

Kierunki rozwoju sieci dystrybucyjnych

Jarosław Tomczykowski, PTPiREE

VI Konferencja Linie i stacje elektroenergetyczne, Wisła 8-9 października 2025 r.



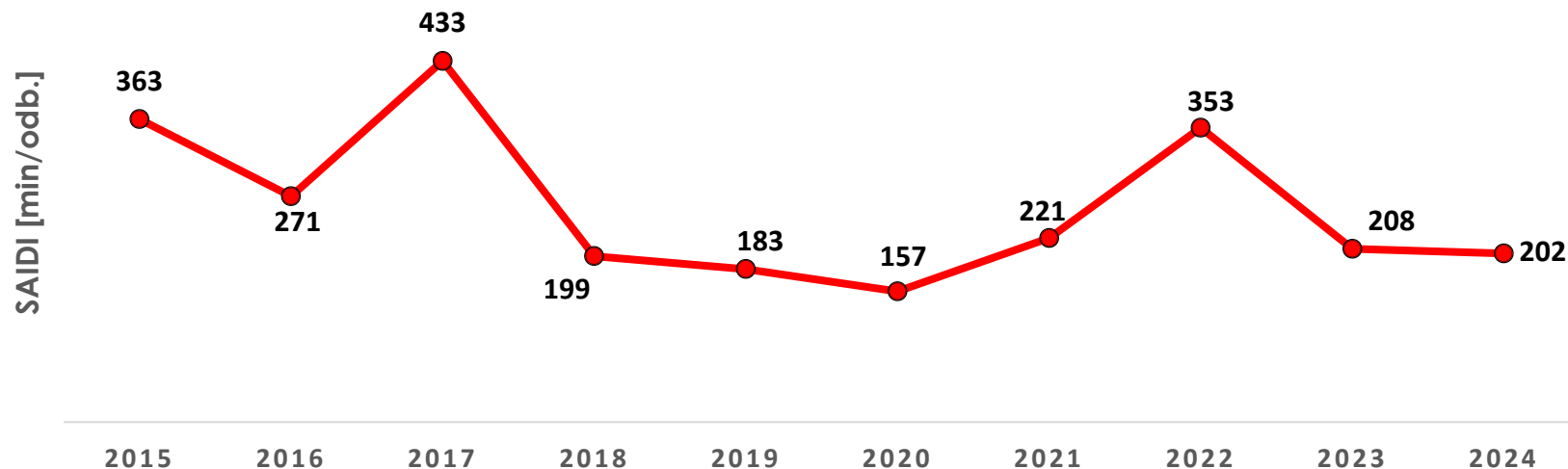
Operatorzy Systemów Dystrybucyjnych (OSD) odgrywają kluczową rolę w zapewnieniu niezawodnego i bezpiecznego funkcjonowania krajowego systemu elektroenergetycznego.

Do podstawowych zadań OSD należy utrzymanie i rozwój infrastruktury sieciowej, umożliwiającej stabilne dostawy energii elektrycznej do odbiorców końcowych; przyłączenie nowych odbiorców, wytwórców, magazynów.

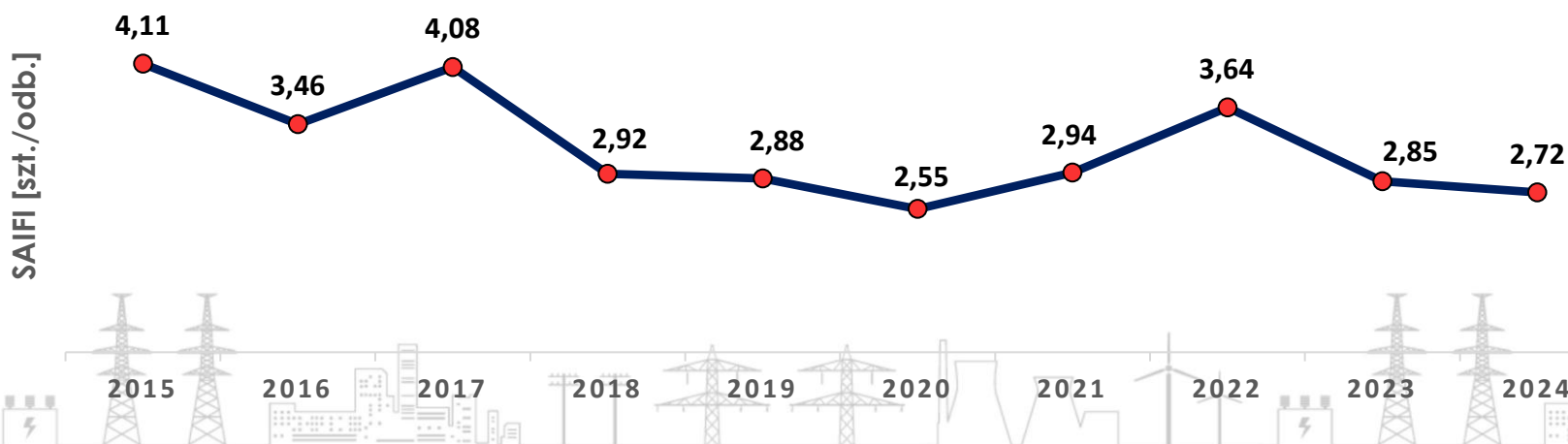
Oczekuje się, że nowoczesna sieć będzie jednocześnie:

- **niezawodna,**
- **gotowa na przyłączanie nowych źródeł i odbiorców,**
- elastyczna tzn. zdolna do reagowania na zmiany podaży i popytu,
- otwarta dla integracji takich rozwiązań jak magazyny energii, e-mobilność, lokalne obszary bilansowania.



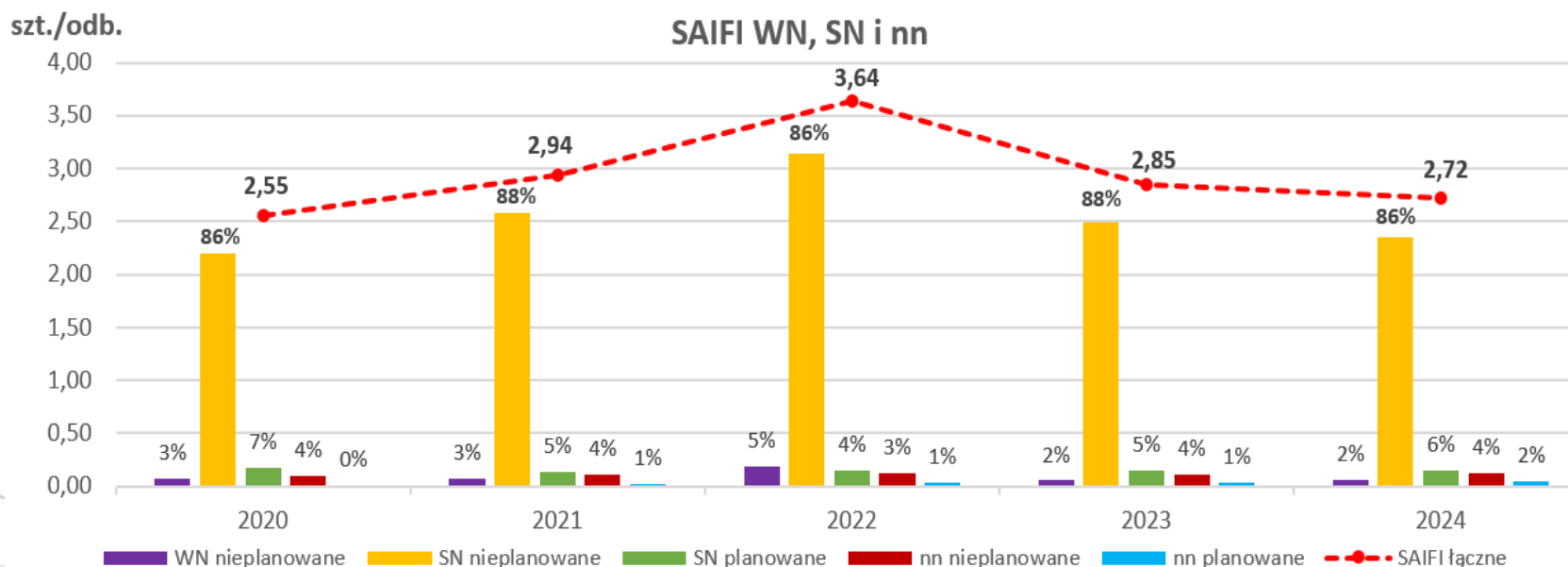
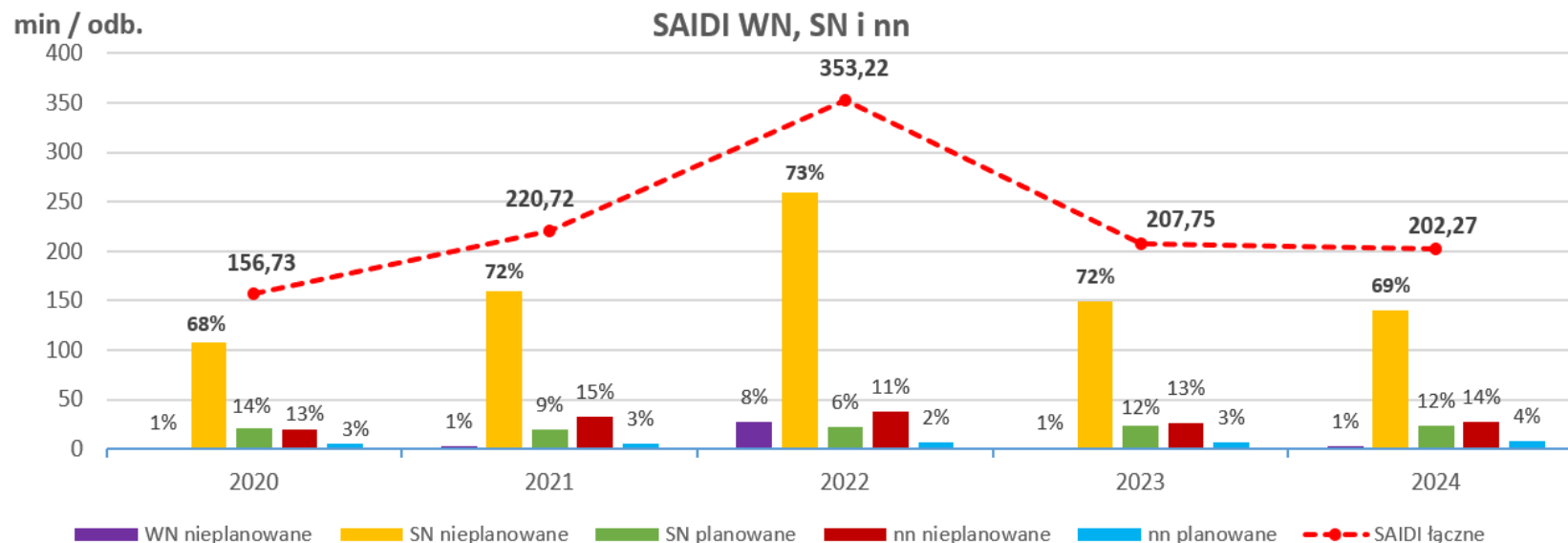


SAIDI – wskaźnik przeciętnego systemowego czasu trwania przerwy długiej i bardzo długiej, wyrażony w minutach na odbiorcę na rok, stanowiący sumę iloczynów czasu jej trwania i liczby odbiorców narażonych na skutki tej przerwy w danym roku podzieloną przez łączną liczbę obsługiwanych odbiorców.



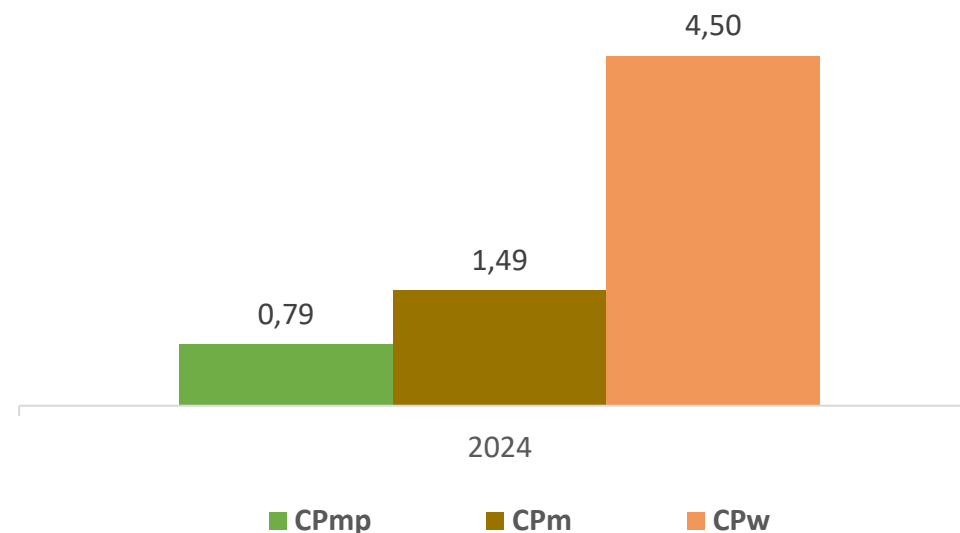
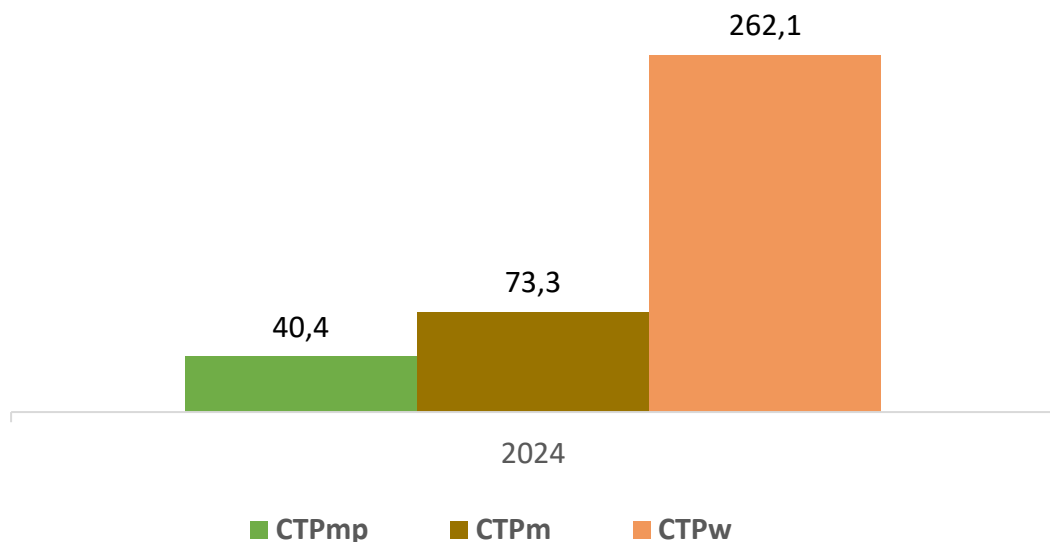
SAIFI – wskaźnik przeciętnej systemowej częstości przerw długich i bardzo długich, stanowiący iloraz liczby odbiorców narażonych na skutki wszystkich przerw tego rodzaju w danym roku i łącznej liczby obsługiwanych odbiorców.

Wskaźniki niezawodności sieci - czynniki wpływu / struktura przerw



- Stosując kryterium napięcia, największy wpływ na wskaźniki mają przerwy w sieci SN, dla SAIDI jest to około 80%, dla SAIFI 90%.
- Stosując kryterium prac planowanych i nieplanowanych zdecydowanie większy wpływ na wskaźniki mają przerwy nieplanowane: dla SAIDI około 85%, dla SAIFI ponad 95%.
- W latach gdzie ze szczególnym nasileniem wystąpiły niekorzystne warunki atmosferyczne, widać wzrost udziału nieplanowanych przerw w sieci SN.

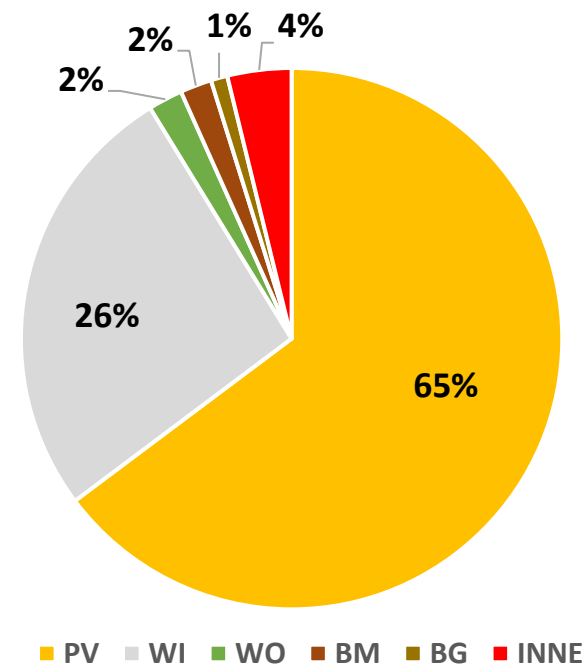
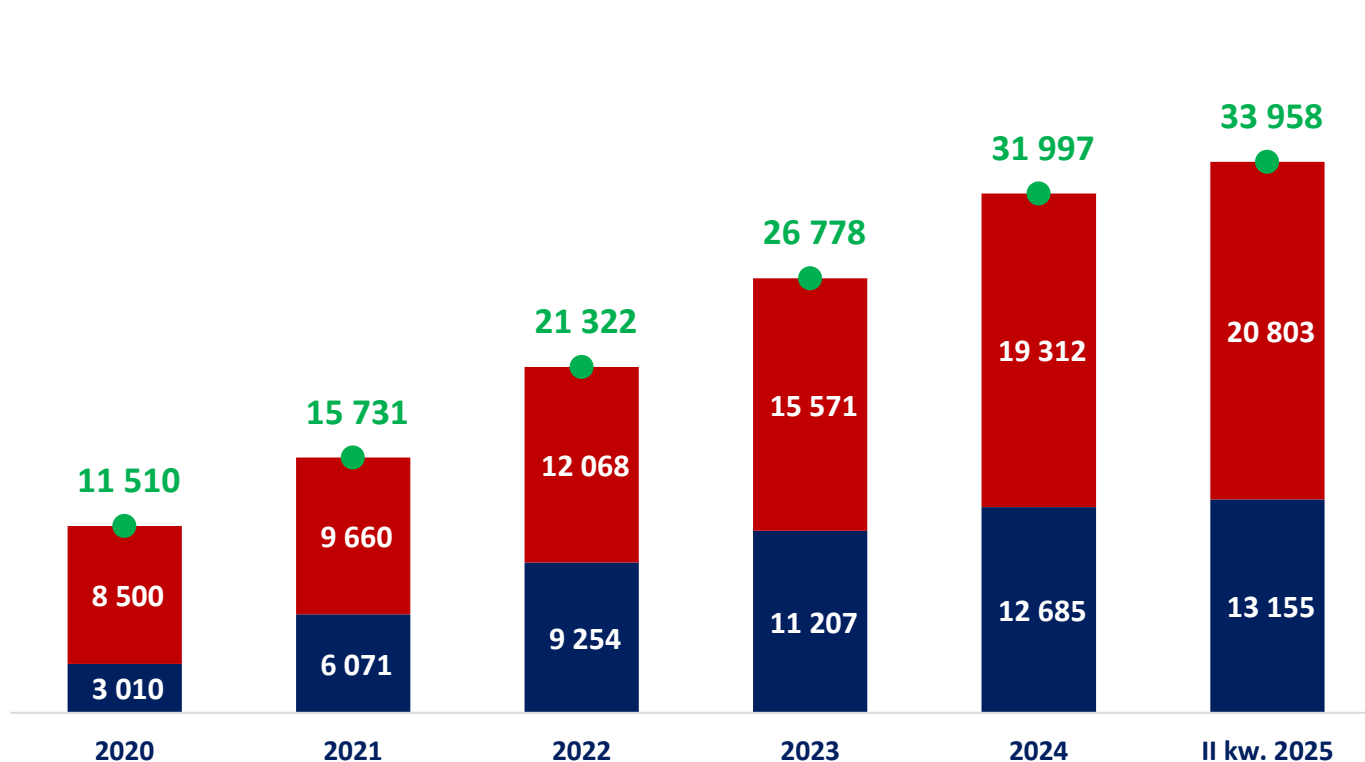




Podstawą Regulacji jakościowej są wskaźniki obszarowe oceniające czas i częstość przerw dla odbiorców przypisanych dla zdefiniowanych w Regulacji jakościowej czterech obszarów: „DUŻE MIASTA” (md), „MIASTO NA PRAWACH POWIATU” (mp), „MIASTO” (m) i „WIEŚ” (w). Wskaźniki obliczane są dla przerw w dostarczaniu energii elektrycznej dla odbiorców końcowych będących skutkiem wyłączeń (planowanych i nieplanowanych) w sieci WN i SN.

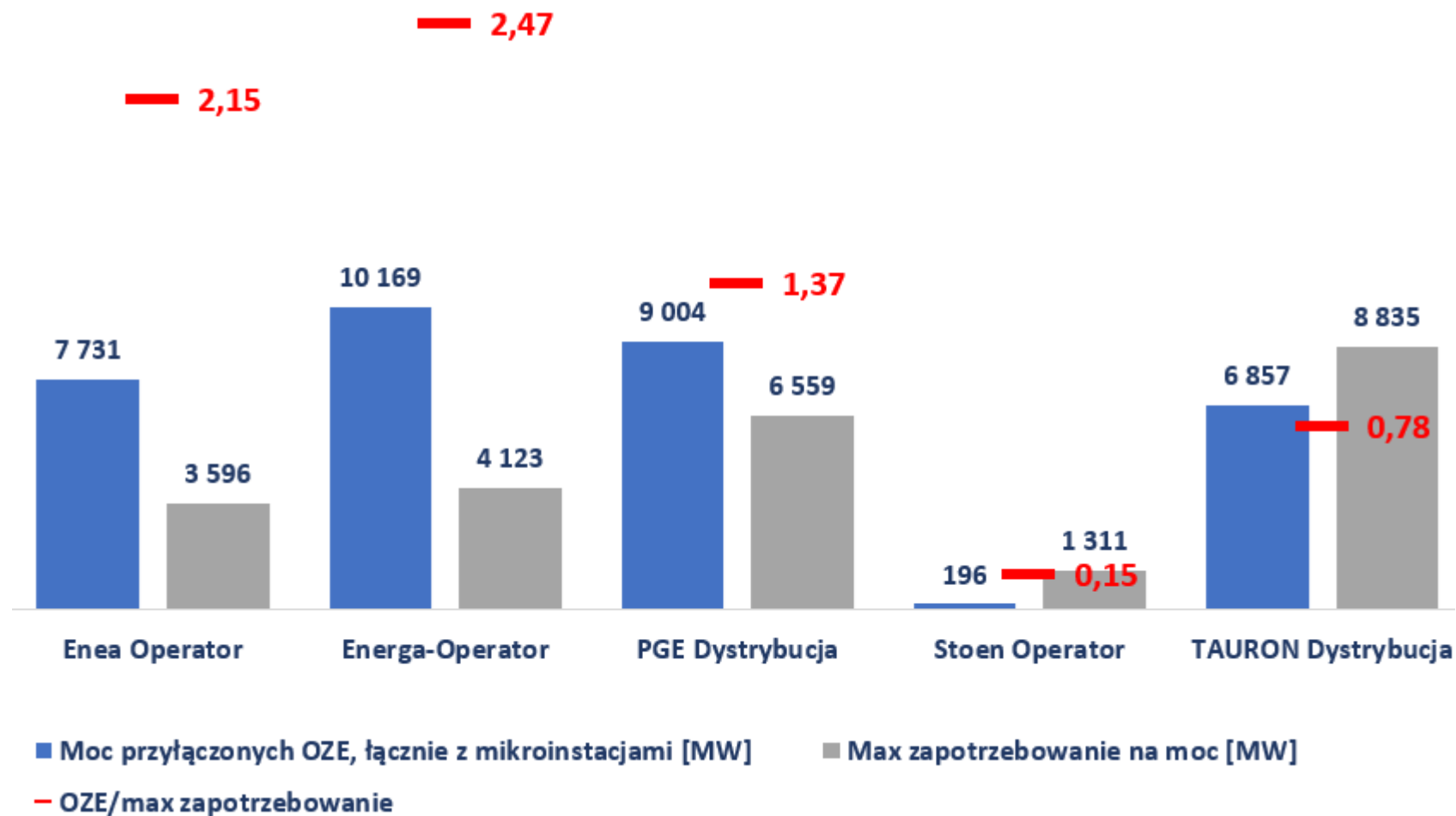
Przedstawione dane są średnią ważoną pięciu największych operatorów. Przedstawione wyniki pokazują, jak znaczne są różnice pomiędzy wskaźnikami dla poszczególnych obszarów. Wskaźniki CTP i CP dla obszaru „WIEŚ” są zdecydowanie większe niż dla dużych miast.





■ mikroinstalacje ■ OZE z wyłączeniem mikroinstalacji ● OZE przyłączone do sieci OSD





Dynamiczny rozwój źródeł odnawialnych powoduje, że ich moc zainstalowana w niektórych obszarach przekracza maksymalne zapotrzebowanie odbiorców energii. Taki stan prowadzi do sytuacji, w których:

- występują lokalne nadwyżki produkcji energii,
- konieczne staje się ograniczanie generacji (redysponowanie),
- rośnie znaczenie elastyczności sieci oraz magazynów energii.

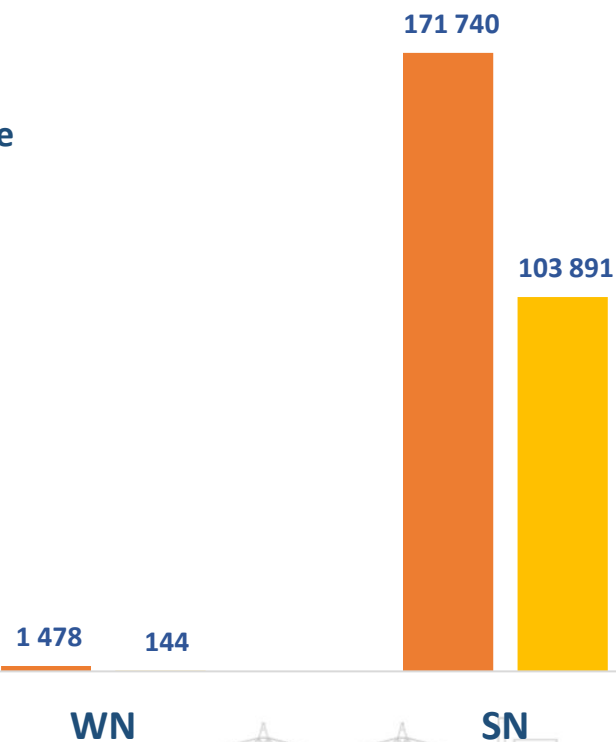
Stosunek mocy zainstalowanej OZE (na koniec II kw. 2025) do maksymalnego zapotrzebowania (szczytowego obciążenia) to jeden z kluczowych wskaźników określających ryzyko występowania nadwyżek w systemie elektroenergetycznym.

Liczba stacji elektroenergetycznych - 2024

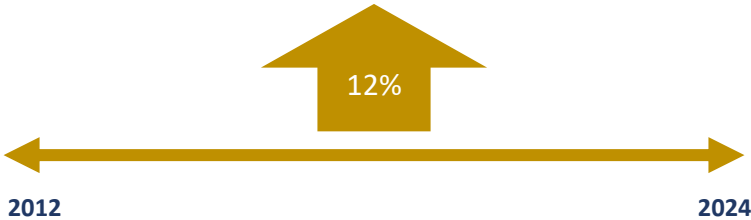
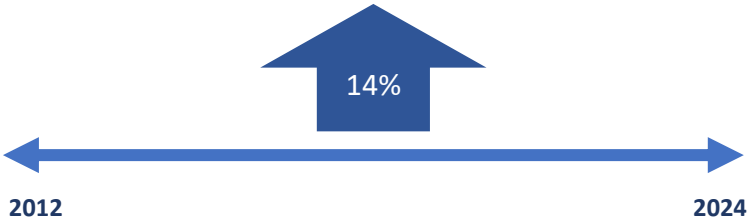
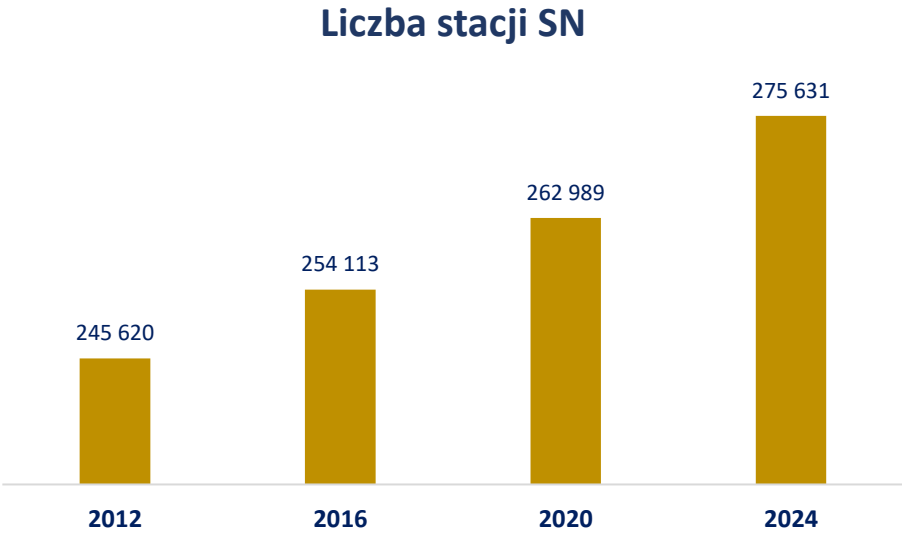
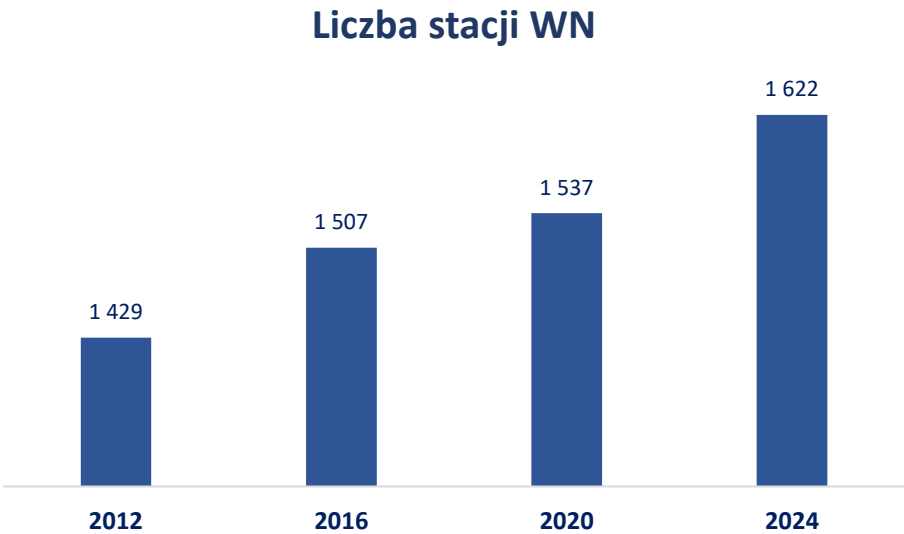
WN - 1662

SN - 275 631

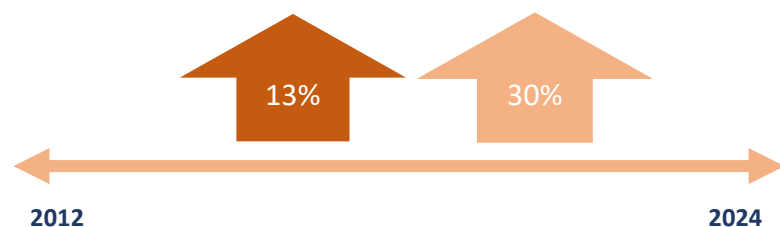
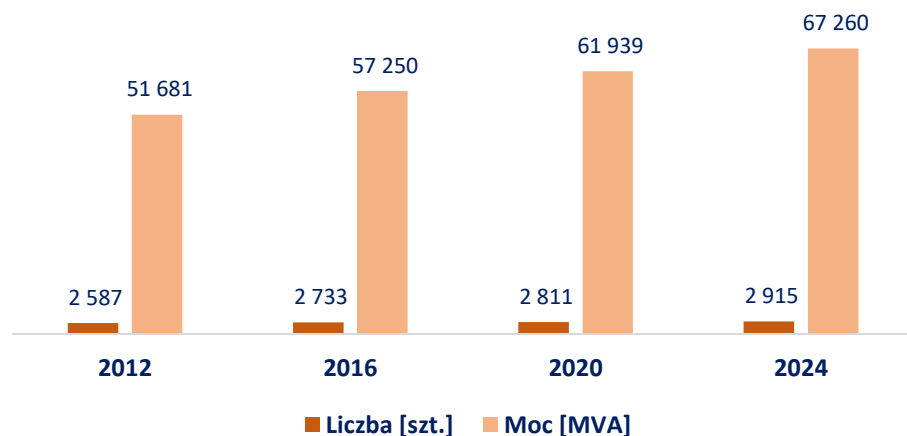
- Stacje napowietrzne i napowietrzno-wnętrzowe
- Stacje wewnętrzne



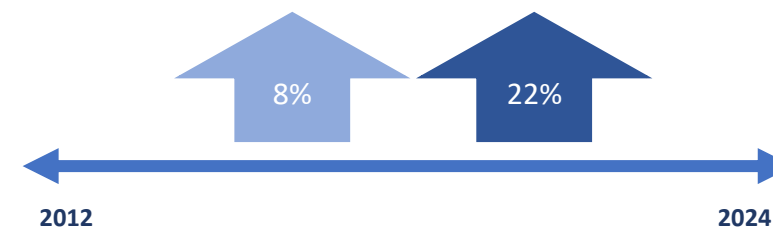
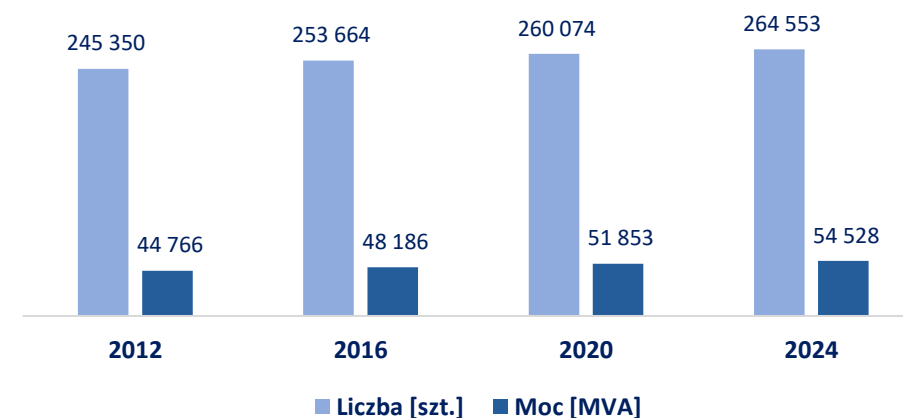
- 91,1% stacji WN to stacje napowietrzne lub napowietrzno-wnętrzowe, dla stacji SN jest to 62,3%.
- Zdecydowana większość stacji to stacje transformatorowe, na koniec 2024 dla stacji WN było to 92,4% a dla stacji SN 94,9%. Wartości nieznacznie maleją coraz więcej powstaje rozdzielnic sieciowych.
- 60% stacji WN wyposażonych jest w rozdzielnicę z SF6, dla stacji SN jest to 10%.
- Najwięcej stacji SN to stacje 15 kV i 20 kV. Likwidowane są stacje innych poziomów napięcia: 30 kV, 6 kV.
- Z roku na rok populacja stacji zwiększa się o kilkadziesiąt stacji WN (40) i kilka tysięcy stacji SN (3 tys.).



Transformatory WN



Transformatory SN



- Średnia moc populacji transformatorów WN/SN – 23,1 MVA (wzrost o 16%), SN – 206,1 kVA (wzrost o 13%).
- Transformatory instalowane w ostatnich latach mają moc 2-3 krotnie większą.

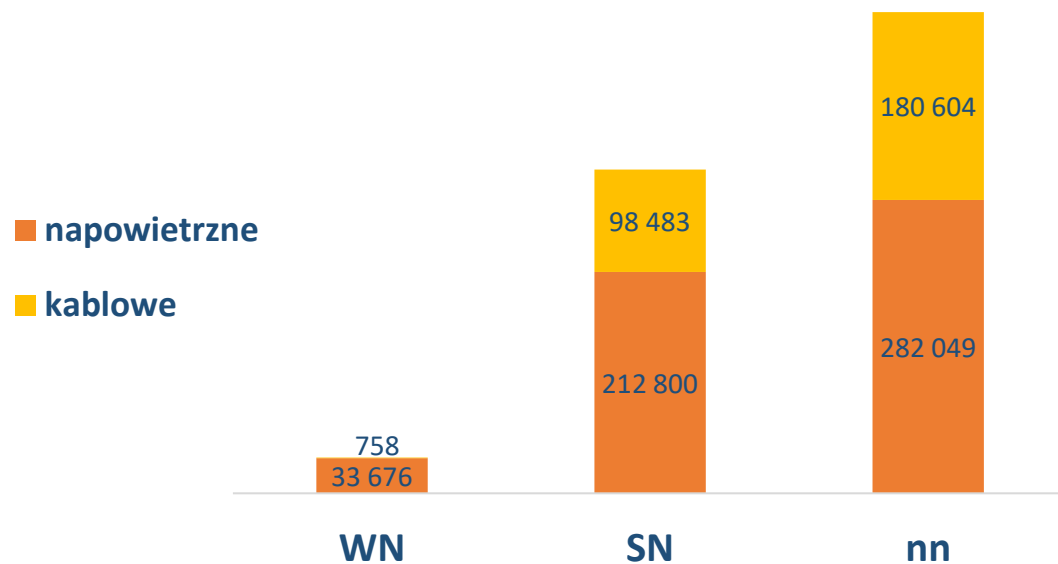
Długość linii elektroenergetycznych [km] - 2024

WN – 34 434

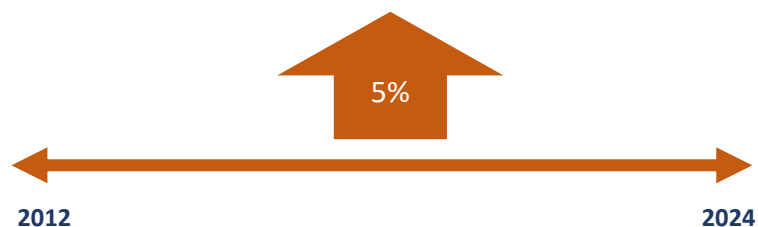
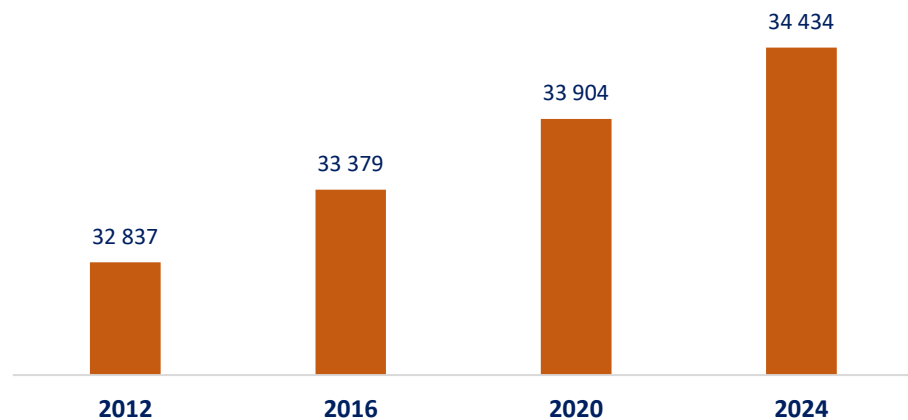
SN – 311 283

nn – 462 653

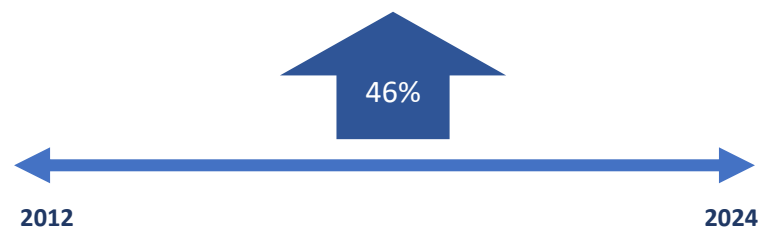
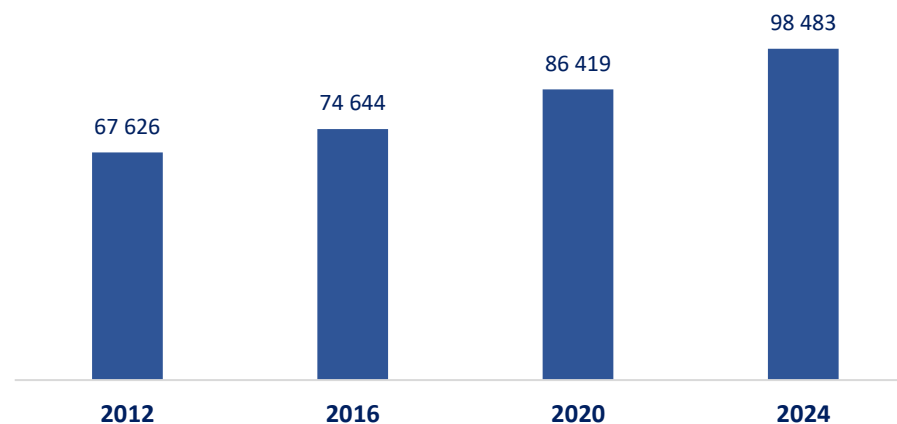
- Roczne przyrosty długości linii są największe dla linii nn, najmniejsze dla linii WN.
- Udział linii kablowych (31,6% w liniach SN i 39% w liniach nn).



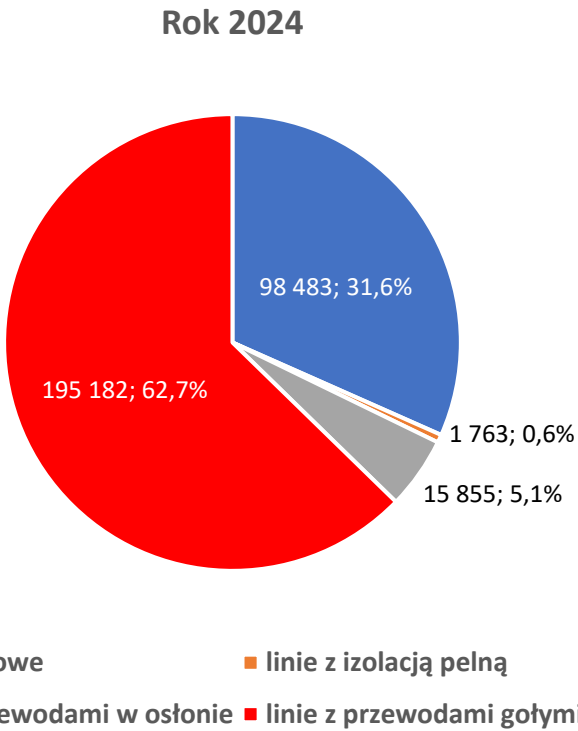
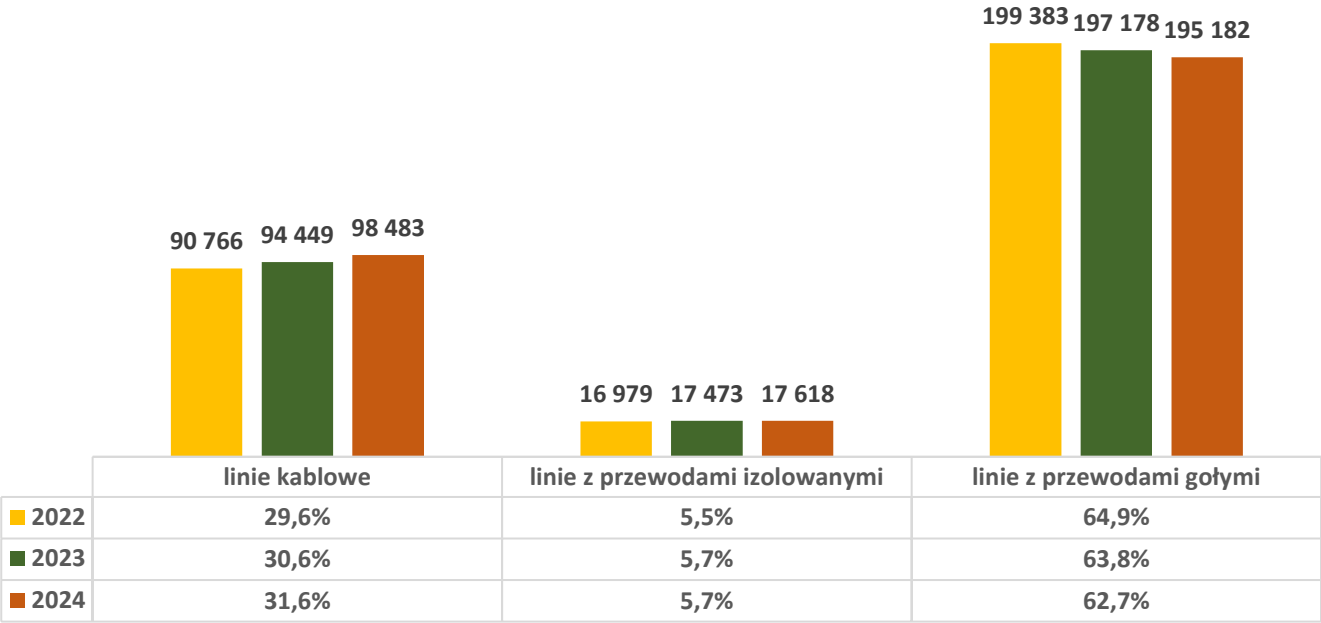
Długość linii WN



Długość linii kablowych SN



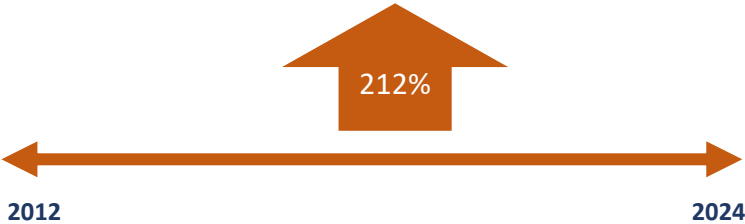
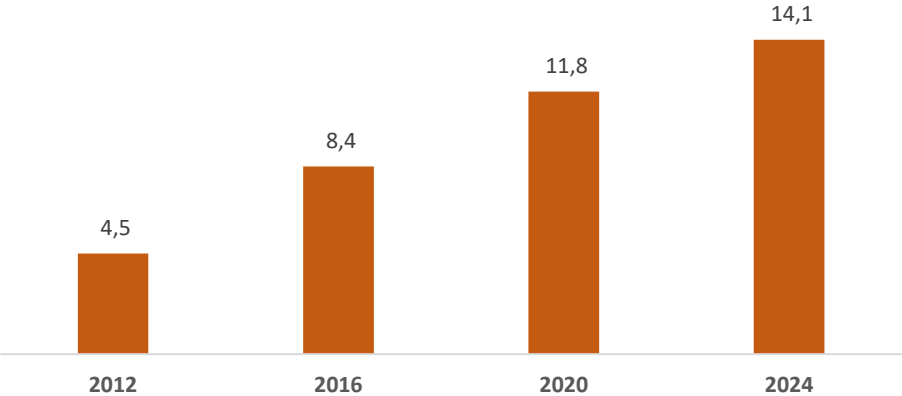
- W związku z kablemowaniem linii SN, w okresie od 2012 roku, zlikwidowano 12,5 tys. km linii napowietrznych SN.



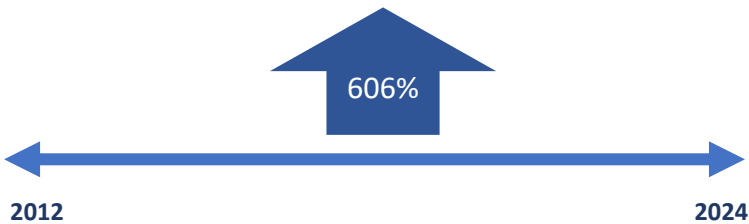
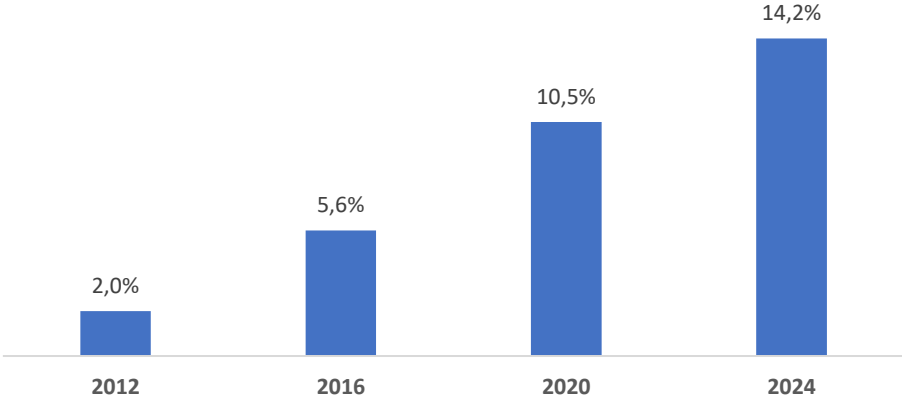
W 2024 roku wybudowano 4,03 tys. km nowych linii kablowych SN, o 350 km więcej niż w 2023 roku. Przyczyniło się to do wzrostu udziału linii kablowych w liniach SN o 1,08 p.p.



Liczba łączników z telesterowaniem na 100 km linii napowietrznej SN

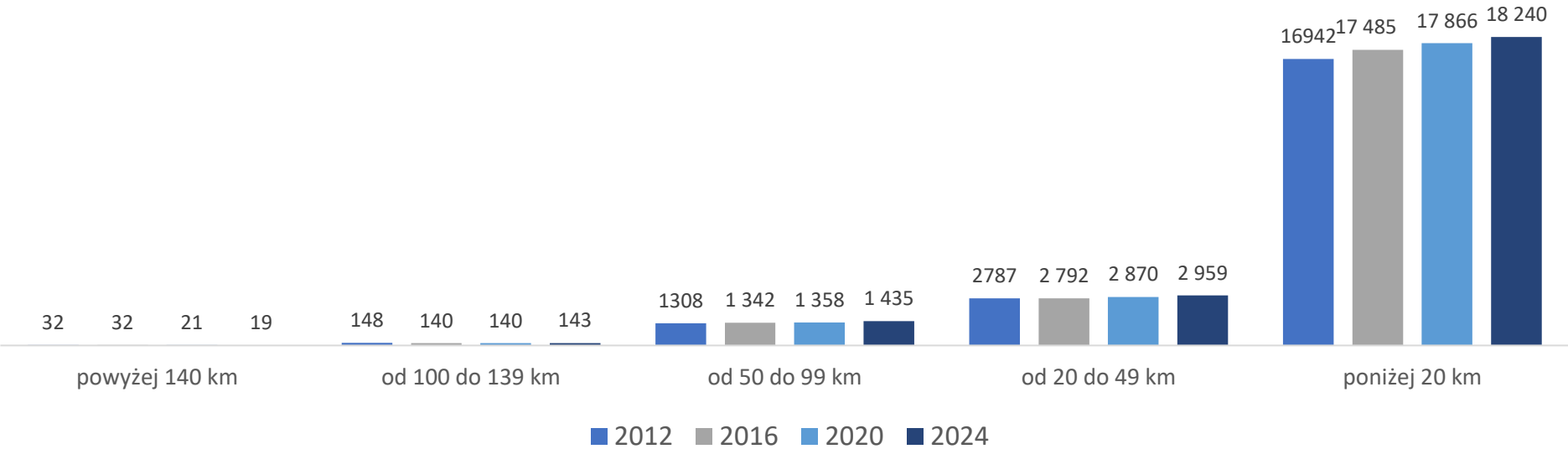


% wewnętrznych stacji SN wyposażonych w telemechanikę

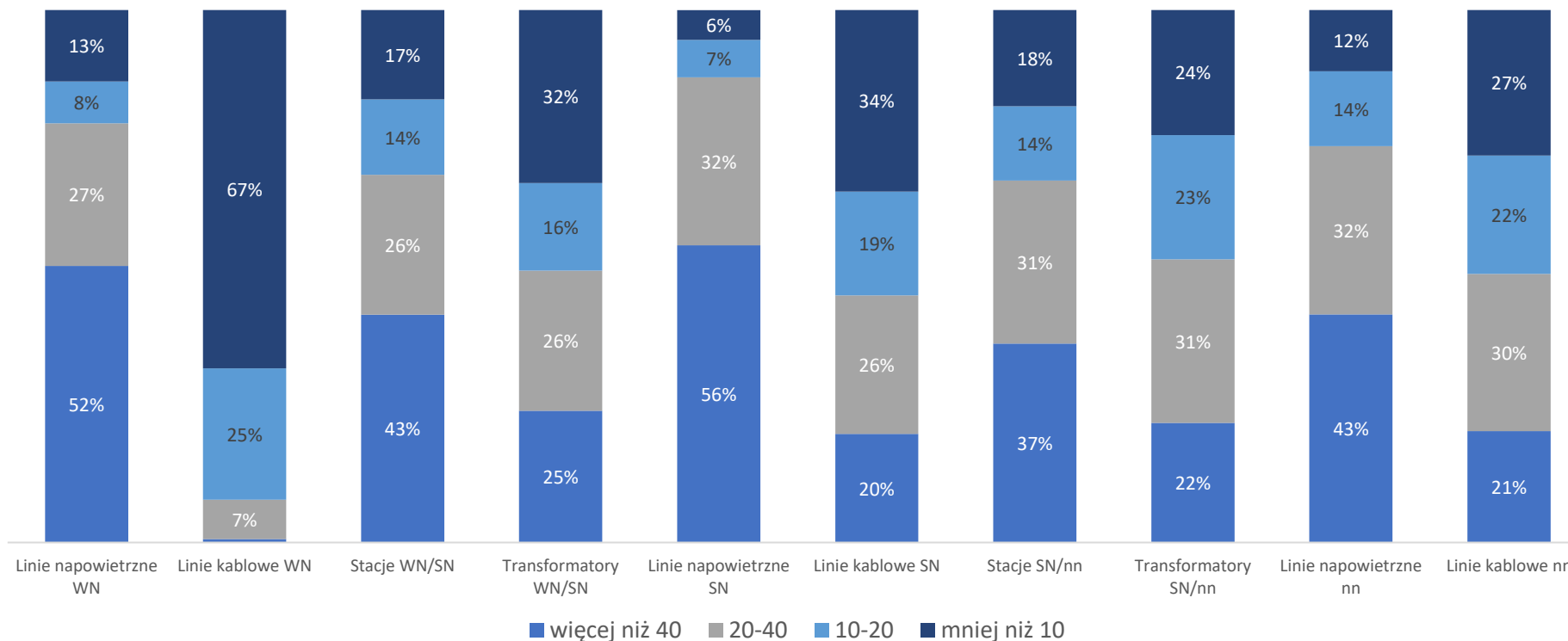


- Na koniec 2024 roku 14,8 tys. stacji wewnętrznych SN było wyposażonych w telemechanikę, a 30 tys. łączników w liniach SN umożliwiało zdalne sterowanie (telesterowanie).

- Jednym z elementów poprawy niezawodności jest skracanie ciągów linii SN. W analizowanym okresie skrócono najdłuższe ciągi, a nowe linie projektuje się jako odcinki poniżej 20 km.



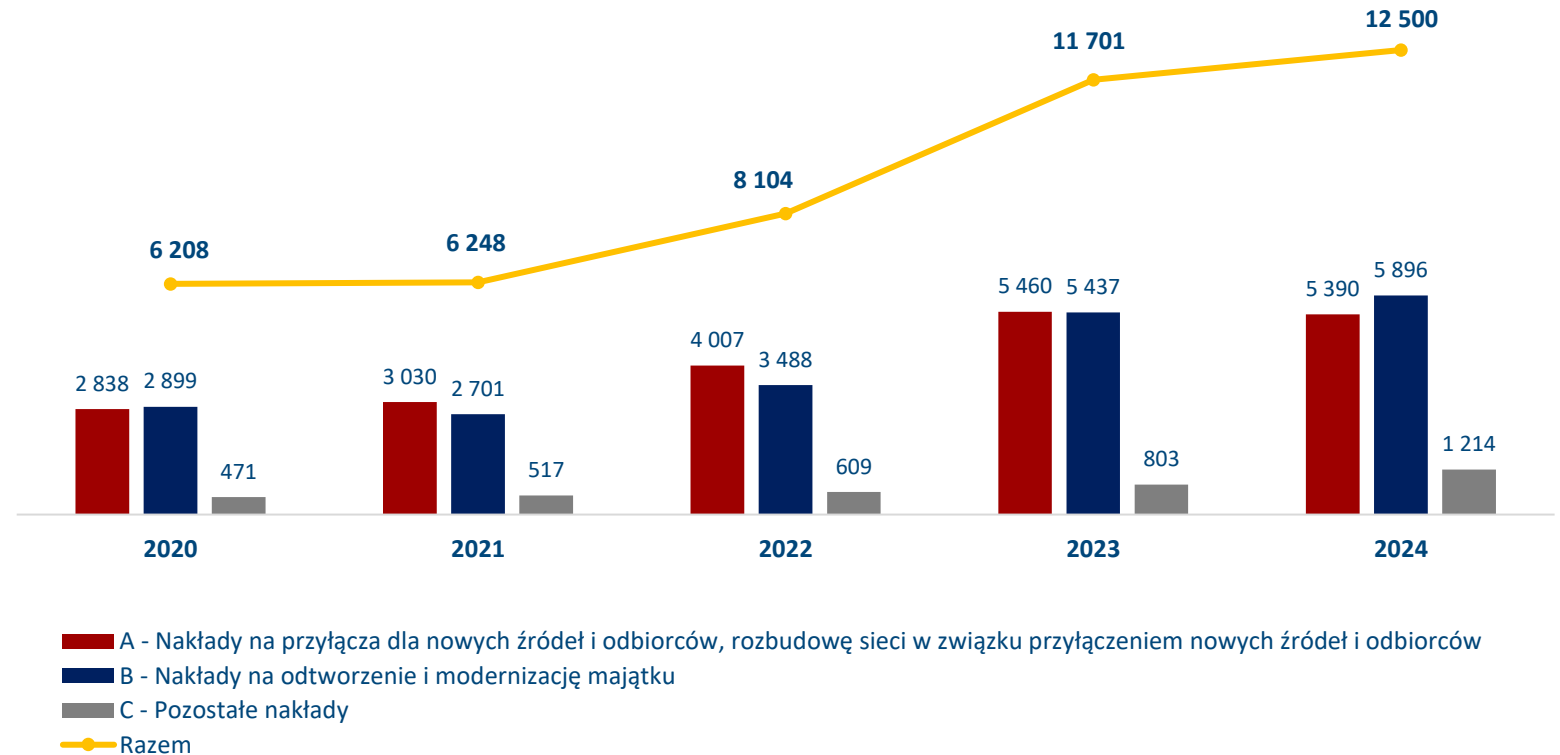
Struktura wiekowa wybranych elementów sieci dystrybucyjnej na koniec roku 2024



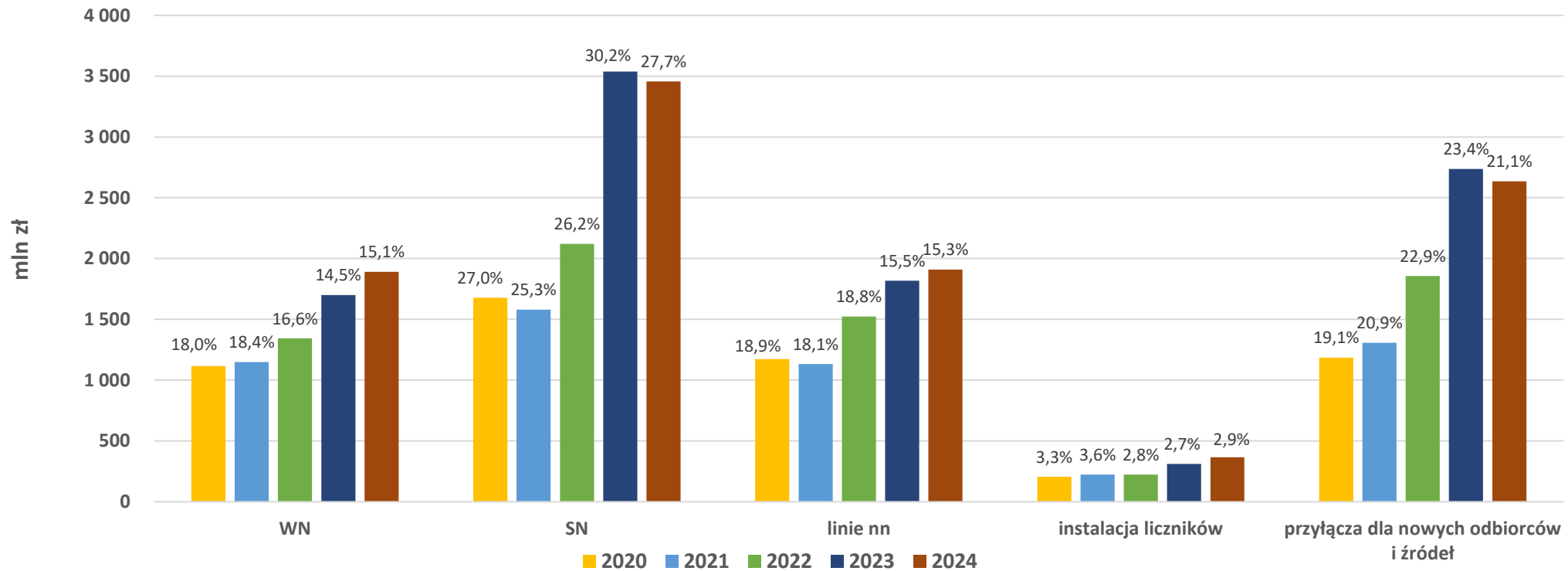
- Statystyka wiekowa poszczególnych elementów sieci mimo swojej niedoskonałości (niejednoznaczne określenie wieku linii w przypadku jej modernizacji) daje pewien obraz stanu sieci.
- Największy stopień zużycia cechuje linie napowietrzne WN (110 kV). Prawie 80% tych linii wybudowanych zostało ponad 20 lat temu i od tamtego czasu, ze względu na bariery prawne oraz brak odpowiednich środków finansowych, w większości przypadków nie było wymienianych lub modernizowanych, a przechodziło jedynie wymagane przeglądy i remonty.
- W perspektywie kilku lat zauważalne jest starzenie się linii napowietrznych SN – remontowane odcinki są najczęściej zastępowane liniami kablowymi.
- Z punktu widzenia regulacji jakościowych szczególnie niekorzystny jest wiek linii SN – aż 88% linii napowietrznych ma ponad 20 lat.

Nakłady inwestycyjne 5 największych OSD w 2024 roku wyniosły **12,5 mld zł**.

Nakłady inwestycyjne 5 największych OSD [mln zł]



Struktura nakładów – priorytety wydatków



- Największe fundusze kierowane są w infrastrukturę średniego napięcia.
- Od dwóch lat na wyraźnej drugiej pozycji są nakłady na przyłącza dla nowych odbiorców i nowych źródeł.

- Budowa nowych stacji transformatorowych (przede wszystkim WN/SN, ale także SN/nn), które zwiększają lokalną dostępność mocy i umożliwiają dalsze przyłączanie odbiorców oraz źródeł energii;
- Rozbudowa linii WN, często w parze z budową nowych stacji WN/SN, w celu zwiększenia zdolności przesyłowej oraz zapewnienia bardziej równomiernego rozptyłu mocy i redukcji przeciążeń w sieci.
- Zwiększanie mocy transformatorów w stacjach WN/SN i SN/nn – modernizacja polegająca na wymianie transformatorów na jednostki o większej mocy lub lepszych parametrach regulacyjnych (np. z regulacją pod obciążeniem) umożliwia przyłączanie większej liczby źródeł rozproszonych;
- Zwiększanie przekrojów przewodów linii napowietrznych, skracanie ciągów liniowych;
- Kablowanie sieci średniego i niskiego napięcia – przebudowa linii napowietrznych na kablowe poprawia niezawodność zasilania, ogranicza wpływ warunków atmosferycznych i zwiększa możliwości przesyłowe;
- Wdrożenie systemów automatyki i telemechaniki, umożliwiających zdalne monitorowanie i sterowanie przepływem energii;
- Rozwój systemów monitorowania napięcia i przepływu mocy (smart grid) – inwestycje w systemy SCADA, AMI oraz platformy zarządzania danymi pomiarowymi pozwalają na dynamiczne reagowanie na zmieniające się warunki pracy sieci oraz zwiększają elastyczność w zarządzaniu rozproszoną generacją.



Dziękuję za uwagę