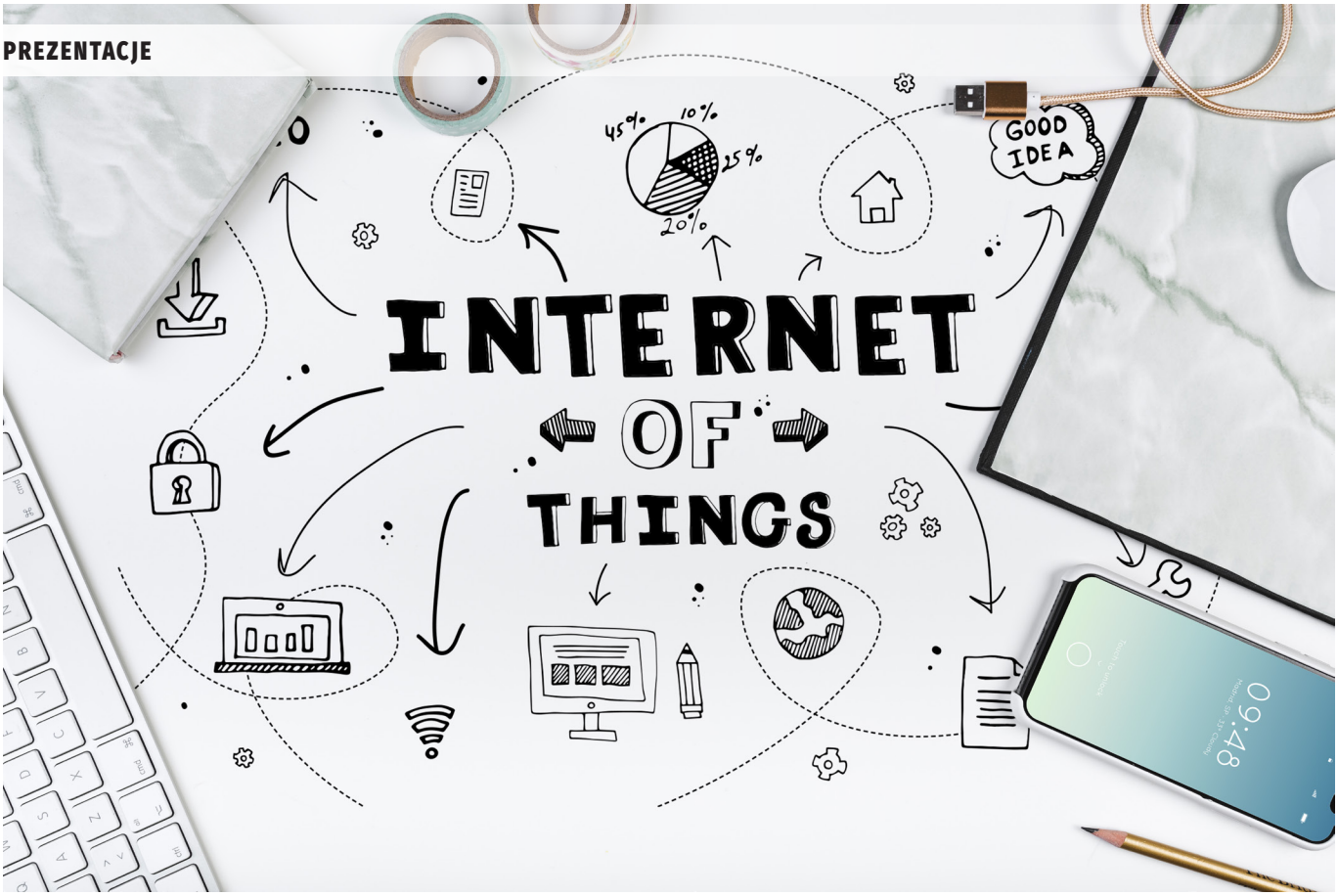



# Bezpieczne mikrokontrolery i moduły dla IoT

*Rozwiązania Internetu Rzeczy wchodzą w kolejną fazę rozwoju. W dzisiejszych czasach nie chodzi głównie już o wybranie najbardziej energooszczędnego standardu, ponieważ układy pod wieloma względami osiągnęły już granice technologiczne energooszczędności. Producenci zaczęli większą wagę przywiązywać do aspektów bezpieczeństwa danych oferowanych przez ich produkty.*

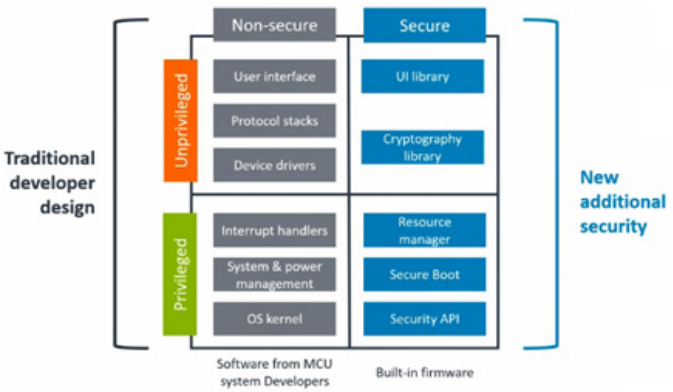
Momentem zwrotnym zarówno w dziedzinie bezpieczeństwa, jak również poprawy energooszczędności, było wprowadzenie rozwiązań opartych na architekturze ARMv8-M takich jak Cortex-M33. W dziedzinie bezpieczeństwa nowe układy oferują dostęp do szyfrowanej pamięci umożliwiającej przechowywanie danych krytycznych (**rysunek 1**).

## ARM Cortex-M33 – krok w stronę bezpieczeństwa

Bezpieczeństwo danych w systemach IoT opiera się o cztery główne aspekty. Są to:

- poufność – zagwarantowanie, że dane są odczytywane tylko przez docelowego odbiorcę,
- autentyczność – zapewnienie, że dane wysłane są przez oryginalne źródło,

**Więcej informacji:**
Computer Controls Sp. z oo
43-300 Bielsko-Biała, ul. Budowlanych 1
tel. +48 33485 94 90, info@ccontrols.pl
www.ccontrols.pl




**Rysunek 1. Architektura układów ARMv8-M oferująca funkcjonalność TrustZone**

- integralność – zapewnienie, że informacja zawiera oryginalną i nienaruszoną wiadomość,
- niezaprzeczalność – zapewnienie, że cyfrowy podpis danych nie może zostać odrzucony.

Powyższe aspekty kryptografii danych w całości zapewnia nowa architektura Cortex-M33 (**rysunek 2**), dostarczająca użytkownikowi możliwość bezpiecznego:

- debugowania kodu z użyciem funkcjonalności Lock/Unlock,
- uruchamiania oraz aktualizacji kodu,
- przechowywania kluczy szyfrujących,
- weryfikacji „użytkowników" sieci,
- detekcji włamania/sabotażu,
- generowania liczb losowych TRNG.

Dla zwiększenia bezpieczeństwa w rozwiązaniach istniejących, gdzie zmiana układu MCU jest zbyt kosztowna, projektanci mogą dalej zwiększyć bezpieczeństwo stosując zewnętrzne układy autentykacji. W zależności od końcowej aplikacji oraz jej wymagań, do dyspozycji jest weryfikacja symetryczna oraz asymetryczna (**rysunek 3**).

## Zaawansowane rozwiązania autentykacji oraz bezpieczeństwa danych

Maxim Integrated jest jednym z wiodących dostawców układów scalonych do weryfikacji oraz bezpieczeństwa danych. Portfolio producenta zawiera układy do autentykacji symetrycznej SHA-256 oraz niesymetrycznej ECDSA, które kilka lat temu zostały wzbogacone o mikrokontrolery z rodziny DeepCover. W zależności od aplikacji możemy zastosować odpowiednie rozwiązanie oraz sposób szyfrowania (**rysunek 4**).

Dobór układu autentykacji może na początku przysparzać wielu problemów. Bazując na zestawieniu z rysunku 4, możemy uporządkować wszystkie ważne kwestie. Projektując system lub urządzenie należy dokonać analizy rodzaju ochrony, jaki musimy zapewnić dla danych urządzeń – punktów sieci, i na tej podstawie wybrać odpowiednie rozwiązanie. Właściwa analiza oraz wybór pozwolą na zbudowanie systemu odpornego na dostęp niepożądanych użytkowników. W zestawieniach pokazanych na **rysunku 5** i **rysunku 6** umieszczono najnowsze układy autentykacji symetrycznej (rysunek 5) oraz asymetrycznej (rysunek 6).

Pomimo bardzo dużych możliwości układów z rodziny produktów do autentykacji systemy złożone mogą wymagać dodatkowych funkcjonalności, takich jak szyfrowanie kodu aplikacji czy wsparcie dla komunikacji TLS. Przy wymagających aplikacjach projektanci mają do dyspozycji układy z rodziny DeepCover (**rysunek 7**). Jako jedne z nielicznych oferują one wsparcie dla pełnej komunikacji TLS, dostarczane przez producenta.

## Rozwiązania bezprzewodowe dla popularnych standardów IoT

Silicon Laboratories jest jednym z czołowych dostawców rozwiązań bezprzewodowych dla Internetu Rzeczy. Swoje portfolio wzbogacił o układy oparte na architekturze Cortex-M33 oferujące zaawansowane bezpieczeństwo. Nowa rodzina układów EFR32xG21 oraz EFR32xG22, wspiera takie standardy jak Bluetooth, Thread, Zigbee i 2,4 GHz Proprietary i bazuje na rdzeniu Cortex-M33 (**rysunek 8**). Nowe układy serii EFR32xG oferują nie tylko zaawansowaną funkcjonalność w kwestii bezpieczeństwa ale również większą energooszczędność w porównaniu do poprzednich serii.


**Rysunek 2. Funkcjonalności rdzeni Cortex-M33 zapewniające bezpieczeństwo danych**

| Security Services and Feature Implementation | Algorithm Method | |
|---|---|---|
| | Symmetric Key | Asymmetric Key |
| Confidentiality | Yes | Yes |
| Identification and Authentication | Yes | Yes |
| Integrity | Yes | Yes |
| Non-repudiation | Yes-Combined with public/private key algorithm | Yes |
| Encryption | Yes-Fast | Yes-Slow |
| Decryption | Yes-Fast | Yes-Slow |
| Overall Security | High | High |
| Key Management | Key Exchange and Securing the Key on both the Sender and Recipient side is needed. | One party holds the private key: the sender (for asymmetric message authentication and decryption) or the receiver (for asymmetric encryption) |
| Algorithm Complexity | Easy to understand | Can be difficult to understand |
| Key Size | 128 bits, 192 or 256 bits or longer but do not need to be as long as asymmetric key *(Depends on secrecy of keys)* | 256 bits,1024 bits, 2048, 3072 bits or longer. *Depends on the intractability (The amount of time and resources needed to solve)* |
| System Vulnerabilities | Improper key management, generation and usage | Improper implementation |
| Attack Approaches | Brute Force, Linear/Differential Cryptanalysis | Brute Force, Linear/Differential Cryptanalysis and Oracle |

**Rysunek 3. Porównanie właściwości autentykacji symetrycznej i niesymetrycznej**

| Requirements | | DeepCover Secure Authentication ICs | | DeepCover Secure Microcontrollers |
|---|---|---|---|---|
| | | SHA-Based | ECDSA-Based | |
| Trust | Device authentication | ✓ | ✓ | ✓ |
| | Usage control/features enablement | ✓ | ✓ | ✓ |
| | Secure boot/download | | ✓ | ✓ |
| IP Protection | Hardware and firmware anticloning | ✓ | ✓ | ✓ |
| | Firmware encryption | | | ✓ |
| Secure Communications | Certificate distribution and verification | | ✓ | ✓ |
| | Packet encryption | ✓ | ✓ | ✓ |
| | Full TLS support | | | ✓ |
| | Small message encryption | ✓ | ✓ | ✓ |

**Rysunek 4. Zestawienie właściwości układów szyfrujących na potrzeby bezpieczeństwa IoT**

Zestawienie funkcjonalności z zakresu bezpieczeństwa zostało pokazane na **rysunku 9**. Pozwala ono na porównanie poszczególnych serii. Podobnie jak w przypadku układów autentykacji oraz DeepCover firmy Maxim Integrated, podczas analizy oraz projektowania systemu musimy dobrać rozwiązanie gwarantujące kompleksową ochronę zarówno danych, jak i komunikacji.

## Układy SoC, SiP oraz moduły dla komunikacji Bluetoot, Zigbee, Thread oraz 2,4 GHz Proprietary

Produkty firmy Silicon Labs to zarówno układy System on Chip, jak również moduły w wersji System in Package, oraz moduły jako standardowe PCB.

**Bluetooth 5, 5.1, 5.2 AoA oraz AoD**

Popularny standard komunikacji Bluetooth, dzięki wprowadzeniu na rynek stosu komunikacyjnego w wersji 5.2, który umożliwia lokalizację użytkowników w przestrzeni, zyskał nowe obszary zastosowań. Układy serii EFR32BG22 umożliwiają rozwijanie aplikacji wykorzystujących funkcjonalność AoA/AoD. Projektanci stosujący standard Bluetooth mają do dyspozycji zarówno układy SoC (**rysunek 10**), jak i w pełni certyfikowane moduły (**rysunek 11**).

W zależności od standardu oraz kluczowych cech aplikacji projektanci mają do wyboru układy należące do serii 1. oraz serii 2., które różnią się pomiędzy sobą wieloma aspektami. Na uwagę zasługuje pobór prądu przypadający na MHz, rdzeń układu, wsparcie dla kryptografii oraz maksymalna moc wyjściowa. Wybór rozwiązania zarówno spośród układów SoC jak i modułów, jest możliwy tylko po przeanalizowaniu wszystkich kwestii.

**Zigbee 3.0, OpenThread oraz Bluetooth 5.0, 5.1 – układy wieloprotokołowe**

Rodzina produktów serii EFR32MG od zawsze umożliwia komunikację z użyciem wielu standardów bezprzewodowych. Pierwsza seria układów umożliwiała komunikację w standardach Zigbee, Thread, Bluetooth, 2,4 GHz Proprietary oraz SubGHz (oddzielny tor radiowy w serii EFR32MG13). W najnowszych rozwiązaniach drugiej serii – EFR32MG21 lub EFR32MG22, obsługiwana jest większość z tych standardów, jednak należy zapoznać się ze specyfikacją (**rysunek 12**). W celu zróżnicowania swoich rozwiązań, zarówno pod względem budowy systemu, jak i ceny, producent przygotował dwie nowe rodziny układów charakteryzujące się inną funkcjonalnością.

Podobnie jak w przypadku rozwiązań obsługujących standard Bluetooth, tutaj również dostępne są układy w wersji SoC, SiP oraz moduły PCB posiadające certyfikacje na dany rynek (**rysunek 13**). Dla takich branż, jak oświetlenie, firma Silicon Labs

| Part Number | Type | Interface | Operating Voltage | User EEPROM | Package Options |
|---|---|---|---|---|---|
| DS28C22 | Authenticator | I²C | 3.3V | 3kb | TDFN |
| DS2465 | Coprocessor | I²C/1-Wire | 3.3V | 0.5kb | TSOC |
| DS28E15 | Authenticator | 1-Wire | 3.3V | 0.5kb | SFN, TSOC, TDFN |
| DS28E22 | | | | 2kb | TSOC, TDFN |
| DS28E25 | | | | 4kb | SFN, TO92, TSOC, TDFN |
| DS24L65 | Coprocessor | I²C/1-Wire | 1.8V | 0.5kb | TSOC |
| DS28EL15 | Authenticator | 1-Wire | | 0.5kb | SFN, TDFN |
| DS28EL22 | | | | 2kb | TDFN |
| DS28EL25 | | | | 4kb | TDFN |
| MAX66240 | Authenticator Transponder | NFC | Passive | 4kb | SOIC, TDFN, 8-Bump WLP |
| MAX66242 | | NFC/I²C | Passive (optional 3.3V) | | |
| MAX66300 | Coprocessor Transceiver | NFC/UART/SPI | 3.3V, 5V | 1kb | TQFN |

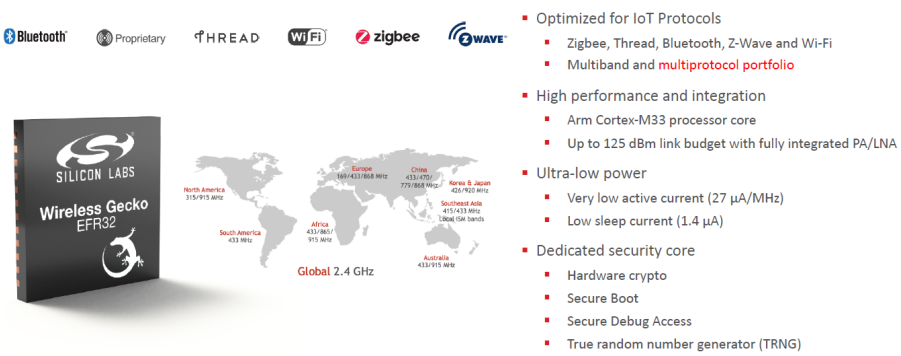
**Rysunek 5. Układy autentykacji symetrycznej SHA-256**

| Part Number | Type | Interface* | User EEPROM | Package Option |
|---|---|---|---|---|
| DS28E38 | Authenticator with ChipDNA | 1-Wire | 2kb | TDFN |
| DS28C36 | Authenticator | I²C | 4kb | TDFN |
| DS2476 | Coprocessor | I²C | 4kb | TDFN |
| DS28E35 | Authenticator | 1-Wire | 1kb | TSOC, TDFN |
| DS2475 | Coprocessor | I²C/1-Wire | — | SOT |

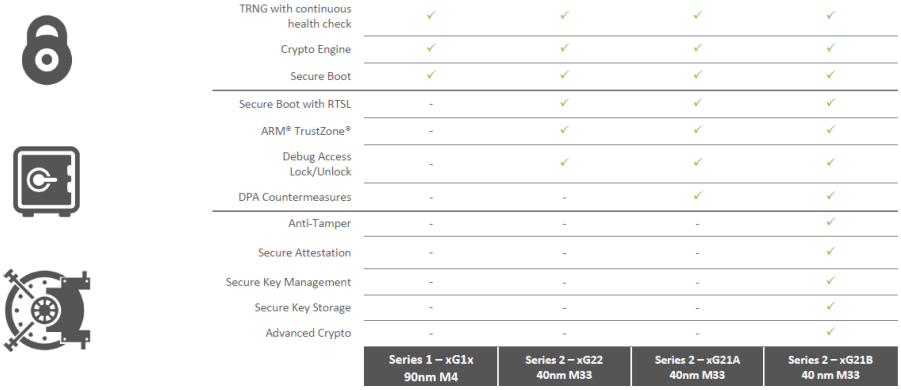
**Rysunek 6. Układy autentykacji asymetrycznej ECDSA**

| Part Number | Core | Frequency | Key Storage | USB | I²C | SPI | Symmetric Crypto | Asymmetric Crypto | Hash Algorithms |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| MAXQ1061 | Built-in Firmware | | Tamper-proof EEPROM | | ▪ | ▪ | AES 128, 256 | ECDSA P-256, P-384, P-521 ECDH | SHA-256, SHA-384, SHA-512 |
| MAX32555 | Cortex® M3 | 60MHz | Active tamper reaction | ▪ | ▪ | ▪ | AES 128, 192, 256 3DES | RSA 1024, 2048 ECDSA P-256, P-384, P-521 ECDH | SHA-224, SHA-256, SHA-384, SHA-512 |
| MAXQ1050 | MAXQ30 | 20MHz | Active tamper reaction | ▪ | | ▪ | AES 128, 192, 256 | RSA 1024, 2048 ECDSA P-192, P-256 | SHA-224, SHA-256 |

**Rysunek 7. Mikrokontrolery rodziny DeepCover**




**Rysunek 8. Kluczowe cechy układów rodziny EFR32xG21 oraz EFR32xG22**



| Feature | Basic | +Root of Trust | +Secure Element | Secure Vault |
|---|---|---|---|---|
| TRNG with continuous health check | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ |
| Crypto Engine | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ |
| Secure Boot | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ |
| Secure Boot with RTSL | - | ✓ | ✓ | ✓ |
| ARM® TrustZone® | - | ✓ | ✓ | ✓ |
| Debug Access Lock/Unlock | - | ✓ | ✓ | ✓ |
| DPA Countermeasures | - | - | ✓ | ✓ |
| Anti-Tamper | - | - | - | ✓ |
| Secure Attestation | - | - | - | ✓ |
| Secure Key Management | - | - | - | ✓ |
| Secure Key Storage | - | - | - | ✓ |
| Advanced Crypto | - | - | - | ✓ |
| | Series 1 – xG1x 90nm M4 | Series 2 – xG22 40nm M33 | Series 2 – xG21A 40nm M33 | Series 2 – xG21B 40 nm M33 |

**Rysunek 9. Porównanie funkcjonalności z zakresu bezpieczeństwa dla poszczególnych serii układów EFR32**

| | Series 1 - xG13 | Series 2 - xG21 | Series 2 - xG22 |
|---|---|---|---|
| Target applications | General purpose Bluetooth LE and mesh | Mains powered Bluetooth LE and mesh | Lowest power Bluetooth LE, Direction Finding and Bluetooth mesh LPNs |
| Bluetooth features | 5.1 and mesh 1.0 (1M, 2M, LE Coded PHYs and AE) | 5.1 and mesh 1.0 (1M, 2M, LE Coded PHYs and AE) | 5.2 and Bluetooth mesh LPN (1M, 2M, LE Coded PHYs, AE and AoA/D) |
| Proprietary 2.4G | 2/4(G)FSK, OQPSK/(G)MSK, DSSS, BPSK/DBPSK TX, OOK/ASK | N/A | 2/4(G)FSK, (G)MSK, OQPSK, DSSS |
| TX / RX (1M, GFSK) | +19 dBm / -95.8 dBm | +20 dBm / -97.5 dBm | +6 dBm / -99 dBm |
| TX Current (0 dBm) | 10.5 mA | 10.5 mA | 4.1 mA 7.4 mA (6 dBm) |
| RX Current (1M, GFSK) | 9.5 mA | 8.8mA | 3.6 mA |
| CPU / Clock Speed | Cortex M4 (38.4 MHz) | Cortex M33 (80Mhz) | Cortex M33 (up to 76.8MHz) Cortex M0+ for radio |
| Flash (kB) | 512 | Up to 1024 | Up to 512 |
| RAM (kB) | 64 | Up to 96 | 32 |
| Sleep Current (EM2) | 1.3µA (16kB RAM) | 4.5 uA (96 RAM) | 1.24 uA (8kB RAM) - 1.44 uA (32kB RAM) |
| Active Current (EM0) | 70µA/MHz | 51uA/MHz | 25uA/MHz |
| Security | 2x AES-128/256, ECC, SHA-1/224/256, TRNG | AES-128/256, SHA-1/2 ECC, ECDSA and TRNG DPA countermeasures Secure boot with RTSL Secure debug with debug lock/unlock | AES-128/256, SHA-1/2 ECC, ECDSA and TRNG Secure boot with RTSL Secure debug with debug lock/unlock |
| Operating Voltage | 1.8V – 3.6V | 1.8V – 3.8V | 1.71V – 3.8V |
| Packages (mm) | 7x7 QFN48, 5x5 QFN32 | 4x4 QFN32 (20x GPIO) | 5x5 QFN40 (26x GPIO) 4x4 QFN32, TQFN32 (18x GPIO) |

**Rysunek 10. Porównanie układów serii EFR32BG firmy Silicon Labs**

| | BGM13P | BGM13S | BGM210P | BGM210L | BGM220P (Q3'20) | BGM220S (Q3'20) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Protocols | 5.1 and mesh (1M, 2M, Coded PHY and AE) | 5.1 and mesh (1M, 2M, Coded PHY and AE) | 5.1 and mesh 1.0 (1M, 2M, Coded PHY and AE) | 5.1 and mesh 1.0 (1M, 2M, Coded PHY and AE) | 5.2 and mesh 1.0 LPN (1M, 2M, Coded PHY, AE and AoA/D) | 5.2 and mesh 1.0 LPN (1M, 2M, Coded PHY, AE and AoA/D) |
| EFR32 SoC | BG13 | BG13 | BG21 | BG21 | BG22 | BG22 |
| Antenna | Built-in or U.FL | Built-in or RF pin | Built-in or RF pin | Built-in | Built-in | Built-in or RF pin |
| Max TX power | +8 / +19 dBm | +8 / +18 dBm | +10 / +20 dBm | +12.5 dBm | +8 dBm | +6 dBm |
| Sensitivity (1M) | -94.8 dBm | -94.1 dBm | -97 dBm | -97 dBm | -98 dBm | -98 dbm |
| Flash (kB) | 512 | 512 | 1024 | 1024 | 512 | 512 |
| RAM (kB) | 64 | 64 | 96 | 96 | 32 | 32 |
| GPIO | 25 | 30 | 20 | 12 | 24,25 | 25 |
| Operating Voltage | 1.8V – 3.6V | 1.8V – 3.6V | 1.8 – 3.8V | 1.8 – 3.8V | 1.71V – 3.8V | 1.71V – 3.8V |
| Operating Temp. | -40 to +85C | -40 to +85C | -40 to +125C | -40 to +125C | -40 to +105C | -40 to +105C |
| Dimensions W x L x H (mm) | 13.0 x 15.0 x 2.2 | 6.5 x 6.5 x 1.4 | 13.0 x 15.0 x 2.2 | 13.0 x 15.0 x 2.2 | 13.0 x 15.0 x 2.2 | 6 x 6 x 1.3 |
| Certifications | BT, CE, FCC, ISED, Japan, S-Korea and Taiwan | BT, CE, FCC, ISED, Japan & S-Korea | BT, CE, FCC, ISED, Japan & S-Korea | BT, CE, FCC, ISED, Japan & S-Korea | BT, CE, FCC, ISED, Japan & S-Korea | BT, CE, FCC, ISED, Japan & S-Korea |

**Rysunek 11. Porównanie modułów Bluetooth firmy Silicon Labs**

| | Series 1 – MG12 | Series 2 – MG21 | Series 2 – MG22 |
|---|---|---|---|
| Target applications | Mesh Routers and End Devices | Mesh Routers and End Devices | Zigbee End Devices only |
| Availability | Now | Now | Now |
| Zigbee features | Zigbee 3.0, Green Power, Concurrent Zigbee/Thread Multiprotocol (Zigbee/BLE) | Zigbee 3.0, Green Power, Concurrent Zigbee/Thread, Multiprotocol (Zigbee/BLE) | Zigbee 3.0 (SoC only), Green Power Green Power Device |
| Proprietary 2.4G | 2/4(G)FSK, OQPSK/(G)MSK, DSSS, BPSK/DBPSK TX, OOK/ASK | N/A | 2/4(G)FSK, (G)MSK, OQPSK, DSSS |
| TX / RX (802.15.4) | +19 dBm / -102.7 dBm | +20 dBm / -104.5 dBm | +6 dBm / -102.3 dBm |
| TX Current | 9.5 mA (@ 0 dBm) | 9.3 mA (@ 0 dBm) | 4.1 mA (@ 0 dBm), 8.2 mA (@+6 dBm) |
| RX Current (802.15.4) | 11.9 mA | 9.4 mA | 3.9 mA |
| CPU / Clock Speed | Cortex M4 (38.4 MHz) | Cortex M33 (80Mhz) | Cortex M33 (76.8MHz), Cortex M0+ for radio |
| Flash (kB) | 1024 | Up to 1024 | Up to 512 |
| RAM (kB) | 256 | Up to 96 | 32 |
| Sleep Current (EM2) | 1.5µA (16kB RAM) | 4.5 µA (96 RAM) | 1.4 µA (32kB RAM) |
| Active Current (EM0) | 70 µA/MHz | 51 µA/MHz | 26 µA/MHz |
| Security | 2x AES-128/256, ECC, SHA-1/224/256, TRNG | AES-128/256, SHA-1/2, ECC, ECDSA and TRNG DPA countermeasures Secure boot with RTSL Secure OTA and secure debug unlock + Secure Enclave (BG21B) | AES-128/256, SHA-1/2 ECC, ECDSA and TRNG Secure boot with RTLS Secure OTA and secure debug unlock |
| Operating Voltage | 1.8V – 3.6V | 1.71V – 3.8V | 1.71V – 3.8V |
| Packages (mm) | 7x7 QFN48 | 4x4 QFN32 (20x GPIO) | 5x5 QFN40 (26x GPIO) 4x4 QFN32 / TQFN32 (18x GPIO) |

**Rysunek 12. Porównanie układów serii EFR32MG firmy Silicon Labs**

| | MGM12P | MGM13P | MGM13S | MGM210P | MGM210L |
|---|---|---|---|---|---|
| Protocols | Bluetooth 5.0 & mesh Zigbee or Thread | Bluetooth 5.1 & mesh Zigbee or Thread | Bluetooth 5.1 & mesh Zigbee or Thread | Bluetooth 5.1 & mesh Zigbee or Thread | Bluetooth 5.1 & mesh Zigbee or Thread |
| Status | Production | Production | Production | Production | Production |
| EFR32 SoC | xG12 | xG13 | xG13 | xG21 | xG21 |
| Antenna | Chip or U.FL | Chip or U.FL | Chip or RF pin | Chip or RF pin | PCB trace antenna |
| Max TX power | +8 / +19 dBm | +8 / +19 dBm | +8 / +18 dBm | +10 / +20 dBm | +12.5 dBm |
| (250 kbps O-QPSK) | -95 dBm | -95 dBm | -94 dBm | -104.5 dBm | -104.5 dBm |
| TX (125 kbps GFSK) | N/A | -103.2 dBm | -102.1 dBm | -105 dBm | -105 dBm |
| (1Mbps GFSK) | -95 dBm | -95 dBm | -94 dBm | -97 dBm | -97 dBm |
| Flash / RAM | 512 / 64 kB | 512 / 64 kB | 512 / 64 kB | 1024 / 96 kB | 1024 / 96 kB |
| GPIO | 25 | 25 | 30 | 20 | 12 |
| Operating Voltage | 1.8 to 3.6 V | 1.8 to 3.6 V | 1.8 to 3.6 V | 1.71 to 3.8 V | 1.8 to 3.8 V |
| Operating Temperature | -40°C to +85°C | -40°C to +85°C | -40°C to +85°C | -40°C to +125°C | -40°C to +125°C |
| Dimensions W x L x H (mm) | 12.9 x 15 x 2.2 | 12.9 x 15 x 2.2 | 6.5 x 6.5 x 1.4 | 12.9 x 15 x 2.2 | 15.5 x 22.5 x 2.3 |
| Certifications | BT, CE, FCC, ISED, Japan, S-Korea and Taiwan | BT, CE, FCC, ISED, Japan, S-Korea and Taiwan | BT, CE, FCC, ISED, Japan & S-Korea | BT, CE, FCC, ISED, Japan & S-Korea | BT, CE, FCC, ISED, Japan & S-Korea |
| Other | Options with LNA available | Pin compatible with xGM111 | World Smallest IoT Solution | No LF XTAL | No LF XTAL |

**Rysunek 13. Porównanie modułów Zigbee firmy Silicon Labs**

opracowała moduł MGM210L, który może być łatwo wbudowany w docelowe urządzenie.

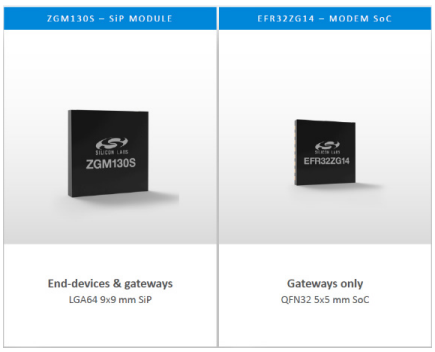
**Z-Wave odświeżony standard oraz nowa rodzina produktów**

Firma Silicon Labs, po przejęciu firmy Sigma Design, wprowadziła na rynek dwa nowe układy bazujące na serii SoC EFR32ZG, pracującej w zakresie częstotliwości SubGHz. Standard Z-Wave został w 2017 roku odświeżony i wprowadzony jako wersja Z-Wave S2 oferująca większe bezpieczeństwo w zakresie komunikacji wewnątrz sieci oraz identyfikacji nowych urządzeń. Obecnie wszystkie nowe produkty rozwijane są na układach serii ZGM130S lub EFR32ZG14 (**rysunek 14**).

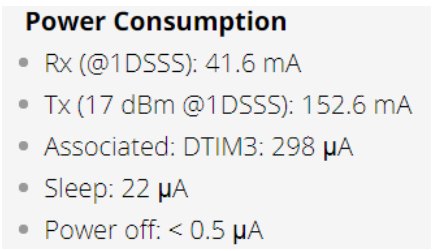
**Wi-Fi Low Power – najpolularniejszy standard komunikacji w wersji niskomocowej**

Moduły WF200 oraz WFM200 umożliwiły projektantom urządzeń nowe podejście do projektowania układów zasilanych bateryjnie, wyposażonych w komunikację Wi-Fi. Parametry układów (**rysunek 15** i **rysunek 16**) pozwalają na projektowanie urządzeń oraz systemów, które mogą cyklicznie transmitować pakiety w standardzie Wi-Fi. Mocną stroną obu rozwiązań są bardzo niskie prądy uśpienia oraz wyłączenia, pozwalające maksymalizować czas pracy na baterii.

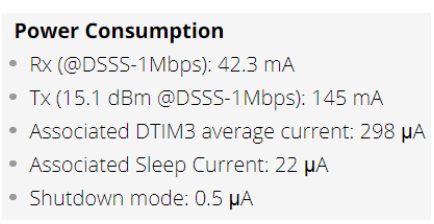
W kwestii bezpieczeństwa obydwa rozwiązania pozwalają na tworzenie aplikacji



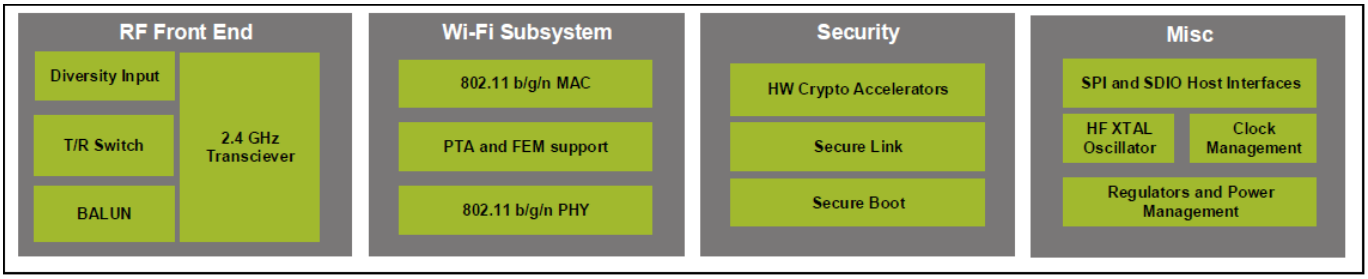

**Rysunek 14. Rozwiązania dla standardu Z-Wave**



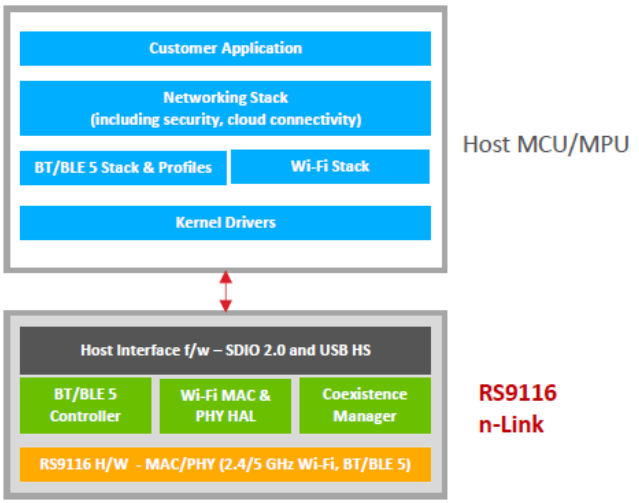

**Rysunek 15. Pobór prądu w układzie WF200**



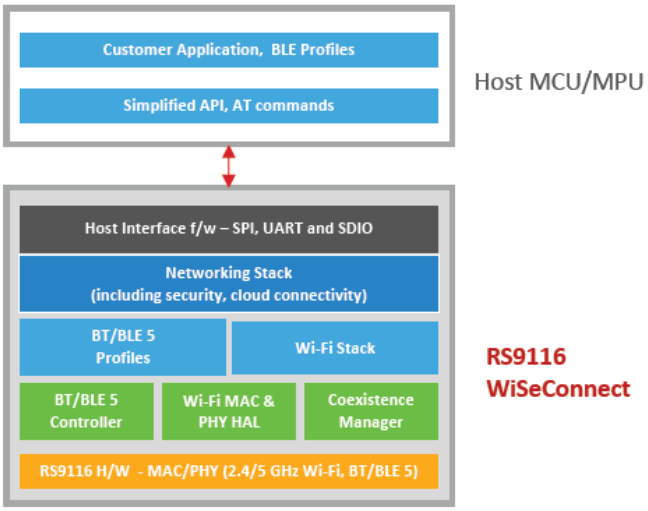

**Rysunek 16. Pobór prądu w układzie WFM200**




**Rysunek 17. Diagram blokowy budowy układów WFM200S oraz WF200S**




**Rysunek 18. Diagram blokowy budowy układu RS9116 n-Link**




**Rysunek 19. Diagram blokowy budowy układu RS9116 WiSeConnect**

odpornych na zewnętrzne ataki dzięki wbudowanym funkcjom bloku zabezpieczeń (**rysunek 17**).

**Wi-Fi + Bluetooth, układy łączące dwa popularne standardy**

Przejęcie firmy Redpine Signals przez Silicon Labs wzbogaciło rozwiązania producenta o układy Wi-Fi dwuzakresowe, integrujące również komunikację Bluetooth. Rozwiązania Redpine Signals obejmują układy RS9116 wersji n-Link (**rysunek 18**) oraz WiSeConnect (**rysunek 19**). Obydwie wersje się miejscem implementacji stosu sieciowego, protokołów oraz specyfikacją dla host MCU/MPU.

## Podsumowanie

Projektanci aplikacji oraz systemów bezprzewodowych, oprócz dobrania właściwego protokołu, muszą również przeanalizować dostępne rozwiązania pod kątem kluczowych wymagań aplikacji. Zadanie nie jest łatwe, biorąc pod uwagę ilość dostępnych układów oraz przyzwyczajenia projektantów, którzy nierzadko bazują na rozwiązaniu znanym z poprzednich projektów.

Implementacja nowej konfiguracji jest dla wielu bardzo trudna już na etapie wyboru, gdzie zwykle należy nauczyć się technologii producenta, zdobyć potrzebną wiedzę oraz wsparcie. Dlatego projektanci coraz częściej korzystają ze wsparcia inżynierów aplikacyjnych, posiadających wiedzę w zakresie technologii danych dostawców. Ponadto wiele informacji dostępnych jest po podpisaniu umów poufności lub wymaga dostarczenia szczegółowych danych do producenta. Korzystanie ze wsparcia inżynierów aplikacyjnych oraz sprzedaży dystrybutora znacznie skraca i upraszcza proces rozpoczęcia pracy przy nowych projektach.

**Kamil Prus**
**Business Development Manager**
**Field Application Engineer Poland**
**Computer Controls Sp. z o.o.**
**https://www.ccontrols.net/pl/**