

Oznaczenie sprawy (numer referencyjny):  
**CRZP/242/009/D/23, ZP/56/WETI/23**

## **CZĘŚĆ IV**

### **OPIS PRZEDMIOTU ZAMÓWIENIA**

**Dostawa urządzeń transmisji danych**

## 1. Urządzenie transmisji danych 5G NR. Liczba sztuk: 1.

Urządzenie transmisji danych realizujące funkcje:

- **stacji bazowej** 5G New Radio (gNodeB),
- **rdzenia sieci** 5G

oraz oferujące zestaw **usług wysokiego poziomu** dla użytkowników końcowych. Oferowana przez urządzenie funkcjonalność **stacji bazowej** musi spełniać następujące wymagania techniczne:

- Realizacja funkcji stacji bazowej 5G New Radio (gNodeB) zgodnie ze specyfikacją 3GPP release 16, w szczególności pod względem kompatybilności styków pomiędzy terminalem klienckim, stacją bazową i rdzeniem sieci.
- Maksymalna szerokość kanału częstotliwościowego komórki nie może być mniejsza niż 20 MHz, lecz musi istnieć możliwość pracy z kanałami o mniejszej szerokości, w tym kanałami 5-20 MHz dla 5G NR.
- Możliwość jednoczesnej obsługi co najmniej 500 aktywnych urządzeń klienckich UE.
- Obsługa przez elementy funkcjonalne stacji bazowej funkcji przełączania użytkownika (handover) – co najmniej w zakresie następujących scenariuszy: NG, Xn.
- Obsługa interfejsów:
  - NG-gNodeB: NGAP i GTP-U do 5GC, XnAP pomiędzy NG-gNodeB.
- Obsługa przez elementy funkcjonalne stacji bazowej co najmniej następujących mechanizmów i funkcji 5G New Radio:
  - trybu SA,
  - komunikacji FDD i TDD w paśmie FR1,
  - zbioru możliwych wartości odstępu pomiędzy podnośnymi:
    - transmisji danych - obejmującego wartości: 15, 30, 60, 120 kHz,
    - SSB - obejmującego wartości: 15, 30, 120 i 240 kHz,
  - przetwarzania nie mniej niż 2 warstw MIMO dla transmisji downlink i uplink (niezależnie od ewentualnych ograniczeń platformy sprzętowej w odbiorze/transmisji powyższych strumieni),
  - modulacji 256QAM w transmisji downlink i uplink,
  - wszystkich określonych standardem 3GPP rel. 16 formatów dla kanałów PUCCH i PRACH,
  - dwustopniowej procedury RACH,
  - konfigurowalnych przez użytkownika wzorców TDD UL/DL z automatycznym lub ręcznym doбором wartości k0, k1, k2,
  - kanału PDCCH z obsługą co najmniej następujących formatów DCI: 0\_0, 0\_1, 1\_0 i 1\_1,
  - trybu testowego warstwy PHY w postaci ciągłej transmisji w kanałach PDSCH i PUSCH,
  - mechanizmu Network slicing,
- Obsługa generowania/odbioru sygnałów radiowych z użyciem dedykowanych kart SDR, opracowanych przez producenta rozwiązania sprzętowego i stanowiących część dostarczonej platformy sprzętowej.

Funkcjonalność **stacji bazowej** musi być oferowana z użyciem **platformy sprzętowej** spełniającej następujące wymagania:

- Zasoby obliczeniowe, pamięciowe i pamięci masowej pozwalające na działanie urządzenia z pełną funkcjonalnością wg powyższej specyfikacji.
- Co najmniej 1 dedykowana karta typu Software Defined Radio (SDR), umożliwiająca przetwarzanie i generowanie sygnałów radiowych koniecznych do funkcjonowania stacji bazowej. Karta musi spełniać następujące wymagania:
  - możliwość obsługi kanałów 5G o szerokości co najmniej 20 MHz z obsługą co najmniej 2x2 MIMO dla transmisji TDD i FDD,
  - możliwość pracy na dowolnie wybranej częstotliwości z przedziału obejmującego 500 MHz-6 GHz,
  - zintegrowany przełącznik TX/RX pozwalający na obsługę trybu TDD,
  - 4 złącza antenowe SMA-żeńskie do podłączania anten zewnętrznych,
  - do każdego z powyższych złączy antenowych kart SDR dołączona antena zewnętrzna,
  - wbudowany odbiornik GPS i 1 złącze antenowe SMA-żeńskie do podłączenia zewnętrznej anteny GPS,
  - gniazdo wejściowe i wyjściowe Clock/PPS,
  - możliwość przetwarzania sygnałów o maksymalnej szerokości pasma nie mniejszej niż 50 MHz,
  - częstotliwość przetwarzania ADC/DAC co najmniej 61 MS/s,
  - rozdzielczość przetwarzania ADC/DAC co najmniej 12 bitów,
  - stabilność częstotliwości nie mniejsza niż 2 ppm,
  - maksymalna moc sygnału wyjściowego nie mniejsza niż 3 dBm dla  $f=500$  MHz i -6.5 dBm dla  $f=3500$  MHz,
  - zasilanie 12 V ze złącza PCIe, pobór energii nie większy niż 6W.

Oferowana przez urządzenie funkcjonalność **rdzenia sieci 5G** musi obejmować co najmniej następujące funkcje i mechanizmy:

- Zgodność ze specyfikacją standardu 3GPP w wersji co najmniej Release 16, w szczególności pod względem kompatybilności styków pomiędzy terminalem klienckim, siecią dostępową i rdzeniem sieci.
- Współpraca z wyspecyfikowaną powyżej stacją bazową stanowiącą część funkcjonalności urządzenia.
- Implementacja funkcjonalności co najmniej następujących elementów sieci rdzeniowej 5G, w sposób zgodny ze specyfikacją 3GPP „TS 23.501 System Architecture for the 5G System”: AMF, SMF, UPF, UDR, UDM, AUSF, NRF, PCF, CHF, EIR.
- Implementacja powyższych elementów rdzenia 5G musi:
  - być zrealizowana w postaci osobnych kontenerów, zgodnych ze specyfikacją OCI. Powyższe kontenery muszą być możliwe do uruchomienia w środowisku maszyn wirtualnych,
  - umożliwić ich wdrożenie w formie rozproszonej na wiele maszyn wirtualnych. Pojedyncza instancja elementu SMF musi umożliwiać współpracę z wieloma elementami UPF.
- Możliwy dostęp do co najmniej następujących interfejsów 3GPP:
  - N1: NAS over N2 between the gNBs and the AMF,
  - N2: NG-AP over SCTP between the gNBs and the AMF,
  - N3: NG-U over UDP between the gNBs and the UPFs,
  - N4: PFCP over UDP between the SMF and the UPFs,

- N6: IP connectivity to external Data Networks (DN).
- Obsługa graficznego interfejsu użytkownika oraz interfejsu REST API umożliwiającego realizację funkcji konfiguracyjnych, monitorowania, zarządzania licencjami oraz obsługiwanych przez urządzenie kartami USIM. Powyższe interfejsy muszą, w szczególności, oferować możliwość:
  - wykonania kopii zapasowej konfiguracji całego systemu rdzenia sieci 5G w sposób umożliwiający jej odtworzenie na nowej instalacji o analogicznej strukturze,
  - wykonania kopii zapasowej i odtworzenia informacji dotyczących subskrybentów,
  - provisioningu kart USIM i subskrypcji UE,
  - dostępu do informacji o alarmach zgłaszanych na poziomie systemu i poszczególnych jego elementów,
  - dostępu do informacji dotyczących wydajności działania systemu (zarówno platformy obliczeniowej jak i statystyk pracy elementów płaszczyzny sterowania i płaszczyzny danych). Dostęp do powyższych danych musi być możliwy z użyciem nieodpłatnie dostępnych narzędzi wizualizacji.
- Obsługa mechanizmu 3GPP Network Slicing:
  - możliwość konfiguracji więcej niż jednego Network Slice (NS) per subscriber,
  - możliwość wyboru elementu UPF na podstawie wyboru NS,
  - możliwość wykorzystania osobnych elementów UPF dla różnych NS,
  - możliwość współdzielenia elementu UPF przez kilka NS.
- Możliwość definiowania dostępu dla urządzeń klienckich (User Equipment – UE) mogących obejmować, co najmniej:
  - listę identyfikatorów NSSAI ze wskazaniem domyślnego,
  - informacje wpływające na wybór elementu SMF,
  - usługi Multimedia Priority Service i Mission Critical Service,
  - informacje dotyczące wyboru NS (np. Single Network Slice Selection Assistance Information – S-NSSAI) i zewnętrznej sieci do której UE uzyska dostęp za pośrednictwem rdzenia 5G (Data Network Name – DNN),
  - profil Quality of Service oraz wartość Aggregated Maximum Bit Rate (AMBR).
- Sygnalizacja Non-Access Stratum możliwa do ochrony z użyciem mechanizmów wybranych z grupy co najmniej: NEA-0, NEA-1 i NEA-2.
- Udostępnienie urządzeniu UE możliwości zestawienia wielu sesji PDU z sieciami zewnętrznymi dostępnymi w ramach dozwolonych dla niego NS.
- Obsługa sesji PDU co najmniej typu: IPv4, IPv6 i Ethernet.
- Konfiguracja adresów UE możliwa do przeprowadzenia per UPF per DNN per NS.
- Obsługa procedur rejestracji/derejestracji/wyszukiwania usług rdzenia 5G przy wykorzystaniu elementu NRF, zgodnie z modelami A i B (direct routing, discovery via NRF services) zdefiniowanymi przez 3GPP dla Service based interface w dokumencie standaryzacyjnym TS 23.501.
- Obsługa usług głosowych VoNR i SMS, przy wykorzystaniu zawartego w urządzeniu środowiska IP-Multimedia Subsystem. Dynamiczne tworzenie i likwidacja dedykowanych przepływów (QoS Flow) i rezerwacja/zwalnianie zasobów (Guaranteed Bit Rate - GBR) dla potrzeb połączeń głosowych.

- Możliwość generowania informacji Charging Data Record (CDR) do celów rozliczeniowych i monitorowania, z konfigurowalną częstotliwością.
  - Informacja CDR powinna obejmować, co najmniej, informacje o wykorzystaniu zasobów generowane przez UPF.
  - Dostęp do informacji CDR musi być możliwy za pośrednictwem elementu CHF oraz z użyciem protokołu FTP.
- Obsługa mechanizmów 3GPP 5G QoS, w szczególności:
  - możliwość ograniczania (przez elementy UPF) przepływności na poziomie pojedynczych przepływów (flow identyfikowany przez QoS Flow Identifier, QFI) dla przepływów typu no-Guaranteed Bitrate (non-GBR),
  - powiązanie QFI z 5QI (5G QoS Identifier) i obsługa zawartej tam konfiguracji,
  - możliwość znakowania ruchu znacznikami DSCP przez elementy UPF, dla ruchu downlink i uplink, z granularnością na poziomie QFI.
- Obsługa i dostęp do interfejsu N5 pomiędzy elementami AF i PCF, z funkcjonalnością pozwalającą na implementację przynajmniej aplikacji typu Mission Critical Push to Talk (rozumianych wg standaryzacji TS 24.379).
- Możliwość przydzielenia stałych adresów IP urządzeniom UE przy wykorzystaniu odpowiedniej konfiguracji przechowywanej przez element UDR.
- Element AMF musi realizować co najmniej następujące funkcje i mechanizmy:
  - interfejs N2 zgodny z NG-AP over SCTP,
  - interfejs N1 do sygnalizacji typu NAS z elementami AMF i SMF,
  - obsługa procesów:
    - Registration Management,
    - Access Authentication and Authorization z użyciem 5G AKA,
    - przydziału identyfikatora 5G-GUTI,
    - Connection Management,
    - Reachability Management, z użyciem mechanizmów Paging i Periodic mobility registration update,
    - Mobility Management.
  - przekazywanie wiadomości pomiędzy UE i SMF,
  - obsługa przełączania (handover) typu Xn,
  - obsługa interfejsu N17 do element 5G-EIR.
- Element SMF musi realizować co najmniej następujące funkcje i mechanizmy:
  - zestawienie/obsługa sesji PDU co najmniej typu: IPv4, IPv6, IPv4v6 i Ethernet,
  - przydział adresów IP urządzeniom UE z użyciem lokalnie skonfigurowanych przedziałów adresowych, przydziału na poziomie UPF oraz statycznego przydziału za pośrednictwem UDM,
  - obsługa sygnalizacji typu NAS dla potrzeb procesu Session Management,
  - komunikacja z mechanizmami sieci dostępowej za pośrednictwem interfejsu N2 i elementu AMF,
  - zarządzanie sesjami Packet Forwarding Control Protocol (PFCP) z użyciem interfejsu N4-C,
  - obsługa mechanizmu monitorowania UPF: PFCP Session Report,

- tworzenie i zarządzanie tunelami GTP-U (interfejs N4-U),
- przydzielanie i obsługa identyfikatorów F-TEID,
- obsługa 5G QoS obejmująca zarówno przepływy Non-GBR jak i GBR,
- znacznikowanie DSCP na podstawie QoS Flow 5QI,
- dynamiczne tworzenie, modyfikacja i likwidacja przepływów QoS na podstawie reguł PCC udostępnianych przez element PCF,
- obsługa mechanizmów rozliczania w modelu offline z użyciem interfejsu N40,
- obsługa profili rozliczania określanych przez element UDM.
- Element UPF musi realizować co najmniej następujące funkcje i mechanizmy:
  - obsługa interfejsów N6 do wielu sieci DN,
  - interfejsy N4-C/N4-U (IPv4 i IPv6) wspierających protokoły PFCP i GTP-U,
  - interfejs N3 GTP-U (IPv4 i IPv6) z tunelowaniem per sesja PDU,
  - obsługa przepływów non-GBR QoS,
  - buforowanie pakietów nieaktywnej sesji PDU (downlink),
  - funkcja Downlink Data Notification to SMF,
  - obsługa sesji PDU typu, co najmniej: IPv4, IPv6, IPv4v6, Ethernet,
  - obsługa routingu:
    - asymetrycznego z możliwością z możliwością przekierowania kierowania ruchu,
    - dynamicznego (BGP),
  - translacja adresów (NAT),
  - funkcja TCP MSS clamping,
  - procedury fragmentacji na interfejsach N3/N4/N6 (IPv4 i IPv6),
  - obsługa mechanizmów separacji ruchu na interfejsach płaszczyzny danych (N4, N4-U, N3, N6) z użyciem mechanizmów VRF i/lub PBR,
  - raportowanie wykorzystania zasobów: co najmniej na podstawie przedziałów i okresowe,
  - przydział adresów IP dla UE z użyciem mechanizmów UPF oraz SMF,
  - obsługa mechanizmów QoS: QoS Enforcement Rules, QFI dla ruchu GTP-U, powiązania QFI z Packet Detection Information (PDI), dedykowanych przepływów z filtrami SDF (włączając przepływy VoNR),
  - interfejs zarządzania typu REST API,
  - dostęp do metryk na interfejsach N3/N4/N6,
  - obsługa interfejsu N9 (GTP-U to GTP-U),
  - implementacja mechanizmów płaszczyzny danych z użyciem eBPF TC/XDP,
  - możliwość ograniczenia przepływności poszczególnych przepływów,
  - obsługa znacznikowania DSCP na wyjściowym elemencie UPF.
- Elementy UDR/UDM muszą realizować co najmniej następujące funkcje i mechanizmy:
  - przechowywanie informacji dotyczących subskrypcji UE,
  - przechowywanie informacji niezbędnych przy uwierzytelnianiu, w tym obsługa funkcji Authentication credential Repository and Processing

Function (ARPF), 5G Authentication Vector Generation i Subscriber Identity De-concealing Function,

- możliwość pracy w trybie redundancji active-active z synchronizacją profili użytkowników.
- Element PCF musi udostępniać interfejs Rx (TS 29.514) do współpracy z elementami AF oraz obsługiwać interfejs N36 (do elementu UDR). Musi ponadto wspierać realizację usług typu VoRN i MCPTT.
- Element CHF musi realizować co funkcje rozliczania w modelu offline, we współpracy z elementem SMF. Wymagana jest co najmniej obsługa procedur: Charging create services, Charging update, Charging delete.

Oferowana przez urządzenie funkcjonalność **usług wysokiego poziomu** musi obejmować co najmniej następujące funkcje i mechanizmy:

- zgodność oferowanych komponentów oraz punktów styku pomiędzy nimi ze standardem 3GPP TS 23.228,
- Session Border Controller z możliwością pracy jako P-CSCF oraz IMS-AGW oferujący ukrywanie topologii sieci wewnętrznej i obsługę TLS przynajmniej dla sieci IPv4,
- komponenty CSCF przynajmniej w zakresie: I-CSCF, S-CSCF oraz E-CSCF,
- BGCF pozwalający na współpracę z sieciami PSTN przynajmniej w zakresie przekierowywania wiadomości SIP do bramy PSTN-GW,
- serwer aplikacyjny MMTel-AS przynajmniej z następującą funkcjonalnością: usługi identyfikacji wstrzymania połączenia, przekierowywania połączeń, blokowania połączeń, połączeń oczekujących, zarządalny przy wykorzystaniu protokołu XCAP,
- serwer krótkich wiadomości SMS obsługującego wiadomości MESSAGE protokołu SIP z zawartością w postaci danych tekstowych i danych binarnych,
- serwer usług konferencyjnych,
- serwerów współpracy z innymi systemami przynajmniej: GMSC oraz PSTN-GW,
- serwer nazwa oferującego możliwość odwzorowywania numerów E.164 oraz adresów SIP URI,
- serwer MRF,
- integrację procedury rejestracji do rdzenia sieci 5G i systemu usług wysokiego poziomu,
- integrację w rdzeniu sieci 5G poprzez interfejs N5,
- realizację usług głosowych w trybie VoNR oraz VoLTE,
- możliwość integracji z serwerem MCPTT AS pozwalającym na realizację usług P2T,
- możliwość działania w trybie DualStack z obsługą IPv4 i IPv6,
- możliwość realizacji usług pomiędzy natywnymi użytkownikami rdzenia sieci 5G oraz podłączonymi jako klienci VoIP,
- możliwość zabezpieczenia transmisji danych multimedialnych (Secure RTP) przy wykorzystaniu przynajmniej: SDES, DTLS-SRTP,
- realizacja co najmniej następujących usług:
  - wiadomości SMS,
  - wiadomości usług krytycznych (mission critical messages),

- połączenia głosowe,
- telekonferencje,
- SMS-over-IP,

- zarządzanie z wykorzystaniem, co najmniej, interfejsu www, monitorowanie z wykorzystaniem przynajmniej następujących rozwiązań: HTTP API, Prometheus.

Urządzenie musi zostać dostarczone z zestawem 10 pre-programowanych kart SIM pozwalających urządzeniom końcowym na dostęp do oferowanej przez powyższe urządzenie funkcjonalności.

Wymagane jest dostarczenie instrukcji użytkownika w wersji elektronicznej w języku polskim lub angielskim, obejmującej wszystkie funkcje urządzenia, a także instrukcji pozwalającej na samodzielne konfigurowanie kart SIM.

Urządzenie musi być objęte co najmniej 12-miesięcznym wsparciem technicznym, obejmującym także nieodpłatny dostęp do aktualizacji.

Urządzenie musi być objęte co najmniej 12-miesięczną gwarancją.

Urządzenie musi być fabrycznie nowe.



## 2. Urządzenie klienckie 5G UE – router przemysłowy. Liczba sztuk 2.

Urządzenie transmisji danych zdolne do pracy w sieci 5G / LTE, realizujące funkcje routera/VPN protokołów IPv4/IPv6.

Urządzenie musi być zdolne do współpracy z urządzeniami wyspecyfikowanymi jako „Urządzenie transmisji danych 5G NR”.

Urządzenie musi ponadto spełniać następujące wymagania techniczne:

- Praca co najmniej w pasmach:
  - 5G Band n1, n2, n3, n5, n7, n8, n12, n20, n28, n38, n40, n41, n48, n66, n71, n77, n78, n79.
  - 4G FDD Band: B1, B2, B3, B4, B5, B7, B8, B9, B12, B13, B14, B17, B18, B19, B20, B25, B26, B28, B29, B30, B32, B66, B71,
  - 4G TDD Band: B34, B38, B39, B40, B41, B42, B43, B46, B48.
- Praca trybie 5G SA i NSA.
- Obsługa funkcji E-UTRAN New Radio – Dual Connectivity.
- Interfejs 5G/LTE zdolny do pracy co najmniej w następujących trymach MIMO:
  - downlink 4x4,
  - uplink 2x2.
- Możliwość podłączenia do sieci 5G identyfikowanej dowolną wartością PLMNID (w tym identyfikatorami testowymi i prywatnymi).
- Dwa fizyczne gniazda Nano SIM. Możliwość obsługi co najmniej następujących typów/trybów wykorzystania kart SIM: 4FF, dual SIM single standby, dual eSIM.
- Wbudowany odbiornik GNSS obsługujący co najmniej: GPS/GLONASS/BeiDou/Galileo.
- Wbudowany interfejs WiFi 6, co najmniej MIMO 2x2
- Wbudowane interfejsy komunikacyjne dostępne w postaci gniazd M12 z odpowiednimi przejściówkami, co najmniej:
  - 1x 2.5 GbEthernet,
  - 1x 1 GbEthernet,
  - 1x RS232
  - 2x DI + 2x DO,
  - 1x RS485.
- Wbudowane złącza antenowe TNC:
  - 2 złącza anten 5G-NR/LTE,
  - 2 złącza anten 5G-NR/LTE/GNSS,
  - 2 złącza anten WiFi.
- Fizyczny przycisk Reboot/Restore.
- Zasilanie 24V DC, dołączony zewnętrzny zasilacz pozwalający na zasilanie urządzenia z sieci 230V.
- Maksymalny pobór energii nieprzekraczający 25W.
- Wymiary nieprzekraczające 30 cm x 20 cm x 7 cm (bez uwzględniania anten).
- Waga nieprzekraczająca 2,7 kg.
- Możliwość pracy w temperaturze z przedziału co najmniej od -35°C do 65°C.
- Odporność na warunki środowiskowe co najmniej klasy IP67.

- Odporność na słoną mgłę, potwierdzona zgodnością z normą IEC68-2-11 lub równoważną w tym zakresie.
- Możliwa komunikacja z użyciem co najmniej:
  - 2 APN dla danych,
  - 1 APN dla usług głosowych,
  - 1 APN do zarządzania.
- Obsługa protokołów IPv4 i IPv6.
- Obsługa co najmniej następujących funkcji i mechanizmów LAN:
  - IEEE 802.1Q VLAN,
  - DHCPv4/ DHCPv6 klient/serwer,
  - DNS oraz DNS proxy,
  - DMZ,
  - UPNP,
  - ALG,
  - Transmisja w trybie Multicast/ Multicast proxy,
  - Filtrowanie adresów MAC,
  - Rozgłaszanie GPS w sieci LAN.
- Obsługa co najmniej następujących funkcji i mechanizmów routera i VPN:
  - tryby Route /Bridge /Bypass
  - tryb NAT,
  - tryb konfiguracji statycznej,
  - Port mirror,
  - dual stack IPv4/IPv6,
  - Port forwarding,
  - IPSec,
  - PPTP,
  - tunele GRE,
  - L2TP V2/V3,
  - VPN pass-through.
- Obsługa co najmniej następujących funkcji i mechanizmów bezpieczeństwa:
  - Firewall,
  - filtrowanie adresów IP,
  - filtrowanie URL,
  - Access control,
  - możliwość logowania z wykorzystaniem protokołu HTTPS z sieci WAN,
  - ochrona przed atakami typu DDOS,
  - hierarchiczne zarządzanie użytkownikami.
- Możliwość zarządzania z użyciem, co najmniej, następujących mechanizmów/protokołów: SNMP, WebGUI, CLI, TR069.

Urządzenie musi być objęte co najmniej 12-miesięczną gwarancją. Do zestawu muszą być dołączone 2 anteny ze złączem TNC dla interfejsu WiFi (albo ze złączem SMA/SMA-RP z dołączonym adapterem TNC), 4 anteny interfejsu 5G-NR/LTE ze złączami TNC (albo ze złączami SMA z dołączonym adapterem TNC), 1 antena GPS ze złączem TNC (albo SMA z dołączonym adapterem TNC).  
Urządzenie musi być fabrycznie nowe.

### **3. Mobilne urządzenie transmisji danych 5G UE. Liczba sztuk: 2.**

Urządzenie transmisji danych zdolne do pracy w sieci 5G oraz umożliwiające prowadzenie rozmów głosowych i wideo oraz przesyłanie wiadomości tekstowych i multimedialnych. Urządzenie musi działać pod kontrolą systemu operacyjnego Linux lub równoważnego pod względem wykorzystywanego jądra systemowego i pozwalać na instalację dodatkowego oprogramowania przez użytkownika.

Urządzenie musi być zdolne do współpracy z urządzeniami wyspecyfikowanymi jako „Urządzenie transmisji danych 5G NR”- opisanym w poz. Nr 1. Urządzenie klienckie musi być w stanie wykorzystać oferowane przez powyższe urządzenia usługi wysokiego poziomu, co najmniej: Voice call, Video call, SMS.

Urządzenie musi ponadto spełniać następujące wymagania techniczne:

- Praca co najmniej w pasmach:
  - 5G Band 1, 3, 5, 7, 8, 28, 38, 40, 41, 77, 78,
  - 4G Band: 1, 3, 5, 7, 8, 20, 28, 38, 39, 40, 41,
  - 2G GSM 850/900/1800/1900 MHz.
- Praca trybie 5G SA i NSA.
- Możliwość podłączenia do sieci 5G identyfikowanej dowolną wartością PLMNID (w tym identyfikatorami testowymi i prywatnymi).
- Obsługa dwóch kart SIM w trybie Dual SIM (Nano-SIM).
- Złącze karty micro SD (z obsługą kart o pojemności do co najmniej 512 GB).
- Procesor, co najmniej 8 rdzeniowy.
- Pamięć RAM: nie mniejsza niż 4 GB.
- Pamięć flash: nie mniejsza niż 64 GB.
- Dotykowy wyświetlacz:
  - o przekątnej co najmniej 6" i rozdzielczości co najmniej 1500x720 pikseli,
  - o jasności co najmniej 400 nitów,
  - z pojemnościową detekcją dotyku, obsługującą co najmniej 2 punktów (multi-touch).
- Aparat fotograficzny z użyciem, którego można wykonywać zdjęcia o rozdzielczości co najmniej 40 MP.
- Dodatkowy aparat fotograficzny o rozdzielczości co najmniej 5 MP.
- Obsługa co najmniej następujących, dodatkowych technik komunikacyjnych:
  - WLAN: Wi-Fi 802.11 a/b/g/n/ac/ax, 2.4/5 GHz,
  - Bluetooth: min. 5.1,
  - NFC.
- Wbudowany odbiornik GNSS obsługujący co najmniej systemy: GPS, A-GPS, Glonass, Beidou, Galileo.
- Wbudowane co najmniej następujące czujniki: akcelerometr, czujnik zbliżeniowy, czujnik światła, żyroskop, magnetometr, czytnik linii papilarnych.
- Port USB-C.
- Bateria o pojemności nie mniejszej od 4500 mAh.
- Stonowana kolorystyka (np. czarny, grafitowy, szary, biały).
- Wielkość nieprzekraczająca: 18 cm x 9 cm x 1,5 cm.
- Waga nieprzekraczająca 300 g.
- Ochrona przed warunkami środowiskowymi co najmniej na poziomie min. IP52.
- Dołączona kompatybilna ładowarka sieciowa 230 VAC z portem USB-C.

Urządzenie musi być objęte co najmniej 12-miesięczną gwarancją.  
Urządzenie musi być fabrycznie nowe.