

ŚWIADOMOŚĆ SYTUACYJNA CYBERZAGROZEŃ

CYBER-THREAT SITUATIONAL AWARENESS

Published in: Przegląd Telekomunikacyjny i Wiadomości Telekomunikacyjne, vol. 8-9/2018, pp. 562-568, 2018
DOI: 10.15199/59.2018.8-9.3

Streszczenie: Artykuł omawia istotną rolę, jaką posiadanie właściwej świadomości sytuacyjnej pełni w ochronie współczesnych sieci i systemów komputerowych. Przedstawiono zagadnienie budowy wielkiego systemu obserwacji i analizy zagrożeń, mającego na celu poprawę świadomości sytuacyjnej przedsiębiorstw, organizacji i instytucji europejskich.

Abstract: The paper discusses the crucial role played by adequate situational awareness in the protection of modern networks and computer systems. It demonstrates the issue of building a large-scale system for collection and analysis of threat data, aiming to increase the situational awareness of European companies, organizations and institutions.

Słowa kluczowe: Świadomość sytuacyjna, śledzenie botnetów, systemy pułapkowe, teleskopy internetowe, darknet.

Keywords: Situational awareness, botnet tracking, honeypots, internet telescopes, darknet.

1. WSTĘP

W miarę jak społeczeństwo staje się coraz bardziej uzależnione od połączonych systemów informatycznych, jednocześnie staje się też coraz podatniejsze na ataki internetowe. Indywidualna ochrona poszczególnych systemów oparta na analizie odbieranych i wysyłanych komunikatów nie jest już wystarczająca. Potrzebne są nowe, holistyczne podejścia, biorące pod uwagę informacje zebrane z wielu różnych źródeł, łącznie zapewniających lepsze zrozumienie intencji atakujących, ich metod i możliwości, a także ewolucji czynników ryzyka.

Wobec coraz bardziej zaawansowanych i zorganizowanych zagrożeń oraz rosnącego poziomu złożoności użytkowanych sieci i systemów, podstawą obrony staje się posiadanie odpowiedniej świadomości sytuacyjnej. Ilość, jakość i aktualność informacji wykorzystywanych do przeciwdziałania zagrożeniom decyduje o możliwości skutecznej reakcji, zapobiegania i zwalczania internetowych zagrożeń. Tymczasem, jak potwierdzają raporty ENISA (*European Network and Information Security Agency*) [5] [6] to właśnie w zakresie tych zdolności wśród europejskich podmiotów występują szczególnie niebezpieczne braki. Nasze sieci są często bronione przy użyciu skutecznych narzędzi, jednak bez świadomości,

przed czym jest to obrona, a więc bez możliwości w pełni skutecznego wykorzystania zabezpieczeń.

Niniejszy artykuł przedstawia europejski projekt badawczy SISSDEN, którego celem jest zwiększenie ilości i jakości informacji dostępnych dla zagrożonych sieci i zwiększenie świadomości sytuacyjnej na wszystkich szczeblach decyzyjnych.

2. ZAGROŻENIA A ŚWIADOMOŚĆ SYTUACYJNA

2.1. Zagrożenia i ich koszt

Każdy podłączony do Internetu komputer jest obecnie potencjalną ofiarą cyberprzestępczości. Ponieważ wiele skutecznych nawet ataków pozostaje niezauważonych, dokładna liczba ofiar jest nieznana, choć niektóre źródła (np. [4] w przypadku sieci brytyjskiej) podają, że nawet 60% użytkowników sieci było celem cyberataków. Łączny koszt szkodliwych działań, od prostego spamu, który jest dziś dość skutecznie filtrowany, po różne inne typy cyberataków, aż do zorganizowanej cyberprzestępczości, jest zasadniczo możliwy jedynie do zgrubnego oszacowania.

Tak rozmyty obraz ryzyka skutkuje często niewystarczającą uwagą poświęcaną zapewnieniu bezpieczeństwa wykorzystywanych systemów, zwłaszcza w mniejszych przedsiębiorstwach i organizacjach. Cytując Butlera Lampsona: „Główną przyczyną problemu jest ekonomia: nie znamy kosztów ani zapewnienia bezpieczeństwa, ani jego braku, więc użytkownicy całkiem racjonalnie nie przejmują się tym. (...) Aby rozwiązać problem, musimy skutecznie mierzyć koszt bezpieczeństwa.” [9]

Brak standardowych miar i praktyk skutkuje różnicowanymi podejściami do wyceny skutków cyberprzestępczości i rozbieżnymi wartościami podawanych estymat. Skalę problemu można jednak łatwo zrozumieć opierając się na danych ze źródeł specjalistycznych. Oto przykłady z aktualnych raportów:

- Globalne koszty powodowane przez cyberprzestępczość: 445-600 miliardów dolarów (w 2016 roku średnio 0,8% produktu krajowego brutto) [10].
- Systemy antyspamowe Barracuda¹ przetwarzają dziennie ponad 400 milionów wiadomości – spam i wirusy to zaledwie od dnia 65-85% tej liczby.

¹ <http://www.barracudacentral.org/data/spam>

- Systemy filtrowania URL Barracuda² odrzucają dziennie ponad 7% z ponad 550 miliardów żądań jako niebezpieczne.
- Serwis Akamai³ podaje dobową liczbę ataków na poziomie ponad 1,8 miliona.

Posiadanie rzeczywistych danych jest niezbędne do wiarygodnej oceny skuteczności podjętych środków zaradczych. Rola świadomości sytuacyjnej wzrosła w ostatnich latach w związku z rozwojem czarnego rynku cyberprzestępczości, komercjalizacją takiej działalności oraz zmianą charakteru zagrożeń. Historycznie dominowały dwie grupy zagrożeń:

Zagrożenia „ślepe”, takie jak wirusy czy robaki internetowe, nie wybierają w zasadzie celów – rozprzestrzeniają się szeroko i realizują z góry założone cele. Znajomość zagrożenia jest podstawą skutecznej obrony, jednak posiadanie takiej wiedzy jest trwale wystarczające – znany wirus może być usunięty, a ruch sieciowy odpowiednio filtrowany w celu zablokowania propagacji robaka.

Zagrożenia „celowane” wiążą się z celową działalnością pewnych osób czy grup. Przyjmowane formy działania mogą być różne, jednak podstawowym ograniczeniem są ograniczone zasoby i środki atakującego. Poziom zagrożenia jest zróżnicowany zależnie od zamiarów i możliwości sprawcy – od naiwnych prób odgadnięcia hasła administratora w celu złośliwego zmodyfikowania zawartości strony internetowej, po zaawansowane, wieloetapowe ataki z użyciem specjalizowanych narzędzi (ang. APT – *Advanced Persistent Threat*). Szczegóły ataku są niemożliwe do przewidzenia, jednak identyfikacja celów i metod potencjalnych atakujących umożliwia właściwe przygotowanie do obrony.

Od kilku lat prawdopodobnie najistotniejszym zagrożeniem internetowym są jednak botnety – nowa kategoria zagrożeń, nie mieszcząca się bezpośrednio w powyższym podziale. Botnet, jako duża, kontrolowana centralnie sieć zainfekowanych komputerów, daje swojemu użytkownikowi możliwości o zupełnie innej skali, niż wcześniej dostępne. Operator botnetu może wykonywać działania należące do obu powyższych kategorii – np. „ślepo” rozsyłać spam, albo „celowo” atakować konkretny cel, w tym stosując wcześniej w zasadzie niedostępne metody takie, jak ataki DDoS (rozproszone ataki odmowy dostępu wykorzystujące często setki tysięcy komputerów, co utrudnia blokowanie ataku). Możliwe jest też jednoczesne przeprowadzanie ataku z natury celowanego (np. przechwytywanie haseł) od razu na wszystkich komputerach wchodzących w skład botnetu. Podstawową różnicą jest jednak fakt, że cele botnetu nie muszą być znane w chwili jego tworzenia. Współczesny malware jest bardzo zaawansowany – może się aktualizować, a przede wszystkim przyjmować i realizować polecenia, zmieniające się w czasie. Botnety mogą być też wynajmowane, przez co ich cele mogą zmieniać się w sposób nieprzewidywalny, nie odzwierciedlający żadnej spójnej agendy pojedynczego operatora. W walce

z botnetami potrzebna jest więc szczególnie złożona świadomość sytuacyjna – warto wiedzieć, jak wykryć infekcję, warto znać cele potencjalnych atakujących, ale szczególnie użyteczna jest też wiedza na temat stanu przestępczej infrastruktury – działających typów botnetów, ich skali, możliwości i wykorzystywanych metod.

2.2. Świadomość sytuacyjna

Świadomość sytuacyjna cyberbezpieczeństwa to szeroki, całościowy ogląd bezpieczeństwa chronionego systemu, niezależnie od jego skali, uwzględniający zarówno zjawiska lokalne, jak i globalny kontekst. Co istotne, dotyczy zarówno zagrożeń (przed czym chronić), jak i zasobów (co chronić i na jakie zagrożenia chronione zasoby są podatne).

Świadomość sytuacyjna ma też dwa aspekty dotyczące jej zakresu. Na poziomie lokalnym rozważamy konkretne zasoby (usługi, serwery, urządzenia sieciowe) i incydenty, uwzględniamy wiedzę o krytycznych dla jednostki zasobach i procesach, a także o potencjalnych celach atakujących. Na tym poziomie ustalane są polityki bezpieczeństwa jednostki i podejmowane decyzje architektoniczne i inwestycyjne. Na poziomie globalnym obserwujemy występujące w praktyce zagrożenia, statystyki podatności i działania grup przestępczych. Na tym poziomie podejmowane są decyzje strategiczne (w tym polityczne), ustalane priorytety dla służb, opracowywane zarządzenia, normy i dobre praktyki.

Wyżej wspomniane aspekty świadomości sytuacyjnej tworzą macierz 2x2, przedstawioną na Rys. 1.

Zasadniczo w przypadku każdego z czterech elementów świadomości sytuacyjnej (globalna/lokalna, zagrożenia/zasobów) dostępne są sprawdzone narzędzia zapewniające pozyskanie odpowiednich danych. Najslabszym punktem jest jednak łączenie tych aspektów, czyli odpowiadanie na pytania takie, jak:

- Dla jakich kluczowych systemów groźne jest nowo poznane zagrożenie?
- Jakie zagrożenia dla naszych zasobów występują w praktyce?
- Czy jesteśmy lokalnie przygotowani na nowo zaobserwowane globalnie zjawisko, które u nas jeszcze nie wystąpiło? Czy na pewno nie wystąpiło – a może tylko nie umiemy go zaobserwować?

Co gorsza, nawet w ramach każdego z tych elementów istotnym problemem jest powiązanie informacji pochodzących z różnych źródeł. Wymiana informacji między poziomami lokalnym i globalnym może znacznie zwiększyć skuteczność działań na obu poziomach.

2.3. Narzędzia pozyskiwania wiedzy

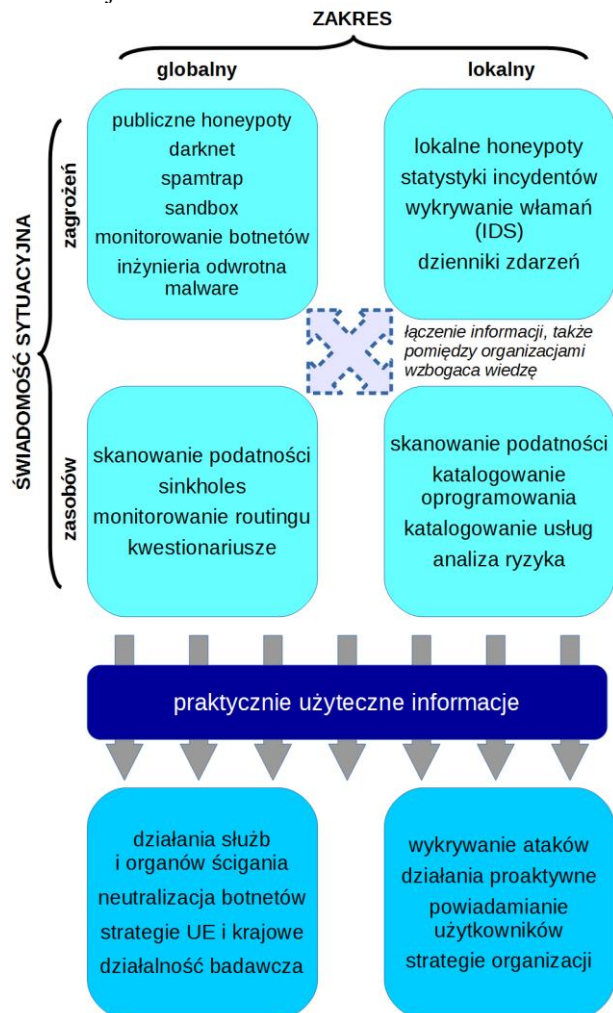
Narzędzia używane na poziomie lokalnym i globalnym różnią się znacząco.

W zakresie świadomości zagrożeń podstawowymi narzędziami lokalnymi są dane z własnych systemów bezpieczeństwa, takich jak systemy IDS/IPS, dzienniki zdarzeń, czy raporty o incydentach, przetwarzane najczęściej w systemach SIEM (*Security Information and Event Management*). W skali globalnej przetwarzanie danych o tak wysokiej ziarnistości jest utrudnione, a użyteczność tak szczegółowych informacji ograniczona. Informacje te mogą jednak – i są – wykorzystywane na poziomie globalnym w formie zagregowanej. Pośredni-

² <http://www.barracudacentral.org/data/web>

³ <https://www.akamai.com/us/en/solutions/intelligent-platform/visualizing-akamai/real-time-web-monitor.jsp>

kami w propagacji tych danych są organizacje takie jak narodowe zespoły CERT (agregują informacje o incydentach, które do nich docierają, patrz np. coroczne raporty CERT Polska [3]), czy producenci systemów bezpieczeństwa otrzymujący raporty ze swoich produktów (np. raporty Symanteca [13]). W większych organizacjach bywają także wykorzystywane honeypoty, opisane dalej.



Rys. 1. Aspekty świadomości sytuacyjnej

W skali globalnej możliwe jest natomiast wykorzystanie narzędzi, których wdrożenie na własne potrzeby przez mniejsze jednostki jest ekonomicznie nieuzasadnione, i które dopiero po przekroczeniu pewnej skali dostarczają wartościowych, statystycznie istotnych informacji. Mowa tu o takich narzędziach, jak:

- darknet (inaczej – teleskop internetowy), rejestracja i analiza pakietów kierowanych do zarezerwowanej na ten cel nieużywanej przestrzeni adresów IP,
- spamtrap – nieużywany do zwykłych celów serwer pocztowy, odbierający z definicji jedynie spam; skuteczne działanie wymaga „wypromowania” jego adresów pocztowych w celu zapewnienia ich obecności na używanych przez spamerów listach.

- sandbox – narzędzie kontrolowanego uruchamiania próbek malware w celu analizy ich zachowania,
- śledzenie botnetów – wszelkie metody i narzędzia mające na celu utrzymywanie wiedzy o istniejących botnetach i ich aktualnych działaniach,
- inżynieria odwrotna malware – ręczna analiza złośliwego oprogramowania w celu poznania sposobu i celów jego działania, zadanie trudne i pracochłonne.

Narzędziem wykorzystywanym na obu poziomach, choć zdecydowanie częściej na poziomie globalnym, są honeypoty (inaczej systemy pułapkowe), czyli systemy symulujące rzeczywiste oprogramowanie w celu rejestracji ataków. Honeypoty klienckie (aktywnie symulujące oprogramowanie dostępne, takie jak przeglądarki) są stosunkowo rzadko spotykane w praktyce, w związku z problemami ze skalowalnością. Najczęściej mamy więc do czynienia z honeypotami serwerowymi, udającymi rzeczywiste usługi. W skali lokalnej używane są stosunkowo rzadko, jednak wystawienie symulowanej usługi obok rzeczywiście używanego ważnego systemu daje szansę wczesnego wykrycia prób ataku prowadzonych bez znajomości struktury sieci wewnętrznej. W skali globalnej honeypoty wykorzystywane są do obserwacji zjawisk o skali masowej i dostarczają bogatych informacji o podejmowanych przez napastników działaniach. Ważne w tym przypadku jest używanie wielu różnych typów honeypotów, udających różne rodzaje usług.

Warto zaznaczyć, że honeypoty nie służą obecnie jedynie jako symulowane ofiary ataku. Od pewnego czasu dużą popularność zdobyły tzw. ataki wzmocnieniowe (zwane też odbiciowymi), wykorzystujące publicznie dostępne serwery niektórych usług, aby – przez fałszowanie adresu nadawcy w odpowiednio spreparowanych, niewielkich żądaniach – powodować wysyłanie do faktycznej ofiary znacznie większych ilości danych, niż mógłby to zrobić sam atakujący. W odpowiedzi pojawiły się zatem honeypoty wzmocnieniowe [7] [8], które symulują taki podatny na wykorzystanie serwer, w rzeczywistości minimalizując swój wpływ na faktyczne ofiary i rejestrując próby wykorzystania.

W zakresie świadomości zasobów w skali lokalnej podstawą jest oczywiście odpowiednie katalogowanie własnych zasobów i analiza ryzyka. Można też wykorzystać skanery podatności w celu znalezienia podatnych systemów i podjęcia działań zaradczych.

Tak pozyskiwane dane nie są jednak zwykle dostępne w skali globalnej. Problemem nie jest jedynie skalowalność. Przedsięwzięcia – całkiem racjonalnie – unikają udostępniania szczegółowych informacji o posiadanych zasobach. Bez przymusu prawnego (trudnego do wyegzekwowania i grożącego poważnymi konsekwencjami w przypadku wycieku centralnej bazy danych) decydenci w skali globalnej muszą opierać się na zawodnych kwestionariuszach kierowanych do odpowiednich jednostek lub do producentów. Im bardziej szczegółowe oczekiwane dane, tym trudniej je uzyskać.

Istnieją natomiast narzędzia dostępne w skali globalnej, które niezbyt nadają się do stosowania lokalnie. Przykładem są sinkhole – po przejęciu np. serwera sterującego botnetem, czy złośliwej domeny, mogą one zostać zlikwidowane, ale nie całkowicie – kierowany do nich ruch może zostać przekierowany i poddany analizie; w ten sposób można zidentyfikować zainfekowane komputery, czy też ostrzec naiwnych użytkowników przed zbyt pochopnym podążaniem za linkami z niepewnych źródeł. W skali globalnej można też obserwować zjawiska zasadniczo niewidoczne dla indywidualnych użytkowników, np. monitorować routing. Także skanery podatności mogą być wykorzystane globalnie, do wyszukiwania publicznie dostępnych podatnych usług.

Każde z prezentowanych źródeł dostarcza użytecznych, wartościowych informacji. Większość podmiotów ma jednak do dyspozycji jedynie niewielki zestaw podobnych rozwiązań.

3. PROJEKT SISSDEN

Odpowiedzią na brak powszechnie dostępnych wszechstronnych źródeł informacji zapewniających świadomość sytuacyjną, jest europejski projekt SISSDEN - Secure Information Sharing Sensor Delivery Event Network. Projekt, finansowany w ramach programu ramowego Horyzont 2020, realizowany jest przez konsorcjum ośmiu jednostek europejskich, koordynowane przez NASK-PIB.

Głównym elementem budowanego systemu jest światowa sieć czujników honeypotowych, zapewniających obserwację szkodliwych działań, z uwzględnieniem zróżnicowanej specyfiki poszczególnych regionów. Jako że głównym celem jest podniesienie bezpieczeństwa sieci europejskich, podstawowym założeniem projektu jest umieszczenie sond w każdym z krajów członkowskich i kandydujących Unii Europejskiej. System nie ogranicza się jednak do obserwacji w Europie – sondy rozmieszczane są na całym świecie. Uwzględniając ograniczenia budżetowe, pierwotnie zakładano, że system będzie miał co najmniej 100 sond, jednak założenie to okazało się zbyt ostrożne. Obecnie sieć obserwacyjna SISSDEN składa się już z blisko 200 sond, docelowo zaś prawdopodobnie znacznie przekroczy 300.

Należy podkreślić, że budowany system nie jest jedynie prototypowym, eksperymentalnym narzędziem. Większość systemu tworzona jest z założeniem dziewiątego poziomu gotowości technologicznej, ma więc być w pełni funkcjonalna, wydajna, stabilna i pracować w trybie ciągłym. Jedynym wyjątkiem są rozwijane w ramach jednego z pakietów zadań dodatkowe moduły analityczne, jednak także w tym przypadku zakładany poziom gotowości jest dość wysoki (siódmy).

3.1. Skalowalna sieć sond

Budowa tak rozległej i licznej sieci sond jest zadaniem skomplikowanym i kosztochłonnym. Honeypot, choć nie świadczy rzeczywistych usług, jest jednak zwykle dość skomplikowanym serwerem, którego instalacja i utrzymanie nie są trywialne, a do działania wymaga

odpowiednich zasobów systemowych. W efekcie większość rozwiązań wykorzystywanych w praktyce ogranicza się do niewielkiej liczby identycznych honeypotów rozmieszczonych w wybranych miejscach – ze wzrostem liczby sond zarządzanie systemem staje się zbyt pracochłonne i skomplikowane. Obserwacja globalna jest zadaniem jeszcze trudniejszym, gdyż wymaga rozległych kontaktów umożliwiających rozmieszczenie sond w różnych sieciach, w różnych krajach.

Projekt SISSDEN rozwiązuje problem skalowalności przez zastosowanie nietypowego rozwiązania, bazującego na wcześniejszych doświadczeniach Shadowservera. Przyjęty model można streścić w trzech założeniach architektonicznych.

1. Honeypoty nie są instalowane na sondach, lecz na maszynach wirtualnych w centrum systemu.
2. Faktyczne sondy służą jedynie do zestawienia tuneli w drugiej warstwie modelu ISO/OSI do obsługujących ruch maszyn wirtualnych w centrum.
3. Honeypoty są pakietyzowane, tzn. standaryzowane i prekonfigurowane, dzięki czemu ich wdrożenie na danej maszynie wirtualnej może być całkowicie zautomatyzowane.

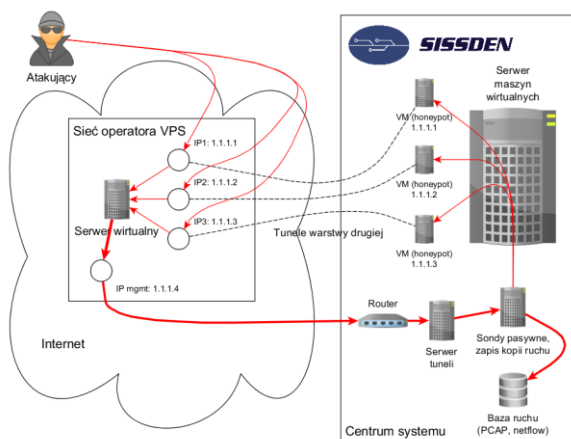
Przyjęcie takich założeń umożliwia znaczne uproszczenie instalacji sond. Zasoby wymagane do zestawienia tunelu warstwy drugiej są minimalne. W efekcie możliwe jest wykorzystanie komercyjnie dostępnych systemów VPS – Virtual Private Server, czyli wynajmowanych maszyn wirtualnych. Potrzebne zasoby (pamięć, dysk, itp.) są tak minimalne, że najczęściej w zupełności wystarczający jest najtańszy pakiet oferowany przez danego dostawcę. Jedynym istotnym ograniczeniem jest dostępność więcej niż jednego adresu IP – pierwszy wykorzystywany jest do zestawienia tunelu oraz jako interfejs zarządczy, zaś na jednym lub kilku dodatkowych wystawiane są symulowane usługi, czyli honeypoty.

Projekt SISSDEN wykorzystuje zatem sondy wynajmowane u różnych dostawców (obecnie ponad trzydziestu) na standardowych warunkach komercyjnych. Nie są wymagane szczególne kontakty czy uzgodnienia, a całość procedury wynajmu jest zwykle wykonalna internetowo. Wielu dużych dostawców oferuje wirtualne serwery w znacznej liczbie różnych lokalizacji na świecie, jednak zapewnienie pokrycia całej Unii Europejskiej oraz możliwie dużej części całego świata wymaga także poszukiwania małych, lokalnych dostawców w miejscach, w których nie ma wielkich komercyjnych serwerowni, z których korzystają duzi dostawcy. Zasadą budowy sieci obserwacyjnej jest możliwie duże zróżnicowanie lokalizacji, toteż zasadniczo w jednej lokalizacji oferowanej przez danego dostawcę wynajmowany jest tylko jeden serwer wirtualny.

Standaryzacja jest podstawą skalowalności. Sondy SISSDEN wykorzystują jedną, wybraną dystrybucję systemu operacyjnego, w jednej wersji (głównej – sondy

są oczywiście stale aktualizowane). W efekcie wdrożenie nowej sondy w przypadku, kiedy dostawca oferuje preinstalowany system w odpowiedniej wersji, jest niemal całkowicie zautomatyzowane. Jeśli odpowiedni system nie jest dostępny, wymagana jest najpierw ręczna aktualizacja do odpowiedniej wersji, lub wręcz instalacja od zera, co zwykle nie jest zbyt pracochłonne.

Dzięki paketyzacji honeypotów, sondy są uniwersalne. Na każdej nowej sondzie można automatycznie wdrożyć dowolny zestaw dostępnych w systemie usług. Obecnie w systemie jest już dostępnych kilka różnych znanych typów systemów pułapkowych i stale dodawane są następne.



Rys. 2. Model systemu honeypotów projektu SISSDEN

Ponieważ cały ruch kierowany na interfejsy sond jest przekazywany do centrum, możliwe jest wzbogacenie zbieranych danych przez jego pełną rejestrację. Każde połączenie zarejestrowane przez dowolny honeypot można zatem dokładnie prześledzić na poziomie zrzutu PCAP. Warto przy tym zaznaczyć, że doświadczenie projektu wskazuje na dość częste występowanie wadliwych konfiguracji sieciowych, zwłaszcza w serwerowniach mniejszych dostawców. W efekcie na interfejsach VPSów często pojawia się kopia ruchu kierowanego do innych węzłów w tej samej podsieci, która w przypadku rejestracji w trybie nasłuchu (promiscuous mode) również znajdzie się w zarejestrowanym zrzucie. Wykorzystanie takich danych jest oczywiście niemożliwe z punktu widzenia prawnego – w projekcie SISSDEN rejestrowany ruch poddany jest uprzednio filtrowaniu, tak aby do zarejestrowanych zrzutów trafiały jedynie pakiety kierowane na adresy IP należące do sondy.

3.2. Darknet

Innym ważnym źródłem informacji w projekcie SISSDEN jest darknet. Rozmiar przestrzeni adresowej zaalokowanej do tego celu jest znaczny, choć daleki od największych istniejących, jednak celem rozwojowym nie było w tym przypadku proste zwiększanie skali zbieranych danych, lecz zwiększenie zakresu informacji z nich pozyskiwanych poprzez rozwój innowacyjnych technik analitycznych.

Pakiety, które trafiają do darknetu, są analizowane przy użyciu bogatego zestawu heurystyk identyfikujących różnego typu obserwowane zjawiska. Automatycz-

nie identyfikowane są różne rodzaje skanowań, czy odbite ataki DDoS. Dzięki rozbudowanym statystykom możliwe jest wysoce selektywne obserwowanie trendów, przez co nowe zachowania są łatwe do identyfikacji.

Unikatowym rozwiązaniem opracowanym w NASK-PIB jest mechanizm automatycznej generacji sygnatur PGA (*Packet Generation Algorithm* – algorytm generacji pakietów).

Podstawą skuteczności zastosowanej metody jest fakt, że w trakcie masowego skanowania lub ataku DDoS, złośliwe oprogramowanie generuje pakiety w zupełnie inny sposób, niż robią to zwykłe programy. Zwykły program wytwarza pakiety w celu komunikacji – każdy z nich wynika z pewnej logiki połączenia, czy to na poziomie warstwy aplikacji, czy tylko transportowej. Botnet (lub inne narzędzie) ma zupełnie inny cel.

- Skanowanie: istotne jest jedynie uzyskanie jakiegokolwiek odpowiedzi, jeśli pod danym adresem dostępna jest usługa; w tym przypadku program wytwarzający pakiety często nie jest botem, lecz zwykłym narzędziem uruchamianym na jednym lub kilku komputerach pozostających pod bezpośrednią kontrolą atakującego.
- Bezpośredni atak DDoS: odpowiedź jest całkowicie obojętna, istotne jest jedynie wygenerowanie jak największego strumienia pakietów.
- Wzmocniony atak DDoS: adres nadawcy jest fałszowany, więc odpowiedź w ogóle nie jest odbierana przez atakującego.

W każdym z tych przypadków istotna jest jak największa wydajność wytwarzania wysyłanych pakietów, aż do wysycenia łącza. Kod jest więc optymalizowany tak, aby to przepustowość łącza, a nie wydajność procesora, była wąskim gardłem. Optymalizacja jest wskazana nawet w przypadku, gdy wysycenie łącza jest łatwo osiągalne, zmniejsza bowiem w tym przypadku obciążenie procesora, a więc i prawdopodobieństwo zauważenia przez użytkownika, że jego komputer jest zainfekowany.

W ramach optymalizacji złośliwe oprogramowanie wytwarza pakiety seryjnie, stosując proste algorytmy do wypełnienia ich poszczególnych pól – te same wartości pojawiają się więc w różnych polach protokołów IP, UDP czy TCP, często zmodyfikowane prostą operacją taką jak przesunięcie bitowe czy dodanie stałej wartości. We wszystkich pakietach utworzonych przez takie oprogramowanie występują zatem te same zależności między poszczególnymi bajtami pakietów.

Analizator PGA w darknetcie NASK-PIB pracuje na pakietach wstępnie już pogrupowanych przy użyciu standardowych heurystyk (protokół, numer portu, itp) i poszukuje w każdej z grup prostych zależności arytmetycznych. W efekcie możliwa jest identyfikacja złośliwego oprogramowania odpowiedzialnego za wytworzenie danej grupy pakietów (o ile jest znane), lub wczesne zauważenie pojawienia się nowego typu złośliwego oprogramowania, wytwarzającego pakiety w inny sposób, niż dotychczas obserwowane.

Należy zaznaczyć, że twórcy złośliwego oprogramowania zmagają się z tymi samymi problemami, co inni programiści. Wiele zadań realizowanych przez to oprogramowanie, w tym wytwarzanie pakietów, jest na tyle skomplikowane, że reimplementacja istniejącego i działającego kodu jest oczywistą stratą czasu. Raz stworzony algorytm generacji pakietów jest więc często spotykany ponownie w innych złośliwych programach. W takim przypadku mówimy o rodzinach złośliwego oprogramowania. Istnieją różne zjawiska odpowiadające za powstawanie takich rodzin. Po pierwsze, twórcy złośliwego oprogramowania wykorzystują ponownie własny kod – w tym przypadku zauważenie np. zgodności sygnatury PGA między nowym atakiem a znanym, starszym zjawiskiem wskazuje na powiązanie między aktorami odpowiedzialnymi za te ataki – co najmniej korzystają oni z usług tych samych dostawców kodu. Po drugie, niektórzy autorzy złośliwego oprogramowania udostępniają całość lub część swojego kodu, sprzedając go, lub po prostu publikując. Dwa przykłady z tej grupy to:

- Rodzina Mirai. Kod oryginalnego bota jest dostępny i powszechnie wykorzystywany, przez co wiele nowszych botnetów (np. Satori) zachowuje się pod wieloma względami podobnie – w szczególności ma tę samą sygnaturę PGA co najmniej w przypadku pakietów wysyłanych na te same porty, które atakował oryginał.
- Rodzina Zeus – wcześniejszy przypadek, interesujący z uwagi na „rozdwojenie” kodu, kiedy autorzy opublikowali starą wersję bota. Jednocześnie występowały zatem infekcje nowymi wersjami bota, oraz nowym oprogramowaniem bazującym na starej wersji.

3.3. Inne typy danych i źródła zewnętrzne

Platforma SISSDEN przystosowana jest do przechowywania bardzo zróżnicowanych danych, toteż wszelkie metody wzbogacenia zbieranych informacji są chętnie wykorzystywane. Ruch zbierany przez sondy honeypotowe jest monitorowany przy użyciu klasycznych systemów IDS (Suricata), jak również przez sondę MMT autorstwa Montimage. Do centrum przekazywane są informacje z systemów utrzymywanych przez partnerów projektu – oprócz darknetu są to np. systemy honeypotów odbiciowych rozwijany i utrzymywany przez Uniwersytet Saarland, własna sieć honeypotów Deutsche Telekom (a w zasadzie T-Systems, spółki-córki) pod nazwą T-Pot, czy system śledzenia botnetów rozwijany i utrzymywany przez NASK-PIB.

System śledzenia botnetów NASK-PIB, rozwijany przez zespół CERT Polska, składa się z dwóch modułów – statycznego i dynamicznego. Moduł statyczny (Ripper) uruchamia złośliwe oprogramowanie w celu jego rozpakowania i wydobywania konfiguracji bazowej. Moduł dynamiczny (Mtracker) wykorzystuje natomiast własne implementacje protokołów komunikacyjnych poszczególnych botnetów (utworzone na bazie wyników Rippera i manualnej analizy) w celu pobierania konfiguracji rozsyłanych przez operatorów botnetów.

Ponadto, do centrum systemu SISSDEN importowane są dane z kilkudziesięciu publicznie dostępnych źródeł informacji o zagrożeniach – większość z nich za pośrednictwem platformy n6 utrzymywanej przez NASK-PIB. W rezultacie zbioru danych dostępnych do analizy w centrum systemu SISSDEN jest wyjątkowo bogaty i umożliwia korelowanie informacji różnych typów i różnego pochodzenia.

3.4. Moduły analityczne

Platforma SISSDEN nie jest jedynie narzędziem do zbierania danych, ale też do ich analizy. W ramach systemu rozwijane są różne innowacyjne moduły analityczne, pracujące bądź to bezpośrednio na danych zgromadzonych w centrum systemu, bądź na danych zbieranych przez niezależne systemy, których operatorami są partnerzy projektu. W tym ostatnim przypadku do centrum przekazywane są dopiero wyniki analiz. Przedstawienie pełnej listy modułów [12] opracowanych bądź obecnie rozwijanych w ramach projektu wykraczałoby poza ramy niniejszej publikacji, jednak warto zaprezentować kilka przykładów.

Przykładem systemu pierwszego typu, tzn. pracującego na danych dostępnych w centrum, są systemy analizy malware, analizujące próbki złośliwego oprogramowania zbierane przez niektóre honeypoty. Projekt SISSDEN wykorzystuje dwa różne systemy analizy malware – oba oparte na mechanizmie sandbox, czyli uruchamiania złośliwego oprogramowania w kontrolowanych warunkach i śledzenia jego zachowania. System, którego operatorem jest Uniwersytet Saarland (rozwojowa wersja systemu opisanego w pracy [11]), to tzw. sandbox krótkoterminowy – każda próbka jest uruchamiana jednokrotnie, przez zadany okres – od kilku minut, do kilku godzin. W tym czasie rejestrowane jest zachowanie złośliwego programu – wywołania systemowe, wytwarzany ruch, itp. W NASK-PIB rozwijany jest natomiast system sandboksów długoterminowych, w których mniejsza liczba wyselekcjonowanych próbek jest trwale instalowana na maszynach wirtualnych i utrzymywana przez miesiące bądź lata. Każda z maszyn jest uruchamiana okresowo, na pewien czas (np. kilka godzin), co umożliwia śledzenie zmian zachowania botów w reakcji na zmieniające się konfiguracje. Na danych pozyskiwanych przez oba systemy stosowane są różnego rodzaju analizy wzbogacające, korelujące obserwacje z informacjami ze źródeł zewnętrznych oraz grupujące pokrewne próbki malware na podstawie podobieństwa w ich zachowaniu.

Przykładem z drugiej grupy mogą być analizy darknetowe, w tym analiza PGA, opisane wcześniej – dane pochodzą z darknetów partnerów, natomiast do centrum trafiają gotowe wyniki analiz.

Przykładem na pograniczu obu grup jest opracowana w NASK-PIB analiza dialektów SMTP [1] [2]. Analiza ta wykorzystuje różnice w implementacjach protokołu SMTP, używanego do wysyłania poczty elektronicznej, do rozpoznawania oprogramowania odpowiedzialnego za rozsyłanie spamu. Różnice wynikają z elastyczności protokołu – serwery pocztowe ignorują różnice takie jak występowanie lub nie spacji w niektórych miejscach

konwersacji, wielkość liter, i temu podobne, a nawet niektóre błędy będące odstępstwami od protokołu (np. nieprawidłowe znaki końca linii). W samym protokole również występują niejednoznaczności – np. połączenie można rozpocząć poleceniem HELO lub EHLO, przedstawić się można nazwą domenową lub adresem IP. Liczba możliwych wariantów, zwłaszcza przy uwzględnieniu pól nagłówka IMF (*Internet Message Format*, z punktu widzenia SMTP stanowiącego już część samej wiadomości) jest na tyle duża, że umożliwia z dużą pewnością rozpoznanie konkretnego programu pocztowego lub rodziny malware, która wysłała mail.

W projekcie SISSDEN analiza wykorzystywana jest w dwóch miejscach. Po pierwsze, jako analiza typu pierwszego, przetwarza połączenia SMTP kierowane do honeypotów systemu i zarejestrowane w centrum. Po drugie, w sposób typowy dla analizy typu drugiego, do centrum przekazywane są wyniki analizy ruchu rejestrowanego przez spamtrap działający od lat w NASK-PIB i – dzięki wieloletnim działaniom mającym na celu zapewnienie obecności adresów z tego serwera na wielu używanych w praktyce spamlistach – otrzymujący duże ilości spamu.

Całość danych zbieranych przez system oraz wytwarzanych przez moduły analityczne jest dostępna w ramach platformy analitycznej – wyspecjalizowanego portalu umożliwiającego korelację i analizę danych.

3.5. Wykorzystanie informacji

Poza celami badawczymi, zbierane przez projekt dane mają być oczywiście użyteczne w praktyce. Podstawową funkcją systemu jest więc ostrzeżenie odpowiedzialnych jednostek (dostawców usług internetowych, właścicieli sieci, CERTów narodowych, itp.) o zarejestrowanych przez honeypoty zdarzeniach pochodzących z ich sieci. Usługa ta, umożliwiająca odpowiedzialnym podmiotom skuteczne zwalczanie infekcji lub świadomych działań niedozwolonych w swoich sieciach, dostępna jest bezpłatnie dla wszystkich zainteresowanych podmiotów mających udokumentowany powód do wystąpienia o nie (np. posiadanie danego zakresu IP, status CERTu narodowego, itp.) – wystarczy rejestracja za pośrednictwem portalu klienta. Informacje rozsyłane są codziennie za pośrednictwem sprawdzonej i działającej już przed rozpoczęciem projektu platformy Shadowserver. Wiele potencjalnie zainteresowanych podmiotów już obecnie korzysta z jej usług – w ich przypadku dane z systemu SISSDEN jedynie znacznie wzbogacą dostarczany strumień informacji.

Wielokrotnie sugerowane było wprowadzenie także usługi kierowanej do pojedynczych użytkowników, umożliwiającej np. sprawdzenie, czy zarejestrowano jakąkolwiek podejrzaną aktywność pochodzącą z ich własnego komputera, bądź wręcz rejestrację w celu otrzymywania powiadomień o takich zdarzeniach. Istotnie, realizacja takiej usługi byłaby możliwa, a wręcz technicznie prosta. Jej użyteczność dla przeciętnego zainteresowanego użytkownika jest również nie do przecenienia, umożliwiając choćby wykrywanie infekcji nawet nowymi, nieznanymi jeszcze antywirusom programami. Mimo to, usługa taka z pewnością nie będzie

oferowana z uwagi na jej wysoką użyteczność dla cyberprzestępców i brak możliwości odfiltrowania ich spośród zainteresowanych użytkowników. Informacja o zarejestrowanych zdarzeniach umożliwiałaby w szczególności (nieco pracochłonną) identyfikację i późniejsze unikanie adresów IP sond systemu.

Dostarczane podmiotom odpowiedzialnym informacje o zarejestrowanej nielegalnej aktywności pochodzącej z ich sieci, w tym o jej rodzaju i – w pewnym zakresie – celach (np. czy ataki ograniczają się do adresów krajowych, europejskich, czy też nie są kierowane) zapewniają im elementarną świadomość sytuacyjną w skali lokalnej. Niemniej użyteczna, zwłaszcza na wyższych szczeblach (CERTy krajowe, organy ścigania, kierownictwo wielonarodowych korporacji) jest jednak również świadomość sytuacyjna w skali krajowej, europejskiej czy globalnej. Liczność i rozmieszczenie sond SISSDEN zapewnia wystarczającą informację do prowadzenia wysokopoziomowych analiz występujących zjawisk, trendów, dominujących metod i źródeł ataków, dynamiki rozwoju botnetów, itp. Do tego celu przeznaczone jest inne narzędzie systemu SISSDEN, którego udostępnienie planowane jest na początek roku 2019 – panel metryk, publikujący w zagregowanej formie wyniki zautomatyzowanych analiz na zbieranych danych. Metryki i statystyki wysokopoziomowe (np. globalne, krajowe) mają być dostępne publicznie, jako użyteczne źródło danych dla decydentów. Panel ma jednak być rozszerzalny – w założeniu, dodatkowe zaawansowane metryki, czy też analizy prowadzone dla konkretnych sieci, miały być oferowane po formalnym zakończeniu projektu jako usługi płatne, zapewniające częściowe finansowanie dalszego utrzymania systemu.

3.6. Wsparcie dalszych badań

Jednym z celów projektu SISSDEN jest wspieranie dalszych europejskich badań z zakresu cyberbezpieczeństwa. Jak wskazuje doświadczenie twórców, jedną z głównych przeszkód w prowadzeniu takich badań jest niedostępność dobrych źródeł danych, umożliwiających weryfikację opracowywanych metod, czy też poszukiwanie nowych podejść. Niezależne badania są bardzo trudne w realizacji – jedynie badacze pracujący w dużych firmach z branży cyberbezpieczeństwa, dysponujących własną infrastrukturą zbierania danych (np. producenci systemów antywirusowych) lub blisko współpracujący z zespołami operacyjnymi (np. CSIRT), które zbierają własne dane oraz mają ułatwiony dostęp do zasobów innych podobnych zespołów, mogą liczyć na pozyskanie wyników tych obserwacji. Najczęściej jednak są to zbiory danych wewnętrzne, operacyjne, a więc objęte dość ścisłymi restrykcjami uniemożliwiającymi ich dalszą publikację, a czasem nawet rzetelny opis ich rodzaju i pochodzenia w publikacjach. Nie dysponując podobnymi kontaktami, badacze zmuszeni są poświęcić czas i zasoby na budowę własnych systemów gromadzenia danych, zamiast skupić się na swoich właściwych celach. Z uwagi na praco- i kosztochłonność takich działań, z reguły są to obserwacje małej skali, a ich jakość bywa wątpliwa.

Brak możliwości wykorzystania ogólnodostępnych, ustandaryzowanych zbiorów danych bardzo negatywnie

wpływa na dynamikę prowadzonych prac, pogarsza też jakość wielu powstających publikacji. Brak jest możliwości niezależnej weryfikacji wyników prac na tych samych danych, utrudnione jest też bezpośrednie porównanie skuteczności metod (co w innych dziedzinach, np. optymalizacji, znacznie ułatwia istnienie standardowych zbiorów funkcji testowych). Wiele potencjalnie wartościowych prac z konieczności prowadzonych jest na danych sztucznie generowanych, obniżając ich wiarygodność oraz uzależniając jakość weryfikacji od prawdziwości przyjętych przy tworzeniu zbiorów testowych założeń.

Projekt SISSDEN zbiera wielkie ilości wartościowych, aktualnych i silnie zróżnicowanych danych o aktualnych zjawiskach z zakresu cyberprzestępczości. Przyjęty mechanizm ich zbierania, a więc oparcie się na pasywnych metodach, takich jak systemy pułapkowe czy teleskopy internetowe, zapewnia, że dane te nie zawierają ruchu wytwarzanego przez zwykłych użytkowników sieci podczas normalnego korzystania z niej, są więc zdecydowanie mniej wrażliwe i zasadniczo mogą być udostępniane. Jako jeden z celów projektu założono więc wytworzenie dużego, zweryfikowanego referencyjnego zbioru danych o zagrożeniach, dostępnego dla badaczy z dziedziny.

Zbiór ten nie będzie oczywiście otwarcie udostępniony publicznie. Zgromadzone w nim informacje mogłyby posłużyć także autorom złośliwego oprogramowania. Należy też oczywiście uwzględnić zasady ochrony danych osobowych nałożone przez RODO. Biorąc pod uwagę obowiązujące orzeczenie Trybunału Sprawiedliwości Unii Europejskiej, nawet adresy IP mogą być traktowane jako dane osobowo identyfikowalne. Ponieważ nie jest możliwe jednoczesne zapewnienie skutecznej, nieodwracalnej anonimizacji tych adresów w rejestrowanym ruchu i zachowanie pełnej użyteczności tworzonego zbioru niezależnie od badanej metody analizy, dostęp do zbioru musi być odpowiednio ograniczony. Badacze chcący z niego skorzystać będą musieli przejść odpowiednią ścieżkę formalną, której szczegóły są obecnie opracowywane – potwierdzić swoją tożsamość, ujawnić i uwiarygodnić cel swoich badań oraz podpisać odpowiednią umowę dotyczącą dopuszczalnego zakresu wykorzystania zbioru i ograniczającą jego dalsze rozpowszechnianie. W zamierzeniu twórców proces ten ma być jednak mało dokuczliwy i szybki, co zapewni wysoką użyteczność zbioru i znaczne korzyści dla dynamiki badań.

4. PODSUMOWANIE

W dzisiejszych czasach trudno mówić o skutecznym zabezpieczeniu kluczowych systemów bez trudno dostępnej, wszechstronnej wiedzy o dynamicznie zmieniających się zagrożeniach. Projekt SISSDEN jest odpowiedzią na ten problem, dostarczając informacji zróżnicowanych, bogatych i licznych. Dostęp do informacji zbieranych przez projekt jest prosty i jedynie od woli zainteresowanych podmiotów zależy, czy skorzystają z dostępnych informacji o dotyczących ich incydentach i o ogólnym obrazie zagrożeń w światowym i lokalnym Internecie.

5. PODZIĘKOWANIA

Projekt SISSDEN otrzymał finansowanie Komisji Europejskiej z programu badań i innowacji Horyzont 2020 w ramach grantu nr 700176.

LITERATURA

- [1] Bazydło Piotr, Krzysztof Lasota, Adam Kozakiewicz. 2017. "Botnet Fingerprinting: Anomaly Detection in SMTP Conversations". *IEEE Security & Privacy*, 15 (6): 25-32.
- [2] Bazydło Piotr, Adam Kozakiewicz. 2017. „Wykrywanie spamu na podstawie implementacji SMTP”. *Przegląd Telekomunikacyjny i Wiadomości Telekomunikacyjne* 8-9: 212-215.
- [3] CERT Polska. 2017. “Krajobraz bezpieczeństwa polskiego Internetu w 2016 roku – Raport z działalności CERT Polska za rok 2016”. URL: https://www.cert.pl/PDF/Raport_CP_2016.pdf
- [4] Eaves Dominic. 2014. “One in six adults has fallen victim to cyber-crime”. *Experian*. URL: <https://www.experian.co.uk/blogs/latest-thinking/identity-and-fraud/one-six-adults-fallen-victim-cyber-crime/>
- [5] ENISA. 2011. “Proactive detection of network security incidents”. URL: <https://www.enisa.europa.eu/activities/cert/support/proactive-detection/proactive-detection-report>
- [6] ENISA. 2015. “Actionable information for security incident response”. URL: <https://www.enisa.europa.eu/activities/cert/support/actionable-information/actionable-information-for-security>
- [7] Krämer Lukas, Johannes Krupp, Daisuke Makita, Tomomi Nishizoe, Takashi Koide, Katsunari Yoshioka, Christian Rossow. 2015. „AmpPot: Monitoring and Defending Against Amplification DDoS Attacks”. *International Workshop on Recent Advances in Intrusion Detection*: 615-636.
- [8] Krupp Johannes, Mohammad Karami, Christian Rossow, Damon McCoy, Michael Backes. 2017. “Linking Amplification DDoS Attacks to Booter Services”. *International Symposium on Research in Attacks, Intrusions, and Defenses*: 427-449.
- [9] Lampson, Butler. 2009. “Privacy and security: Usable security: how to get it”. *Communications of the ACM - Scratch Programming for All* 52(11): 25-27.
- [10] McAfee, CSIS. 2018. “Economic Impact of Cybercrime – No Slowing Down”.
- [11] Rossow Christian, Christian J. Dietrich, Herbert Bos, Lorenzo Cavallaro, Maarten van Steen, Felix C. Freiling, Norbert Pohlmann. 2011. “Sandnet: Network Traffic Analysis of Malicious Software”. *Proceedings of the First Workshop on Building Analysis Datasets and Gathering Experience Returns for Security BADGERS '11*: 78-88.
- [12] SISSDEN Consortium. 2017. “D5.1: Preliminary Data Analysis Specification”. URL: https://sisssden.eu/download/SISSDEN-D5.1-Preliminary_Data_Analysis_Specification.pdf
- [13] Symantec. 2018. „2018 Internet Security Threat Report”. URL: <https://www.symantec.com/security-center/threat-report>