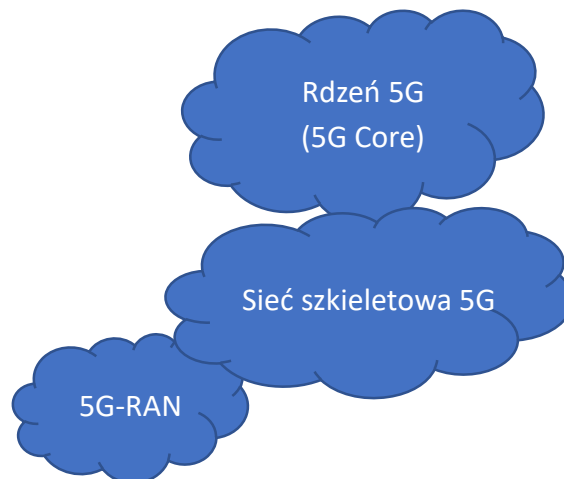


# Specyfikacja Branży IT – Sieć transmisyjna 5G

1.	Przedmiot zamówienia .....	2
2.	Sieć szkieletowa 5G (5G Core Network) .....	2
3.	Rdzeń 5G .....	3
4.	Sieć radio dostępowa.....	6
6.	Wdrożenie systemu .....	12
7.	Instruktaż .....	12
8.	Ramowy plan wdrożenia .....	12
9.	Dostawa, inne cechy, wsparcie techniczne, aktualizacje.....	14

# 1.Przedmiot zamówienia

Przedmiotem zamówienia jest zaprojektowanie, dostarczenie niezbędnych elementów infrastruktury, instalacja, uruchomienie i przetestowanie laboratoryjnej sieci transmisji danych 5G działającej w trybie SA (Stand-Alone). Sieć 5G, jak to przedstawia Rys. 1, powinna być złożona z następujących podsystemów: (i) jednej instancji rdzenia sieci (5G Core), (ii) sieci radiodostępowej (5G Radio Access Network, 5G-RAN) uruchomionej we wskazanej lokalizacji, (iii) sieci szkieletowej 5G (5G Core Network)



Rys. 1Laboratoryjna sieć transmisji danych 5G

Wszystkie pojęcia oraz nazwy modułów, procedur i funkcji sieciowych pochodzą ze standaryzacji 3GPP i są związane z sieciami piątej (Release 15 i 16) oraz czwartej generacji. Sama sieć musi być więc zbudowana w sposób zgodny z wyspecyfikowaną w standardzie architekturą (ETSI TS 123 501 V15 oraz V16) oraz procedurami (ETSI TS 123 502 V15 oraz V16). Szczegóły tej zgodności określają wymagania techniczne określone w niniejszym postępowaniu.

Nieodłącznym przedmiotem zamówienia są także kwestie gwarancyjne, warunki instalacji sprzętu i oprogramowania wraz z instruktażem oraz aktualizacje systemu, zgodnie ze szczegółowymi wymaganiami podanymi w niniejszym zamówieniu.

## 2.Sieć szkieletowa 5G (5G Core Network)

Sieć szkieletowa musi:

- zapewnić komunikację IP pomiędzy wszystkimi elementami sieci 5G uruchomionymi we wskazanych miejscach, a w szczególności pomiędzy: elementami Rdzenia 5G (w tym elementami wyniesionymi), poszczególnymi elementami sieci RAN,
- być zbudowana na bazie elementów infrastruktury wraz z wymaganym oprogramowaniem dostarczonych przez Dostawcę i przyłączy dostarczonych przez Zamawiającego,

- być zarządzana przez oprogramowanie dostarczone przez Dostawcę,
- umożliwić komunikację z zewnętrznymi sieciami danych.
- W ramach sieci należy serwerownie wyposażać w niezbędną szafę rack - stelaż 42U w kolorze czarnym, spełniającą wymagania regulatorów Państwowych

### 3.Rdzeń 5G

Oferowana przez urządzenie funkcjonalność rdzenia 5G musi spełniać następujące wymagania techniczne:

- Zgodność ze specyfikacją standardu 3GPP release 16, w szczególności pod względem kompatybilności styków pomiędzy terminalem klienckim, siecią dostępową i rdzeniem sieci.
- Sieć szkieletowa zainstalowana z użyciem systemu wirtualizacji zasobów certyfikowanego przez Cloud Native Computing Foundation.
- Sieć szkieletowa używa systemu pamięci masowej pozwalającej na jej elastyczne zarządzanie, w tym skalowanie dostępnej przestrzeni dyskowej - dodawanie serwerów obsługujących pamięć masową oraz dodanie kolejnych dysków twardych.
- Implementacja co najmniej następujących elementów rdzenia 5GC: UPF, AMF, SMF, AUSF, UDM, NRF, NSSF, PCF, NEF, UDR.
- Funkcja NRF na bieżąco utrzymuje informacje o aktualnym statusie pozostałych funkcji sieci 5G Core, pozwala na odnajdywanie usług (service discovery) sieci 5G Core pozostałym NFszafa
- Współpraca z wyspecyfikowaną poniżej siecią radiodostępową za pośrednictwem interfejsów N1, N2, N3.
- Implementacja protokołów NGAP oraz NAS 5G.
- Możliwość jednoczesnej współpracy z wieloma stacjami bazowymi gNodeB za pośrednictwem interfejsu NG (w szczególności protokołów NGAP i GTP-U).
- Możliwość wdrożenia przez oferenta dodatkowego UPF, w wybranych lokalizacjach, w których uruchomiono sieć radiodostępową (local data break-out). Wybrane lokalizacje wskazano w sekcji Instalacja sprzętu.
- Zgodność z wyspecyfikowaną w standardzie architekturą SBA (Service-Based Architecture) z wykorzystaniem protokołu HTTP/2 lub równoważnego.
- Wsparcie dla CUPS z wykorzystaniem protokołu PFCP.
- Pełne wsparcie mechanizmu Network Slicing polegającego na powoływaniu sieci wirtualnych w szczególności
  - Możliwość separacji Network Slices.
  - Możliwość współdzielenia części rdzenia pomiędzy różnymi Network Slices.
  - Obsługa przez AMF i SMF jednego lub więcej Network Slices.
  - Wymiana informacji o wspieranych Network Slices w danym obszarze (TrackingArea) pomiędzy gNodeB, AMF oraz NSSF.
  - Wybór, podczas rejestracji UE, AMF i SMF odpowiednich dla danego Network Slice.
- Funkcjonalność zbierania i udostępniania logów systemowych (system logs, syslog), logów debugowania (debuglogs) oraz logów dotyczących monitorowania wydajności (performance monitoring logs) w celu ułatwienia diagnostyki i poszukiwania przyczyn potencjalnych problemów.

- Funkcjonalność pozwalająca na zbieranie informacji dotyczących działania sieci szkieletowej z wykorzystaniem mechanizmu zdarzeń, który polega na zapisywaniu w logach udanych i nieudanych zdarzeń, a ich kolekcja możliwa jest na żądanie. Funkcjonalność powinna obejmować przynajmniej funkcje UPF, SMF oraz AMF.
- Możliwość uzyskania przez AMF numeru SUPI w oparciu o numer SUCI UE.
- Implementacja co najmniej poniższego zbioru interfejsów oraz interfejsów SBI poszczególnych funkcji sieciowych (w oparciu o dokument ETSI TS 123 501):

NF	SBI	Obsługiwane interfejsy	Obsługiwane protokoły
AMF	Namf	N1, N2	NAS 5G (N1), NGAP (N2)
SMF	Nsmf	N4	PFCP (N4)
AUSF	Nausf		
UDM	Nudm	N8	
NRF	Nnrf		
UPF		N3, N4, N6	GTP-U (N3), PFCP (N4)
NEF	Nnef	Rx i/lub N30	DiameterProtocol (Rx) i/lub SBI
PCF	Npcf	Rx i/lub N30	DiameterProtocol (Rx) i/lub SBI
UDR	Nudr		
NSSF	Nnssf		

- Implementacja co najmniej następujących procedur:
  - General registration (w szczególności z możliwością uzyskania z UDM informacji o wirtualnych sieciach slice, do których dane UE posiada dostęp), z pominięciem wymagań na emergencyregistered UE mobilityregistration update oraz z pominięciem wymagań na wsparcie przez PCF dla:
    - AM Policy Association Establishment, Modification and Termination
    - UE Policy Association Establishment and Termination
  - Registration with AMF re-allocation via AMF, z pominięciem wymagań na wsparcie przez PCF dla:
    - AM Policy Association Establishment, Modification and Termination
    - UE Policy Association Establishment and Termination
  - UE-initiatedderegistration, z pominięciem wymagań na wsparcie przez PCF dla:
    - AMF-initiated AM Policy Association Termination
    - AMF-initiated UE Policy Association Termination
  - Network-initiatedderegistration, z pominięciem wymagań na wsparcie przez PCF dla:
    - AMF-initiated AM Policy Association Termination
    - AMF-initiated UE Policy Association Termination.
  - UE Triggered Service Request, z pominięciem wymagań na:
    - non-3GPP access,
    - mobilityrestirctions,
    - roaming,
    - LADN,
    - ULCL/BP,

- Exposure,
- AN Release, z pominięciem wymagań na pełne wsparcie tej procedury przez AMF,
- Non-roaming and Roaming with Local Breakout, z pominięciem wymagań na pełne wsparcie tej procedury przez PCF,
- UE or network requested PDU Session Modification (non-roaming and roaming with local breakout), z pominięciem wymagań na pełne wsparcie tej procedury przez:
  - SMF,
  - PCF,
- UE or network requested PDU Session Release for Non-Roaming and Roaming with Local Breakout, z pominięciem wymagań na pełne wsparcie tej procedury przez SMF,
- N4 Session Establishment procedure
- N4 Session Modification procedure
- N4 Session Release procedure
- N4 Session Level Reporting Procedure
- N4 Association Setup Procedure
- N4 Association Update Procedure
- N4 Association Release Procedure
- Handover procedures, z pominięciem wymagań na:
  - non-3GPP access
- Handover procedures in 3GPP access, z pominięciem wymagań na
  - non-3GPP access
- Xn based inter NG-RAN handover, z pominięciem wymagań na
  - non-3GPP access,
  - pełne wsparcie procedury przez SMF,
- Xn based inter NG-RAN handover without User Plane function re-allocation, z pominięciem wymagań na:
  - non-3GPP access,
  - pełne wsparcie procedury przez AMF,
  - pełne wsparcie procedury przez SMF,
- Xn based inter NG-RAN handover with re-allocation of intermediate UPF, z pominięciem wymagań na:
  - non-3GPP access,
  - pełne wsparcie procedury przez AMF,
- Inter NG-RAN node N2 based handover, z pominięciem wymagań na:
  - non-3GPP access,
  - pełne wsparcie procedury przez SMF,
- Inter NG-RAN node N2 based handover - Preparation phase, z pominięciem wymagań na:
  - non-3GPP access,
  - pełne wsparcie procedury przez AMF,
  - pełne wsparcie procedury przez SMF,
- Inter NG-RAN node N2 based handover - Execution phase, z pominięciem wymagań na:
  - non-3GPP access,
  - pełne wsparcie procedury przez SMF,

- procedur i mechanizmów bezpieczeństwa (wymagane wsparcie wyłącznie przez funkcję AUSF) z pominięciem wymagań na non-3GPP:
  - Subscription authentication,
  - UE authorization,
  - Serving network,
  - authorization by the home network,
  - EAP,
  - Authenticationprocedure for EAP-AKA' z pominięciem przechowywania kluczy w AUSF,
  - Authenticationprocedure for 5G AKA z pominięciem przechowywania kluczy w AUSF,
- NG-RAN Locationreportingprocedures
- Monitoring Events, z pominięciem wymagań na pełne wsparcie procedury przez AMF,
- NF service Registration, z pominięciem wymagań na pełne wsparcie procedury przez UPF,
- NF service update, z pominięciem wymagań na pełne wsparcie procedury przez UPF,
- NF service Deregistration, z pominięciem wymagań na pełne wsparcie procedury przez UPF,
- NF/NF service discovery by NF service consumer in the same PLMN.

## 4. Sieć radio dostępowa

Rozwiązanie w zakresie podstawowym powinno zapewnić interoperacyjność sprzętową i funkcjonalną z infrastrukturą innych dostawców zgodnych ze Standardem 3GPP (interfejsy Xn i NG w przypadku sieci 5G). Na potrzeby realizacji sieci międzyregionalnej przyjęto rozwiązanie oparte na architekturze 5G SA (Standalone). Stacje bazowe w konfiguracji NR dla pasm 3800 - 4200 MHz (n77) powinny być zainstalowane w punktach wskazanych przez PANS w Krośnie i będą podłączone do sieci CORE zlokalizowanej na terenie kampusu PANS pod adresem Wyspiańskiego 20, 38-400 Krosno .

Podstawowymi elementami zaproponowanego rozwiązania powinny być stacje bazowe dla zakresu częstotliwości 3800 - 4200 MHz (w podzakresie pasma n77 według standardów 3GPP z uwzględnieniem wskazań regulacyjnych UKE <https://uke.gov.pl/blog/sieci-prywatne-w-pasmie-3-8-4-2-ghz-juz-od-wakacji,77.html>) z odpowiednimi antenami. Dopuszcza się zastosowanie aktywnych modułów radiowych ze zintegrowanym modułem pasma podstawowego. Niezbędne komponenty proponowanego rozwiązania powinny zostać umieszczone w szafie telekomunikacyjnej lub kontenerze jeśli tego wymagają regulacje i wytyczne producenta. Przewiduje się zastosowanie zarówno napięć 48VDC wraz z podtrzymaniem baterijnym jak i 230V. Oferta powinna zawierać niezbędne elementy montażowe, kable zasilające oraz optyczne, uchwyty, opaski mocujące,

itp. Oferent powinien również dostarczyć oprogramowanie NR RAN wraz z zestawem funkcjonalności pozwalających na uruchomienie wymaganych usług.

Radiowa sieć dostępową musi zostać zainstalowana we wskazanych lokalizacjach zgodnie ze szczegółowymi opisami zawartymi w załącznikach do niniejszego dokumentu.

#### **SALA 8B - Szafa dystrybucyjna SD**

Lp.	Elementu wyposażenia
1.	Siłownia 48V
2.	Przełącznik Ethernet 48 portów
3.	System zarządzający
4.	Wzorzec czasu i synchronizacji
5.	UPS
6.	Przełącznik eCPRI
7.	Głowica radiowa - <b>Głowica B</b> Uwaga: Głowica powinna być zamocowana na suficie w części konferencyjnej pomieszczenia..

#### **SALA 201A - Szafa dystrybucyjna SD-201**

Lp.	Elementu wyposażenia
1.	Przełącznik eCPRI wraz z niezbędną infrastrukturą
2.	Głowica radiowa - <b>Głowica B</b> Uwaga: Głowica powinna być zamocowana na ścianie lub suficie w pomieszczeniu dydaktycznym od strony pomieszczenia z szafą dystrybucyjną SD-201.

#### **SALA 205A - Szafa dystrybucyjna SD-205**

Lp.	Elementu wyposażenia
1.	Przełącznik eCPRI wraz z niezbędną infrastrukturą
2.	Głowica radiowa - <b>Głowica B</b> Uwaga: Głowica powinna być zamocowana na szafie dystrybucyjnej.

#### **SALA 101A**

Lp.	Elementu wyposażenia
1.	Głowica radiowa - <b>Głowica B</b> Uwaga: Głowica powinna być zamocowana na szafie dystrybucyjnej lub suficie.

Dla każdej sali zdefiniowano:

1. Liczbę stacji bazowych z ich położeniem
2. Obsługiwane pasma częstotliwości każdej stacji
3. Konfigurację antenową sektora
4. Minimalną moc nadawczą, wspieraną przez głowicę radiową/antenę

Wymagane jest, aby sieci radiowe we wszystkich lokalizacjach:

1. Zostały dostarczone przez jednego producenta,
2. Zostały połączone z jedną, centralnie zlokalizowaną siecią szkieletową 5GC działającą w architekturze SA, będącą także przedmiotem niniejszego zamówienia.
3. Były zarządzane przez jeden, wspólny system zarządzania i monitorowania

Wymagana jest następująca funkcjonalność sieci radio dostępowej:

- Zapewnienie oszczędności energii dla UE.
- Mechanizmy zwiększające pokrycie przez polepszenie budżetu łącza dla Mid/High-band,
- Mechanizmy zbierania parametrów oraz wydarzeń z interfejsu NR,
- Mechanizmy wsparcia w zarządzaniu błędami i rozwiązywaniu problemów,
- Mechanizmy zarządzania ruchem wychodzącym z gNodeB w celu zarządzania QoS,
- Zarządzanie wiązką radiową dla High-bands w celu poprawy łącza radiowego
- Agregacja połączeń Ethernet,
- Monitorowanie ścieżki GTP-U,
- Obsługa UE o dużej prędkości,
- Synchronizacja czasu i fazy z wykorzystaniem protokołu PTP (IEEE 1588),
- Mechanizmy automatycznego żądania oraz aktywacji licencji,
- Wsparcie dla IPsec,
- Wsparcie dla IPv6,
- Wsparcie dla MTU powyżej 1500,
- Wsparcie dla MACsec,
- Mechanizmy minimalizacji interferencji między komórkowej,
- Wsparcie dla wielu adresów IP na tym samym porcie VLAN,
- Wsparcie gNodeB dla dużej liczby połączeń GTP-U,
- Monitorowanie KPI oraz zasobów interfejsu NR,
- Wsparcie dla NR Minimalization of Drive Test (MDT),
- Wsparcie dla filtrowania ruchu na wejściu/wyjściu do BBU,
- Wsparcie dla zarządzania ruchem CP i UP pomiędzy gNodeB i 5G Core (NG interfejs) oraz gNodeB i UE (Uu)
- Zarządzanie UE w celu wyboru komórki o lepszych parametrach,
- Rejestracja zdarzeń dla wybranego UE,
- Wsparcie do różnych konfiguracji szczelin czasowych,
- Kierowanie ruchu bazujące na konfiguracji polityk,
- Monitorowanie oraz kopiowanie ruchu na portach Ethernet na inne porty,
- Oszczędzanie energii dla AAS,
- Wsparcie dla różnych QoS,
- Wsparcie dla Slicingu sieci RAN,
- Wsparcie dla synchronizacji bez GNSS,
- Wsparcie dla DTLS,
- Wsparcie dla funkcji diagnostycznych sieci RAN,
- Wsparcie dla statycznego routingu,
- Monitorowanie sieci w czasie rzeczywistym,
- Wsparcie dla Synchronous Ethernet,
- Możliwość ustawiania polityk dla grup UE,
- Wsparcie dla wirtualnych ruterów,
- Zdalny analizator widma dla łącza UL,
- Wsparcie dla interfejsu ONAP,



- Wsparcie dla co najmniej 4 sieci Core 5G podłączonych do gNodeB w scenariuszu MOCN,
- MU-MIMO,
- SU-MIMO,
- NR-NR DC,
- Mechanizmy ograniczające przepływności dla danych UE,
- Wsparcie dla modulacji 256QAM na łączu UL oraz DL,
- Wsparcie dla mechanizmów polepszających łącze UL przy wykorzystaniu AAS.

Specyfikacja komponentów radiowych sieci dostępowych użytych w zdefiniowanych lokalizacjach.

### **1/Głowica radiowa Mid-Band 4x4 MIMO (n77) - [GŁOWICA A]**

Przedmiotem zamówienia jest fabrycznie nowa głowica radiowa typu RRH (Remote Radio Head), przeznaczona do pracy zgodnej ze specyfikacją 5G NR , przeznaczona do podłączenia z modułem bazowym (Base Band Unit), wraz z anteną (ANT).

Wymienione elementy składowe, tzn. RRH oraz ANT mogą być zintegrowane w jeden moduł lub instalowane jako oddzielne moduły, RRH + ANT. W przypadku rozdzielnych modułów RRH i ANT, jest wymagane dołączenie niezbędnego okablowania i złącz do połączenia tych modułów (maksymalna odległość instalacji RRH i ANT: 3 m).

Głowica RRH oraz ANT muszą być przeznaczone do pracy w warunkach zewnętrznych i odporne na warunki atmosferyczne min. IP55.

Uwaga: **GŁOWICA A** powinna być zamocowana na dachu budynku A oraz podłączona z wykorzystaniem punktu dystrybucyjnego SD-POD.

Ogólna specyfikacja techniczna głowicy RRH oraz ANT:

- Urządzenia możliwe do montażu na zewnątrz, na ścianę, do słupa i do masztu antenowego, dostarczone z wyposażeniem umożliwiającym montaż do masztu o średnicy od 50 do 90 mm, z możliwością obrotu lewo-prawo oraz góra-dół; możliwość pochylania i obracania anteny (tilt and swivelsupport)
- Przeznaczone do pracy w systemie 5G NR.
- Tryb duplexu: min. TDD
- Zakres częstotliwości pasma N77: 3800 do 4100 MHz
- Szerokość pasma: min 200 MHz (IBW), z możliwością obsługi dwóch kanałów częstotliwościowych o szerokościach do 100 MHz NR, pasmo pojedynczego kanału konfigurowane przynajmniej w zakresie 10 MHz do 100 MHz
- Konfiguracja torów nadawczo-odbiorczych: min. 4Tx/4Rx
- Moc EIRP: min. 36dBm
- Nominalna moc wyjściowa RRH: min. 4x5W
- Wsparcie dla techniki MIMO w wariacie min. 4x4
- Minimum 2 złącza optyczne jako interfejs komunikacyjny C2 (eCPRI).
- Sposób zasilania:
  - AC 230V (100-250V) lub DC w zakresie od min. -38V – do min. -55V DC (nominalnie -48 V DC), z dołączonym zasilaczem o mocy odpowiedniej do

- wykorzystania wszystkich możliwości urządzenia; zasilacz instalowany na maszcie antenowym lub dodatkowej konstrukcji wsporczej;
  - Złącze/wtyk do podłączenia zasilania AC (100-250V) i/lub DC (-48V)
- Zacisk do podłączenia uziemienia
- Złącza do podłączenia anteny/anten w zależności od typu anteny/anten oraz sposobu ich integracji z głowicą (jeśli potrzebne), w liczbie niezbędnej do podłączenia proponowanej konfiguracji.
- Waga całkowita dla ANT+RRH mniejsza niż 15 kg
- Temperatura pracy min. w zakresie: od -40 st. C do +55 st. C
- Szczególne wymagania antenowe (ANT):
  - Wsparcie dla techniki MIMO w konfiguracji min. 4x4.
  - Zysk anteny min. 10dBi.
  - Szerokość wiązki głównej w płaszczyźnie pionowej (verticalbeamwidth): 35 (±10) stopnie.
  - Szerokość wiązki głównej w płaszczyźnie poziomej (horizontalbeamwidth): 65 (±10) stopni.
- Wymagania normatywne:
  - europejskie: ETSI EN 301 489-1. (lub równoważna pod względem kompatybilności elektromagnetycznej)
  - międzynarodowe: 3GPP TS37.141. (lub równoważna pod względem wymagań zgodności ze standaryzacją NR)
  - Oznaczenie CE.

## **2/ Głowica radiowa Mid Band N77 do montażu wewnątrzbudynkowego [Głowica B]**

Przedmiotem zamówienia jest fabrycznie nowa głowica radiowa typu RRH (Remote Radio Head) zintegrowana z anteną, przeznaczona do pracy zgodnej ze specyfikacją 5G NR , przeznaczona do instalacji w warunkach wewnątrzbudynkowych, na ścianie lub pod sufitem pomieszczenia.

Ogólna specyfikacja techniczna głowicy RRH zintegrowanej z anteną ANT:

- Urządzenia możliwe do montażu pod sufitem lub na ścianie, dostarczone z wyposażeniem umożliwiającym montaż do płaskiej powierzchni za pomocą śrub, wkrętów lub kołków montażowych (nie wymagane w komplecie)
- Przeznaczone do pracy w systemie 5G NR.
- Tryb duplexu: min. TDD
- Pasmo częstotliwości N77: zakres 3800 – 4200 MHz
- Szerokość kanału dla 5G NR: min.100MHz, regulowana przynajmniej w zakresie od 10 MHz do 100 MHz
- Wsparcie dla techniki MIMO w wariancie min. 4x4
- Maksymalna moc wyjściowa RF: 24dBm
- Minimum 1 złącze do komunikacji z pozostałą infrastrukturą sieci 5G: złącze miedziane (Ethernet cat. 5, 6, 6e) i 1 optyczne eCPRI.
- Sposób zasilania właściwy dla dostarczanego urządzenia
- Waga całkowita dla Ant+RRH mniejsza niż 3,5 kg

- Rozmiary (głowica zintegrowana z anteną) nie większe niż 33x33x15 cm (długość/szerokość/grubość)
- Temperatura pracy min. w zakresie: od +5 st. C do +40 st. C
- Wymagania normatywne:
  - europejskie: ETSI EN 301 489-1. (lub równoważna pod względem kompatybilności elektromagnetycznej)
  - międzynarodowe: 3GPP TS37.141. (lub równoważna pod względem wymagań zgodności ze standaryzacją NR)
  - Oznaczenie CE.

## 6/ Moduł centralny stacji bazowej (Baseband)

Moduł, lub też moduły, centralne stacji bazowej powinny być dostosowane do wybranych głowic radiowych i zapewniać pełne wsparcie dla przetwarzania sygnału pasma podstawowego. Możliwe jest albo zastosowanie jednego modułu centralnego wspierającego wszystkie pasma (Mid-Band oraz High-Band), albo wielu modułów Baseband gdzie każdy z nich wspiera osobne pasmo. Wymagane jest aby moduł (lub moduły) centralny wspierał następujące funkcjonalności:

1. NR - wsparcie dla standardu New Radio;
2. Fronthaul: Interfejsy fronthaul powinny wspierać obsługę standardów C1 (CPRI) oraz C2 (eCPRI). Obsługiwana szybkość transmisji powinna być nie mniejsza niż 25 Gb/s i wspierać standardy SFP/SFP+ oraz SFP28. Liczba złączy: niezbędna do podłączenia wszystkich głowic radiowych w danej lokalizacji;
3. Backhaul: Interfejsy backhaul (TN - Transport) SFP/(Q)SPF+/(Q)SPF28 do komunikacji z rdzeniem sieci przez routowalną sieć IP;
4. W przypadku zastosowania wielu modułów centralnych (baseband) wymagana jest możliwość integracji modułów tak, aby stacja bazowa wspierała tryba DC (Dual Connectivity) i/lub CA (Carrier Aggregation) pomiędzy wszystkimi pasmami częstotliwości w danej lokalizacji;
5. Pojemność modułu centralnego zaproponowanego dla danej jednostki musi być wystarczająca aby obsłużyć wszystkie sektory we wszystkich pasmach częstotliwości w danej lokalizacji;
6. Obsługa synchronizacji: odbiornik GNSS z anteną instalowaną na zewnątrz budynku (np. dach), okablowanie do podłączenia anteny;
7. Konstrukcja fizyczna: urządzenie instalowane w szafie 19" max. 2U, praca w zakresie temperatur od +5 do +40 stopni C;
8. Zasilanie: 230V AC  $\pm$  10% lub DC -48V. W przypadku zasilania DC niezbędne jest dostarczenie odpowiedniego zasilacza AC 230V;
9. Obsługa co najmniej następujących funkcji i protokołów:
  - a. możliwość przypisania obsługiwanych urządzeń RH do jednego lub więcej współpracujących z urządzeniem Baseband sieci rdzeniowych z poziomu konfiguracji,
  - b. Wsparcie funkcji współdzielenia zasobów RAN (RAN Sharing)

## 6. Wdrożenie systemu

W ramach wdrożenia każdego Zadania Wykonawca zobowiązany jest do:

- 1) realizacji planu wdrożenia zawartego w punkcie 8,
- 2) dostawy, instalacji i konfiguracji urządzeń oraz oprogramowania wchodzących w skład poszczególnych zadań podanych w punkcie 1, w lokalizacjach podanych w punkcie 4,
- 3) przeprowadzenie instruktażu dla pracowników Zamawiającego zgodnie z wytycznymi opisanymi w punkcie 7.

## 7. Instruktaż

Szkolenie personelu Zamawiającego z zakresu działania, obsługi, konfiguracji, aktualizacji i konserwacji przedmiotu zamówienia w stopniu gwarantującym poprawną eksploatację przedmiotu zamówienia przez ten personel. Ilość godzin szkolenia Wykonawca ustali w zależności od stopnia skomplikowania obsługi i konserwacji, jednak ilość godzin ww. szkolenia nie może być krótsza niż 8.

## 8. Ramowy plan wdrożenia

Należy przyjąć następujący poniższy harmonogram realizacji prac. Każdy z etapów powinien się zakończyć się wystawieniem faktury.

L.p.	Element wdrożenia
<b>Etap 1 - Dostarczenie oraz wdrożenie sieci rdzeniowej 5G</b>	
1.	Wykonanie dokumentacji technicznej w zakresie dotyczącym Zadania
2.	Weryfikacja dokumentacji technicznej przez poszczególne podmioty odbierające
3.	Naniesienie poprawek w dokumentacji technicznej przez wykonawcę zgodnie z wytycznymi poszczególnych podmiotów odbierających
4.	Podpisanie Protokołu odbioru dokumentacji technicznej
5.	Dostawa urządzeń i oprogramowania
6.	Dostawa w formie fizycznej kart SIM w formacie 1/FF, 2/FF, 3FF sztuk 70
7.	Smartphone Android Industrial minimum IP68 zgodne ze standardem 5G sztuk 10
8.	Instalacja i konfiguracja
9.	Zgłoszenie odbioru
10.	Odbiór warunkowy
11.	Okres stabilizacji – opracowanie dokumentacji powykonawczej, weryfikacja dokumentacji powykonawczej
12.	Naniesienie poprawek w dokumentacji powykonawczej przez wykonawcę zgodnie z wytycznymi poszczególnych podmiotów odbierających
13.	Podpisanie Protokołu odbioru dokumentacji powykonawczej
14.	Instruktaż
15	Podpisanie przez poszczególne podmioty odbierające protokołu zdawczo - odbiorczego przedmiotu zamówienia objętego danym zadaniem
<b>Etap 2 – Dostarczenie oraz wdrożenie sieci RAN</b>	
1	Wykonanie dokumentacji technicznej w zakresie dotyczącym Zadania
2	Weryfikacja dokumentacji technicznej przez poszczególne podmioty odbierające
3	Naniesienie poprawek w dokumentacji technicznej przez wykonawcę zgodnie z wytycznymi poszczególnych podmiotów odbierających
4	Podpisanie Protokołu odbioru dokumentacji technicznej
5	Dostawa urządzeń i oprogramowania
6	Instalacja i konfiguracja
7	Zgłoszenie odbioru
8	Odbiór warunkowy
9	Okres stabilizacji – opracowanie dokumentacji powykonawczej, weryfikacja dokumentacji powykonawczej

10	Naniesienie poprawek w dokumentacji powykonawczej przez wykonawcę zgodnie z wytycznymi poszczególnych podmiotów odbierających
11	Podpisanie Protokołu odbioru dokumentacji powykonawczej
12	Instruktaż
13	Podpisanie przez poszczególny podmiot odbierający protokołu zdawczo - odbiorczego przedmiotu zamówienia objętego danym zadaniem
<b>Etap 3 – Odbiór końcowy projektu</b>	
1	Instruktaż
2	Testy odbiorcze
3	Podpisanie protokołu odbioru projektu

Zamawiający dopuszcza realizację Etapów 1 oraz 2 równolegle. Zamawiający, na wniosek Dostawcy, dopuszcza zmiany w harmonogramie.

Termin zakończenia Etapu 1 ustala się na 3 miesiące od podpisania umowy.

Termin zakończenia Etapu 2 ustala się na 7 dni po zakończeniu Etapu 1. Termin zakończenia Etapu 3 ustala się na 4 miesiące po zakończeniu Etapu 2.

Zmiany w harmonogramie muszą zostać zatwierdzone przez Zamawiającego.

## 9. Dostawa, inne cechy, wsparcie techniczne, aktualizacje

Wszystkie oferowane urządzenia muszą być fabrycznie nowe. Urządzenia muszą być objęte co najmniej 2-letnim wsparciem technicznym producenta od pierwszej dostawy, uprawniającym do bezpłatnego dostępu do aktualizacji oprogramowania, w tym aktualizacji w ramach zakupionych funkcjonalność oraz gwarancją dotyczącą naprawy sprzętu. Wykonawca zobowiązany jest do świadczenia usług gwarancyjnych na poniższych zasadach:

a) Wykonawca zapewni naprawę sprzętu w okresie gwarancyjnym i dotyczy to tylko sprzętu dostarczonego w ramach zamówienia. Wymienione aktywności będą mogły być wykonane przez Wykonawcę jak i przez podwykonawców.

b) Koszty transportu, serwisowania, materiałów eksploatacyjnych oraz koszty wymiany tych materiałów ponosi Wykonawca.

Zamawiający zapewnia dostęp do obiektów celem wykonania wyżej wymienionych prac.

c) Czas reakcji na zgłoszenie usterki sprzętu nie może być dłuższy niż 3 dni robocze od momentu zgłoszenia, czas naprawy sprzętu/wymiany sprzętu na sprawny nie dłuższy niż 30 dni od daty zgłoszenia.

d) Czas reakcji na zgłoszenie usterki oprogramowania nie może być dłuższy niż 5 dni roboczych od momentu zgłoszenia, a usunięcie usterki w oprogramowaniu nie dłuższe niż 180 dni od daty zgłoszenia.

Wsparcie techniczne powinno obejmować konsultację techniczną w wymiarze do 160 godzin rocznie, realizowanych w postaci zdalnych warsztatów zaplanowanych w formie 4 sesji po 40 godzin każda, jedna sesja na kwartał. Każdorazowa sesja umożliwiać będzie bezpośrednie konsultacje techniczne z zaalokowanymi inżynierami. Termin sesji konsultacyjnej powinien być ustalony minimum na 3 tygodnie wcześniej.