|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Лабораторија за дигиталну форензику Факултет техничких наука | | Фрушкогорска 1 21102 Нови Сад |
| 17.6.2023. | Невена Атић | Тополска 18, 11000 Београд |

**ОПИС СЛУЧАЈА**

Дана 1. 3. 2023. године, ангажовани смо од стране Богољуба Гагића из Београда, директора фирме „Муња транс“, да извршимо вештачење и сачинимо налаз и мишљење за случај тешког кривичног дела које обухвата шверц дроге. Недозвољене супстанце су заплењене у транспортном камиону регистарских ознака BG584XX, који припада фирми на чијем се челу налази Гагић. Фирма се изворно бави шпедицијом и транспортом робе и Богољуб Гагић тврди да лично није повезан са недозвољеним активностима, као и да је превоз дроге подметнут у сарадњи са неким од запослених.

Задатак вештачења је да прегледамо и анализирамо електронску опрему која укључује следеће уређаје:

− Десктоп рачунар произвођача Acer, моделa Aspire E1-571 и серијског броја 589-87VQW389FSF-3FG преузет од директора Богољуба Гагића.

− Десктоп рачунар произвођача HP, модела Pavilion G6 и серијског броја HP98-556FRWQ98DFL-258F преузет од запослене Душанке Свиларевић.

− Десктоп рачунар произвођача Toshiba, модела Satellite Pro L450 и серијског броја 897526 преузет од запосленог Павла Пандуровића.

− USB флеш меморија произвођача SanDisk, модела Cruser Force и серијског броја 0xd585e28 преузета од запосленог Павла Пандуровића.

− Мобилни телефон произвођача Google, модел Pixel 5 и серијског броја EMULATOR32X1X11X0 преузет од запослене Душанке Свиларевић.

као и мрежни саобраћај уређаја настао у периоду од 23.2.2023. до 26.2.2023. године и снимке надзорних камера (snimak\_nadzorne\_kamere\_1.mp4 и snimak\_nadzorne\_kamere\_2.mp4) без знања запослених. Сходно томе, у циљу разрешења случаја:

1. утврдити да ли је злонамерни запослени могао да дође до креденцијала за приступ веб сервису за вођење евиденције о поласцима камиона, да ли су постојале датотеке сумњивог садржаја или, пак, обрисане датотеке релевантне за истрагу
2. анализом радне меморије прикупљене са рачунара запослених пронаћи,

анализирати и документовати сумњиве команде које је корисник уносио у терминал, а које указују на коришћење стеганографских алата и алата за криптовање фајлова, партиција, дискова и доћи до датотека којима је руковао током спровођења команди. Пронађене датотеке декриптовати. На основу прикупљених доказа пронаћи фотографију у којој може бити скривени текст, извући је и анализирати. Анализирати и радну меморију Душанке Свиларевић и документовати несистемске покренуте процесе

1. анализом USB флеш меморије преузете од запосленог Павла Пандуровића утврдити њен садржај и доказати постојање инсталационе верзије програма за снимање уноса са тастатуре (енг. Keylogger). Пронаћи доказ да је USB флеш меморија била маунтована на рачунару Богољуба Гагића и да се малициозни програм за снимање уноса покреће након покретања оперативног система
2. увидом у датотеку access.log издвојити јавне IP адресе фирме „Муња транс” (и одговарајуће портове) са којих је приступано веб сервису за евидентирање полазака

Камиона, такође одредити и приватне приватне IP адресе са којих је приступано веб сервису и којим запосленима те адресе припадају

1. документовати резултате претраге везане за контекст путовања од стране Душанке и Павла, анализирати мејлове Павла Пандуровића који су везани за контекст путовања, документовати учеснике у комуникацији (њихове мејл адресе), време слања порука, садржај порука и прилоге са својим метаподацима, уколико постоје. Разјаснити да ли је постојала комуникација између њега и Душанке Свиларевић и у ком периоду. Приложити садржај електронских писама.
2. анализирати прикупљене податке са мобилног телефона од Душанке Свиларевић, њене контакте, поруке и позиве. Пронаћи SMS поруке и телефонске позиве везане за комуникацију са Павлом Пандуровићем. Анализирати комуникацију преко WhatsApp апликације и издвојити преписке које је Душанка Свиларевић размењивала и са ким. Документовати све фајлове које су размењивали
3. над пронађеним видео снимцима надзорне камере пронађеним међу доказима, применити одговарајуће операције тако да се може одредити број присутних лица на снимку и омогућити препознавање њихових лица, уколико је то могуће, као и одредити регистарске ознаке на таблици џипа
4. Анализом форензичке слике масовне меморије Павла Пандуровића пронаћи све датотеке са графичким садржајем настале као снимак екрана путем gnome-screenshot апликације и издвојити релевантне слике за истрагу

На основу задатака вештачења, дајемо следећи

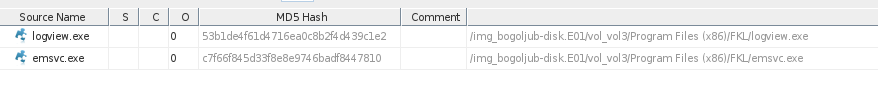
**Н а л а з**

Дана 6. 3. 2022. године у 10.30 часова, приступили смо вештачењу у просторијама Лабораторије за дигиталну форензику. Из рачунара Acer, моделa Aspire E1-571 и серијског броја 589-87VQW389FSF-3FG, извадили смо чврсти диск произвођача Seagate, модела ST1000DM010 и серијског броја 3660619402182 (у наставку чврсти диск Богољуба Гагића). Из рачунара Toshiba, модела Satellite Pro L450 и серијског броја 897526, извадили смо чбрсти диск произвођача SYNOLOGY, модела HAT5300-12T и серијског броја 4711174724130 (у наставку чврсти диск Павла Пандуровића). Из рачунара HP, модела Pavilion G6 и серијског броја HP98-556FRWQ98DFL-258F, извађен је чврсти диск произвођача Western Digital, модела WD10SPZX и серијског броја 718037845319 (у наставку чврсти диск Душанке Свиларевић).

Направили смо форензичку копију чврстих дискова помоћу алата FTK Imager верзије 3.1.2.0. Форензичка копија је копија складишта података идентична оригиналу, а алат FTK Imager служи за креирање форензичке копије складишта података.

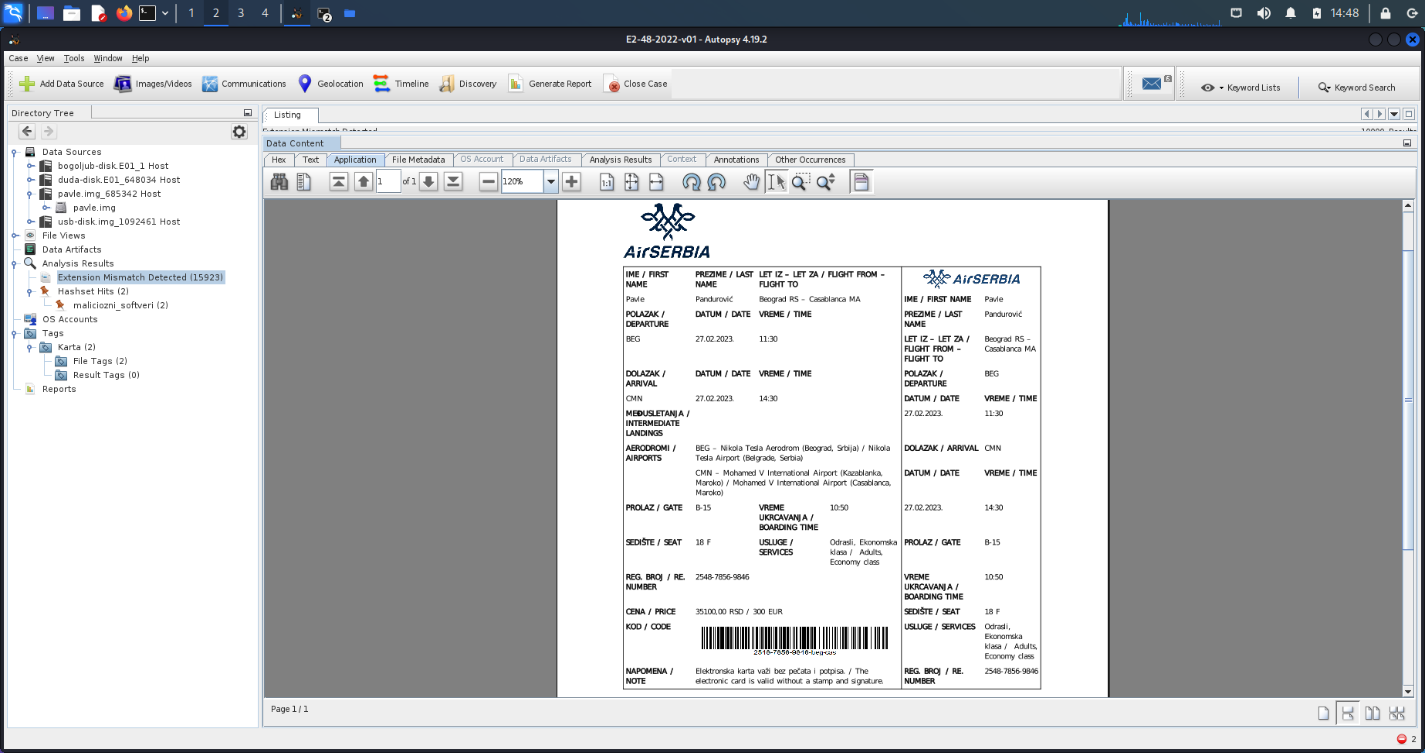
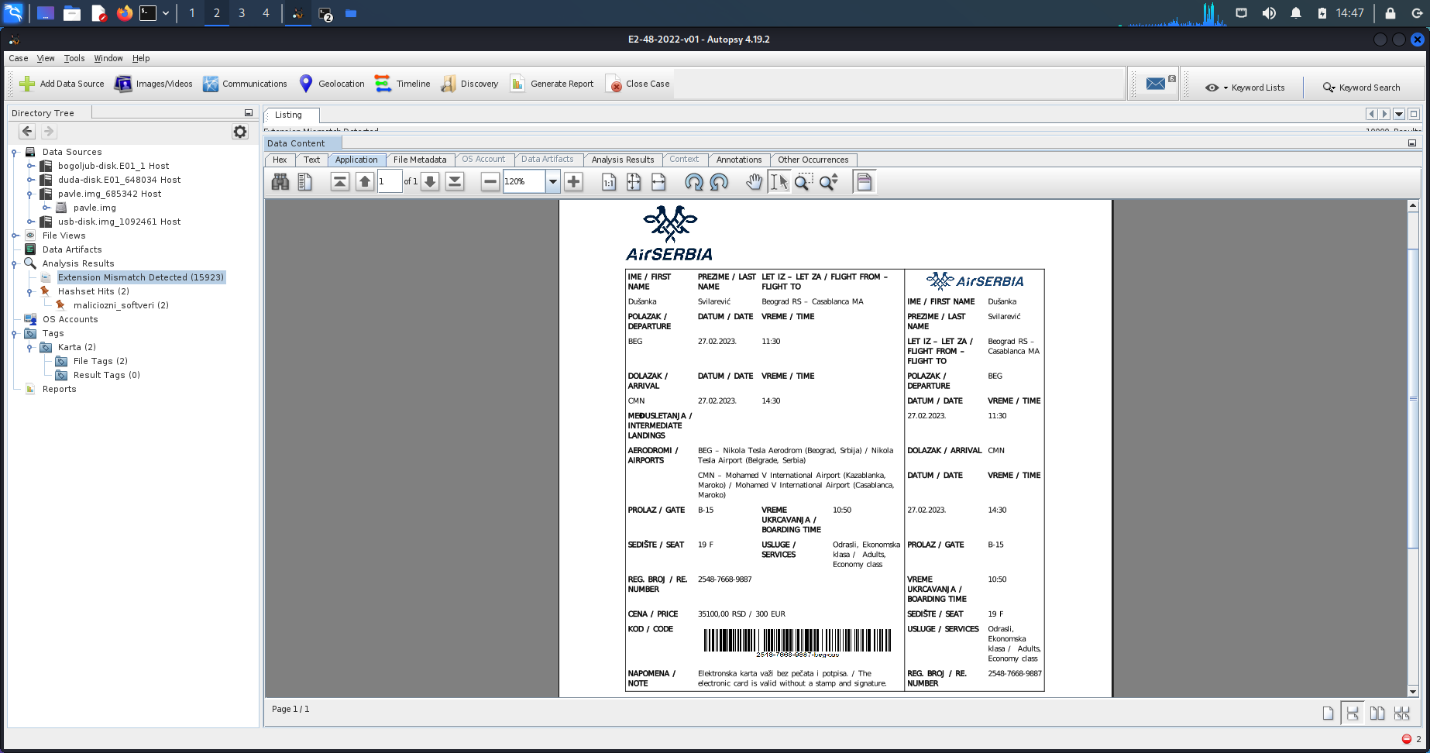
Помоћу алата Autopsy 4.19.3 извршили смо прегледање и анализу форензичких копија чврстог диска Богољуба Гагића, Павла Пандуровића и интерног складишта Душанкиног мобилног телефона. Алат Autopsy служи за прегледање и анализу форензичких копија складишта података.

Анализом чврстог диска Богољуба Гагића, применом алата Autopsy и ingest модула Hash Lookup установљено је да постоје два малициозна софтвера под називом logview.exe и emsvc.exе (Прилог 1) помоћу којих је злонамеран запослени могао да дође до креденцијала за приступ веб сервису за вођење евиденције о поласцима камиона.



Прилог 1- малициозни софтвери

Анализом чврстог диска Павла Пандуровића, пронађене су сумњиве датотеке у application/pdf формату чија екстензија не одговара датом формату, а то су фотографије под називима dddd.jpg и ssss.jpg. Фотографије заправо представљају једносмерне авионске карте на име Душанке Свиларевић и Павла Пандуровића са поласком истог датума 27.2.2023. у 11:30 на релацији BEG-CMN наведене у Прилогу 2. За овај проналазак коришћен је модул под називом Extension Mismatch Detector.



Прилог 2 – датотеке dddd.jpg и ssss.jpg којима је формат промењен

Користећи програм Foremost који представља форензички програм за опоравак изгубљених датотека на основу њихових заглавља, подножја и интерних структура података, пронађене су обрисане датотеке сумњвог садржаја у jpg формату од 100 до 150 KiB са чврстог диска извађеног из кућишта Павла Пандуровића које су дате у Прилогу 3.







Прилог 3 – обрисане фотографије

Рам меморија са рачунара запосленог Павла Пандуровића на ком је подигнут Ubuntu 14.04 оперативни систем, прикупљена је помоћу AVML алата. AVML је X86\_64 кориснички алат за прикупљање радне меморије. AVML се може користити за прикупљање меморије без неопходног познавања циљне ОС дистрибуције или кернела.

Помоћу алата Volatility Foundation 2.6 извршили смо прегледање радне меморије Павла Пандуровића. Volatility Foundation представља софтверски алат отвореног изворног кода за прегледање и анализу радне меморије који је развила независна и непрофитна организација The Volatility Foundation.

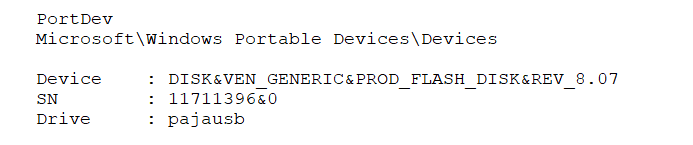
Како је подигнут Ubuntu оперативни систем на његовом рачунару, било је неопходно укључити предложени профил као LinuxLinux\_4\_4\_0-142-genericx64. Прегледањем форензичке слике и након примењеног linux\_pslist плагина, анализом добијених резултата откривено је да су постојале две апликације за директну комуникацију које су инсталиране и то су Тhunder bird и whatsАpp. Такође, применом linux\_bash плагина сазнали смо списак команди које су уношене. Детаљном анализом свих команди које су уношене преко терминала, издвојиле су се као сумњиве **инсталације** **steghide** алата која омогућава сакривање поверљивих података у слици или аудио фајлу, **cryptsetup** алата за енкриптовање података на Линуксу, као и **ccrypt** алаткомандне линије за енкрипцију и декрипцију података који је врло једноставан за коришћење. Пронађене су и команде које су извршене над датотекама како би се сакрили одређени подаци применом стеганографских метода. Датотеке којима је руковано током спровођења комади су *porodicnoblago*.*png* и *knjiga.jpeg* у које је сакривена идентична информација*.*

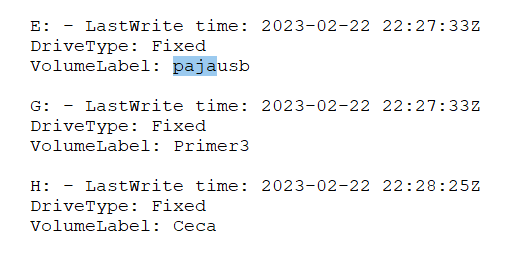
Декриптовањем ових датотека установљено је да информација коју скрива   
највероватније представља план са описом, локацијом утовара и истовара, време поласка и време трајања вожње, као и име возача. Такође, на чврстом диску Павла Пандуровића пронађена је и криптована датотека под називом **adresa.cpt** у којој је скривена информација о адреси хотела у Мароку. Адреса је Hôtel Casablanca, 02 Blvd Mohamed Diouri, Sidi Belyout, 20250 Casablanca, Morocco.

За прављење копије података са USB флеш меморија произвођача SanDisk, модела Cruser Force и серијског броја 0xd585e28 (у наставку USB флеш меморија) коришћен је FTK Imager.

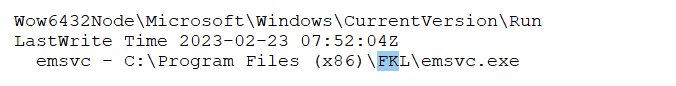
Алат који се најчешће користи за анализу артифаката оперативног система Windows је RegRipper. Алат RegRipper 3.0 представља парсер датотека са кошницама регистра. Типови датотека са кошницама које може да парсира су SAM (Security Accounts Manager), SECURITY, SYSTEM, SOFTWARE и NTUSER.DAT. Помоћу категорија скрипти алата RegRipper смо били у могућности да прикажемо информације о инсталираним програмима, мрежној конфигурацији, екстерним складиштима, периферним уређајима и информацијама о извршеним програмима.

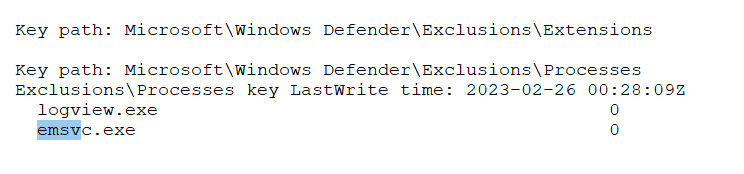
Анализом флеш меморије Павла Пандуровића установљено је да је постојао софтвер **fk\_install.exe** за снимање уноса са тастатуре. Поред тога, применом алата RegRipper над кошницом System извезеном са чврстог диска Богољуба Гагића, пронађен је доказ да је USB флеш меморија, која припада Павлу Пандуровићу, била маунтована на рачунару Богољуба Гагића, а такође пронађено је и да се малициозни софтвер покреће аутоматски након покретања рачунара (Прилог 4 и 5).





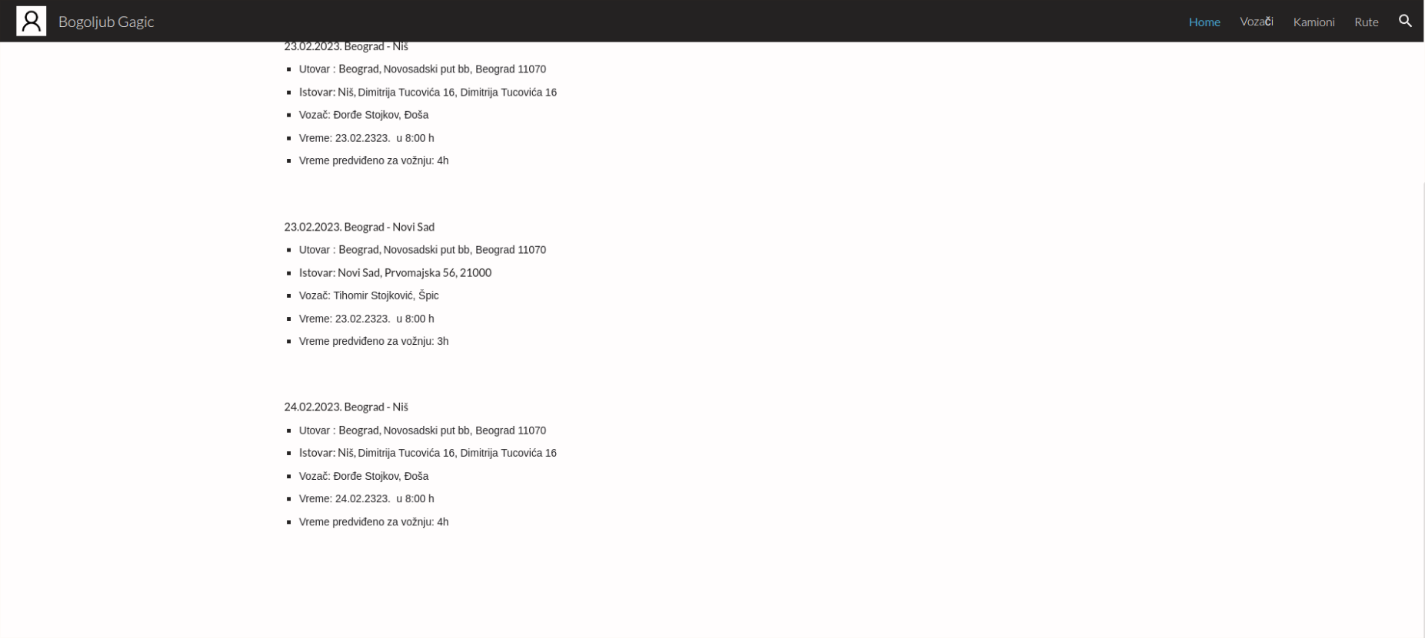
Прилог 4 – флеш меморија





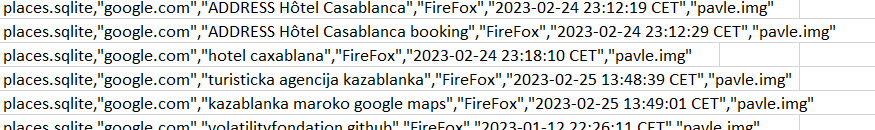
Прилог 5 – аутоматско покретање малициозног софтвера

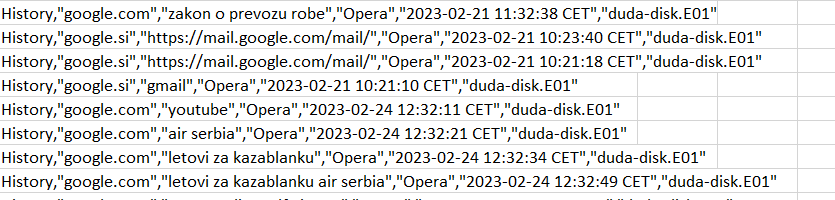
Анализом форензичке слике масовне меморије Павла Пандуровића и уз помоћ Exiftool алата командне линије, који омогућава екстракцију и измену метаподатака датотека различитих формата, пронашли смо све датотеке са графичким садржајем настале као снимак екрана путем gnome-screenshot апликације и издвојили две најрелевантније слике за истрагу и њихове метаподатке. Овим се недвосмислено доказује да су експлицитно забележени редови вожње камиона, као и да се до те информације дошло преко профила Богољуба Гагића, што је могуће једино познавањем његових креденцијала за пријаву (Прилог 6)



Прилог 6 – снимци екрана

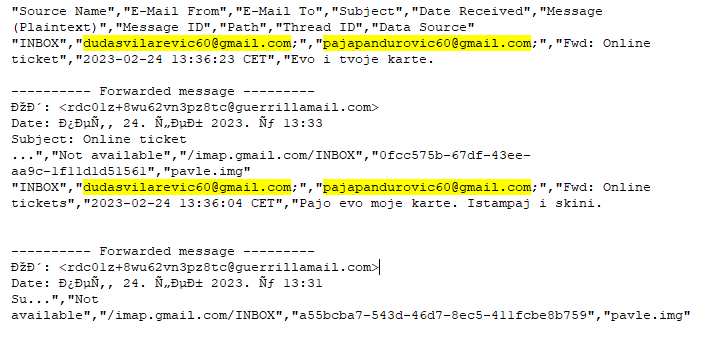
Анализом масовне меморије Павла Пандуровића, откривена је претрага везана за туристичке агенције и дестинације, где се издваја Казабланка која одговара и горепоменутој карти купљеној на његово име. Такође, иста анализа је извршена и над масовном меморијом Дубравке Свиларевић, где су добијени подударни резултати претраге (Прилог 7). Утврђено је да је Павле Пандуровић користио Firefox веб претраживач, а Душанка Свиларевић Opera веб претраживач.

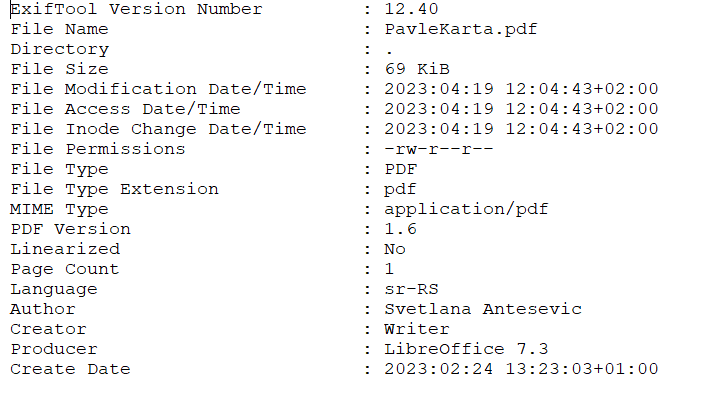


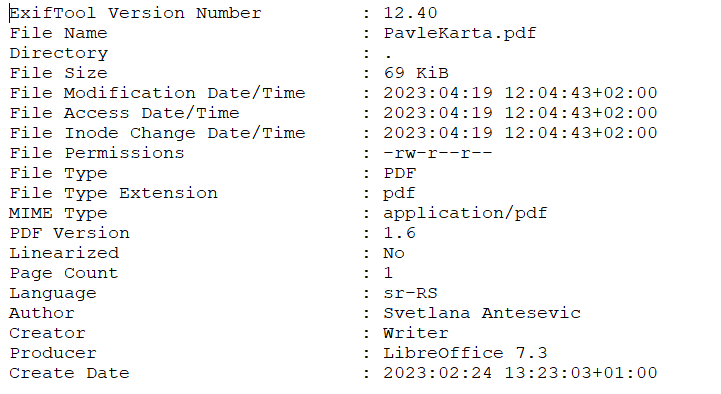


Прилог 7 – резултати претраге

Утврђено је да је постојала и преписка 24.2.2023. путем мејла у контексту путовања између њих, приликом које су разменили авионске карте купљене за путовање у Казабланку преко агенције AirSerbia, на датум 27.2.2023. са поласком у 11:30 са аеродрома у Београду. Преписка, приказ карата у pdf формату и њихови метаподаци дати су у Прилогу 8.



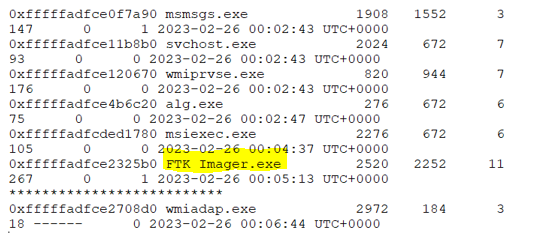
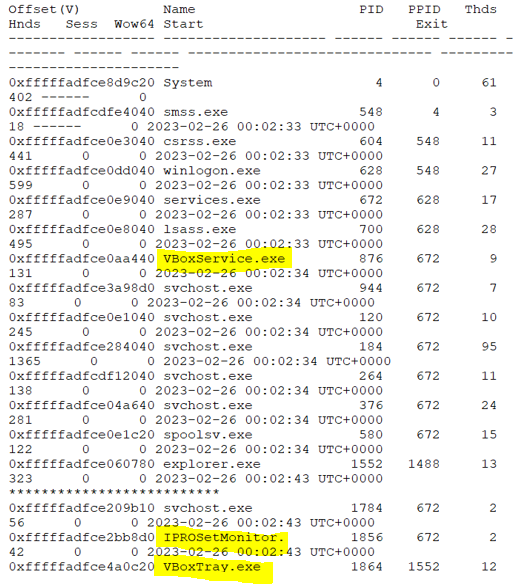




Прилог 8 – преписка, приказ карата и њихових метаподатака

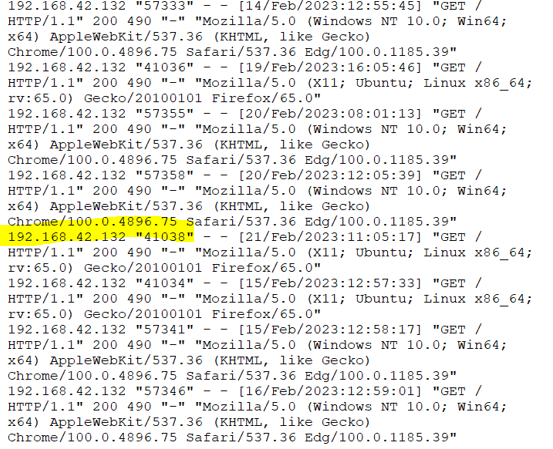
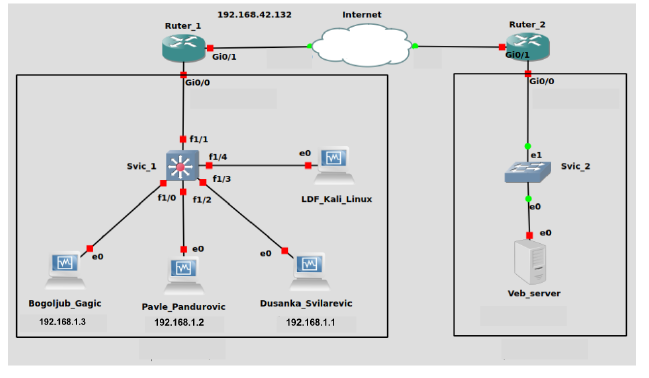
Алат FTK Imager коришћен је и за прикупљање рам меморије са рачунара Душанке Свиларевић на ком је подигнут WindowsXP оперативни систем.

Анализом радне меморије прикупљене са рачунара Душане Свиларевић пронађени су и документовани процесе који су покренути, а који нису системски (Прилог 9). То је одрађено коришћењем Volatility софтверског алата и pslist плагина. С обзиром да је оперативни систем на рачунару Душанке Свиларевић WindowsXP, било је неопходно поставити профил на WinXPSP1x64.

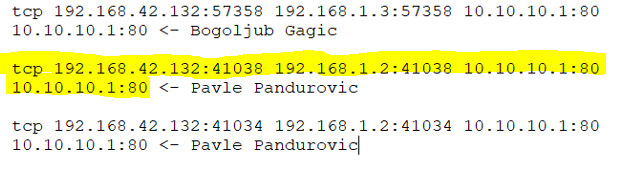


Прилог 9 – Несистемски процеси на рачунару Душанке Свиларевић

Анализом лог датотека веб сервера који хостује сервис за евидентирање полазака камиона и NAT сервиса конфигурисаног на рутеру фирме „Муња транс“ издвојене су како јавне тако и приватне IP адресе са којих је приступано веб сервису за евидентирање полазака камиона и утврђено је да оне припадају директору Богољубу Гагићу и запосленом Павлу Пандуровићу (Прилог 10 и 11).



Прилог 10 – шема рачунарске мреже, јавне ИП адресе и портови



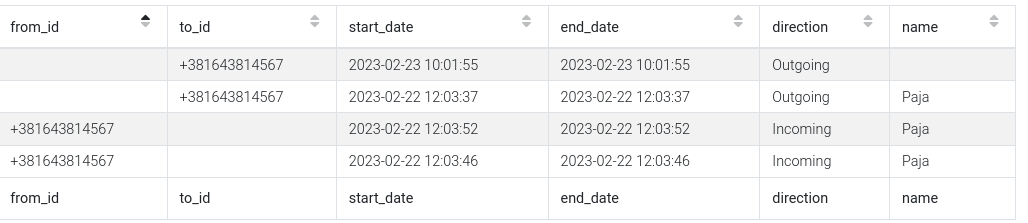
Прилог 11 – приватна адреса која припада Павлу Пандуровићу

Поред овога, увидом у снимaк мрежног саобраћаја Душанке Свиларевић утвдили смо да је дана 23.2.2023. године успостављена безбедна комуникација са сервером чије име домена је airserbia.com (екстерни Прилог 12)

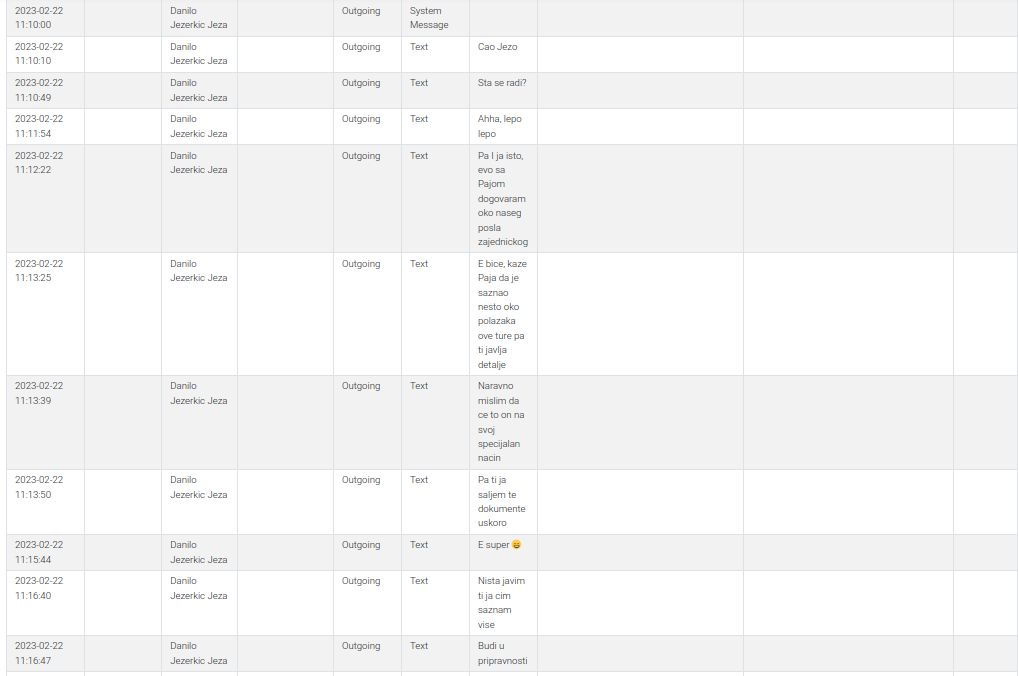
Помоћу алата adb, направили смо форензичку копију података ускладиштених у интерном складишту података мобилног телефона произвођача Google, модел Pixel 5 и серијског броја EMULATOR32X1X11X0 (у наставку мобилни телефон). Алат adb, између осталог, служи за преузимање података из складишта података мобилног телефона.

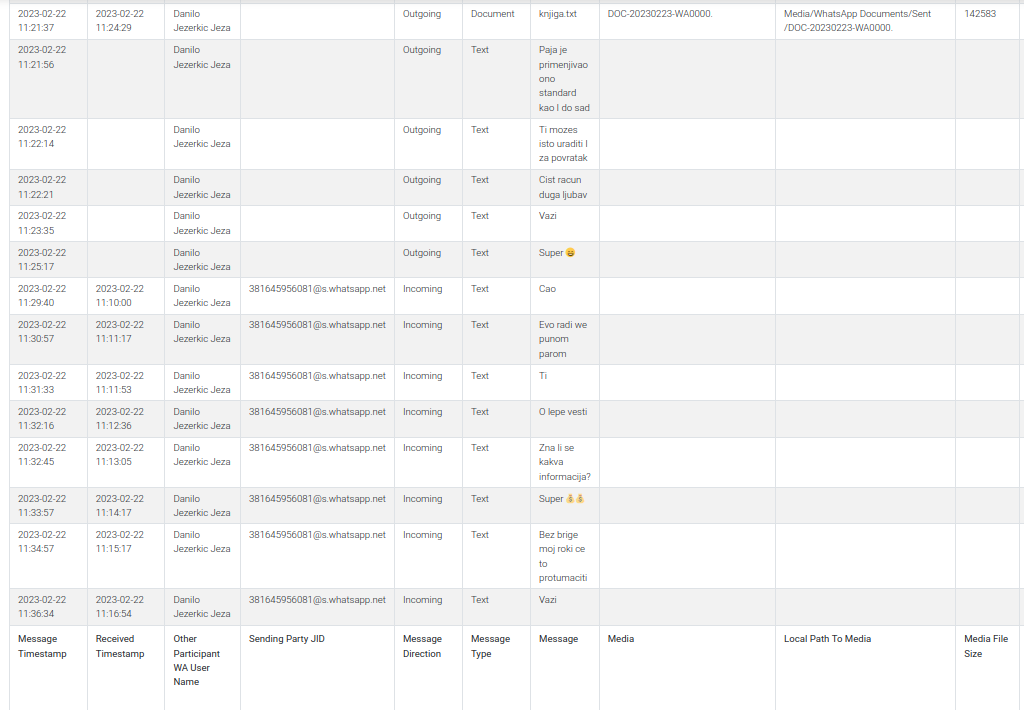
Анализирали смо интерно складиште мобилног телефона помоћу модула аLEAPP алата Autopsy. aLEAPP служи за прегледање и анализу података преузетих из складишта података мобилног телефона.

Анализом података са мобилног телефона утврђено је да је Душанка размењивала поруке и позиве са Павлом Пандуровићем у 22. и 23.2.2023. За исти период пронађена је листа позива и SMS порука између ово двоје запослених у којима се помиње дотични Језа – Данило Језеркић и план за одлазак у Мароко. Пронађена је и WhatsApp преписка са претходно поменутим Данилом Језеркићем за дане 22.2.2023. и 23.2.2023. у којој је размењена и једна сумњива датотека.



Прилог 13 – Листа позива







Прилог 14 – поруке

Обрада слика и видеа рађена је коришћењем VideoCleaner 5.8 софтвера, уз помоћ кога се може побољшати квалитет слика, аудио и видео записа, који даје изузетно добре резултате на екстремно тамним/светлим сликама, уз помоћ ког се могу издвојити и изпштрити детаљи као и уклонити шум.

Увидом у снимке надзорних камера утврђено је да се на њима појављују три особе од којих једна стоји ослоњена на ауто са возачеве стране, друга је возач, док се трећа особа, највероватније мушког пола, на сувозачевом месту не види добро. За обраду фотографије примењени су следећи параметри: unSharpen Strength = 26, Sharpening Strength =8, Video Contrast strength -5, Histogram=1, Stabilize strength=1, Deblock strength=12.

На другој издвојеној фотографији из видео снимка надзорне камере уочен је и један аутомобил регистарских таблица BG407964 или BG407965. За обраду ове фотографије примењени су следећи параметри: Histogram=1, unSharpen Strength = 15, Sharpening Strength =19,Color Contrast Strength = 9, Stabilize Strength = 2, Focus Correction Strength =19. Фотографије пре и после обраде дате су у прилогу 15, редом.









Прилог 15- издвојене фотографије кадрова надзорне камере пре и после обраде

На основу изнетог налаза, дајемо следеће

**М и ш љ е њ е**

Детаљном анализом свих прикупљених доказа и вештачењем утврђено је да је постојао малициозни софтвер на рачунару Богољуба Гагића путем ког су се могли сазнати креденцијали за приступ веб сервису за вођење евиденције о поласцима камиона. Инсталациону датотеку тог истог софтвера поседовао је запослени Павле Пандуровић на УСБ меморији која је маунтована на рачунар Богољуба Гагића. Такође, анализом мрежног саобраћаја фирме „Муња транс“ и чврстих дискова преузетих из рачунара Богољуба Гагића и Павла Пандуровића, утврђено је да је Павле приступао веб сервису за вођење евиденције о поласцима камиона, којем, по правилу, имају право само директор фирме и возачи камиона, што имплицира да је он малициозним софтвером дошао до креденцијала за пријаву и искористио их. На чврстом диску његовог рачунара су пронађене и фотографије које експлицитно представљају снимке екрана на ком су приказане информације о поласцима камиона.

У периоду од 23.2.2023. до 26.2.2023. пронађени су докази да је постојала комуникација у виду телефонских позива и размене електронске поште између Душанке Свиларевић и Павла Пандуровића приликом које су договарали путовање у Казабланку. Електронском поштом су размењене авионске карте на њихово име за 27.3.2023. путем авио компаније AirSerbia. Пронађен је доказ анализом мрежног саобраћаја да је Душанка Свиларевић приступала сајту авио компаније.

За исти период пронађена је листа SMS порука између Павла и Душанке у којима се помиње дотични Језа – Данило Језеркић и план за одлазак у Мароко. У телефону Душанке Свиларевић пронађена је и WhatsApp преписка са претходно поменутим Данилом Језеркићем за дане 22.2.2023. и 23.2.2023. у којој је размењена и једна сумњива датотека.

Увидом у снимке надзорних камера утврђено је да се на њима појављују три мушке особе, од којих је једна неидентификована, а за друга два мушкарца се претпостаља се да су то Павле Пандуровић и Данило Језеркић, а уочен је и један аутомобил регистарских таблица BG407964 или BG407965.

Декриптовањем датотеке пронађене на чврстом диску Павла Пандуровића, добијена је информација о адреси хотела у Мароку што оправдава сумњу да су запослени умешани у овај злочин, као и претпоставку да су желели да побегну након извршеног плана. На основу команди које је Павле Пандуровић извршавао у терминалу, пронађена је и фотографија унутар које је сакривен текст који представља план недозвољених активности. Он обухвата опис, локацију утовара и истовара, време поласка и трајање вожње и име возача.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Нови Сад, 21. 6. 2023. | Судски вештак за информационе технологије  Невена Атић, дипл. инж. |  |  |