

## Wytyczne dotyczące modelu i metodyki określania pojemności infrastruktury radiowej dla konkursów w ramach Krajowego Planu Odbudowy i Zwiększania Odporności (KPO) oraz programu Fundusze Europejskie na Rozwój Cyfrowy 2021-2027 (FERC)

- W celu prawidłowego zwymiarowania radiowych sieci szerokopasmowych wybudowanych, rozbudowanych lub przebudowanych z wykorzystaniem środków publicznych przyznanych w ramach konkursów KPO/FERC należy określić:
  - wolumen ruchu przypadający na jednego użytkownika sieci w jednostce czasu, ○ rozkład tego ruchu, ○ wymagany model obliczeń.
- Do wyznaczania pojemności danego elementu infrastruktury rekomenduje się wykorzystać model Erlang C.
  - Model ten uwzględnia kolejkowanie, które występuje w usługach transmisji danych.
  - Wyniki uzyskane z wykorzystaniem tego modelu są bliższe rzeczywistości niż te wyznaczone na podstawie modelu Erlang B, który dałby w tej sytuacji zawyżone wyniki. Zakłada on bowiem blokowanie zgłoszeń i generalnie wykorzystywany jest w analizie pojemnościowej dla standardowych usług głosowych.
- W przypadku systemów radiowych, zasięg oraz pojemność sektora należy określać przy założeniu dostępnej przepływności na granicy komórki na poziomie minimum 300 Mbit/s w łączu w dół i 100 Mbit/s w łączu w górę<sup>1</sup>.
  - Wszyscy użytkownicy sieci KPO/FERC, w tym znajdujący się na granicy komórki, muszą mieć zapewniony dostęp do łącza o przepływności minimum 300 Mbit/s (w dół) i 100 Mbit/s (w górę).
  - Operator powinien zagwarantować dostępność zasobów w sektorze dla użytkowników sieci KPO/FERC. Sposób zapewnienia gwarancji zasobów pozostawiony jest do decyzji operatora, natomiast musi on być wiarygodnie udokumentowany na potrzeby oceny wniosków.
  - Rekomenduje się, aby minimalne zasoby sektora na granicy komórki, które będą użyte na potrzeby modelu i wymiarowania, były określane na poziomie maksymalnie 50% pojemności teoretycznej sektora (tj. pojemności interfejsu radiowego), zagwarantowanej dla użytkowników sieci KPO/FERC.
  - Jeżeli operator będzie stosował wyższy procent wykorzystania pojemności w sektorze, to musi to udokumentować wykonanym planowaniem radiowym (co najmniej w zakresie wymiarowania zasięgowo-pojemnościowego) potwierdzającym dostępność wymaganych zasobów dla wszystkich punktów adresowych wykazanych jako będące w zasięgu danego sektora.

---

<sup>1</sup> W przypadku dostępu 1 Gbit/s należy wskazać użytkowników, którzy znajdują się w jego zasięgu dla łącza w dół – dla których możliwe jest skalowanie do tej przepływności.

- Rekomenduje się, aby przy projektowaniu zasobów sieci wziąć pod uwagę fakt, że rozkład użytkowników sieci KPO/FERC może być różny w różnych sektorach, a ponadto teoretycznie dostępne pojemności nie przekładają się wprost na pojemność rzeczywistą.
- Na podstawie danych zebranych z rynku, dotyczących wolumenu danych pobieranych miesięcznie przez użytkowników w sieciach szerokopasmowych wykonanych w różnych technologiach<sup>2</sup>, statystyk ruchu oraz stosowanych przez operatorów modelach ruchu, przyjęto założenie, że minimalny wolumen ruchu pobierany miesięcznie przez jednego użytkownika w roku 2027 wyniesie dla dostępu 300 Mbit/s: 1000 GB (1 TB), a dla dostępu 1 Gbit/s: 2000 GB (2 TB).
- Powyższe dane przyjęto na podstawie wolumenów danych pobieranych miesięcznie przez użytkowników w sieciach szerokopasmowych (dostęp stały) w Polsce w roku 2021 - dla dostępu 300 Mbit/s na poziomie 250 GB oraz dla dostępu 1 Gbit/s na poziomie 500 GB, przy zakładanym rocznym wzroście ruchu w sieci na poziomie 26%.
- Zakłada się, że na godzinę największego ruchu (GNR) przypada 50% ruchu dziennego dla wolumenów miesięcznych zarówno 1 TB jak i 2 TB.
  - Dla 1 TB daje to około 36,7 Mbit/s generowane średnio w GNR – wymagane na jednego użytkownika.
  - Dla 2 TB daje to około 73,4 Mbit/s generowane średnio w GNR – wymagane na jednego użytkownika.
- Aktywność użytkownika korzystającego z Internetu powinna być określona na poziomie 35%.
  - Zakłada się zatem, że użytkownik w trakcie korzystania z Internet korzysta z faktycznej transmisji danych przez 35% czasu, w którym jest załogowany do sieci.
  - Aktywność użytkowników stacjonarnych jest wyższa niż w przypadku użytkowników mobilnych, dla których przyjmuje się często wartość aktywności na poziomie 20%.
- Należy założyć, że każdy użytkownik sieci KPO/FERC będzie generował ruch na poziomie maksimum 0,5 Erlanga w GNR w łączu 300 Mbit/s oraz 0,25 Erlanga w GNR w łączu 1 Gbit/s.
  - Zakłada się zatem, że w GNR użytkownik korzysta przez 30 minut z Internetu z aktywnością 35% w przypadku łącza 300 Mbit/s, a przez 15 minut z aktywnością 35% z łącza 1 Gbit/s.
- Użytkownik musi mieć dostęp do usługi transmisji o przepływności odpowiednio 300 Mbit/s i 1 Gbit/s w dół w 95% czasu GNR.
  - Prawdopodobieństwo oczekiwania w modelu Erlang C rekomenduje się zatem ustalić na poziomie maksymalnie 5%.
    - Przepływność 300 Mbit/s przy aktywności użytkownika na poziomie 35% oraz przy założeniu generowanego ruchu na poziomie 0,5 Erlanga w GNR oznacza w efekcie dostępną przepływność średnią w GNR na poziomie 52,5 Mbit/s na użytkownika (wartość wyższa niż wyznaczona wymagana przepływność dla wolumenu 1000 GB miesięcznie, tj. 36,7 Mbit/s).
    - Przepływność 1 Gbit/s przy aktywności użytkownika na poziomie 35% oraz przy założeniu generowanego ruchu na poziomie 0,25 Erlanga w GNR oznacza w efekcie dostępną przepływność średnią w GNR na poziomie 87,5 Mbit/s na użytkownika (wartość wyższa niż wyznaczona wymagana przepływność dla wolumenu 2000 GB miesięcznie, tj. 73,4 Mbit/s).

---

<sup>2</sup> Wolumeny maksymalne dla szerokopasmowego dostępu stałego - przekraczane przez 5% użytkowników generujących największy ruch.

Wyznaczone pojemności elementów infrastruktury sieci KPO/FERC na bazie powyższych założeń dla łącza 300 Mbit/s oraz 1 Gbit/s:

Liczba możliwych użytkowników w sektorze	Wymagane minimalne zasoby na granicy komórki w sektorze [Mbit/s]		Rekomendowana teoretyczna pojemność sektora [Mbit/s]	
	Dla łącza 300 Mbit/s	Dla łącza 1 Gbit/s	Dla łącza 300 Mbit/s	Dla łącza 1 Gbit/s
1	315,0	1 000,0	630,0	2 000,0
2	420,0	1 050,0	840,0	2 100,0
3	525,0	1 050,0	1 050,0	2 100,0
4	630,0	1 400,0	1 260,0	2 800,0
5	630,0	1 400,0	1 260,0	2 800,0
6	735,0	1 750,0	1 470,0	3 500,0
7	840,0	1 750,0	1 680,0	3 500,0
8	945,0	2 100,0	1 890,0	4 200,0
9	945,0	2 100,0	1 890,0	4 200,0
10	1 050,0	2 100,0	2 100,0	4 200,0
15	1 365,0	2 800,0	2 730,0	5 600,0
20	1 785,0	3 500,0	3 570,0	7 000,0
25	2 100,0	4 200,0	4 200,0	8 400,0
30	2 415,0	4 550,0	4 830,0	9 100,0
40	3 045,0	5 950,0	6 090,0	11 900,0
50	3 675,0	7 000,0	7 350,0	14 000,0
60	4 305,0	8 050,0	8 610,0	16 100,0
70	4 935,0	9 100,0	9 870,0	18 200,0
80	5 460,0	10 150,0	10 920,0	20 300,0
90	6 090,0	11 200,0	12 180,0	22 400,0
100	6 720,0	12 250,0	13 440,0	24 500,0
125	8 085,0	14 700,0	16 170,0	29 400,0
150	9 555,0	17 150,0	19 110,0	34 300,0
200	12 495,0	22 400,0	24 990,0	44 800,0
250	15 330,0	26 950,0	30 660,0	53 900,0
300	18 165,0	31 850,0	36 330,0	63 700,0
400	23 730,0	41 650,0	47 460,0	83 300,0
500	29 295,0	51 100,0	58 590,0	102 200,0
600	34 755,0	60 550,0	69 510,0	121 100,0
700	40 320,0	69 650,0	80 640,0	139 300,0

800	45 780,0	79 100,0	91 560,0	158 200,0
900	51 240,0	88 200,0	102 480,0	176 400,0
1000	56 700,0	97 650,0	113 400,0	195 300,0