GRYFIŃSKIE STOWARZYSZENIE RATOWNICZE



SZUKAMY – RATUJEMY – SZKOLIMY

Bezpieczeństwo pożarowe elektrowni systemowych w kontekście stabilności systemu elektroenergetycznego

mgr inż. Krzysztof Chojnacki

Warszawa, 4-5 listopada 2026

AGENDA:

- **Zadania OSP**
- **Rola konwencjonalnych źródeł generacji dla OSP:**
- **Rola konwencjonalnych elektrowni systemowych w KSE**
- **Specyfika pożarów kluczowych urządzeń**
- **Przygotowanie elektrowni na wypadek pożaru i do działań ratowniczo-gaśniczych**
- **Bezpieczeństwo pożarowe elektrowni w aspekcie odporności kraju**
- **Zakładowe jednostki ochrony przeciwpożarowej**
- **Podsumowanie**

Pojęcia

- **DIRE – dyżurny inżynier ruchu elektrowni**
- **KDR – kierujący działaniami ratowniczymi**
- **KSE – Krajowy System Elektroenergetyczny**
- **OSP – Operator Systemu Przesyłowego**
- **PSE – Polskie Sieci Elektroenergetyczne S.A.**

Zadania OSP

- **bilansowania zapotrzebowania na energię z jej produkcją;**
- **utrzymanie parametrów napięcia i częstotliwości (50 Hz);**
- **reagowanie na stany awaryjne – m.in. nagłe spadki/przyrosty odbiorów i generacji.**

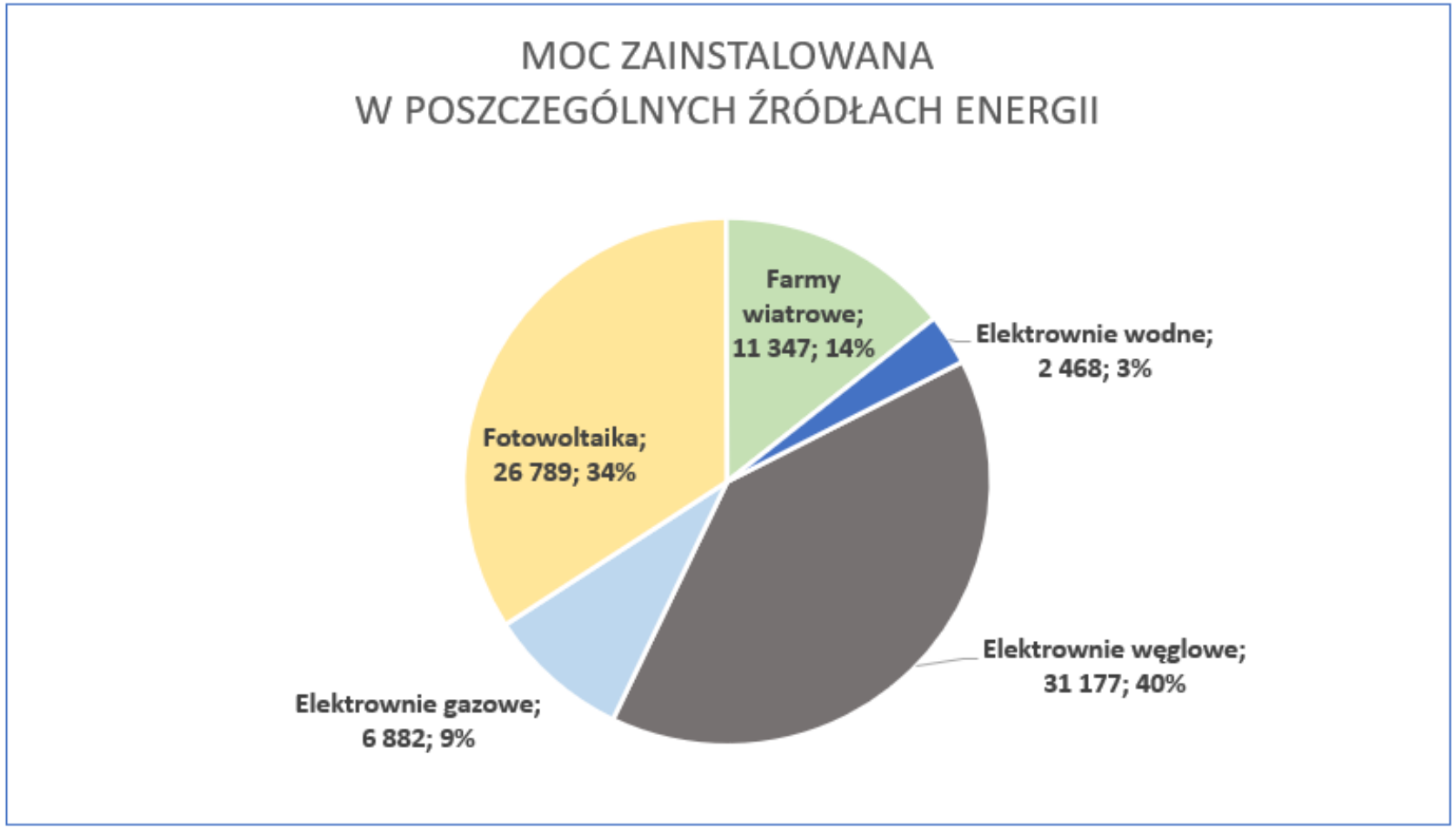
Generatory konwencjonalnych elektrowni systemowych stanowią tzw. rezerwę wirującą i pełnią rolę „koła zamachowego” stabilizując parametry pracy KSE.

Zbyt mała ilość rezerwy wirującej skutkować może tzw. blackoutem.

Rola konwencjonalnych źródeł generacji dla OSP

- **Jedną z przyczyn blackoutu w Hiszpanii z 28 kwietnia 2025r. była zbyt mała ilość rezerwy wirującej.**
- **Na awarię złożyło się również wiele innych czynników obejmujących:**
  - ✓ wahania napięcia,
  - ✓ zjawiska oscylacyjne,
  - ✓ szerokie odłączenia generacji w Hiszpanii, zwłaszcza źródeł opartych na przekształtnikach, a następnie kaskadę odłączeń nadnapięciowych zakończoną utratą synchronizmu.

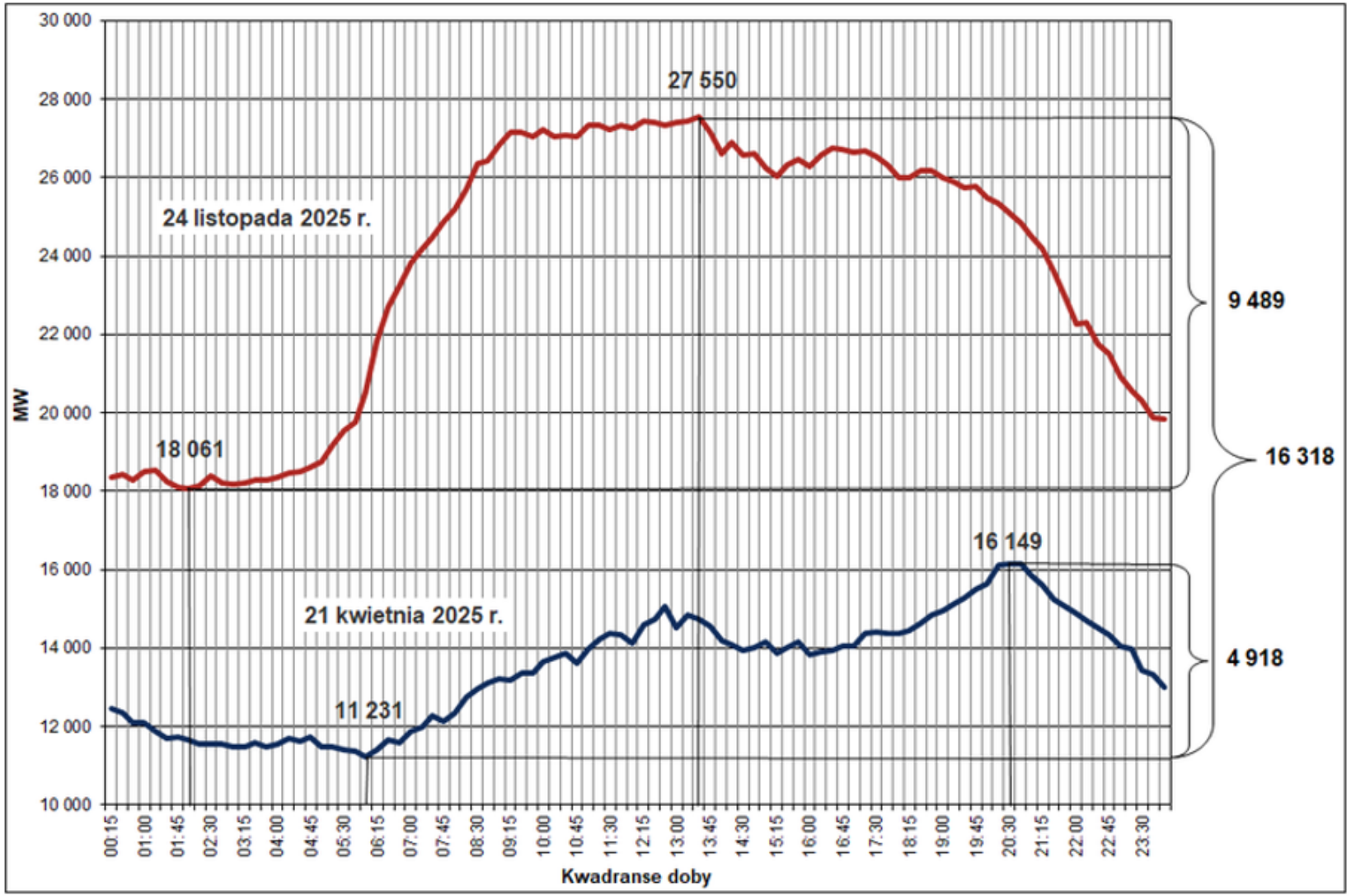
Rola konwencjonalnych elektrowni systemowych w KSE



Wykres 1. Moc zainstalowana w MW w poszczególnych źródłach energii w KSE (stan na dzień 26.07.2026r.)
Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych z PSE S.A.

31.08.2026r. w Elektrowni Dolna Odra wyłączono ostatnie funkcjonujące bloki węglowe nr 7 i 8, każdy o mocy 232 MW, czyli moc zainstalowana w systemie zmniejszyła się o 464 MW.

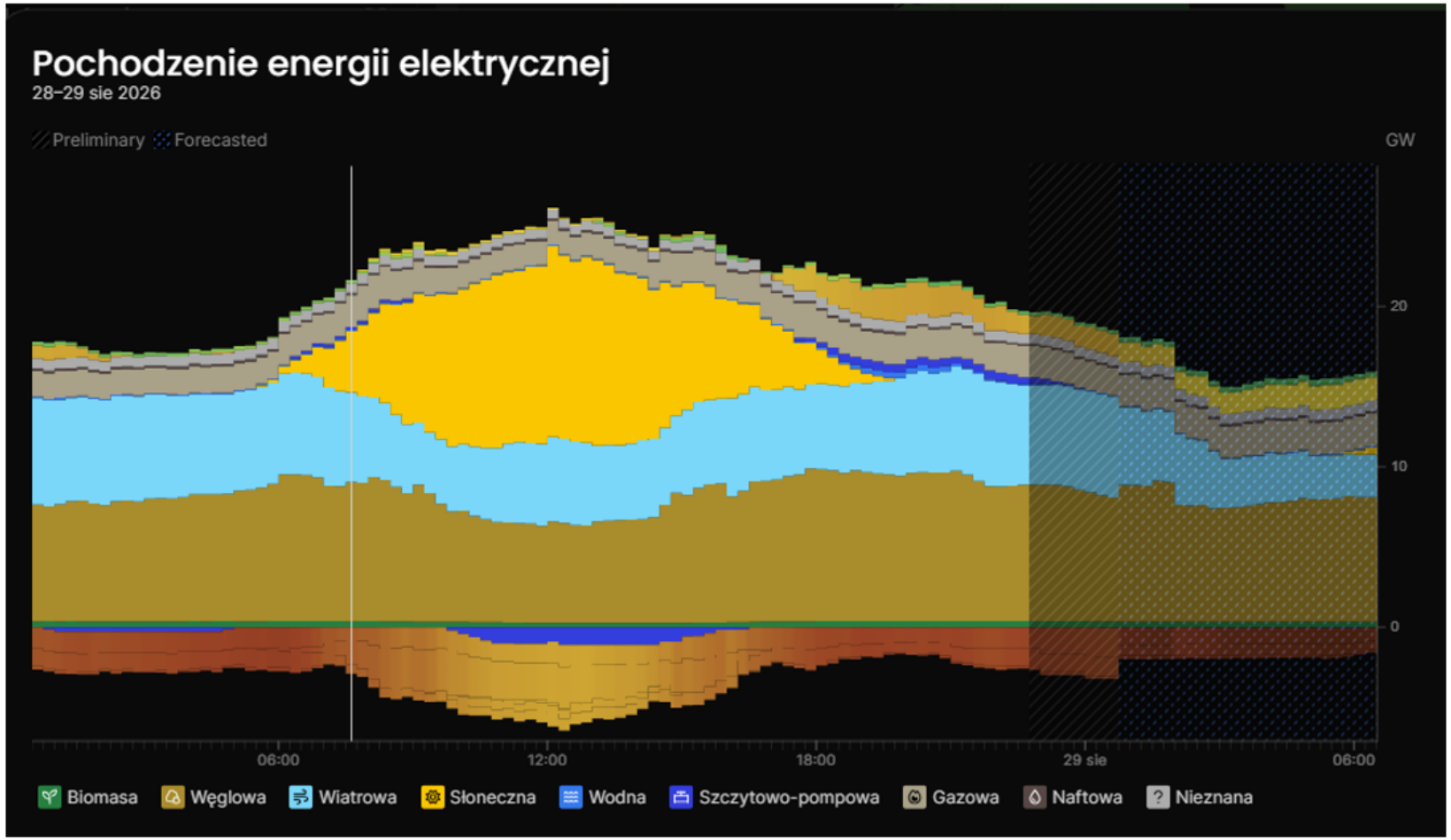
Rola konwencjonalnych elektrowni systemowych w KSE



Rysunek 1. Przebiegi zapotrzebowania na moc w dniach, w których wystąpiło minimalne i maksymalne krajowe zapotrzebowanie na moc w 2025 roku.

Źródło: Opracowanie na podstawie raportu PSE za 2025 rok

Rola konwencjonalnych elektrowni systemowych w KSE



Rysunek 2. Dobowy rozkład generacji energii elektrycznej wg źródeł pochodzenia – w dniu 28.08.2026r.
Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych z aplikacji Electricity [3]

Specyfika pożarów kluczowych urządzeń

- **Turbogenerator**

Substancje stwarzające zagrożenia:

- olej: 30 ÷ 50 m^3;
- wodór: 20 kg ÷ 50 kg (3 ÷ 6 bar abs);

Czynniki stwarzające zagrożenie:

- para: 540 ÷ 600º C;
- wysokie ciśnienie pary: 12,7 ÷ 24 MPa;
- wysokie ciśnienie oleju: do 16 MPa;
- masy wirujące: do 3 000 obr./min;
- średnie i wysokie napięcia (do 15 kV);
- elementy trące;
- itd.



Fot. 1. Turbina bloku 200 MW w Elektrowni Dolna Odra
Źródło: PGE GiEK S.A. Oddział Elektrownia Dolna Odra

Specyfika pożarów kluczowych urządzeń

- **Turbogenerator**

Do zdarzeń pożarowych może dochodzić podczas ruchu, remontu lub uruchomienia po remoncie. Możliwe przyczyny pożarów (i wybuchów), to m.in.:

- rozszczelnienie przewodów olejowych;
- uszkodzenia mechaniczne pomp;
- nieszczelności na kołnierzach armatury;
- wycieki oleju podczas prac remontowych;
- uszkodzenia na uszczelnieniach olejowych; generatora, wału lub chłodnic wodorowych;
- błędy podczas operacji napełniania lub opróżniania układów wodorowych.

Ze względu na sytuację geopolityczną należy rozważyć m.in. cyberataki na infrastrukturę OT oraz sabotaż.



Fot. 2. Generator zmodernizowanego bloku 200 MW Elektrowni Dolna Odra
Źródło: PGE GiEK S.A. Oddział Elektrowni Dolna Odra

Specyfika pożarów kluczowych urządzeń

- **Turbogenerator**

Aspekty działań ratowniczych:

- prowadzenie działań w sąsiedztwie pracujących innych bloków, rozdzielni, akumulatorni;
- zagrożenie wybuchem wodoru;
- czynniki pod wysokim ciśnieniem – para, olej;
- możliwość pojawienia się napięcia na elementach metalowych;
- objęcie pożarem wielu poziomów;
- wąskie i niskie galerie i przejścia;
- itp.



Fot. 3. Hala maszynowni Elektrowni Kozienice
Źródło: ENEA Wytwarzanie

Specyfika pożarów kluczowych urządzeń

- **Tunele kablowe**

Głównymi substancjami stwarzającymi zagrożenia są izolacje kabli:

- polichlorek winylu (PVC);
- polietylen (PE);
- polietylen usieciowany (XLPE);
- inne powłoki zewnętrzne zawierające polimery;
- itd.

Czynniki stwarzające zagrożenie:

- wysokie napięcia;
- ograniczenie przestrzenne.



Fot. 4. Tunele kablowe – widoczna czujka SSP i mgłowa instalacja gaśnicza
Źródło: Archiwum własne autora

Specyfika pożarów kluczowych urządzeń

- **Tunele kablowe**

Do zdarzeń pożarowych może dojść podczas ruchu, wymiany lub instalacji nowych odcinków kablowych.

Możliwe przyczyny pożarów, to głównie uszkodzenia izolacji:

- samoistne – wady materiałowe;
- mechaniczne – nieprawidłowy montaż, uszkodzenia podczas prac.

Tunele kablowe są szczególnie trudnym obiektem dla działań ratowniczo-gaśniczych ze względu na wystąpienie bardzo agresywnego środowiska – w połączeniu z wodą tworzy się roztwór kwasu chlorowodorowego (solnego).



Fot. 5. Tunele kablowe – widoczna mgłowa instalacja gaśnicza
Źródło: Archiwum własne autora

Specyfika pożarów kluczowych urządzeń

▪ Transformatory blokowe i wyprowadzenia mocy

Substancje stwarzające zagrożenia:

- olej transformatorowy: 20 ÷ 100 Mg;
- masy izolacyjne uzwojeń.

Czynniki stwarzające zagrożenie:

- wysokie napięcie;
- olej w warunkach normalnej pracy podgrzany do ok. 70°C;
- możliwość „wykipienia” palącego się oleju w razie wylewu do nieodwodnionej misy zabezpieczającej.



Fot. 6. Lokalizacja transformatorów blokowych w nowej elektrowni PGE Gryfino Dolna Odra
Źródło: PGE Gryfino Dolna Odra Sp. z o.o.

Specyfika pożarów kluczowych urządzeń

▪ Transformatory blokowe i wyprowadzenia mocy

Do zdarzeń pożarowych może dochodzić podczas ruchu, prac remontowych, a także podczas podawania napięcia po instalacji nowego transformatora.

Możliwe przyczyny pożarów, to m.in.:

- zwarcia zwojowe lub międzyfazowe;
- lokalne przegrzania (hot spots);
- wyładowania niezupełne.

Ze względu na sytuację geopolityczną należy rozważyć m.in.:

- cyberataki na infrastrukturę OT;
- „przypadkowy” wlot FPV;
- wlot BSP lub pocisków manewrujących, które „zabłądziły” z rejonu działań na Ukrainie.



Fot. 7. Transformator z 3 ścianami zabezpieczającymi przed oddziaływaniem termicznym
Źródło: PGE Gryfino Dolna Odra Sp. z o.o.

Specyfika pożarów kluczowych urządzeń

▪ Transformatory blokowe i wyprowadzenia mocy

Aspekty działań ratowniczych:

- krótki czas od inicjacji pożaru do jego przejścia w fazę pożaru rozwiniętego;
- długi czas oczekiwania na odłączenie transformatora i uziemienie linii;
- możliwość załączenia instalacji zraszaczowej dopiero po odłączeniu transformatora i uziemieniu linii;
- możliwość występowania w sąsiedztwie będących pod napięciem innych transformatorów i linii WN;
- bliskość ściany hali maszynowni;
- możliwość spłynięcia palącego się oleju do hali maszynowni przez kanały kablowe.



Fot. 8. Pożar transformatora blokowego w Elektrowni Kozienice
Źródło: nowiny.pl

Specyfika pożarów kluczowych urządzeń

- **Układy nawęglania**

Substancje stwarzające zagrożenia:

- transportowany i zalegający węgiel;
- zalegający pył węglowy;
- materiał taśm przenośników;
- wiązki kabli oraz ławy kablowe.

UWAGA: parametry importowanego węgla kamiennego (pożarowo-wybuchowe) znacząco odbiegają od węgla krajowego – większa podatność na samozapalenie oraz wybuch pyłu.

Czynniki stwarzające zagrożenie:

- napięcia do 6 kV;
- wirujące i trące elementy maszyn;
- możliwość wystąpienia pyłowych atmosfer wybuchowych.



Fot. 9. Pożar przenośnika taśmowego zasilającego blok 14 w Elektrowni Bełchatów (2021r.)
Źródło: ddbelchatow.pl

Specyfika pożarów kluczowych urządzeń

▪ Układy nawęglania

Do zdarzeń pożarowych może dochodzić podczas ruchu oraz prac remontowych.

Możliwe przyczyny pożarów, to m.in.:

- prace niebezpieczne pożarowo;
- uszkodzenia krążników i ukł. prowadzenia;
- niesprawność ukł. czyszczących taśmy;
- zablokowanie taśmy (zapalenie od tarcia);
- uszkodzenia układów napędowych;
- zwarcie instalacji elektrycznej;
- wybuch w rejonie stacji przesypowych;
- wybuch w zasobniku przykotłowym;
- przeniesienie się wybuchu z młyna węglowego do zasobnika i dalsza propagacja;
- itp.



Fot. 10. Pożar przenośnika taśmowego zasilającego blok 14 w Elektrowni Bełchatów (2021r.)
Źródło: ddbelchatow.pl

Specyfika pożarów kluczowych urządzeń

- **Układy nawęglania**

Aspekty działań ratowniczych:

- rozległość instalacji;
- bardzo duże zadymienie;
- możliwość wystąpienia napięcia na elementach stalowych;
- intensywna cyrkulacja powietrza w galeriach skośnych (natlenianie pożaru);
- w galeriach skośnych szybkie rozprzestrzenianie się pożaru m.in. przez „wspinanie” i natlenianie przez cyrkulację – efekt komina;
- tlenie się złogów węgla w szczelinach, pomiędzy warstwami blach, itp.;
- utrata stabilności konstrukcji stalowych w wyniku termicznego oddziaływania pożaru;
- zalanie najniższych rejonów instalacji wodą z działań gaśniczych.



Fot. 11. Elektrownia Dolna Odra – zniszczony przez wybuch budynek przesypowy (2010r.)
Źródło: archiwum autora

Przygotowanie elektrowni na wypadek pożaru i do działań ratowniczo-gaśniczych

- **Zabezpieczenia techniczne:** SSP, ROP, instalacje gaśnicze, sieć hydrantowa, urządzenia w wykonaniu Ex, itp.
- **Zabezpieczenia organizacyjne:**
  - ✓ eksploatacja urządzeń zgodnie z DTR;
  - ✓ świadomość personelu dotycząca zagrożeń i zasad postępowania w sytuacjach awaryjnych;
  - ✓ aktualna i prawidłowo opracowana IBP – **AKTUALNE PLANY OBIEKTÓW**;
  - ✓ **Uzgodnione z PSP i przećwiczone zasady współpracy KDR z DIRE**.
- **Własna jednostka ochrony przeciwpożarowej**
  - ✓ rozpoznane zagrożenia i opracowane procedury działania
  - ✓ adekwatne do zagrożeń stany sił i środków;
  - ✓ ćwiczenia wewnętrzne w zakładzie, ćwiczenia z PSP i innymi podmiotami.

Przygotowanie elektrowni na wypadek pożaru i do działań ratowniczo-gaśniczych

- **Współpraca KDR z DIRE** – działaniami dowodzi KDR, jednak bez ścisłej współpracy z DIRE nie będzie mógł w sposób bezpieczny i skuteczny realizować swoich zadań.
  - ✓ DIRE przygotowuje obiekty/instalacje dla wejścia ekip ratowniczych, przy jednoczesnej pracy urządzeń nieobjętych pożarem;
  - ✓ DIRE organizuje wsparcie służb elektrowni dla działań ratowniczych – koordynacja pracy urządzeń, zabezpieczenie miejsca pożaru przed osobami postronnymi, punkt koncentracji SiŚ, udostępnia zasoby sprzętowe i ludzkie jeżeli mogą być wykorzystane w ramach działań ratowniczych;
  - ✓ KDR decyduje o taktyce prowadzonych działań ratowniczo-gaśniczych oraz dysponuje SiŚ KSRG oraz udostępnionymi mu przez DIRE

Bardzo istotne są wspólne ćwiczenia, podczas których KDR i DIRE mogą doskonalić współpracę, poznawać uwarunkowania związane z pełnieniem obu funkcji, analizować i wyciągnąć wnioski z popełnionych błędów.

Zakładowe jednostki ochrony przeciwpożarowej w elektrowniach

- **Przed 1991 rokiem wszystkie elektrownie systemowe posiadały własne Zakładowe Zawodowe Straże Pożarne.**
- **Po 1991 roku ZZSP przekształcono w Zakładowe Straże Pożarne, Zakładowe Służby Ratownicze lub tzw. jednostki inne – przejście ze statusu funkcjonariusza PSP na pracownika na umowie o pracę.**
- **Obecna tendencja w energetyce – ograniczanie lub likwidacja zakładowych JOP.**

Zakładowe jednostki ochrony przeciwpożarowej w elektrowniach

- **Powody ograniczenia lub likwidacji JOP w elektrowniach, to m.in.:**
  - ✓ postęp w technologii urządzeń wytwórczych – wczesna detekcja objawów usterek (zanim wystąpią widoczne symptomy), zaawansowane systemy kontroli parametrów (w systemach sterowania technologicznego);
  - ✓ postęp w systemach ochrony ppoż. – zaawansowane systemy detekcji (np. detekcja wczesnych objawów tlenia) i skuteczne systemy gaszenia;
  - ✓ koszty osobowe strażaków, koszty utrzymania sprzętu i strażnic;
  - ✓ strażacy zakładowych JOP są „nieproduktywni”.

Czy można na 100% zaufać technologii?

Zakładowe jednostki ochrony przeciwpożarowej w elektrowniach

Symulacja utraconych zysków po pożarze w jednej z elektrowni.

Koszty oszacowano na podstawie ogólnie dostępnych danych, w tym cen z Towarowej Giełdy Energii.

- Pożar jednego z układów wyłączył jednostkę wytwórczą z KSE na 18 dni.
- System gaśniczy nie zadziałał.
- Zakładowa JOP nie mogła podjąć skutecznych działań ze względu na ograniczenia sprzętowe.
- Pożar rozwinął się i konieczne było wezwanie KSRG.

1	ilość dni wyłączenia	18
2	średnia cena energii przez 18 dni	350 zł/MWh
3	utracona produkcja	370 000 MWh
4	**koszt utraconej produkcji za 18 dni**	**129 500 000 zł**
5	ilość niewyemitowanego CO^2	280 000 Mg
6	średnia cena uprawnień za 1 Mg CO^2	225 zł
7	**"zyski" z niezakupionych uprawnień do emisji**	**63 000 000 zł**
Koszty utraconej produkcji z uwzględnieniem kosztu niezakupionych emisji CO^2 (poz. 4 - poz. 7)		**66 500 000 zł**

Tabela 1. Zestawienie kosztów i ew. utraconych zysków po pożarze
Źródło: opracowanie własne na podstawie danych z Towarowej Giełdy Energii

UWAGA:

- **Nie uwzględniono strat w majątku, ponieważ prawdopodobnie zostały pokryte z ubezpieczenia.**
- **Rzeczywista strata była o wiele mniejsza - wolumen zakontraktowanej energii pokryły inne jednostki wytwórcze grupy (była taka możliwość).**
- **Przykład ma za zadanie uzmysłowić skalę kosztową strat w samej elektrowni w razie długotrwałego zakłócenia jednostki wytwórczej.**

Bezpieczeństwo pożarowe elektrowni w aspekcie odporności kraju

Zakłócenia w dostawach energii lub blackout mogą wywołać następujące skutki:

- **sparaliżowanie produkcji przemysłowej;**
- **zakłócenie sektora finansowego;**
- **zakłócenia w logistyce;**
- **zakłócenia usług komunalnych (m.in. wodociągi i kanalizacja);**
- **zakłócenia w działaniu służby zdrowia;**
- **zakłócenie bezpieczeństwa publicznego;**
- **zakłócenia sieci teleinformatycznej;**
- **itp.**

Podsumowanie

- **Konwencjonalne elektrownie stanowią istotny element stabilności systemu elektroenergetycznego kraju, a stabilna praca KSE jest jednym z elementów odporności państwa.**
- **Przywracanie systemu elektroenergetycznego do stanu właściwego jest procesem skomplikowanym i bardzo kosztownym.**
- **Odtworzenie infrastruktury energetycznej to proces długotrwały, ponieważ główne urządzenia są produkowane (a często projektowane) pod konkretne zamówienie, dla konkretnej instalacji.**
- **W dobie zagrożeń związanych z obecną sytuacją geopolityczną, wszystkie źródła generacji, w tym elektrownie konwencjonalne, stanowią istotny element odporności państwa, ale jednocześnie są bardzo łatwym celem.**
- **Jednym z istotnych zagrożeń dla elektrowni systemowych są pożary, a zapobieganie im i zdolność skutecznego ich zwalczania bezpośrednio wpływa na bezpieczeństwo nie tylko KSE, ale również odporność kraju.**

GRYFIŃSKIE STOWARZYSZENIE RATOWNICZE



SZUKAMY – RATUJEMY – SZKOLIMY

Dziękuję za uwagę