

## 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 określone 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 modeli 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 Internetu korzysta z faktycznej transmisji danych przez 35% czasu, w którym jest zalogowany 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 |