

Załącznik nr 1 do Zaproszenia – Opis Przedmiotu Zamówienia

Konkurs Ofert Nr 9/2024

CPV: 73100000-3– Usługi badawcze i eksperymentalno-rozwojowe.

Przedmiotem zamówienia jest **realizacja trzech zadań (akceleracja sprzętowa) zleconych przez Zamawiającego, w ramach projektu TAMAbbox – wirtualne i fizyczne urządzenia chroniące przed atakami typu DDoS (Distributed Denial of Service) współfinansowanego ze środków Europejskiego Funduszu Dla Nowoczesnej Gospodarki w ramach Programu Fundusze Europejskie Dla Nowoczesnej Gospodarki 2021-2027 (FENG) (Umowa o dofinansowanie nr: FENG.01.01-IP.01-0013/23-00). Okres realizacji projektu: 01.10.2023 – 31.01.2026.**

1. Zamawiający przewiduje następujące zadania dla Wykonawcy w związku z realizacją Przedmiotu Zamówienia:

LP. 1 - Zadanie nr 1

Tytuł: Stworzenie i opracowanie nowego typu akceleratora przetwarzania ruchu sieciowego opartego na rozwiązaniach sprzętowych, które mogą wesprzeć działanie wykrywania ataków opartych na sygnaturach i wyrażeniach regularnych (dopasowanie wzorca).

W ramach realizacji zadania nr 1 Zamawiający oczekuje od Wykonawcy następujących działań:

1) Zaproponowanie, zaprojektowanie i zaimplementowanie nowego typu akceleratora przetwarzania ruchu sieciowego opartego na rozwiązaniach sprzętowych, które mogą wesprzeć działanie wykrywania ataków opartych na sygnaturach i wyrażeniach regularnych (dopasowanie wzorca). Punktem odniesienia będzie działanie komponentu w wersji programowej działającego dla procesorów ogólnego przeznaczenia x86 oraz ARM.

2) Dobór właściwych rozwiązań sprzętowych do realizacji rozwiązania z Punktu 1, uwzględniając:

- a. Rozpatrzenie rozwiązań sprzętowych: FPGA (w tym SmartNIC), GPU oraz procesory specjalizowane (ASIC) lub zaproponować inne.

- b. Odpowiednią efektywność energetyczną, która pozwoli na ograniczenie zużycia energii oraz powstawania ciepła odpadowego.
- c. Wkład (dokument typu BOM i/lub PreBOM) do kosztu końcowego rozwiązania fizyczno-logicznego Tamabox.
- d. Możliwość integracji z całym rozwiązaniem fizyczno-logicznym dla ochrony przed atakami DDoS.

3) Proponowane rozwiązanie powinno przyjmować formę, która pozwoli Zamawiającemu na integrację rozwiązania z istniejącym, a rozwijanym w projekcie system anty-DDoS TAMA w wersji wirtualnej i fizycznej. Rozpatrywane są różne pipeline'y akceleracji – zarówno bezpośrednio obsługując ruch sieciowy w karcie akceleracyjnej, jak i akcelerację selektywną poprzez wywołania aplikacyjne do karty za pomocą PCIe. Szczegóły dotyczące pipeline'u (preprocessing, wypakowanie z ramek, defragmentacja, bufory, wyjścia, zakres API, udział CPU hosta itp.) powinny być przedmiotem pierwszego etapu realizacji zadania w zakresie projektowania rozwiązania i do akceptacji z Zamawiającym przed etapem implementacji. Integracja jest przedmiotem prac w Zadaniu nr 3.

4) Język pisania reguł oparty na wyrażeniach regularnych ma być kompatybilny z zakresem standardu PCRE2, jednakże z dokładnością do uproszczeń zastosowanych w kontekście uzyskania właściwych poziomów wydajności. Zamawiający rozumie tradeoff w ramach tego zagadnienia i zakłada iteracyjne rozwiązywanie problemów z opracowywanym rozwiązaniem.

5) Proponowane rozwiązanie powinno być przystosowane do skalowalnego wdrażania:

a. Dla ustalenia uwagi należy rozpatrzeć następujące środowiska wdrożeniowe całego systemu, w którym można umieścić wskazany komponent akceleracyjny:

i. Maszyna wirtualna o parametrach 8vCPU, 16GB RAM, 100GB dysku

ii. Lekkie urządzenie fizyczne biurkowe lub do zamontowania w szafie Rack, CPU 4 rdzenie/8 wątków, 16GB RAM, 500GB dysku

iii. Urządzenie fizyczne w postaci urządzenia serwerowego wielkości maksymalnej do 2U, 2xCPU (w sumie 16 rdzeni), 32GB RAM, 1TB dysku

iv. Klaster urządzeń fizycznych z punktu iii. – co najmniej 3 urządzenia spięte razem ze wspólną warstwą wykorzystania zasobów obliczeniowych

v. Kombinacja środowisk z punktów i. – iv.

b. Dostawca może w toku prac wskazywać własne propozycje co do wymaganych zasobów obliczeniowych w proponowanych scenariuszach wdrożenia.

Zadanie 1 – warunki odbiorcze

1. Rozwiązanie akceleracyjne zgodnie z wypracowanym w ramach zadania projektem podsystemu i potwierdzonym z Zamawiającym:
 - a. IP Hardware core,
 - b. IP Software core,
 - c. Wskazana karta akceleracyjna.
2. Wersje rozwojowe kodu, skryptów, notatników i innych obiektów, które Wykonawca wytworzy w ramach prac badawczych w zakresie zadania. Oczekiwane jest przekazanie kopii wszystkich repozytoriów systemu kontroli wersji typu Git wykorzystywanych przez Wykonawcę wraz z historią aktualizacji (commitów do repozytorium).
3. Kod źródłowy rozwiązania pozwalający na wykonanie testów weryfikujących poprawność wykonania zadań wraz z testami automatycznymi oraz instrukcję kompilacji i uruchomienia kodu.
4. Kod wynikowy rozwiązania wraz z instrukcją kompilacji i uruchomienia.
5. Opis rozwiązania przystosowane do skalowalnego wdrażania wraz z wnioskami dla wszystkich środowisk wdrożeniowych wymienionych w opisie przedmiotu zamówienia.
6. Opis rozważań wdrożenia akceleracji rozwiązania z wykorzystaniem rozwiązań jak np. FPGA, GPU lub innych rozwiązań sprzętowych
7. Dokumentacja analityczna projektu rozwiązania wraz z wykazem wszystkich potrzebnych narzędzi programowych, bibliotek, systemów operacyjnych wraz z ich wersjami.
8. Raport obejmujący:
 - a) wyniki testów systemowych (jakościowe testy wytworzonego rozwiązania, testy bezpieczeństwa, testy wydajności, testy pomiaru parametrów pracy) względem referencji (replikowalne) Wykonawcy potwierdzających realizację wymagań
 - b) wyniki testów funkcjonalnych potwierdzających działanie systemu w warunkach co najmniej laboratoryjnych
 - c) wykaz potrzebnego sprzętu do przeprowadzenia pełnych testów funkcjonalności zrealizowanej przez Wykonawcę,
 - d) instrukcję konfiguracji środowiska testowego zawierająca szczegółowy opis środowiska testowego,
 - e) instrukcję uruchomienia testów (jakościowe testy wytworzonego rozwiązania, testy bezpieczeństwa, testy wydajności, testy pomiaru parametrów pracy) sprawdzających zaimplementowane funkcjonalności,
 - f) opis w jaki sposób otrzymane wyniki powinny być interpretowane wraz z analizą przykładowych, oczekiwanych, wyników testów,
 - g) Instrukcje użytkownika,
 - h) Opis dalszych kroków rozwoju projektu (rozwój rozumiany jako m.in. rozszerzanie, skalowanie, zmiana technologii) i jego parametrów, wraz z oceną obecnych ograniczeń i ich przyczyn. W ramach analizy parametrów oraz ograniczeń należy uwzględnić aspekty techniczne, środowiskowe, ekonomiczne i użytkowe.
9. Raport podsumowujący wykonanie prac z wykorzystanego przez Wykonawcę systemu zarządzania zadaniami, który pozwoli udokumentować zrealizowane: zadania, grupy zadań,

- historie użytkownika, epi i wersje wydawcze na przestrzeni realizacji zamówienia. Raport ma zawierać zarówno wymiar ilościowy, jak i jakościowy. (po zakończeniu realizacji zadania nr 1)
10. Instrukcje użytkowania i zarządzania powstałym rozwiązaniem urządzeniowo-softwarem
 11. Przygotowanie wkładu do raportu z realizacji prac związanych z realizacją projektu TAMAbOX dla NCBR.

LP. 2 – Zadanie nr 2

Tytuł Zadanie nr 2 - Stworzenie i opracowanie rozwiązania do wzmocnienia inspekcji ruchu aplikacyjnego, uwzględniającym terminację i deszyfrację sesji TLS różnych wersji, aby umożliwić jego inspekcję tuż przed dotarciem do punktów końcowych.

Zamawiający przewiduje następujące zadania dla Wykonawcy w związku z realizacją Przedmiotu Zamówienia:

1. Zaproponowanie, zaprojektowanie i zaimplementowanie nowego typu komponentu obsługującego i przetwarzającego wiele równoległych sesji zaszyfrowanych protokołem TLS, wraz z umożliwieniem głębokiej inspekcji ruchu tuż przed dotarciem do punktów końcowych.
 - a. Głęboka inspekcja jest rozumiana jako możliwość deszyfracji ruchu i wgląd w zawartość protokołów warstwy 7 chronionych warstwą szyfrowania TLS na potrzeby analizy za pomocą reguł, wyrażeń regularnych (w szczególności rozwiązaniem z Zadania 1) i innych modułów analitycznych.
 - b. Inspekcja jest ukierunkowana na analizę zagrożeń.
2. Rozwiązanie ma umożliwić:
 - a. obsługę łączy do 40 Gbit/s
 - b. uzyskanie terminowania co najmniej 10000 równoległych sesji SSL/TLS, każde co najmniej o przepływności 1 Mbit/s.
3. Sposób prowadzenia analizy ma się odbywać bez naruszenia prywatności komunikacji, tj. analiza ma się odbywać przed dotarciem do serwisu końcowego i wyłączenie na potrzeby analizy ruchu.

4. Proponowane rozwiązanie powinno przyjmować formę, która pozwoli Zamawiającemu na integrację rozwiązania z istniejącym, a rozwijanym w projekcie system anty-DDoS TAMA w wersji wirtualnej i fizycznej. Rozpatrywane są różne pipeline'y akceleracji – zarówno bezpośrednio obsługując ruch sieciowy w karcie akceleracyjnej, jak i akcelerację selektywną poprzez wywołania aplikacyjne do karty za pomocą PCIe. Szczegóły dotyczące pipeline'u (preprocessing, wypakowanie z ramek, defragmentacja, bufor, wyjścia, zakres API, udział CPU hosta itp.) powinny być przedmiotem pierwszego etapu realizacji zadania w zakresie projektowania rozwiązania i do akceptacji z Zamawiającym przed etapem implementacji. Integracja jest przedmiotem prac w Zadaniu nr 3.

5. Proponowane rozwiązanie powinno być przystosowane do skalowalnego wdrażania.

a. Dla ustalenia uwagi należy rozpatrzyć następujące środowiska wdrożeniowe całego systemu, w którym można umieścić wskazany komponent akceleracyjny:

i. Maszyna wirtualna o parametrach 8vCPU, 16GB RAM, 100GB dysku

ii. Lekkie urządzenie fizyczne biurkowe lub do zamontowania w szafie Rack, CPU 4 rdzenie/8 wątków, 16GB RAM, 500GB dysku

iii. Urządzenie fizyczne w postaci urządzenia serwerowego wielkości maksymalnej do 2U, 2xCPU (w sumie 16 rdzeni), 32GB RAM, 1TB dysku

iv. Klaster urządzeń fizycznych z punktu iii. – co najmniej 3 urządzenia spięte razem ze wspólną warstwą wykorzystania zasobów obliczeniowych

v. Kombinacja środowisk z punktów i. – iv

b. Dostawca może w toku prac wskazywać własne propozycje co do wymaganych zasobów obliczeniowych w proponowanych scenariuszach wdrożenia. Oczekujemy w tym obszarze wsparcia i konsultacji Dostawcy.

Zadanie 2 – warunki odbiorcze

1. Rozwiązanie akceleracyjne zgodnie z wypracowanym w ramach zadania projektem podsystemu i potwierdzonym z Zamawiającym:

- a. IP Hardware core,
- b. IP Software core,

- c. Wskazana karta akceleracyjna.
2. Wersje rozwojowe kodu, skryptów, notatników i innych obiektów, które Wykonawca wytworzy w ramach prac badawczych w zakresie zadania. Preferowane jest przekazanie kopii wszystkich repozytoriów systemu kontroli wersji typu Git wykorzystywanych przez Wykonawcę wraz z historią aktualizacji (commitów do repozytorium)
3. Kod źródłowy rozwiązania pozwalający na wykonanie testów weryfikujących poprawność wykonania zadań wraz z testami automatycznymi oraz instrukcję kompilacji i uruchomienia kodu.
4. Kod wynikowy rozwiązania wraz z instrukcją kompilacji i uruchomienia.
5. Opis rozwiązania przystosowane do skalowalnego wdrażania wraz z wnioskami dla wszystkich środowisk wdrożeniowych wymienionych w opisie przedmiotu zamówienia.
6. Opis rozważań wdrożenia akceleracji rozwiązania z wykorzystaniem rozwiązań jak np. FPGA, GPU lub innych rozwiązań sprzętowych
7. Dokumentacja analityczna projektu rozwiązania wraz z wykazem wszystkich potrzebnych narzędzi programowych, bibliotek, systemów operacyjnych wraz z ich wersjami.
8. Raport obejmujący
 - a) wyniki testów systemowych (jakościowe testy wytworzonego rozwiązania, testy bezpieczeństwa, testy wydajności, testy pomiaru parametrów pracy) względem referencji (replikowalne) Wykonawcy potwierdzających realizację wymagań
 - b) wyniki testów funkcjonalnych potwierdzających działanie systemu w warunkach co najmniej laboratoryjnych
 - c) wykaz potrzebnego sprzętu do przeprowadzenia pełnych testów funkcjonalności zrealizowanej przez Wykonawcę,
 - d) instrukcję konfiguracji środowiska testowego zawierającą szczegółowy opis środowiska testowego,
 - e) instrukcję uruchomienia testów (jakościowe testy wytworzonego rozwiązania, testy bezpieczeństwa, testy wydajności, testy pomiaru parametrów pracy) sprawdzających zaimplementowane funkcjonalności,
 - f) opis w jaki sposób otrzymane wyniki powinny być interpretowane wraz z analizą przykładowych, oczekiwanych, wyników testów,
 - g) Instrukcje użytkownika,
 - h) Opis dalszych kroków rozwoju projektu (rozwój rozumiany jako m.in. rozszerzanie, skalowanie, zmiana technologii) i jego parametrów, wraz z oceną obecnych ograniczeń i ich przyczyn. W ramach analizy parametrów oraz ograniczeń należy uwzględnić aspekty techniczne, środowiskowe, ekonomiczne i użytkowe.
9. Raport podsumowujący wykonanie prac z wykorzystanego przez Wykonawcę systemu zarządzania zadaniami, który pozwoli udokumentować zrealizowane: zadania, grupy zadań, historie użytkownika, epiki i wersje wydawcze na przestrzeni realizacji zamówienia. Raport ma zawierać zarówno wymiar ilościowy, jak i jakościowy. (po zakończeniu realizacji zadania nr 2)
10. Instrukcje użytkownika i zarządzania powstałym rozwiązaniem urządzeniowo-sofwarowym
11. Przygotowanie wkładu do raportu z realizacji prac związanych z realizacją projektu TAMAbbox dla NCBR.

LP. 3 - Zadanie nr 3

Tytuł: Stworzenie i opracowanie komponentów integrujących nowe akceleratory sprzętowe dla systemu TAMAbbox wraz z przeprowadzeniem testów integracyjnych.

W ramach realizacji zadania nr 3 Zamawiający oczekuje od Wykonawcy następujących działań:

1. Zaproponowanie, zaprojektowanie i zaimplementowanie nowego komponentu dla systemu TAMAbbox, który umożliwi adekwatną integrację akceleratora reguł wykrywania, będącego przedmiotem opracowania w Zadaniu nr 1.
2. Zaproponowanie, zaprojektowanie i zaimplementowanie nowego komponentu dla systemu TAMAbbox, który umożliwi adekwatną integrację akceleratora obsługi ruchu zaszyfrowanego wraz z selektywną deszyfracją, będącego przedmiotem opracowania w Zadaniu nr 2.
3. Wsparcie Exatel w pierwszej, laboratoryjnej i prototypowej integracji akceleratorów będących przedmiotem opracowania w Zadaniu nr 1 oraz w Zadaniu nr 2 z wykorzystaniem komponentów integracyjnych opracowanych w niniejszym zadaniu.
4. Przeprowadzenie testów funkcjonalnych i integracyjnych w celu optymalizacji oraz poprawek, a także ostatecznej oceny przydatności opracowanych akceleratorów oraz komponentów.

Zadanie 3 – warunki odbiorcze

1. System integracji rozwiązań akceleracyjnych opracowanych w Zadaniu nr 1 i nr 2 zgodnie z wypracowanym w ramach tego zadania projektem podsystemu i potwierdzonym z Zamawiającym:
 - a. IP Software core,
 - b. oprogramowanie do obsługi podsystemu akceleracji (biblioteka API),
 - c. oprogramowanie wspierające integrację rozwiązania z systemami Zamawiającego.
2. Wersje rozwojowe kodu, skryptów, notatników i innych obiektów, które Wykonawca wytworzy w ramach prac badawczych w zakresie zadania. Preferowane jest przekazanie kopii wszystkich repozytoriów systemu kontroli wersji typu Git wykorzystywanych przez Wykonawcę wraz z historią aktualizacji (commitów do repozytorium)
3. Kod źródłowy rozwiązania pozwalający na wykonanie testów weryfikujących poprawność wykonania zadań wraz z testami automatycznymi oraz instrukcją kompilacji i uruchomienia kodu.
4. Kod wynikowy rozwiązania wraz z instrukcją kompilacji i uruchomienia.
5. Opis rozwiązania przystosowane do skalowalnego wdrażania wraz z wnioskami dla wszystkich środowisk wdrożeniowych wymienionych w opisie przedmiotu zamówienia.
6. Opis rozważań wdrożenia akceleracji rozwiązania z wykorzystaniem rozwiązań jak np. FPGA, GPU lub innych rozwiązań sprzętowych
7. Dokumentacja analityczna projektu rozwiązania wraz z wykazem wszystkich potrzebnych narzędzi programowych, bibliotek, systemów operacyjnych wraz z ich wersjami.
8. Raport obejmujący
 - a) wyniki testów systemowych (jakościowe testy wytworzonego rozwiązania, testy bezpieczeństwa, testy wydajności, testy pomiaru parametrów pracy) względem referencji (replikowalne) Wykonawcy potwierdzających realizację wymagań

- b) wyniki testów funkcjonalnych potwierdzających działanie systemu w warunkach co najmniej laboratoryjnych
 - c) wykaz potrzebnego sprzętu do przeprowadzenia pełnych testów funkcjonalności zrealizowanej przez Wykonawcę,
 - d) instrukcję konfiguracji środowiska testowego zawierająca szczegółowy opis środowiska testowego,
 - e) instrukcję uruchomienia testów (jakościowe testy wytworzonego rozwiązania, testy bezpieczeństwa, testy wydajności, testy pomiaru parametrów pracy) sprawdzających zaimplementowane funkcjonalności,
 - f) opis w jaki sposób otrzymane wyniki powinny być interpretowane wraz z analizą przykładowych, oczekiwanych, wyników testów,
 - g) Instrukcje użytkownika,
 - h) Opis dalszych kroków rozwoju projektu (rozwój rozumiany jako m.in. rozszerzanie, skalowanie, zmiana technologii) i jego parametrów, wraz z oceną obecnych ograniczeń i ich przyczyn. W ramach analizy parametrów oraz ograniczeń należy uwzględnić aspekty techniczne, środowiskowe, ekonomiczne i użytkowe.
9. Raport podsumowujący wykonanie prac z wykorzystanego przez Wykonawcę systemu zarządzania zadaniami, który pozwoli udokumentować zrealizowane: zadania, grupy zadań, historie użytkownika, epiki i wersje wydawcze na przestrzeni realizacji zamówienia. Raport ma zawierać zarówno wymiar ilościowy, jak i jakościowy. (po zakończeniu realizacji zadania nr 3)
10. Instrukcje użytkownika i zarządzania powstałym rozwiązaniem urządzeniowo-sofwarowym
11. Przygotowanie wkladu do raportu z realizacji prac związanych z realizacją projektu TAMAbbox dla NCBR.

2. Ogólne warunki realizacji Zadań: Zadania nr 1, Zadania nr 2 oraz Zadania nr 3 :

- 1) Zamawiający dokona odbiorów Zadania nr 1, Zadania nr 2 oraz Zadania nr 3 w oparciu o ustalone na etapie realizacji Przedmiotu Umowy wskaźniki oceny jakości i parametry techniczne, właściwości funkcjonalne, poziom innowacyjności itp.
- 2) Rozpatrując możliwe rozwiązania dla Zadań 1, 2 i 3 można przyjąć wymaganie, aby rozwiązania były osadzone we wspólnym systemie akceleracji ze współdzielonym hardware oraz ekosystemem software do obsługi hardware.
- 3) Wykonawca udostępni dokumentację rozwiązania Zamawiającemu.
- 4) Zamawiający oczekuje przeniesienia praw związanych z tworzonymi dziełami i utworami na Zamawiającego.
- 5) Zamawiający oczekuje, że Wykonawca zapewni, że dostarczone rozwiązania w ramach realizacji Przedmiotu Zamówienia w szczególności oprogramowanie, zostaną objęte co najmniej 6 miesięczną gwarancją, której bieg rozpocznie się od daty podpisania przez obie Strony bez zastrzeżeń Protokołu Odbioru Końcowego. Szczegółowy zakres gwarancji został opisany w **§ 2 Umowy stanowiącej załącznik nr 6 do Zaproszenia.**

3. Dodatkowy opis projektów TAMA oraz ARFA

Przy planowaniu zakresu oferty, należy założyć, że rozwijane algorytmy i moduły realizujące rozwiązania dla wskazanych zadań w Zamówieniu mają docelowo stać się elementem działającego

produkcyjnie systemu anty-DDoS TAMA opracowanego przez Exatel w ostatnich latach w ramach projektów TAMA i ARFA. Integracja ta obejmuje zarówno:

- zasilenie opracowywanych algorytmów i modułów za pomocą danych dostępnych w systemie
- konsumpcję wygenerowanych danych przez opracowywane algorytmy i moduły w założony sposób

Oficjalny opis systemu znajduje się na stronie publicznej Exatel: <https://exatel.pl/badania-i-rozwoj/exatel-tama/>

Warto zwrócić uwagę, że rozwiązanie TAMA to aktualnie dwie główne linie produktowe:

- TAMA – główny system chroniący łącza klientów Exatel
- TAMA Pro7 – stanowiące rozszerzenie głównego systemu TAMA w zakresie ochrony przed atakami aplikacyjnymi, nowymi atakami wolumetrycznymi, atakami na serwery oraz atakami na BGP.

Na wskazanej stronie zaprezentowano ideową architekturę głównego systemu wraz ze wskazaniem podstawowych komponentów składających się na to rozwiązanie. Zamawiający oczekuje, że Wykonawca dostarczy rozwiązania, które będzie można integrować z komponentami systemu TAMA oraz TAMA Pro7, w szczególności w ramach rozwijanych wersji Box dla obu tych linii produktowych.

Zakres i sposób integracji na poziomie składania oferty należy założyć ideowo wraz z propozycjami zgodnymi z istniejącymi sposobami technologicznymi. Założenia dotyczące integracji zostaną wypracowane we wcześniejszych etapach projektu, aby właściwa realizacja integracji i jej elementów (poziom danych, implementacja technologii) będą wykonywane w ramach dalszych etapów wypełniania kontraktu przez Wykonawcę.

Publicznie dostępne materiały szczegółowe dotyczące systemu TAMA można znaleźć na blogu R&D Exatel, m.in.:

- <https://exatel.pl/wiedza/materialy/video/tama-pro7-sztama-z-cyberbezpieczenstwem/>
- <https://exatel.pl/wiedza/materialy/artykuly/misja-tama-do-sforsowania-dzien-pierwszy-rozpoznanie/>
- <https://exatel.pl/wiedza/materialy/artykuly/jak-wygladaja-ataki-ddos-na-przykladzie-romeo-i-julia/>
- <https://exatel.pl/wiedza/materialy/podcast/podcast-tama-nie-zwalniamy-kroku-w-rozwoju-autorskiego-systemu-anty-ddos/>

- <https://exatel.pl/wiedza/materialy/artykuly/wybrane-mechanizmy-przeciwdzialania-atak-om-ddos-mitygacja/>
- <https://exatel.pl/wiedza/materialy/artykuly/wybrane-mechanizmy-przeciwdzialania-atak-om-ddos-czesc-1-wykrywanie-ataku/>
- <https://exatel.pl/wiedza/materialy/artykuly/portal-do-tama/>
- <https://exatel.pl/wiedza/materialy/podcast/podcast-jak-powstaja-rozwiazania-anty-ddos/>
- <https://exatel.pl/wiedza/materialy/video/ataki-ddos-a-bezpieczenstwo-biznesu/>
- <https://exatel.pl/wiedza/materialy/artykuly/arfa-jak-spolka-skarbu-panstwa-przesiewa-zwir/>
- <https://exatel.pl/wiedza/materialy/artykuly/pierwotna-informatyka-w-systemie-tama/>

Nagrania nt. TAMA dostępne w serwisie YouTube:

- <https://www.youtube.com/watch?v=5KGTepGLKPQ>
- https://www.youtube.com/watch?v=pWh_U-j_UzI