

Nástroj pro monitorování USB portů

Bc. Martin Hipík

Diplomová práce
2020



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta aplikované informatiky

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta aplikované informatiky
Ústav počítačových a komunikačních systémů

Akademický rok: 2019/2020

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE
(projektu, uměleckého díla, uměleckého výkonu)

Jméno a příjmení: **Bc. Martin Hipík**
Osobní číslo: **A18338**
Studijní program: **N3902 Inženýrská informatika**
Studijní obor: **Počítačové a komunikační systémy**
Forma studia: **Kombinovaná**
Téma práce: **Nástroj pro monitorování USB portů**
Téma práce anglicky: **A Tool for Monitoring USB Ports**

Zásady pro vypracování

1. Seznamte se s fungováním USB portů.
2. Proveďte průzkum podobných řešení / projektů.
3. Navrhněte řešení pro monitoring.
4. Vyberte vhodný programovací jazyk.
5. Vytvořte dokumentaci.
6. Otestujte základní funkcionalitu produktu.

Rozsah diplomové práce:

Rozsah příloh:

Forma zpracování diplomové práce: **tištěná/elektronická**

Seznam doporučené literatury:

1. Microsoft. *USB Event Tracing for Windows* [online]. 04/20/2017, , 1 [cit. 2018-10-17]. Dostupné z: <https://docs.microsoft.com/en-us/windows-hardware/drivers/usbcon/usb-event-tracing-for-windows>
2. KEATING, Andrea a Eliyas YAKUB. Capturing USB ETW traces with Microsoft Message Analyzer (MMA). *Microsoft blog* [online]. 2017, 4/24/2017, , 1 [cit. 2018-10-17]. Dostupné z: <https://docs.microsoft.com/en-us/windows-hardware/drivers/usbcon/usb-event-tracing-for-windows>
3. SHULTZ, Greg. How to track down USB flash drive usage with Windows 10's Event Viewer. In: *TechRepublic* [online]. Kalifornie, USA: CBS Interactive, 2019, 3.4.2017 [cit. 2019-11-25]. Dostupné z: <https://www.techrepublic.com/article/how-to-track-down-usb-flash-drive-usage-in-windows-10s-event-viewer/>
4. PECINOVSKÝ, Rudolf. *Java 9: kompletní příručka jazyka*. Praha: Grada Publishing, 2018, 557 s. Knihovna programátora. ISBN 9788027107155.
5. PRATA, Stephen. *Mistrovství v C++*. 4., aktualiz. vyd. Brno: Computer Press, 2013, 1176 s. Bestseller. ISBN 9788025138281.
6. BORY, Pavel. *C#*. Brno: Computer Press, Albatros Media, 2016. ISBN 9788025147054.

Vedoucí diplomové práce:

Ing. Lukáš Králík

Ústav počítačových a komunikačních systémů

Datum zadání diplomové práce: 13. prosince 2019
Termín odevzdání diplomové práce: 29. května 2020



doc. Mgr. Milan Adámek, Ph.D.
děkan

Ing. Miroslav Matýšek, Ph.D.
ředitel ústavu

Ve Zlíně dne 9. prosince 2019

Prohlašuji, že

- beru na vědomí, že odevzdáním diplomové práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb. o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších právních předpisů, bez ohledu na výsledek obhajoby;
- beru na vědomí, že diplomová práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitním informačním systému dostupná k prezenčnímu nahlédnutí, že jeden výtisk diplomové/bakalářské práce bude uložen v příruční knihovně Fakulty aplikované informatiky Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně a jeden výtisk bude uložen u vedoucího práce;
- byl/a jsem seznámen/a s tím, že na moji diplomovou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, zejm. § 35 odst. 3;
- beru na vědomí, že podle § 60 odst. 1 autorského zákona má UTB ve Zlíně právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona;
- beru na vědomí, že podle § 60 odst. 2 a 3 autorského zákona mohu užít své dílo – diplomovou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití jen připouští-li tak licenční smlouva uzavřená mezi mnou a Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně s tím, že vyrovnání případného přiměřeného příspěvku na úhradu nákladů, které byly Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše) bude rovněž předmětem této licenční smlouvy;
- beru na vědomí, že pokud bylo k vypracování diplomové práce využito softwaru poskytnutého Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně nebo jinými subjekty pouze ke studijním a výzkumným účelům (tedy pouze k nekomerčnímu využití), nelze výsledky diplomové práce využít ke komerčním účelům;
- beru na vědomí, že pokud je výstupem diplomové práce jakýkoliv softwarový produkt, považují se za součást práce rovněž i zdrojové kódy, popř. soubory, ze kterých se projekt skládá. Neodevzdání této součásti může být důvodem k neobhájení práce.

Prohlašuji,

- že jsem na diplomové práci pracoval samostatně a použitou literaturu jsem citoval. V případě publikace výsledků budu uveden jako spoluautor.
- že odevzdaná verze diplomové práce a verze elektronická nahraná do IS/STAG jsou totožné.

Ve Zlíně, dne 12.8.2020

Martin Hipík, v.r.

ABSTRAKT

Práca sa zaoberá témou monitorovania vymeniteľných jednotiek USB, určených na prenos súborov – dát. Cieľom práce je vytvorenie programu, ktorý monitoruje zariadenia pripojené na zbernicu USB a upozorní správcu.

Teoretická časť práce sa zaoberá USB zbernicou, históriou USB zbernice, technickými špecifikáciami a súčasnou využiteľnosťou. Ďalej je v teoretickej časti priblížený prieskum podobných riešení a ich porovnanie.

Praktická časť je tvorená návrhom, popisom a samotným programom pre monitorovanie USB zariadení využitím programovacieho jazyku JAVA, ktorý umožňuje beh na rôznych platformách. Poslednou časťou je súhrn testu vykonanom na platforme Windows, Linux a MAC.

Kľúčová slova: USB monitor, správca USB zariadení, monitor vymeniteľných zariadení

ABSTRACT

The theme of this thesis is focused on monitoring of removable USB drives, which are determined for the transfer of files - data. The aim of the work is to create a program that monitors devices connected to the USB bus and notifies the administrator.

The theoretical part of the work deals with the USB bus, history of the USB bus, technical specifications and current usability. Furthermore, the theoretical part presents a survey of similar solutions and their comparison.

The practical part is made up of a design, description and the program itself for monitoring USB devices using the JAVA programming language, which allows running on various platforms. The last part is a summary of the test performed on the Windows, Linux and MAC platforms.

Keywords: USB monitoring tool, admin usb device, removable devices monitor

Chcel by som poďakovať mojej rodine a blízkym za podporu počas doby štúdia a vedúcemu mojej diplomovej práce Ing. Lukášovi Králíkovi, za odborné vedenie, nápomocné rady a poznatky, ktoré mi poskytol pri písaní práce.

Prehlasujem, že odovzdaná verzia diplomovej práce a verzia elektronická nahraná do IS/STAG sú totožné.

OBSAH

ÚVOD	8
I TEORETICKÁ ČÁST	9
1 USB UNIVERZÁLNA SERIOVÁ ZBERNICA	10
1.1 HISTÓRIA.....	11
1.2 ŠPECIFIKÁCIE	14
1.3 KONEKTORY PRE USB	15
1.4 ZARIADENIA	17
1.4.1 Pamäťové zariadenia	17
1.4.2 Zariadenie HID.....	18
1.4.3 HUB	18
1.5 KOMUNIKÁCIA	19
1.5.2 Prenos dát	21
2 DOSTUPNÉ MONITOROVACIE RIEŠENIA	23
2.1 WINDOWS NASTAVENIE SKUPINOVEJ POLITIKY	24
2.2 ESET ENDPOINT SECURITY.....	26
2.3 DRPU USB DATA THEFT PROTECTION TOOL.....	28
II PRAKTICKÁ ČÁST	30
3 NÁVRH VLASTNÉHO RIEŠENIA	31
3.1 ZADANIE	31
3.1.1 Vlastnosti programu	31
3.6 VÝVOJOVÉ DIAGRAMY	39
3.7 KONFIGURÁCIA PROGRAMU	42
3.7.1 Nastavenie mailu	43
4 TESTOVANIE	51
ZÁVĚR	53
SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	54
SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK	56
SEZNAM OBRÁZKŮ	57
SEZNAM TABULEK	59
SEZNAM PŘÍLOH	60

ÚVOD

Práca sa zaoberá monitorovaním vymeniteľných USB jednotiek, určených na prenos súborov – užívateľských dát. Využitie softvéru je hlavne vo firemnej sfére, kde je potrebné zabezpečiť dáta dodatočnou metódou pred ich kopírovaním a šírením.

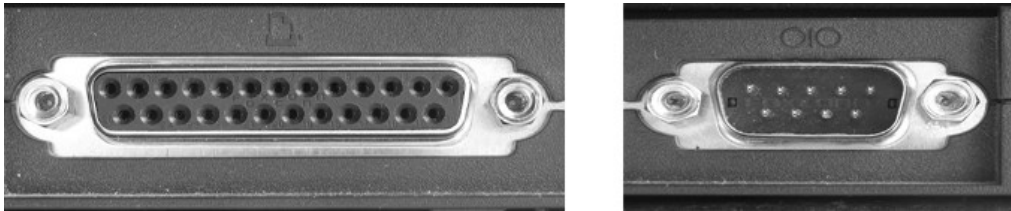
V súčasnosti sa cenia informácie o spoločnostiach, ale aj o samotných ľuďoch alebo klientov danej spoločnosti. Pre hackerov má priamu finančnú hodnotu samotný prístup do siete, ale aj dáta získané útokom. Pre správcov siete, ktorý sa starajú o počítačový hardware je potrebné udržiavať ho zabezpečený, aktuálny a plne funkčný. Systémy, ktoré sú prevádzkované vo firemnej sfére, obsahujú rôzne mechanizmy zabezpečenia pred útokom z vonku napríklad firewall, kontrola emailových správ, antivírusovú ochranu. Avšak je potrebné sa chrániť aj pred útokmi iniciovanými z vnútra spoločnosti, prípadne kontrolovať unik dát. V spoločnosti by mali byť preto zaužívané aspoň základné opatrenia pre prácu s vymeniteľnými médiami, ktorými môžu byť flash disky, pevné HDD a taktiež nastavené pravidlá pre pripojenie zariadení do siete firmy.

Dôvodom je, že zamestnanci spoločnosti môžu preniesť vírus alebo malvér, prípadne cez iné zariadenie umožniť útok na firemnú sieť a zariadenia. To môže viesť k strate dát alebo získaniu kontroly nad zariadeniami. Ako ochrana alebo zníženie rizika môže byť nasadenie softvéru pre monitorovanie pripojenia externých zariadení. Takýto softvér značne eliminuje riziko únikov citlivých dát, zabraňuje vytváraniu neoprávnených kópii softvéru, krádeže licencií alebo môže pomôcť odhaliť infikovanie počítača vírusom. Avšak použitie takého softwaru môže byť zo strany zamestnancov považované za značné obmedzenie až sťaženie ich práce. V situácii, kedy pracovníci používajú firemný hardware na súkromné účely to môže predstavovať obmedzenie. V tejto práci sa budem zaoberať možnosťami monitorovania USB zbernice, konkrétne vymeniteľných zariadení, ktoré môžu byť na tuto zbernicu USB pripojené za účelom prenosu dát, v praxi sa jedná o bežné flash disky alebo USB pevné disky prípadne ich alternatívy. Ako je možné takýto prenos detegovať, aké riešenia pre obmedzenie alebo detekciu sa používajú v praxi a nakoniec navrhmem vlastný software na monitorovanie takejto aktivity.

I. TEORETICKÁ ČÁST

1 USB UNIVERZÁLNA SERIOVÁ ZBERNICA

USB – Univerzálna sériová Zbernica - Universal Serial Bus – USB je štandard sériovej zbernice určenej najmä na pripojenie periférií k počítaču. Slúži na rýchle pripojenie periférií k počítaču Plug-and-play bez potreby otvárania šasi počítača alebo zložitého prístupu. Pre priemerného používateľa počítačov je to systém, v ktorom môžete jednoducho zapojiť zariadenie do akejkoľvek dostupnej zásuvky a toto zariadenie bude okamžite k dispozícii na použitie v počítači. Výhodou je pripojenie zariadenia za behu operačného systému bez potreby vypnutia alebo reštartovania systému. Zbernica podporuje rozpoznávanie pripojeného hardwaru a ponúka možnosť automatickej inštalácie ovládača, spolu s dnešnými možnosťami pripojenia do siete Internet je možné ovládače automaticky vyhľadať a nainštalovať aj s potrebným obslužným softwarom. Nahrádza predtým používané rozhrania ako sériový a paralelný port LPT.



Obrázok 1 Paralelný port, Sériový port

Pomocou USB zbernice je možné pripojiť rôzne zariadenia ako tlačiarne, klávesnice, myši, prevodníky, externé karty, prenosné pamäťové zariadenia, TV karty a iné. Jeho prvotná integrácia bola zameraná v oblasti počítačov, v súčasnosti je rozšírený však aj na iné zariadenia ako napríklad fotoaparáty, hracie konzoly, smartfóny, diagnostické prístroje, multimetre a iné zariadenia. Zbernicu USB je možné rozšíriť za pomocou USB Hub. Ide o zariadenie, pomocou ktorého je možné zvýšiť počet zariadení pripojených na zbernicu. Celkovo je možné takto pripojiť až 127 zariadení.

USB Implementers Forum (USB-IF) je organizácia, ktorá je zodpovedná za vývoj ale aj za označovanie USB rozhrania. Pre identifikáciu verzie USB je v súčasnosti rozhodujúca maximálna dátová rýchlosť udávaná v Mbit/s, ktorá definuje štandard používaného USB rozhrania.

1.1 História

Začiatok vývoja zbernice USB začal v roku 1994 za spolupráce firiem Compaq, DEC, IBM, Intel, Microsoft, NEC a Nortel. Jeho dizajn je štandardizovaný spoločnosťou USB Implementers Forum (USB-IF), ktorej členmi sú práve všetky menované spoločnosti. USB bolo vyvíjané za účelom pripojenia periférií a vzniklo ako alternatíva pomalých sériových a paralelných portov a prinieslo vyššiu prenosovú rýchlosť a kompatibilitu. Prvé nasadenie prebehlo v roku 1996. [1]



Obrázok 2 Logo USB

USB 1.x

Ako prvá verzia bola špecifikácia USB 1.0, ktorá bola zavedená v januári 1996, definovala prenosové rýchlosti 1,5 Mbit / (Low speed) a 12 Mbit / (Full speed) [1]. Neskôr vydaná verzia v Auguste 1998 ako USB 1.1, ktorá opravovala nedostatky predošlej verzie. K využívania zbernice prispel v roku 1998 počítač Apple iMac, ktorý bol vybavený iba portami USB.



Obrázok 3 Logo
USB 1.0 [2]

USB 2.x

Špecifikácia USB 2.0 bola vydaná v apríli 2000 a na konci roku 2001 ju prijalo USB Implementers Forum (USB-IF). Bola zvýšená prenosová rýchlosť na 480 Mbit/s. Doplnok On-The-Go umožňuje dvom zariadeniam USB navzájom komunikovať bez potreby samostatného hostiteľa USB. Pridaná podpora pre nabíjačky, definovanie nabíjačiek pre zariadenia s vybitou batériou. Definovaná špecifikácia nabíjania batérie so zvýšeným prúdom 1,5 A na nabíjacích portoch pre nenakonfigurované zariadenia, umožňujúca vysokorýchlostnú komunikáciu pri súčasnom prúde až 1,5 A a maximálnym prúdom 5 A.



Obrázok 4
Logo USB 2.0
[2]

USB 3.x

Špecifikácia USB 3.0 bola vydaná 12. novembra 2008, režim SuperSpeed. Zásadná zmena je v použití počtu vodičov, ktorý sa zvýšil zo 4 na 9, avšak zostava kompatibilný s predchádzajúcimi verziami a priniesol navýšenie rýchlosti na 5 Gbit/s. Rozdielom na prvý pohľad je použitie modrého USB konektoru, konkrétne jazýčka.

V Júli 2013 bola vydaná verzia USB 3.1 Gen 1 rozšírená o použitie konektoru typu C.



Obrázok 5 Logo
USB 3.0 [2]

V auguste 2017 bola vydaná verzia USB 3.1 Gen 2 s rýchlosťou 10 Gbit/s a s možnosťou napájať zariadenia až do 100 W. Použitie konektoru USB-C ktorý je obojstranný a zhodný s rozhraním Thunderbolt 3.



Obrázok 6 Logo
USB 3.1 GEN 3
[2]

USB 4

Verzia USB 4 bola oznámená USB-IF 29.08.2019, kedy bola vydaná špecifikácia popisujúca parametre a vlastnosti, medzi ktoré patrí aj kompatibilita s Thunderbolt 3. Zdieľuje použitie viacerých protokolov a teda kompatibilitu napríklad s DisplayPort, PCI Express PCIe. Vylepšením má byť hlavne rýchlosť, USB 4 môže dosahovať teoretické rýchlosti až 40 Gbps, nie všetky zariadenia s USB4 budú tento štandard podporovať. USB 4 bude pracovať so zariadeniami a portami USB 3 a USB 2. Pripojením nižšej verzie bude strata rýchlosti a vlastností. Vylepšenie bude aj v oblasti pridelenie zdrojov pre video a prenosu dát. [10]

1.2 Špecifikácie

Značenia verzii USB naprieč rokmi vydania.

1996 - USB 1.1 (12 Mbit/s)

2001 - USB 2.0 (480 Mbit/s)

2011 - USB 3.0 (5 Gbit/s)

2014 - USB 3.1 (10 Gbit/s)

2017 - USB 3.2 (20 Gbit/s) - len s konektormi USB-C

2019 - USB 4 (40 Gbit/s) - len s konektormi USB-C

Tabuľka 1 Označenie USB verzii

Rev.	Rýchlosť	Popis	Predtým
1	1.5 Mbps	Low Speed (LS) Half Duplex	
1.1	12 Mbps	Full Speed (FS) Half Duplex	
2.0	480 Mbps	High Speed (HS) Half Duplex	
3.1 Gen 1	5 Gbps	SuperSpeed USB (SS) Full Duplex	USB 3.0
3.1 Gen 2	10 Gbps	SuperSpeed USB 10 Gbps Full Duplex	SuperSpeed+

1.3 Konektory pre USB

Pre pripojenie zariadenia na USB zbernicu je možné využiť certifikovaných konektorov. Keďže s vývojom jednotlivých verzii USB protokolu bolo potrebné rozvíjať aj konektory z dôvodu počtu žíl, prípadne podmienky pre fyzické vlastnosti kábla, vzniklo viacero verzií ktoré sa dodnes používajú. Konektory USB sa líšia veľkostným vyhotovením a počtom žíl.

Existujú tieto rôzne veľkosti a typy konektorov pre rozhranie

USB – veľkostné vyhotovenia:

- Štandard v súčasnosti najrozšírenejšia verzia pre zariadenia ako tlačiarne, flash disky a prenosové média. Každý počítač disponuje aspoň jedným USB portom,
- mini používaná v minulosti pre svoje malé rozmery,
- micro využívajú ju hlavne mobile telefóny a smartfóny.

Typy konektorov - značenie

- A
- B
- AB
- C

Štandardné konektory typ A, typ B a Micro A, B, AB sú aktuálne najrozšírenejšie, ale majú svoje obmedzenia. Ich veľkosti sú v dnešnej dobe považované za veľké, príkladom je napr. štandard A má rozmery 4,5x 10,4 mm a nevyhovuje pre tenké zariadenia ako smartfony alebo ultrabooky. Ďalšou nevýhodou je dodržiavanie orientácie konektora a určený smer kábla. Prenášajú len USB signály a VBUS (napájanie 5 V). Napájanie je obmedzené na 7,5 W (USB-BC 1.2 (Battery Charging) špecifikuje 5V pri max. 1,5A = 7,5W).

Najnovším konektorom pre USB je USB Typ-C je 24 pinový, reverzibilný a symetrický. Piny navyše, oproti predchádzajúcim verziám (4-5 resp. 9 pinov), slúžia ďalším protokolom ako DisplayPort 1.3, PCI Express a Base-t Ethernet.

Výška konektora dosahuje iba 2,4mm. Prenos USB signálov, ale aj alternatívnych protokolov ako PCIe alebo DisplayPort, prenos ultra-HD 4K video a audio signálu. Napájanie zariadení až do 100W .

USB Typ-C (USB-C) nie je to isté ako USB 3.1. USB-C je konektorový štandard. USB-C kábel môže byť USB 2.0, USB 3.1, a môže ale nemusí podporovať 100W pre napájanie resp. nabíjanie, ktoré je definované v štandarde USB-Power Delivery.



Obrázok 7 Typy USB konektoru

1.4 Zariadenia

K USB zbernici je možné pripojiť rôzne zariadenia. V minulosti bola zbernica navrhnutá primárne pre HID zariadenia označované ako human interface device. V súčasnosti je USB rozhranie využívané na celú paletu zariadení od tlačiarň, hráčskych zariadení, simulátorov, prevodníkov, meracích zariadení, zvukových kariet a veľa ďalších. Pre pripojenie počítača so zariadením je potrebné počítač s USB portom a vhodný kábel na prepojenie týchto zariadení. Pri veľkom množstve prípadov a použitím bežných zariadení je ovládač nainštalovaný automaticky napríklad zo siete Internet, prípadne je spolu so zariadením dodávaný aj ovládač a podporný/ovládaci softvér.

1.4.1 Pamäťové zariadenia

Medzi najviac rozšírenými zariadeniami pre pripojenie cez USB zbernicu sú pamäťové zariadenia, napríklad USB Flash disky, prenosné (externé) HDD, prípadne externé DVD alebo CD mechaniky. Ich využitie je hlavne pre zálohovanie alebo prenos súborov.



Obrázok 8 V ľavo USB Flash disk, v pravo prenosný HDD disk

1.4.2 Zariadenie HID

Do tejto skupiny patria zariadenia, ktoré môžu poslúžiť na ovládanie počítača. Patria sem klávesnice, myši, joystick, špeciálne zariadenia, alfanumerické displeje, čítačky čiarových kódov, ovládače hlasitosti na reproduktoroch, pomocné displeje, senzory a rôzne iné. Ide o skupinu zariadení, s ktorými je možné pomocou tlačidiel, pohybu alebo giest ovládať pripojené zariadenie. Zariadenia USB HID a ich základné funkcie sú definované v dokumentácii USB-IF. USB IF obsahuje podrobnú dokumentáciu pre rôzne triedy zariadení. Pre vývojárov operačných systémov je jednoduché poskytnúť funkčné ovládače pre zariadenia, ako sú klávesnice a myši, bez nutnosti inštalácie dodatočného softvéru. USB HID zariadenia povoľujú vlastný opis komunikačného protokolu.

1.4.3 HUB

Ide o tzv. rozbočovač, pomocou ktorého je možné jeden USB port rozšíriť. Hub môže detegovať pripojenie alebo odpojenie zariadení v každom porte Hubu. Rozdeľuje tiež energiu do všetkých zariadení, ktoré sú k nej pripojené, a tiež deteguje nízkorýchlostné a plnohodnotné zariadenia.



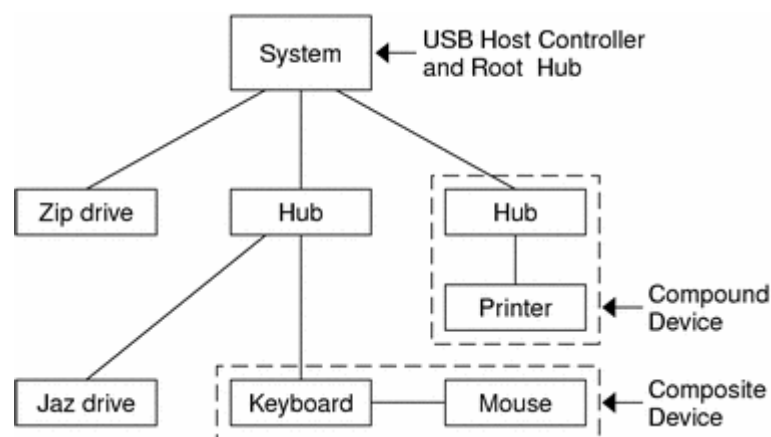
Obrázok 9 USB HUB pre pripojenie 4 zariadení

1.4.4 Ostatné

Pomocou zbernice USB je možné pripojiť rôzne zariadenia. Prakticky po implementácii protokolu a vytvorení ovládača je možné komunikovať alebo obsluhovať zariadenie. Do tejto skupiny patria napríklad meracie karty pre meranie fyzikálnych veličín. Špeciálne senzory, zariadenia zbierajúce dáta pre spracovanie, analyzátory prevodníky a iné.

1.5 Komunikácia

Topológia USB zbernice predstavuje hviezdicu, kde centrálny prvok je Root Hub. Root Hub je zariadenie s integrovaným radičom USB, do tohto systému je možné pripojiť ďalšie zariadenia alebo USB HUB. Celý systém je fyzicky v hviezdicovej topológii znázornenej na obrázku 8, ale logicky systém pracuje ako zbernica. To znamená, že signály sa pohybujú po jednej sade káblov, nazývanej zbernica, pre hostiteľa, ako je znázornené na obrázku. Hostiteľ však sleduje fyzické usporiadania, takže ak dôjde k odpojeniu rozbočovača, je si vedomý, že všetky rozbočovače a funkcie, ktoré sú k nemu pripojené, budú tiež odpojené.



Obrázok 10 Topológia USB zbernice

Aj pri tomto usporiadaní máme stále rovnaký problém ako pri tradičnom usporiadaní PC. Každá funkcia musí vedieť, kedy je pre ňu určená určitá časť údajov a hostiteľ potrebuje vedieť, odkiaľ prichádzajú signály, takže každému komponentu na USB je priradené číslo. Avšak namiesto toho, aby každý používal pevnú adresu IRQ a vstupno-výstupnú adresu, systém USB používa odlišný prístup. Ak je zariadenie pripojené na zbernicu USB, je mu pridelené číslo - zariadenie dostane priradenú jedinečnú adresu, ktorú používa počas komunikácie. Táto adresa sa môže zmeniť a teda pri ďalšom pripojení môže dostať inú adresu.

1.5.1 Typy prenosu

Kontrolné prenosy: líšia sa od ostatných typov tým, že sú určené na konfiguráciu a kontrolu stavu zariadení. Potrubie použité pre tento typ údajov môže byť obojsmerné, ale používa rovnaký očíslovaný koncový bod pre každý smer. Okrem toho zariadenie spracuje naraz iba jednu žiadosť o kontrolu, pričom hostiteľ odmietne nevybavené žiadosti, až kým sa stav nevracia na práve prebiehajúcej žiadosti. Napríklad predvolené kontrolné potrubie používa riadiace prevody a vykonáva také úlohy, ako je inicializácia zariadenia a informovanie hostiteľa o požiadavkách každého z jeho koncových bodov. [3]

Izochrónne prenosy (isochronous): patria sem údaje, ktorých presnosť nie je kritická a ktoré sa odosielať rýchlosťou zodpovedajúcou určitému časovaciemu mechanizmu. Napríklad do tejto kategórie patrí video alebo zvuk, pretože nemusí byť úplne presný. USB poskytuje pre tieto dáta špeciálny typ prenosu a dáva prednosť zaručeniu konštantnej prenosovej rýchlosti s požadovanou šírkou pásma. Aby sa zabezpečilo, že USB má dostatok času na zvládnutie maximálneho toku údajov v každom rámci, vykoná sa kontrola počas počiatočnej konfigurácie. Tento spôsob prenosu používa jednosmerné potrubia bez postupov na spracovanie chýb. Aj keď sa v odpovedi na stav uvedená chyba, tak zbernica na tuto chybu nereaguje a je na softvéri či bude chyba spracovaná. [3] [4]

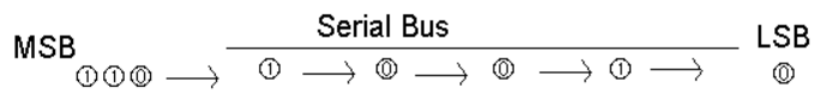
Prerušenie (interrupt transfer): používajú sa pre malé, zriedkavé prenosy, ktoré vyžadujú prioritu pred ostatnými požiadavkami. Podobne ako pri izochrónnych prenosoch sa udeľuje konfigurácia potrubia o tom, či systém dokáže zvládnuť maximálnu veľkosť paketu v požadovanom čase, s ďalším obmedzením, ktoré zastaví ďalšie prevody. Koncový bod oznámi hostiteľovi počas konfigurácie, ako často by sa mal dopytovať na žiadosti o prerušenie, a pri každom dopytovaní vráti signál NAK, ak nie je čo poslať. Účel použitia tohto typu prenosu je podobný linkám IRQ. [3] [5]

Hromadné prenosy (bulk transfer): tento typ prenosu má najnižšiu prioritu, takže zariadenia používajúce túto metódu môžu vysielat' iba vtedy, keď je k dispozícii dostatočná šírka pásma. Ak existuje viac žiadostí o prenos, ktoré sa zameriavajú na rôzne typy koncových bodov, riadiaca jednotka najprv naplánuje prenosy pre časovo kritické údaje, ako sú izochrónne a prerušovacie pakety. Ak je na zbernici k dispozícii nevyužitá šírka pásma,

radiaca jednotka naplánuje hromadné prenosy. Tento typ prenosu je užitočný na odosielanie údajov zo zariadení, ako sú digitálne skenery. Ak však na zbernici prebieha iný prenos s vyššou prioritou, hromadné údaje môžu čakať až pokiaľ prenos nie je dokončený a je uvoľnená kapacita na prenos hromadný. [3][6]

1.5.2 Prenos dát

Na najnižšej úrovni prebieha prenos dát v zbernici v sériovej podobe - sekvenčne. Bajty údajov sa rozdeľujú a odosielajú po zbernici po jednom bite. Po fyzikálnej stránke sa dátové informácie prenášajú pomocou zmeny elektrického napätia alebo zmeny elektrického prúdu.



Obrázok 11 Sériový prenos

Dáta pre prenos cez USB zbernicu sú delené do paketov. Paket je súbor dát – údajov, ktorý obsahuje informácie o zdroji, ciele, dĺžke, samotné dáta a informáciu o detekcii – korekcii chyby.

Po pripojení zariadenia začne prebiehať jeho konfigurácia. Každé zariadenie si počas konfigurácie nastavuje maximálnu veľkosť paketu, ktorý dokáže spracovať, ak je zariadenie zaneprázdnené, ale nevyskytla sa žiadna chyba, reaguje špeciálnym signálom označeným NAK (Negative Acknowledge), ktorý povie druhému koncu, aby chvíľu čakalo.

Paket USB je rozdelený do nasledujúcich polí.

Sync	PID	Data	CRC	EOP
8/32 bits	8 bits	(0-1024) Bytes	16Bits	

Obrázok 12 Dátový paket USB

SYNC - pakety začínajú poľom SYNC na synchronizáciu 8 bitov dlhá pre Full / Low Speed a 32 bitov pre High Speed. Posledné dva bity označujú, kde sa začínajú polia PID.

PID - identifikátor paketu. PID označuje typ paketu, ktorý je 4-bitový, za ktorým nasleduje 4-bitové kontrolné pole (doplňok). Typ PID - token / dáta / handshake / špeciálne.

ADDR - Funkčné koncové body sú adresované pomocou dvoch polí: pole adresy a pole koncového bodu. Adresa je buď zdrojom alebo cieľom dátového paketu, v závislosti od hodnoty tokenu PID.

Endpoint - Čísla koncových bodov sú špecifické pre jednotlivé funkcie (okrem nulového koncového bodu). 4 bity dlhé pole, funkcia môže podporovať maximálne 16 IN / OUT koncových bodov.

Frame number - číslo rámca je 11-bitové pole, ktoré sa zvyšuje na základe jednotlivých paketov.

DATA - Údajové pole sa môže pohybovať od nuly do 1 024 bajtov a musí byť integrálnym počtom bajtov. Veľkosť dátového paketu sa líši v závislosti od typu prenosu.

CRC - cyklická redundancia. Kontroly sa vykonávajú na dátach v rámci paketu. Všetky tokenové pakety majú 5-bitový CRC, zatiaľ čo dátové pakety majú 16-bitový CRC.

EOP - koniec paketu.

3895	[-] Usb Packet	{..}	0x00000000	65664	Usb	2020-02-26 09:23:32,10864...	unknown (0)
	[-] Direction	"Down"	0x00000000	0	Sprint instruction	2020-02-26 09:23:32,10864...	unknown (0)
	[-] urb	{..}	0x00000000	65664	URB	2020-02-26 09:23:32,10864...	unknown (0)
	[-] UrbHeader	{..}	0x00000000	24	URB_HEADER	2020-02-26 09:23:32,10864...	unknown (0)
	[-] Length	128	0x00000000	2	unsigned short	2020-02-26 09:23:32,10864...	unknown (0)
	[-] Function	URB_FUNCTION_BULK_O...	0x00000002	2	URB_FUNCTION	2020-02-26 09:23:32,10864...	unknown (0)
	[-] Status	{ Status=SUCCESS (0); Typ...	0x00000004	4	USB_D_STATUS	2020-02-26 09:23:32,10864...	unknown (0)
	[-] UsbdDeviceHandle	0	0x00000008	8	unsigned __int64	2020-02-26 09:23:32,10864...	unknown (0)
	[-] UsbdFlags	0	0x00000010	8	unsigned __int64	2020-02-26 09:23:32,10864...	unknown (0)
	[-] BulkOrInterrupt	{ PipeHandle=0xffff5888af...	0x00000018	65640	URB_BULK_OR...	2020-02-26 09:23:32,10864...	unknown (0)
	[-] PipeHandle	0xffff5888afa0a70	0x00000018	8	unsigned __int64	2020-02-26 09:23:32,10864...	unknown (0)
	[-] TransferFlags	0	0x00000020	4	USB_D_TRANSF...	2020-02-26 09:23:32,10864...	unknown (0)
	[-] TransferBufferLength	65536	0x00000024	4	unsigned long	2020-02-26 09:23:32,10864...	unknown (0)
	[-] TransferBuffer	0	0x00000028	8	unsigned __int64	2020-02-26 09:23:32,10864...	unknown (0)
	[-] TransferBufferMDL	0xffff58889fe05c0	0x00000030	8	unsigned __int64	2020-02-26 09:23:32,10864...	unknown (0)
	[-] UrbLink	0	0x00000038	8	unsigned __int64	2020-02-26 09:23:32,10864...	unknown (0)
	[-] hca	{ Reserved8={ 0, 0, 0, 0, 0...	0x00000040	64	URB_HCD_AREA	2020-02-26 09:23:32,10864...	unknown (0)
	[-] Reserved8	{ 0, 0, 0, 0, 0... }	0x00000040	64	unsigned __int64[8]	2020-02-26 09:23:32,10864...	unknown (0)
	[-] Payload	{ Payload={ 0, 161, 57, 84, ...	0x00000080	65536	UsbPayload	2020-02-26 09:23:32,10864...	unknown (0)
3895	[-] Payload	{ 0, 161, 57, 84, 80... }	0x00000080	65536	unsigned char[65...	2020-02-26 09:23:32,10864...	unknown (0)
	[-] Payload[0]	0	0x00000080	1	unsigned char	2020-02-26 09:23:32,10864...	unknown (0)

Obrázok 13 Prehľad zachytených dát na USB zbernici

2 DOSTUPNÉ MONITOROVACIE RIEŠENIA

Softvérové monitorovanie USB portov počítača je závislé na operačnom systéme. Keďže každý operačný systém poskytuje informácie o zariadení podľa svojej politiky, monitorovanie USB portu počítača je potrebné prispôbiť danej platforme. Je potrebné si definovať pojmy, ktoré určujú hranice a taktiež pomáhajú pri definovaní problému. Monitorovanie spočíva v pravidelnej kontrole, sledovaní alebo dohľadom nad daným USB portom. Monitorovaním je možné detegovať aktivitu na porte, jeho stav alebo chyby. Sledovanie je obor zaoberajúci sa odchyťávaním, analýzou, prípadne rozborom prenášaných dát cez zbernicu.

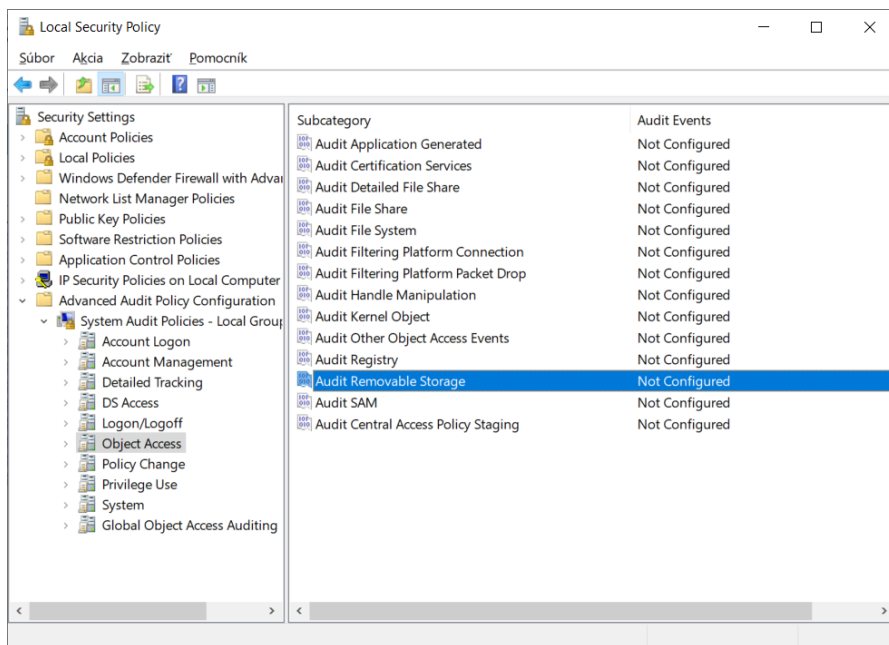
Ak je našou prioritou zisťovať chyby a problémy v procese vývoja softvéru, hardvéru a ovládačov zariadení USB, existujú rôzne USB Sniffer programy, ktoré sú na tento účel vhodné. Pre sledovanie prevádzky USB portu je možné získať softvér pre monitorovanie a analyzovanie prenášaných dát cez zbernicu.

Na trhu existuje množstvo softvéru ktorý ponúka správu vymeniteľných zariadení pripojených k počítaču, monitorujúce ich aktivitu prípadne ich dokáže zablokovať. Ide teda o samotného používateľa čo vyžaduje, keďže bonusom k softvéru môže byť aj celá rada funkcií, ktoré monitorujú aj iné periférie, prípadne sú schopné sledovať prácu užívateľa, napríklad sledovanie videa, webu alebo čas na sociálnych sieťach. Samozrejme nasadenie takého softvéru hraničí s etickými pravidlami a taktiež vyžaduje citlivé nastavenie.

2.1 Windows nastavenie skupinovej politiky

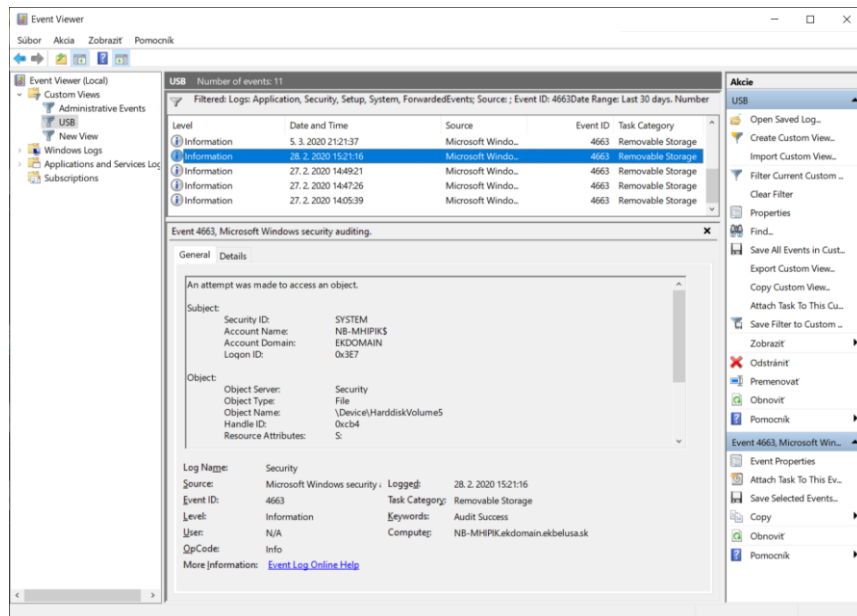
Operačný systém Windows umožňuje nastavenie v rámci skupinovej politiky také, ktoré bude informovať o pripojení vymeniteľných zariadení.

Taktiež je možné využiť denník zabezpečenia systému Windows v Local security Policy, ktorý začne zapisovať všetky žiadosti o prístup pre všetky vymeniteľné ukladacie médiá. Po povolení, systém Windows zaznamená ID udalosti 4663 ako pri auditovaní systémových súborov. [7] [8]



Obrázok 14 Aktivácia v bezpečnostnej politike Windows

Následné záznamy je možné prezerat' cez Event Viewer, interný program systému Windows.



Obrázok 15 Náhl'ad na históriu udalosti v Event Viewer

Výhody:

- implementovaný priamo v systéme Windows,
- vzdialená správa konfigurácia,
- nastavenie práv čítanie, na čítanie/zápis alebo na úplné zablokovanie prístupu.

Nevýhody:

- dostupný iba pre systém Windows,
- obmedzené možnosti konfigurácie .

2.2 ESET Endpoint Security

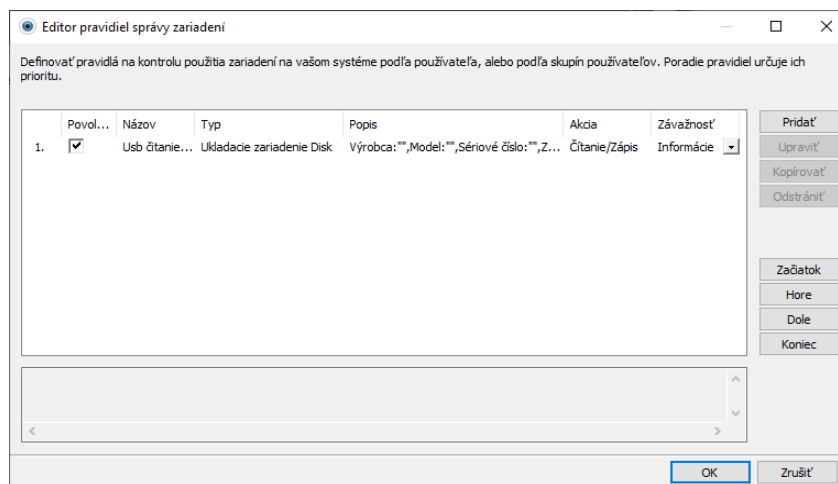
Endpoint Security od spoločnosti ESET je komplexná ochrana koncových zariadení, ktorá kombinuje antivírusovú ochranu so vstavaným firewallom, webovou kontrolou, kontrolou zariadení a vzdialenou správou.

Systém správy zariadení je integrovaný v antivírusovej ochrane Endpoint Security. Tá umožňuje monitorovanie používania zariadení na koncových pracovných staniciach. Umožňuje vytvoriť pravidlá pre špecifické zariadenia, médiá a používateľov na pracovných staniciach a zdefinovať tak s akými oprávneniami a či vôbec budú mať používatelia prístup k médiám (CD/DVD/USB).

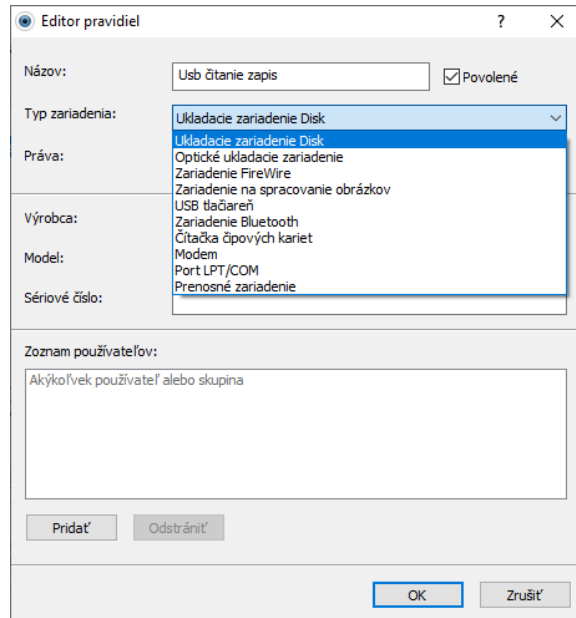
Umožňuje nastaviť možnosti prístupu k externému zariadeniu pre jednotlivých používateľov alebo skupiny používateľov na základe parametrov ako sériové číslo, ID výrobcu, model a pod. Prístup používateľa alebo skupiny používateľov k zariadeniu môže byť nastavený na prístup iba na čítanie, na čítanie/zápis alebo na úplné zablokovanie prístupu.

V systéme je možné definovať známe zariadenia USB a teda povoliť napríklad zápis alebo čítanie z týchto zariadení. Ostatné zariadenia je možné zakázať. Program upozorní používateľa o zablokovaní vloženého média prostredníctvom notifikácie. [9]

Nastavenia správy zariadení je možné meniť v Rozšírených nastaveniach (F5) > Správa zariadení.



Obrázok 16 Nastavenie pravidiel



Obrázok 17 Možnosti nastavenia pravidiel

Výhody

- podpora konfigurácie cez Active Directory,
- možnosť upozorniť správcu,
- nastavenie ktoré zariadenia je možné povoliť zakázať – špeciálne na jedno konkrétne,
- nastavenie práv čítanie, na čítanie/zápis alebo na úplné zablokovanie prístupu,
- prístupu k externému zariadeniu pre jednotlivých používateľov,
- chráni pred ransomware, blokuje cieľené útoky, predchádza únikom dát, zachytáva bez súborové útoky,
- možnosť exportu a importu nastavení, rozšírené možnosti konfigurácie viacerých počítačov a zariadení.

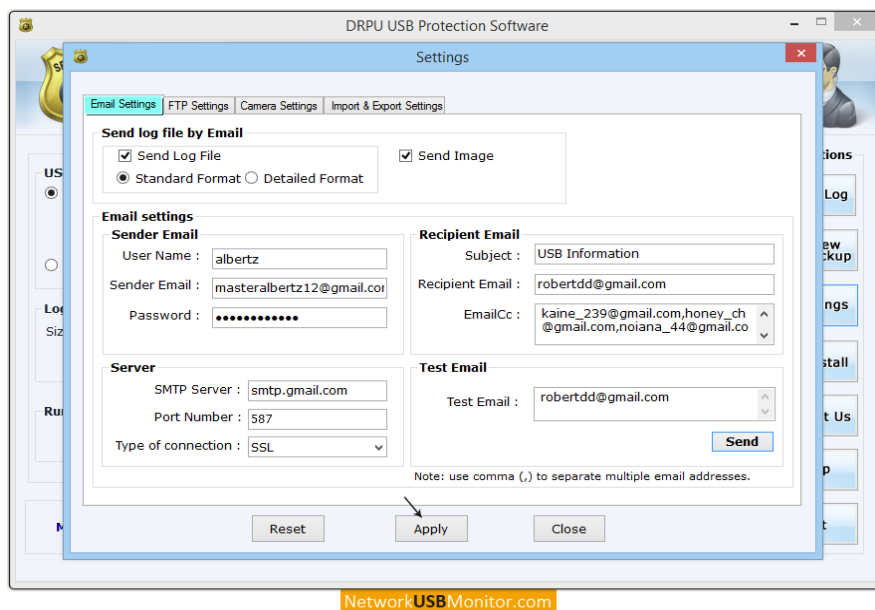
Nevýhody

- cena – platený softvér,
- neodporúča sa nasadiť súbežne s iným antivírusom SW,
- vyžaduje komplexnejšiu integráciu,
- zložitejšia konfigurácia a nastavenie.

Cena softvéru sa pohybuje od 31.08 € (približne od 829 Kč, kurz 1€ = 26,66 CZK).

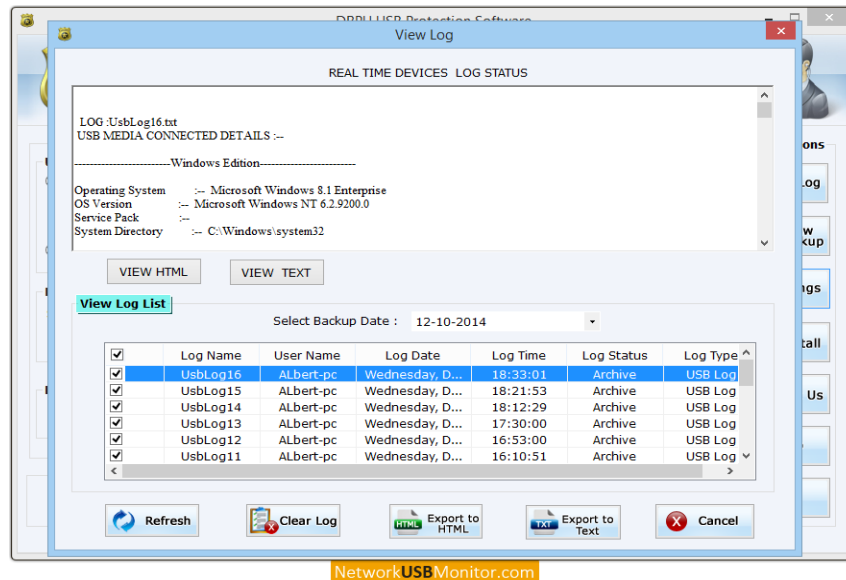
2.3 DRPU USB Data Theft Protection Tool

Softvér na ochranu proti krádeži údajov DRPU USB poskytuje riešenie ochrany údajov pred kopírovaním. Softvér je navrhnutý na sledovanie a zobrazovanie pripojených a odpojených zariadení USB na počítači. Softvér poskytuje rozhranie na odosielanie podrobných protokolových súborov e-mailom a tiež umožňuje nahrávať protokolové súbory so zachyteným obrázkom na FTP server. Softvér podporuje blokovanie zápisu USB. Monitorovací nástroj podporuje všetky hlavné veľkokapacitné pamäťové zariadenia USB vrátane diskových jednotiek, fotoaparátov USB, pamäťových kariet, vreckových počítačov, pevných diskov USB a ďalších podobných jednotiek USB. [10]



NetworkUSBMonitor.com

Obrázok 18 Konfigurácia programu DRPU, nastavenie emailových notifikácií



Obrázok 19 Prehľad histórie akcií

Výhody:

- pracuje v skrytom režime ako proces na pozadí,
- informácií o činnosti USB disku , dátach a čase,
- konfigurácia chránená heslom ,
- možnosť ukladania súborov denníka aktivity USB vo formáte súboru HTML alebo TEXT,
- nastavenia e-mailu a nastavenia FTP do / zo súboru,
- softvér je schopný zachytiť fotografie - povolením fotoaparátu.

Nevýhody:

- dostupný iba pre platformu Windows.

Cena softvéru sa pohybuje od 45 \$ (približne 1073 Kč, kurz 1\$ = 23,85 CZK).

II. PRAKTICKÁ ČÁST

3 NÁVRH VLASTNÉHO RIEŠENIA

Prioritou návrhu tohto softvéru bude jeho nezávislosť na OS. To znamená, že softvér by mal fungovať na známych operačných systémoch Windows 7, 8, 10, Linux a MAC OS. Druhým hlavným bodom je jednoduchosť, avšak dôraz je kladený aj na konfiguráciu softvéru a taktiež univerzálnosť. Program by mal byť jednoduchý na používanie s počiatočnou konfiguráciou a následným pripravením na spustenie. Pokúsim sa toto riešenie spojiť s maximálnou jednoduchosťou a nenáročnosťou na použitý HW a výkon zariadenia.

3.1 Zadanie

Zadanie popisuje tvorbu softvéru na monitorovanie USB portov zariadenia – počítača. Konkrétne ide o nástroj, ktorý bude monitorovať alebo sledovať pripojenie vymeniteľných zariadení - pamäťové média alebo prenosné – externé HDD, ktoré je možné k počítaču pripojiť pomocou zbernice USB. Následne, ak je takéto zariadenie rozpoznané ako pripojené, je o tomto upovedomený správca siete. Nastavenie upozornenia bude možné realizovať pomocou správy – email, alebo kontaktovaním webovej služby, ktorej program odovzdá informácie o médiu. Konfigurácia softvéru je umožnená správcovi zadaním príkazu a hesla. Následne je otvorené rozhranie pre nastavenie programu.

3.1.1 Vlastnosti programu

- Konfigurovateľnosť – pomocou GUI rozhrania je možné nastaviť parametre programu.
- Prenositel'nosť – program je napísaný v jazyku JAVA, pre svoj beh teda vyžaduje balíček Java JRE, to s neho robí program spustiteľný na rôznych platformách.
- Povolenia – program bude využívať na komunikáciu sieť, komunikácia bude využitá na poslanie emailu alebo na kontaktovanie REST API servera.
- Program bude možné spustiť na pozadí systému, pomocou konzoly je možné spustiť GUI rozhranie. Týmto je možné program skryť pred užívateľom.
- Bez prístupu do siete – v prípade výpadku pripojenie do siete bude záznam uložený do interného súboru. Požiadavky pre spustenie

3.2 Programové vybavenie

Programovú časť tvorí konzolová aplikácia. Návrh som však koncipoval na použitie v osobných počítačoch a tak aplikácia je vytvorená práve pre osobné počítače. Avšak jej spustenie je možné aj na zabudovaných systémoch alebo mini pc prípadne open projektoch ako je napríklad Raspberry Pi.

Systém používa radu knižníc, ktoré majú na starosti komunikáciu s USB portami, prevody do JSON formátu, konfiguráciu a nápovedu.

Použité externé knižnice v projekte a licencie:

- OkHttp - licencia Apache License 2.0 zdroj: [11]
- Gson - licencia Apache License 2.0 zdroj: [12]
- Log4j - licencia Apache License 2.0 zdroj: [13]
- Usbdrivedetector - licencia MIT [14]

3.2.1 Vývojové prostredie

Vývojové prostredie je software používaný pre programovanie, ladenie, úpravu,...Podľa typu alebo verzie obsahuje editor zdrojového kódu, kompilátor, prípadne interpreter a väčšinou i debugger. Vývojové prostredie uľahčuje prácu vývojárom, poskytuje radu užitočných nástrojov a podporných pluginov. Niektoré prostredia obsahujú Help alebo kurzy pre programovanie v danom jazyku. Existuje veľké množstvo rôznych vývojových prostredí určené pre konkrétne programovacie jazyky.

Medzi známe vývojové prostredia patrí IntelliJ IDEA, Eclipse, Visual Studio, NetBeans, Xcode.

Aplikácia bola vyvíjaná pomocou vývojového prostredia Eclipse, ide o Open Source vývojové prostredie určený na vývoj v jazykoch Java, C++ a ďalšie. Výber vývojového prostredia je individuálny a nezáleží na ňom výsledný program. Pre vývoj bolo použité vývojové prostredie Eclipse vo verzii Eclipse IDE for Java Developers dostupne na stránke www.eclipse.org.

3.2.2 Programovací jazyk

Pri výbere programovacieho jazyka, som vyberal z dostupných programovacích jazykov ktoré ovládam alebo poznám, vzhľadom na požiadavku prenositeľnosti kódu na rôzne platformy, taktiež dostupné knižnice pre prácu s USB rozhraním počítača, ktoré budú spĺňať vopred dané požiadavky som sa rozhodol pre programovací jazyk JAVA. Pre vývoj bola použitá verzia JAVA 11.

Programovací jazyk JAVA je objektovo orientovaný jazyk od spoločnosti Oracle. (JAVA bol pôvodne vyvinutý spoločnosťou Sun Microsystems Inc.). Syntax jazyka vychádza z programovacích jazykov C a C++. Počiatky jazyka siahajú do roku 1991. patrí medzi najrozšírenejšie jazyky. Jeho výhodou je prenositeľnosť, stabilita, ladenie a odhaľovanie chýb, správa pamäti.

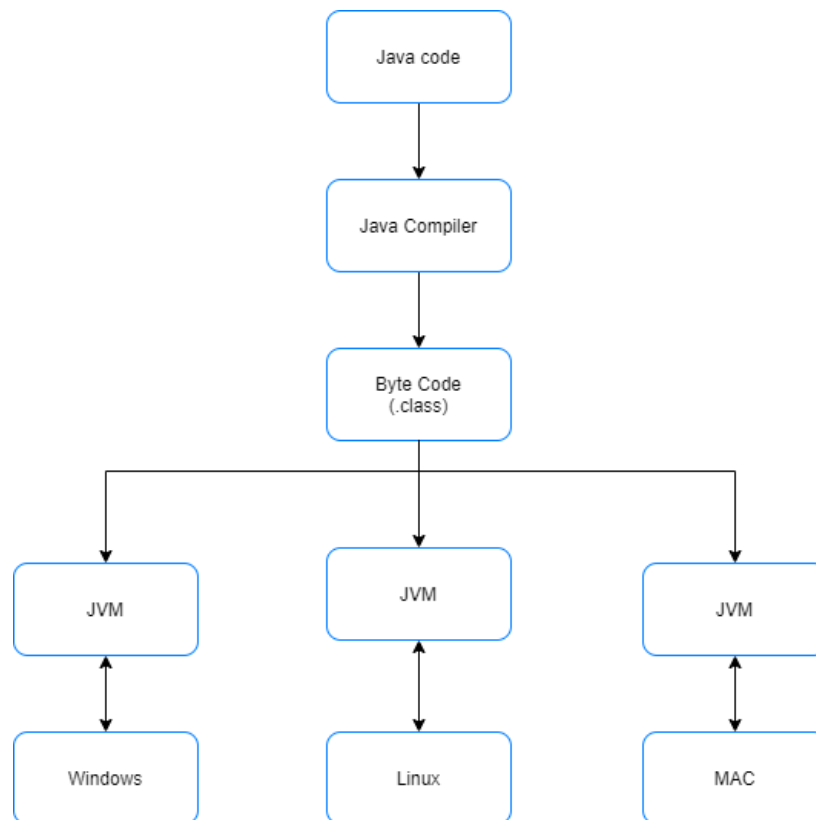
JAVA je distribuovaná v troch verziách:

- JAVA SE – štandardná edícia používaná vo väčšine aplikácií,
- JAVA EE – Enterprise edícia, je rozšírenie pre SE umožňujúce vytvárať veľké webové aplikácie,
- JAVA ME – Micro edícia bežiaci v rôznych zariadeniach s obmedzeným výkonom.

Použitie jazyka JAVA je zadarmo s licenčnými obmedzeniami, avšak existuje varianta OpenJDK, ktorá umožňuje väčšiu slobodu a komerčné použite aplikácií.

Pri vývoji aplikácie bol použitý nástroj na správu projektu Maven od Apache Software Foundation vo verzii 3.6.3. Maven umožňuje pridávať do projektu závislosti, knižnice, definovať jeho vývojový cyklus, poskytuje množstvo doplnkov, ktoré dokážu generovať PDF dokumentácie, dokumentáciu JAVA Doc a iné.

Pre spustenie programu je vyžadovaná inštalácia prostredia JAVA Runtime Enviroment. JRE pôsobí ako softvérová vrstva nad operačným systémom, ktorá poskytuje uniformitu a ďalšie služby Java, ako napríklad automatickú správu pamäte, podpora GUI,.. JRE je prostredie, ktoré umožňuje spustenie aplikácii napísaných v jazyku JAVA na rôznych platformách, napríklad Windows, Linux, MAC, a iné. Jeho úlohou je spracovanie medzikódu. Potrebné súbory JRE je možné stiahnuť na internete pre rôzne operačné systémy. Následne je program možné spustiť podľa danej platformy.

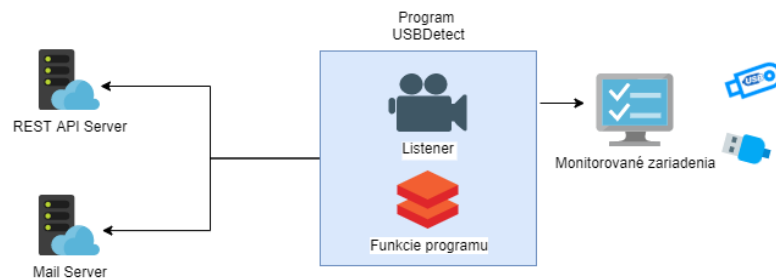


Obrázok 20 Spracovanie kódu v jazyku Java

3.3 Popis program

Spustenie programu je možné v závislosti na platforme, zadaním príkazu alebo spustením .jar súboru. Pri spustení programu bez parametrov je automaticky program spustený do režimu monitoru, podľa konfigurácie.

Program pracuje na pozadí systému, kde podľa daného typu operačného systému sleduje pripojenie vymeniteľných zariadení. Pre monitorovanie zariadení je použitá externá knižnica, ktorá sleduje na základe zmeny systémových súborov alebo registrov pripojenie nového USB zariadenia. Napríklad pri použití operačného systému Windows využíva obslužný program príkazového riadka WMI (WMIC), ktorý poskytuje rozhranie príkazového riadku pre Windows Management Instrumentation (WMI). Následne pomocou príkazu *logicaldisk where drivetype=2 get DeviceID, VolumeSerialNumber* sú získané informácie o USB zariadení, následne je zostavený zoznam zariadení spolu s parametrami a informáciami. Ak je takéto zariadenie detegované ako pripojené alebo odpojené je v poslucháčovi - listenery vyvolaná udalosť, ktorá je následne obslužená podľa platných nastavení. Nastavenia je možné meniť v konfiguračnej časti programu. Podľa platných nastavení je vykonaná operácia – upozornenie užívateľa zvolenou formou. Program podporuje posielanie mailových správ na zadnú adresu. Pre posielanie je potrebná aktivácia tejto funkcie a taktiež zadanie platných údajov – mailová adresa, meno a heslo k účtu, pod ktorým bude správa odoslaná. Podpora REST API je podmienená zadaním platných parametrov pre pripojenie na server. Funkcia následne posiela dáta pomocou metódy POST protokolom http na zadaný server. Prípade je možné nastaviť autorizáciu menom a heslom.



Obrázok 21 Schéma programu

3.4 Štruktúra projektu

Popis štruktúry projektu a jednotlivých tried.

V zložke src sa nachádzajú všetky triedy programu delené do balíkov podľa jednotlivých funkcií alebo podfunkcií.

Balík fce – obsahuje všeobecné funkcie využívané v programe:

- GlobalAPI – osluha zápisu a čítania do suboru,
- ImportExportData – Importovanie, spracovanie užívateľských nastvení, exportovanie užívateľských nastavení v danom formáte,
- ServletCommunicator – trieda obsluhujuca komunikáciu s REST API serverom.

Balík fileIE:

- FileChooser – Grafické rozhranie pre výber zložky alebo súboru (použitie pre ukaldanie dat, export alebo import funkcií).

Balík core:

- USBDetectCore – trieda definujuca funkcie pre detekciu a udalosti pri detekovani noveho USB zariadenia.

Balík data – trieda definujuca datové štruktúry, používané v programe:

- Device – datová štruktúra USB zariadenia,
- DeviceTest – testovacie dáta využívané pre testy a overenie funkcií,
- UserSettings – štruktura pre užívateľské nastavenia programu.

Balík mail:

- SendMail – trieda poskytujúca rozhranie pre komunikáciu s mailovými servermi.

Balík main:

- USBDetectMain – hlavná trieda programu, spustenie a inicilizácia.

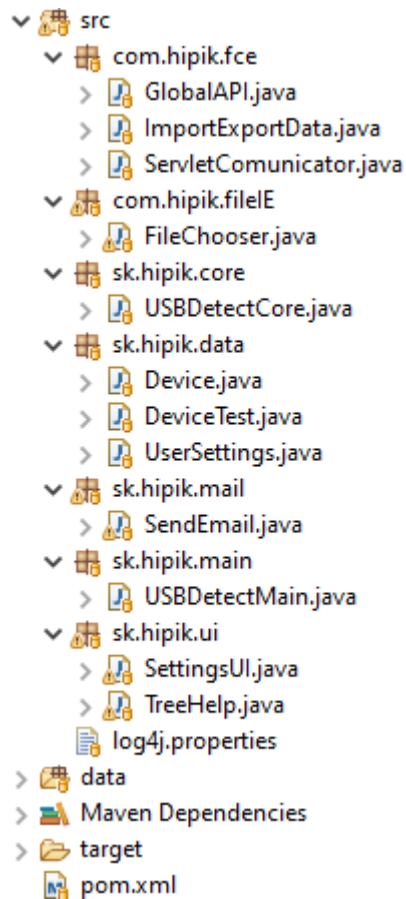
Balík ui:

- SettingsUI – GUI rozhranie pre nastavenie programu,
- TreeHelp – GUI rozhranie nápovedy pomocníka.

Data – zložka obsahujúca suobry pomocníka, obrázky a ikonu aplikácie.

Log4j.properties – konfiguračný súbor loggeru.

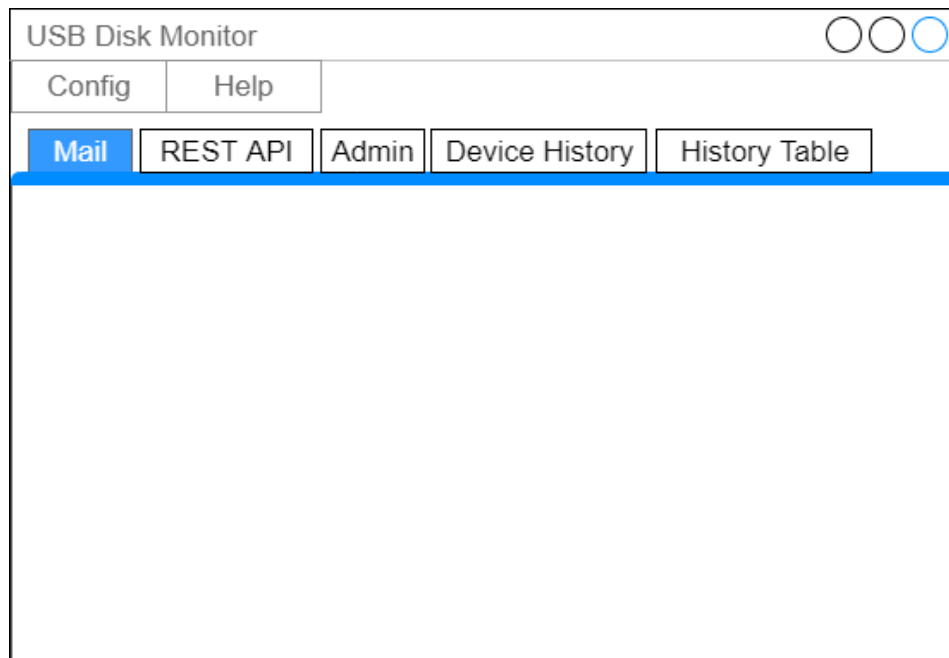
Pom.xml – konfiguračný súbor maven.



Obrázok 22 Štruktúra programu

3.5 Návrh GUI programu

Pre konfiguráciu programu a jeho správu prípadne prezeranie histórie pripojených zariadení je navrhované grafické zobrazenie. Úlohou grafického zobrazenia je zvýšiť komfort používania programu a zjednodušiť jeho nastavenie. Taktiež užívateľovi poskytuje náhľad na funkcie programu a ich popis v nápovede Help.



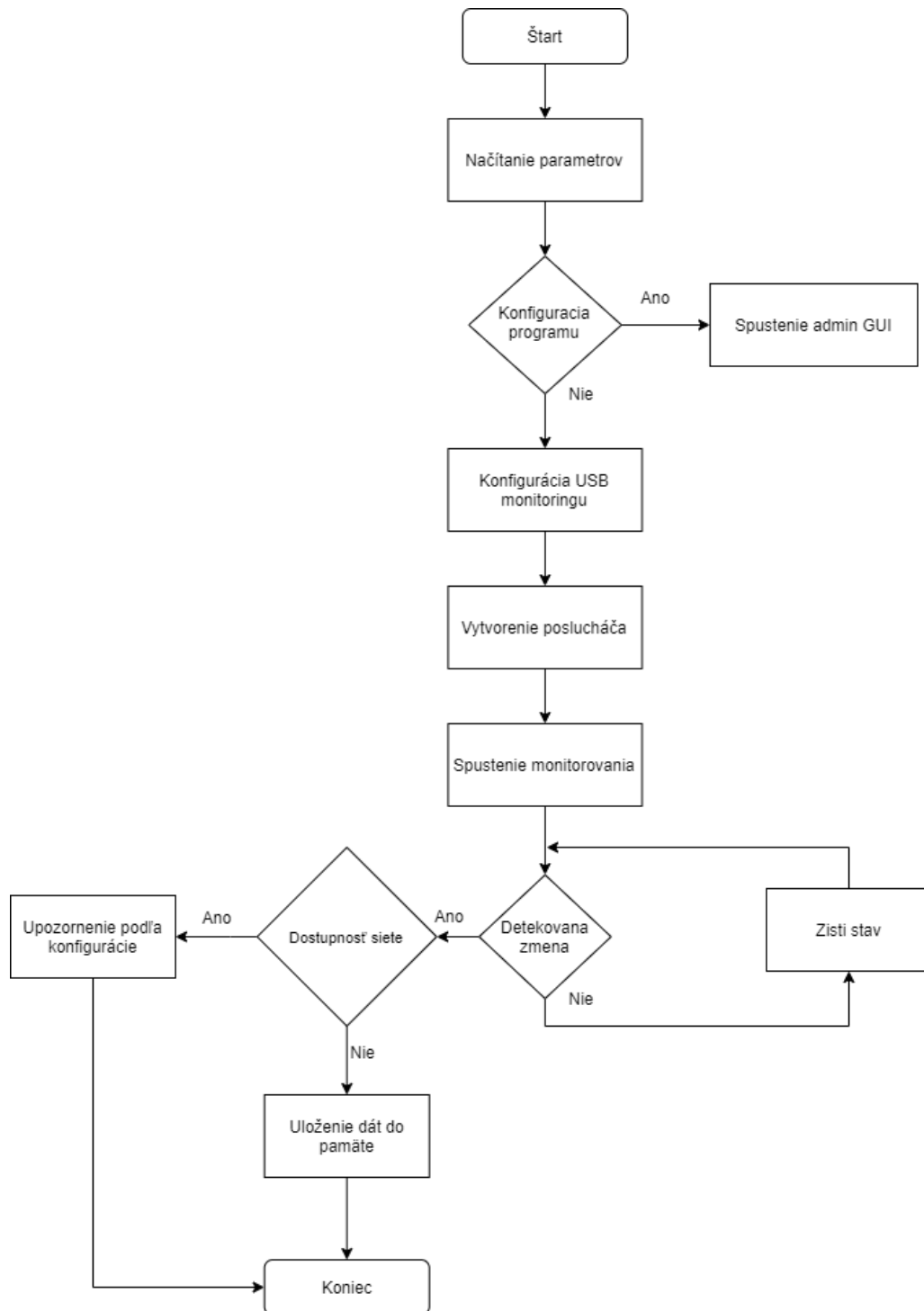
Obrázok 23 Návrh grafického zobrazenia – správca

Grafické rozhranie je tvorené lištou menu v hornej časti obrazovky, tá obsahuje nástroje pre konfiguráciu a nápovedu - pomocník.

Aktívna časť programu je tvorená pomocou prepínacích tabov, ktoré sú rozdelené do kategórii podľa funkcií. Užívateľ prepínaním medzi tabmi má k dispozícii funkcie viazane k názvu tabu.

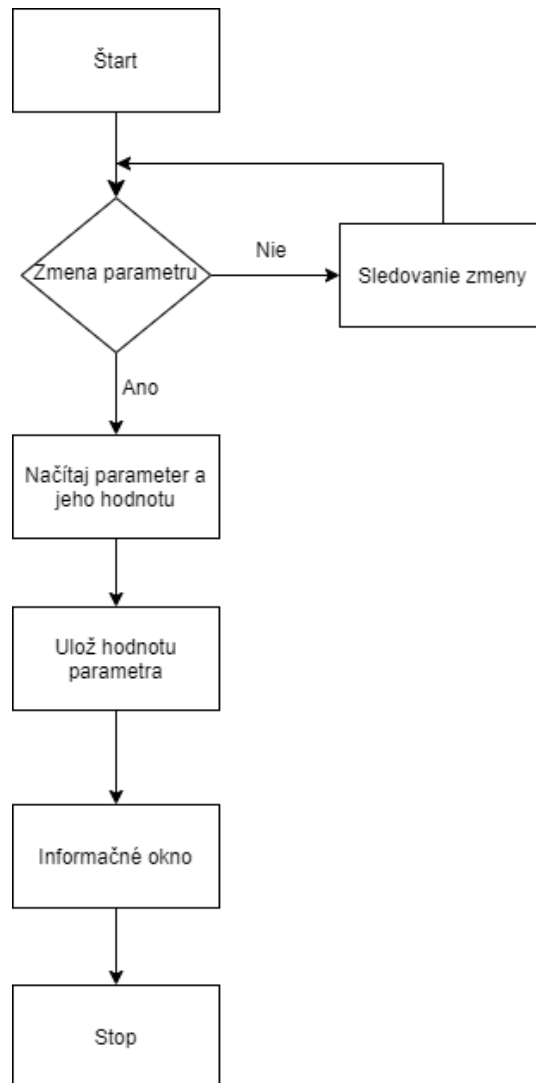
3.6 Vývojové diagramy

Nasledující kapitola popisuje vývojové diagramy, které přibližují logiku jednotlivých částí programu.



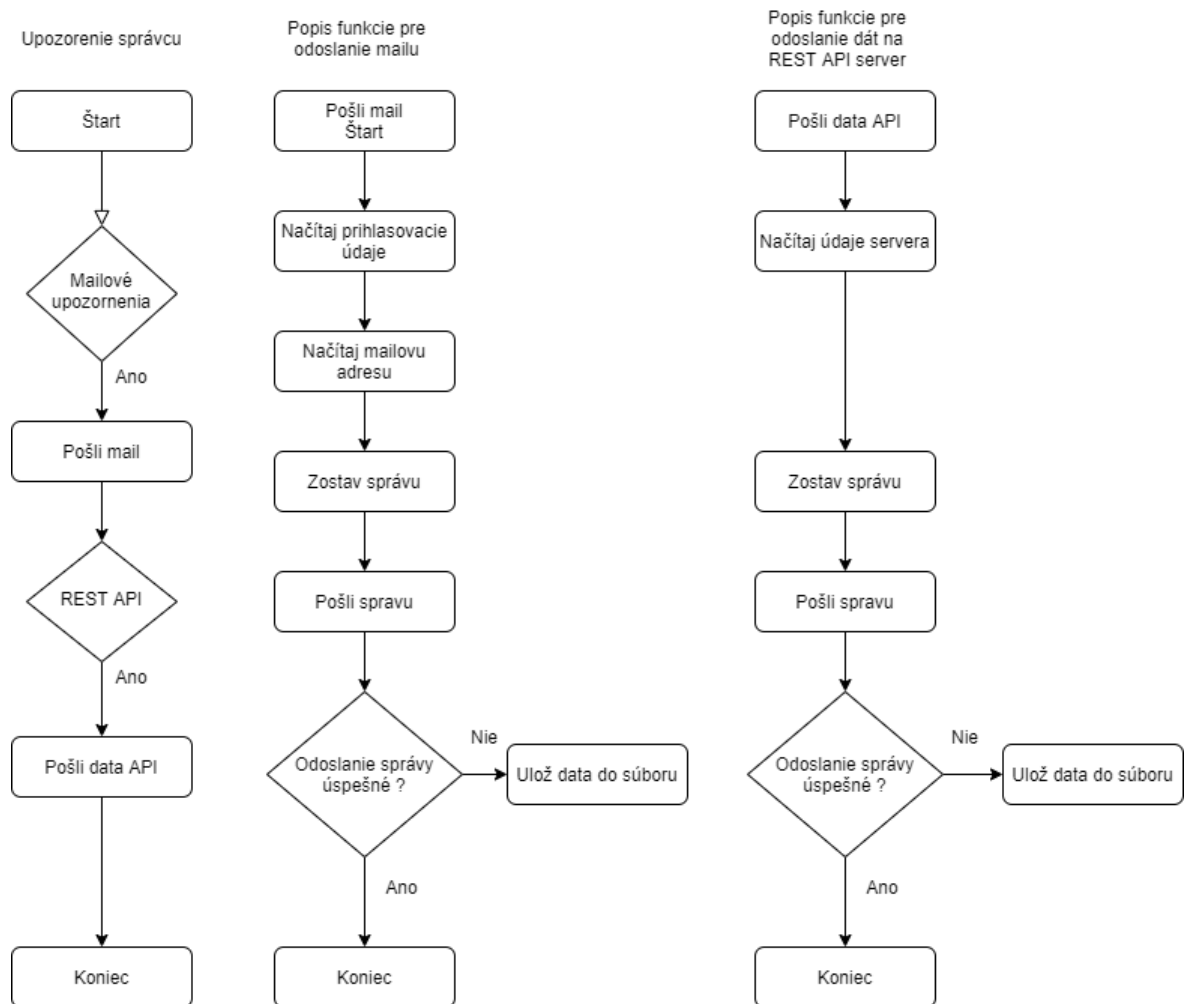
Obrázok 24 Hlavná časť programu

Vývojový diagram pre uloženie nastavení



Obrázok 25 Uloženie užívateľských nastavení

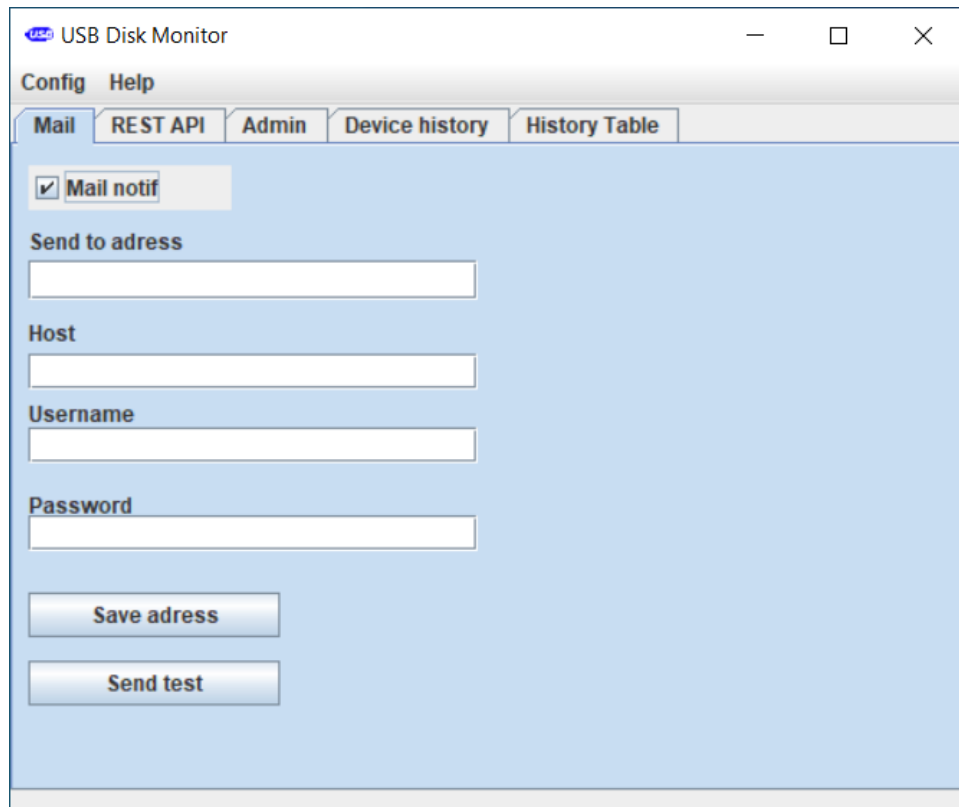
Vývojový diagram pre proces posielanie mailu



Obrázok 26 Vývojové diagramy hlavných funkcií

3.7 Konfigurácia programu

Pre konfiguráciu a nastavenie programu je vytvorené správcovské rozhranie. Rozhranie je tvorené GUI aplikáciou lokalizovanom v anglickom jazyku. Konfiguračné rozhranie



Obrázok 27 Konfigurácia programu

umožňuje správcovi efektívne a rýchlo nastaviť program podľa aktuálnych potrieb. Výhodou je taktiež možnosť exportovania alebo importovania nastavení. V prípade potreby je možné vyvolať nápovedu - Help a prečítať si stručný návod o jednotlivých nastaveniach.

Spustenie konfigurácie:

konfiguráciu programu je možné spustiť pomocou parametru `-settings` alebo `--s`.

Príklad: `java -jar C:\Program\USBDiskMonitor.jar -settings`

`java -jar C:\Program\USBDiskMonitor.jar --s`

Pri spustení programu s parametrom pre nastavenie bude užívateľ vyzvaný k zadaniu hesla, zadaním správneho hesla je spustené konfiguračné rozhranie, zadaním zlého hesla je program ukončený.

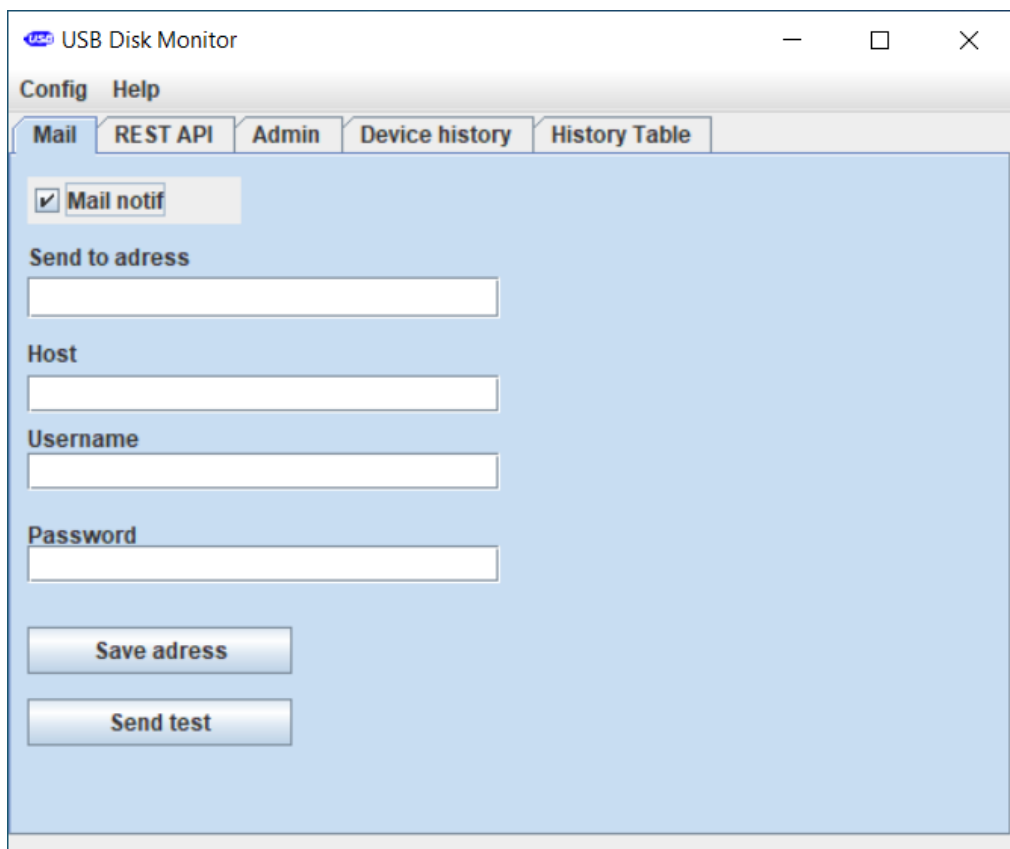
Predvolené heslo je admin

Heslo je možné nastaviť v rozhraní. Predvolené heslo je admin.

3.7.1 Nastavenie mailu

Nastavenie upozornení prostredníctvom mailovej správy, ktorá upozorní správcu pri pripojení alebo odpojení USB disku.

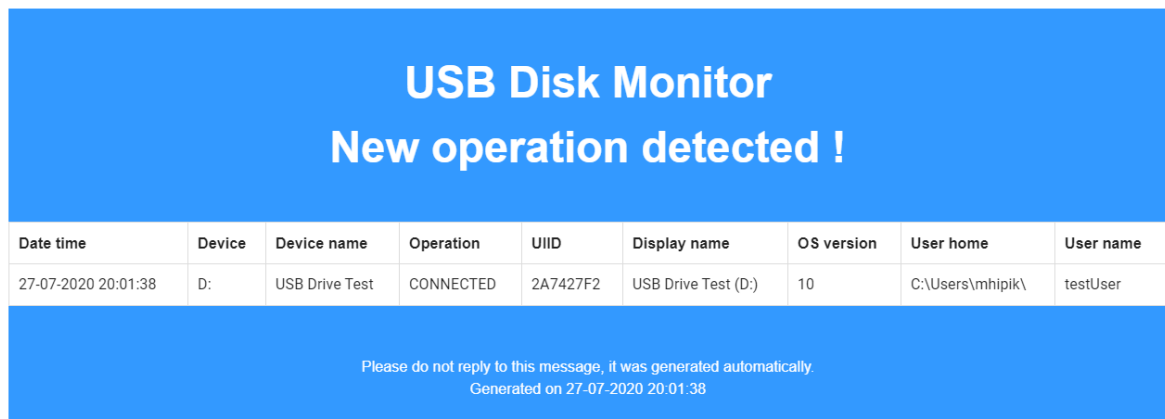
Pre nastavenie je potrebné najskôr funkciu aktivovať. Po aktivovaní je možné pridať adresu, na ktorú bude upozornenie zaslané - pole Send to adress. Taktiež je potrebné zadať informácie o uče, z ktorého budú údaje odoslané a informácie o serveri. Pre využitie funkcie je potrebné pripojenie do siete Internet alebo v prípade lokálneho emailového servera je potrebné pripojenie do lokálnej siete.. Použitie je možné iba v prípade deaktivácie dvojfázového overenia na strane mailového serveru. Program využíva prenos správy cez protokol SMTP - simple mail transfer protocol, s použitím autentifikácie menom a heslom.



The image shows a screenshot of the 'USB Disk Monitor' application window. The window title is 'USB Disk Monitor' and it has standard Windows window controls (minimize, maximize, close). Below the title bar, there are menu options 'Config' and 'Help'. A tabbed interface is visible with tabs for 'Mail', 'REST API', 'Admin', 'Device history', and 'History Table'. The 'Mail' tab is selected. Inside the 'Mail' tab, there is a checkbox labeled 'Mail notif' which is checked. Below this, there are four text input fields: 'Send to adress', 'Host', 'Username', and 'Password'. At the bottom of the configuration area, there are two buttons: 'Save adress' and 'Send test'.

Obrázok 28 Nastavenie upozornenia Mail

Príklad mailovej správy poslanej systémom:



Obrázok 29 Príklad mailovej správy

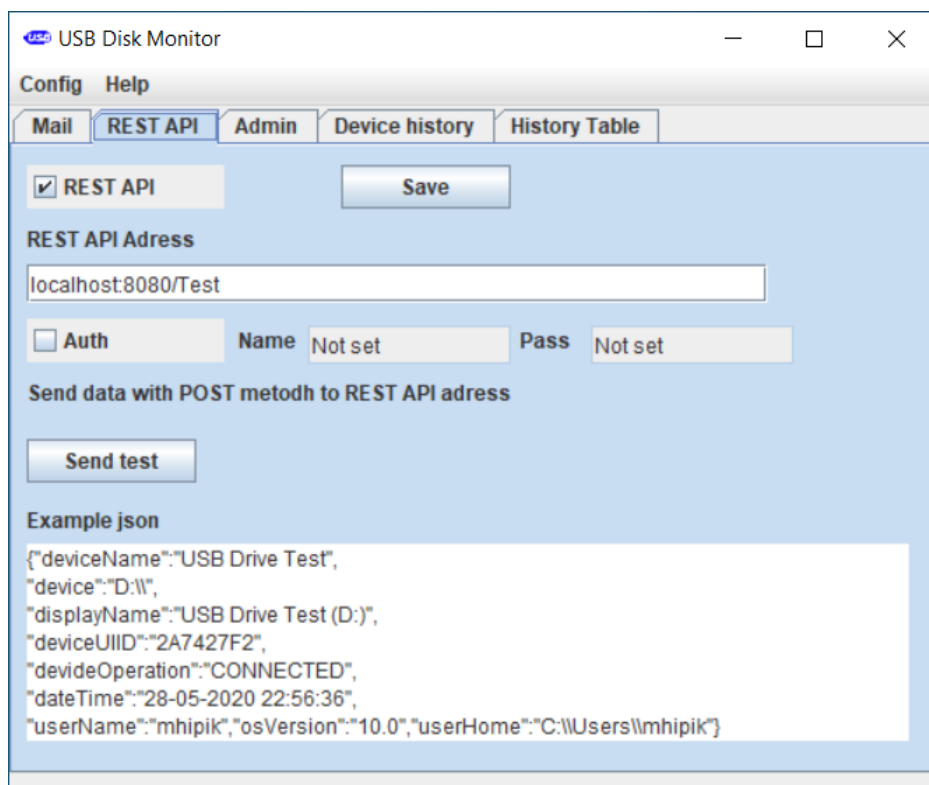
3.7.2 Nastavenie Rest API

REST je alternatíva k metódam ako SOAP (Simple Object Access Protocol) a WSDL (Web Services Description Language). REST je architektúra rozhrania orientovaná dátovo, je urečný pre jednotný a jednoduchý prístup k zdrojom. Využitím protokolu http je možné zabezpečiť prenos dát z aplikácie na server, kde môžu byť ďalej spracované, záznamné alebo poskytnuté iným aplikáciám. V aplikácii je REST API využité na prenos dát na vzdialený server. Dáta sú na server odosielané pomocou metódy POST. Požiadavky HTTP POST sa používajú na vytváranie nových zdrojov.

Aplikácia posielá dáta vo formáte JSON, ide o formát pre posielanie a ukladanie údajov ide o náhradu XML. Vyznačuje sa jednoduchosťou a čitateľnosťou. Oficiálny typ internetových médií pre JSON je application/json. Názvy súborov JSON používajú príponu .json.

Aktivovanie je potrebné vykonať označením boxu REST API pre aktiváciu, následne je potrebné zadať údaje o servery kam budú dáta posielané. Nastaviť prípadné overenie.

Po nastavení je taktiež možné vykonať test odoslania správy na server, týmto je možné overiť funkčnosť a správnosť nastavení.

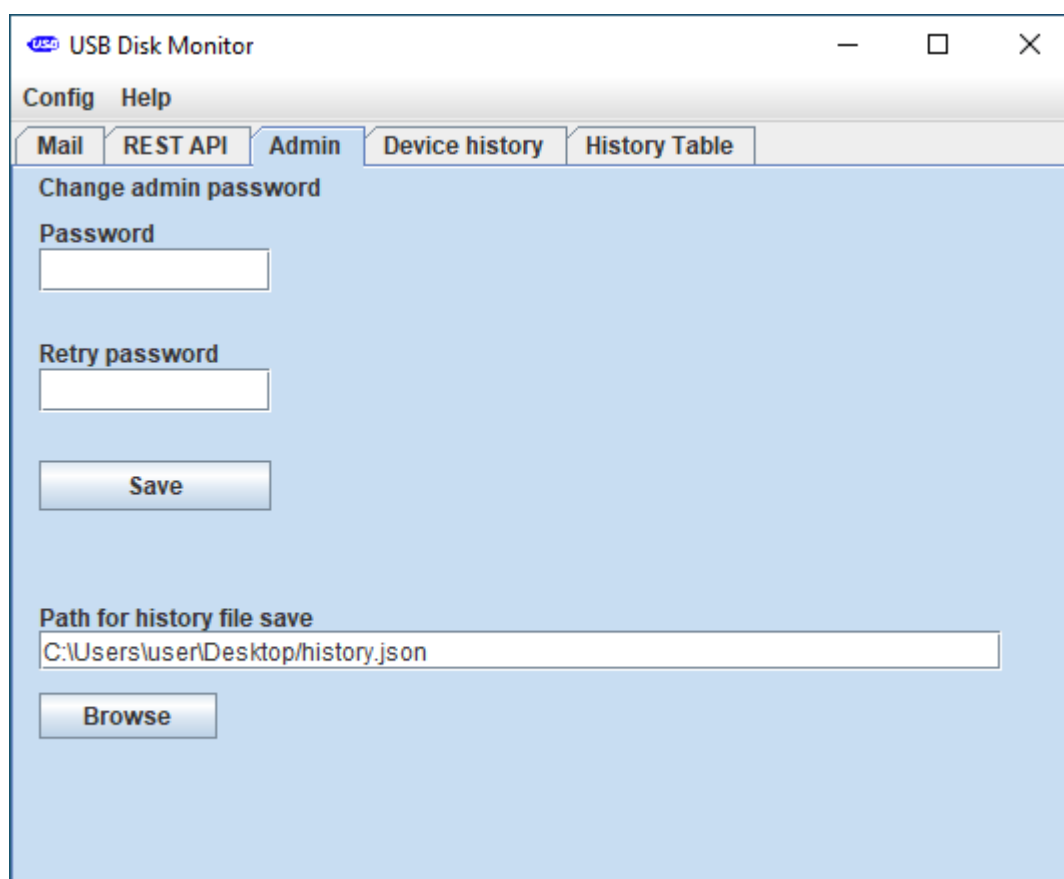


Obrázok 30 Nastavenie REST API

3.7.3 Zmena hesla a ukladanie histórie

Aplikácia ponúka možnosť zmeny hesla pre spustenie rozhrania na správu programu. Zmenu je možné vykonať na karte Admin. Zadaním nového hesla a kliknutím na uložiť. Pri ďalšom spustení programu bude vyžadované nové heslo.

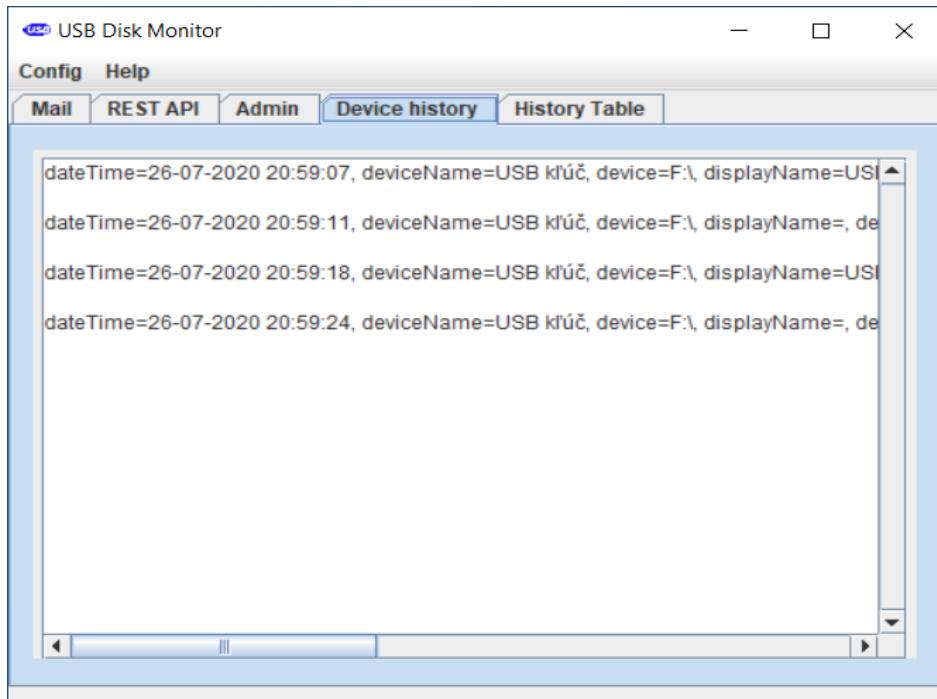
Pre ukladanie histórie zariadení do súboru je potrebná zadať platnú cestu – umiestnenie s právom pre čítanie a zápis súboru. Pomocou dialógového okna je možné vybrať zložku, kde bude vytvorený súbor history.json, kde bude program zapisovať údaje o pripojených a odpojených zariadeniach.



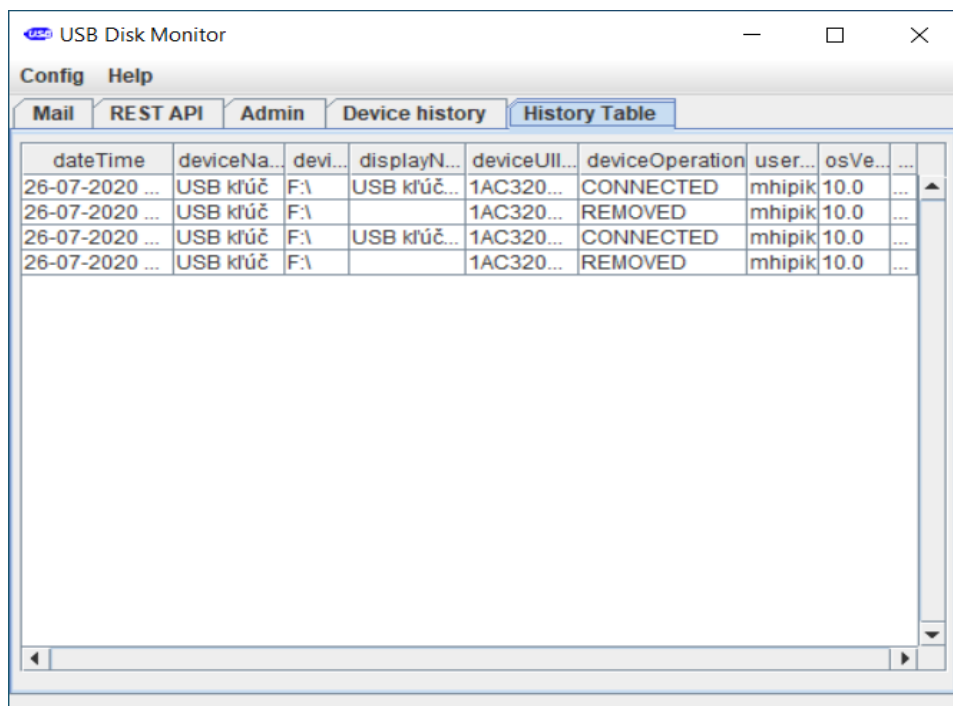
Obrázok 31 Nastavenie hesla a adresára pre uloženie histórie

3.7.4 História akcii zariadení

Históriu akcii – pripojenie alebo odpojenie zariadenia je možné prehliadať v dvoch formátoch. Prvým je textová podoba formátu JSON (Obrázok 31) a druhá je tabuľkové zobrazenie (Obrázok 32).



Obrázok 32 Textová podoba dát vo formáte JSON



The screenshot shows the 'USB Disk Monitor' application window with the 'History Table' tab selected. The data is presented in a table with the following columns and rows:

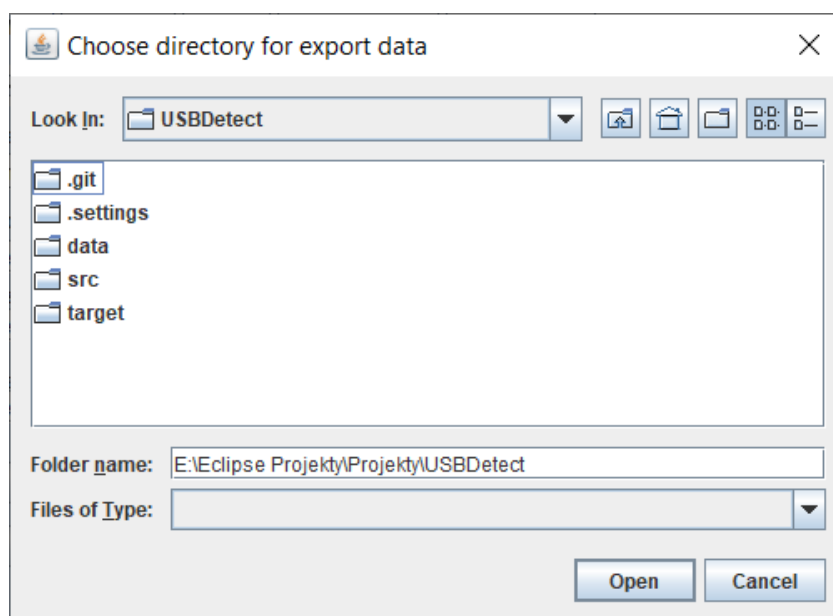
dateTime	deviceNa...	devi...	displayN...	deviceUII...	deviceOperation	user...	osVe...	...
26-07-2020 ...	USB kľúč	F:\	USB kľúč...	1AC320...	CONNECTED	mhipik	10.0	...
26-07-2020 ...	USB kľúč	F:\		1AC320...	REMOVED	mhipik	10.0	...
26-07-2020 ...	USB kľúč	F:\	USB kľúč...	1AC320...	CONNECTED	mhipik	10.0	...
26-07-2020 ...	USB kľúč	F:\		1AC320...	REMOVED	mhipik	10.0	...

Obrázok 33 Tabuľková podoba dát

3.7.5 Importovanie a exportovanie nastavení

Pre uľahčenie nastavenia programu je k dispozícii funkcia pre importovanie a exportovanie nastavení. Funkciu je možné použiť na zrýchlenie konfigurácie, ale aj pre zálohovanie nastavení.

Funkcia pre Exportovanie nastavení, exportuje nastavenia vo formáte JSON do súboru. Pre export údajov je potrebné zadať cieľovú zložku, kde bude súbor vytvorený. Pre uloženie je potrebné vybrať zložku s prístupom pre zápis dát. Po vybraní zložky bude automaticky vytvorený súbor – záloha nastavení.



Obrázok 34 Dialógové okno pre export údajov

Funkcia pre Importovanie údajov načíta súbor vo formáte JSON, overí jeho štruktúru a následne dáta uloží do programu. Potom je potrebné program reštartovať aby sa uplatnili zmeny – načítala nová konfigurácia.

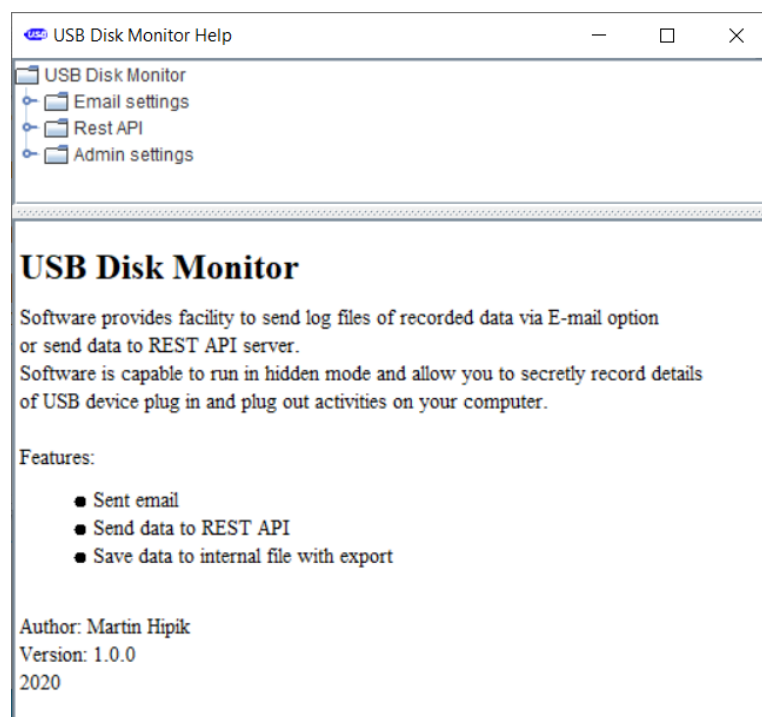
Dáta ktoré je možné importovať a exportovať:

- nastavenie mailu (aktívacia, meno, heslo, host adresa),
- nastavenie REST API (aktívacia, server, meno, heslo),
- admin heslo pre spustenie konfigurácie (heslo správcu).

3.7.6 Help

Program obsahuje integrovanú nápovedu – Help, ktorá ma umožniť používateľovi zorientovať sa v programe a získať informácie o funkciách. Nápovedu – pomocník je možné vyvolať kliknutím na hornú lištu tlačidlo Help. Slúži ako malý textový slovník pre pomoc pri nastavovaní. Ide o príučku, kde je možné sa dozvedieť spôsob akým je možné program ovládať, čo poskytuje a význam jednotlivých parametrov.

Obsahuje stromovú štruktúru radenú do hlavných kategórii podľa programu. Jednotlivé vetvy potom obsahujú popis danej funkcie a popis parametrov.

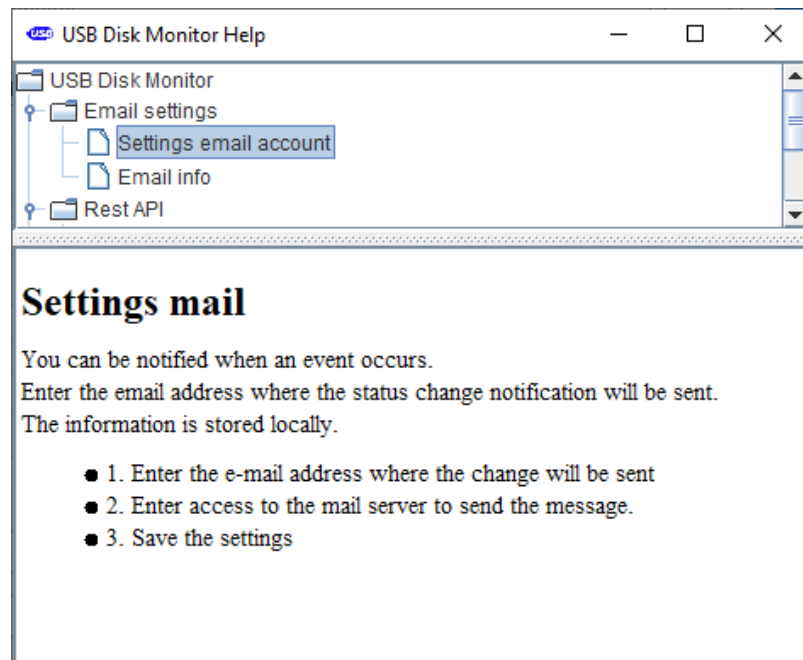


Obrázok 35 Náhľad na nápovedu - pomocníka

Nápovedá obsahuje popis k nastaveniu mailového klienta – teda upozornenie na akciu pomocou správy poslanej zadanú mailovú adresu.

Ďalej je popísané použiť REST API komunikácie, jej nastavenie a vysvetlenie jednotlivých parametrov, ktoré je možné nastaviť.

Postup pri zmene hesla pre správcu programu.



Obrázok 36 Nápoveda pre nastavenie mailu

4 TESTOVANIE

Základné testovanie programu spočívalo v testoch funkčnosti, test funkčnosti grafického prostredia programu a test programu.

Testovanie aplikácie na rôznych platformách ma za účel overiť spravenie sa programu a jeho výstupy. Testovanie bolo nasledovné. Inštalácia potrebných programov pre spustenie. Spustenie programu a jeho konfigurácia. Následne testovanie pripojenia USB disku, odpojenie, ďalej kontrola prijatej mailovej správy, kontrola Rest API servera a prijatých dát.

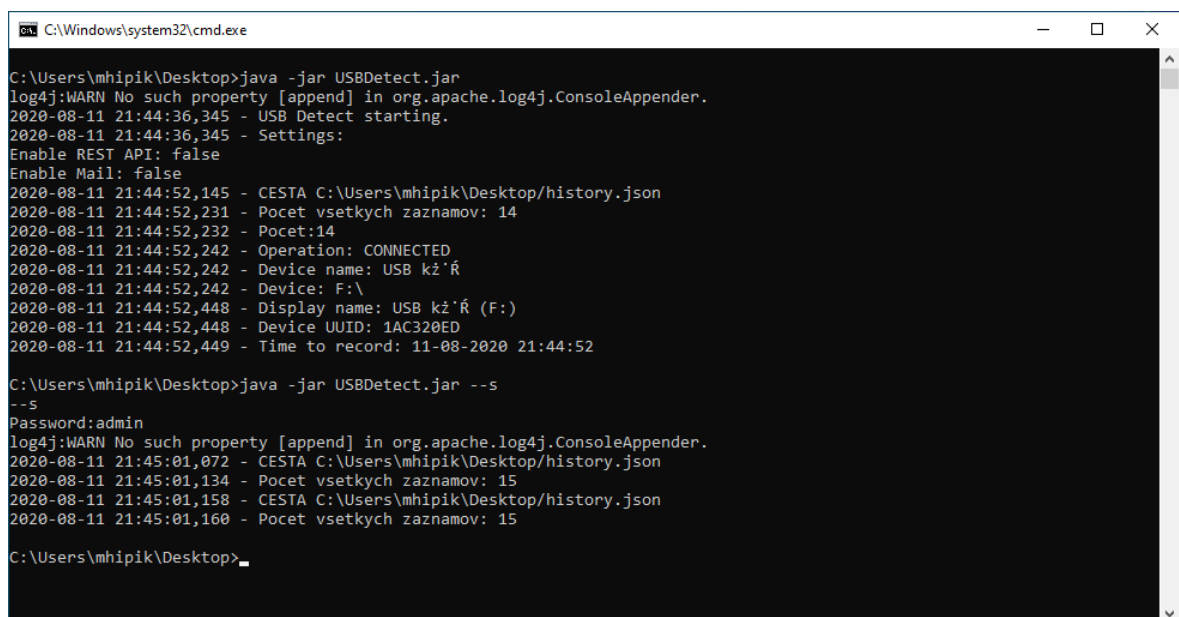
4.1 Platforma Windows

Testovanie pripojenia a odpojenia vymeniteľných médií USB flash diskov, externých HDD pre systém Windows, použitý operačný systém Windows 10.

Inštalácia prostredia JAVA pre beh aplikácií na platforme Windows, pomocou inštaláčného exe súboru. Spustenie aplikácia ako spustiteľný .jar súbor. Testovanie spustenia aplikácie ako .exe súbor vytvorený nástrojom Launch4j [15]

Program spoľahlivo detegoval pripojené zariadenia a upozornil na prítomnosť pomocou nastavenej metódy.

Spustenie ako konzolová aplikácia:



```
C:\Windows\system32\cmd.exe
C:\Users\mhipik\Desktop>java -jar USBDetect.jar
log4j:WARN No such property [append] in org.apache.log4j.ConsoleAppender.
2020-08-11 21:44:36,345 - USB Detect starting.
2020-08-11 21:44:36,345 - Settings:
Enable REST API: false
Enable Mail: false
2020-08-11 21:44:52,145 - CESTA C:\Users\mhipik\Desktop\history.json
2020-08-11 21:44:52,231 - Pocet vsetkych zaznamov: 14
2020-08-11 21:44:52,232 - Pocet:14
2020-08-11 21:44:52,242 - Operation: CONNECTED
2020-08-11 21:44:52,242 - Device name: USB kž'R
2020-08-11 21:44:52,242 - Device: F:\
2020-08-11 21:44:52,448 - Display name: USB kž'R (F:)
2020-08-11 21:44:52,448 - Device UUID: 1AC320ED
2020-08-11 21:44:52,449 - Time to record: 11-08-2020 21:44:52

C:\Users\mhipik\Desktop>java -jar USBDetect.jar --s
--s
Password:admin
log4j:WARN No such property [append] in org.apache.log4j.ConsoleAppender.
2020-08-11 21:45:01,072 - CESTA C:\Users\mhipik\Desktop\history.json
2020-08-11 21:45:01,134 - Pocet vsetkych zaznamov: 15
2020-08-11 21:45:01,158 - CESTA C:\Users\mhipik\Desktop\history.json
2020-08-11 21:45:01,160 - Pocet vsetkych zaznamov: 15

C:\Users\mhipik\Desktop>_
```

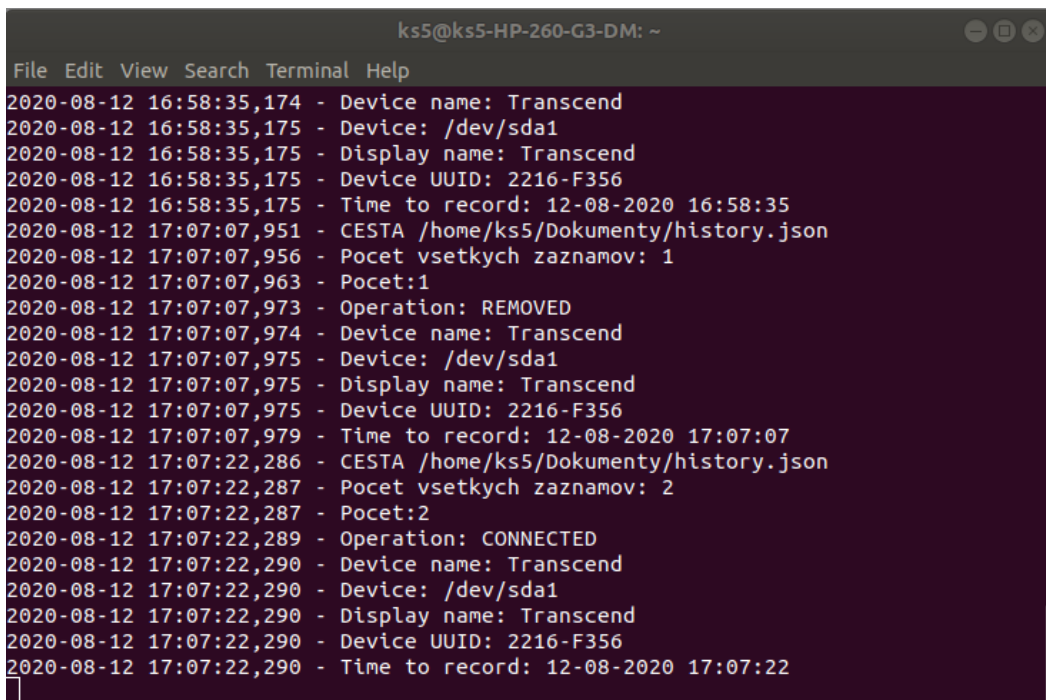
Obrázok 37 Spustenie programu v prostredí Windows

4.2 Platforma Linux

Testovanie pripojenia a odpojenia vymeniteľných médií USB flash diskov, externých HDD pre systém Linux, použitý operačný systém Ubuntu 18.04.

Inštalácia prostredia JAVA potrebného pre beh programu pomocou príkazu *sudo apt-get install default-jre* systém nainštaluje openjdk 11.0.6.

Program spoľahlivo detegoval pripojené zariadenia a upozornil na prítomnosť pomocou nastavenej metódy. Pre ukladanie histórie je potrebné zabezpečiť potrebné povolenia pre zápis súboru.



```
ks5@ks5-HP-260-G3-DM: ~  
File Edit View Search Terminal Help  
2020-08-12 16:58:35,174 - Device name: Transcend  
2020-08-12 16:58:35,175 - Device: /dev/sda1  
2020-08-12 16:58:35,175 - Display name: Transcend  
2020-08-12 16:58:35,175 - Device UUID: 2216-F356  
2020-08-12 16:58:35,175 - Time to record: 12-08-2020 16:58:35  
2020-08-12 17:07:07,951 - CESTA /home/ks5/Dokumenty/history.json  
2020-08-12 17:07:07,956 - Pocet vsetkych zaznamov: 1  
2020-08-12 17:07:07,963 - Pocet:1  
2020-08-12 17:07:07,973 - Operation: REMOVED  
2020-08-12 17:07:07,974 - Device name: Transcend  
2020-08-12 17:07:07,975 - Device: /dev/sda1  
2020-08-12 17:07:07,975 - Display name: Transcend  
2020-08-12 17:07:07,975 - Device UUID: 2216-F356  
2020-08-12 17:07:07,979 - Time to record: 12-08-2020 17:07:07  
2020-08-12 17:07:22,286 - CESTA /home/ks5/Dokumenty/history.json  
2020-08-12 17:07:22,287 - Pocet vsetkych zaznamov: 2  
2020-08-12 17:07:22,287 - Pocet:2  
2020-08-12 17:07:22,289 - Operation: CONNECTED  
2020-08-12 17:07:22,290 - Device name: Transcend  
2020-08-12 17:07:22,290 - Device: /dev/sda1  
2020-08-12 17:07:22,290 - Display name: Transcend  
2020-08-12 17:07:22,290 - Device UUID: 2216-F356  
2020-08-12 17:07:22,290 - Time to record: 12-08-2020 17:07:22
```

Obrázok 38 Spustenie programu v prostredí Ubuntu

4.3 Platforma MAC

Operačný systém MAC OS nebol k dispozícii, žiaľ nebolo možné vykonať na tejto platforme testy, ktoré by potvrdzovali funkčnosť a správnosť programu.

ZÁVĚR

Cieľom práce bol softvér , ktorý bude slúžiť pre monitorovanie USB portov predovšetkým na počítači. V prvej časti som priblížil zbernicu USB, jej historický vývoj, špecifikácie jednotlivých verzii a zariadenia, ktoré je možné na zbernicu pripojiť. Venoval som sa aj náhľadu na komunikáciu po zbernici. Priblíženie jednotlivých paketov, ktoré zbernica využíva a dátový tok, ktorý prebieha na zbernici.

Ďalším dôležitým blokom je prehľad dostupných riešení pre monitorovanie USB portov na počítači. Snažil som sa vybrať produkty, ktoré sa nachádzajú na trhu a porovnať ich medzi sebou. Výber bol od viacúčelových softvérov po konkrétne zameranie, ktoré je podobné mojej aplikácii. Priblížiť ich výhody a nevýhody. Avšak v tomto smere je potrebné vybrať vzhľadom na konkrétnu aplikáciu, kde bude softvér použitý, prípadne čo všetko sa očakáva od softvéru alebo možnosť jeho hromadného nasadenia a správy.

Posledným blokom práce je návrh vlastného riešenia na monitorovanie USB portov. Pri svojom návrhu riešenia som bol motivovaný, aby výsledný program dosahoval jednoduchosť a účelnosť. Dbal som na to, aby ho bolo možné jednoducho použiť a obsluhovať. Očakávam, že nájde hlavne použitie v menších firmách, prípadne spoločnostiach, ktorých finančný balík na kúpu sofistikovanejšieho softvéru presahuje ich možnosti. Návrh aplikácie je cielený, aby dosahoval použiteľných výsledkov a taktiež obsahoval funkcie, ktoré je možno jednoducho a okamžite použiť. Keďže niektoré podobné riešenia využívajú už vybudovanú centrálnu správu, moje riešenie je nezávislé a individuálne nasaditeľné na stroji, čím z neho činí nástroj vhodný aj na samostatné systémy. Navrhovaný softvér využíva dostupné knižnice, ktoré obsahuje prostredie JAVA JRE, externé knižnice sú importované pomocou Maven repozitárov. Knižnice boli použité pre komunikáciu s mailovými servermi a taktiež knižnica pre komunikáciu cez protokol http. Dokumentácia k jednotlivým funkciám programu sa nachádza priamo v kóde, použitím JAVA Doc anotácii. Do budúcnosti je samozrejme možné v prípade potreby alebo požiadavky rozšírenie o FTP pripojenia pre uloženie dát, alebo pridanie možnosti centrálnej konfigurácie. Práca ma obohatila o nové skúsenosti v oblasti vymeniteľných médií, získal som skúsenosti v oblasti správy a monitorovanie USB zariadení.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] POLISHUK, Dr. Paul. 1394 Monthly Newsletter. 1394 Monthly Newsletter [online]. 1994, April 1998(4), 7-8 [cit. 2020-01-06]. ISSN 1097-1742. Dostupné z: <https://books.google.sk/books?id=fRvbxgH4wmsC&lpg=PA7&hl=sk&pg=PA7#v=onepage&q&f=false>
- [2] USB. USB-IF [online]. [cit. 2020-01-06]. Dostupné z: <https://www.usb.org>
- [3] The Universal Serial Bus : How it Works and What it Does. Geoffknagge [online]. [cit. 2020-02-25]. Dostupné z: <https://www.geoffknagge.com/uni/elec101/essay.shtml>
- [4] How to transfer data to USB isochronous endpoints. Microsoft [online]. [cit. 2020-02-25]. Dostupné z: <https://docs.microsoft.com/en-us/windows-hardware/drivers/usbcon/transfer-data-to-isochronous-endpoints>
- [5] How to send a USB interrupt transfer request (UWP app). Microsoft [online]. [cit. 2020-02-25]. Dostupné z: <https://docs.microsoft.com/en-us/windows-hardware/drivers/usbcon/how-to-send-a-usb-interrupt-transfer--uwp-app>
- [6] How to send USB bulk transfer requests. Microsoft [online]. [cit. 2020-02-25]. Dostupné z: <https://docs.microsoft.com/en-us/windows-hardware/drivers/usbcon/usb-bulk-and-interrupt-transfer>
- [7] Monitor the use of removable storage devices. Microsoft [online]. 2017 [cit. 2020-02-25]. Dostupné z: <https://docs.microsoft.com/en-us/windows/security/threat-protection/auditing/monitor-the-use-of-removable-storage-devices>
- [8] EventTracker: Removable Media Device Monitoring [online]. EventTracker, 2011, 21.12.2011 [cit. 2020-02-26]. Dostupné z: <https://www.eventtracker.com/Eventtracker/media/Eventtracker/files/support-docs/How-to-Monitor-Removable-Media.pdf>
- [9] Eset. Eset [online]. [cit. 2020-03-16]. Dostupné z: <https://www.eset.com/sk/firemna-it-bezpecnost/ochrana-endpoint-zariadeni/>
- [10] DRPU USB Data Theft Protection Software [online]. [cit. 2020-06-29]. Dostupné z: <https://www.drpusoftware.com/drpusoft/usb-theft-protection.html>
- [11] OkHttp 4.8.0 [online]. [cit. 2020-07-25]. Dostupné z: <https://square.github.io/okhttp/>
- [12] Gson [online]. [cit. 2020-07-25]. Dostupné z: <https://github.com/google/gson>

-
- [13] Apache Log4j 2 [online]. [cit. 2020-07-25]. Dostupné z: <https://logging.apache.org/log4j/2.x/>
- [14] USB Drive Detector [online]. [cit. 2020-05-29]. Dostupné z: <https://github.com/samuelcampos/usbdrivedetector>
- [15] Launch4j [online]. [cit. 2020-07-25]. Dostupné z: <http://launch4j.sourceforge.net>

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

LPT	Paralelný port
USB-IF	Organizácia pre správu špecifikácie USB zbernice
HDD	Pevný disk
W	Watt
MIT	Slobodná licencia
REST	Representational State Transfer
HTTP	Hypertext Transfer Protocol
HTTPS	Hypertext Transfer Protocol Secure
GUI	Grafické používateľské rozhranie
API	Rozhranie pre programovanie aplikácií
Open-source	Licencia, ktorá umožňuje študovanie, používanie, vkladanie a vylepšenie zdrojového kódu
MIT	Slobodná softvérová licencia, umožňuje kopírovať, používať a modifikovať program
IRQ	Požiadavka na prerušenie
XML	Rozšíriteľný značkovací jazyk

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázok 1 Paralelný port, Sériový port	10
Obrázok 2 Logo USB	11
Obrázok 3 Logo USB 1.0 [2].....	11
Obrázok 4 Logo USB 2.0 [2].....	12
Obrázok 5 Logo USB 3.0 [2].....	12
Obrázok 6 Logo USB 3.1 GEN 3 [2].....	13
Obrázok 7 Typy USB konektoru	16
Obrázok 8 V ľavo USB Flash disk, v pravo prenosný HDD disk	17
Obrázok 9 USB HUB pre pripojenie 4 zariadení	18
Obrázok 10 Topológia USB zbernice	19
Obrázok 11 Sériový prenos.....	21
Obrázok 12 Dátový paket USB	21
Obrázok 13 Prehľad zachytených dát na USB zbernici.....	22
Obrázok 14 Aktivácia v bezpečnostnej politike Windows	24
Obrázok 15 Náhľad na históriu udalostí v Event Viewer.....	25
Obrázok 16 Nastavenie pravidiel.....	26
Obrázok 17 Možnosti nastavenia pravidiel	27
Obrázok 18 Konfigurácia programu DRPU, nastavenie emailových notifikácií	28
Obrázok 19 Prehľad histórie akcií	29
Obrázok 20 Spracovanie kódu v jazyku Java	34
Obrázok 21 Schéma programu	35
Obrázok 22 Štruktúra programu	37
Obrázok 23 Návrh grafického zobrazenia – správca	38
Obrázok 24 Hlavná časť programu.....	39
Obrázok 25 Uloženie užívateľských nastavení.....	40
Obrázok 26 Vývojové diagramy hlavných funkcií.....	41
Obrázok 27 Konfigurácia programu	42
Obrázok 28 Nastavenie upozornenia Mail.....	43
Obrázok 29 Príklad mailovej správy	44
Obrázok 30 Nastavenie REST API.....	45
Obrázok 31 Nastavenie hesla a adresára pre uloženie histórie.....	46
Obrázok 32 Textová podoba dát vo formáte JSON	47
Obrázok 33 Tabuľková podoba dát	47
Obrázok 34 Dialógové okno pre export údajov	48

Obrázok 35 Náhl'ad na nápovedu - pomocníka	49
Obrázok 36 Nápoveda pre nastavenie mailu	50
Obrázok 37 Spustenie programu v prostredí Windows	51
Obrázok 38 Spustenie programu v prostredí Ubuntu	52

SEZNAM TABULEK

Tabuľka 1 Označenie USB verzii	14
--------------------------------------	----

SEZNAM PŘÍLOH

Příloha P I: CD OBSAHUJÚCE ZDROJOVÉ KÓDY, SPUSTITELNY PROGRAM