

FoWS 2017

**eDRX i PSM jako metody
redukcji zużycia energii w
standardach EC-GSM IoT i LTE-M**

Prelegent: Maciej Łukasiewicz



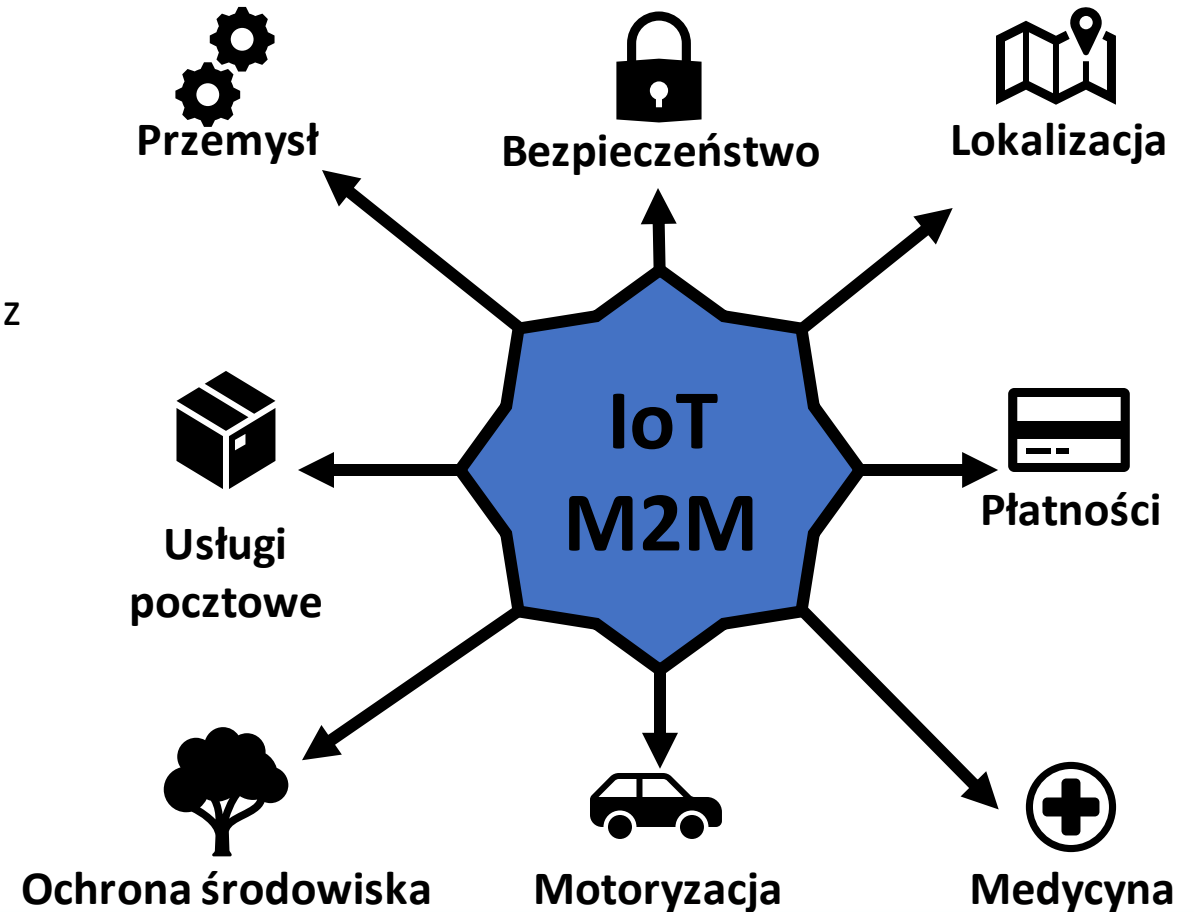
Agenda

- Ogólnie o IoT i M2M/MTC
- EC-GSM IoT i LTE-M
- Istota oszczędzania energii
- Technikalnia
- Zyski

Ogólnie o IoT i M2M

Ogólnie o IoT i M2M

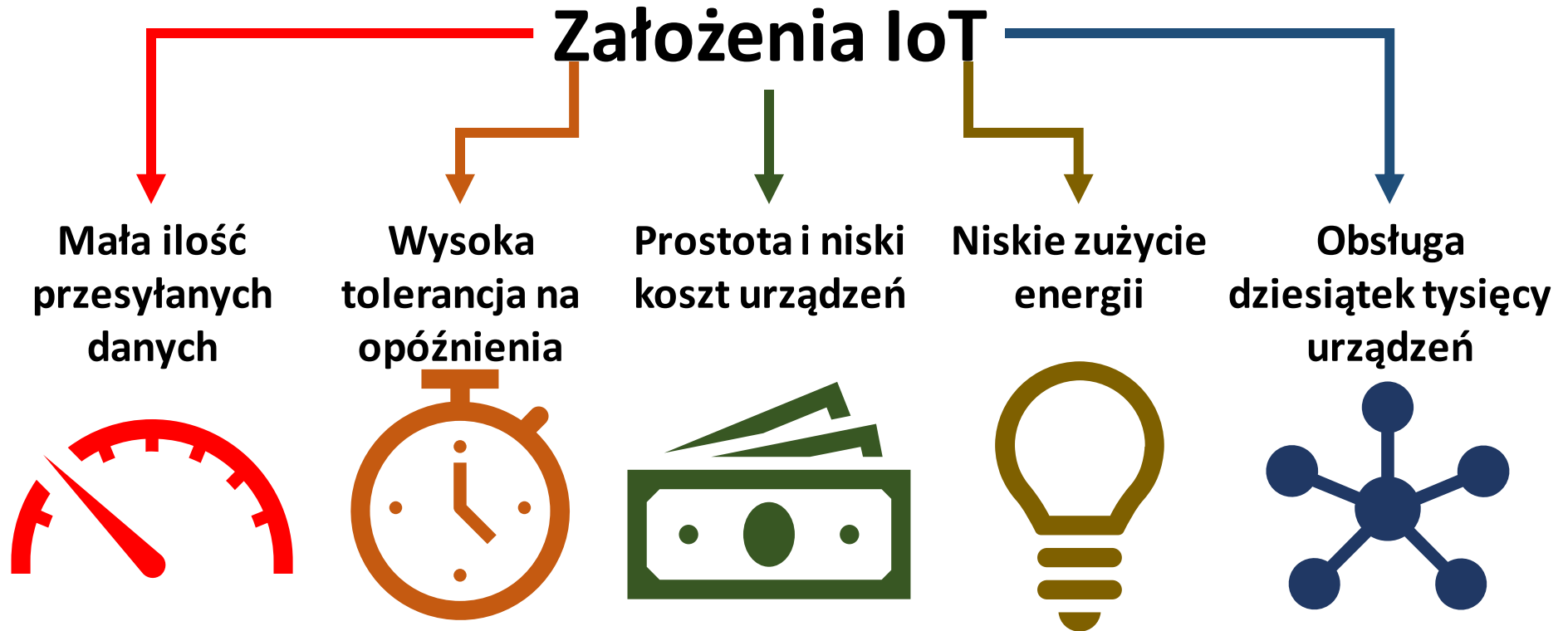
- Internet of Thing (IoT, Internet Rzeczy) jest rozumiane jako sieć obiektów, które są zdolne do:
 - wymiany informacji między sobą
 - interakcji i komunikacji z innymi obiektami oraz środowiskiem zewnętrznym
- Pojęciem wchodzącym w skład IoT jest M2M/MTC (Machine to Machine/Machine Type Communication)
- Komunikacja typu M2M/MTC polega na wymianie informacji pomiędzy maszynami bez ingerencji człowieka



Technologie wspierające IoT- EC-GSM IoT i LTE-M

Technologie wspierające IoT – EC GSM IoT i LTE-M

Założenia sieci działającej w oparciu o koncepcję IoT



Technologie wspierające IoT – EC GSM IoT i LTE-M

Rozszerzenia dla systemów GSM i LTE na potrzeby Internetu Rzeczy

- Pierwotnie sieci GSM i LTE nie były przystosowane do obsługi wielkiej liczby (dziesiątek, setek tysięcy) urządzeń IoT
 - Urządzenia IoT były traktowane jak zwykłe UE (User Equipment, sprzęt użytkownika) co mogło powodować:
 - Szybkie wyczerpywanie się baterii w urządzeniach
 - Generowanie zbyt dużego ruchu sieciowego
- Z tego względu 3GPP postanowiło wprowadzić standardy EC-GSM IoT i LTE-M, które umożliwiają sprawną i wydajną obsługę urządzeń IoT poprzez wprowadzenie:
 - Dedykowanych kanałów i danych kontrolnych
 - Uproszczenie konstrukcji UE
 - Ograniczenie szybkości transmisji (a co za tym idzie generowanego ruchu i zużycia zasobów)
 - **Mechanizmów oszczędzania energii**

Technologie wspierające IoT – EC GSM IoT i LTE-M

Podstawowe parametry EC GSM-IoT i LTE-M

	EC-GSM IoT	LTE-M
Zasięg	do 15 km	do 13 km
MCL	164 dB	156 dB
Szerokość Pasma	180 KHz (GSM)	1,4 MHz
Modulacje	GMSK, 8-PSK	QPSK, 16-QAM
Przepustowość	Do 10 kb/s	Do 1 Mb/s

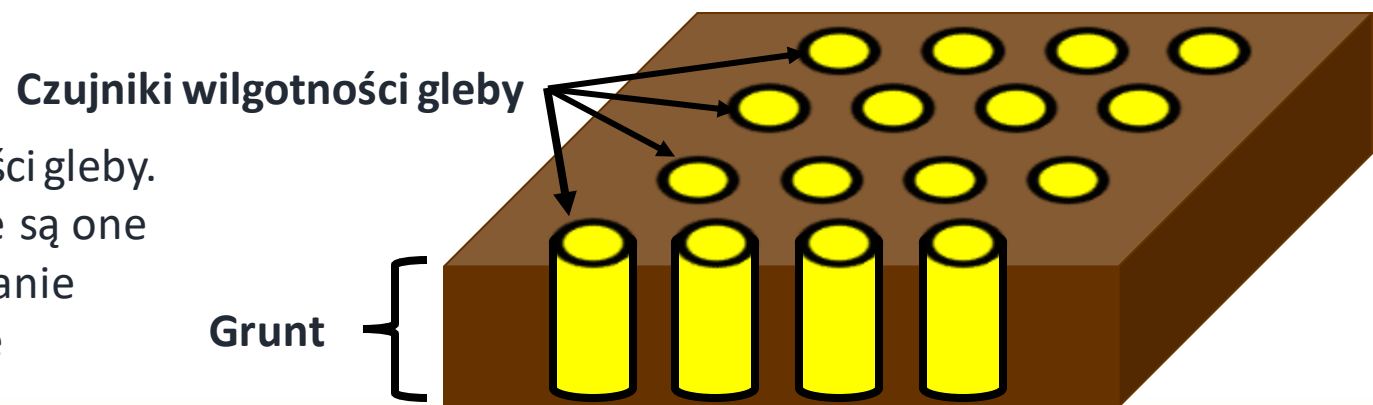
Istota oszczędzania energii

Istota oszczędzania energii

Dlaczego oszczędzanie energii w sieciach IoT jest tak istotne?

- Jednym z najistotniejszych założeń sieci działających w oparciu o IoT jest oszczędność energii
- Współczesne urządzenia (smartfony, tablety itp.) zyskują z czasem coraz większe możliwości i moc obliczeniową
 - Niestety za tymi korzyściami idzie również duży koszt tych urządzeń oraz zwiększone zapotrzebowanie na energię oraz – przeciętny czas pracy typowego smartfona to maksymalnie kilka dni
- Tak krótki czas działania jest nieakceptowalny z perspektywy zastosowań IoT, gdzie wymaga się od urządzeń nawet lat pracy na jednej baterii

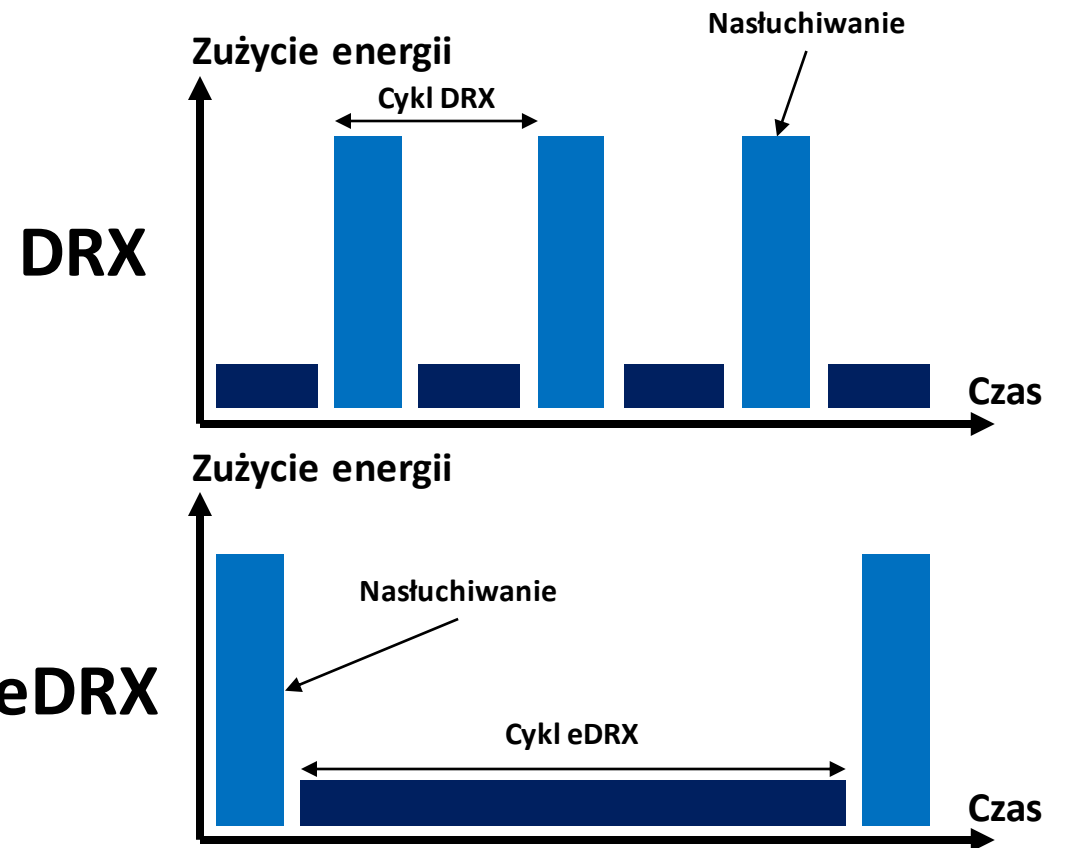
Przykład pokazuje czujniki wilgotności gleby. Ze względu na ich liczbę oraz fakt, że są one wkopane w ziemię ich częste ładowanie byłoby bardzo uciążliwe i kosztowne



Istota oszczędzania energii

Mechanizmy oszczędzania energii (1/2)

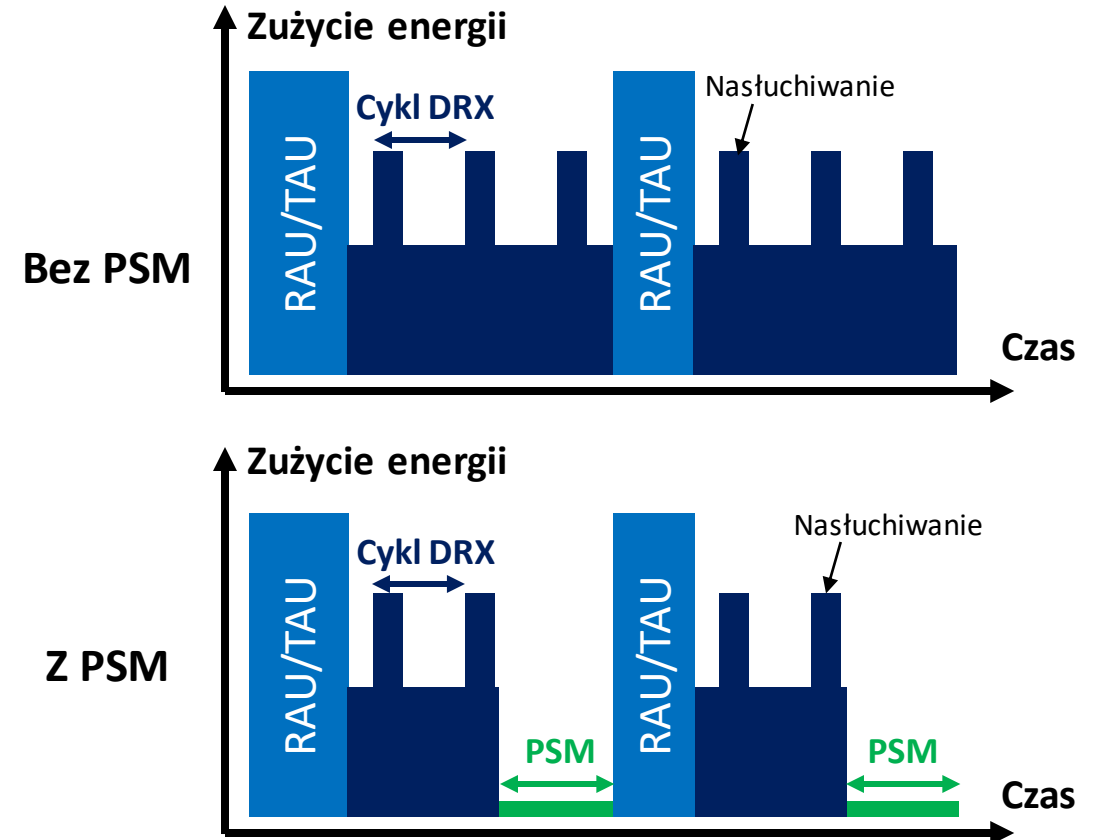
- eDRX – extended idle-mode Discontinuous Reception
- W tym rozwiązaniu oszczędność energii jest osiągnięta przez to, że UE (User Equipment – terminal użytkownika) nie nasłuchuje w sposób ciągły, czy ma jakieś połączenie/dane do odebrania
- Interwał czasowy między momentami, gdzie UE nasłuchuje przyścia żądania stronicowania (paging request) jest negocjowany z siecią podczas procedur:
 - dołączenia UE do komórki (attach)
 - Routing/Tracking Area Update
- Maksymalne długości cyklu eDRX
 - Dla EC-GSM IoT – ok. 52 minut
 - Dla LTE-M – ok. 44 min



Istota oszczędzania energii

Mechanizmy oszczędzania energii (2/2)

- PSM – Power Saving Mode
- UE korzystający z PSM nie odbiera ani nie wysyła żadnych wiadomości, jednak wciąż jest on uznawany za zarejestrowany w sieci
- Terminal może zostać wybudzony gdy:
 - Chce przeprowadzić transmisję
 - Musi wykonać procedurę RAU/TAU
- Podobnie jak w przypadku eDRX czas jak długo UE może zostać w trybie uśpienia jest negocjowany z siecią

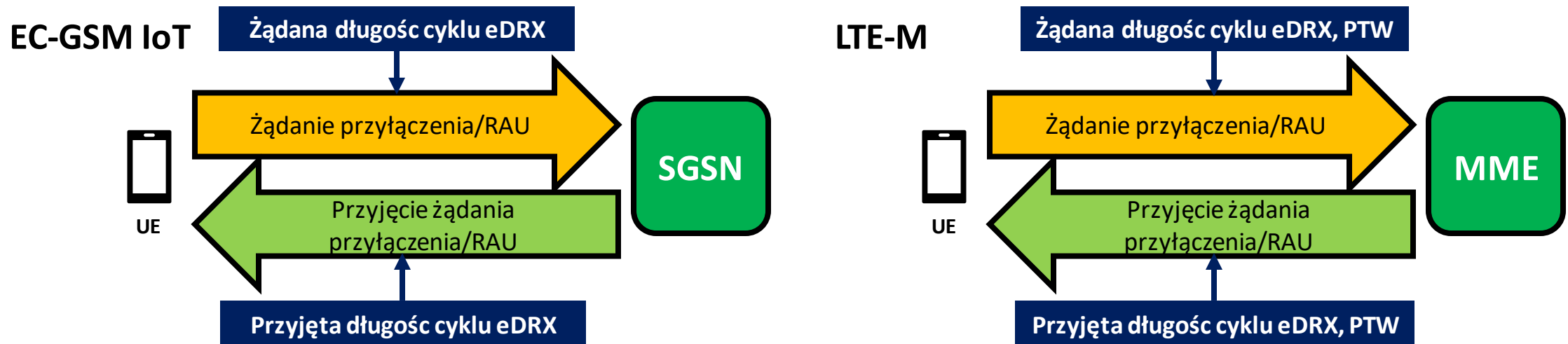


Technikalia

Technikalia

eDRX (1/6) – procedura negocjacji

- Żądanie skorzystania z eDRX jest wysyłane (przez UE, który go wspiera) podczas procedur:
 - Przyłączenia do komórki (attach procedure)
 - RAU/TAU
- Jeśli sieć się zgadza na użycie eDRX dla danego UE, to użyta długość cyklu oraz PTW (Paging Time Window – długość okna stronicowania dla LTE) zostaje odesłana w przyjęciu żądania

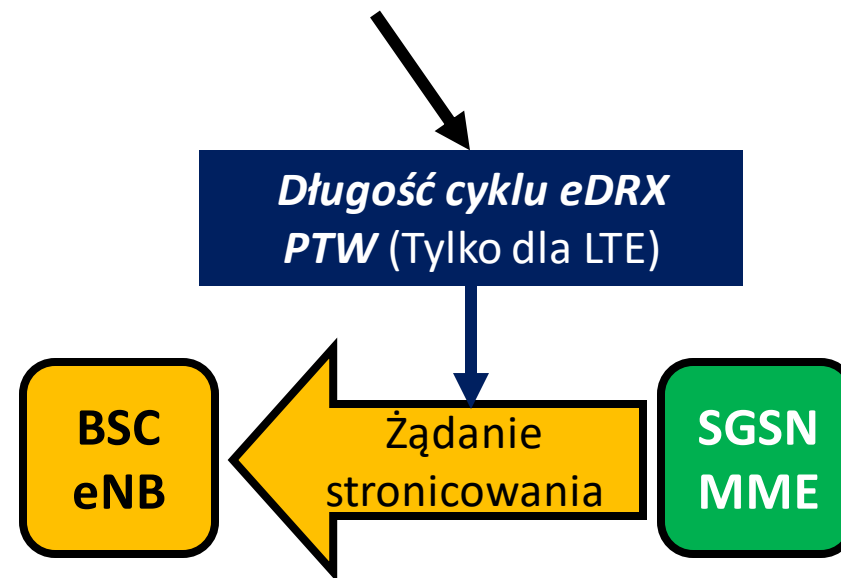


Technikalia

eDRX (2/6) – rola BSC i eNB

- BSC i eNodeB nie uczestniczą w procesie negocjacji długości cyklu eDRX
- Z tego względu muszą być informowane o tym, że dany UE korzysta z eDRX o zadnym cyklu poprzez wysyłanie uzgodnionej długości cyklu eDRX w polu eDRX Parameters w żądaniach stronicowania
- Wiedza ta jest niezbędna do tego aby BSC/eNodeB wiedziały, czy dany terminal jest osiągalny

Dzięki podaniu długości cyklu eDRX w żądaniu stronicowania, BSC/eNB wiedzą, że dany UE jest osiągalny, jeśli korzysta z eDRX



Technikalia

eDRX (3/6) – określenie momentu stronicowania (EC-GSM IoT)

- Zarówno dla EC-GSM IoT i LTE-M to w jakim momencie żądanie stronicowania zostanie wysłane jest uzależnione od numeru IMSI, długości cyklu eDRX

Numer kanału EC_CCCH EC_CCCH_GROUP	$(I \text{ div } M) \text{ mod } EC_BS_CC_CHANS$
Określenie multiramki, gdzie stronicowanie będzie zachodzić EC_PAGING_GROUP_MF	$I \text{ mod } M$
Określenie bloku stronicowania EC_PAGING_GROUP_PCH	$(I \text{ div } (EC_BS_CC_CHANS \times M)) \text{ mod } L$

I - $IMSI \text{ mod } 10\,000\,000$

M - długość cyklu eDRX wyrażona w mutiramkach

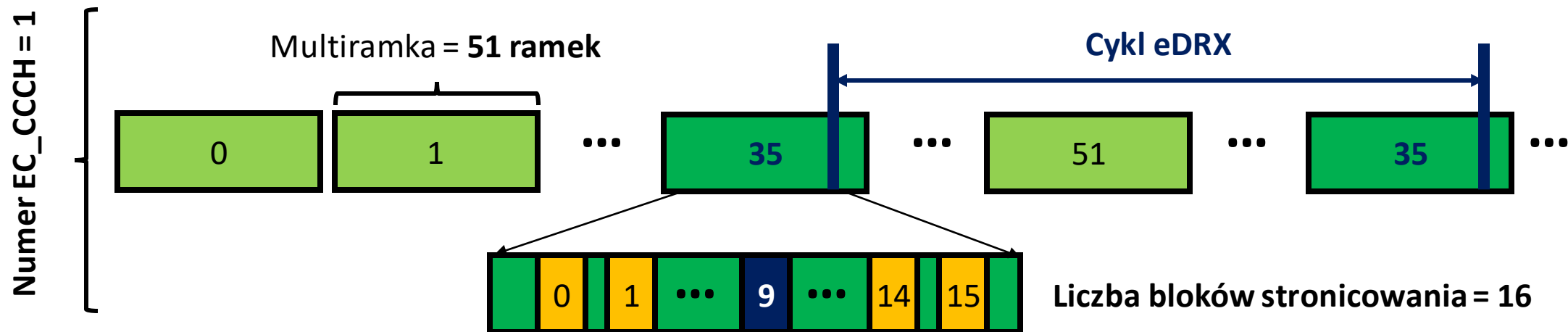
EC_BS_CC_CHANS – liczba kanałów EC_CCCH

L = liczba bloków stronicowania na multiramkę = **16**

Technikalia

eDRX (4/6) – określenie momentu stronicowania (EC-GSM IoT) - przykład

Przykład	
I = 1234567	EC_CCCH_GROUP = 1
M = 52	EC_PAGING_GROUP_MF = 35
EC_BS_CC_CHANS = 3	EC_PAGING_GROUP_PCH = 9



Technikalia

eDRX (5/6) – określenie momentu stronicowania (LTE-M)

- W przypadku LTE-M oprócz IMSI i długości cyklu brana jest też pod uwagę długość okna stronicowania

Numer kanału EC_CCCH EC_CCCH_GROUP (H-SFN)	$UE_ID \bmod T_eDRX$
Określenie multiramki, gdzie stronicowanie będzie zachodzić PW_Start	$256 * \text{Int}(UE_ID / T_eDRX, H) \bmod 4$
Określenie bloku stronicowania PW_End	$(PW_start + L * 100 - 1) \bmod 1024$

$UE_ID = IMSI \bmod 1024$

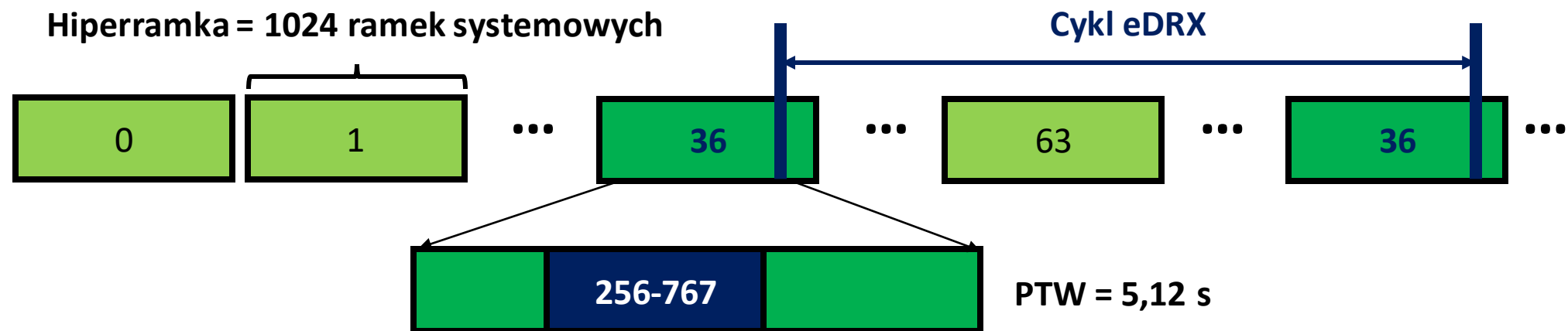
$T_eDRX =$ długość cyklu eDRX wyrażona w liczbie ramek systemowych

$L =$ długość okna stronicowania w sekundach

Technikalia

eDRX (6/6) – określenie momentu stronicowania (LTE-M) - przykład

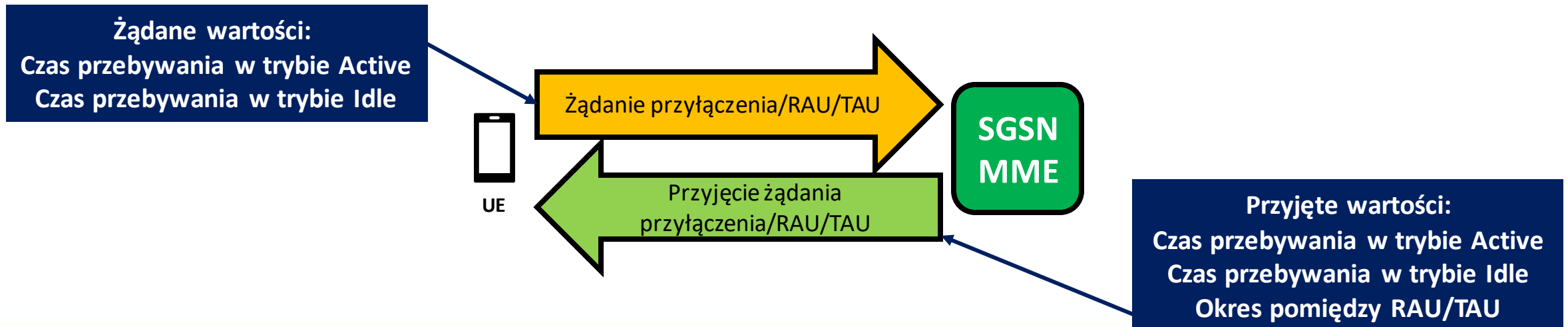
Przykład	
UE_ID = 100 T-eDRX = 64 (655,36 s) L = 5,12 s	H-SFN = 36 PW_Start = 256 PW_End = 767



Technikalia

PSM (1/3) – procedura negocjacji

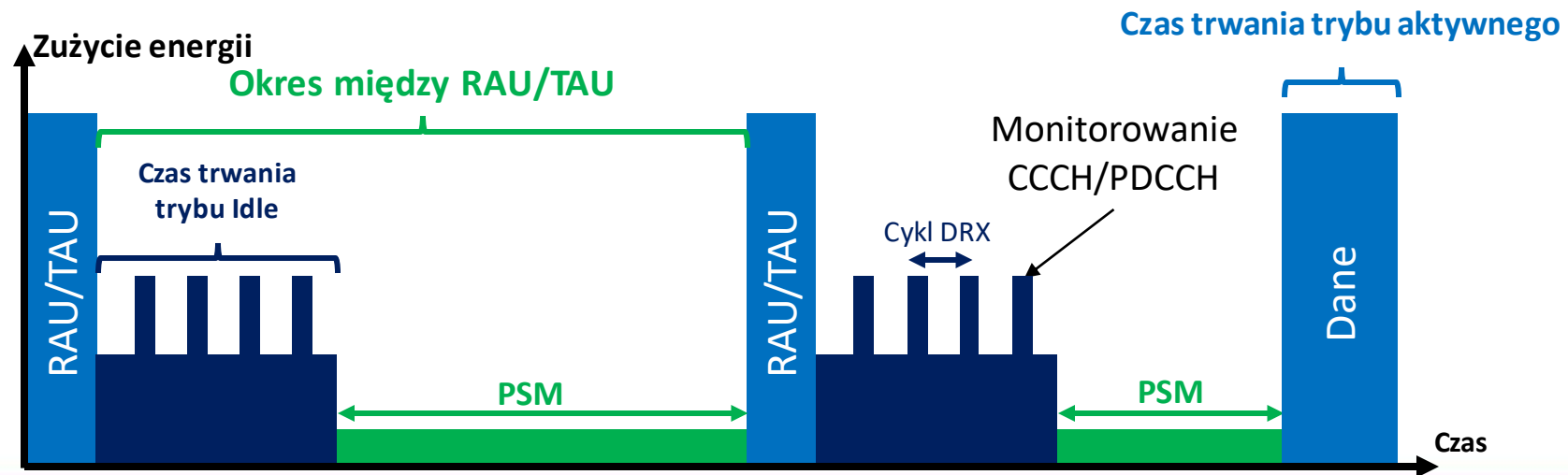
- Procedura negocjacji dla PSM przebiega podobnie jak w przypadku negocjacji długości cyklu eDRX
- UE w procesie przyłączenia do komórki, RAU/TAU żąda wartości dwóch okresów:
 - Czas przebywania w trybie aktywnym (Active)
 - Jak długo UE pozostaje w trybie nieaktywnym (Idle) i monitoruje kanały kontrolne EC_CCCH/PDCCH
- W odpowiedzi SGSN/MME wysyła przyjęte przez sieć wartości powyższych timerów i dodatkowo określa co jaki czas UE ma wykonywać procedurę RAU/TAU



Technikalia

PSM (2/3) – przejście UE w tryb PSM

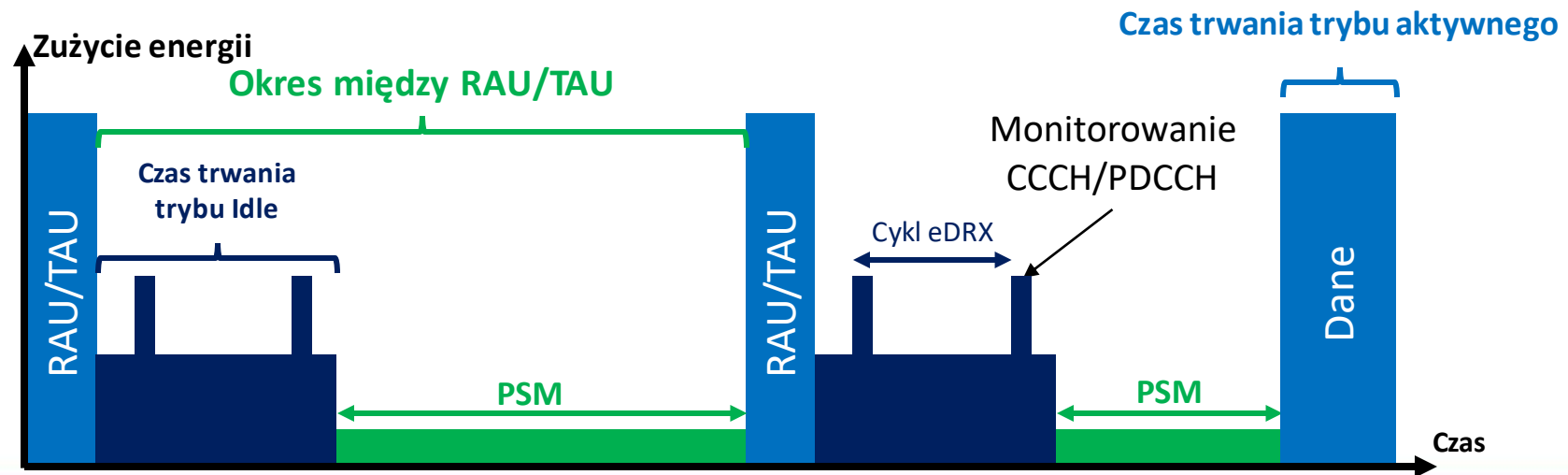
- Po wykonaniu RAU/TAU lub gdy minie czas na przesłanie danych, UE przechodzi w stan Idle
 - W tym momencie timery dla okresu między RAU/TAU i przebywania w stanie Idle rozpoczynają odliczanie
 - Jeśli czas przez jaki UE może być w trybie Idle minął, to UE może przejść w tryb PSM do momentu aż nie zostanie zmuszony do wykonania RAU/TAU lub nie będzie chciał wykonać transmisji
- W drugim przypadku (przesłanie danych) UE wybudza się samodzielnie zanim timer odpowiedzialny za RAU/TAU minie



Technikalia

PSM (3) – PSM i eDRX

- eDRX może być używany razem z PSM
- W takim przypadku UE jednocześnie żąda długości cyklu eDRX, długości PTW (tylko LTE), oraz timerów związanych z PSM
- Zaleca się, aby cykl eDRX był tak dobrany, aby UE, zanim przejdzie w stan uśpienia, miał co najmniej kilka okazji do odebrania żądania stronicowania (kwestia zależna od zastosowanej implementacji)

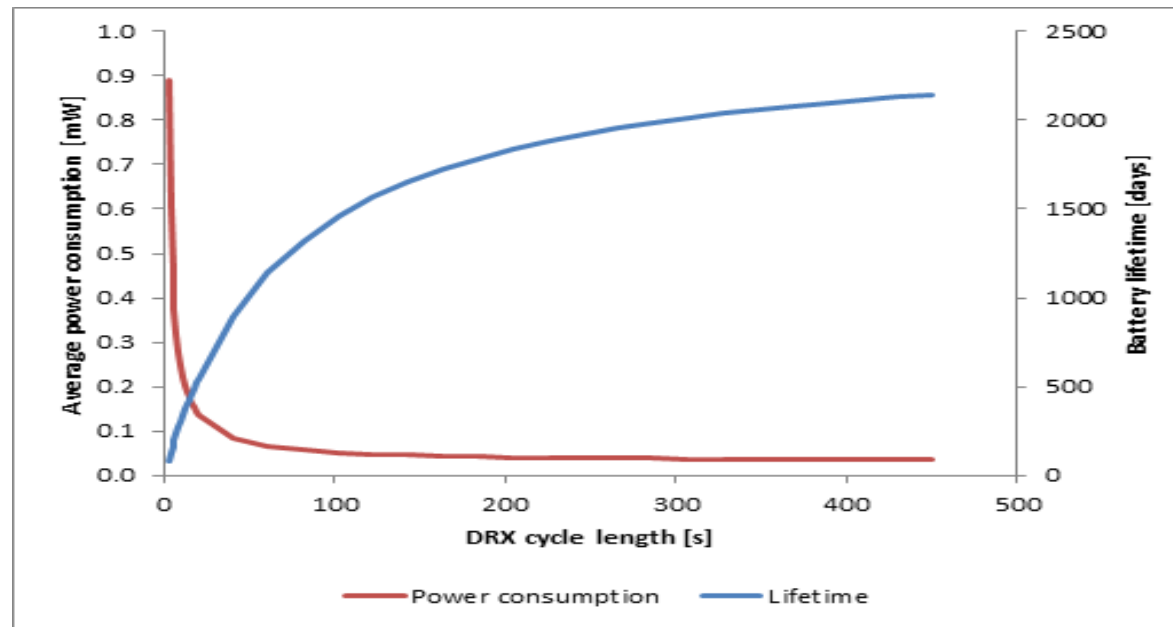


Zyski

Zyski

Zmniejszone zużycie energii przy korzystaniu z eDRX

- Według firmy Ericsson przeprowadzone dla terminali wspierających LTE-M wykazały, że już przedłużenie cyklu DRX z sekund do minut potrafi wydłużyć czas działania urządzenia nawet do lat
- Więcej informacji na ten temat znajduje się na blogu Ericssona: [Link](#)



Literatura

- GSMA - LTE-M Deployment Guide to Basic Feature set Requirement
- 3GPP TS 24.008 V13.11.0 Mobile radio interface Layer 3 specification; Core network protocols
- 3GPP TS 23.060 V13.8.0 General Packet Radio Service (GPRS); Service description
- 3GPP TS 48.018 V13.6.0 General Packet Radio Service (GPRS); Base Station System (BSS) - Serving GPRS Support Node (SGSN); BSS GPRS Protocol (BSSGP)
- 3GPP TS 45.002 V13.5.0 GSM/EDGE Multiplexing and multiple access on the radio path
- 3GPP TS 36.304 V13.7.0 Evolved Universal Terrestrial Radio Access (E-UTRA); User Equipment (UE) procedures in idle mode
- <https://www.ericsson.com/research-blog/4g-iot/>