňuje problém s nedostatečným počtem počítačových učeben. Dále pedagog i žáci získávají okamžitý přístup k online zdrojům a aplikacím

⁴⁹ *THE FREERADIUS TECHNICAL GUIDE* [online]. 2014, s. 3-4 [cit. 2016-11-15].

Dostupné z: <http://networkradius.com/doc/FreeRADIUS%20Technical%20Guide.pdf>

⁵⁰ viz <http://wifianalyzer.mobi>

⁵¹ WiFi Explorer. *iTunes* [online]. 2017 [cit. 2016-11-05]. Dostupné z: <http://itunes.apple.com/us/app/wifi-explorer/id494803304?mt=12>

⁵² Konference ISSS 2009: Bezdrátová škola. In: *ISSS* [online]. [cit. 2017-04-13]. Dostupné z: https://www.issc.cz/archiv/2009/download/prezentace/houda_cisco.pdf

sdíleným i více školami v regionu. Učitelé mohou vést průběžnou klasifikaci i docházku přímo i v běžných třídách a v neposlední řadě dochází k zlepšení komunikace s rodiči.⁵³

K těmto obecným cílům je žádoucí přidat některé další, plynoucí z nových požadavků vzniklých vývojem v oblasti mobilní dotykové techniky, počítačových sítí a v neposlední řadě změnou běžných návyků žáků a pedagogů.

2.3.1 Bezpečnost

Požadavek na **bezpečnost sítě** je nutné v zásadě řešit jako problém přístupu do sítě. Nežádoucí přístup může přicházet jak z Internetu, tak z lokální sítě. Vnější bezpečnost zajišťuje kvalitní hardwarová Internetová brána, nebo vhodně nakonfigurovaný počítač. Nežádoucí aktivitu v lokální síti⁵⁴ řeší jak soubor pravidel, tak funkce a služby sítí zajišťované.

Je třeba zajistit **bezpečnost školních mobilních zařízení** a do jisté míry i **bezpečnost zařízení donesených pedagogy a žáky** v rámci BYOD. Školní bezdrátová síť je schopna do schopna zčásti kontrolovat obsah⁵⁵, který je do zařízení stahován a eliminovat obsah přístroji škodlivý.

Počítačová síť v tomto případě neumožňuje **fyzickou ochranu uživatele**, ale může sloužit jako filtr eliminující obsah poškozující morálku a sociální návyky žáků. Za bonusový efekt umožnění nepřetržitého datového připojení žákům lze považovat možnost zjištění jejich polohy rodiči v případě nouzové situace⁵⁶, pokud žákovský přístroj nedisponuje mobilními daty.

⁵³ Bezdrátová škola - Jihomoravský kraj. *Středisko služeb školám* [online]. [cit. 2016-09-01].

Dostupné z: <http://www.sssbrno.cz/?go=projekty&pro=wifi1>

⁵⁴ ANONYMOUS. *Maximální bezpečnost*. 4. vyd. Praha: Softpress, c2004, s. 110-113. ISBN 8086497658.

⁵⁵ Interception Caching. WESSELS, Duane. *Squid: the definitive guide*. Sebastopol, CA: O'Reilly & Associates, c2004, s. 197-232. ISBN 0596001622.

⁵⁶ KRÁL, Mojmír. *Bezpečný internet: chraňte sebe i svůj počítač*. Praha: Grada Publishing, 2015, s. 94-95. Průvodce (Grada). ISBN 9788024754536.

2.3.2 Umožnění BYOD⁵⁷

Je jisté, že možnost přinést do školy své vlastní mobilní zařízení a využívat školní bezdrátovou síť bude vždy z pozice žáka plusovým bodem pro školu. Nicméně kromě tohoto „Wau“ efektu má tento cíl i další důležitější následky:

Pozitiva:

- žákovská a učitelská zařízení snižují náklady školy na nákup vlastního vybavení
- žáci pracují ve vlastním prostředí s nástroji, které znají
- na rozpracovaném výukovém obsahu mohou žáci pokračovat v práci doma
- údržba, servis a nabíjení je v režii žáka nebo rodičů
- upgrade na případné novější zařízení zajišťují rodiče

Negativa:

- škola má minimální kontrolu nad obsahem v přineseném zařízení
- vlastní mobilní připojení otevírá bezpečnostní díru do školní sítě
- škola nemá kontrolu nad platformou a výkonem přineseného zařízení
- škola nemá žádnou možnost správy a zabezpečení přineseného zařízení
- škola nemůže bezdůvodně odebrat zařízení žákovi
- škola má zvýšené náklady na instalaci a konfiguraci školní síťové infrastruktury – kompatibilita bezdrátových přístupových bodů, cloudových řešení, tiskových a zobrazovacích zařízení ve škole

2.3.3 Dostupnost mobilního Internetu

Mobilní datové tarify jsou omezeny limity rychlosti i objemu stažených dat a měsíční paušální platby jsou často pro rodiče žáků neakceptovatelné nebo z jejich pohledu neobhájitelné.⁵⁸ Dobré pokrytí objektu školy tak pomáhá některé sociální rozdíly setřít.

⁵⁷ NEUMAJER, Ondřej, Lucie ROHLÍKOVÁ a Jiří ZOUNEK. *Učíme se s tabletem: Využití mobilních technologií ve vzdělávání*. 1. Praha: Wolters Kluwer, 2015, s. 96. ISBN 978-80-7478-768-3.

⁵⁸ Škola volá aneb Jaký tarif zvolit pro prvňáčka? *FinExpress.cz* [online]. 2014 [cit. 2017-06-21]. Dostupné z: <https://finexpert.e15.cz/skola-vola-aneb-jaky-tarif-zvolit-pro-prvnačka>

Dostupná síť ve škole v ideálním případě umožňuje žákům komunikovat mezi sebou, s učiteli i s rodiči.

2.3.4 Účelné rozdělení konektivity

Školní bezdrátová síť musí být schopna zajistit přístup všem klientům. Je možné určit prioritu některým zařízením (školní vybavení), učitelským zařízením a následně studentům. Je vhodné uvažovat o tom, že někteří žáci mohou využívat školní síť více přístroji (chytrý telefon, tablet, notebook). Síť by měla být schopna předejít přetížení sítě soukromým provozem na úkor probíhající výuky.

2.3.5 Školní síť jako efektivní komunikační kanál

Pokročilé autentizační systémy využívané v bezdrátových sítích umožňují zobrazení uvítací obrazovky ve formátu html na klientském zařízení při připojení do sítě. Tento nástroj lze využít jako komunikační kanál pro aktuální či důležitá sdělení pro uživatele sítě.

2.3.6 Praktické návrhy pro realizaci

Příklady pravidel, která mohou být obsažena například v provozním řádu bezdrátové sítě školy:

- připojení ke školní bezdrátové síti pedagog / žák automaticky akceptuje podmínky provozu
- uživatelé sítě jsou povinni uchovat své přihlašovací údaje v tajnosti a v případě jejich ztráty nebo prozrazení je nutné údaje aktualizovat
- škola doporučuje svým zaměstnancům a žákům udržovat svá mobilní zařízení aktualizovaná
- provoz ve školní počítačové síti může být monitorován
- v případě porušení podmínek provozu, může být uživatel či jeho zařízení vyloučena ze sítě bez náhrady
- během vyučování jsou žáci povinni dbát nařízení učitelů či pověřených zaměstnanců školy

- zařízení s nastavenou pevnou IP adresou budou z provozu sítě vyloučena⁵⁹

2.3.7 Realizace cílů v rámci konfigurace sítě

Navrhované konfigurační postupy a volby jednotlivých prvků sítě umožňující zajištění cílů na technologické úrovni:

- generování silných hesel školou⁶⁰
- zvažení autentizace do sítě na základě uživatelských jmen a hesel například RADIUS serverem místo sdílených skupinových klíčů
- aktivace rozložení zátěže nebo preference 5 GHz pásma v konfiguraci bezdrátového přístupového bodu
- aktivace férového využití pásma jednotlivými klientskými stanicemi (Airtime Fairness)⁶¹
- omezení rychlosti přenosu dat od klienta a ke klientovi na základě skupin uživatelů nebo virtuálních bezdrátových sítí (alternativní SSID)
- realizace lokální virtuální sítě pomocí technologie VLAN umožňující oddělení datového provozu administrativy školy od provozu přístrojů využívaných ve výuce a provozu studentských mobilních zařízení
- proaktivní versus reaktivní model restrikce provozu v síti

V rámci zabezpečení je proaktivní model nutností, nicméně v oblasti filtrace a blokování obsahu Internetu lze uplatňovat reaktivní model ve formě úplné nebo větší volnosti datového provozu s následnou reakcí na nežádoucí datový obsah a provoz. Průběžná analýza datového provozu je v obou případech nutností a vyžaduje určité formy logování a proxy server na síti.⁶² V mé vlastní praxi se mi reaktivní model osvědčil více, jelikož byl u žáků lépe ospravedlnitelný než preventivní blokování služeb, které vnímali jako presumpci viny.

⁵⁹ Technické zajištění on-line bezpečnosti na školách. In: *Národní centrum bezpečnějšího internetu* [online]. [cit. 2017-04-13]. Dostupné z: <http://www.ncbi.cz/category/6-metodiky-ucebni-materialy?download=48>

⁶⁰ PETROWSKI, Thorsten. *Bezpečí na internetu: pro všechny*. Liberec: Dialog, 2014, s. 102-108. Tajemství (Dialog). ISBN 9788074240669.

⁶¹ INTELEK [online]. 2014 [cit. 2017-06-21]. Dostupné z: https://www.intelek.cz/art_doc-FE618EADBB5FAC0BC1257D12004D99C3.html

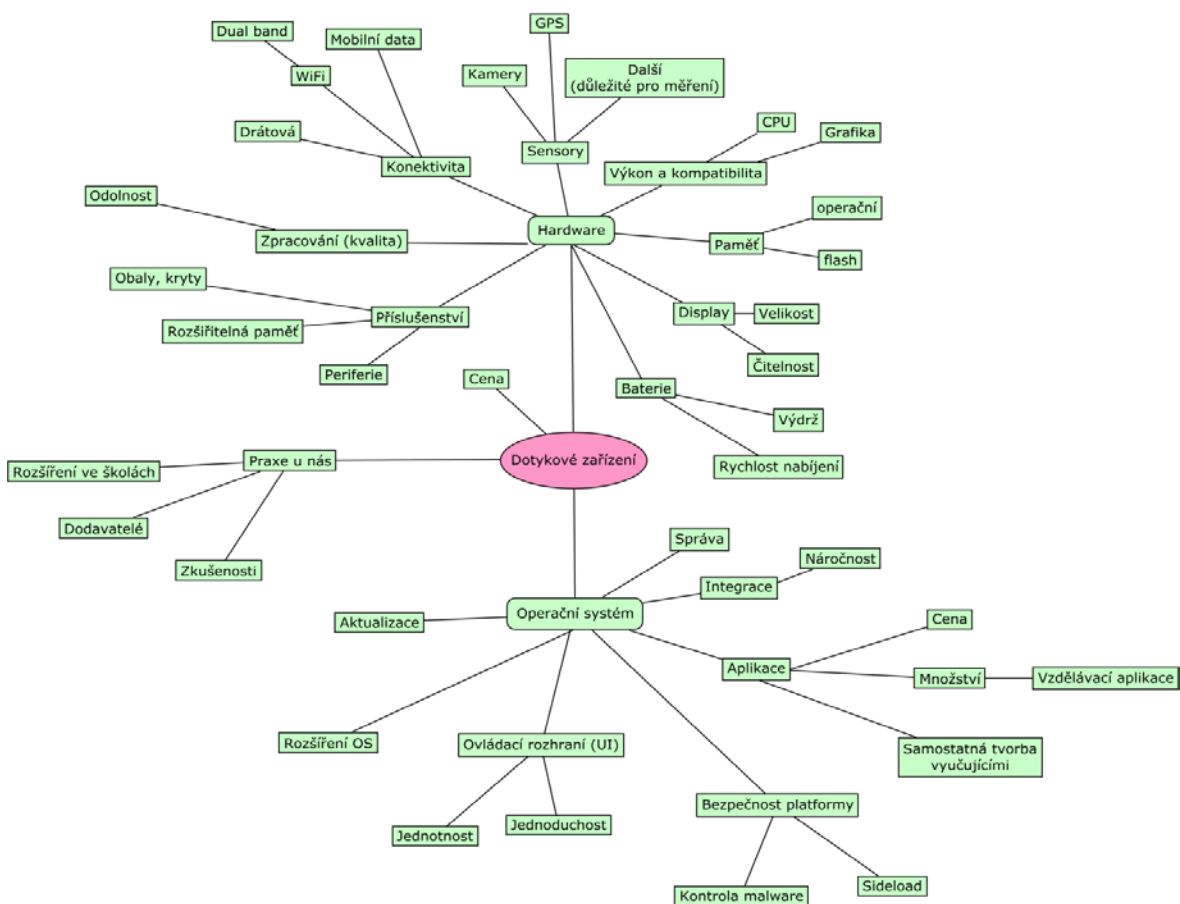
⁶² ANONYMOUS. *Maximální bezpečnost*. 4. vyd. Praha: Softpress, c2004, s. 33-34. ISBN 8086497658.

3 Praktická část

V praktické části budou teoretické poznatky využity k naplnění všech dílčích cílů práce. Evaluace mobilních dotykových přístrojů na základě technických parametrů jako první. Dále bude samostatně provedena evaluace způsobů zapojení mobilních dotykových zařízení do výuky na základě různých scénářů využití a specifík provozovaných operačních systémů. Praktickou část pak ukončí návrh a konkrétní realizace bezdrátové počítačové sítě ve škole.

3.1 Evaluace mobilních dotykových přístrojů dle parametrů

Díky v teoretické části vymezeným pojmům v oblasti mobilních dotykových zařízení, bude v této kapitole praktické části, provedeno srovnání vybraného vzorku mobilních dotykových zařízení za pomoci komparativní analýzy.



Obrázek 2 – přehled parametrů mobilního dotykového zařízení

Z obrázku číslo 2 je zřejmý velký rozsah možných faktorů, na základě kterých bychom mobilní dotyková zařízení mohli evaluovat. Proto byly na základě rešerše dostupných informačních zdrojů zvoleny specifikace důležité pro evaluaci mobilních dotkových přístrojů specificky pro účely výuky na středních školách.

Sledované technické parametry přístrojů

Úhlopříčka displeje je nejvýraznějším specifikem dotkových zařízení. O. Neumajer uvádí, že „*pro práci v konceptu tablet PC, kdy se často využívá připojení klávesnice a využití tabletu má blíže k využití netbooku, se jako vhodnější ukazují tablety s úhlopříčkou 10 a více palců. Pro pohyb v terénu, časté používání fotoaparátu, kamery, mikrofonu, GPS a dalších senzorů je vhodnější tablet s menší úhlopříčkou*“.⁶³ V rámci efektivnosti výběru je vhodné zvolit kompromis vhodný pro oba způsoby použití. Rozpětí úhlopříčky 8 až 10 palců bude pro zachování mobility nejvhodnější. Na trhu je velké množství cenově výhodných tabletů s úhlopříčkou 7 palců, nicméně práce s ovládacími prvky výukových aplikací na takto malém prostoru s častým výskytem nepřesných dotyků může mít demotivující vliv na žáky.

Rozlišení displeje přímo určuje jemnost zobrazení. Ta je důležitá nejen pro předměty typu estetické výchovy, ale také umožňuje efektivní editaci pořízených fotografií v jiných odborných předmětech nebo přesnější zobrazení grafů a objektů v matematických aplikacích typu GeoGebra a podobně. Vyšší rozlišení umožňuje na obrazovce zobrazit současně více prvků ovládání, obsahu nebo více aplikací současně. Rozlišení pohybující se nad běžným průměrem ovšem mohou signalizovat vyšší nároky na grafický hardware a tedy vyšší energetickou náročnost snižující celkovou dobu provozu na akumulátor.

Operační paměť dotkových zařízení má pro každý operační systém svá specifika. Jan Pánek píše, že „*u Androidu je minimální hranice 1 GB, ale raději bychom volili 2 GB. U Windows je minimální použitelná hranice 2 GB, ale raději bychom doporučili 4 GB. U zařízení Apple není třeba většinou RAM řešit, systém je dobře odladěný*“.⁶⁴ S tímto

⁶³ NEUMAJER, Ondřej, Lucie ROHLÍKOVÁ a Jiří ZOUNEK. *Učíme se s tabletem: Využití mobilních technologií ve vzdělávání*. 1. Praha: Wolters Kluwer, 2015, s. 88. ISBN 978-80-7478-768-3.

⁶⁴ PÁNEK, Jan. Doporučené tablety. *Svět mobilně* [online]. 2016 [cit. 2016-11-14]. Dostupné z: <http://www.svetmobilne.cz/doporucene-tablety/3776-2>

tvrzením nezbyvá než souhlasit z vlastních zkušeností, s poznámkou, že tento parametr má přímý vliv na výkon zařízení a plynulost práce v aplikacích.

Interní úložiště determinuje množství aplikací, které může být současně v zařízení nainstalováno. Není vhodné, aby vyučující musel před hodinou odinstalovat aplikace zaměřené na jiné předměty a instalovat aplikace týkající se jeho aprobace z důvodu plného úložiště. Aplikace rovněž produkují určité množství dat, které je nutné v úložišti uchovat. Patří tam fotografie, videa, jiná multimédia, provozní údaje aplikací a systému o nastavení a uživateli, případně stažené soubory ze sítě.

Externí úložiště má nejčastěji podobu volitelné externí paměťové karty různých kapacit. Využití tohoto úložiště je zpravidla omezeno pouze na ukládání médií, souborů a určitých dílčích dat aplikací a disponuje nižšími rychlostmi datového přenosu než paměťové čipy interního úložiště. Vhodným managementem dat lze externím úložištěm zvýšit užitnou hodnotu zařízení s menším úložištěm interním.

Procesor předurčuje hrubý výkon a kompatibilitu zařízení nutnou pro provoz aplikací. Volba zařízení s určitým procesorem (Android, Windows RT) má přímý vliv na paletu aplikací, které lze do přístroje nainstalovat. V článku „K čemu jsou parametry tabletů při výuce?“ se uvádí, že *„procesory se dělí dle počtu jader – 1, 2 nebo 4 jádrové. Na rozumnou práci se studenty doporučuji spíše 2 a 4 jádrové neboť jejich odezva je dostatečně rychlá. Jednojádrové tablety se za nedlouho již ani prodávat nebudou“*.⁶⁵ Vhodným vodítkem je výrobce procesoru. Renomovaní výrobci produkují kompatibilní výkonné procesory, vyrobené efektivní technologií zajišťující nižší energetické nároky.

Konektivita je důležitý faktor definující užitnost přístroje jako mobilní výukové pomůcky. Lze sdílet data během probíhající výuky, přístroje žáků i vyučujícího mohou navzájem komunikovat a je možné využít další specializovaná zařízení v podobě měřicích modulů, externích čidel nebo nositelné elektroniky. Dále umožňuje bezdrátový tisk z mobilních přístrojů, bezdrátové zrcadlení displeje nebo výstup dat aplikace na datový projektor. Technologie zahrnuté do konektivity jsou Bluetooth (verze 4 a výše důležitá pro připojení

⁶⁵ K čemu jsou parametry tabletů při výuce? *Interaktivní školení* [online]. [cit. 2016-10-30]. Dostupné z: <http://www.interaktivniskoleni.cz/pro-skoly/skolni-poradna/k-cemu-jsou-parametry-tabletu-pri-vyuce/>

nositelné elektroniky apod.), mobilní data a WiFi s podmnožinou typů vzdáleného přenosu obrazu Miracast, AirPlay a Chromecast.

Délka provozu na baterii je další faktor, který má přímý vliv na mobilitu přístroje. Zařízení připojené na nabíjecí adaptér není mobilní a prezentuje riziko poškození konektorů nebo stržení přístroje na zem, o nedostatku zásuvek ve třídách a nevhodnosti manipulace žáků s elektrickými zařízeními nemluvě. Je tedy nutné zvolit řešení nabízející dostatečnou výdrž tabletu po dobu vyučování respektive po dobu, kterou jsou zařízení potřeba.

O fotoaparátech a dalších senzorech O. Neumajer uvádí, že *„jejich přítomnost je pro vzdělávání jednou z klíčových výhod tabletů oproti notebookům a netbookům. Prostřednictvím kamer lze nejen provádět konferenční hovor, ale i zaznamenávat okolí, pořizovat fotografie, natáčet videa, pořizovat rozhovory atp“*.⁶⁶ Fotoaparát by měl poskytovat dostatečně kvalitní fotografie pro potřeby výuky. Dále podle O. Neumajera, je pro pokročilejší aktivity vhodný GPS modul umožňující záznam polohy například pro vytvoření hlukové mapy okolí školy, akcelerometr a gyroskop pro ovládání aplikací pohybem přístroje, případně kompas pro určení směru natočení přístroje v mapách.⁶⁷

3.1.1 Metodika komparativní analýzy

Cílem komparativní analýzy technických parametrů mobilních dotykových zařízení je stanovení vhodné kombinace vlastností přístroje důležitých pro vzdělávání na středních školách. Tato kombinace poslouží jako srovnávací šablona pro posouzení zvoleného vzorku zařízení dostupných na trhu v daném období.

Na základě zhodnocení parametrů v předchozí kapitole jsem stanovil tři kategorie parametrů z pohledu důležitosti.

⁶⁶ NEUMAJER, Ondřej, Lucie ROHLÍKOVÁ a Jiří ZOUNEK. *Učíme se s tabletem: Využití mobilních technologií ve vzdělávání*. 1. Praha: Wolters Kluwer, 2015, s. 89. ISBN 978-80-7478-768-3.

⁶⁷ NEUMAJER, Ondřej, Lucie ROHLÍKOVÁ a Jiří ZOUNEK. *Učíme se s tabletem: Využití mobilních technologií ve vzdělávání*. 1. Praha: Wolters Kluwer, 2015, s. 40 a násl. ISBN 978-80-7478-768-3.

a) Kategorie důležitých parametrů

Tyto parametry jsou stěžejní pro výběr a nesplnění některého z nich naznačuje nevhodnost přístroje pro výukové potřeby a pouze jiná, velmi specifická, konkrétně posuzovaná vlastnost může tento deficit vyrovnat.

- úhlopříčka displeje: 8 až 10 palců
- rozlišení displeje: 1920 x 1200 obrazových bodů
- operační paměť: minimálně 2 GB
- interní úložiště: 16 GB, resp. 64 GB pro Windows 10
- počet jader procesoru: minimálně 2
- WiFi
- Bluetooth: minimálně verze 4.0
- možnost externího zobrazení: podpora Miracast, AirPlay nebo Chromecast
- fotoaparát: minimálně 5 Mpx
- délka provozu na baterie: minimálně 8 hodin
- aktuální verze OS

b) Kategorie parametrů střední důležitosti

Tyto parametry jsou důležité pro specifické využití přístroje. Pro některé aktivity mohou být zbytečné, pro jiné nezbytné. Je nutné posoudit vhodnost na základě předpokládaného využití a zaměření školy. Další parametry jsou doporučované pro efektivnější provoz přístroje.

- GSM/LTE: možnost mobilního datového připojení (ne každá škola plánuje nákup SIM karet do tabletů, výhledově je vhodné tuto možnost mít)
- GPS
- kompas
- dualband Wi-Fi
- externí úložiště

c) Kategorie doplňkových parametrů

Tyto parametry přístrojů nejsou nezbytně nutné ani určující při výběru, v nerozhodné situaci však mohou pomoci zvolit řešení, které výhledově ušetří škole náklady nebo komplikace.

- Dobře dostupné / přiložené pouzdro
- Přisvětlovací dioda fotoaparátu
- Tisk z mobilního zařízení na běžných tiskárnách bez dodatečných nákladů

3.1.2 Komparativní analýza vzorku přístrojů

Předchozí kapitola nám představila ideálního kandidáta na školní tablet, který z pohledu parametrů vyhovuje současným požadavkům na výkon, efektivitu a komunikační schopnosti. Následně byly zvoleny tři cenové hladiny, v kterých byl vybrán vhodný vzorek přístrojů. Výběr proběhl ke dni 4. 3. 2017.

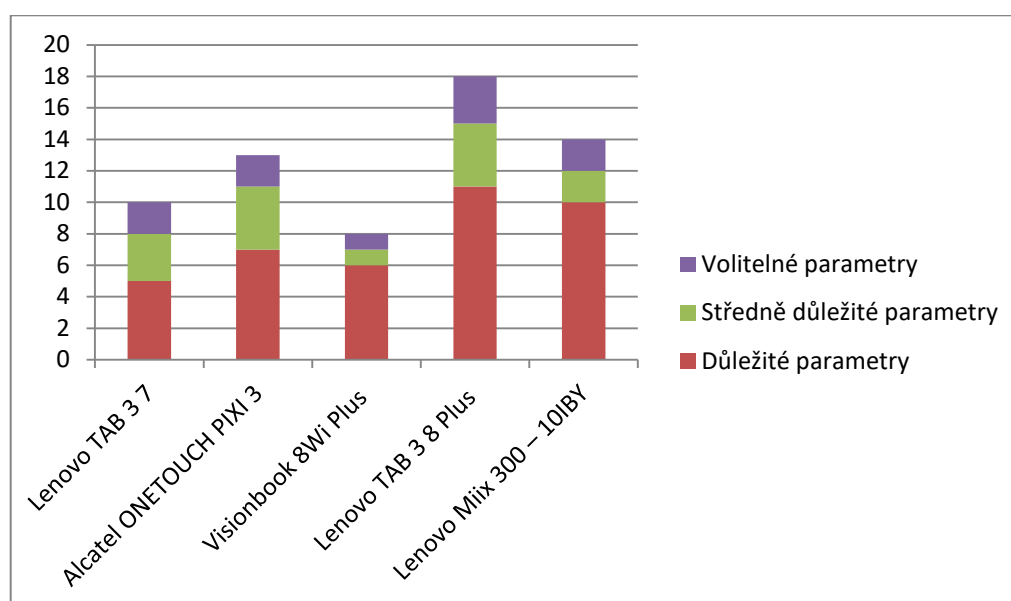
První cenová hladina je do maximální ceny 5000,- Kč, kde jsou kromě nejlevnějších přístrojů i tablety s FullHD rozlišením. Toto cenové rozpětí nabízí srovnání nejlevnějších zařízení méně známých značek a levnějších variant přístrojů známých výrobců (Acer, Asus, Lenovo). V tomto cenovém rozpětí se setkáme pouze s tablety s operačními systémy Android a Windows. iOS není zastoupen. Ve výběru vzorků bylo postupováno tak, aby každý z nich prezentoval některou z důležitých vlastností pro evaluaci.

Vzorek:

- Lenovo TAB 3 7 – nejlevnější zástupce značkových výrobců
- Alcatel ONETOUCH PIXI 3 – nejlevnější zástupce s 8“ displejem
- Visionbook 8Wi Plus – nejlevnější zástupce s Windows 10
- Lenovo TAB 3 8 Plus – nejlevnější zástupce s FullHD displejem
- Lenovo Miix 300 – 10IBY – 10“ tablet s klávesnicovým dockem

Tabulka 2 – první cenový rozsah

	Lenovo TAB 3 7	Alcatel ONETOUCH PIXI 3	Visionbook 8Wi Plus	Lenovo TAB 3 8 Plus	Lenovo Miix 300 – 10IBY
8" až 11" LCD	0	1	1	1	1
FullHD LCD	0	0	0	1	0
RAM 2GB	0	0	0	1	1
Interní úložiště 16GB (Windows 64GB)	0	1	0	1	1
CPU 2+ jádra	1	1	1	1	1
Wi-Fi	1	1	1	1	1
Bluetooth 4+	1	1	1	1	1
Externí zobrazení (Miracast, AirPlay, Chromecast)	1	1	1	1	1
Fotoaparát 5+ Mpx	0	1	0	1	1
Délka provozu na baterie (8+ hodin)	1	0	0	1	1
Aktuální verze OS	0	0	1	1	1
GSM/LTE	0	0	0	0	0
GPS	1	1	0	1	0
Kompas (magnetometr)	0	1	0	1	0
Dualband Wi-Fi	1	1	0	1	1
Externí úložiště	1	1	1	1	1
Dostupný obal	1	1	0	1	1
Blesk fotoaparátu	0	0	0	1	0
Tisk bez extra nákladů	1	1	1	1	1
Cena Kč	1999	2490	2690	4499	4799



Obrázek 3 – Analýza vzorků 1. cenové úrovně

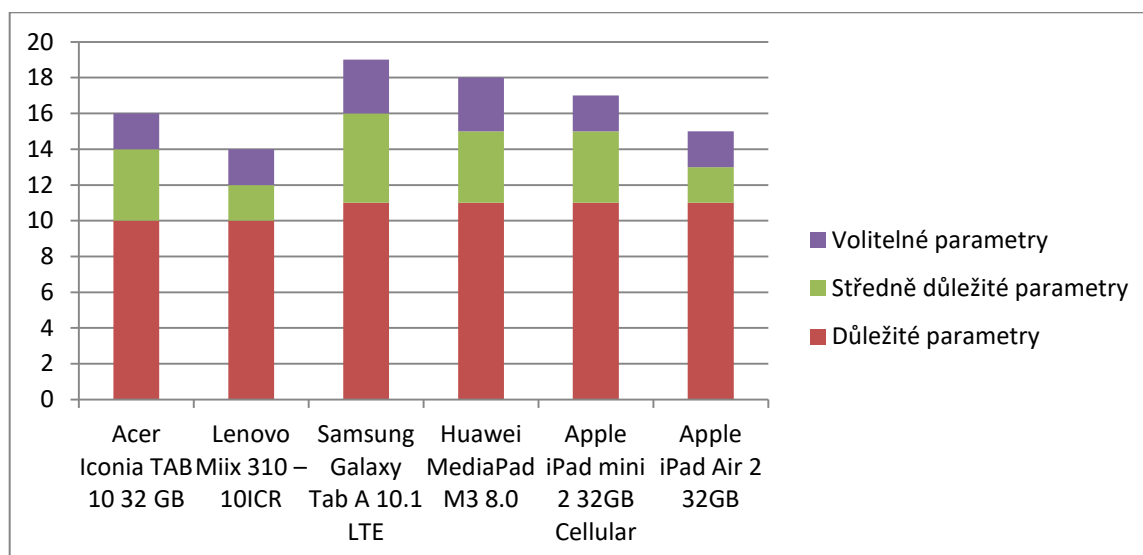
Druhé cenové rozpětí je od 5000,- do 12000,- Kč. Zde je možné se setkat se zástupci všech tří rozšířených mobilních operačních systémů. Vzorčky jsou zvoleny tak, aby byly zastoupeny všechny tři operační systémy s některou význačnou vlastností.

Vzorek:

- Acer Iconia TAB 10 32 GB – první 10“ tablet s FullHD a Android 6
- Lenovo Miix 310 – 10ICR – 10.1“ tabletPC s FullHD a Windows 10
- Samsung Galaxy Tab A 10.1 LTE – 10.1“ značkový tablet s LTE konektivitou
- Huawei MediaPad M3 8.0 – 8.4“ tablet s QuadHD a výkonným procesorem Kirin 950
- Apple iPad mini 2 32GB Cellular – první zástupce platformy iOS, 7.9“ displej
- Apple iPad Air 2 32GB – první zástupce platformy iOS s 9.7“ displejem

Tabulka 3 – druhý cenový rozsah

	Acer Iconia TAB 10 32 GB	Lenovo Miix 310 – 10ICR	Samsung Galaxy Tab A 10.1 LTE	Huawei MediaPad M3 8.0	Apple iPad mini 2 32GB Cellular	Apple iPad Air 2 32GB
8" až 11" LCD	1	1	1	1	1	1
FullHD LCD	1	0	1	1	1	1
RAM 2GB	1	1	1	1	1	1
Interní úložiště 16GB (Windows 64GB)	1	1	1	1	1	1
CPU 2+ jádra	1	1	1	1	1	1
Wi-Fi	1	1	1	1	1	1
Bluetooth 4+	1	1	1	1	1	1
Externí zobrazení (Miracast, AirPlay, Chromecast)	1	1	1	1	1	1
Fotoaparát 5+ Mpx	1	1	1	1	1	1
Délka provozu na baterie (8+ hodin)	0	1	1	1	1	1
Aktuální verze OS	1	1	1	1	1	1
GSM/LTE	0	0	1	0	1	0
GPS	1	0	1	1	1	0
Kompas (magnetometr)	1	0	1	1	1	1
Dualband Wi-Fi	1	1	1	1	1	1
Externí úložiště	1	1	1	1	0	0
Dostupný obal	1	1	1	1	1	1
Blesk fotoaparátu	0	0	1	1	0	0
Tisk bez extra nákladů	1	1	1	1	1	1
Cena Kč	5490	6499	8790	8990	11490	11990



Obrázek 4 – Analýza vzorků 2. cenové úrovně

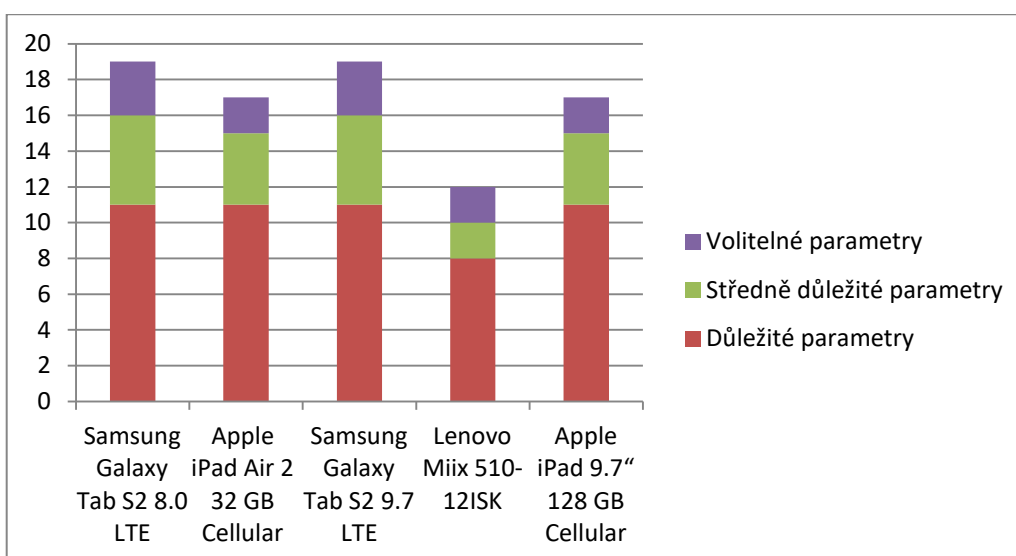
V cenové hladině od 12000,- Kč jsou vyšší modely vybavené operačními systémy všech tří rozšířených platforem. Horní hranice je stanovena na 19000,- Kč s ohledem na rozpětí předchozího intervalu a prémiovou povahu zařízení vyšších cen.

Vzorek:

- Samsung Galaxy Tab S2 8.0 LTE – 8“ QuadHD displej s LTE konektivitou
- Apple iPad Air 2 32 GB Cellular – první iPad s 9.7“ displejem a mobilní konektivitou
- Samsung Galaxy Tab S2 9.7 LTE – 9.7“ QuadHD displej s LTE konektivitou
- Lenovo Miix 510-12ISK – 12.2“ tabletPC s FullHD a Windows 10, SSD úložiště 128 GB
- Apple iPad 9.7“ 128 GB – iPad Pro s velkokapacitním úložištěm vhodným pro sdílený provoz

Tabulka 4 – třetí cenový rozsah

	Samsung Galaxy Tab S2 8.0 LTE	Apple iPad Air 2 32 GB Cellular	Samsung Galaxy Tab S2 9.7 LTE	Lenovo Miix 510-12ISK	Apple iPad 9.7" 128 GB Cellular
8" až 11" LCD	1	1	1	0	1
FullHD LCD	1	1	1	1	1
RAM 2GB	1	1	1	1	1
Interní úložiště 16GB (Windows 64GB)	1	1	1	1	1
CPU 2+ jádra	1	1	1		1
Wi-Fi	1	1	1	1	1
Bluetooth 4+	1	1	1	1	1
Externí zobrazení (Miracast, AirPlay, Chromecast)	1	1	1	1	1
Fotoaparát 5+ Mpx	1	1	1	1	1
Délka provozu na baterie (8+ hodin)	1	1	1	0	1
Aktuální verze OS	1	1	1	1	1
GSM/LTE	1	1	1	0	1
GPS	1	1	1	0	1
Kompas (magnetometr)	1	1	1	0	1
Dualband Wi-Fi	1	1	1	1	1
Externí úložiště	1	0	1	1	0
Dostupný obal	1	1	1	1	1
Blesk fotoaparátu	1	0	1	0	0
Tisk bez extra nákladů	1	1	1	1	1
Cena Kč	13690	15490	15790	15490	17990



Obrázek 5 – Analýza vzorků 3. cenové úrovně

3.1.3 Výsledky komparativní analýzy

- a) V prvním cenovém rozpětí, které mělo za úkol zmapovat nabídku a schopnosti přístrojů v nejnižších cenových relacích, jsou výsledky následující. Jediné **Lenovo TAB 3 8 Plus** splňuje všechny důležité parametry vytyčené v minulé kapitole, pouze postrádá GSM / LTE konektivitu, tedy schopnost práce s Internetem mimo dosah Wi-Fi sítě. Dalším zajímavým zástupcem je **Lenovo Miix 300-10IBY** s operačním systémem Windows 10, které ovšem postrádá FullHD rozlišení. Navíc jako většina přístrojů s tímto operačním systémem neobsahuje důležité senzory jako GPS nebo kompas a nedisponuje mobilní datovou konektivitou.
- b) V druhém cenovém rozpětí, které mapuje cenový střed nabídky tabletů na našem trhu, je již situace vyrovnanější. Kromě dvou vzorků Acer Iconia TAB 10 (kratší doba výdrže na baterii) a Lenovo Miix 310-10ICR (nižší rozlišení LCD), všechny splňují hlavní požadované vlastnosti. Ze středně důležitých vlastností, **Huawei MediaPad M3 8.0** a **Apple iPad Air 2** (nemá rovněž GPS) nedisponují mobilní datovou konektivitou, což může být problém při plnění projektů v terénu.
- c) V posledním, nejvyšším zvoleném cenovém rozpětí bychom se měli setkat s přístroji, které plně vyhovují našim požadavkům, nicméně ani to není pravidlem. Zástupce platformy Windows 10 Lenovo Miix 510-12ISK nedisponuje dostatečnou výdrží na baterie a větší displej než 11“ může nebo nemusí být na překážku, dle požadavků na mobilitu. Nicméně je tento přístroj opět nedostatečně vybaven důležitými senzory a mobilní konektivitou. Ostatní přístroje vyhovují vzneseným požadavkům s drobnými odchylkami, které nepředstavují překážku jejich využití ve výuce.

3.1.4 Shrnutí výsledků

Nejlevnějším kandidátem z vybraného vzorku přístrojů na výukový tablet je **Lenovo TAB 3 8 Plus** v ceně 4499,- Kč. Splňuje všechny důležité parametry, pouze postrádá mobilní konektivitu, která se ovšem v této cenové relaci neočekává.

Mezi efektivní volby budou patřit přístroje:

- **Samsung Galaxy Tab A 10 LTE** jako kvalitní značkový 10“ palcový tablet s operačním systémem Android s FullHD displejem a mobilní datovou konektivitou. Cena 8790,- Kč.
- **Huawei MediaPad M3 8.0** jako výkonný 8“ palcový tablet s vysokým rozlišením displeje (2560x1600) a výborným zvukem (Harman / Kardon) vhodný pro práci s multimédií v hodinách estetického zaměření. Cena 8990,- Kč.
- **Apple iPad mini 2 Cellular** je nejlevnější 8“ zástupce platformy Apple, nicméně i tato verze nabízí vysoké rozlišení displeje (2048x1536), výkon, mobilní konektivitu a výbornou mobilitu. Cena 11490,- Kč.
- **Apple iPad Air 2 32 GB** jako další zástupce ekosystému Apple s displejem velikosti 10“, ovšem v této ceně bez mobilní komunikace a GPS. Cena 11990,- Kč.

Specifické potřeby mohou plnit někteří zástupci z třetího rozpětí cen:

- **Apple iPad Air 2 Cellular** a **Samsung Galaxy Tab S2 9.7 LTE**, nabízejí 10“ displej s vysokým rozlišením a současně mobilní konektivitu. V cenách 15490,- respektive 15790,- Kč.
- **Apple iPad 9.7“ 128 GB Cellular** pak nabízí velké interní úložiště umožňující optimální práci s přístroji Apple iPad v takzvaném režimu sdíleného tabletu. Cena 17990,- Kč.

Vzhledem k obecným výukovým scénářům zmíněným v této práci, které se snaží využít silných stránek mobilních dotykových zařízení jako mobilita, energetická efektivita, osazení různými druhy senzorů, se do užšího výběru nedostal žádný dotykový přístroj s operačním systémem Windows 10.

3.1.5 Specializované tablety

Existují specializované školní tablety určené pro odbornou výuku nejen na středních školách. Jelikož se většinou jedná o maloprodukcí nebo využití již existující platformy některého z čínských producentů, nebývají parametry těchto zařízení oslňující, ale jejich konkrétní zaměření a vlastní měřicí ekosystém ospravedlňuje jejich pořízení pro využití ve fyzikálních a příbuzných předmětech.

Například vzdělávací platforma **Einstein**TM využívá tablet se starším operačním systémem Android 5.1, méně výkonný čtyř-jádrový procesor Rockchip, 9“ palcový displej a 8 Mpx kameru s bleskem. Veskrze průměrné až podprůměrné specifikace, jenže těžiště tohoto unikátního zařízení je v osmi vestavěných senzorech (kromě běžných, UV, teplotní, senzor tepu srdce, vlhkost) a v mnoha dalších externě připojitelných sensorových modulech z oblasti fyziky a chemie. Cena kompletu specializovaného tabletu se šestnácti externími senzory je 30.000,- Kč. Platforma **Einstein**TM nabízí i modul **LabMate** pro práci v tomto prostředí s tablety z běžné produkce se všemi třemi operačními systémy.

3.2 Předpoklady evaluace zapojení mobilních přístrojů do výuky

Na zapojení mobilních dotykových zařízení do výuky můžeme nahlížet několika způsoby. Po prostudování dostupných informačních zdrojů jsem zvolil tři hlediska posuzování zapojení těchto zařízení do výuky.

- hledisko organizačně - technické
- hledisko operačního systému
- hledisko organizačně – didaktické

3.2.1 Hledisko organizačně - technické

Podle O. Neumajera existují čtyři základní scénáře využití mobilních dotykových zařízení ve výuce:

- **Tabletová třída** - jedna učebna je stabilně vybavena tablety a zázemím nutným pro jejich provoz (nabíjení, synchronizace, kvalitní pokrytí učebny signálem). Oproti uváděným výhodám ve zdrojovém textu, týkajících se programu *Vzděláváme pro budoucnost* pro 1. stupně základní školy, kde je tento scénář využit v kmenové třídě s úmyslem realizovat kompletní výuku jedné třídy, se v našem případě jedná o specializovanou učebnu dostupnou všem žákům a vyučujícím.
- **Mobilní tabletová třída** – ve škole existuje sada tabletů, která je k dispozici všem vyučujícím s možností jejich transportu do všech, případně některých učeben v závislosti na pokrytí bezdrátovou sítí nebo možností mobilního přístupového bodu. Jedná se tedy opět o dostupné řešení pro všechny žáky i vyučující, ovšem s nutností zajištění vhodného transportu přístrojů a realizace některé z forem zápůjčního a rezervačního systému.
- **Tablety pro učitele** – vyučující ve škole mají k dispozici mobilní dotyková zařízení pouze pro svou potřebu. Slouží jako didaktická pomůcka, organizační a pracovní nástroj.
- **BYOD** (přines svůj vlastní přístroj) – škola poskytuje vyučujícím a žákům vhodnou infrastrukturu pro provoz jejich vlastních donesených mobilních dotykových zařízení. Infrastruktura zahrnuje dostupné bezdrátové připojení ideálně ve všech učebnách i přístup ke školnímu serveru s výukovými materiály, žákovskými uživatelskými účty a dostupný, dle požadavků školy regulovaný, přístup k Internetu. Za běžných podmínek nemá školní zařízení vliv na volbu typu zařízení (tablet, dotykový notebook, nedotykový notebook, phablet, mobilní telefon), ani na vybraný operační systém s jeho specifiky.⁶⁸

⁶⁸ NEUMAJER, Ondřej, Lucie ROHLÍKOVÁ a Jiří ZOUNEK. *Učíme se s tabletem: Využití mobilních technologií ve vzdělávání*. 1. Praha: Wolters Kluwer, 2015, s. 93. ISBN 978-80-7478-768-3.

3.2.2 Hledisko operačního systému

V článku „Volba operačního systému pro školní tablety“ Ondřej Neumajer shrnuje nejen základní rozdíly mezi tablety a notebooky, ale i základní atributy nejrozšířenějších mobilních operačních systémů využívaných na dotykových zařízeních. Zabývá se operačními systémy iOS, Android a Windows. Přestože na trhu existují i další, není v podmínkách České republiky efektivní přemýšlet o jiných platformách než právě uvedených. Mezi důležité atributy mobilních operačních systémů zahrnuje:

- integritu a součinnost zařízení mezi sebou
- možnost tisku
- možnost využití stávajících elektronických učebnic
- cloudové služby nabízené platformou
- přenos obrazu na projektor
- aktuálnost verze OS
- software na řízení výuky (Classroom Management)⁶⁹

Apple iOS

V operačním systému iOS je podpora vzdělávání založena na několika základních službách a aplikacích. Aplikace **iTunes U** umožňuje předat žákům výukový obsah plně strukturovaného kurzu nebo samostatně přímo během probíhající výuky. Při práci v prostředí 1:1 je to ideální aplikace, v případě sdílených zařízení je spolupráce složitější.

Služba **Apple School Manager** umožňuje hromadné vytváření řízených Apple identifikátorů. **Managed Apple IDs** jsou centrálně spravované Apple identifikátory s možností nastavení vyžadovaných vlastností.

Mobile Device Manager umožňuje distribuci aplikací a obsahu do spravovaných zařízení.

Služba **Shared iPad** umožňuje provoz více uživatelů na jednom zařízení. Nabízí rychlé přihlašování a odhlašování jednotlivých uživatelů s uchováním jejich dat. Má vyšší hardwarové nároky na zařízení.

⁶⁹ NEUMAJER, Ondřej. *Volba operačního systému pro školní tablety* [online]. 2014 [cit. 2016-10-13]. Dostupné z: <http://ondrej.neumajer.cz/volba-operacniho-systemu-pro-skolni-tablety/>

Classroom App je učitelská aplikace komunikující mezi učitelským a žakovskými iPady nabízející zamykání obrazovek, přenastavení Apple identifikátoru, navigaci připojených iPadů na webových stránkách, připojení žakovského tabletu k AirPlay / Apple TV a další. Úzce spolupracuje s **Mobile Device Managerem** k identifikaci relevantních iPadů.⁷⁰

Cloudové řešení této platformy zastupuje **Apple iCloud** nabízející v základu 5 GB úložného prostoru na uživatele, včetně školních institucí. Pro mezi-platformní spolupráci firma Apple nabízí aplikaci pro Windows umožňující přístup do iCloud, pro Android nikoliv. Existují však aplikace třetích stran.

Google Android

Firma Google nabízí komplexní řešení správy, práce a výuky na tabletech s operačním systémem Android v rámci služby **G Suite for Education**. Balík **G Suite** je řada aplikací umožňující práci se všemi myslitelnými typy dat včetně hostování vytvořených webových stran.

Aplikace **Google Classroom** umožňuje vytváření studijních skupin nabízejících studijní materiály, zadání, komunikaci, hodnocení, vše včetně plné integrace s G Suite aplikacemi.

Služba **Google Mobile Management** umožňující plnou správu Android zařízení a částečnou správu zařízení Windows a iOS.⁷¹

Cloudové řešení této platformy spojuje G Suite s **Google Drive** a v rámci vzdělávací licence zdarma nabízí neomezený prostor pro každého. Mezi-platformní spolupráce je v tomto případě velmi široká, protože balík aplikací a služeb G Suite není vyvíjen primárně pouze pro zařízení Android. Jsou k dispozici nativní nebo alespoň webové aplikace pro všechny rozšířené mobilní operační systémy.

⁷⁰ SKIPPER, Neil. IOS9.3 educational benefits and impact. *RM education* [online]. 2016 [cit. 2016-11-22]. Dostupné z: http://www.rm.com/blog/2016/june/ios9_3-educational-benefits-and-impact

⁷¹ *Manage your business's mobile devices* [online]. [cit. 2016-11-12]. Dostupné z: <http://support.google.com/a/answer/1734200?hl=en>

Microsoft Windows

V děle fungujících školách České republiky patří tato platforma k nejrozšířenějším, jelikož bývá součástí infrastruktury školy a běžným pracovním nástrojem administrativních pracovníků školy i učitelů. Správa mobilních zařízení s operačním systémem Windows probíhá pro administrátora sítě velmi známými doménovými nástroji využívanými pro správu stávajících zařízení.

Mezi služby a aplikace nabízené školám patří **Office365**, kompletní online kancelářský balík integrující aplikace pro běžné druhy kancelářských dat včetně úložného prostoru. Dále webový nástroj **Microsoft Classroom** pro vytváření studijních skupin a distribuci studijních materiálů ve spolupráci s ostatními aplikacemi Office365.

Cloudové řešení na této platformě **OneDrive**, v rámci školní licence zdarma, nabízí 1 TB úložného prostoru na uživatele a 50 GB pro emailovou schránku. Za měsíční poplatek jsou k dispozici offline aplikace kancelářského balíku. Jejich online verze pro školy je zdarma. Mezi-platformní spolupráce je vstřícná konkurenci. Existují nativní aplikace také pro operační systémy Android a iOS.

3.2.3 Hledisko organizačně – didaktické

Dodavatelé mobilních technologií nabízejí krátké technické proškolení práce se zakoupenou technologií, nepřekračující ovládání tabletu a importu či exportu dat. Zásadní otázkou pro pedagogy pak zůstává, proč mají tablety ve výuce používat, jaké jsou jejich výhody oproti jiným, již zakoupeným technologiím, a jedná-li se opravdu o nástroj vzdělávání, nebo jen o zpestření výuky? Dále je otázkou, jak výuku ve třídě zorganizovat v případě, že bývají tato zařízení velice rychle žáky „zneužita“ ke, v daném okamžiku nevhodné, komunikaci na sociální síti nebo chatu.⁷²

Evropský projekt Creative Classroom Lab podpořený grantem Evropské komise proto reagoval na potřebu metodické podpory výuky s tablety. V rámci dvouletého projektu vzniklo sedm výukových scénářů zapojení tabletů do výuky. Každý scénář se snaží využít

⁷² GREČNEROVÁ, Barbora a Pavla ŠABATKOVÁ. Zapojování tabletů do výuky má smysl. *RVP* [online]. 2015 [cit. 2016-12-03]. Dostupné z: <http://clanky.rvp.cz/clanek/c/z/20097/ZAPOJOVANI-TABLETU-DO-VYUKY-MA-SMysl.html/>

určité silné stránky tabletů. Realizace obecných scénářů je možná v libovolném předmětu matematického, přírodovědného i humanitního zaměření. Do projektu bylo zapojeno 30 českých základních a středních škol a 70 škol z dalších šesti evropských zemí.⁷³

Scénáře, akcentující silné stránky tabletů ve výuce, korespondující s naší problematikou, jsou uvedeny v následujícím textu. U každého z uvedených jsou stručně shrnuty kompetence, které posilují a podmínky, které při realizaci vyžadují.

a) Kolaborativní učení

Barbora Grečnerová uvádí, že *„kooperativní učení je zastřešujícím pojmem pro rozmanité vzdělávací přístupy zaměřené na spolupráci mezi žáky nebo mezi žákem a učitelem. Žáci pracují ve skupinkách a vzájemnou spoluprací se snaží propracovat k pochopení předloženého problému, společně hledají řešení modelových situací nebo tvoří skupinové výstupy...“*

*...Spolupráce žáků může podpořit rozvoj celého spektra kompetencí potřebných v 21. století, například komunikační dovednosti, interpersonální dovednosti, dovednosti kolektivního řešení problémů, kooperace, týmová práce a vůdcovské dovednosti. Kooperace je základním předpokladem pro sdílení cílů a úloh mezi členy skupiny“.*⁷⁴

Tablety v rámci tohoto scénáře umožňují:

- shromažďovat podklady a zaznamenávat pokrok v plnění úkolu; provádět vlastní online průzkum
- výměnu informací mezi žáky a učiteli
- sdílení nápadů a spolupráci online
- získávat zpětnou vazbu⁷⁴

Podmínky pro plnění tohoto scénáře, v oblasti zájmu této práce:

- některé aktivity tohoto scénáře vyžadují fyzickou přítomnost zařízení ve škole, některé v terénu, na výstavách a některé mohou probíhat doma

⁷³ *Creative Classrooms Lab* [online]. [cit. 2017-02-03]. Dostupné z: <http://creative.eun.org/>

⁷⁴ GREČNEROVÁ, Barbora a Pavla ŠABATKOVÁ. Zapojování tabletů do výuky má smysl. *RVP* [online]. 2015 [cit. 2017-02-03]. Dostupné z: <http://clanky.rvp.cz/clanek/c/z/20097/ZAPOJOVANI-TABLETU-DO-VYUKY-MA-SMYSL.html/>

- většina aktivit nevyžaduje nutně 1:1 vybavení tablety, domácí aktivity mohou být zajištěny soukromým zařízením, nicméně nemusí být dostupné
- většina aktivit vyžaduje využití cloudových technologií umožňujících jednoduché sdílení obsahu a využití komunikačních a výukových aplikací pro spolupráci
- u spolupráce není bezpodmínečně nutné zajistit vlastní prostředí pro žáka v tabletu⁷⁵

b) Převrácená třída

Barbora Grečnerová vysvětluje, že „koncept „převrácené třídy“ obrací naruby tradiční metody výuky. Výklad látky probíhá online mimo třídu, nejčastěji formou domácího úkolu, v rámci něhož se žáci mají samostatně seznámit s vyučovanou látkou. V hodinách se pracuje na úkolech vzešlých ze studia látky. Učitel pro žáky vytvoří nebo vybere materiály (např. videa, dokumenty, prezentace nebo screencasty). Žáci si zdroje a materiály samostatně prostudují vlastním tempem mimo vyučovací hodinu. Při tom zjišťují, s čím mají potíže a jaká témata bude třeba probrat s učitelem ve škole“.⁷⁶

Role tabletů v rámci tohoto scénáře:

- poskytnout materiály pro samostudium
- formulace otázek a připomínek pro práci ve třídě
- umožnit virtuální komunikaci mezi žáky mimo školu
- poskytnout žákům zpětnou vazbu díky výsledkům
- kooperace žáků během výuky

Podmínky pro plnění tohoto scénáře, v oblasti zájmu této práce:

- aktivity vyžadují přítomnost tabletů doma i ve škole. Pro domácí přípravu v rozložení 1:1

⁷⁵ Creative Classrooms Lab: Scenarios and Learning Stories. *Creative Classrooms Lab* [online]. [cit. 2017-02-03]. Dostupné z: <http://creative.eun.org/scenarios;jsessionid=44A64C24627B2CC3B945C5D62E80F111>

⁷⁶ GREČNEROVÁ, Barbora a Pavla ŠABATKOVÁ. Zapojování tabletů do výuky má smysl. *RVP* [online]. 2015 [cit. 2017-02-03]. Dostupné z: <http://clanky.rvp.cz/clanek/c/z/20097/ZAPOJOVANI-TABLETU-DO-VYUKY-MA-SMYSL.html/>

- aktivity vyžadují možnost sdílet výukové materiály online, buď školou nebo s využitím některé z cloudových technologií.
- některé aktivity (studium) nemusí nutně vyžadovat vlastní uživatelský účet žáka, některá ano (poznámky, otázky)⁷⁵

c) Personalizace výuky

Barbora Grečnerová uvádí, že „*personalizované učení využívá veškeré dovednosti a zkušenosti učitele. Učitel musí znát schopnosti všech žáků, jejich silné a slabé stránky, aby mohl navrhnout vhodné a stimulující vzdělávací aktivity. Učitel například může pomocí dotazníků, portfolií a osobních rozhovorů zjistit, jaký styl učení žákům vyhovuje a jaké mají vzdělávací priority. Konečným cílem je vést žáky k tomu, aby převzali odpovědnost za proces svého vzdělávání. Podpora samostatnosti v učení se netýká pouze vyhledávání a osvojování vědomostí, ale také hodnocení a stylů učení se, který se může u jednotlivých žáků lišit, různými cestami dojdou ke stejnému výstupu nebo osvojení znalostí*“.⁷⁷

V čem tento scénář dokážou tablety podpořit:

- online nástroje na hodnocení mohou pomoci určit studijní typ žáka
- nástroje na správu třídy (přehled o jejich pokroku)
- přizpůsobené výukové materiály (prezentace)
- hlasování žáků o upřednostňovaném obsahu výuky
- individuální zdroje informací pro žáky

⁷⁷ GREČNEROVÁ, Barbora a Pavla ŠABATKOVÁ. Zapořádání tabletů do výuky má smysl. RVP [online]. 2015 [cit. 2017-02-03]. Dostupné z: <http://clanky.rvp.cz/clanek/c/z/20097/ZAPOJOVANI-TABLETU-DO-VYUKY-MA-SMYSL.html/>

Podmínky pro plnění tohoto scénáře v oblasti zájmu této práce:

- tento scénář vyžaduje nasazení tabletů 1:1 ve škole, a to ve formě individuálních přístrojů s případnou možností využití doma
- sdílená cloudová technologie pro distribuci přizpůsobených výukových materiálů
- vyžaduje individuální účty žáků⁷⁸

d) Samostatné učení

Samostatné učení má zlepšit schopnosti žáků samostatně studovat, samostatně myslet a získávat zkušenosti v reálném životě mimo školní zdi. Náplní scénáře je sdílení informací. Vybudování pozitivního vztahu ke studiu a studijních dispozic. Práce s autentickými materiály a situacemi. Výchova k sebereflexi.

Role tabletů:

- nástroj ke sběru materiálů a studium z Internetových zdrojů
- možnost sdílet informace a komunikovat s ostatními
- hodnotící nástroj (hodnotící aplikace, pokrok v projektu)

Podmínky pro plnění tohoto scénáře v oblasti zájmu této práce:

- tento scénář vyžaduje vlastní tablet pro každého žáka k dispozici po celý den
- cloudová technologie dostupná každému žákovi, plus možnost sdílení
- vyžaduje individuální účty žáků⁷⁹

e) Školní spolupráce

Žáci z různých tříd prezentují sami sebe ostatním pomocí vizuálních nástrojů a učí se jeden od druhého, jak přistupovat k zadání. Dále je cílem posílit týmového ducha, kulturní kompetence a jazykovou dovednost.

⁷⁸ Creative Classrooms Lab: Scenarios and Learning Stories. *Creative Classrooms Lab* [online]. [cit. 2017-02-03]. Dostupné z: <http://creative.eun.org/scenarios;jsessionid=44A64C24627B2CC3B945C5D62E80F111>

⁷⁹ Creative Classrooms Lab: Scenarios and Learning Stories. *Creative Classrooms Lab* [online]. [cit. 2017-02-03]. Dostupné z: <http://creative.eun.org/scenarios;jsessionid=44A64C24627B2CC3B945C5D62E80F111>

Tablety zde slouží jako:

- platformy pro aplikace umožňující sdílení a spolupráci
- prezentéry vlastní práce
- nástroje k získání materiálů důležitých pro vlastní projekt

Podmínky pro plnění tohoto scénáře, v oblasti zájmu této práce:

- tablety v poměru 1:1, k dispozici ve škole, v terénu a doma
- cloudová technologie výhodou, v případě vlastního zařízení nemusí být nutná⁷⁹

f) Spolupráce a hodnocení

Hlavním cílem tohoto výukového scénáře nalézt v rámci kurikula a předmětu vhodné nástroje pro sledování a hodnocení individuálního pokroku uvnitř skupiny.

Role tabletů:

- prezentační nástroj
- přístup k Internetovým zdrojům
- platforma pro výukové informační systémy umožňující sledování vstupů do projektu

Podmínky pro plnění tohoto scénáře, v oblasti zájmu této práce:

- pokud to vyžaduje projekt, žák potřebuje přístroj po celý den, ve škole i mimo školu
- cloudová technologie pro ukládání a sdílení vstupů do projektu⁸⁰

3.2.4 Vzájemná interakce hledisek zapojení tabletů do výuky

Předchozí kapitola předložila tři různá hlediska na reálné zapojení mobilních dotykových zařízení do výuky. Z organizačně – didaktického hlediska, které by mělo být výchozím bodem evaluace, jsou všechny scénáře i v podmínkách našeho středoškolského vzdělávání realizovatelné a užitečné, což samotný dvoukolový pilotní projekt ověřil. Všechny

⁸⁰ *CCL POLICY MAKER SCENARIO: COLLABORATION & ASSESSMENT* [online]. s. 3 [cit. 2017-02-03]. Dostupné z: http://creative.eun.org/c/document_library/get_file?uuid=7b5992b7-ac4f-443b-89d7-6fa2f965f852&groupId=96459

kompetence, které by tyto obecné scénáře měly u žáků rozvíjet, jsou v současných reáliích důležité. Nicméně každý scénář klade více či méně rozdílné nároky na vybavení školy tablety, infrastrukturou bezdrátové sítě a vybavení aplikacemi.

Scénáře *kolaborativního učení a převrácené třídy* teoreticky nevyžadují tablety pro každého žáka po celou dobu výuky. Je schůdné zajistit plnění projektů během vyučování pomocí tabletové či mobilní tabletové třídy, za předpokladu, že bude vhodně zkoordinováno plnění projektů a zápůjční nebo rezervační systém tabletů či vybavené třídy. Scénář *převrácené třídy* ovšem vyžaduje přístup žáků ke studijním materiálům doma. Je to možné zajistit pomocí běžných domácích počítačů s vhodnou cloudovou technologií, nicméně se tak neposilují pracovní návyky s dotykovým systémem. Tyto nástroje ovšem nemusí být v rodině dostupné.

Personalizované učení vyžaduje tablety pro každého žáka s možností využití vlastních zařízení nebo zápůjčky školního přístroje domů.

Scénář *samostatného učení, školní spolupráce a dle projektu i spolupráce a hodnocení* mají nejvyšší nároky na vybavení. Tablet musí být žákům k dispozici po celý den, během výuky, během školních, mimoškolních aktivit i doma. Těžištěm těchto scénářů je maximální využití všech vhodných nástrojů a aplikací ve vlastním studijním prostředí přístroje.

V našich školách je nejrozšířenější platformou **Microsoft Windows**. Platforma je méně nákladná na pořízení, díky levnějšímu hardware a rozličným licenčním programům pro školy. Existují názory, že komplikovanější správa různorodého hardware nižší pořizovací náklady vyrovnává, nicméně z pohledu vedení školy může jít až o druhořadý problém. Dalším logickým krokem ve školách byla aktivace pracovního cloudového prostředí Office365 s úložištěm OneDrive, případně pořízení jejich offline verzí. Toto řešení za výhodných podmínek nabízí komplexní a pedagogům velmi dobře známé prostředí, které mají oni i žáci zdarma.

Dalším specifickým naším republiky i dalších evropských států je markantní⁸¹ převaha mobilních dotykových zařízení s operačním systémem Android používající technologie firmy **Google**. Majitelé těchto zařízení téměř bez výjimky využívají Google účet umožňující instalaci aplikací a sofistikovanou správu emailu. Aktivnější uživatelé pak pokročí ke cloudovým aplikacím jako Google Drive, Google Fotky a pokud začnou využívat přístroj pracovně či studijně pak G Suite (Google Apps). Všechny tyto technologie jsou dostupné napříč operačními systémy buď nativně, nebo ve formě webového přístupu, a proto je hojně využívají i majitelé zařízení s platformami Windows a iOS.

Cloudové technologie firmy Apple iCloud jsou pevně spjaty se zařízeními této značky, a proto je využívají pouze současní nebo bývalí majitelé těchto přístrojů. Ve středoškolském prostředí můžeme využití platformy **MacOS** vysledovat hlavně v oborech týkajících se práce s multimédií, reklamou, elektronickou sazbou a podobně. Využití platformy **iOS** má své těžiště v dobře připravených komplexních řešeních některých dodavatelů iPadů do škol, kde kombinace kvalitních přístrojů s odpovídající cenou a vyřešeným pracovním prostředím nabízí školám s dostatečnými financemi dobré výukové zázemí.

3.2.5 Volba

Finální rozhodnutí volby výukového prostředí a didaktického přístupu k využití tabletů ve výuce již z pohledu rozšíření jednotlivých platform není a nemůže být jednoznačné. Jak uvádí O. Neumajer, *„Fenomén BYOD není výmyslem výrobců technologií z oboru počítačového průmyslu. Naopak, již v roce 2009 si začali zaměstnavatelé všimnout, že si někteří zaměstnanci nosí do práce vlastní zařízení, která připojují do firemní počítačové sítě. Následně se tento jev přenesl i do škol. Podle posledních dat MŠMT získaných za školní rok 2015/16 přímo podporuje BYOD 11 % všech základních a středních škol, nejvíce v Praze (16 %). Z jiného průzkumu uskutečněného na začátku roku 2016 v rámci*

⁸¹ Pravda o podílu iOS a Windows Phone v Česku: Statistika. *MobileNet* [online]. 2016 [cit. 2016-11-03]. Dostupné z: <http://mobilenet.cz/clanky/pravda-o-podilu-ios-a-windows-phone-v-cesku-statistiky-19696>

*projektu místních akčních plánů vyplývá, že BYOD uplatňuje ve škole 6 % základních škol, ale 38 % to v následujících třech letech plánuje“.*⁸²

Z toho vyplývá, že závislost školy, jejích informačních zdrojů a studijních prostředí na jedné platformě není do budoucna udržitelná. Všechny výše uvedené organizačně – didaktické scénáře mají své těžiště na sdílení a spolupráci mezi vyučujícími a žáky. Některé mohou být v rámci našeho běžného státního středního školství těžko finančně realizovatelné bez vhodné koordinace projektů a hojnějšího využívání politiky BYOD.

Ze zkušeností z praxe a ze studia materiálů pro tuto bakalářskou práci je možné tvrdit, že situace spěje k využívání minimálně dvou cloudových technologií současně. Setkáváme se s využíváním platformy Windows jako základní datové páteře pro administrativní a správní úkony, případně jako pracovního nástroje učitelů.

Modernější, později založené školy s větším přesahem svých odborných předmětů do oblasti multimédií, kinematografie, elektronické sazby apod. často volí jako základ platformu Apple MacOS s cloudovou technologií iCloud.

Třetí varianta základní datové páteře, s kterou se nejvíce setkáváme ve Spojených státech (až 51% podíl na žákovských zařízeních)⁸³ je administrativa i výuka postavená na technologii G Suite a počítačů s operačním systémem ChromeOS závislých na Internetovém připojení. V našich podmínkách jejich rozšíření komplikuje hůře obhájitelná evropská cena a nutnost kvalitního bezdrátového pokrytí celých budov školských zařízení.

Doplňková využívaná platforma ve škole pak závisí na pořízené tabletové technice. Může se jednat o využívání technologie iCloud od firmy Apple pořízením tabletů řady iPad, nebo platformy G Suite, pořízením tabletů s operačním systémem Android. Vzhledem k jejich rozšíření⁸⁴ mezi uživateli a nevyhnutelnosti uvolnění politiky BYOD je možné tvrdit, že adopce cloudové technologie G Suite + Google Drive je nutností i pro školy využívající

⁸² NEUMAJER, Ondřej. BYOD – přineste si vlastní počítačové zařízení do školy. *Ondřej Neumajer* [online]. 2016 [cit. 2016-10-03]. Dostupné z: <http://ondrej.neumajer.cz/byod-prineste-si-vlastni-pocitacove-zarizeni-do-skoly/>

⁸³ TAYLOR, Harriet. Google's Chromebooks make up half of US classroom devices sold. *CNBC* [online]. 2015 [cit. 2016-10-03]. Dostupné z: <http://www.cnb.com/2015/12/03/googles-chromebooks-make-up-half-of-us-classroom-devices.html>

⁸⁴ Pravda o podílu iOS a Windows Phone v Česku: Statistika. *MobileNet* [online]. 2016 [cit. 2016-11-03]. Dostupné z: <http://mobilenet.cz/clanky/pravda-o-podilu-ios-a-windows-phone-v-cesku-statistika-19696>

zařízení Apple a technologii iCloud. Konkurenční výhodou je již v tomto textu zmíněná existence G Suite nativních aplikací nebo jejich webových ekvivalentů napříč všemi platformami.

Pokud chce škola navázat na své dlouhodobější využívání technologií firmy Microsoft, může být problém slabá podpora standardních aplikací platformy Office365 pro zpracování multimediálních materiálů jako video nebo fotografie. Tento nedostatek lze řešit aplikacemi třetích stran, nicméně ostatní platformy jsou těmito nástroji vybaveny v základu dostatečně. Ve světle BYOD je nejvýhodnější volba cloudové technologie G Suite + Google Drive, která nabízí všechny důležité nástroje pro vedení administrativy, správy a výuky, včetně sofistikovaných nástrojů na úpravu multimediálních podkladů. Aplikace a jejich webové verze jsou dostupné pro operační systém Windows a jsou schopné zpracovat datové soubory využívané aplikacemi Office365.

3.3 Komplexní řešení infrastruktury školy

Jednou z hlavních podmínek mobility je nepřetržité připojení k síti, současně se zachováním přenositelnosti přístroje. Základem infrastruktury tedy musí být bezdrátová síť nabízející připojení k aktivním prvkům školy a Internetu.

Cílem této části je navrhnout vhodné řešení pro střední školy, které se rozhodnou řešit pokrytí bezdrátovou sítí efektivně s maximálním využitím stávající infrastruktury, již existující výpočetní techniky a v ideálním případě vlastních personálních zdrojů.

3.3.1 Stávající stav

Rychlým šetřením České školní inspekce bylo v roce 2014 zjištěno, že téměř všechny prostory má bezdrátovou sítí pokryto 52 % středních škol a 14,8 % jich je zcela bez pokrytí⁸⁵. Tyto informace o vybavenosti škol Česká školní inspekce stále monitoruje a podle vyjádření Ministerstva školství, mládeže a tělovýchovy data nyní aktualizuje. Nicméně přesnou představu o stavu bezdrátového pokrytí často nemají ani konkrétní zřizovatelé škol. V naprosté většině případů ponechávají rozhodnutí o bezdrátové konektivě na jejich ředitelích. Z dalších dat získaných od zřizovatelů nicméně vyplývá, že termín pokrytí téměř všech prostor může v reálné situaci znamenat velice rozdílné situace. Od úplného pokrytí školy kvalitním signálem až po internet dostupný v takzvaných Internetových koutcích. Dále je zřejmé, že ředitelé rozhodují o přístupu k síti svých zaměstnanců i studentů nejen v rovině fyzického pokrytí prostor, ale i omezením volného přístupu k síti na základě pouze vybraných přístupových bodů, například v učebnách výpočetní techniky, nebo v rámci časem ohraničených intervalů (přestávky).⁸⁶

Vzhledem k těmto specifickým požadavkům, kterých si může být ředitel již vědom, nebo které se projeví až později, by plánování pokrytí školy bezdrátovou sítí mělo již zpočátku požadovat technologii, která tyto možnosti nabízí. Plánování a navržení vhodné technologie je možné ponechat na externím dodavateli, který představí řešení na klíč. Tato

⁸⁵ NEUMAJER, Ondřej, Lucie ROHLÍKOVÁ a Jiří ZOUNEK. *Učíme se s tabletem: Využití mobilních technologií ve vzdělávání*. 1. Praha: Wolters Kluwer, 2015, s. 83. ISBN 978-80-7478-768-3.

⁸⁶ LANGOVÁ, Dagmar. Wi-Fi ve školách: Česko jde s dobou. *Perpetuum* [online]. 2016 [cit. 2016-11-13]. Dostupné z: <http://www.magazin-perpetuum.cz/Clanek/Wi-Fi-ve-skolach-Cesko-jde-s-dobou>

řešení mohou finančními náklady odradit jak ředitele i zřizovatele škol, které nemají dostatečnou finanční základnu nebo možnost rozsáhlejšího sponzorského daru. Existují iniciativy (Praha 6), které se snaží školám umožnit výuku na mobilních dotykových zařízeních, nicméně jsou většinou směřovány do základního školství a nenabízejí jako součást projektu komplexní řešení konektivity ve škole.

3.3.2 Vhodné řešení

Na základě rešerše informačních zdrojů dostupných na Internetu je zjevné, že zavádění Internetu a bezdrátového pokrytí do škol již není tak živelné a vedení škol ve spolupráci se zřizovateli vše předem plánují včetně očekávaných funkcí, výkonu řešení a zabezpečení. Důležité je, že se již klade důraz nejen na bezpečnost školní sítě, ale i na bezpečnost osobních dat a souborů vyučujících i studentů.⁸⁷

Robustní a výkonná řešení, která na trhu existují, bývala vždy doménou předních výrobců v oboru, kteří si ovšem za špičková řešení nechají rovněž špičkově zaplatit. Kvalitní a funkční řešení vždy vyžaduje dobré plánování a takové aktivní prvky, které jsou vzájemně maximálně kompatibilní, mají výkonovou rezervu, možnost budoucího upgrade firmware a jistotu podpory výrobce i v delším časovém období. Maximální kompatibilita je zajištěna aktivními prvky ideálně jediného výrobce stejné výkonové úrovně. Návrh, instalace a konfigurace takového řešení často vyžaduje školený personál dodavatele technologie.

S technologickým pokrokem, miniaturizací a stále masovější produkcí aktivních síťových prvků dochází k posunu cen technologií směrem dolů, blíže k běžnému uživateli. Funkce a výkonný hardware lze dnes pořídit za řádově nižší ceny. V souladu s tímto trendem producenti hardwaru zjednodušují instalaci, konfiguraci a údržbu síťového řešení.

⁸⁷ KOREŠ, Jaroslav. Školní WiFi síť – jak a proč. *RVP* [online]. 2010 [cit. 2016-11-28]. Dostupné z: <http://clanky.rvp.cz/clanek/c/u/8035/SKOLNI-WIFI-SIT---JAK-A-PROC.html/>

3.3.3 Rozbor struktury

Pasivním prvkem sítě jsou v dnešní době pouze metalické sítě s konektory (zásuvkami) a případné PoE napáječe.

Aktivními prvky jsou síťové přepínače různého provedení, směrovače, brány, bezdrátové přístupové body a servery. V závislosti na rozloze a kapacitě školy zajišťuje provoz metalické sítě jeden hlavní nebo více síťových přepínačů. Ideální řešení je jeden hlavní, případně více stohovatelných přepínačů na jednom místě. Provoz je bezpečnější – přepínače jsou pod kontrolou správce sítě. Efektivnější – management provozu sítě zajišťuje jeden nebo více stohovatelných přepínačů⁸⁸. Spolehlivější – přepínače mohou být jednoduše udržovány, napojeny na záložní zdroj nebo v případě závady jednoduše nahrazeny. Takové řešení je předpokladem efektivní a přímočaré struktury sítě, nicméně v reálném provozu se často setkáme s dalšími přepínači v učebnách a laboratořích, kde se vyskytuje větší množství funkčních uzlů.

Předpokladem Internetové konektivity je jeden nebo více aktivních prvků zajišťující připojení k poskytovateli. Může se jednat o ADSL / VDSL modem, LTE modem, Edge router, Internetovou bránu ve formě specializovaného zařízení nebo vhodně konfigurovaného počítače. V závislosti na požadavcích a očekávaných funkcích může být každé řešení vhodné, nicméně s výhradami týkající se bezpečnosti a výkonu některých běžně dodávaných zařízení od poskytovatelů.

Přístupové body bezdrátové sítě jsou v ideálním případě propojeny metalickou sítí, což nabízí maximální využití dostupných přenosových frekvencí a nejspolehlivější způsob propojení bodů vhodný pro efektivní správu jejich provozu.

Servery zde zastupují dodavatele obsahu poskytovaného školou svým pedagogům a žákům, nicméně mohou sloužit i jako hostitelé důležitých služeb pro správu bezdrátové sítě.

⁸⁸ ECKEL, Erik. Only novices daisy-chain switches. *TechRepublic* [online]. 2011 [cit. 2016-08-03]. Dostupné z: <http://www.techrepublic.com/blog/it-consultant/only-novices-daisy-chain-switches/>

3.3.4 Návrh úpravy struktury sítě

Společné požadavky pro všechny předpokládané scénáře

- ideální stav bude pokrytí signálem všech učeben, případně prostor školy, kde je signál nutný
- dostatečně zabezpečené připojení
- ideálně rozvod metalické kabeláže ke každému přístupovému
- přístupové body schopné obsloužit větší množství klientů
- možnost stanovit limity přenosových rychlostí pro určité skupiny
- volitelně dočasný přístup pro hosty školy a přehled o vytížení sítě klienty

Realizace těchto základních požadavků závisí na stávajícím vybavení školy. Škola disponuje připojením k Internetu a od vnějšího prostředí ji odděluje vhodné vlastní nebo poskytovatelem dodané zařízení. Škola vlastní metalickou síť a síťové přepínače nutné pro její provoz.

Metalická síť minimálně kategorie 5e v ideálním případě kategorie 6 pro hladký provoz přístupových bodů s gigabitovou konektivitou. V případě, že již škola disponuje kabeláží kategorie 5e, lze ji zachovat. V případě budování nových rozvodů, se doporučuje využití kategorie 6. Malý cenový rozdíl ospravedlňuje bezchybný provoz a připravenost na případné navýšení rychlosti dat.

3.3.5 Scenář 1 – Minimální náklady, maximální využití stávajícího vybavení

V tomto scénáři si stanovíme cíl splnit výše uvedené společné požadavky na funkčnost sítě, které zajistí dostatečnou bezpečnost a efektivitu připojení s nižšími náklady.

Nové komponenty

Řešení bezdrátového pokrytí splňující výše uvedené společné požadavky vyžaduje přístupové body, které podporují dostatečný počet připojených klientů. Vhodné jsou přístupové body s dostatečným výkonem a využívající obě frekvenční pásma 2,4 Ghz a 5 GHz současně. Mohou nabízet automatické rozložení zátěže do obou pásem.

Doporučované umístění bezdrátových přístupových bodů je většinou u stropu nebo na stropě chodby. Na těchto místech se běžně nevyskytuje zdroj elektrické energie, a proto se předpokládá využití PoE napájení. Přístupový bod musí tuto technologii podporovat, stejně jako správně zapojená UTP kabeláž. PoE napáječe (injektory) mohou být součástí balení přístupového bodu, mohou být zakoupeny zvlášť, případně PoE může podporovat použitý síťový přepínač.

Další požadované vlastnosti jako omezení datových přenosů skupinám klientů, přehled o využití sítě a hromadná správa mohou být součástí jednotlivých klientů, ale efektivnější řešení je jedna z forem centrálního řízení. Je to samostatný hardwarový bezdrátový kontrolér, případně softwarový bezdrátový kontrolér běžící na některém lokálním počítači nebo cloudové řešení. Řešení lze kombinovat. V prvním scénáři, pro dodržení minimálních nákladů, využijeme cloudový nebo softwarový kontrolér instalovaný na lokálním, nepřetržitě běžícím počítači. Jedná se o aplikaci přístupnou přes webové rozhraní, kde po nenáročném zaškolení nebo samostudiu, může pověřená osoba měnit konfiguraci bezdrátové sítě. Nalezneme zde průběžná i souhrnná data o využití sítě jednotlivými klienty, informace o chybách, funkčnosti a vytížení přístupových bodů.

3.3.6 Scénář 2 – Upgrade aktivního prvku zajišťujícího přístup do Internetu

V tomto scénáři požadujeme nad rámec společných vlastností:

- možnost stanovit limity přenosových rychlostí pro jednotlivé konkrétní uživatele
- nahrazení zařízení od poskytovatele vhodnějším aktivním prvkem
- možnost analýzy přenášených dat a konfigurace pravidel firewall
- poskytování síťových služeb jako DHCP a DNS

Nové komponenty v tomto scénáři

Kromě bezdrátových bodů a kontroléru je v tomto scénáři novinkou specializovaný aktivní prvek, který v sobě spojuje Internetovou bránu s bezdrátovým hardwarovým kontrolérem. Tato zařízení zpravidla nabízejí další služby nutné pro provoz interní sítě v komplexním a snadno konfigurovatelném balení. Jedná se o zabezpečení přístupu k Internetu firewall

pravidly, poskytování DHCP a DNS služby lokální síti, zabezpečenou VPN komunikaci se vzdálenými místy a hardwarovou podporu řízení bezdrátových přístupových prvků s novými možnostmi analýzy provozu a autentizace klientů. Některé modely nabízejí FreeRADIUS server pro autentizaci konkrétních uživatelů do bezdrátové sítě, umožňující správu provozu na bázi reálných osob místo zařízení.

3.3.7 Scénář 3 – řešení s plánovaným využitím všech dostupných funkcí

Požadavky na funkčnost sítě v tomto scénáři navýšíme o:

- zvýšení výkonu a efektivity v rámci metalické i bezdrátové sítě školy
- podporu virtuálních lokálních sítí v rámci školy
- zajištění centrálního PoE napájení přístupových bodů

Nové komponenty v tomto scénáři

Mimo bezdrátových prvků, Internetové brány a kontroleru je novým prvkem v tomto scénáři jeden hlavní a případně další síťové přepínače s pokročilými vlastnostmi. Je vhodné volit zařízení stejného výrobce a stejné kvalitativní úrovně, zajišťující kompatibilitu s ostatními prvky. Tyto prvky musí nabízet gigabitovou konektivitu na všech rozhraních a díky podpoře interní virtuální lokální sítě umožňují oddělit určité datové provozy v rámci jedné fyzické kabeláže.

3.3.8 Výběr produktu

V rámci průzkumu trhu provedeného na základě přípravy této bakalářské práce i přípravy skutečné instalace bezdrátového pokrytí školy v zaměstnání jsem narazil na tři vhodná řešení, která jsou realizovatelná vlastními silami za předpokladu, že škola disponuje interní nebo externí pověřenou osobou s běžnými znalostmi v oboru kabelových a bezdrátových sítí. Jedná se o produkty firem: Aruba, Meraki a Ubiquity.

Aruba (Hewlett Packard)⁸⁹

Tento systém je schopen zajistit všechny požadavky, které jsou v uvedených scénářích uvedeny. Nabízí jak hardware bezdrátový kontrolér, tak cloudovou aplikaci pro centrální správu. Přístupové body splňují všechna požadovaná kritéria. Nadstandardní bezpečnost komunikace mezi bezdrátovými přístupovými body a kontrolérem. Bezdrátové přístupové body mají „doživotní“ záruku po dobu jejich prodeje + 5 let po ukončení.

Cenové relace:

- přístupové body od 7800,- do 21000,- korun
- hardwarové bezdrátové kontroléry od 35000,- Kč
- síťové přepínače od 8500,- Kč (8 portů), 15300,- Kč (24 portů), 22000,- Kč (48 portů)
- cloudové centrální řízení jako placená služba

Meraki (Cisco Systems)⁹⁰

Řešení zastřešené lídrem v oboru síťových řešení Cisco Systems. Jejich síťové přepínače již nabízejí multigigabitovou technologii (až 5 Gbs na UTP 5e kategorie). Všem požadovaným vlastnostem vyhovují s velkou rezervou. Velká flexibilita konfigurace a rozsáhlá kompatibilita.

Cenové relace:

- přístupové body od 21000,- Kč
- síťové přepínače od 20000,- Kč (8 portů), 45000,- Kč (24 portů), 100000,- Kč
- routery od 43000,- Kč
- cloudové centrální řízení jako placená služba, v ceně hardware bývá obsaženo jedno, tři nebo pětileté předplatné

⁸⁹ viz <http://www.atlantis.cz/Produkty/Wireless-LAN/Prehled-produktu-Wireless-LAN>

⁹⁰ viz <http://meraki.cisco.com/products/wireless>

Ubiquity⁹¹

Toto řešení je cenově nejdostupnější a jeho instalace a správa patří mezi nejjednodušší. Umožňuje také 100 % nezávislost na cloudových službách výrobce. Má určitá omezení, ovšem v rámci našich požadavků je dostačující v různém složení pro všechny tři scénáře. Je možné ho využít v kombinaci s původním vybavením školy nebo včetně výměny dalších komponentů pro zvýšení výkonu a bezpečnosti sítě.

Cenové relace:

- přístupové body od 2390,- Kč
- síťové přepínače od 5440,- Kč (8 portů), 11200,- Kč (24 portů), 22560,- Kč (48 portů)
- routery od 3170,- Kč
- cloudové centrální řízení zdarma

⁹¹ viz <http://www.ubnt.com/>

Zvolené a realizované řešení – Ubiquity

Tabulka 5 - bezdrátové přístupové body

	AP-AC-LITE	AP-AC-LR	AP-AC-PRO	AP-AC-EDU
Rychlost 2,4 Ghz	300 Mbps	450 Mbps	450 Mbps	450 Mbps
2,4 Ghz MIMO	2x2	3x3	3x3	3x3
Rychlost 5 Ghz	867 Mbps	867 Mbps	1300 Mbps	1300 Mbps
5 GHz MIMO	2x2	2x2	3x3	3x3
Dosah	122 m	183 m	122 m	122 m
LAN porty	1	1	2	2
Reproduktor				ano
Cena	2390,- Kč	2890,- Kč	3970,- Kč	9626,- Kč

Společné vlastnosti přístupových bodů jsou Gigabitový LAN port, PoE u všech modelů (PoE napáječ v balení), splňují normu 802.11 a/b/g/n/ac, umožňují provoz 2,4 Ghz a 5 Ghz pásem současně, mají možnost 200+ současně připojených klientů a typ EDU obsahující reproduktor může sloužit jako školní rozhlas ovladatelný z mobilní aplikace nebo počítače.

Tabulka 6 - síťové přepínače

	UniFi 8- 150W	UniFi 16- 150W	UniFi 24- 250W	UniFi 24- 500W	UniFi 48- 500W	UniFi 48- 750W
Portů	8	16	24	24	48	48
Výkon	20 Gbps	36 Gbps	52 Gbps	52 Gbps	140 Gbps	140 Gbps
Cena	5596,- Kč	8092,- Kč	11156,- Kč	14812,- Kč	22447,- Kč	27118,- Kč

Všechny přepínače podporují napájení přístupových bodů pomocí pasivního i aktivního PoE, všechny porty mají gigabitovou konektivitu, nabízejí agregaci portů a VLAN konfiguraci.

Tabulka 7 - Internetové brány a bezdrátové kontroléry

	Security Gateway	Security Gateway Pro 4
Výkon pro L3 vrstvu (packet 64 bit)	1.000.000 pps	2.400.000 pps
Výkon pro L3 vrstvu (packet 512 bit)	3 Gbps	4 Gbps
Procesor	500 MHz dual-core	1 Ghz dual-core
RAM	512 MB	2 GB
Flash paměť	2 GB	4 GB
LAN porty	2	3
Cena	3147,- Kč	7702,- Kč

Centrální správa

Ubiquity nabízí centrální správu pomocí aplikace kontroléru nainstalovanou na lokálním nepřetržitě běžícím počítači. Jedná se o aplikaci v jazyce Java a lze ji instalovat do operačního systému Windows, MacOS a Linux. Aplikaci lze zpřístupnit externě.

Druhou možností je na libovolném síťovém přepínači (PoE podmínkou) v lokální síti zapojen **CloudKey** (cena 2280,- Kč), na kterém běží aplikace kontroléru. V tomto případě není nutný server. Nabízí rovněž vzdálený přístup přes **HybridCloud**, který není zpoplatněn.

Funkce, které nabízí kontrolér ve spolupráci s **bezdrátovými prvky**, jsou centrální konfigurace bezdrátové sítě, přehled datových přenosů globálně a u každého připojeného zařízení, automatický upgrade firmware, až 4 samostatné bezdrátové sítě pro každé pásmo, přístup pro hosty včetně voucherů a limity uploadu a downloadu pro skupiny uživatelů.

Funkce nabízené kontrolérem ve spolupráci se **Security Gateway** jsou DHCP a DNS pro interní síť, vlastní Firewall pravidla a routing, analýza přenášených dat bezdrátovými přístupovými body, zabezpečené VPN spojení vzdálených míst a provoz FreeRADIUS serveru pro pokročilou autentizaci uživatelů sítě.

Funkce nabízené kontrolérem ve spolupráci s **kompatibilním síťovým přepínačem** jsou agregace portů, VLAN konfigurace, 802.1X autentizace, podpora RADIUS VLAN a další běžné funkce managementu síťových přepínačů.

3.3.9 Realizace scénářů – společná část, bezdrátové přístupové body

Ve všech scénářích se odstraní všechny stávající bezdrátové body a nahradí se novými. Pokud stávající přepínače neumožňují PoE napájení, lze využít přiložené injektory a umístit je u síťového přepínače na UTP větev vedoucí k přístupovému bodu. V ideálním případě je vhodné ke každému přístupovému bodu vést samostatnou UTP větev připojenou do hlavního přepínače.

Volba typu přístupového bodu je závislá na požadovaném výkonu. Je-li požadovanou vlastností zabudovaný školní rozhlas, je volba jednoduchá. V případě, že reproduktor není nutný, je vhodnou volbou typ AP-AC-LR, případně AP-AC-PRO dle finančních možností školy. Výhodou typu AP-AC-PRO je vyšší kapacita přenosu v 5 GHz pásmu, vyšší odolnost (lze umístit venku pod stříškou) a druhý LAN port nabízející bridging.

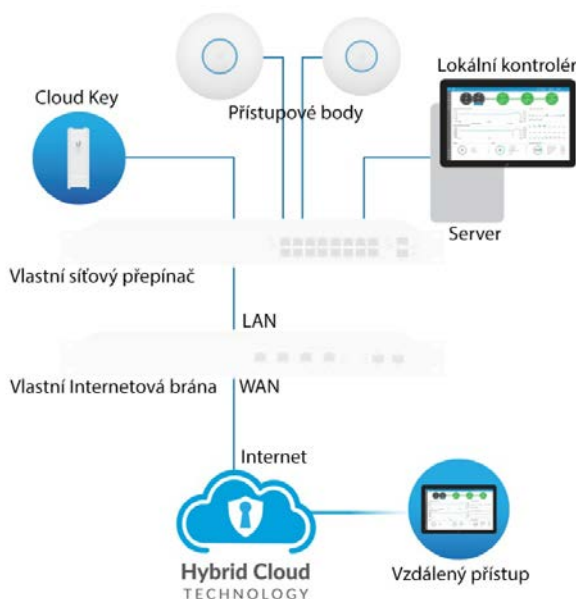
Dalším krokem je instalace a konfigurace sítě. Softwarový kontrolér lze provozovat na nepřetržitě běžícím počítači s operačním systémem Windows, MacOS nebo Debian / Ubuntu Linux, případně libovolným Linuxem s ruční instalací. Instalace kontroléru je na podporovaných systémech jednoduchá a přímočará, nicméně vyžaduje nainstalovaný virtuální stroj Java. V případě, že není žádný nepřetržitě běžící počítač k dispozici nebo tento způsob prostředí školy nevyhovuje, je k dispozici CloudKey.

Konfigurace probíhá přes webové rozhraní libovolného počítače ve škole. Je třeba zadat IP adresu kontroléru (IP adresu lokálního hostujícího počítače, nebo CloudKey) a nastavit administrátorské heslo. Poté se již konfiguruje LAN, WiFi, skupiny klientů, rychlostní omezení apod. Během konfigurace je vhodné postupně zapojovat přístupové body do sítě pro hladké přihlašování jednotlivých bezdrátových bodů ke kontroléru. Teprve v okamžiku, kdy jsou zařízení ke kontroléru přihlášena, lze nastavit jejich parametry.

Pokud chce škola využít externí správu bezdrátové sítě, je třeba vytvořit uživatelský účet na webové stránce výrobce a propojit lokální kontrolér s HybridCloudem. Pak je již možné spravovat bezdrátovou síť externě. Tato služba je u tohoto výrobce zdarma.

a) Realizace scénáře číslo 1

V tomto scénáři jsou novými aktivními prvky pouze bezdrátové přístupové body a případně CloudKey.



Obrázek 6 – schéma prvního scénáře⁹²

b) Realizace scénáře číslo 2 a 3

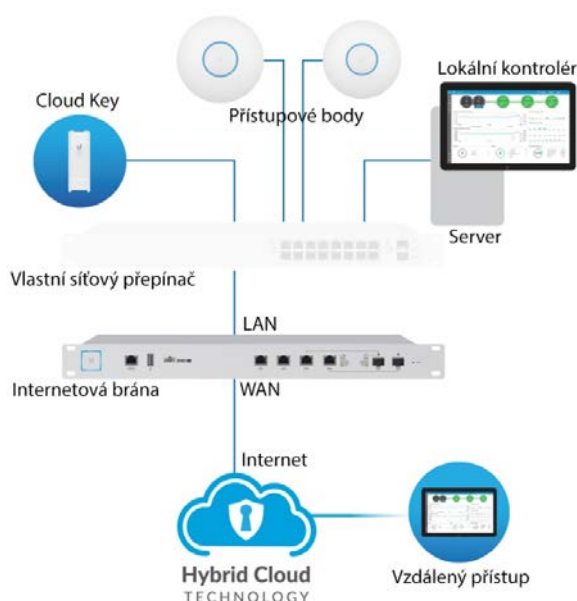
V těchto scénářích předpokládáme nahrazení zabezpečovacího prvku dodaného poskytovatelem Internetu. V případě, že typ Internetové konektivity využívá jinou technologii než Ethernet (ADSL / VDSL apod.), předradíme nový prvek existujícímu.

Security Gateway, neboli bezpečnostní brána, je schopna nahradit běžně dodávané směrovače i modemy. Nabízí konfiguraci všech svých funkcí přes softwarový kontrolér. Stejně jako v případě bezdrátových přístupových bodů je provedena adopce brány v softwarovém kontroléru. Poté jsou v aplikaci zpřístupněny nové funkce týkající se brány

⁹² <http://www.ubnt.com/>

včetně konfigurace DHCP, DNS, Firewallu, směrování a analýzy dat v bezdrátové síti, VPN připojení, VLAN atd.

Firma Ubiquiti nabízí dva modely bezpečnostní brány. Model Security Gateway je základní méně výkonné nehlučné řešení s možností umístění na stěnu. Je vhodné pro menší instalace, nicméně s výhledem do budoucna je efektivnější volba Security Gateway Pro. Tento model nabízí zhruba dvojnásobný výkon, umístění do klimatizované skříně (racku) a možnost dvou nezávislých lokálních sítí. Disponuje dvěma SFP porty s rychlostí až 10 Gbs pro optickou konektivitu.



Obrázek 7 – schéma druhého scénáře⁹³

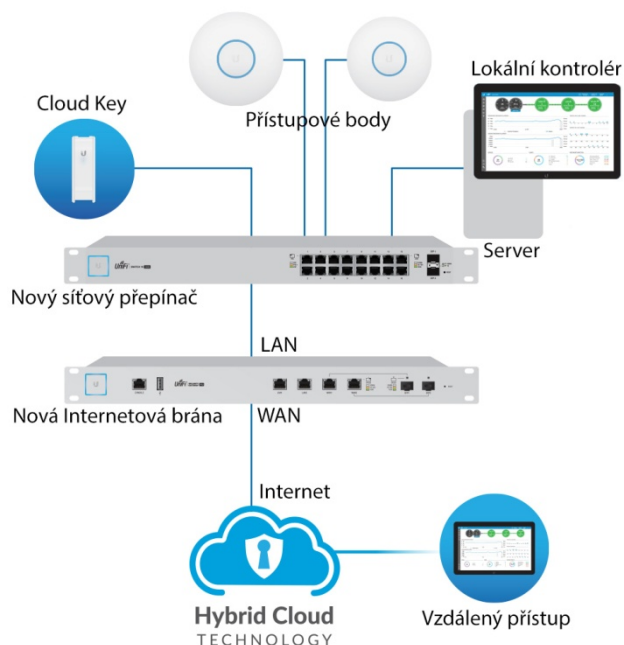
c) Realizace scénáře číslo 3

Posledním typem aktivního prvku, který v tomto scénáři nahradíme, je síťový přepínač. V situaci, kdy stávající přepínače nepodporují gigabitovou konektivitu, mají málo přípojních míst nebo nepodporují požadovanou funkci, je nutné je nahradit jiným zařízením.

Nejefektivnější řešení je jeden nebo více stohovaných hlavních přepínačů a samostatné UTP vedení ke každému uzlu. Pro efektivní chod všech zařízení a možnost využití všech

⁹³ <http://www.ubnt.com/>

funkcí je nutné nahradit všechny přepínače některými z výše uvedených. Předvídaté je zvolit model, který disponuje více přípojnými místy, než aktuálně vyžadujeme (rezerva).



Obrázek 8 – schéma třetího scénáře⁹⁴

3.3.10 Náklady realizace

V nákladech realizace není možné zobecnit předpokládanou cenu rozvodů kabeláže. Liší se objekt od objektu a je třeba zvážit, která část stávající kabeláže je vhodná a která nikoliv. Cena 1 metru kabeláže kategorie 6 se pohybuje kolem 12 korun, cena UTP konektoru kategorie 6 kolem 6 korun.

Další náklady **scénáře číslo jedna** se odvíjí od počtu pořizovaných přístupových bodů. V případě volby AP-AC-PRO se jedná o násobek 3970,- Kč. Pokud je při realizaci použit CloudKey je dalším nákladem 2280,- Kč za jeho pořízení. Zvolíme-li lokální server, lze využít libovolný funkční stávající počítač. Pořizovat nový server pouze z tohoto důvodu je při možnosti využití CloudKey neefektivní.

⁹⁴ <http://www.ubnt.com/>

Náklady **scénáře číslo dvě** zahrnují kromě kabeláže a násobku 3970,- Kč za AP-AC-PRO, 2280,- Kč v případě nákupu CloudKey a 7702,- Kč za doporučovaný vyšší model bezpečnostní brány Security Gateway PRO.

Náklady **třetího scénáře** kromě přístupových bodů v ceně 3970,- Kč, CloudKey v ceně 2280,- a bezpečnostní brány v ceně 7702,- zahrnují cenu hlavního síťového přepínače. Zde je nutné zvolit vhodný model vzhledem k potřebám školy. Ceny jsou v rozpětí od 5596,- do 27118,- Kč za kus.

3.3.11 Realizace na konkrétní škole

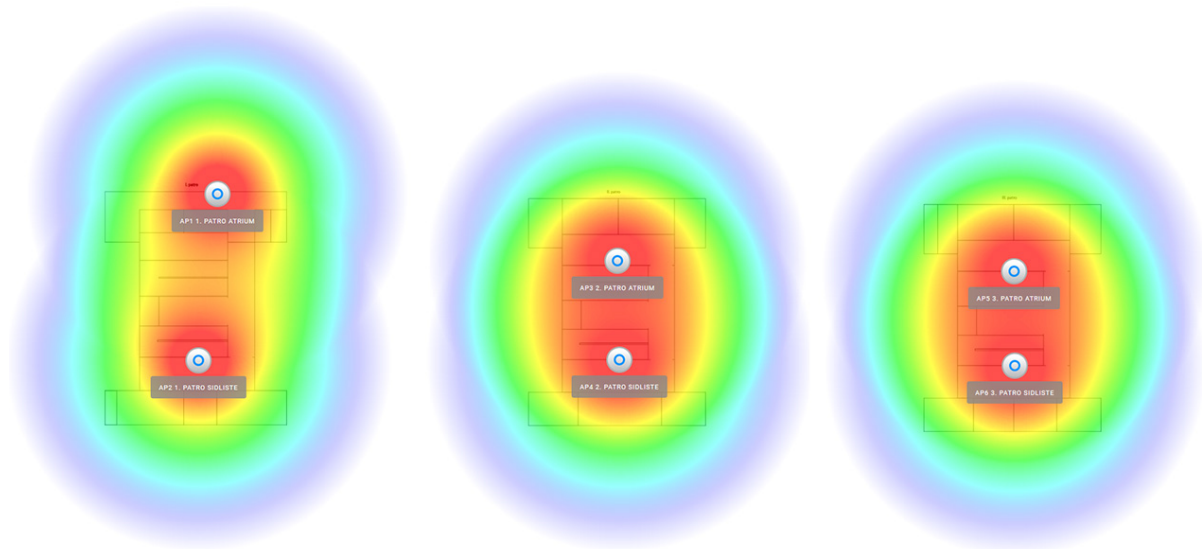
V konkrétní škole bylo realizováno pokrytí bezdrátovou sítí. Škola má 250 studentů, 3 školní učebny vybavené stolními počítači a další samostatné stolní počítače v dalších prostorech. Celkem 60 počítačů. Žáci mají časově neomezený přístup do bezdrátové sítě svými mobilními přístroji. Budova je železobetonová, sídlištního typu. Jsou zde tři patra po 6 učebnách.⁹⁵

Vzhledem ke stávajícímu vybavení byl zvolen scénář číslo 1. Škola disponuje velmi konzervativně konfigurovaným počítačem s operačním systémem Linux, který slouží jako internetová brána, DHCP a DNS caching server zároveň. Škola je vybavena kabeláží kategorie 5e s tím, že nově vedené linky jsou již kategorie 6. Všechny síťové přepínače disponují gigabitovou konektivitou na všech portech.

V každém patře byly odhadem dočasně umístěny dva přístupové body AP-AC-LR. Pokrytí signálem v učebnách bylo ověřeno aplikací WiFi Analyzer v mobilním telefonu s operačním systémem Android a zároveň bylo využito v přístupových bodech zabudované funkce **RFscan** pro obě podporované frekvence. Tato funkce umožňuje zvolit maximálně vhodný kanál v závislosti na zarušení okolí. Přístupové body byly poté umístěny trvale. Dalším krokem bylo nastavení minimální síly přijímaného signálu na jednotlivých přístupových bodech, která umožňuje efektivnější roaming klientů mezi přístupovými body. K tomu posloužila funkce monitoringu síly signálu mobilních zařízení umístěných

⁹⁵ Svolení ředitele školy k využití údajů v bakalářské práci v příloze.

v nejzazších pokrytých místech. Hostitelem software kontroléru se stala stávající brána a rozvod nové kabeláže čítal 150 metrů. Síťové přepínače zůstaly původní.



Obrázek 9 – heat mapa pater školy⁹⁶

Celkové materiálové náklady včetně aktivních prvků, kabeláže a instalačního materiálu byly 21140,- Kč. Bylo využito nákupu bezdrátových přístupových prvků ve výhodném balení po pěti kusech. Práci vykonával zaměstnanec školy v pracovní době.

Po roce provozu takto realizovaného pokrytí se nabízejí tato doporučení:

- dnes by byl zvolen model AP-AC-PRO (vyšší výkon v 5 Ghz pásmu)
- v budoucnu při výměně síťového přepínače bude zakoupen model stejné značky jako bezdrátové body (centralizovaná správa v kontroléru je efektivnější)
- kvalitně konfigurovaný počítač jako brána je flexibilnější než Security Gateway (není omezen vlastnostmi, které producent dává k dispozici, nicméně pro méně fundovanou pověřenou osobu je Security Gateway bezpečnější řešení)
- do budoucna se uvažuje o CloudKey (vyhovuje oddělený provoz kontroléru od běžně prováděných změn konfigurace na Internetové bráně a jednodušší upgrade jeho firmware)

⁹⁶ <http://www.ubnt.com/>

4 Závěr

Původně na první pohled přímočarý výběr mobilních dotykových zařízení pro výuku se během práce na této bakalářské práci zkomplikoval. Nejedná se o prostý výběr zařízení dle jejich parametrů. Jde o volbu celého ekosystému, jehož součástí jsou přístroje i nabízené služby běžným zákazníkům a subjektům ve školství. Na tento výběr nemůže existovat jednotný univerzální návod, jelikož je nutné respektovat konkrétní požadavky střední školy, nároky jejich odborných předmětů a v neposlední řadě stávající stav ICT ve škole. Nicméně cíle práce byly naplněny díky tomu, že z pohledu konkrétní školy může být vhodnější posoudit didaktický přínos určitého mobilního ekosystému a samostatně evaluovat dostupná zařízení na trhu z pohledu jejich technologicko – funkčních parametrů. Ve světle stále vstřícnějšího přístupu škol k politice BYOD je pak možné rozhodnout, zda má volba přístroje determinovat volbu ekosystému nebo naopak. Naplněním posledního dílčího cíle práce jsou pak vytvořené univerzální scénáře upgrade stávající počítačové infrastruktury se vzorovou realizací.

Z výsledků mé práce vyplývá, že nejefektivnější a nejrozšířenější ekosystém určitého mobilního operačního systému nemusí nutně nabídnout nejoptimálnější volbu mobilního dotykového přístroje. V rámci evaluace přístrojů dle technických parametrů se projevila velká technologická a kvalitativní rozdílnost platformy Android využívající cloudové technologie firmy Google. Tato firma v podstatě opustila politiku uvádění referenčních tabletů Nexus, které tvořily fyzický základ pro provozování a efektivní využívání technologií Google. V posledních letech se firma soustředí na vývoj aplikací pro podporu vzdělávání v rámci své platformy, nicméně těžiště nabídky přístrojů pro vzdělávání se přesunulo k lehkým přenosným počítačům Chromebook. Tedy dotykovým i nedotykovým notebookům s integrovanou klávesnicí využívající na Internetu téměř úplně závislý operační systém ChromeOS. Dostatečně kvalitní náhradou referenčních tabletů tak zůstávají přístroje zavedených výrobců, které se pohybují v cenách tabletů iPad, patřících mezi kvalitativní a technologickou špičku.

Mobilní platforma Windows je stále pro mnohé školy využívající na svých počítačích operačního systému od stejného výrobce tou nejjednodušeji adaptovatelnou. Nicméně setrvalý pokles jejího podílu na trhu a mizivý počet prodávaných chytrých telefonů s tímto

systémem ji nemůže předurčit jako jediného vhodného integrátora služeb pro školní administrativu a zároveň výuku. Tento fakt podporuje nutnost reagovat na nástup politiky BYOD do českého školství. Cloudové technologie této platformy jsou stále spíše kancelářského a firemního zaměření a postrádají integrované aplikace multimediálního zaměření důležité pro specifické školní projekty. Menší vybavenost senzory a velká náročnost původně stolního operačního systému Windows na tabletech je další nevýhodou.

Nástup politiky BYOD, která má potenciál ušetřit škole náklady v rámci pořízení tabletové techniky, sebou nese zvýšené nároky na výkon a hlavně poskytované služby infrastruktury školní bezdrátové sítě. Požadavek na zabezpečení dat školy, pedagogů a studentů proto vyžaduje infrastrukturu úrovně firemních systémů s velkou flexibilitou služeb. Oproti zaměstnancům firmy je ovšem výchovně a organizačně složitější u žáků uplatňovat pravidla provozu sítě pomocí restriktivních praktik. Proto ve druhé části nabízím reálné a mnou realizované komplexní praktické řešení školní bezdrátové sítě, které je finančně dostupné pro téměř libovolný školní subjekt. Instalaci a konfiguraci může realizovat běžný IT správce nebo v oboru zaškolený pedagog.

Diferenciace středního školství, jehož se tato práce týká, neumožňuje reagovat na všechny konkrétní požadavky ve výuce. Nicméně obecné vzdělávací scénáře zmíněné v textu, využívající silných stránek tabletů potvrzují, že těžiště takto zaměřených školních projektů, leží ve skupinové spolupráci; individualizaci učení, rozvíjející žákovo studijní kompetence využitelné v dalších studijních aktivitách; umožnění a preferenci samoučení; získávání studijních materiálů vlastními silami a v neposlední řadě využití popularity těchto přístrojů k aktivizaci žáků.

Ať se zřizovatel či vedení školy rozhodne pro komplexní nabídku některého ze zavedených dodavatelů tabletové techniky, nebo chce vybrat vybavení a vybudovat svou síť svépomocí, může tato práce posloužit přinejmenším jako vodítko k posouzení situace a k optimálnímu rozhodnutí.

5 Seznam použitých informačních zdrojů

- A truly connected world: Mobile computing. *Www.arm.com* [online]. 2017 [cit. 2017-04-31]. Dostupné z: <http://www.arm.com/markets/mobile/>
- About Near Field Communication. *Www.nearfieldcommunication.org* [online]. 2017 [cit. 2017-03-01]. Dostupné z: <http://nearfieldcommunication.org/about-nfc.html>
- Android (operační systém). *Https://en.wikipedia.org* [online]. [cit. 2016-06-31]. Dostupné z: [https://cs.wikipedia.org/wiki/Android_\(opera%C4%8Dn%C3%AD_syst%C3%A9m\)](https://cs.wikipedia.org/wiki/Android_(opera%C4%8Dn%C3%AD_syst%C3%A9m))
- ANONYMOUS. *Maximální bezpečnost*. 4. vyd. Praha: Softpress, c2004, ISBN 8086497658.
- Apple [online]. [cit. 2017-01-14]. Dostupné z: <http://www.apple.com/cz/macOS/sierra/>
- Atlantis [online]. [cit. 2017-01-14]. Dostupné z: <http://www.atlantis.cz/Produkty/Wireless-LAN/Prehled-produktu-Wireless-LAN>
- BENEŠ, Štěpán. Internet ve školách: Jak skončil byznys za 884 milionů korun. *ITBIZ* [online]. 2007 [cit. 2016-04-03]. Dostupné z: <http://www.itbiz.cz/internet-ve-skolach>
- Bezdrátová škola - Jihomoravský kraj. *Středisko služeb školám* [online]. [cit. 2016-09-01]. Dostupné z: <http://www.sssbrno.cz/?go=projekty&pro=wifi1>
- Bluetooth core specifications. *Www.bluetooth.com: The building blocks of your Bluetooth device* [online]. [cit. 2016-11-09]. Dostupné z: <https://www.bluetooth.com/specifications/bluetooth-core-specification>
- *CCL POLICY MAKER SCENARIO: COLLABORATION & ASSESSMENT* [online]. s. 3 [cit. 2016-05-03]. Dostupné z: http://creative.eun.org/c/document_library/get_file?uuid=7b5992b7-ac4f-443b-89d7-6fa2f965f852&groupId=96459
- Cisco [online]. [cit. 2017-01-14]. Dostupné z: <https://meraki.cisco.com/products/wireless>

- *Co je ADSL a VDSL: Jaké jsou mezi nimi rozdíly?* [online]. 2017 [cit. 2017-02-03]. Dostupné z: <http://www.dsl.cz/jak-na-to/co-je-adsl-a-vdsl>
- *Creative Classrooms Lab* [online]. [cit. 2017-02-03]. Dostupné z: <http://creative.eun.org/>
- Creative Classrooms Lab: Scenarios and Learning Stories. *Creative Classrooms Lab* [online]. [cit. 2017-02-03]. Dostupné z: <http://creative.eun.org/scenarios;jsessionid=44A64C24627B2CC3B945C5D62E80F111>
- DNS. *Microsoft Technet* [online]. [cit. 2016-03-31]. Dostupné z: [https://technet.microsoft.com/en-us/library/cc730921\(v=ws.11\).aspx](https://technet.microsoft.com/en-us/library/cc730921(v=ws.11).aspx)
- ECKEL, Erik. Only novices daisy-chain switches. *TechRepublic* [online]. 2011 [cit. 2016-08-03]. Dostupné z: <http://www.techrepublic.com/blog/it-consultant/only-novices-daisy-chain-switches/>
- FAJMON, Martin. *Pravda o rychlosti LTE u operátorů: marketing versus realita* [online]. 2015 [cit. 2016-10-31]. Dostupné z: <https://mobilenet.cz/clanky/pravda-o-rychlosti-lte-u-operatoru-marketing-versus-realita-18876>
- GREČNEROVÁ, Barbora a Pavla ŠABATKOVÁ. Zapojování tabletů do výuky má smysl. *RVP* [online]. 2015 [cit. 2017-02-03]. Dostupné z: <http://clanky.rvp.cz/clanek/c/z/20097/ZAPOJOVANI-TABLETU-DO-VYUKY-MA-SMYSL.html/>
- HENRY, Alan. How Secure Is Android, Really? *Http://www.lifehacker.com* [online]. 2013 [cit. 2016-10-05]. Dostupné z: <http://lifehacker.com/how-secure-is-android-really-1446328680>
- HiSilicon [online]. [cit. 2017-01-14]. Dostupné z: <http://www.hisilicon.com/>
- CHESLA, Jason. What is the difference between PoE and Passive PoE? *T3 Innovation* [online]. 2016 [cit. 2016-11-01]. Dostupné z: <http://blog.t3innovation.com/difference-between-poe-and-passive-poe>
- Chromebook [online]. [cit. 2017-01-14]. Dostupné z: <https://www.google.com/chromebook/>

- Intel [online]. [cit. 2017-01-14]. Dostupné z: <http://www.intel.com/content/www/us/en/smartphones/smartphones.html>
- K čemu jsou parametry tabletů při výuce? *Interaktivní školení* [online]. [cit. 2016-10-30]. Dostupné z: <http://www.interaktivniskoleni.cz/pro-skoly/skolni-poradna/k-cemu-jsou-parametry-tabletu-pri-vyuce/>
- Konference ISSS 2009: Bezdrátová škola. In: *ISSS* [online]. [cit. 2017-04-13]. Dostupné z: https://www.issc.cz/archiv/2009/download/prezentace/houda_cisco.pdf
- KRÁL, Mojmír. *Bezpečný internet: chraňte sebe i svůj počítač*. Praha: Grada Publishing, 2015, Průvodce (Grada). ISBN 9788024754536.
- KURUC, Jiří. Pořádek ve zkratkách: Co znamená A-GPS? *Navigovat* [online]. 2010 [cit. 2016-10-03]. Dostupné z: <http://navigovat.mobilmania.cz/clanky/poradek-ve-zkratkach-co-znamen-a-gps/sc-3-a-1314495>
- LANGOVÁ, Dagmar. Wi-Fi ve školách: Česko jde s dobou. *Perpetuum* [online]. 2016 [cit. 2016-11-13]. Dostupné z: <http://www.magazin-perpetuum.cz/Clanek/Wi-Fi-ve-skolach-Cesko-jde-s-dobou>
- LÁSKA, Jan. *T-Mobile začne s vypínáním 3G sítě v roce 2018* [online]. 2016 [cit. 2016-11-13]. Dostupné z: <http://www.mobilmania.cz/bleskovky/t-mobile-zacne-s-vypinanim-3g-site-v-roce-2018/sc-4-a-1333234/default.aspx>
- *Manage your business's mobile devices* [online]. [cit. 2016-11-12]. Dostupné z: <https://support.google.com/a/answer/1734200?hl=en>
- MCGEE, Jimmy. *What's SOT and Why Isn't it the Battery Meter – XDA TV* [online]. [cit. 2016-11-26]. Dostupné z: <https://www.xda-developers.com/sot-battery-meter-xdatv/>
- MediaTek [online]. [cit. 2017-01-14]. Dostupné z: <http://www.mediatek.com/>
- Microsoft [online]. [cit. 2017-01-14]. Dostupné z: <https://www.microsoft.com/cs-cz/windows/features>
- NEUMAJER, Ondřej, Lucie ROHLÍKOVÁ a Jiří ZOUNEK. *Učíme se s tabletem: Využití mobilních technologií ve vzdělávání*. 1. Praha: Wolters Kluwer, 2015. ISBN 978-80-7478-768-3.

- NEUMAJER, Ondřej. BYOD – přineste si vlastní počítačové zařízení do školy. *Ondřej Neumajer* [online]. 2016 [cit. 2016-10-03]. Dostupné z: <http://ondrej.neumajer.cz/byod-prineste-si-vlastni-pocitacove-zarizeni-do-skoly/>
- NEUMAJER, Ondřej. *Volba operačního systému pro školní tablety* [online]. 2014 [cit. 2016-10-13]. Dostupné z: <http://ondrej.neumajer.cz/volba-operacniho-systemu-pro-skolni-tablety/>
- NVidia [online]. [cit. 2017-01-14]. Dostupné z: <http://www.nvidia.com/object/tegra.html>
- ORF, Daren. What Android Fragmentation Looks Like. *Www.gizmodo.com* [online]. 2014 [cit. 2016-11-28]. Dostupné z: <http://gizmodo.com/what-android-fragmentation-looks-like-its-growing-1624662310>
- PÁNEK, Jan. Doporučené tablety. *Svět mobilně* [online]. 2016 [cit. 2016-11-14]. Dostupné z: <http://www.svetmobilne.cz/doporucene-tablety/3776-2>
- PÁNEK, Jan. *Přehled procesorových jader Cortex* [online]. 2016 [cit. 2016-11-22]. Dostupné z: <http://www.svetmobilne.cz/prehled-procesorovych-jader-cortex/3919>
- PETROWSKI, Thorsten. *Bezpečí na internetu: pro všechny*. Liberec: Dialog, 2014, Tajemství (Dialog). ISBN 9788074240669.
- POLE, Ian. *Wi-Fi / WLAN Channels, Frequencies, Bands & Bandwidths* [online]. [cit. 2017-03-31]. Dostupné z: <http://www.radio-electronics.com/info/wireless/wi-fi/80211-channels-number-frequencies-bandwidth.php>
- Pravda o podílu iOS a Windows Phone v Česku: Statistiky. *MobileNet* [online]. 2016 [cit. 2016-11-03]. Dostupné z: <https://mobilenet.cz/clanky/pravda-o-podilu-ios-a-windows-phone-v-cesku-statistiky-19696>
- *Princip činnosti Power Over Ethernet* [online]. 2004 [cit. 2017-03-31]. Dostupné z: <http://vyvoj.hw.cz/produkty/ethernet/princip-cinnosti-power-over-ethernet.html>
- PROTALINSKI, Emil. Windows 10 ends 2015 under 10% market share. *VB* [online]. 2016 [cit. 2016-11-29]. Dostupné z: <https://venturebeat.com/2016/01/01/windows-10-ends-2015-under-10-market-share/>

- PŘÍNOS PRO VAŠE PODNIKÁNÍ. *Airwaynet* [online]. [cit. 2017-02-28].
Dostupné z: <http://www.airwaynet.cz/firmy/garantovane-pripojeni>
- Qualcomm [online]. [cit. 2017-01-14]. Dostupné z: <https://www.qualcomm.com/>
- Qualcomm Quick Charge: Change the way you charge. *Www.qualcomm.com* [online]. 2016 [cit. 2016-11-23]. Dostupné z: <https://www.qualcomm.com/products/features/quick-charge>
- RAWLINSON, Nik. History of Apple, 1976-2016. *Macworld* [online]. 2016 [cit. 2016-11-26]. Dostupné z: <http://www.macworld.co.uk/feature/apple/history-of-apple-steve-jobs-what-happened-mac-computer-3606104/>
- Recommended settings for Wi-Fi routers and access points. *Apple Inc.* [online]. 2017 [cit. 2017-03-31]. Dostupné z: <https://support.apple.com/en-us/HT202068>
- ŘEZÁČOVÁ, Petra. Technické zajištění on-line bezpečnosti na školách. In: *ITveSkole.cz* [online]. 2016 [cit. 2017-04-13]. Dostupné z: <http://www.itveskole.cz/2016/05/25/bezpecna-wi-fi-ve-skole-je-dnes-nutnost/>
- Samsung [online]. [cit. 2017-01-14]. Dostupné z: <http://www.samsung.com/semiconductor/minisite/Exynos/w/>
- SIMS, Gary. Google Play Store vs the Apple App Store: by the numbers (2015). *Http://www.androidauthority.com* [online]. 2015 [cit. 2016-11-30]. Dostupné z: <http://www.androidauthority.com/google-play-store-vs-the-apple-app-store-601836/>
- SKIPPER, Neil. IOS9.3 educational benefits and impact. *RM education* [online]. 2016 [cit. 2016-11-22]. Dostupné z: http://www.rm.com/blog/2016/june/ios9_3-educational-benefits-and-impact
- Smartphone OS Market Share, 2016 Q3. *Www.idc.com* [online]. 2016 [cit. 2016-11-27]. Dostupné z: <http://www.idc.com/promo/smartphone-market-share/os;jsessionid=8A2140C68356CC3F56F217A7A93EE3C6>
- SOUPAPAYA, Murugiah a Karen SCARFONE. *Guidelines for Managing the Security of Mobile Devices in the Enterprise* [online]. 1. U.S.A.: U.S. Department of Commerce, 2013 [cit. 2016-10-29]. Dostupné z: <http://nvlpubs.nist.gov/nistpubs/SpecialPublications/NIST.SP.800-124r1.pdf>

- SPENDELOW, Nathan a Katharine BYRNE. Best phone battery life 2017: The BEST smartphones tested. *Www.expertreviews.co.uk* [online]. 2017 [cit. 2017-02-26]. Dostupné z: <http://www.expertreviews.co.uk/mobile-phones/1402071/best-phone-battery-life-2017-the-best-smartphones-tested>
- Škola volá aneb Jaký tarif zvolit pro prvňáčka? *FinExpress.cz* [online]. 2014 [cit. 2017-06-21]. Dostupné z: <https://finexpert.e15.cz/skola-vola-aneb-jaky-tarif-zvolit-pro-prvnacka>
- ŠVANCAR, Radmil. Sociální sítě:: PROSTOR ZASLÍBENÝ, NEBO ZAKÁZANÝ? In: *Učitel'ské noviny* [online]. 2010 [cit. 2017-04-13]. Dostupné z: <http://www.ucitelskenoviny.cz/?archiv&clanek=5539>
- TAYLOR, Harriet. Google's Chromebooks make up half of US classroom devices sold. *CNBC* [online]. 2015 [cit. 2016-10-03]. Dostupné z: <http://www.cnb.com/2015/12/03/googles-chromebooks-make-up-half-of-us-classroom-devices.html>
- *Techautos* [online]. [cit. 2017-06-17]. Dostupné z: <http://www.techautos.com/2010/03/14/smartphone-processor-guide/>
- Technické zajištění on-line bezpečnosti na školách. In: *Národní centrum bezpečnějšího internetu* [online]. [cit. 2017-04-13]. Dostupné z: <http://www.ncbi.cz/category/6-metodiky-ucebni-materialy?download=48>
- *THE FREERADIUS TECHNICAL GUIDE* [online]. 2014 [cit. 2016-11-15]. Dostupné z: <http://networkradius.com/doc/FreeRADIUS%20Technical%20Guide.pdf>
- TRIGGS, Robert. *Intel vs ARM and the future of mobile technology* [online]. 2017 [cit. 2017-02-10]. Dostupné z: <http://www.androidauthority.com/intel-vs-arm-future-mobile-technology-338340/>
- TSMC [online]. [cit. 2017-01-14]. Dostupné z: <http://www.tsmc.com/english/default.htm>
- Ubiquity [online]. [cit. 2017-01-14]. Dostupné z: <https://www.ubnt.com/>

- Understanding and Configuring VLANs. *Cisco* [online]. [cit. 2017-03-31].
Dostupné z: <http://www.cisco.com/c/en/us/td/docs/switches/lan/catalyst4500/12-2/25ew/configuration/guide/conf/vlans.html>
- *UniFi - What is Zero-Handoff?* [online]. 2017 [cit. 2016-11-03]. Dostupné z: <https://help.ubnt.com/hc/en-us/articles/205144590-UniFi-What-is-Zero-Handoff->
- Usage share of operating systems. *Https://en.wikipedia.org* [online]. [cit. 2016-11-20]. Dostupné z: https://en.wikipedia.org/wiki/Usage_share_of_operating_systems#Public_servers_on_the_Internet/
- *Veřejné mobilní širokopásmové sítě* [online]. [cit. 2017-03-31]. Dostupné z: <http://lte.ctu.cz/>
- WESSELS, Duane. *Squid: the definitive guide*. Sebastopol, CA: O'Reilly & Associates, c2004, ISBN 0596001622.
- What Is a Network Switch vs. a Router? *Cisco* [online]. [cit. 2017-03-31].
Dostupné z: <http://www.cisco.com/c/en/us/solutions/small-business/resource-center/connect-employees-offices/network-switch-what.html>
- What is an Access Point and How is it Different from a Range Extender? *Linksys* [online]. [cit. 2017-03-31]. Dostupné z: <http://www.linksys.com/us/r/resource-center/what-is-a-wifi-access-point/>
- What Is DHCP? *Microsoft Technet* [online]. [cit. 2017-03-31]. Dostupné z: [https://technet.microsoft.com/en-us/library/dd145320\(v=ws.10\).aspx](https://technet.microsoft.com/en-us/library/dd145320(v=ws.10).aspx)
- WiFi Explorer. *ITunes* [online]. 2017 [cit. 2016-11-05]. Dostupné z: <https://itunes.apple.com/us/app/wifi-explorer/id494803304?mt=12>
- Wi-Fi. *TechTerms* [online]. [cit. 2016-11-13]. Dostupné z: <https://techterms.com/definition/wi-fi>
- WifiAnalyzer [online]. [cit. 2017-01-14]. Dostupné z: <http://wifianalyzer.mobi>
- Wireless Network. *Techopedia* [online]. [cit. 2016-11-29]. Dostupné z: <https://www.techopedia.com/definition/26186/wireless-network>

- XCode on Windows: How to Develop for Mac or iOS on a PC. In: *Udemy blog* [online]. [cit. 2016-11-10]. Dostupné z: <https://blog.udemy.com/xcode-on-windows/>
- *Základy strukturované kabeláže* [online]. 2015 [cit. 2017-02-25]. Dostupné z: <http://www.ladinn.cz/ostatni/technika/SKS.html>

6 Seznam obrázků

Obrázek 1 – nepřekrývající se kanály.....	20
Obrázek 2 – přehled parametrů mobilního dotykového zařízení	31
Obrázek 3 – Analýza vzorků 1. cenové úrovně.....	37
Obrázek 4 – Analýza vzorků 2. cenové úrovně.....	39
Obrázek 5 – Analýza vzorků 3. cenové úrovně.....	41
Obrázek 6 – schéma prvního scénáře	69
Obrázek 7 – schéma druhého scénáře.....	70
Obrázek 8 – schéma třetího scénáře	71
Obrázek 9 – heat mapa pater školy.....	73

7 Seznam tabulek

Tabulka 1 – přehled standardů ²	19
Tabulka 2 – první cenový rozsah.....	37
Tabulka 3 – druhý cenový rozsah.....	39
Tabulka 4 – třetí cenový rozsah.....	41
Tabulka 5 - bezdrátové přístupové body	66
Tabulka 6 - síťové přepínače	66
Tabulka 7 - Internetové brány a bezdrátové kontroléry	67

8 Přílohy

Soukromá vyšší odborná škola umění a reklamy, s.r.o.

Pošepného nám. 2022, Praha 4, 148 00, tel.:272921332,731503959,
e-mail:info@orangefactory.cz, www.orangefactory.cz ,
IČO 26 769 051, IZO 150 054 009

V Praze dne 10. 4. 2017

Tímto uděluji souhlas panu Janu Kusému s využitím základních údajů o vybavení „Soukromé VOŠ umění a reklamy s. r. o.“ výpočetní technikou, počtu žáků, režimu provozu bezdrátové sítě a realizované bezdrátové sítě v jeho bakalářské práci zpracovávané v roce 2016 a 2017 pro Pedagogickou fakultu Univerzity Karlovy v Praze.

SOUKROMÁ VYŠŠÍ ODBORNÁ ŠKOLA
UMĚNÍ A REKLAMY, S.R.O.
Pošepného nám. 2022
148 00 Praha 4
IČ: 26769051, tel.: 272 921 332

Mgr. Andrea Jiravová Čapková
ředitelka školy

Souhlas s využitím dat školy

Univerzita Karlova v Praze, Pedagogická fakulta

M. Rettigové 4, 116 39 Praha 1

Evidenční list žadatelů o nahlédnutí do listinné podoby práce

Jsem si vědom/a, že závěrečná práce je autorským dílem a že informace získané nahlédnutím do zveřejněné závěrečné práce nemohou být použity k výdělečným účelům, ani nemohou být vydávány za studijní, vědeckou nebo jinou tvůrčí činnost jiné osoby než autora.

Byl/a jsem seznámen/a se skutečností, že si mohu pořizovat výpisy, opisy nebo rozmnoženiny závěrečné práce, jsem však povinen/povinna s nimi nakládat jako s autorským dílem a zachovávat pravidla uvedená v předchozím odstavci tohoto prohlášení.

Poř. č.	Datum	Jméno a příjmení	Adresa trvalého bydliště	Podpis
1.				
2.				
3.				
4.				
5.				
6.				
7.				
8.				
9.				
10.				

**Univerzita Karlova v Praze, Pedagogická fakulta
M. Rettigové 4, 116 39 Praha 1**

Prohlášení žadatele o nahlédnutí do listinné podoby práce před její obhajobou

Závěrečná práce:

Druh závěrečné práce: Bakalářská práce

Název závěrečné práce: Mobilní zařízení ve výuce

Autor práce: Jan Kusý

Jsem si vědom/a, že závěrečná práce je autorským dílem a že informace získané nahlédnutím do zveřejněné závěrečné práce nemohou být použity k výdělečným účelům, ani nemohou být vydávány za studijní, vědeckou nebo jinou tvůrčí činnost jiné osoby než autora.

Byl/a jsem seznámen/a se skutečností, že si mohu pořizovat výpisy, opisy nebo rozmnoženiny závěrečné práce, jsem však povinen/povinna s nimi nakládat jako s autorským dílem a zachovávat pravidla uvedená v předchozím odstavci tohoto prohlášení.

Jsem si vědom/a, že pořizovat výpisy, opisy nebo rozmnoženiny dané práce lze pouze na své náklady.

V Praze dne

Jméno a příjmení žadatele	
Adresa trvalého bydliště	

.....

podpis