Fundusze Europejskie Wiedza Edukacja Rozwój
Rzeczpospolita Polska
Unia Europejska Europejski Fundusz Społeczny

MQTT

Technologie Internetowe

Projekt „SezAM wiedzy, kompetencji i umiejętności" jest współfinansowany przez Unię Europejską ze środków Europejskiego Funduszu Społecznego w ramach Programu Operacyjnego Wiedza Edukacja Rozwój

Protokół MQTT

Message Queuing Telemetry Transport (MQTT) to prosty i lekki protokół transmisji wiadomości i danych; pierwsza wersja powstała w 1999 roku.
Protokół został opracowany w firmach IBM oraz Circus Lin, obecnie jest rozwijany przez społeczność OpenSource (http://mqtt.org/).
Najnowsza wersja, 5.0, została opublikowana w 2019 roku.
Właściwości protokołu:

- prosty i lekki protokół warstwy aplikacji,
- oparty na wzorcu publikacja/subskrypcja,
- przeznaczony do transmisji dla urządzeń niewymagających dużej przepustowości,
- poprzez ograniczenie prędkości transmisji zapewnia większą niezawodność niż przy prędkości wyższej,
- doskonale sprawdza się przy połączeniach maszyna-maszyna (M2M), w Internecie rzeczy, w urządzeniach mobilnych oraz tam, gdzie wymagana jest oszczędność przepustowości oraz energii

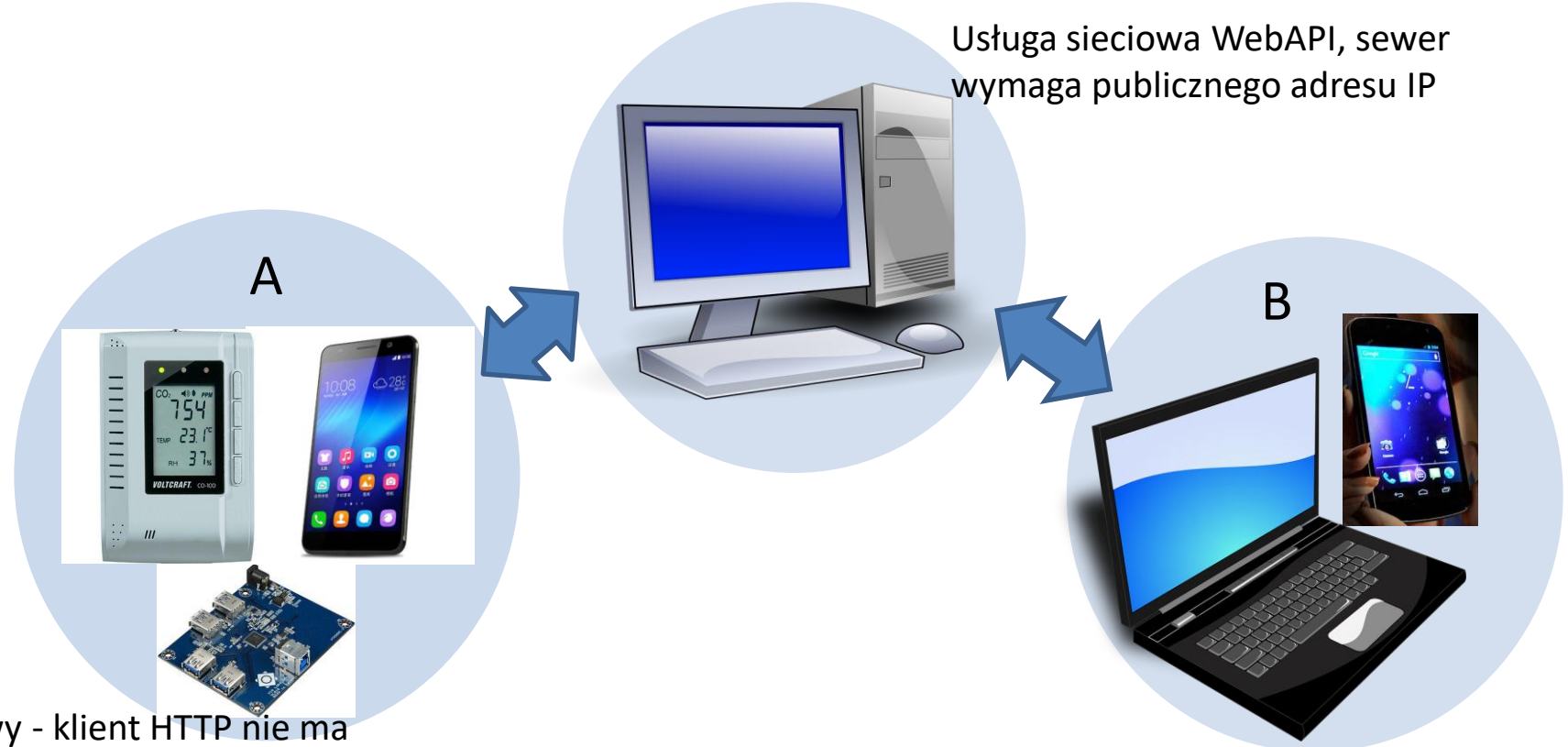
Projekt „SezAM wiedzy, kompetencji i umiejętności" jest współfinansowany przez Unię Europejską ze środków Europejskiego Funduszu Społecznego w ramach Programu Operacyjnego Wiedza Edukacja Rozwój

Porównanie protokołów HTTP i MQTT

	MQTT	HTTP
Przesyłana treść	Dane lub krótkie wiadomości	Głównie dokumenty, często duże
Wzorzec komunikacji	Publikacja / Subskrypcja	Żądanie / Odpowiedź
Złożoność	Mała	Większa
Rozmiar wiadomości	Mały, jeden mały nagłówek	Duży, kilka nagłówków
Jakość usługi	Trzy poziomy	Jeden poziom
Dystrybucja wiadomości	Jeden do wielu (1:0,1,n) Jedna publikacja jest rozsyłana do wieku subskrybentów albo do żadnego, jeśli żaden nie subskrybuje tematu	Jeden do jednego
Biblioteki programistyczne (klienckie)	Małe	Duże

Projekt „SezAM wiedzy, kompetencji i umiejętności" jest współfinansowany przez Unię Europejską ze środków Europejskiego Funduszu Społecznego w ramach Programu Operacyjnego Wiedza Edukacja Rozwój

Przykład systemu wykorzystującego HTTP i usługę WebAPI do komunikacji dwóch maszyn nie posiadających publicznego IP, komunikacja między maszynami A i B jedynie poprzez usługę i wspólny zbiór danych na serwerze



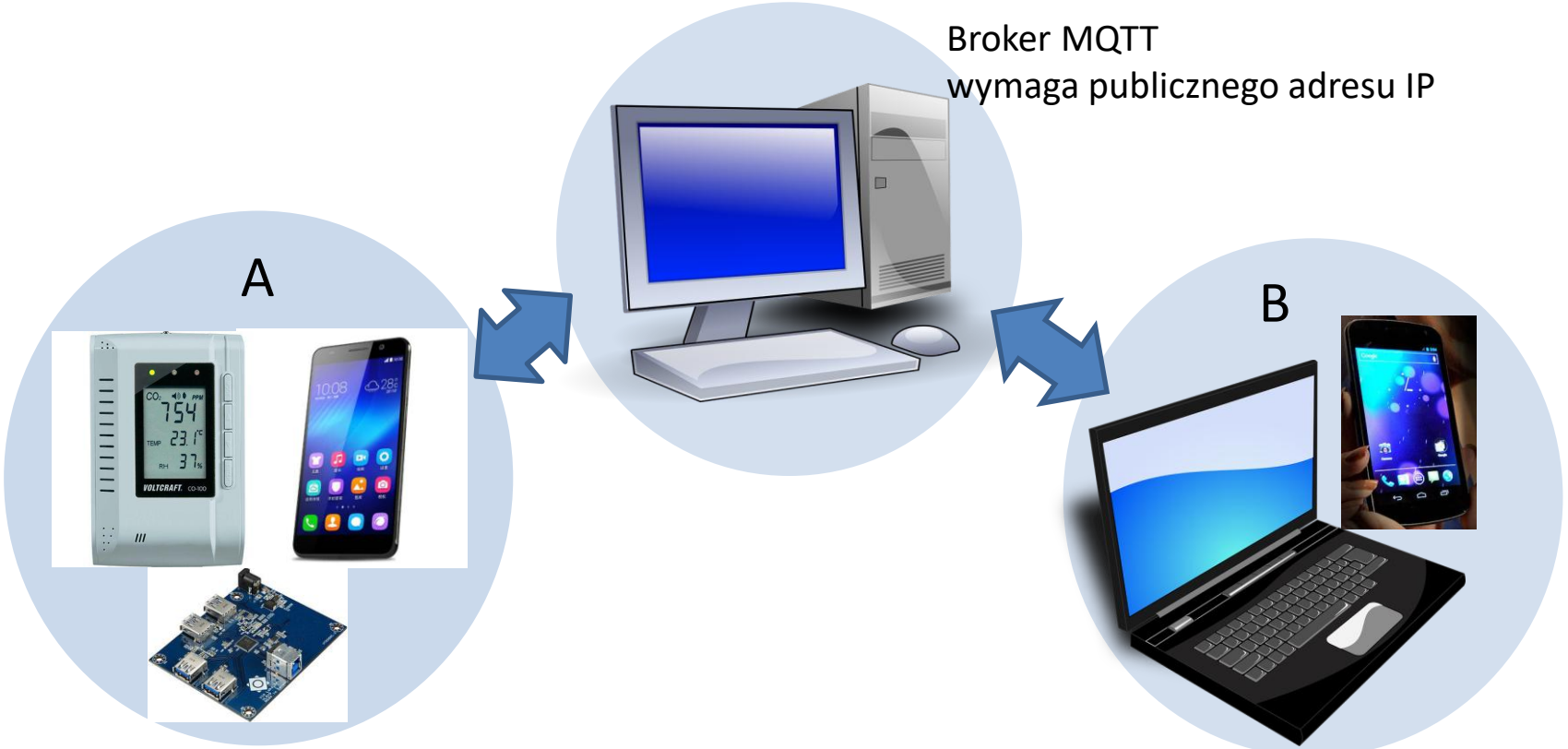
Usługa sieciowa WebAPI, sewer wymaga publicznego adresu IP

Układ pomiarowy - klient HTTP nie ma publicznego adresu IP

Odczyt pomiarów - klient HTTP nie ma publicznego adresu IP

Projekt „SezAM wiedzy, kompetencji i umiejętności” jest współfinansowany przez Unię Europejską ze środków Europejskiego Funduszu Społecznego w ramach Programu Operacyjnego Wiedza Edukacja Rozwój

Przykład systemu wykorzystującego MQTT do komunikacji dwóch maszyn nie posiadających publicznego IP, łączność między maszynami A i B dwukierunkowa, za pośrednictwem brokera



Broker MQTT
wymaga publicznego adresu IP

Układ kontrolno-pomiarowy publikator/subskrybent
MQTTnie wymaga publicznego adresu IP

Zdalne sterowanie i odczyt pomiarów publikator/subskrybent
MQTT nie wymaga publicznego adresu IP

Projekt „SezAM wiedzy, kompetencji i umiejętności" jest współfinansowany przez Unię Europejską ze środków Europejskiego Funduszu Społecznego w ramach Programu Operacyjnego Wiedza Edukacja Rozwój

Broker MQTT

1. Broker MQTT pełni funkcję serwera, z którym łączą się klienci.
   a) Klienci mogą występować w dwóch rolach: publikatorów i subskrybentów.
   b) Publikatory mogą publikować wiadomości na jakiś temat, a subskrybenci mogą subskrybować tematy.
   c) Przesyłanie wiadomości odbywa się za pośrednictwem brokera.
2. Broker musi być widziany przez komputery klientów.
   a) Klienci nie muszą widzieć się wzajemnie.
   b) Częstym rozwiązaniem jest broker z publicznym adresem IP i klienci z dostępem do Internetu, bez konieczności posiadania publicznego IP.
   c) Klientami mogą być komputery w sieciach lokalnych i urządzenia przenośne.
   d) Publikator może przekazać wiadomość subskrybentowi bez znajomości jego adresu IP i wiedzy o jego istnieniu.
   e) Broker odbiera wiadomości od klientów publikujących, a następnie rozsyła je do klientów subskrybujących dany temat.
3. Przykładem zastosowania protokołu MQTT jest Facebook Messenger, za którego pomocą można przesyłać wiadomości między urządzeniami przenośnymi nieposiadającymi publicznych adresów IP.

Projekt „SezAM wiedzy, kompetencji i umiejętności" jest współfinansowany przez Unię Europejską ze środków Europejskiego Funduszu Społecznego w ramach Programu Operacyjnego Wiedza Edukacja Rozwój

Tematy - Topics

1. Publikatory publikują wiadomości na dany temat, subskrybenci subskrybują wybrane tematy.
2. Tematy nie muszą być wcześniej tworzone i mogą mieć dowolną nazwę.
3. Tematy mają wielopoziomową strukturę hierarchiczną.
4. / (slash) – rozdziela poziomy.
5. # (hash character) – multi level wildcard.
6. + (plus character) – single level wildcard; przykład: house/+/main-light.
7. $SYS/broker/# – komunikaty brokera.
8. Symbole + i # można stosować, subskrybując tematy, nie można ich stosować, publikując

Projekt „SezAM wiedzy, kompetencji i umiejętności" jest współfinansowany przez Unię Europejską ze środków Europejskiego Funduszu Społecznego w ramach Programu Operacyjnego Wiedza Edukacja Rozwój

Zarządzanie łącznością MQTT

- **Connect** – Ustanawia połączenie z brokerem.
- **Subscribe** – Subskrybuje (nasłuchuje) zadany temat na brokerze.
- **Publish** – Publikuje (wysyła) informację na podany temat, poprzez broker, do wszystkich klientów subskrybujących dany temat.
- **Unsubscribe** – Przestaje subskrybować dany temat.
- **Disconnect** – Zamyka połączenie z brokerem.

- Publikator może przekazać wiadomość subskrybentowi bez znajomości jego adresu IP i wiedzy o jego istnieniu.
- Broker odbiera wiadomości od klientów publikujących, a następnie rozsyła je do klientów subskrybujących dany temat.

Projekt „SezAM wiedzy, kompetencji i umiejętności" jest współfinansowany przez Unię Europejską ze środków Europejskiego Funduszu Społecznego w ramach Programu Operacyjnego Wiedza Edukacja Rozwój

Jakość usługi - Quality of Service - QoS

Zdefiniowane są trzy poziomy jakości usługi, określające, czy i ile razy wiadomość musi zostać dostarczona do subskrybenta:

♦ **QoS = 0** – At most once (najwyżej raz) – wysłana wiadomość nie potrzebuje potwierdzenia dostarczenia – „Wyślij i zapomnij”. Jest to najprostsza metoda wysyłania wiadomości. Klient publikuje wiadomość na dany temat, ale nie otrzymuje potwierdzenia jej otrzymania przez brokera. Jest to odpowiedni wybór w przypadku niezawodnego połączenia klienta z brokerem. QoS = 0 gwarantuje najniższy koszt pod względem transferu danych.

♦ **QoS = 1** – At least once (przynajmniej raz) – wysłana wiadomość musi zostać dostarczona przynajmniej raz, potwierdzenie jest wymagane. Wiadomość może zostać dostarczona do wielu odbiorców (może być odebrana kilkukrotnie, jest wysyłana do subskrybenta, dopóki broker nie otrzyma potwierdzenia odbioru). Można stosować, gdy wiadomość jest idempotentna.

♦ **QoS = 2** – Exactly once (dokładnie raz) – wysłana wiadomość musi zostać dostarczona odbiorcy dokładnie jeden raz . Jest to najwyższy poziom QoS, w którym jest wykorzystywana sekwencja czterech komunikatów pomiędzy nadawcą i odbiorcą. QoS = 2 gwarantuje dostarczenie wiadomości dokładnie raz, ale z najwyższym kosztem transferu danych. Należy stosować, gdy wiadomość nie jest idempotentna.

Projekt „SezAM wiedzy, kompetencji i umiejętności” jest współfinansowany przez Unię Europejską ze środków Europejskiego Funduszu Społecznego w ramach Programu Operacyjnego Wiedza Edukacja Rozwój

Opcja Retain

1. Domyślnie Retain = false: broker po przesłaniu opublikowanej wiadomości do wszystkich subskrybentów usuwa ją z pamięci, nowi subskrybenci jej nie dostaną.
2. Jeśli Retain = true: broker zachowuje ostatnią wiadomość w temacie i dostarcza ją do nowych subskrybentów; przydatne do przekazania stanu systemu nowym subskrybentom.
3. Kiedy jakiś czujnik publikuje swój stan tylko wtedy, gdy ten stan się zmienia, opcja Retain = true powinna być ustawiona.
   Na przykład, jeśli czujnik zamkniętych drzwi publikuje stan tylko wtedy, gdy drzwi są zamykane bądź otwierane, to przy Retain = false nowy subskrybent może długo czekać, zanim się dowie, czy drzwi są otwarte, czy zamknięte.

Projekt „SezAM wiedzy, kompetencji i umiejętności" jest współfinansowany przez Unię Europejską ze środków Europejskiego Funduszu Społecznego w ramach Programu Operacyjnego Wiedza Edukacja Rozwój

Połączenie klienta z brokerem - Keep Alive

MQTT korzysta z połączenia TCP/IP.

1. Połączenie jest zwykle otwarte, podobnie jak połączenie telefoniczne, aby klient mógł wysyłać i odbierać dane w dowolnym momencie.
2. Jeśli żadne dane nie będą przesyłane przez otwarte połączenie przez określony czas, połączenie jest zamykane przez serwer.
3. Aby podtrzymać połączenie, klient wysyła pakiet PINGREQ i oczekuje, że otrzyma pakiet PINGRESP od brokera. Ta wymiana wiadomości potwierdza, że połączenie jest otwarte i działa. Dopuszczalny czas przerwy między pakietami jest określany jako czas utrzymywania połączenia przy życiu Keep Alive.
4. Keep Alive to przedział czasu mierzony w sekundach. Wyrażony jest przez 16-bitowe słowo, jest to maksymalny odstęp czasu, który może upłynąć między momentem, w którym klient kończy transmisję jednego pakietu kontrolnego, a momentem, w którym rozpoczyna wysyłanie następnego.
5. Klient jest odpowiedzialny za upewnienie się, że odstęp czasu między wysyłanymi pakietami kontrolnymi nie przekracza wartości Keep Alive. W przypadku braku wysyłania jakichkolwiek innych pakietów kontrolnych klient MUSI wysłać pakiet PINGREQ. Może go wysłać w dowolnym momencie, niezależnie od wartości Keep Alive, i użyć PINGRESP do ustalenia, czy sieć i serwer działają.

Projekt „SezAM wiedzy, kompetencji i umiejętności" jest współfinansowany przez Unię Europejską ze środków Europejskiego Funduszu Społecznego w ramach Programu Operacyjnego Wiedza Edukacja Rozwój

Brokerzy MQTT

- Eclipse Mosquitto™
- RabbitMQ
- Node-RED – node-red-contrib-mqtt-broker

Bezpłatni brokerzy w sieci
https://mntolia.com/10-free-public-private-mqtt-brokers-for-testing-prototyping/
https://slashdot.org/software/mqtt-brokers/
https://www.emqx.com/en/blog/mqtt-client-tools

Projekt „SezAM wiedzy, kompetencji i umiejętności" jest współfinansowany przez Unię Europejską ze środków Europejskiego Funduszu Społecznego w ramach Programu Operacyjnego Wiedza Edukacja Rozwój

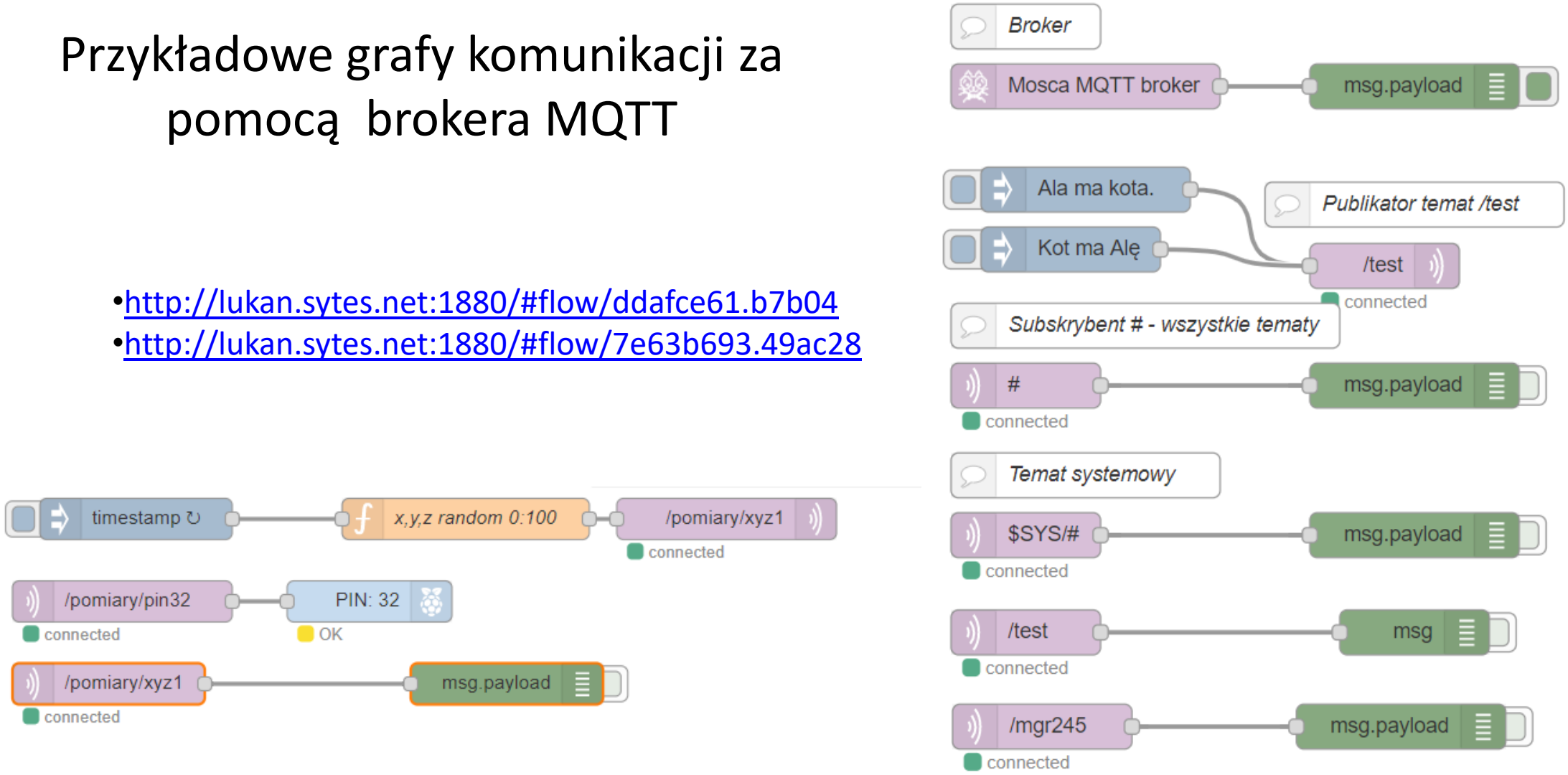
Programy klienckie

- Node-RED – http://lukan.sytes.net:1880/#flow/ddafce61.b7b04,
- MQTT Dash (IoT, Smart Home) – na Google Play,
- IoT MQTT Panel (IoT, Smart Home) – na Google Play,
- Chat – Android – https://github.com/Andrzej1959/Chat,
- MQTTclient – Windows C# – https://github.com/Andrzej1959/MQTTclient ,
- MQTT – C#,
- MQTT.fx – http://www.mqttfx.org/ - klient Windows,
- https://www.emqx.com/en/blog/mqtt-client-tools.

Projekt „SezAM wiedzy, kompetencji i umiejętności" jest współfinansowany przez Unię Europejską ze środków Europejskiego Funduszu Społecznego w ramach Programu Operacyjnego Wiedza Edukacja Rozwój

Przykładowe grafy komunikacji za pomocą brokera MQTT

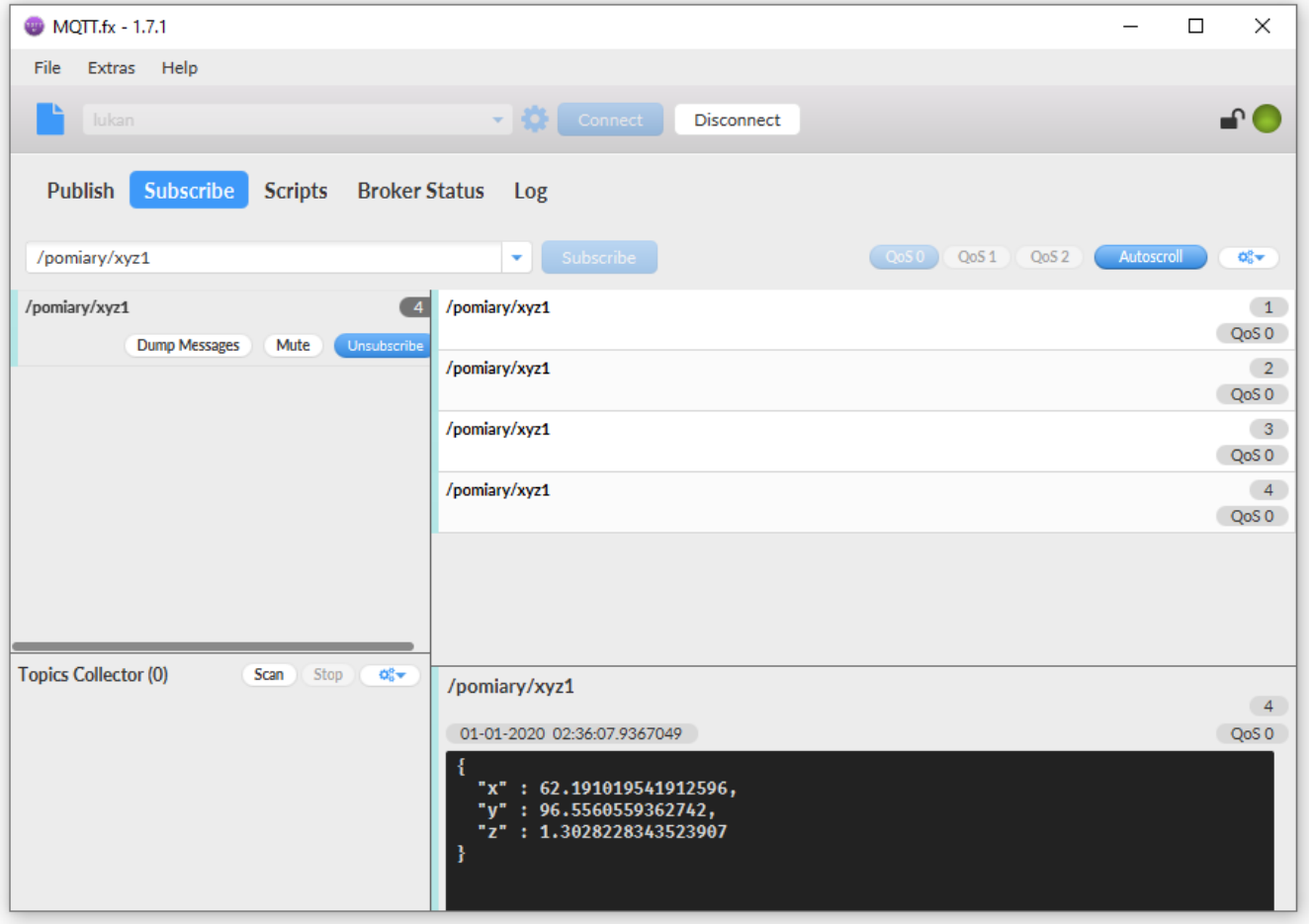
- http://lukan.sytes.net:1880/#flow/ddafce61.b7b04
- http://lukan.sytes.net:1880/#flow/7e63b693.49ac28



Projekt „SezAM wiedzy, kompetencji i umiejętności" jest współfinansowany przez Unię Europejską ze środków Europejskiego Funduszu Społecznego w ramach Programu Operacyjnego Wiedza Edukacja Rozwój

MQTT.fx – klient Windows

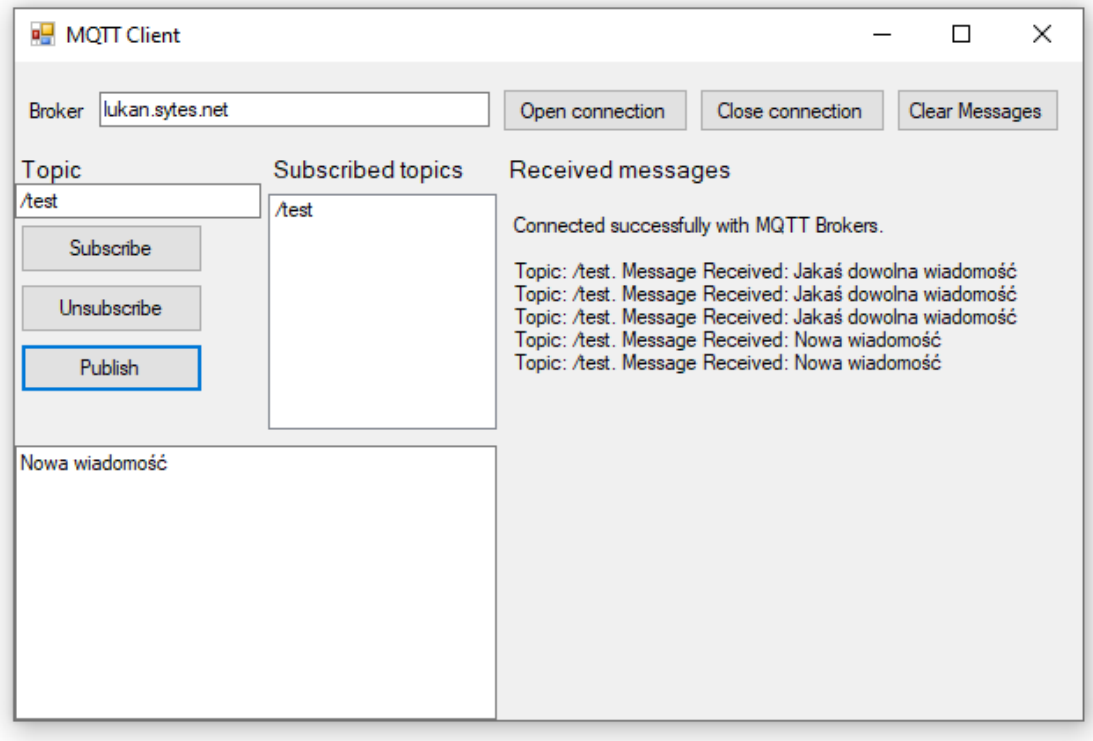
http://www.mqttfx.org/



Projekt „SezAM wiedzy, kompetencji i umiejętności" jest współfinansowany przez Unię Europejską ze środków Europejskiego Funduszu Społecznego w ramach Programu Operacyjnego Wiedza Edukacja Rozwój

MQTTclient – Windows C#

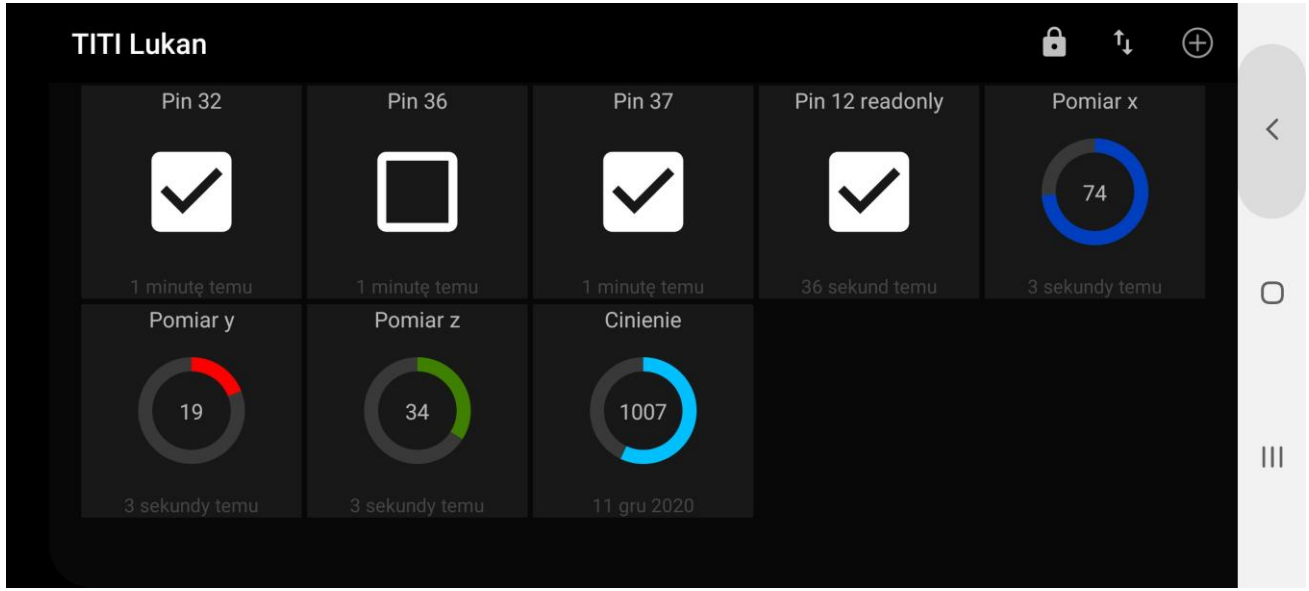
Program: http://argo.umg.edu.pl/www/Internet/MQTT/publish.htm
Kod https://github.com/Andrzej1959/MQTTclient



Wykorzystuje bibliotekę MQTTnet https://github.com/chkr1011/MQTTnet

Projekt „SezAM wiedzy, kompetencji i umiejętności" jest współfinansowany przez Unię Europejską ze środków Europejskiego Funduszu Społecznego w ramach Programu Operacyjnego Wiedza Edukacja Rozwój

Pulpit sterujący można też zrealizować na urządzeniu przenośnym z dostępem do Internetu.
Istnieje kilka programów klienta MQTT na smartfony z systemem Android.



MQTT Dash

IoT MQTT Panel

Projekt „SezAM wiedzy, kompetencji i umiejętności" jest współfinansowany przez Unię Europejską ze środków Europejskiego Funduszu Społecznego w ramach Programu Operacyjnego Wiedza Edukacja Rozwój