



OPIS PRZEDMIOTU ZAMÓWIENIA

OPRACOWANIE PROJEKTU PODSTAWOWEGO BADAWCZEGO WYSOKOTEMPERATUROWEGO REAKTORA JĄDROWEGO CHŁODZONEGO GAZEM (HTGR) – KONWENCJONALNA INSTALACJA KONWERSJI ENERGII (IKE).

ADRES INWESTYCJI:

05-400, Otwock-Świerk

ul. Andrzeja Sołtana 7

NAZWA ORAZ ADRES ZAMAWIAJĄCEGO:

Narodowe Centrum Badań Jądrowych

05-400 Otwock, ul. Andrzeja Sołtana 7

NAZWY I KODY CPV:

- 71000000-8 Usługi architektoniczne, budowlane, inżynierskie i kontrolne
- 71220000-6 Usługi projektowania architektonicznego
- 71221000-3 Usługi architektoniczne w zakresie obiektów budowlanych
- 71320000-7 Usługi inżynierskie w zakresie projektowania
- 79930000-2 Specjalne usługi projektowe
- 71200000-0 Usługi architektoniczne i podobne
- 71240000-2 Usługi architektoniczne, inżynierskie i planowania
- 79415200-8 Usługi doradcze w zakresie projektowania
- 79421200-3 Usługi projektowe inne niż w zakresie robót budowlanych
- 71323100-9 Usługi projektowania systemów zasilania energią elektryczną

styczeń 2023r.

SPIS TREŚCI

1. Ogólny opis przedmiotu zamówienia i ogólne wymagania zamawiającego	5
1.1. Zakres projektowania obejmuje	6
1.2. Zakres projektowania nie obejmuje	7
2. Opis i wymagania instalacji konwersji energii – część technologiczna	8
2.1. Opis instalacji konwersji energii – część technologiczna	9
2.1.1. Opis lokalizacji HTGR	11
2.1.2. Założenia technologiczne dla IKE	11
2.1.3. Założenia eksploatacyjne dla IKE	14
2.1.4. Opis układu technologicznego IKE (instalacji konwersji energii)	15
2.1.5. Bilanse cieplne IKE	19
2.1.6. Turbozespół parowy upustowo-kondensacyjny IKE	21
2.1.7. Charakterystyka turbiny	24
2.1.8. Charakterystyka generatora	25
2.1.9. Zestawienie parametrów pracy turbozespołu	26
2.1.10. Stany pracy turbozespołu	29
2.1.11. Instalacja pary upustowej	30
2.1.12. Wymagania elektryczne dla turbozespołu	31
2.1.13. Wymagania AKPiA dla turbozespołu	32
2.1.14. Zakres dostawy turbozespołu i wyspy turbinowej (do uwzględnienia przez Projektanta)	34
2.1.15. Instalacje i urządzenia pomocnicze związane z turbiną IKE	36
2.1.16. Kondensator	37
2.1.17. Układ regeneracji (instalacja kondensatu)	37
2.1.18. Instalacja skroplin	38
2.1.19. Układ olejowy	38
2.1.20. Układ wody ruchowej ACW oraz układ CCW	39
2.1.21. Układ ciepłowniczy i akumulator ciepła	39
2.1.22. Akumulator ciepła	41
2.1.23. Instalacja wody zasilającej	43
2.1.24. Instalacje wydmuchów, spustów i odwodnień	45
2.1.25. Instalacje wody uzupełniającej	46
2.1.26. Instalacje wody chłodzącej	48
2.1.27. Instalacje uzupełniania obiegów	59

2.1.28.	Woda surowa	59
2.1.29.	Stacja przygotowywania wody.....	59
2.1.30.	Kotłownia rozruchowa	63
2.1.31.	Sprężone powietrze AKPiA oraz remontowe	63
2.1.32.	Sprężone powietrze AKPiA.....	64
2.1.33.	Sprężone powietrze remontowe	65
2.1.34.	Gospodarka technologiczna dźwigowo-remontowa	65
2.2.	Wymagania Zamawiającego dla instalacji technologicznych IKE.....	66
3.	Opis instalacji konwersji energii oraz Charakterystyczne parametry – część elektryczna	67
3.1.	Generator	67
3.2.	Wyprowadzenie mocy z HTGR	67
3.3.	Rozbudowa istniejącej stacji 110 kV / 15 kV „Świerk”	68
3.4.	Układ rozliczeniowy.....	68
3.5.	Zasilanie potrzeb własnych HTGR	68
3.6.	Założenia technologiczne	69
3.7.	Rozdzielnice.....	70
3.7.1.	Rozdzielnice SN	70
3.7.2.	Rozdzielnice NN.....	71
3.8.	Układ napięcia gwarantowanego	72
3.8.1.	Agregaty prądotwórcze	72
3.8.2.	Napięcie gwarantowane 400 V AC	72
3.8.3.	Napięcie 220 V DC	72
3.9.	Kompensacja mocy biernej	72
3.10.	Zabezpieczenia elektryczne	73
3.11.	Systemy, sterownia główna.....	73
3.12.	Potrzeby ogólne	74
3.12.1.	Gospodarka kablowa	74
3.12.2.	Systemy uziemień, ochrony odgromowej i przeciwprzepięciowej	74
3.12.3.	Oświetlenie i gniazda remontowe	74
3.12.4.	Zasilanie instalacji potrzeb ogólnych.....	75
3.12.5.	Instalacje teletechniczne	75
3.13.	Obliczenia techniczne w części elektrycznej	75
3.14.	Powiązania z istniejącą siecią NCBJ	76
3.15.	Zasilanie elektryczne instalacji demonstracyjnej	76

3.16.	Granice projektowania	76
4.	Opis instalacji konwersji energii oraz Charakterystyczne parametry – część architektoniczno-budowlana 77	
4.1.	Lokalizacja budynków i budowli na terenie HTGR	77
4.2.	Wymagania architektoniczne	81
4.3.	Opis budynków i budowli na terenie HTGR.....	81
4.3.1.	Główne budynki i budowle HTGR.....	81
4.3.2.	Opis ogólny.....	82
4.3.3.	Budynek rozdzielni ze sterownią (UBR z UCA)	83
4.3.4.	Budynek maszynowni (UMA) z budynkiem (UNA) lub przestrzenią Reboilera	85
4.3.5.	Budynek obsługi eksploatacyjnej oraz socjalny wraz z pomieszczeniami konferencyjnymi (UYA), budynek wejściowy wraz z portiernią (UYF) oraz budynek warsztatowo-magazynowy (USU).....	87
4.3.6.	Budynek kotłowni pomocniczej (UTH)	87
4.3.7.	Budynek stacji uzdatniania wody (UGD)	87
4.3.8.	Budynek sprężarkowni powietrza (UTF).....	88
4.3.9.	Budynek pompowni wody przeciwpożarowej (USG)	88
4.3.10.	Budynek pompowni wody chłodzącej (URD).....	88
4.3.11.	Budowle – konstrukcje pomocnicze	89
4.3.12.	Transport i ewakuacja na terenie HTGR	91
5.	Opis instalacji konwersji energii oraz Charakterystyczne parametry – część AKPiA	91
5.1.	System sterowania, zabezpieczeń i wizualizacji	91
5.2.	Opis ogólny.....	93
6.	Opis instalacji konwersji energii oraz Charakterystyczne parametry – część sanitarna: ppoż., hvac, wod- kan, oświetlenie, teletechnika.	102
6.1.	Techniczne systemy zabezpieczeń przeciwpożarowych oraz służby ratownicze (część ppoż.)	102
6.1.1.	Systematyczna analiza pożarowa	103
6.1.2.	Obszary i strefy pożarowe	103
6.1.3.	Podział obiektów na strefy bezpieczeństwa	105
6.1.4.	Ochrona obiektu przed rozprzestrzenianiem się pożaru.....	105
6.1.5.	Detekcja pożaru i alarmowanie	106
6.1.6.	Automatyczny sprzęt alarmowy	106
6.1.7.	Alarmy ręczne.....	107
6.1.8.	Budowa i funkcja systemu sygnalizacji pożaru	107
6.1.9.	Układ zasilania w wodę ppoż.....	107
6.1.10.	Sprzęt gaśniczy i osprzęt przenośny	108

6.1.11.	Ochrona ppoż. układów HVAC	108
6.1.12.	Ograniczanie skutków pożaru	109
7.	Zakres i wymagania dla dokumentacji projektowej – projekt podstawowy	109
8.	Zawartość dokumentacji projektu podstawowego	110
9.	Uwarunkowania wykonania przedmiotu zamówienia	112
10.	Aktualne uwarunkowania wykonania zamówienia	112
12.	Uwagi ogólne do dokumentacji.....	114
13.	Spis załączników DO OPZ.....	114

1. OGÓLNY OPIS PRZEDMIOTU ZAMÓWIENIA I OGÓLNE WYMAGANIA ZAMAWIAJĄCEGO

Przedmiotem zamówienia jest wykonanie projektu podstawowego (PP) nowej konwencjonalnej instalacji konwersji energii (dalej IKE) w parze przegrzanej dostarczanej z części jądrowej instalacji badawczego wysokotemperaturowego, reaktora jądrowego chłodzonego gazem HTGR (ang. High Temperature Gas-cooled Reactor). Instalacja HTGR (dalej HTGR) obejmuje część jądrową tzn. reaktor HTGR chłodzony helem z wytwornicą pary, dmuchawą chłodziwa oraz instalacjami i układami pomocniczymi oraz współpracującą z nią część konwencjonalną (IKE) stanowiącą element demonstracji wykorzystania pary wysokotemperaturowej dla potrzeb własnych HTGR, Narodowego Centrum Badań Jądrowych (NCBJ) w Otwocku oraz dla przemysłu poprzez planowaną odrębną inwestycję w instalację demonstracyjnego procesu przemysłowego.

Niniejszy opis przedmiotu zamówienia (dalej OPZ) przewiduje konwersję nadwyżki energii cieplnej (z reaktora HTGR), niewykorzystanej przez demonstracyjny proces przemysłowy, w postaci strumienia pary z wytwornicy na sieć energii elektryczną i użytkową energią cieplną do celów grzewczych w oparciu o typowe rozwiązanie stosowane w elektrociepłowniach tj. przez zastosowanie turbiny upustowo-kondensacyjnej z regulowanym upustem ciepłowniczym.

HTGR zlokalizowany będzie w całości na terenie NCBJ, a odbiory ciepła w parze gorącej i wodzie ciepłej na zewnątrz obiektu HTGR ale na terenie NCBJ. Odbiory ciepła w parze gorącej i wodzie ciepłej nie są w zakresie Zamówienia.

Instalacja konwersji energii sprzężona jest z obiegiem reaktorowym z zapewnieniem wymaganej separacji między częścią jądrową, a częścią konwencjonalną HTGR (poprzez ściany rurek wytwornicy pary w części jądrowej tj. wymiennika ciepła hel/ woda i para wodna oraz poprzez zestawy zaworów odcinających te dwie części). Odbiory zewnętrzne (w stosunku do HTGR) pary gorącej i wody ciepłej są izolowane od HTGR odpowiednio przez zespół reboilera (materiał ścianek zestawu wymienników para świeża HTGR/ para „przemysłowa”, dalej zwany: reboiler) dla demonstracyjnej instalacji przemysłowej wykorzystującej ciepło z HTGR'a oraz przez zespół wymienników ciepłowniczych (para/woda ciepłownicza lub użytkowa) w tzw. pętli grzewczej, wykorzystujący ciepło z reaktora HTGR jako ciepło użytkowe w postaci ciepłej wody użytkowej dla potrzeb Instytutu.

Instalacja konwersji energii służy wykorzystywaniu ciepła produkowanego w obiegu pierwotnym (w części jądrowej) poprzez zagospodarowanie jej energii użytecznej pod postacią:

- wysokotemperaturowego ciepła technologicznego w parze gorącej w sprzęgniętym z układem konwersji energii procesem przemysłowym instalacjami „na zewnątrz” kompletnej instalacji HTGR,
- energii elektrycznej produkowanej na potrzeby własne kompletnej instalacji HTGR oraz NCBJ z możliwością bieżącej sprzedaży jej nadwyżki do zewnętrznej sieci elektroenergetycznej,
- ciepła użytkowego w wodzie sieciowej na wewnętrzne potrzeby NCBJ (zarówno grzewcze, bytowe jak i inne np. po przetworzeniu w sprężarkach adsorpcyjnych do produkcji wody mocno schłodzonej).

1.1. Zakres projektowania obejmuje

Kompletną dokumentację podstawową tzn. we wszystkich branżach inżynierskich (część konwencjonalną obejmującą kompletne rozwiązania PP) w branży:

- architektonicznej,
- budowlano-konstrukcyjnej,
- remontowej,
- technologicznej (cieplno – mechanicznej),
- elektrycznej i elektroenergetycznej,
- przygotowania wody zasilającej i uzupełniającej,
- oczyszczania ścieków i szkodliwych odpadów lotnych, w tym aerozoli,
- automatyki, sterowania i opomiarowania, z systemem DCS, teletechniki i kontroli dostępu,
- sanitarnej tj. instalacji wodno-kanalizacyjnych, HVAC i ppoż.

Dokumentacja projektowa zostanie wykonana dla następujących głównych elementów IKE:

1. Turbozespół parowy upustowo-kondensacyjny wraz z niezbędnymi podukładami o mocy ok. 10-11 MWe.
2. Ciąg pary świeżej między wytwornicą pary i głównymi odbiorami (tj. turbiną parową i reboilerem) ze stacjami redukcyjno-schładzającymi.
3. Przestrzeń lub pomieszczenie w budynku maszynowni lub osobny budynek dla zespołu reboilera z pełnym wyposażeniem (dalej: reboiler), który nie jest przedmiotem niniejszego postępowania. Jednak sama przestrzeń jest objęta niniejszym Postępowaniem i Zamawiający pozostawia do decyzji Projektanta wybór sposobu zabudowy reboilera (w osobnej budowli/ budynku czy w maszynowni).
4. Układ parowy regeneracji (wstępnie proponuję się regenerację niskoprężną).
5. Układ kondensatu głównego.
6. Układ wody sieciowej z pętlą grzewcza obiegu ciepłowniczego i atmosferycznym akumulatorem ciepła.
7. Kompletna stacja odgazowania wody zasilającej.
8. Układ wody zasilającej.
9. Układ odwodnień zewnętrznych – atmosferycznych.
10. Układ wody chłodzącej kondensator turbiny (dalej CCW) wraz z systemem czyszczenia kulkowego.
11. Główną instalację wody chłodzącej opartą o zespolony układ mokrych chłodni wentylatorowych z uzupełnianiem wody lub alternatywnych rozwiązań projektowych.
12. Układ wody spustowej ze zbiornikiem kondensatu zanieczyszczonego i pompą odprowadzenia odwodnień,
13. Układ wody ruchowej,
14. Stacja Oczyszczania Kondensatu.
15. Zespół przygotowania wody.
16. Kocioł parowy rozruchowy do zasilania kolektora pary technologicznej,

17. Instalacja wspomagająca rozruch i odstawienie reaktora HTGR (wytwornicy pary) tzw. SSCS.
18. Wszelkie niezbędne wymienione jak i niewymienione w niniejszym OPZ instalacje, systemy i budowle towarzyszące powyższym układom , we wszystkich branżach.
19. Doprowadzenie mocy do HTGR i wyprowadzenie mocy z reaktora HTGR wraz z kompletną instalacją rozdzielni i transformatorów oraz zabezpieczeń ale patrz Uwaga poniżej w ust. 1.2.g.
20. Rekomendacje inżynierskie dotyczące modernizacji i rozbudowy istniejących instalacji oraz obiektów elektrycznych i elektroenergetycznych w zakresie wyprowadzenia mocy i doprowadzenia zasilania rezerwowego i gwarantowanego, sprzedaży energii elektrycznej do zewnętrznej sieci elektroenergetycznej, zabudowy węzła ciepłowniczego i sieci ciepłowniczej dla potrzeb NCBJ – wszystko to co znajduje się poza instalacją HTGR i terenem HTGR. Zamawiający oczekuje w niniejszym postępowaniu PP doprowadzenia mocy i wyprowadzenia mocy jedynie koncepcji inżynierskiej (LOD200) odnośnie rozbudowy istniejących instalacji (GPZ 15 KV i stacji 110 kV na terenie NCBJ) na potrzeby bezpiecznego i niezawodnego wyprowadzenia mocy z kompletnej instalacji HTGR od wartości maksymalnej do minimalnej oraz bezpiecznego i niezawodnego doprowadzenia mocy do HTGR oraz doprowadzenia ciepła do odbiorów zewnętrznych HTGR jak powyżej.
21. Systemy HVAC dla wszystkich budynków i budowli.
22. Układy sanitarne a w tym:
 - ppoż. zewnętrzne i wewnętrzne wraz z zaopatrzeniem w wodę i inne środki gaśnicze, izolacją antyogniową i antywybuchową (o ile wystąpi) , sygnalizacją i powiadamianiem,
 - układu wody użytkowej,
 - układy ścieków i obróbki ścieków, Zamawiający oczekuje jedynie „ślepego” projektu PP rozbudowy instalacji „dla HTGR” z wydajnościami dopasowanymi do PP całego IKE do ewentualnego wykorzystania w kolejnym etapie projektowania, w tym jej powierzchni i kubatury i w ścisłym porozumieniu ze wskazanymi przez zamawiającego pracownikami NCBJ.
23. System sterowania lokalnego, system DCS, pomiarów, analizy pomiarów, archiwizacji danych, monitoringu i wizualizacji, teletechniki, powiadamiania, AKPiA, ppoż. na poziomie doboru i opisu jakości oraz powiązań między obiektowych oraz między IKE i częścią reaktorową, redundancji wraz z wyposażeniem sterowni IKE oraz rezerwacją miejsca i z odpowiednim zapasem miejsca, sygnałów, zasilania, zasilania awaryjnego oraz zapewnieniem przyszłego powiązania i współpracy z nadrzędnym jądrowym systemem DCS dla sterowni nadrzędnej reaktora HTGR (części jądrowej).
24. Budynki, budowle trasy komunikacyjne, place, pola odkładcze, konieczne urządzenia dźwigowe i bliskiego transportu, ogrodzenia, galerie. Patrz Uwaga poniżej w ust. 1.2.d.
25. Dźwigi, suwnice, wciągarki, windy towarowe i osobowe z miejscem ich lokalizacji i maksymalnym udźwigiem dla głównych elementów i urządzeń z uwzględnieniem przestrzeni i zasięgów zaprojektowanych w części architektoniczno-budowlanej i w części remontowej, niezbędne dla prac remontowych i obsługi.

Pozostałe elementy IKE oraz opis IKE znajduje się w kolejnych rozdziałach OPZ rozdz. 2 do rozdz. 7.

1.2. Zakres projektowania nie obejmuje

- a. warunków gruntowych w lokalizacji HTGR ani inżynierii środowiska w miejscu lokalizacji HTGR – należy przyjąć możliwość posadowienia instalacji na gruntach spoistych, bez konieczności przygotowania i wzmocnienia podłoża, odwadniania wód podziemnych pod fundamentami oraz przekładania ewentualnych podziemnych instalacji. Oznacza to, że zaprojektowane w niniejszym postępowaniu

- budowie oraz instalacje mogą być dostosowane do dowolnej lokalizacji w Polsce ale w kolejnym etapie projektowania, nieuwjętym niniejszym postępowaniem,
- b. instalacji podziemnych istniejących pod powierzchnią terenu lokalizacji oraz związanych z nimi przekładek,
 - c. warunków środowiskowych lokalizacji za wyjątkiem niezbędnych do części architektoniczno-budowlanej PP oraz populacji otoczenia lokalizacji HTGR – do wykonania w kolejnym etapie projektowania, nieuwjętym niniejszym postępowaniem,
 - d. instalacji reboilera składającego się z trzech głównych wymienników/ stref wymiany ciepła. Od strony gorącej są to: schładzacz pary świeżej, skraplacz i schładzacz skroplin. Od strony zimnej są to: podgrzewacz kondensatu powrotnego, parownik i przegrzewacz pary wtórnej kierowanej do odbioru przemysłowego. Instalacja reboilera rozumiana jest jako obiekt kompletnie wyposażony w instalacje we wszystkich branżach lub kompletna instalacja - do wykonania w kolejnym etapie projektowania, nieuwjętym niniejszym Postępowaniem. Instalacje reboilera zabudowane są wewnątrz pomieszczenia lub przestrzeni wewnątrz budynku maszynowni lub w osobnym budynku reboilera ale w każdym przypadku w wydzielonej, górnej strefie budynku,
 - e. przemysłowej instalacji demonstracyjnej wykorzystującej parę z HTGR – do wykonania w kolejnym etapie projektowania, nieuwjętej niniejszym postępowaniem,
 - f. rozprowadzenia ciepła grzewczego i użytkowego po terenie poza HTGR z zewnętrznym węzłem ciepłowniczym – do wykonania w kolejnym etapie projektowania, nieuwjętym niniejszym postępowaniem,
 - g. rozbudowy istniejącego doprowadzenia i wyprowadzenia mocy (na zewnątrz HTGR) – Zamawiający oczekuje w niniejszym postępowaniu PP doprowadzenia mocy i wyprowadzenia mocy jedynie rekomendacji inżynierskich odnośnie rozbudowy istniejących instalacji (GPZ 15 KV i stacji 110 kV na terenie NCBJ) na potrzeby bezpiecznego i niezawodnego wyprowadzenia mocy z kompletnej instalacji HTGR od wartości maksymalnej do minimalnej (patrz też rozdział 3) oraz bezpiecznego i niezawodnego doprowadzenia mocy do HTGR oraz doprowadzenia ciepła do odbiorów zewnętrznych HTGR.
 - h. instalacji zagospodarowania/obróbki ścieków konwencjonalnych z IKE, która to będzie przedmiotem kolejnego etapu projektowania w ścisłej współpracy z działami technicznymi i administracyjnymi NCBJ przy adaptacji istniejących instalacji do obróbki nowych ścieków. Zamawiający oczekuje jedynie „ślepego” projektu PP rozbudowy instalacji „dla HTGR” z wydajnościami dopasowanymi do PP całego IKE do ewentualnego wykorzystania w kolejnym etapie projektowania, w tym jej powierzchni i kubatury.

2. OPIS I WYMAGANIA INSTALACJI KONWERSJI ENERGII – CZĘŚĆ TECHNOLOGICZNA

2.1. Wymagania dla Projektanta:

1/ Na obecnym etapie, dla potrzeb przygotowania do rozpoczęcia prac nad PP konieczne było przyjęcie pewnych założeń związanych z uwarunkowaniami technologicznymi oraz uwarunkowaniami architektoniczno-budowlanymi. W związku z tym Zamawiający musiał niektóre wartości obliczone lub uzgodnione z głównymi dostawcami/producentami przyjąć jako wstępne. Zamawiający zwraca uwagę, że poniżej opisana architektura i rozplanowanie wewnątrz budynków i budowli należy traktować jako propozycję dla Projektanta. Projektant przeprowadzi analizę lokalizacyjną rozmieszczenia urządzeń i kubatury pomieszczeń i samych budynków aby racjonalnie zagospodarować teren. Projektant ma swobodę doboru gabarytów budynków/budowli ale zawsze w uzgodnieniu z Zamawiającym i na podstawie uzasadnienia swoich rozwiązań/modyfikacji propozycji Zamawiającego.

2/ Projektant jest zobowiązany do przedstawienia Zamawiającemu korzystnych ekonomicznie i eksploatacyjnie rozwiązań we wszystkich branżach albo poprzez korzystanie z sugestii, w szczególności architektoniczno-budowlanych i technologicznych oraz wyników wstępnych obliczeń Zamawiającego, o ile Projektant uzna je za właściwe z powyższych powodów, albo poprzez proponowanie innych, korzystniejszych dla Zamawiającego rozwiązań, materiałów, architektury, budynków/budowli i sposobu eksploatacji. Ponadto, w trakcie realizacji prac nad PP Projektant będzie zobowiązany do ścisłej współpracy z Zamawiającym, a w szczególności uwzględniać w PP i aktualizować dotychczasowe rozwiązania PP oraz wartości przyjęte w niniejszym OPZ do skorygowanych wymagań i rozwiązań oraz wartości dotyczących IKE, jakie pojawią się w miarę uszczegóławiania projektu części jądrowej HTGR (dotyczy to jedynie jednokrotnej zmiany zapotrzebowania części jądrowej HTGR na moc elektryczną potrzeb własnych, na wodę chłodzącą, istotnej zmiany dotyczącej przesyłu informacji/sygnatów/pomiarów pomiędzy obiema częściami instalacji HTGR, modyfikacji planu zagospodarowania terenu ze względu na zmianę kubatury budynków części jądrowej i prowadzących do niej dróg i tras komunikacji personelu i transportu, itp.).

3/ Zamawiający przystępując do projektowania HTGR założył pierwszeństwo, poza częścią reaktorową, jego funkcji produkcji ciepła do celów przemysłowych, nad innymi funkcjami (produkcji ciepła sieciowego oraz produkcji energii elektrycznej do celów innych niż potrzeby własne HTGR).

4/ Wykonawca ma prawo wprowadzać zmiany do rozwiązań pokazanych i opisanych w opisie przedmiotu zapytania (OPZ). Każda zmiana wprowadzana do PP w stosunku do rozwiązań opisanych wstępnie w OPZ, która zmienia schemat technologiczny i/lub zmienia główne parametry na wejściu i wyjściu z IKE musi być przedtem uzgodniona z Zamawiającym w drodze uzasadnienia takiej zmiany o ile nie pogarsza funkcji, niezawodności i trwałości i przeznaczenia IKE. Zamawiający zobowiązuje się do niezwłocznej, nie późniejszej niż 5 roboczych dni od daty wniosku Projektanta, odpowiedzi Projektantowi na jego wniosek zmiany jw. o ile temu ostatniemu towarzyszy uzasadnienie.

5/ PP realizowany będzie przez Projektanta z dokładnością LOD 300 w branży architektoniczno-budowlanej, architektonicznej i remontowej oraz w branży technologicznej tzn. na zakończenie PP model tego poziomu będzie zawierał dokładną, aczkolwiek otwartą na modyfikacje ilość, rozmiar, lokalizację i systematyczne relacje wskazanych wyraźnie obiektów, które ostatecznie zostaną zainstalowane z uzasadnieniem ewentualnego obniżenia poziomu dokładności jednak nie niżej niż do poziomu LOD 200. Takie obniżenie poziomu dokładności może wynikać tylko z przyczyn obiektywnych, niezależnych od Projektanta. Pozostałe branże inżynierskie będą projektowane na poziomie dokładności co najmniej LOD200.

6/ PP realizowany będzie przez doświadczony zespół inżynierów projektantów (kluczowy personel Projektanta) zgodnie z wymaganiami jak w Tomie I SWZ.

W takich przypadkach (LOD 200) dane o wszystkich obiektach zostaną uzupełnione podstawowymi informacjami, choć niektóre (jak np. pomieszczenie i rozplanowanie instalacji reboilera czy szaf AKPiA i wyposażenia elektrycznego na potrzeby części jądrowej, HVAC, wod-kan., oświetlenie i ppoż.) będą podane w sposób przybliżony/wstępny. Żaden obiekt, poza wyjątkami j.w., który ma zostać zainstalowany, nie powinien zawierać żadnych oświadczeń dotyczących miejsca ani zgrubnych kształtów (oświadczenia dotyczące miejsca w celu ochrony miejsca w celu zapewnienia zgodności z przepisami lub podobne będą nadal obecne). Na tym etapie powinna odbywać się koordynacja na poziomie poszczególnych obiektów. Koordynacja powinna być interdyscyplinarna i koncentrować się tylko na poważnych kolizjach (np. kolizjach głównych rurociągów z podporami i ścianami oraz urządzeniami oraz wymaganiami remontowymi ale tylko jako zasygnalizowanie z podaniem wymagań dla ich przyszłego projektowania wykonawczego). Koordynacja dotyczy będzie w szczególności architektów, inżynierów budowlanych i konstruktorów (inżynierów mechaniczno-technologicznych).

6/ Dane o wszystkich instalacjach/układach stanowiących technologiczny element funkcjonalnie wyodrębniony zostaną uzupełnione o podstawowe informacje jak parametry wejściowe i wyjściowe (ciśnienia, temperatury, przepływy) na podstawie obliczeń bilansowych dla różnych stanów eksploatacyjnych IKE (zimny w stanie gotowości IKE, ciepłe minimum eksploatacyjne IKE:

- w momencie załączenia turbozespołu tzn. gdy można podać parę z reaktora HTGR/25-30%/ nominalnej mocy,
- 50% nominalnej mocy cieplnej dostarczone do IKE,
- 80% nominalnej mocy dostarczone do IKE,
- 100% nominalnej mocy dostarczonej do IKE oraz
- w stanach jak w załączniku nr 2 do OPZ-

Dotyczy to w szczególności takich obiektów/układów/systemów/urządzeń jak turbozespół z głównymi niezbędnymi urządzeniami wymaganymi jako komponenty wspólnej dostawy, reboiler (w oparciu o dane uzyskane przez Zamawiającego w etapie projektu koncepcyjnego), węzeł ciepłowniczy, układ rozruchu i odstawienia (SSCS), układy kierujące ścieki, aerozole i powietrze do części jądrowej celem oczyszczenia ze skażeń radioaktywnych, na podstawie założeń jak w OPZ i niezbędnych ustaleń z Zamawiającym w trakcie realizacji PP. Jeśli informacje i parametry wyjściowe i wejściowe o niektórych układach/systemach/urządzeniach (dotyczy wyraźnie wymienionych w niniejszym OPZ) nie będą jeszcze dostępne w trakcie realizacji PP, należy uwzględnić je mimo wszystko w bilansie z doświadczenia Projektanta oraz zgodnie z wymaganiami jak w niniejszym OPZ.

7/ Zamawiający oczekuje, że Projektant przedstawi mu wszelkie niezbędne bilanse energetyczne, bilanse wody użytej do eksploatacji (ilości pobranej wody surowej, ilości ścieków i straty), a w trakcie realizacji PP będzie zwracał szczególną uwagę na oszczędne gospodarowanie wodą.

8/ Zamawiający zwraca uwagę Projektantowi, że wszelkie obliczenia, bilanse, i dane dotyczące osiągow, parametrów czynników, wymiarów i gabarytów, powierzchni (poza całkowitą powierzchnią przeznaczoną dla HTGR traktowana jako maksymalna oraz poza parametrami wejściowymi i wyjściowymi do/z wytwornicy pary) podane w niniejszym OPZ są wstępne i wymagają potwierdzenia po sprawdzeniu i analizie Projektanta.

9/ Dotyczy budynku rozdzielni ze sterownią: Chociaż Zamawiający wymaga aby projekt tego budynku był sporządzony jako konwencjonalna konstrukcja, jednak istnieje potencjalna możliwość, że instytucja licencjonująca HTGR zażąda spełnienia poniższych postulatów dla budynku ze sterownią i rozdzielnią (i zasilaniem awaryjnym). Projektant dla takiego przypadku uzupełni swój PP budynku rozdzielni ze sterownią o opcjonalne wymagania konstrukcyjno-budowlane oraz o koncepcję rozwiązań jakie należałoby zastosować w przyszłym projekcie zamiennym PP (nie objętym niniejszym postępowaniem) aby spełnić postulat jak niżej: budynek rozdzielni z pomieszczeniem sterowni ma być odporny na wstrząsy sejsmiczne. Budynek należy przystosować do zapewnienia odporności konstrukcyjnej ze względu na możliwość wystąpienia zewnętrznych zjawisk naturalnych tj. odporności budynku na trzęsienia ziemi do 0,3g).

2.2. Opis instalacji konwersji energii – część technologiczna

2.2.1. Opis lokalizacji HTGR

HTGR zlokalizowany będzie na terenie Narodowego Centrum Badań Jądrowych w Otwocku. Jego dokładne usytuowanie zostanie określone w kolejnym etapie projektowania po przeprowadzeniu badań i analiz środowiskowych dla obu części planowanej inwestycji tj. części jądrowej i części konwencjonalnej. Jednak Projektant winien w branży budowlanej i architektonicznej PP uwzględnić dostępne dane dot. warunków atmosferycznych na terenie NCBJ tj. maksymalne opady, temperatury, róża i siła wiatrów.

2.2.2. Założenia technologiczne dla IKE

Jako istotne wstępne założenia Zamawiającego należy uznać m.in.:

- Sprawność konwersji ciepła wytwarzanego w wytwornicy pary na energię użyteczną jest zmienna i w zależności od udziałów poszczególnych strumieni może wynosić od ok. 36% do ok. 88%.
- Układ konwersji energii umożliwi bezpieczną pracę obiektu z granicznym obciążeniem turbozespołu parowego na zakładanym wstępnie poziomie 30% z jej krótkotrwałym obniżeniem do 25% mocy nominalnej.
- Proponuje się, żeby para z upustu ciepłowniczego zasilala wymienniki ciepłownicze para/woda (przyjęto układ 2x100%) w pętli grzewczej, z której za pomocą wymienników woda/woda będzie kierowane do układu dla użytkowników końcowych. Wodna pętla grzewcza stanowić będzie barierę ciśnieniową dla przenikania zanieczyszczeń/skażenia z turbinowego obiegu para-woda do wody sieciowej i zanieczyszczeń z wody sieciowej do turbinowego obiegu para-woda. Rozwiązanie to w pełni zabezpiecza użytkownika końcowego poprzez kontrolę kierunku propagacji zanieczyszczeń w częściowo nieszczelnych wymiennikach przeponowych, co jest dość typową sytuacją ruchową.
- Przyjęto wstępnie w ramach obliczeń Zamawiającego moc układu wody chłodzącej na poziomie 24 MW w warunkach letnich, co umożliwić będzie pracę turbiny parowej z pełnym obciążeniem kondensacyjnym w przypadku braku odbioru ciepła użytkowego z układu. Na obecnym etapie przyjęte zostało zapotrzebowanie na odbiór ciepła z pomocniczego obiegu wody chłodzącej PE w części konwencjonalnej (dla potrzeb eksploatacyjnego chłodzenia układów komponentów operacyjnych w budynku reaktora - KAB i KAE) na poziomie 1,8 MW (przy normalnej pracy). W przypadku pojawienia się potrzeby zwiększenia wydajności układu chłodzenia wynikającego z wyższego zapotrzebowania układu PE (jest to udział w mocy całkowitej układów nie będących układami bezpieczeństwa obiegu pierwotnego określonych wstępnie na 5,3 MW), konieczne będzie odpowiednie powiększenie wydajności jednostkowej dla celek chłodni wentylatorowych mokrych a co za tym idzie mocy elektrycznych wentylatorów a także mocy pomp obiegowych układu PE. Zamawiający dopuszcza zastosowanie alternatywnych rozwiązań jednak tylko przy zastosowaniu kryterium niezawodności ekonomiki budowy i eksploatacji oraz gospodarowania gruntem.
- Realizacja projektu budowy obiektu z reaktorem HTRG o mocy 30 MW dzięki wykorzystaniu układu konwersji energii pozwoli na wytworzenie energii użytecznej pod postacią:

- a) Wysokotemperaturowego ciepła technologicznego w sprzęgniętym z układem konwersji energii procesem przemysłowym. Maksymalna ilość wysokotemperaturowej pary w układzie reboilera wynosi ok. 25 t/h, przy czym dotyczy to pracy wytwornicy pary z mocą nominalną 30MW i przy minimalnym obciążeniu turbozespołu parowego (gdy turbozespół zasila jedynie potrzeby własne HTGR).
- b) Energii elektrycznej produkowanej na potrzeby własne obiektu jądrowego oraz NCBJ z możliwością bieżącej sprzedaży jej nadwyżki do zewnętrznej sieci elektroenergetycznej. Maksymalna moc elektryczna brutto wynosi ok. 11MW, przy czym dotyczy to pracy wytwornicy pary z mocą nominalną 30MW oraz bez poboru pary do reboilera i pracy członu ciepłowniczego.
- c) Ciepła użytkowego w wodzie sieciowej na wewnętrzne potrzeby NCBJ (zarówno grzewcze jak i po przetworzeniu w sprężarkach adsorpcyjnych do produkcji wody mocno schłodzonej). Maksymalna moc członu ciepłowniczego wynosi ok. 16MW, przy czym dotyczy to pracy wytwornicy pary z mocą nominalną 30MW oraz bez poboru pary do reboilera.
- Zamawiający oczekuje, że przyjęte w PP rozwiązania pozwolą na wieloletni okres użytkowania sięgający minimum 40 lat.
 - IKE współpracująca z reaktorem HTGR powinna być zdolna do obciążenia cieplnego procesowego od 25-30 do 80% obciążenia w tempie 10% na godzinę i od 80 do 100% obciążenia przy 5% na godzinę.
 - Instalacja powinna być zaprojektowana tak, aby kontynuować pracę podczas całkowitej utraty zapotrzebowania na wysokotemperaturowe ciepło technologiczne wykazując się stabilną pracą w trybie wytwarzania energii elektrycznej i ew. ciepła użytkowego w wodzie grzewczej/ciepłej.
 - Instalacja powinna wspierać operacyjną możliwość kogeneracyjnego wytwarzania ciepła grzewczego podczas wytwarzania energii elektrycznej.
 - Para do turbiny parowej będzie parą bezpośrednio uzyskaną z wytwornicy. Wstępnie przyjmuje się, że przełyk turbiny parowej a co za tym idzie cały obieg energetyczny zwymiarowany będzie na 100% (+5%) strumienia pary świeżej z wytwornicy (dla mocy nominalnej) przy niepracującym odbiorze przemysłowym tj. ok. 42 t/h (+2.1 t/h).
 - Zmienność strumienia pary produkowanej w reboilerze dla odbioru przemysłowego od 0 t/h do granicznej wartości maksymalnej (wstępnie określonej ze względu na układ cieplny turbozespołu tj. 25 t/h).
 - Projektant zapewni możliwie największą stabilność pracy IKE zarówno podczas wytwarzania energii elektrycznej jak i ciepła do celów przemysłowych i wykaże to w przedłożonych Zamawiającemu bilansach cieplno-przepływowych (masowych) dla wszystkich głównych stanów eksploatacyjnych w tym stanów odbiorów energii . Stabilność wytwarzania ciepła do celów użytkowych (c.w.u., woda grzewcza, itp.) jest ważne, ale drugorzędne wobec wytwarzania energii elektrycznej na potrzeby własne HTGR i ciepła do celów przemysłowych.
 - **Zamawiający przyjął następujące główne parametry technologiczne HTGR jako niepodlegające zmianie:**

Parametr	Wartość
----------	---------

Nominalna moc cieplna wytwornicy pary (SG)	30 MW _t
Minimalna moc cieplna wytwornicy pary (SG)	9 MW _t
Ciśnienie pary świeżej na wylocie z wytwornicy pary (SG)	138 bar
Temperatura pary świeżej na wylocie z wytwornicy pary (SG)	565°C
Ciśnienie wody zasilającej na wlocie do wytwornicy pary (SG)	158 bar
Temperatura wody na wlocie do SG	214 °C

- Pozostałe założenia wyjściowe dotyczą odbiorów ciepłowniczych, których temperaturę ograniczono do ok. 98°C, co umożliwi m.in. zastosowanie atmosferycznego akumulatora ciepła. Zamawiający oczekuje propozycji Projektanta odnośnie zabudowy obiektu akumulatora ciepła. Także swoich propozycji najnowszych rozwiązań. Wśród nich może się znaleźć np. akumulator ciepła elektryczny, zasilany nadwyżką energii elektrycznej z turbozespołu HTGR.
- Pozostałe parametry w obiegu wtórnym para-woda będą wynikać z obliczeń bilansowych (cieplno-masowych) dla przyjętej przez Projektanta struktury schematu cieplnego IKE. Powinna być możliwa praca turbozespołu z maksymalizacją: produkcji energii elektrycznej, przy maksymalizacji produkcji cieplnej, przy maksymalizacji przemysłowego odbioru pary świeżej lub w układzie kombinacji poszczególnych odbiorów.
- Obowiązują: zachowanie minimalnego i bezpiecznego obciążenia turbiny (w zależności od przyjętego rozwiązania turbozespołu) oraz zachowanie stabilnego odbioru pary z wytwornicy pary i produkcji energii elektrycznej na potrzeby własne.

Wstępne założenia dla reboilera do wykorzystania przy projektowaniu zasilania, planie zagospodarowania i planie generalnym, zaprojektowaniu zasilania i obliczeń z uwzględnieniem parametrów wejściowych i wyjściowych do/z reboilera:

DANE DLA REBOILERA *	
Ciśnienie pary świeżej na wlocie do reboilera z IKE	ok. 135 bar
Temperatura pary świeżej na wlocie do reboilera z IKE	ok. 563 °C
Przepływ pary świeżej na wlocie do reboilera z IKE	25 t/h
Ciśnienie pary na wylocie z reboilera (z powrotem do IKE)	ok. 131 bar
Temperatura na wylocie z reboilera (z powrotem do IKE)	ok. 162 °C
Przepływ czynnika (wody/ pary) do/ z instalacji demonstracyjnej	ok. 20 t/h
Ciśnienie czynnika z instalacji demonstracyjnej do reboilera	ok. 120 bar
Temperatura wody z instalacji demonstracyjnej do reboilera	150 °C
Ciśnienie pary na wylocie z reboilera do instalacji demonstracyjnej	ok. 116 bar
Temperatura pary na wylocie z reboilera do instalacji demonstracyjnej	ok. 545 °C

*) Parametry wstępne, założeniowe.

Uwaga: Parametry wylotowe mogą podlegać uzgodnieniom na wniosek Projektanta w porozumieniu z projektantem reboilera i za pośrednictwem Zamawiającego.

Dopuszcza się:

- obniżenie temperatury pary świeżej (na We do reboilera) do poziomu 540°C
- obniżenie temperatury pary produkowanej w reboilerze dla odbiorcy przemysłowego np. do 520°C
- obniżenie przepływu pary przez reboiler, w przypadku takiej konieczności, przy czym nie niżej niż do 15 t/h

Przedmiotem przyszłego projektowania będzie **reboiler** służący do odseparowania wysokotemperaturowego czynnika w postaci pary wodnej dla potrzeb zewnętrznego obiegu przemysłowego od zasilanego z wytwornicy pary obiegu wtórnego (IKE). Obiekt zwany reboilerem składa się z trzech stref wymiany ciepła /wymyenników; od

strony gorącej są to: schładzacz pary świeżej, skraplacz i schładzacz skroplin, a od strony zimnej są to: podgrzewacz kondensatu powrotnego, parownik i przegrzewacz pary wtórnej kierowanej do odbioru przemysłowego. Reboiler obejmuje:

- A. Trzy strefy wymiany ciepła tj. podgrzewacza wody, parownika i przegrzewacza pary wodnej, w szczególności składający z trzech niezależnych wymienników ciepła odpowiadających ww. strefom wody, pary wodnej nasyconej i pary przegrzanej,
 - Armaturę na granicach dostawy zespołu urządzeń włącznie i w obrębie zespołu urządzeń: zawory sterujące – regulacyjne, w tym zawory sterowane na wlocie i wylocie po stronie zimnej i gorącej oraz wewnątrz zespołu urządzeń, zawory bezpieczeństwa, rozprężne, odwadniające, spustowe i odpowietrzające dla procesu wymiany ciepła.
- B. Komplet czujników AKPIA zabudowanych bezpośrednio na elementach wymiany ciepła dla sygnałów kontrolnych procesu wymiany ciepła i dla nadzoru warunków w tym rejestracji parametrów istotnych dla bezpiecznej eksploatacji,
- C. Szafę sterowniczą do której będą skierowane wszystkie sygnały sterujące, regulacyjne i pomiarowe. Sterowanie/regulacja ma zachodzić poprzez zewnętrzny system DCS wg dostarczonego przez dostawcę/projektanta zespołu reboilera algorytmu obsługowego,
- D. Zewnętrzne obudowy bezpieczeństwa dla urządzeń w tym ochronny płaszcz ciśnieniowy/zbiornik - pokryty izolacją wewnętrzną do odprowadzenia pary na zewnątrz w przypadku rozszczelnienia się obiegów ciśnieniowych.
- E. Instalację wszystkich branż do eksploatacji i remontów reboilera.

Na podstawie wstępnych projektów/obliczeń reboilera Zamawiający informuje, że wstępne wymiary głównych urządzeń reboilera (bez fundamentów) przedstawiają się następująco:

- Parownik z walczykiem parownika: W = ok. 3,5 m; L = ok. 9,5 m; H = 5,5 m.
- Podgrzewacz wody (ECO): W = ok. 1,2 m; L = ok. 5,0 m; H = 1,8 m.
- Przegrzewacz pary: W = ok. 1,5 m; L = ok. 8,5 m; H = 2,3 m.

2.2.3. Założenia eksploatacyjne dla IKE

Przewidziano możliwość pobrania strumienia pary wysokotemperaturowej poprzez zespół reboilera na cele przemysłowe. Zarówno układ reboilera jak i możliwość bezpośredniego podawania pary świeżej dla odbiorcy przemysłowego wymaga bardziej szczegółowego zdefiniowania na etapie projektu podstawowego.

Przedstawione rozwiązania mogą podlegać adaptacji przez Projektanta w oparciu o doświadczenia i referencje poszczególnych producentów urządzeń, którzy w obecnej praktyce przemysłowej oferują zwykle całe węzły technologiczne z dedykowanymi i sprawdzonymi rozwiązaniami w ramach typoszeregu fabrycznego.

Zaproponowane rozwiązanie IKE jest stosunkowo niewielkim, jak na warunki przemysłowe, źródłem pary, czemu odpowiada względnie prosty model turbiny ciepłowniczo-kondensacyjnej z dwoma upustami i przy bilansowaniu potrzeb cieplnych odgazowycza z użyciem zredukowanej pary świeżej.

Rozwiązanie ma mieć na celu stabilizowanie odbioru pary z wytwornicy pary, ciągłość procesu technologicznego w różnych stanach ruchowych turboszespołu bez konieczności przełączeń lub włączania do ruchu układów technologicznych w zależności od wielkości obciążenia reaktora, oraz chęcią uzyskania wysokiej dyspozycyjności układu. Projektant może zaproponować rozwiązania alternatywne ale tylko dla usprawnienia, poprawienia stabilności i niezawodności pracy IKE i przekazywania energii wszystkim odbiorom zewnętrznym oraz potrzebom własnym HTGR.

Jednym z istotnych zagadnień, jakie wymaga dalszych uzgodnień, jest możliwość pracy wytwornicy pary na parametrach poślizgowych tzn. częściowej redukcji ciśnienia i temperatury pary z wytwornicy (i analogicznej redukcji temperatury i ciśnienia wody zasilającej na zasilaniu wytwornicy) przy redukcji obciążenia cieplnego wytwornicy pary. Zakłada się przystosowanie układu cieplnego do obu rodzajów pracy tj: albo pracy ze stałymi, albo poślizgowymi parametrami wytwornicy.

Minimalny, trwały pobór mocy użytkowej z reaktora HTGR przyjęto jako 25-30% mocy nominalnej, co wiąże się z zapewnieniem odbioru odpowiedniej wielkości strumienia pary z wytwornicy oraz zapewnieniem mocy elektrycznej przy pracy wyspowej turbozespołu na potrzeby własne zakładu.

Przyjęto, że maksymalne (moc zainstalowana) zapotrzebowanie na ciepło w grzewcze w wodzie sieciowej przez obiekty NCBJ wynosiłoby:

- Ciepło na potrzeby ogrzewania: 8,5 MWt
- Ciepło użytkowe (c.w.u.): 0,5 MWt

NCBJ posiada aktualnie warunki dostarczania energii elektrycznej z sieci dystrybucyjnej określające moc przyłączeniową na 5,9 MWe. Na obecnym etapie przyjmuje się, że w warunkach eksploatacyjnych zapotrzebowanie to jest zmienne, ale nie przekracza maksymalnej wielkości określonej na dzień sporządzenia OPZ na 5,0 MWe.

Uwaga: Ponieważ aktualnie kolejne obszary inwestycyjne (obejmujące m.in. instalacje wstępnego schłodzenia helu w Polfelu czy też serwerownie CIŚ I i CIŚ II) znajdują się w różnych fazach rozwoju, może się pojawić w NCBJ zapotrzebowanie zarówno na zwiększoną moc cieplną w wodzie grzewczej jak i energię elektryczną. Zasadne zatem będzie pokazanie maksymalnych możliwości produkcyjnych układu konwersji energii – będzie to wartość osiągalna przy nominalnej mocy cieplnej wytwornicy pary wynoszącej 30 MWt i przy braku odbioru wysokotemperaturowej pary przez układ przemysłowy oraz współpraca z działem technicznym NCBJ.

2.2.4. Opis układu technologicznego IKE (instalacji konwersji energii)

Para z wytwornicy pary (SG) kierowana jest rurociągiem pary świeżej do:

- turbozespołu,
- stacji redukcyjno-schładzającej stanowiącej obejście turbiny parowej,
- reboilera, oraz
- poprzez stacje redukcyjno-schładzające do
 - odgazowywacza,
 - zbiornika wody zasilającej w części wodnej,
 - układu uszczelnień turbiny,
 - układu smoczków parowych niezbędnych do wytworzenia i podtrzymywania próżni w skraplaczu oraz
 - innych odbiorów cieplnych, szczególnie w okresie początkowego rozruchu.

Wstępny podgrzew wody jest niezbędny dla zapoczątkowania procesów technologicznych np. podgrzania wody zbiorniku wody zasilającej, przygotowania wody w procesie produkcji wody zdekarbonizowanej i zdemineralizowanej, wytworzenia poduszki parowej i aby zapobiegać zamarzaniu wody w układach chłodzących.

W układzie dolotowym pary świeżej do turbiny występuje potrójny układ zaworów, główna zasuwa parowa, zawór szybkozamykający i zawory regulacyjne.

Turbina posiada obejście w postaci stacji redukcyjno-schładzającej ze zrzutem pary do kondensatora. Stacja poprawia warunki rozruchu turbiny i przejmie strumień pary świeżej przy awaryjnym wypadnięciu turbozespołu z powodu awarii mechanicznej lub elektrycznej.

Główne rurociągi parowe pary świeżej przyjmuje się jako jednonitkowy układ rurociągów pary świeżej. Wszystkie odbiory pary świeżej mają mieć podwójne odcięcia z zaworami obejściowymi dla wyrównania ciśnienia i złączenia procesu wygrzewania sekcji rurociągów za zaworami.

Odbiory pary mają być zabezpieczone zaworami szybkozamykającymi, co dotyczy turbiny, stacji obejściowej turbiny, stacji zasilającej kolektor pary technologicznej oraz zasilania reboilera.

Szybkie odcięcie ma zapobiec gwałtownemu rozprężaniu się pary w sytuacji rozszczelnienia się rurociągów po stronie odbioru pary.

Proces nagrzewania i obciążania ciśnieniem rurociągów pary świeżej podlega ciągłej kontroli. W końcowej fazie wygrzewania rurociągów wymagane jest zachowanie dynamiki zmian temperatury w rurociągach pary świeżej poniżej 3%/min.

Uwaga: Projektant rozpatrzy i o ile uzna za potrzebne dla zwiększenia niezawodności i ciągłości pracy IKE zaproponuje w PP zabudowę pomocniczego kolektora pary technologicznej (zasilanego poprzez stację redukcyjno-schładzającą z pary świeżej), z którego zredukowana para doprowadzana będzie do powyższych odbiorów.

Wstępny podgrzew wody jest niezbędny dla zapoczątkowania procesów technologicznych np. podgrzania wody w zbiorniku wody zasilającej, przygotowania wody w procesie produkcji wody zdekarbonizowanej i zdemineralizowanej, wytworzenia poduszki parowej i aby zapobiegać zamarzaniu wody w układach chłodzących.

W układzie dolotowym pary świeżej do turbiny występuje potrójny układ zaworów, główna zasuwa parowa, zawór szybkozamykający i zawory regulacyjne.

Turbina posiada obejście w postaci stacji redukcyjno-schładzającej ze zrzutem pary do kondensatora. Stacja poprawia warunki rozruchu turbiny i przejmie strumień pary świeżej przy awaryjnym wypadnięciu turbozespołu z powodu awarii mechanicznej lub elektrycznej.

Turbina posiada dwa upusty:

- upust nieregulowany górny o ciśnieniu pary dla nominalnych warunkach przepływu ok. 17,2 bar abs.
- upust regulowany dolny o ciśnieniu pary dla nominalnych warunków przepływu ok. 1,2 bar abs. wykorzystywany do zasilania dolnego wymiennika regeneracyjnego i wymienników ciepłowniczych w pętli grzewczej.

Przepływ pary w części wylotowej turbiny może być zdławiony regulowaną diafragmą dla podtrzymania ciśnienia w upuście regulowanym i aby umożliwić optymalne wykorzystanie pary w pośrednim obiegu grzewczym, przy zmiennym przepływie pary przez turbinę.

Kondensat główny jest tłoczony niskociśnieniowymi pompami kondensatu, przechodzi przez Stację Oczyszczania Kondensatu i trafia na ssanie głównych pomp kondensatu, skąd przez pośrednie wymienniki smoczków parowych i układu uszczelnień oraz poprzez dwustopniowy układ podgrzewu regeneracyjnego jest kierowany do odgazowywacza i zbiornika wody zasilającej. Bilans cieplny odgazowywacza jest równoważony przez doływ zredukowanej pary świeżej, jednak zużycie pary jest niewielkie z uwagi na wysoki podgrzew kondensatu głównego, jaki zapewni górny podgrzewacz regeneracyjny.

W zbiorniku utrzymywane są warunki nasycenia przy stałym ciśnieniu roboczym ok. 20,7 bar abs.

Uwaga. Nie przewiduje się zastosowania podgrzewacza wysokoprężnego który, albo nie zapewniłby stabilnej temperatury na zasilaniu wytwornicy, albo byłby wymiennikiem o niskiej sprawności wymiany ciepła i dużej komplikacji w zabudowie np. z uwagi na konieczność przelączania układu odprowadzenia skroplin i konieczność zabudowy układu obejściowego po stronie wody zasilającej.

Ze zbiornika wody zasilającej woda poprzez pompy wody zasilającej (w układzie 4 x 33%) kierowana jest do układów zabezpieczenia i opróżniania wytwornicy pary i dalej trafia do części wodnej wytwornicy pary, gdzie podlega podgrzaniu i odparowaniu skąd w postaci pary świeżej trafia do obiegu para-woda.

Od strony zimnej wymiany ciepła są to: podgrzewacz kondensatu powrotnego, parownik i przegrzewacz pary wtórnej kierowanej do odbioru przemysłowego. Warunki przemysłowego odbioru pary nie zostały jeszcze zdefiniowane i w związku z tym na obecnym etapie pokazano tylko bilansowe możliwości odbioru tego rodzaju pary.

Główne węzły technologiczne obiegu wtórnego, to:

1. Turbozespół parowy wraz z podukładami:
 - a) Wlotowym pary świeżej do turbiny obejmującym zawór szybkozamykający i wlotowe zawory regulacyjne,
 - b) Zasilania parowego uszczelnień turbiny
 - c) Odsysania oparów z uszczelnień turbiny,
 - d) Elektrohydraulicznej regulacji turbiny - sterowanej elektronicznie,
 - e) Zespołu obracarki turbiny,
 - f) Bloku Ograniczeń Termicznych Turbiny (BOTT)
 - g) Olejowym turbiny w tym układy: oleju smarnego, regulującego i lewarowego wraz ze zbiornikiem spływowym, pompami, armaturą i rurociągami olejowymi,
 - h) Przepływowym turbiny z:
 - Diafragmą z napędem zdalnym w części wylotowej turbiny do regulacji ciśnienia w niskoprężnym (ciepłowniczym) dolnym upuście i z kontrolą parametrów pary wylotowej z turbiny do kondensatora i z
 - Natryskiem (awaryjnym) schładzającym parę w części wylotowej turbiny,
 - i) Kondensacji pary wylotowej, która obejmuje gardziel wylotową turbiny do której będzie dołączona wstawka zrzutowa ze stacji obejściowo-zrzutowej turbiny, skraplacz pary oraz próżniowy zbiornik kondensatu tzw. hot well,
 - j) Odsysania i podtrzymania próżni w oparciu o smoczki parowe lub pompy próżniowe - w zależności od doświadczeń producenta turbiny,
 - k) Odwodnień wewnętrznych próżniowych związanych z kondensatorem turbiny,
 - l) Monitorowania turbozespołu, zawierającym m.in. oprzyrządowanie do nadzoru drganiowego (w tym pomiary specjalne) turbiny połączony ze zintegrowanym analizatorem umożliwiającym pełną ocenę stanu dynamicznego turbozespołu,
 - m) Wyposażenia specjalnego niezbędnego dla pracy i remontów turbozespołu (w tym osiowania wirnika turbiny i generatora),
 - n) Izolacji termicznej i akustycznej turbiny,
 - o) Zabezpieczenia ppoż. turbozespołu,
 - p) Suche konserwacji postojowej,
2. Układ pary świeżej, który obejmuje:

- a) Rurociągi pary świeżej między wytwornicą pary i głównymi odbiorami tj. turbiną parową i rebojlerem,
 - b) Zawory odcinające w układzie podwójnego odcięcia z obejściem armaturowym dla wyrównania ciśnienia i stopniowego nagrzewu sekcji rurociągu,
 - c) Zawory bezpieczeństwa i zrzutowe do atmosfery,
 - d) Główną Zasuwę parową w rejonie wlotu pary do turbiny,
 - e) Stacje zrzutowe redukcyjno schładzające:
 - Stację obejściową turbiny,
 - Stację zasilania kolektora pary technologicznej.
3. Układ parowy regeneracji niskoprężnej, który obejmuje:
- a) Dwusekcyjny wymiennik górny regeneracji niskoprężnej,
 - b) Wymiennik dolny regeneracji niskoprężnej, oraz wymienniki ciepłownicze (2x100%) w pośredniej pętli grzewczej,
 - c) Rurociągi i zawory zwrotne z nieregulowanego, górnego upustu turbinowego do zasilania górnego wymiennika regeneracji niskoprężnej,
 - d) Rurociągi i zawory zwrotne z regulowanego, dolnego upustu turbinowego do zasilania dolnego wymiennika regeneracji niskoprężnej oraz do wymienników ciepłowniczych.
4. Układ kondensatu głównego, który obejmuje:
- a) Pompy (pomocnicze) kondensatu głównego do stacji oczyszczania kondensatu (SOK),
 - b) Pompy kondensatu głównego, w układzie 3 x 50% z przetwornicami częstotliwości wraz z układami minimalnego przepływu i układami wody wtryskowej do stacji obejściowej turbiny na linii do podgrzewaczy niskoprężnych i do odgazowywacza,
 - c) Rurociągi i armaturę do wymienników w układzie regeneracji niskoprężnej i do odgazowywacza,
5. Pętla grzewcza obiegu ciepłowniczego - strona wodna,
- a) Wymienniki woda/woda odbioru energii cieplnej,
 - b) Membranowy zbiornik stabilizacji ciśnienia w pętli grzewczej,
 - c) Rurociągi i armaturę do wymienników
6. Stacja odgazowania wody zasilającej obejmująca kompletną stację wraz z:
- a) Zintegrowanym zbiornikiem wody zasilającej,
 - b) Układem rozbryzgowego (lub tacowym) odgazowania,
 - c) Układem parowego, wielo-eżektorowego podgrzewu wody w zbiorniku,
 - d) Zaworami bezpieczeństwa,
 - e) Układem Odprowadzenia oparów.
7. Układ wody zasilającej, który obejmuje:
- a) Pompy w układzie 4 x 33% (w tym jedna rezerwowa) z przetwornicami częstotliwości wraz z układem zaworów minimalnego przepływu z odprowadzeniem wody zrzutowej do zbiornika wody zasilającej,
 - b) Układ korekcji chemicznej składu wody zasilającej,
 - c) Układy rozruchowe, awaryjne i rozprężne Wytwornicy Pary. Projekt w tym zakresie ma być zrealizowany przy bezpośrednim uzgodnieniach z dostawcą wytwornicy pary.
8. Układ odwodnień zewnętrznych – atmosferycznych
9. Układ wody chłodzącej kondensator turbiny głównej (CCW) wraz z systemem czyszczenia kulkowego,
10. Główna instalacja wody chłodzącej oparta o zespolony układ mokrych chłodni wentylatorowych (ilość celek pozostaje do wyboru i ustalenia z Zamawiającym, przy czym należy

wyodrębnić / pogrupować źródła wody do schłodzenia) wraz z zespołami pompowymi dla funkcjonalnie wydzielonych obiegów wody chłodzącej a także instalacją wody uzupełniającej obieg.

11. Układ wody spustowej ze zbiornikiem kondensatu zanieczyszczonego i pompą odprowadzenia odwodnień,
12. Układ wody ruchowej,
13. Stacja Oczyszczania Kondensatu – stacja jest w układzie kondensatu głównego i ma oczyszczać 100% kondensatu, jaki trafi do zbiornika kondensatora turbinowego. W proponowanym rozwiązaniu stacja ta może oczyszczać kondensat główny z nadmiarową wydajnością względem poboru wody przez główne pompy kondensatu w układzie 3 x 50% (w tym jedna rezerwowa) z przetwornicami częstotliwości.
14. Gospodarka przygotowania wody obejmuje:
 - a) Stację przygotowania wody zdemineralizowanej dla potrzeb obiegu para-woda oraz innych obiegów zamkniętych dla których wymaga się najwyższej czystości wraz ze zbiornikami, pompami i rurociągami,
 - b) Stację przygotowania wody zdekarbonizowanej dla potrzeb uzupełniania obiegów chłodniczych wraz ze zbiornikami, pompami i rurociągami,
 - c) Gospodarkę wodą odpadową pochodzącą z obiegu para - woda i z odsalania obiegów chłodniczych,
15. Kocioł parowy rozruchowy do zasilania kolektora pary technologicznej,
16. Instalacja wspomagająca rozruch i odstawienie reaktora HTGR (wytwornicy pary po stronie wodnej/konwencjonalnej) tzw. SSCS.

Zasadę działania obiegu para-woda pokazano na załączonym schemacie technologicznym – Załącznik nr 1 do OPZ „HTGR NCBJ 1. Schemat układu obiegu energetycznego”.

W opisie ze względu na początkowy etap projektowania pominięto pomocnicze węzły cieplne. Niektóre układy będą wymagały redundancji, pominięto również niektóre elementy armatury, których pokazanie nie wnosiłoby wiele do ogólnego obrazu rozwiązań technicznych. Szczegółowe rozwiązania zostaną objęte projektem PP.

2.2.5. Bilanse cieplne IKE

Wstępne obliczenia bilansowe przeprowadzono z wykorzystaniem programu IpsePro. Ich wyniki pokazano poniżej tabelarycznie oraz w Załączniku nr 2 „Wstępne obliczenia bilansowe” do niniejszego SWZ / OPZ.

Przy założonej strukturze połączeń - bilanse pokazują sposób rozdziału mocy cieplnej wytwornicy pary (nominalnie 30 MWt) na moc elektryczną, moc cieplną użytkową i generowanie pary do odbiorcy przemysłowego. Zamawiający oczekuje, że Projektant wykona własne obliczenia cieplne na podstawie własnych rozwiązań, uprzednio zaakceptowanych przez Zamawiającego.

Trzy z wykonanych bilansów są szczególnie charakterystyczne i pokazują maksymalne możliwości układu o projektowanej mocy:

- Bilans 1) - pokazuje maksymalne zdolności generowania energii elektrycznej brutto wynoszą one ok. 10,6 MWe,
- Bilans 2a) - pokazuje maksymalne zdolności generowania mocy cieplnej użytkowej wynosi ona ok. 16,55 MWt,
- Bilans 3) - pokazuje maksymalne zdolności odbioru pary świeżej przez obiekt przemysłowy wynosi ona ok. 25 t/h.

Poniżej, tabelaryczne zestawienie wyników wstępnych obliczeń bilansowych ciepłych IKE:

Wyszczególnienie (oznaczenie bilansu)	Moc SG	PSW z SG	PSW do TZ	PSW do Rebojlera	PSW do OC	Strumień pary do KO	Ciepło użytkowe	En brutto na wale	Moc energii użytkowej	Sprawność wytwarzania energii użytkowej
	[MWt]	[t/h]	[t/h]	[t/h]	[t/h]	[t/h]	[MWt]	[MWe]	[MW]	[%]
1)	30,04	42	40,7	0,1	0,75	27,8	0,11	10,6	10,79	35,9%
2)	30,04	42	40,9	0,1	0,5	9,93	13,3	8,75	22,13	73,7%
2a)	30,04	42	40,91	0,1	0,49	5,55	16,55	8,46	25,09	83,5%
3)	30,04	42	13,73	25	2,77	9,46	0,13	3,33	23,05	76,7%
4)	30,04	42	18,3	20	3,2	4,32	6,7	4,16	26,53	88,3%
4a)	30,04	42	23,35	15	3,15	4,94	9	5,28	26,03	86,7%
4b)	30,04	42	28,4	10	3,1	8,67	9	6,56	23,39	77,9%
5)	26,47	37	18,71	15	2,79	4,62	6,7	4,21	22,66	85,6%
6)	22,89	32	19,11	10	2,39	4,92	6,7	4,31	18,84	82,3%
7)	19,31	27	19,16	5	2,34	5,68	6,7	4,43	15,05	77,9%
8)	15,74	22	19,82	0,1	1,58	5,44	6,7	4,49	11,27	71,6%
8a)	17,88	25	22,6	0,1	1,79	4,39	9	5,04	14,12	79,0%
9)	10,73	15	13,08	0,1	1,32	9,65	0,1	3,26	3,44	32,0%
9a)	9,01	12,6	10,89	0,1	1,11	7,98	0,1	2,7	2,88	31,9%

Słownik skrótów zastosowany w tabeli wyników obliczeń bilansowych:

SG – Wytwornica pary (Steam Generator),

PSW – Strumień pary świeżej,

TZ – Turbozespół,

OC – Odgazowywacz,

KO – Kondensator turbiny parowej,

Ciepło użytkowe - Moc wymiany ciepła wymiennika ciepłowniczego w pętli grzewczej,

En brutto na wale – Moc elektryczna brutto - jako moc mechaniczna na wale generatora.

Wstępne wyniki bilansowe można w stosunkowo prosty sposób aproksymować - przy zachowaniu proporcji - dla wytwornicy o mocy wyższej i niższej niż 30 MWt.

Oceniając wstępne wyniki można zauważyć niezbyt wysoką sprawność generowania energii elektrycznej tj. na poziomie ok. 30% i w związku z tym widać celowość maksymalizacji wykorzystywania ciepłej energii użytkowej.

Zamawiający oczekuje – dla pełniejszego wykorzystania energii cieplnej aby Projektant, zaproponował takie rozwiązania i urządzenia, które ograniczałyby zużycie energii elektrycznej przez wentylatorowy układ chłodzący oraz zmniejszył straty parowania i odsalania układu chłodzącego. Projektant przeprowadzi w PP analizę zużycia i wykorzystania energii cieplnej w układzie chłodzącym.

2.2.6. Turbozespół parowy upustowo-kondensacyjny IKE

W technologii energetycznej z uwagi na szczególnie wysokie koszty inwestycyjne całości przedsięwzięcia wymaga się zastosowania szczególnie sprawdzonych rozwiązań technicznych urządzeń w odniesieniu do:

- turbozespołu, osprzętu pomocniczego turbiny, systemu kontroli i nadzoru ruchu turbiny,
- dwuzaworowych stacji redukcyjno-schładzających stanowiących zasilanie kolektora pary technologicznej i obejście turbiny parowej,
- sterowanych zaworów bezpieczeństwa,
- stacji odgazowania wraz ze zbiornikiem wody zasilającej,
- układów pompowych kondensatu głównego i pomp wody zasilającej.

Poza aspektem bezpieczeństwa, ww. obiekty i urządzenia powinny charakteryzować się wysoką niezawodnością i gotowością do pracy w różnych stanach cieplnych w ten sposób, aby nie wprowadzały dodatkowych ograniczeń czasu rozruchu turbozespołu (co jest istotne dla zsynchronizowania z czasem uruchomienia reaktora HTGR) lub, aby nie zachodziła konieczność uwalniania znacznych ilości pary z obiegu para-woda na zewnątrz obiegu cieplnego.

Z uwagi na stosunkowo niewielką moc turbozespołu i badawczą charakterystykę obiektu należy przyjąć prymat prostoty rozwiązań względem komplikacji układu technologicznego tzn. np. zachować ciągłość procesu technologicznego w całym zakresie użytkowym turbiny bez konieczności przetęczeń w zależności od obciążenia turbiny.

Uwaga dla Projektanta: Rozwiązania pokazane na schemacie technologicznym stanowią jedno z możliwych rozwiązań połączeń turbozespołu (upustów) z odbiornikami pary. Układ ten może dla osiągnięcia oczekiwanych parametrów zostać zoptymalizowany w oparciu o oferowany/-e (wstępnie/budżetowo) przez dostawcę/-ów / producenta/-ów turbozespół (wraz z instalacjami towarzyszącymi) za we współpracy z Projektantem. **Ostateczny dobór parametrów, liczby i ciśnienia upustów dokona Projektant po uzgodnieniach z dostawcą dostawcy/producenta turbozespołu (zalecane : wraz z wyspą turbinową).** Zamawiający rozpoczął już rozmowy i wstępne ustalenia z producentami/dostawcami turbozespołu oraz reboilera. Projektant uzyska dostęp do materiałów z tych rozmów. Projektant zostanie upoważniony przez Zamawiającego do kontynuacji tych rozmów.

Jednak wymóg uzyskania możliwie najszerszego zakresu dostaw od każdego producenta/dostawcy i dostosowania się do parametrów wyjściowych z wytwornicy pary, do wielkości potrzeb własnych części jądrowej, zmienności zapotrzebowania instalacji „przemysłowej” oraz „ciepłownictwa”, elastyczności („nadążności”) turbozespołu oraz całego IKE wobec obciążenia części jądrowej HTGR (reaktora) winny pozostać nadrzędne.

Odbiór pary na cele ciepłownicze w rejonie stopni wylotowych turbiny poprawiają ekonomię wykorzystania energii cieplnej z wytwornicy pary. Pewne szczegółowe rozwiązania powinny być jeszcze na etapie PP uzgadniane z wybranymi producentami turbin ciepłowniczo-kondensacyjnych w celu przyjęcia optymalnych rozwiązań tj. łączących pracę ciepłowniczą i kondensacyjną turbiny.

Istotnym aspektem będzie możliwość pracy poślizgowej wytwornicy pary tj. przy zmiennej temperaturze i ciśnieniu pary na wylocie z wytwornicy w zależności od obciążenia wytwornicy. Poprawi to warunki regulacji turbiny i ograniczy zużycie energii elektrycznej na potrzeby własne tj. głównie zmniejszy zużycie energii na pompowanie wody zasilającej i kondensatu.

Zamawiający oczekuje, że zaoferowany (wstępnie/budżetowo) zostanie turbozespół o w pełni rozpoznanych własnościach użytkowych i o walorach rozpoznanych na podobnych do IKE obiektach referencyjnych.

Uwaga: Zakres przyszłej oferty (wstępnej/budżetowej) od dostawcy/producenta turbozespołu (z wyspą turbinową) obejmuje przyszłą fizyczną dostawę urządzeń oraz typowy komplet usług związanych z dostawą. Dostawa obejmowałaby również te dodatkowe elementy instalacji/urządzeń, które nie zostały wyszczególnione, lecz są niezbędne dla poprawnego funkcjonowania i stabilnego działania instalacji, jak również dla spełnienia oferowanych gwarancji funkcjonalnych sprawnej i bezawaryjnej pracy w okresie minimum 30 lat. Ponadto, Zamawiający oczekuje, że turbozespół parowy upustowo-kondensacyjny zostanie zaoferowany (wstępnie/budżetowo) przez dostawcę wraz z wyspą turbinową tj. z kompletem urządzeń wyposażenia technologicznego złożonego **co najmniej** z:

- kompletna turbina parowa,
- rama/płyta fundamentowa pod turbozespół (wraz z założeniami dla realizatora projektu części budowlanej),
- sterowany hydraulicznie zawór szybkozamykający z zabudowanym sitem parowym,
- zawory regulacyjne na wlocie do turbiny,
- diafragma z napędem zdalnym w części wylotowej turbiny do regulacji ciśnienia w upuście niskoprężnym (ciepłowniczym) i z kontrolą parametrów pary wylotowej z turbiny do kondensatora przez natrysk schładzający pary wylotowej z turbiny,
- kompletna stacja obejściowo-zrzutowa turbiny po stronie pary świeżej do kondensatora składająca się ze sterowanymi hydraulicznie: zaworem odcinającym i regulującym oraz układu chłodzenia wtryskowego w oparciu o kondensat główny,
- kłapy zwrotne dla każdego upustu pasywne i z napędami zdalnymi,
- membrana bezpieczeństwa na wylocie turbiny, zawory bezpieczeństwa dla upustów (jeżeli wymagane)
- obracarka turbozespołu z napędem elektrycznym,
- gospodarka olejowa (kompletne systemy oleju smarowego, lewarowego i regulacyjnego wraz z rurociągami),
- kompletny układ pary uszczelniającej (wraz ze skraplaczem oparów, dmuchawami odsysającymi opary w układzie 2x100%, rurociągami i armaturą),
- układ kondensacji pary dławnicowej (chłodnica pary z uszczelnieniami wraz z kompletem armatury i opomiarowaniem),
- kondensator pary wylotowej turbiny wraz ze zbiornikiem kondensatu głównego przystosowany do podłączenia rurociągów wody chłodzącej wraz z układem podtrzymania próżni w oparciu o smoczki parowe lub pompy próżniowe z pierścieniem wodnym z odprowadzeniem oparów na zewnątrz boksu turbinowego (wraz z opomiarowaniem, zaworami bezpieczeństwa, itp.),
- kompletny układ oczyszczania kondensatu tj. ze Stacją Oczyszczania Kondensatu,
- wymienniki regeneracji niskoprężnej (wraz z opomiarowaniem, zaworami bezpieczeństwa, itp.),
- pompy kondensatu zanieczyszczonego tłoczącego kondensat do stacji oczyszczania kondensatu,
- pompy kondensatu głównego podłączone kolektorowo do zbiornika kondensatora turbinowego i tłoczącego kondensat do układu regeneracji niskoprężnej,
- wymienniki ciepłownicze pętli grzewczej (sprzęgła hydraulicznego) z membranowym zbiornikiem stabilizacji ciśnienia (wraz z opomiarowaniem, zaworami bezpieczeństwa, itp.),
- zamknięty układu wody ruchowej w oparciu o chłodnice woda/woda zasilane z układu wody chłodzącej dla wszystkich pomocniczych obiegów chłodzących w maszynowni

- kompletny układ odwodnień i odpowietrzeń w obrębie boksu turbinowego (z rozprężaczami przyturbinowymi, zbiornikami kondensatu, armaturą i rurociągami),
- Instalacja rurociągową w obrębie boks turbinowego,
- kompletny generator 50Hz, 3-fazowy synchroniczny wraz ze sprzęgłem, układem wzbudzenia, regulatorem napięcia, układem zabezpieczeń i chłodzeniem powietrznym i wodnym,
- kompletna aparatura kontrolno-pomiarowa: w zakresie czujników pomiarowych i sygnalizatorów oraz przyłączy pomiarowych:
 - lokalne przyrządy pomiarowe, zabudowane bezpośrednio na urządzeniu lub na osobnym stojaku
 - zdalne przyrządy pomiarowe,
 - przewody impulsowe do pomiaru ciśnienia,
 - lokalne skrzynki przyłączeniowe (krosowe) oraz okablowanie pomiędzy skrzynkami zdalnymi przyrządami pomiarowymi
- układ regulacji turbiny,
- system sterowania, nadzoru i zabezpieczeń,
- rozruszniki do pomp olejowych DC (jeśli występują),
- przetwornica lub softstart do obracarki (jeśli wymagana),
- śruby kotwowe dla wszystkich urządzeń mocowanych na fundamencie,
- narzędzia i wyposażenie specjalne nie będące standardowym wyposażeniem ekip montażowych i remontowych ,
- części i elementy szybkozużywające (na okres rozruchu i ruchu regulacyjnego oraz gwarancyjny),
- części zapasowe na okres gwarancyjny,
- inne elementy nie wyspecyfikowane w niniejszym dokumencie i konieczne, aby urządzenie stanowiło całość zdolną do eksploatacji,
- obudowa akustyczną (jeśli wymagana do zapewnienia wymaganego poziomu hałasu),
- fabryczne zabezpieczenie antykorozyjne oraz izolacja termiczna,
- nadzór ze strony Wykonawcy podczas montażu i uruchomienia turbozespołu z generatorem,
- uruchomienie, rozruch kompletnego układu wzbudzenia i regulatora napięcia,
- udział w próbach około synchronizacyjnych i pierwszej synchronizacji.

W ofercie, poza standardowymi informacjami, powinny być:

- Opis techniczny turbozespołu, urządzeń i instalacji pomocniczych,
- Preferowany zakres i granice dostaw (w ramach wyspy turbinowej),
- Główne schematy technologiczne, elektryczne i AKPiA,
- Bilanse ciepłno-masowe dla punktów pracy np. jak wyszczególniono w Załączniku nr 2 do OPZ (wstępne obliczenia bilansowe).
- Dane (parametry) techniczne (ewentualnie rysunki gabarytowe, wymagane miejsce do remontu np. wirnika generatora, wkładu wymiennika regeneracyjnego, warunki zabudowy, itp.):
 - turbiny,
 - generatora,
 - układu wzbudzenia i regulacji napięcia generatora,
 - wymiennika/ów regeneracyjnych i ciepłowniczych.
- Listę głównych odbiorników elektrycznych z podaniem mocy, napięcia, wymagań dotyczących zasilania gwarantowanego AC i DC
- Określenie głównych elementów wraz z ich ciężarami jako wytyczne do doboru suwnicy (minimalna wysokość haka nad osią turbiny),
- Termin dostawy turbozespołu od momentu podpisania kontraktu na jego dostawę,
- Dane do doboru:
 - pomp wody sieciowej na wyprowadzeniu wody gorącej do lokalnego systemu ciepłowniczego (LSC),
 - zamkniętego układu wody chłodzącej, w oparciu o szacowane moce cieplne do przekazania do:
 - kondensatora na wylocie z turbiny (w punktach pracy wyszczególnionych w Załączniku nr 2 do

- OPZ),
- obiegu wody ruchowej (w oparciu o dobrane i zaoferowane urządzenia).
- Informacje o minimalnych dopuszczalnych parametrach eksploatacyjnych pary dolotowej do turbiny oraz minimalnej dopuszczalnej temperaturze pary i dopuszczalnym ciśnieniu pary na dolocie do turbiny w czasie jej uruchamiania.

Preferowane jest zamieszczenie we wstępnej/budżetowej ofercie dostawcy/producenta, wstępnej dyspozycji (Lay out) w układzie 3D, który obejmować będzie lokalizację wskazanych urządzeń z uwzględnieniem komunikacji, transportu oraz pola odkładczego na głównym poziomie obsługowym turbiny.

2.2.7. Charakterystyka turbiny

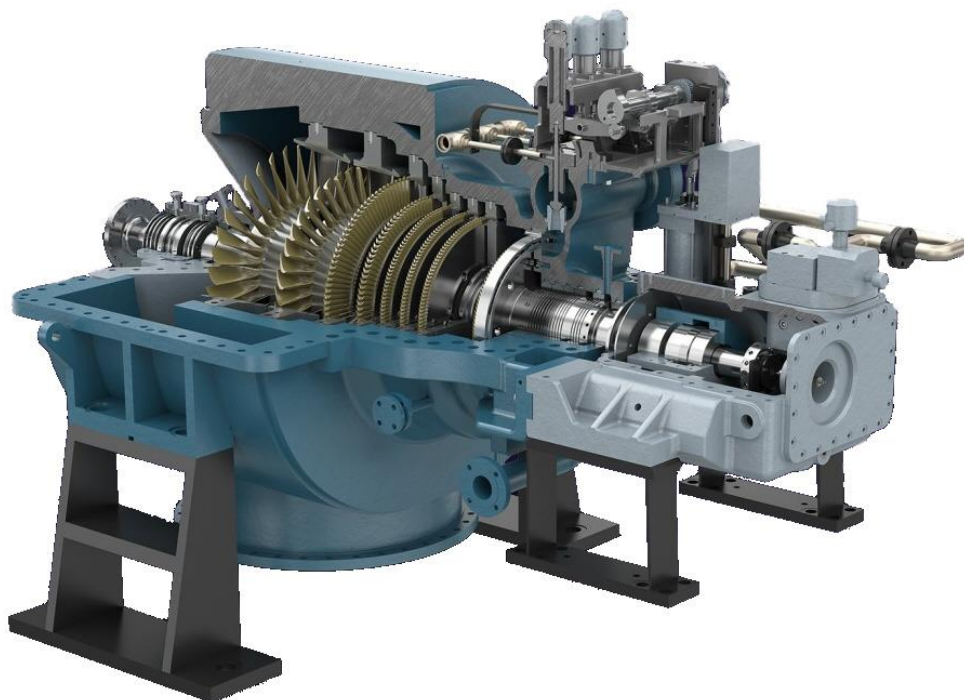
W oparciu o wykonany zestaw wstępnych obliczeń bilansowych turbina charakteryzować się powinna poniższymi podstawowymi parametrami:

- moc nominalna brutto ok. 11 MWe
- zakres zmienności obciążenia
 - wymagany 30÷100% (chwilowe przeciążenie do 105%)
 - oczekiwany 25÷100% (chwilowe przeciążenie do 105%)
- ciśnienie dolotowe pary świeżej 135 bar abs. z odchyłką ciśnienia ±3%
- temperatura pary świeżej ok. 565°C z odchyłką temperatury ±5°C
- upust I nieregulowany
 - ciśnienie nominalne pary 17,2 bar abs.
 - parametry eksploatacyjne 6,0÷18,5 bar abs. / 225÷325°C
- upust II regulowany
 - parametry eksploatacyjne 1,25 bar abs. / 109°C
- pobór pary na cele ciepłownicze 0÷16,5 t/h
- dla nominalnych warunków letnich pracy turbiny przewiduje próżnię na poziomie 0,06 bar abs. / 36°C a dla warunków pełnego zrzutu obciążenia dopuszcza się wzrost temperatury wody chłodzącej do około 50°C.
- przepustowość 42 t/h z odchyłką +5%,

Pewne projektowe prace adaptacyjne dla turbiny mogą dotyczyć części wylotowej turbiny, ponieważ konieczność zbyt głębokiego dławienia diafragmą pary wylotowej może niekorzystnie odbić się na pracy kondensacyjnej turbiny. Układ próżniowy ma być optymalizowany do pracy z zamkniętym obiegiem chłodzącym z chłodniami wentylatorowymi.

Ostateczne ciśnienie kondensacji zostanie przyjęte w PP, po uzgodnieniach z potencjalnymi dostawcami celkowych chłodni wentylatorowych, których konstrukcja przewiduje zabudowę części przegrzewaczowej oparów z chłodni dla uniknięcia rosenia i bliskiego opadu. Część przegrzewaczową będzie stanowić wkład rurowy do którego będzie wpadać ciepła woda podgrzana w kondensatorze. Rozwiązanie to może wskazywać na potrzebę podniesienia temperatury wody chłodzącej w stosunku do typowych rozwiązań chłodni w układach kondensacyjnych.

Indywidualnego zaprojektowania może wymagać kondensator turbiny od którego będzie się wymagać przejścia pełnego strumienia pary z wytwornicy powiększonym o wielkość wtrysku schładzającego.



Rys. 1 Widok przykładowej turbiny parowej o mocy ok. 10MWe z wylotem pary do skraplacza podturbiny

Wszystkie opary (mieszanka pary, gazów inertych i powietrza) pochodzące z obiegu para-woda takie jak opary z układu odwodnień zewnętrznych, smoczków parowych, układu odsysania oparów z uszczelnień turbiny oraz stacji odgazowania mają być centralnie dysponowane i podlegają kontroli dozymetrycznej.

2.2.8. Charakterystyka generatora

Należy zastosować trójfazowy synchroniczny generator - preferowane napięcie nominalne 15 kV $\pm 10\%$. Wstępnie ustalona prędkość generatora 3000 obrotów na minutę, jednak ta wartość będzie zależała od producenta. Parametry generatora mają być zgodne z technicznymi warunkami przyłączenia wydanymi przez operatora sieci dystrybucyjnej oraz IRIESD (Instrukcją Ruchu i Eksploatacji Sieci Dystrybucyjnej). Generator powinien być przystosowany do trwałego przeciążenia na poziomie 10%.

System olejowy generatora musi być wspólny z systemem olejowym turbiny. Wymagana klasa izolacji „F”, klasa izolacji termicznej „B”. Generator ma być chłodzony powietrzem schładzanym roztworem glikolu w zabudowanej w generatorze chłodnicy.

Nominalna praca generatora powinna być możliwa przy $\cos(\phi)$ w zakresie od 0,8 do 1 (parametry gwarantowane przy $\cos(\phi)=0,95$).

Generator ma umożliwiać pracę wyspową oraz powinien być odporny na szybkie zrzuty obciążenia oraz na zwarcia.

Turbina i generator mają zostać umieszczone na wspólnej ramie. Zbiornik oleju powinien być zintegrowany z ramą turbiny.

Turbozespoł ma być wyposażony w bezszczotkowy układ wzbudzenia, dwukanałowy regulator napięcia będzie wyposażony w funkcję pętli regulacji automatycznej (napięcia generatora) oraz pętlę regulacji ręcznej i automatycznej (prądu wzbudnicy), zestaw ograniczników oraz dwuwęściowy stabilizator systemowy.

Rodzaj układów regulacji, wyposażenie, zakresy nastaw i regulacji, czasy odpowiedzi i odbudowy napięć, itd. dla układu wzbudzenia muszą być uzgodnione z OSD, oraz spełniać co najmniej wymagania stawiane przez OSD (Operatora Sieci Dystrybucyjnej). Regulator będzie spełniał wymagania IRiESD.

Układ będzie umożliwiał automatyczną regulację mocy biernej w celu utrzymania wartości zadanej dla zasilania potrzeb własnych oraz automatycznej regulacji z systemu

Generator powinien spełniać poniższe wymagania oraz aktualne wymagania wynikające z IRiESD Operatora Systemu Dystrybucyjnego :

- moc czynna dostosowana do mocy turbiny, nie mniej niż $P = \sim 10$ MW
- napięcie znamionowe (preferowane) $U_n = 15\text{kV} \pm 10\%$;
- zakres napięcia pracy zgodnie z wykresem 1 normy IEC 60034-3(2007);
- częstotliwość znamionowa $f_n = 50\text{Hz} \pm 0,5\text{Hz}$
- $\cos\phi_n = 0,95$;
- praca generatora przy $\cos\phi = 0,8 \div 1$;
- obroty $n = 3000$ obr/min;
- klasa izolacji „F”, przyrosty temperatury uzwojeń w klasie „B”;
- chłodzenie powietrzne.

Generator będzie wyposażony m.in. w:

- układ „zera” generatora i wyprowadzenia mocy z przekładnikami prądowymi i napięciowymi, w tym z odpowiednią rezerwą rdzeni przekładników dla innego przeznaczenia : rejestrator zakłóceń, system DCS, pomiary energii.
- bezszczotkowy układ wzbudzenia z wirującymi diodami oraz szafy regulacji wzbudzenia i napięcia generatora;
- układ monitorowania generatora (w tym kontrola łożysk i drgań, temperatur i inne niezbędne do kontroli poprawności pracy),
- układ chłodzenia generatora z wymiennikami ciepła.

2.2.9. Zestawienie parametrów pracy turbozespołu

Poniżej przedstawiono zestawienie przewidywanych parametrów pracy turbozespołu w punktach bilansowych, stanowiące podstawę opracowania bilansów cieplno-masowych turbozespołu. Zestawienie obejmuje m.in. przepływ i parametry pary świeżej przed turbiną, parametry temperaturowe wody sieciowej oraz parametry strumieni pomocniczych, ogrzewanych parą upustową.

Punkty pracy				1	2	3	4	5
				Maksymalna moc elektryczna latem dla pracy kondensacyjnej przy obciążeniu 100%	Osiągalna moc elektryczna latem dla pracy kondensacyjnej przy minimalnym obciążeniu	Osiągalna moc elektryczna w sezonie grzewczym przy pracy w układzie kogeneracyjnym z mocą 9,0 MW przy obciążeniu 100%	Osiągalna moc elektryczna w sezonie grzewczym przy pracy w układzie kogeneracyjnym z mocą 9,0 MW przy minimalnym obciążeniu	Osiągalna moc elektryczna w sezonie grzewczym przy pracy w układzie kogeneracyjnym z mocą 16,5 MW przy obciążeniu 100%
1	Para świeża (na króćcu wlotowym turbiny)	strumień	t/h	40,9	10,9 ^{*3)}	40,9	22,6 ^{*3)}	40,9
		temperatura	°C	563	563	563	563	563
		ciśnienie	bar(a)	135	135	135	135	135
2	Moc ciepła w wodzie sieciowej	temperatura powrotu	°C	40	40	53	53	53
		temperatura zasilania	°C	70	70	98	98	98
		moc	MWt	0,1	0,1	9,0	9,0	16,5
3	Temperatura wody odgazowanej do wytwornicy ^{*2)}	temperatura	°C	214	214	214	214	214
4	Uzupełnianie wody w obiegu głównym	strumień	t/h	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
		temp. wlotowa wody zdemin.	°C	25	25	25	25	25
5	Moc elektryczna na zaciskach generatora	MWe	*1)	*1)	*1)	*1)	*1)	*1)
6	Uzupełnianie obiegu ciepłowniczego	t/h	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2

*1) – zostanie uzupełnione / określone przez Projektanta po uzgodnieniach z dostawcą / producentem turbozespołu

*2) – temperatura kondensatu do stacji odgazowania 184÷214 °C

*3) – lub minimalny wymagany przepływ dla osiągnięcia oczekiwanej mocy cieplnej przy bezpiecznej pracy turbiny

Uszczelnienia turbiny od strony czoła turbiny mogą być zasilane przez zawór redukcyjny z rurociągu pary świeżej, uszczelnienie tylne ma być zasilane parą z kolektora pary technologicznej 22 bar (g)/250°C.

Przyjęto średniociśnieniowy układ odgazowania dopuszczający pracę z temperaturą doprowadzanego kondensatu głównego w granicach ok. 184÷214°C, para zasilająca odgazowywacz wytwarzana z pary świeżej po redukcji do ciśnienia 21,0 bar abs. w stacji redukcyjno-schładzającej. Pojemność użytkową zbiornika wody zasilającej określono wstępnie na 10 min. pracy w odniesieniu do strumienia nominalnego pary tj. ok. 7 m³.

Preferowana jest turbina z wylotem pary kierowanej do kondensatora mokrego zasilanego wodą chłodzącą z zamkniętego obiegu wody chłodzącej wyposażonego w chłodnie wentylatorowe i z natryskiem wodnym. W zakres dostawy wchodzi również kompletny kulkowy układ czyszczenia rurek skraplacza.

W przypadku awaryjnego wyłączenia turbiny możliwe jest obejście turbiny i skierowanie pary głównej do skraplacza turbiny. Można się spodziewać, że stacja obejściowa będzie w stanie przyjąć i schłodzić pełną ilość pary (+wtrysk wody), jaką może wytworzyć Wytwornica Pary (SG). Po naprawie lub serwisie turbiny ponowne uruchomienie turbiny będzie możliwe poprzez odwrotne zmniejszenie pracy bypassu i rozładowania turbiny.

Możliwy szacunkowy czas rozruchu turbiny powinien wynosić 2 godziny, co oznacza, że czas rozruchu turbiny nie będzie ograniczeniem dla rozruchu reaktora i przyrostu jego mocy.

Szacowany 8%/min Pnom przyrost mocy turbogeneratorsa powinien być możliwy, co oznacza, że cechy dynamiczne turbogeneratorsa nie będą stanowić ograniczenia dla pracy reaktora.

Turbina wraz z generatorem mają zostać umieszczone na wspólnej ramie. Zbiornik oleju powinien być wykonany jako dwupłaszczowy. Konstrukcja turbiny oraz jej system sterowania i kontroli musi uwzględniać zmiany parametrów (w tym strumienia) pary świeżej charakterystyczne dla obiektu badawczego.

Dostawca/producent w porozumieniu z Projektantem określi dopuszczalne prędkości zmian warunków pracy turbiny z uwzględnieniem bezwładności cieplnej grubościennych ścianek. Dynamika spadków temperatury musi być rejestrowana bez możliwości wyłączenia rejestracji przez Operatora w przypadku przekroczenia wartości granicznych.

Oczekuje się, że turbozespół będzie też umożliwiać trwałą pracę z minimalnym obciążeniem na poziomie nie wyższym niż 30% na potrzeby własne układu. Pożądana jest możliwość pracy z obciążeniem minimalnym na poziomie 25%. Oferent określi uwarunkowania dla pracy ciepłowniczej turbiny z ograniczeniem dolotu pary do kondensatora.

Na obecnym etapie można założyć pracę cykliczną do 100 rozruchów/rok.

Turbina powinna być wyposażona w przyłącza systemu przewietrzania i suszenia po zatrzymaniu (wykorzystywany w przypadku planowania dłuższego postoju). Wydajność systemu powinna zapewnić całkowite usunięcie wilgoci z wnętrza turbiny. Wylot powietrza powinien być połączony z wyciągiem powietrza zainstalowanym w obudowie dźwiękochłonnej turbozespołu.

Turbozespół ma być w pełni wyposażony w fabryczny zestaw pomiarów, aby móc udzielić gwarancji funkcjonalnych i zapewnić wieloletni okres eksploatacji, a dla których minimalny zakres podano w Rozdziale 2.9 „Wymagania AKPiA”, w tym w co najmniej następujące układy pomiarowe:

- moc elektryczna generatora,
- liczba obrotów (zdublowany układ pomiarowy 3-kanałowy z możliwością kontroli sprawności każdego układu pomiarowego on-line),
- temperatura łożysk hydrodynamicznych i temperatura oleju sptywowego z każdego łożyska
- poziom drgań w dwóch płaszczyznach,
- położenie osiowe wirnika turbiny,

- przesunięcia osiowe wirnika turbiny (zdublowany układ pomiarowy 3-kanalowy),
- ciśnienie i temperatury w różnych strefach skraplacza,

Należy przewidzieć otwory inspekcyjne (dla endoskopu) co najmniej w obszarze stopni regulacyjnych oraz ostatnich łopatek części niskoprężnej.

Turbozespół zostanie zabudowany w budynku maszynowni w nowoprojektowanych budynkach w Narodowym Centrum Badań Jądrowych w Świerku w taki sposób, żeby zapewnić pełne odwadnianie i zmywalność posadzek do zbiornika wód odpadowych/kondensatu zanieczyszczonego oraz zabezpieczenie wycieków olejowych.

W pomieszczeniu turbiny Zamawiający zainstaluje suwnicę dobraną do najcięższego elementu turbiny lub wirnika generatora (w zależności, która wartość jest większa). Oferent w ofercie poda informacje dotyczącą głównych elementów wraz z ich ciężarami, a także minimalną wysokość haka nad osią turbiny.

Osiągalny poziom hałasu przy urządzeniu (mierzony w odległości 1 m od urządzenia) wynosić powinien poniżej 85 dB(A). W celu dotrzymania granicznego poziomu hałasu, dopuszcza się zastosowanie dźwiękochłonnej obudowy turbiny wyposażonej w wentylację. Obudowa dźwiękochłonna musi być łatwo demontowalna i być wyposażona w drzwi i okna. Musi istnieć możliwość obejścia całej turbiny przez obsługę wewnątrz obudowy.

2.2.10. Stany pracy turbozespołu

Praca normalna turbozespołu IKE

Założone osiągi turbiny pokazano na bilansach referencyjnych w Załączniku nr 2 do niniejszego SWZ / OPZ. Przyjęto konserwatywnie sprawności wewnętrzne dla poszczególnych stopni turbiny na poziomie około 70%. Należy się spodziewać, że rzeczywiste wartości dla konstrukcji ofertowanych przez dostawców będą wyższe, co poprawi osiągi obiegu cieplnego.

Założone ciśnienie i temperatura są wyższe od typowych wartości dla turbin wykorzystywanych do celów ciepłowniczych. Wymaga to potwierdzenia przez producentów turbin, ze względu na częściowo indywidualny tryb projektowania i dostaw urządzeń części wlotowej turbiny.

Producenci turbin nie muszą być zainteresowani zindywidualizowanym trybem projektowania, z uwagi na koszty prototypu i późniejszego udzielenia gwarancji funkcjonalnych.

W układzie pary świeżej przewidziano schładzacz wtłokowy, który może posłużyć do obniżenia temperatury pary świeżej dla typowego zakresu użytkowego turbiny parowej.

Turbina ma pracować w sposób trwały bez ograniczeń czasowych dla warunków obciążenia minimalnego na poziomie 25÷30% przepływu nominalnego i w zmiennych warunkach obciążenia dla przepływu 30÷105% z założonym profilem obciążenia wytwornicy pary, przy produkcji energii elektrycznej i cieplnej. Układy regulacji obiegu para-woda i turbiny mają posiadać algorytmy automatycznie odciążające turbinę dla zachowania minimalnej wielkości produkcji energii elektrycznej.

Należy spodziewać się, że potencjalna dynamika zmian obciążenia turbozespołu będzie większa od możliwości technicznych wytwornicy pary w związku z tym, dopuszczalna dynamika zmian obciążenia turbiny ma być ograniczona i uzgadniana z dostawcą wytwornicy pary i reaktora HTGR poprzez Zamawiającego.

Należy oczekiwać skierowania nadwyżki produkcji energii elektrycznej do ogólnokrajowej sieci energetycznej. Warunki przyłączenia turbozespołu do sieci energetycznej będą wymagały indywidualnego trybu uzgodnień. Obecna IRIESP – nie przewiduje stosowania wymagań tej instrukcji dla obiektów jądrowych.

Podobnie, jak w przypadku konwencjonalnych bloków energetycznych końcowe warunki przyłączenia będą zatwierdzone po próbach ruchowych nowego zespołu urządzeń wytwórczych.

Praca turbozespołu IKE w warunkach awaryjnych

W warunkach rozruchu układu cieplnego para-woda wymagana jest dostawa pary z zewnętrznego, rozruchowego kotła parowego opalanego sieciowym gazem ziemnym (ewentualnie olejem opałowym lub gazem LPG).

Zewnętrzna para potrzebna jest do podgrzewu wody zasilającej w zbiorniku wody zasilającej, do uszczelnień turbiny parowej i do smoczków parowych dla wytwarzania próżni w kondensatorze.

Alternatywą dla smoczków parowych jest stosowanie pomp próżniowych z pierścieniem wodnym.

W chwili podjęcia pracy przez wytwornicę pary stopniowy nabór parametrów pary świeżej może być realizowany przez zrzut pary do kondensatora turbiny głównej z użyciem stacji obejściowej turbiny .

Jeśli parametry pary świeżej osiągną wymagane wartości minimalne to turbina zostanie uruchomiona i nastąpi stopniowo ograniczany zrzut pary do kondensatora, aż do wyłączenia stacji włącznie.

Turbozespół może pracować w szerokim trybie regulacji dokonując rozdziału energii na produkcję energii elektrycznej lub ciepłej przy zachowaniu warunku utrzymywania minimalnego obciążenia cieplnego wytwornicy.

W wypadku gwałtownego odciążenia generatora funkcję przejęcia strumienia pary świeżej może spełnić stacja obejściowa turbiny parowej.

Wytwornica może być również chłodzona system niezależnym od pracy turbozespołu do czego przewidziano odrębny układ zabezpieczenia i opróżniania wytwornicy pary (SSCS) zasilany z głównego układu chłodzenia cz. jądrowej HTGR.

2.2.11. Instalacja pary upustowej

W niniejszym OPZ potraktowano z najwyższym priorytetem bezpieczeństwo eksploatacyjne układu konwersji energii. Co za tym idzie, uzasadnione jest dążenie do minimalizacji złożoności układu. W efekcie tego proponuje się zastosowanie turbiny tylko z dwoma upustami, z których:

- upust I – zasilanie dwusekcyjnego podgrzewacza regeneracyjnego niskoprężnego LP2 (LP2/1 i LP2/2)
- upust II - zasilanie podgrzewacza regeneracyjnego niskoprężnego LP1 oraz układu wymienników ciepłowniczych w układzie 2 x 100%.

Upust II jest upustem regulowanym, z którego pożądanym napływ pary na wymiennik ciepłowniczy uzyskiwany będzie poprzez np. przemykanie wewnętrznej, regulowanej przesłony wewnątrz kadłuba turbozespołu ograniczającej wypływ pary do kondensatora.

Podczas pracy bloku z maksymalną kondensacją i wyłączonym ciepłownictwem, z upustu pobierana będzie para tylko na potrzeby podgrzewacza niskoprężnego LP1 o ciśnieniu 1.25 bar abs.

W ramach dalszych prac możliwe jest rozważenie układu regeneracji niskoprężnej opartej o podgrzew trójstopniowy z dodatkowym podgrzewaczem LP3. Pozostawia się rozwiązanie tego typu do indywidualnej analizy przez potencjalnych dostawców w oparciu o własne konstrukcje.

W trakcie przeprowadzania obliczeń bilansowych zauważono pewną prawidłowość związaną, z wykorzystywaniem przez układ pary upustowej do potrzeb zasilania stacji odgazowania. Kształtowała się ona na minimalnym poziomie i była znacznie mniejsza niż przepływ pary ze stacji redukcyjno-schładzającej. Dlatego też, na obecnym etapie proponuje się zrezygnować z dodatkowego upustu koniecznego do zastosowania w korpusie turbiny i zasilać stację odgazowania wyłącznie z pary świeżej, zwłaszcza, że takie połączenie ze względów eksploatacyjnych i tak musi zostać wykonane.

Proponuje się na obecnym etapie zrezygnować również z wymiennika regeneracji wysokoprężnej. Zazwyczaj, w porównaniu do innych urządzeń stosowanych w układach konwersji energii, jest to urządzenie charakteryzujące się zwiększoną awaryjnością (rozszczelnienia w postaci pęknięć połączeń wewnętrznych). Przy niezbyt dużej jednostce wytórczej o mocy ok. 10-11 MWe, układ regeneracji wysokoprężnej nie jest traktowany jako niezbędny a może powodować ryzyka eksploatacyjne. Ponadto unika się wówczas również konieczności zastosowania kolejnego upustu w korpusie turbiny.

Układ turbozespołu powinien być dostosowany do współpracy z nowoprojektowanym (poza niniejszym postępowaniem) układem rurociągowym lokalnej sieci ciepłowniczej (LSC) wspieranej przez źródło rezerwowe oraz współpracującej z bezcisnieniowym zbiornikiem akumulatora ciepła.

2.2.12. Wymagania elektryczne dla turbozespołu

Podłączenia torów prądowych

Szyny w szafie wyprowadzenia mocy będą przystosowane do podłączeń kablowych (w kierunku rozdzielnic BBA, BBB)

Wymagania dla układu wzbudzenia

Układ wzbudzenia generatora zapewni:

- rozruch generatora, początkowe wzbudzenie i podłączenie do sieci za pomocą dokładnej (automatycznej i ręcznej) synchronizacji,
- praca generatora na biegu jałowym oraz w zakresie od biegu jałowego do obciążenia znamionowego,

- praca generatora w zakresie wartości granicznych schematu mocy P i Q zgodnie z możliwościami stabilności infrastruktury technicznej i sieci przesyłowej generatora, jak również praca przy ponownym obciążeniu ustalonym w dokumentach normatywnych
- automatyczną i ręczną regulację/sterowanie układu wzbudzenia w trakcie rozruchu i wyłączenia generatora.

Wymagania dla regulatora napięcia

- Będzie wyposażony w rejestrator z dużą szybkością próbkowania oraz w układ monitorowania zabezpieczeń i parametrów układu wzbudzenia.
- Regulator powinien być cyfrowy z funkcją regulacji automatycznej oraz ręcznej. Funkcja ręczna przeznaczona jest dla celów testowych i podczas uruchamiania,
- Regulator będzie dostosowany do współpracy z układem automatycznego rozruchu turbozespołu.
- Rodzaj układów regulacji, wyposażenie, zakresy nastaw i regulacji, czasy odpowiedzi i odbudowy napięć, itd. dla układu wzbudzenia muszą być uzgodnione z OSD, oraz spełniać co najmniej wymagania stawiane przez OSD. Regulator będzie spełniał wymagania IRIESD.
- Wszystkie wyjścia / wejścia do sterowni i innych elementów Bloku będą przygotowane do współpracy z dedykowanym systemem sterowania i nadzoru układu elektrycznego. Dotyczy to również nastawników poziomów regulacji, przełączników regulacji ręczna/automatyczna, itp.
- Dokładność przetwarzania wszystkich pomiarów analogowych nie mniejsza niż 0,5 %.

2.2.13. Wymagania AKPiA dla turbozespołu

Układ sterowania, regulacji i zabezpieczeń turbozespołu

Turbina parowa wyposażona zostanie we własny system sterowania, zabezpieczeń i monitoringu oparty na redundantnych sterownikach PLC. W normalnej eksploatacji, sterowanie, monitorowanie i wszystkie operacje dokonywane będą przy użyciu stacji operatorskich DCS w głównej sterowni. System sterowania turbiny parowej (TCS) będzie wyposażony w lokalny panel sterowniczy, który będzie wykorzystywany do diagnozowania awarii i testowania.

TCS zostanie podłączony do DCS poprzez redundantne łącze Profibus DP przez które przekazywane będą do DCS wartości pomiarów i statusów, a z systemu DCS przesyłane będą wartości nastaw dla regulatorów i sygnałów sterujących takich jak stany sekwencji czy potwierdzenia alarmów. Ważne sygnały analogowe i binarne do sterowania i zabezpieczeń będą podłączone do DCS dodatkowo kablami sterowniczymi wielożyłowymi zamiast kablami internetowymi (Ethernet).

Wymagania dla systemu sterowania i zabezpieczeń

Praca turbiny będzie prowadzona i sterowana z sterowni głównej. Rozruchy ze stanu gorącego, ciepłego i zimnego oraz odstawienia będą realizowane automatycznie przez jednego operatora.

System sterowania i zabezpieczeń turbozespołu będzie posiadał:

- PLC regulatora turbiny (CPU redundantny)
- PLC systemu zabezpieczeń i sterowania urządzeniami pomocniczymi turbiny (CPU redundantny)
- moduły wejść/wyjść (obsługa protokołu HART)
- redundantny interfejs do komunikacji z Nadrzędnym Systemem Sterowania – komunikacja za pomocą protokołu umożliwiającego synchronizację czasu rzeczywistego z zegara podłączonego do systemu nadrzędnego
- interfejs do rozdzielnic NN do sterowania odbiorników elektrycznych (MCC)
- stację inżynierską
- stację operatorską (stację kontroli turbiny)
- przyciski awaryjnego wyłączenia turbiny

Dokładność przetwarzania sygnałów analogowych przez karty min. 0,1%(AI), 0,5%(AO)

System zabezpieczeń musi spełniać odpowiednie wymagania poziomu bezpieczeństwa i musi posiadać stosowny certyfikat wydany przez niezależną jednostkę notyfikującą potwierdzający spełnienie tego wymagania.

Pomiary do systemu zabezpieczeń, z uwagi na wymagania poziomu dyspozycyjności, należy wprowadzać w układzie podwójnym lub potrójnym z głosowaniem 1oo2 lub 2oo3.

Urządzenia zastosowane do pomiaru kryteriów awaryjnego wyłączenia turbiny będą posiadały podwójne jednostki zasilające.

Wymiana sygnałów pomiędzy systemami

Wymiana sygnałów pomiędzy nadrzędnym systemem sterowania DCS i układami turbiny (system regulacji TCS oraz system zabezpieczeń turbiny ESD) będzie realizowana z wykorzystaniem magistrali komunikacyjnej typu Profibus DP, Modbus, pozwalających na komunikację dwukierunkową. Dla kluczowych i ważnych sygnałów należy dodatkowo przewidzieć połączenia kablami sterowniczymi wielożyłowymi.

Połączenie/magistrala powinna być redundantna. Łącza danych nie wolno używać do funkcji związanych z bezpieczeństwem (zabezpieczeniem).

Wszystkie sygnały konieczne do pracy oraz rozruchu lub odstawienia turbiny i generatora będą przekazywane do systemu DCS. Wszystkie informacje o stanie i alarmy błędów urządzeń połączonych do TCS/ESD będą przekazywane do DCS tak by mogły być pokazane szczegółowo operatorowi bez potrzeby sięgania do jednostki ST aby uzyskać lepszą informację o błędzie/awarii. Także wszystkie sygnały potrzebne do obliczeń techniczno-ekonomicznych i obliczeń osiągnięć winny być przekazywane do DCS.

Sygnały zabezpieczeń blokowych oraz krytyczne sygnały regulacji będą połączone na stałe przez połączenie „drutowe” (karty We/Wy obu układów sterowania).

Różne systemy winny być odizolowane od siebie np. przy pomocy wejść galwanicznie odizolowanych od ziemi, napięcia zasilania i od innych kanałów wejściowych.

Wymagania dla opomiarowania

Turbozespół oraz pozostałe urządzenia wyspy turbinowej i układów objętych o zostaną wyposażone w co najmniej w następujące układy pomiarowe:

- moc elektryczna generatora,
- liczba obrotów wirnika - redundantny układ pomiarowy 3-kanałowy z możliwością testowania sprawności każdego układu pomiarowego on-line,
- temperatura łożysk hydrodynamicznych,
- poziom drgań wirnika, w dwóch płaszczyznach,
- położenie osiowe wirnika turbiny,
- przesunięcie osiowe wirnika turbiny – redundantny układ pomiarowy 3-kanałowy,
- ciśnienie i temperatura oleju - redundantny układ pomiarowy 3-kanałowy,
- ciśnienie i temperatury w strefie wylotowej turbiny i kondensatorze.
- ciśnienie i temperatura w wymiennikach ciepłowniczych zarówno pętli grzewczej (sprzęgła) jak i podstawowych.

Przyrządy pomiarowe należy dobrać biorąc pod uwagę wymaganą dokładność, możliwość ich serwisowania i dostępność. Nie wolno używać prototypów i urządzeń nie sprawdzonych w praktyce oraz modeli przestarzałych.

2.2.14. Zakres dostawy turbozespołu i wyspy turbinowej (do uwzględnienia przez Projektanta)

W zakres podstawowy projektowania turbozespołu parowego upustowo-kondensacyjnego wraz z kompletem urządzeń wyposażenia technologicznego stanowiącego przedmiot niniejszego zapytania powinny wchodzić:

- kompletna turbina parowa,
- rama/płyta fundamentowa pod turbozespół (wraz z założeniami dla realizatora projektu części budowlanej),
- sterowany hydraulicznie zawór szybkozamykający z zabudowanym sitem parowym,
- zawory regulacyjne na wlocie do turbiny,
- diafragma z napędem zdalnym w części wylotowej turbiny do regulacji ciśnienia w upuście niskoprężnym (ciepłowniczym) i z kontrolą parametrów pary wylotowej z turbiny do kondensatora przez natrysk schładzający pary wylotowej z turbiny,
- kompletna stacja obejściowo-zrzutowa turbiny po stronie pary świeżej do kondensatora składająca się ze sterowanymi hydraulicznie: zaworem odcinającym i regulującym oraz układu chłodzenia wtryskowego w oparciu o kondensat główny,
- kłapy zwrotne dla każdego upustu pasywne i z napędami zdalnymi,
- membrana bezpieczeństwa na wylocie turbiny, zawory bezpieczeństwa dla upustów (jeżeli wymagane)
- obracarka turbozespołu z napędem elektrycznym,
- gospodarka olejowa (kompletne systemy oleju smarowego, lewarowego i regulacyjnego wraz z rurociągami),

- kompletny układ pary uszczelniającej (wraz ze skraplaczem oparów, dmuchawami odsysającymi opary w układzie 2x100% , rurociągami i armaturą),
- układ kondensacji pary dławnicowej (chłodnica pary z uszczelnień wraz z kompletem armatury i opomiarowaniem),
- kondensator pary wylotowej turbiny wraz ze zbiornikiem kondensatu głównego przystosowany do podłączenia rurociągów wody chłodzącej wraz z układem podtrzymania próżni w oparciu o smoczki parowe lub pompy próżniowe z pierścieniem wodnym z odprowadzeniem oparów na zewnątrz boksu turbinowego (wraz z opomiarowaniem, zaworami bezpieczeństwa, itp.),
- kompletny układ oczyszczania kondensatu tj. ze Stacją Oczyszczania Kondensatu,
- wymienniki regeneracji niskoprężnej (wraz z opomiarowaniem, zaworami bezpieczeństwa, itp.),
- pompy kondensatu zanieczyszczonego tłoczącego kondensat do stacji oczyszczania kondensatu,
- pompy kondensatu głównego podłączone kolektorowo do zbiornika kondensatora turbinowego i tłoczącego kondensat do układu regeneracji niskoprężnej,
- wymienniki ciepłownicze pętli grzewczej (sprzęgła hydraulicznego) z membranowym zbiornikiem stabilizacji ciśnienia (wraz z opomiarowaniem, zaworami bezpieczeństwa, itp.),
- zamknięty układ wody ruchowej w oparciu o chłodnice woda/woda zasilane z układu wody chłodzącej dla wszystkich pomocniczych obiegów chłodzących w maszynowni
- kompletny układ odwodnień i odpowietrzeń w obrębie boks turbinowego (z rozprężaczami przyturbiniowymi, zbiornikami kondensatu, armaturą i rurociągami),
- Instalacja rurociągowa w obrębie boks turbinowego,
- kompletny generator 50Hz, 3-fazowy synchroniczny wraz ze sprzęgłem, układem wzbudzenia, regulatorem napięcia, układem zabezpieczeń i chłodzeniem powietrznym i wodnym,
- kompletna aparatura kontrolno-pomiarowa: w zakresie czujników pomiarowych i sygnalizatorów oraz przyłączy pomiarowych:
 - lokalne przyrządy pomiarowe, zabudowane bezpośrednio na urządzeniu lub na osobnym stojaku
 - zdalne przyrządy pomiarowe,
 - przewody impulsowe do pomiaru ciśnienia
 - lokalne skrzynki przyłączeniowe (krosowe) oraz okablowanie pomiędzy skrzynkami zdalnymi przyrządami pomiarowymi
- układ regulacji turbiny,
- system sterowania, nadzoru i zabezpieczeń,
- rozruszniki do pomp olejowych DC (jeśli występują),
- przetwornica lub softstart do obracarki (jeśli wymagana),
- śruby kotwowe dla wszystkich urządzeń mocowanych na fundamencie,
- narzędzia i wyposażenie specjalne nie będące standardowym wyposażeniem ekip montażowych i remontowych,

- części i elementy szybkozużywające (na okres rozruchu i ruchu regulacyjnego oraz gwarancyjny),
- części zapasowe na okres gwarancyjny,
- inne elementy nie wyspecyfikowane w niniejszym dokumencie i konieczne, aby urządzenie stanowiło całość zdolną do eksploatacji,
- obudowa akustyczna (jeśli wymagana do zapewnienia wymaganego poziomu hałasu),
- fabryczne zabezpieczenie antykorozyjne oraz izolacja termiczna,
- nadzór ze strony Dostawcy podczas montażu i uruchomienia turbozespołu z generatorem,
- uruchomienie, rozruch kompletnego układu wzbudzenia i regulatora napięcia,
- udział w próbach około synchronizacyjnych i pierwszej synchronizacji,
- inne (dokumentacja, serwis gwarancyjny, szkolenie personelu transport na plac budowy, itp.).

Uwaga:

Od Projektanta (proponującego dostawcę/producenta turbozespołu) oczekuje się określenia możliwości wykonania i dostawy turbozespołu parowego upustowo-kondensacyjnego wraz ,na tyle na ile jest to możliwe, z wyspą turbinową tj. kompletem urządzeń wyposażenia technologicznego według opisanych powyżej wymagań i zakresów oraz kierując się „ Wytycznymi dotyczącymi dostaw wyposażenia elektrowni” wg. PN-EN45510-6,7,8. Ponadto, Projektant zobowiązany jest niniejszym OPZ, w uzgodnieniach z dostawcą/producentem turbozespołu do uzyskania i zamieszczenia w PP wstępnej dyspozycji (layout) w układzie 3D, który obejmować będzie lokalizację wskazanych urządzeń z uwzględnieniem komunikacji, transportu, remontów oraz pola odkładczego na głównym poziomie obsługowym turbiny.

W szczególności oczekuje się, że dyspozycja/rozplanowanie będzie zawierać w obrębie boku turbinowego:

- gabaryty turbozespołu zlokalizowanego na górnej płycie,
- położenie pionowych wymienników regeneracyjnych i ciepłowniczych, (przyjąć, że wymienniki zlokalizowane są po prawej stronie turbozespołu patrząc od strony turbiny w kierunku generatora a podłączenie rurociągów wody chłodzącej będzie po lewej stronie turbozespołu)
- położenie zbiornika olejowego turbiny,
- położenie kondensatora,
- uproszczone trasy przebiegu głównych rurociągów (pary świeżej do zaworów wlotowych turbiny i pary upustowej).

2.2.15. Instalacje i urządzenia pomocnicze związane z turbiną IKE

W ramach projektu turbozespołu powinna zostać zaoferowana stacja redukcyjno-schładzająca z dwoma zaworami sterowanymi zdalnie hydraulicznie lub pneumatycznie tj. z zaworem odcinającym z funkcją pełnego odcięcia i zaworem regulacyjnym z funkcją kontrolowanego dławienia strumienia pary zrzutowej.

Przyjmuje się zastosowanie układu chłodzenia strumienia pary obejściowej z rozbryzgiem parowym, co pozwoli na dobre schłodzenie pary na stosunkowo krótkim odcinku dolotowym z zaworu dławiącego stacji do wstawki zrzutowej zabudowanej w gardzieli wylotowej turbiny.

Układ zaworów stacji ma pozostawać w ciągłej gotowości do zrzutu pary przez co może wspomagać warunki szybkiej redukcji obciążenia generatora nie dopuszczając do otwarcia zaworów bezpieczeństwa na rurociągach pary świeżej.

Wstępnie szacowana wydajność stacji wynosi 42 t/h + 5% rezerwy w odniesieniu do strumienia pary świeżej +18% nadwyżki uzyskanej w wyniku odparowania wody wtryskowej, co daje strumień około 52 t/h pary do skroplenia przez kondensator turbiny. Dla tych warunków temperatura wody chłodzącej może osiągnąć 50°C.

2.2.16. Kondensator

Para wylotowa z turbozespołu będzie kierowana do kondensatora mokrego zasilanego wodą chłodzącą z zamkniętego obiegu wody chłodzącej wyposażonego w chłodnie wentylatorowe i z natryskiem wodnym.

Warunki chłodzenia zmienne sezonowo. Minimalna temperatura wody chłodzącej w warunkach operacyjnych 14÷16°C. Maksymalna temperatura wody chłodzącej w warunkach operacyjnych 37°C. Maksymalna temperatura wody chłodzącej przy której oczekuje się jeszcze ruchu turbozespołu 49°C.

Wydajność kondensatora powinna pozwalać na pracę turbiny z pełną wydajnością wytwornicy pary na poziomie minimum 42,0 t/h o parametrach określonych w pkt. 2.1.

Projektant uwzględni w układzie ilościowym rezerwę na przeciążenie wytwornicy pary (powyżej 5%) oraz na wydajność wtrysku schładzającego tj. ok. +18% strumienia pary świeżej. Do schłodzenia zrzutu pary będą wykorzystane pompy kondensatu głównego pobierające kondensat z pojemności wodnej dolnego zbiornika kondensatu.

Minimalna wydajność kondensatora powinna umożliwiać trwałą pracę układu przy pracy kondensacyjnej przy jego minimum technicznym (spodziewanym nie wyższym niż 30%). Dla potrzeb bilansowych należy przyjąć, że podana przez Projektanta pełna wydajność kondensatora będzie osiągnięta przy temperaturze zewnętrznej 25°C i wilgotności 60%. Wstępnie przyjmuje się, że kondensator zostanie tak dobrany, by zapewnić próżnię w rurociągu wylotowym z turbozespołu na poziomie 0,06 bara lub niższą. Dokładne wartości określi Oferent (w tym minimalną temperaturę pracy kondensatora), co pozwoli na właściwy dobór urządzeń zamkniętego układu wody chłodzącej.

Dolny zbiornik kondensatora (tzw. hotwell) powinien posiadać odpowiednią pojemność uwzględniającą dynamiczne warunki natrysku schładzającego w okresie zrzutu obciążenia z wykorzystaniem pomp kondensatu głównego.

Na obecnym etapie przyjąć można parametry otoczenia oraz zmienność warunków atmosferycznych jak dla miasta Otwock.

2.2.17. Układ regeneracji (instalacja kondensatu)

Kondensat ze zbiornika kondensatora turbiny kierowany będzie kierowany do stacji oczyszczania kondensatu (SOK) a po połączeniu ze skroplinami z wymienników ciepłowniczych i urządzeń pomocniczych (smoczki parowe itp.) kierowany będzie poprzez układ regeneracji do odgazowywacza. Możliwe jest także bezpośrednie pompowanie kondensatu głównego z kondensatora przez pompy kondensatu głównego do układu regeneracji niskoprężnej. Regeneracja wysokoprężna nie jest przewidywana.

W celu umożliwienia pracy instalacji w trybie pełnej kondensacji oraz maksymalizacji mocy elektrycznej Projektant zaoferuje układ regeneracji niskoprężnej. Liczba i umiejscowienie wymienników na linii kondensatu pozostawia się do decyzji Projektanta, biorąc pod uwagę ich koszt i ewentualny wpływ na wielkość mocy elektrycznej – w szczególności przy pracy kogeneracyjnej.

Dopuszczalne jest zastosowanie wymienników z wkładem rurowym (zalecany układ pionowy z odwróconą literą „U” z możliwością całkowitego drenażu wymiennika po stronie parowej i wodnej). Temperatura kondensatu na dolocie do stacji odgazowania za podgrzewaczem NP i po wymieszaniu ze skroplinami z wymienników ciepłowniczych ok. 184÷214°C.

2.2.18. Instalacja skroplin

W skład instalacji skroplin wchodzi:

- instalacja skroplin z wymienników ciepłowniczych,
- instalacja skroplin z podgrzewaczy regeneracyjnych niskoprężnych LP1 i LP2.

Skropliny z dwusekcyjnego podgrzewacza regeneracyjnego LP2 spływają kaskadowo (poziom skroplin w wymienniku utrzymywany zaworem regulacyjnym) do podgrzewacza regeneracyjnego LP1 (poziom skroplin w wymienniku utrzymywany zaworem regulacyjnym), a następnie pod własnym ciśnieniem płyną do kondensatora turbiny.

Skropliny z wymiennika ciepłowniczego poprzez pompy skroplin (3 x 50% z regulacją obrotów) podawane są do rurociągu kondensatu głównego za pierwszym podgrzewaczem regeneracji niskoprężnej. Poziom skroplin w wymienniku utrzymywany jest poprzez regulację obrotów na pompach skroplin (falowniki).

2.2.19. Układ olejowy

Układ olejowy musi zapewnić we wszystkich stanach pracy Turbozespołu niezbędne smarowanie i chłodzenie łożysk oraz ciśnienie w układzie regulacji oraz realizację funkcji oleju lewarowego. Zbiornik oleju należy przewidzieć jako dwupłaszczowy z detekcją ewentualnego przecieku. Zamawiający dopuszcza również inne, alternatywne rozwiązanie problemu przecieków olejowych.

W zakresie PP jest kompletny system hydrauliczno-smarujący oparty na sprawdzonych, standardowych rozwiązaniach systemu olejowego.

Należy zainstalować trzy pompy oleju smarnego turbinowego:

- zasilaną z wału turbiny,
- zasilaną elektrycznie z zakładowego układu elektroenergetycznego,
- awaryjną zasilaną z urządzenia podtrzymującego napięcie (220VDC lub układ UPS).

Należy zastosować urządzenie do wychwytywania oparów oleju.

Wszystkie filtry oleju zainstalować w wariancie zdublowanym z możliwością automatycznego przełączania, bez przerwy w funkcjonowaniu instalacji. W obiegu oleju turbinowego przewidzieć możliwość podłączenia zespołu boczniowego filtrowania oleju.

Wszystkie rurociągi oleju wraz z armaturą mają być wykonane ze stali nierdzewnej.

2.2.20. Układ wody ruchowej ACW oraz układ CCW

Dla chłodnic oleju turbinowego, chłodnic stojana generatora i chłodnic próbo-pobieraków Projektant zaprojektuje zamknięty układ wody ruchowej ACW z chłodnicami woda/woda chłodzony z obiegu wody chłodzącej kondensatora turbiny parowej tj systemu CCW.

Instalacja chłodnicza ma być zwymiarowana dla maksymalnej temperatury zewnętrznej +30°C. Projektant poda dla proponowanych urządzeń turbozespołu moce cieplne do odebrania w układzie chłodzenia ACW oraz CCW tj. dla układu chłodzenia kondensatora turbiny z uwzględnieniem ciepła odebranego w chłodnicach obiegu ACW.

2.2.21. Układ ciepłowniczy i akumulator ciepła

Odbiory ciepłownicze znajdują się poza terenem HTGR a niniejszy OPZ przedstawia wielkość produkcji energii cieplnej, jaka może wyprodukowana, pobrana i przesłana do zagospodarowania przez użytkownika końcowego (NCBJ). Para z upustu ciepłowniczego zasila wymienniki ciepłownicze para/woda (przyjęto układ 2x100%) w pętli grzewczej. Odbiory będą zasilane przez pośrednią pętlę grzewczą (sprzęgło hydrauliczne) z barierą ciśnienia w pętli grzewczej: względem upustu turbinowego i względem obiegu wody sieciowej. Kierunek potencjalnych przecieków na wymiennikach z pętli grzewczej jest wyłącznie: z pętli grzewczej w kierunku źródła pary i w kierunku wody sieciowej, w związku z czym występuje stała bariera ciśnienia dla wnikania potencjalnego skażenia z pary upustowej do obiegu komunalnego i z obiegu komunalnego do głównego obiegu para-woda turbiny i wytwornicy. W zakres dostawy wchodzi w całości układ pętli grzewczej.

Para z upustu ciepłowniczego zasila wymienniki ciepłownicze para/woda (przyjęto układ 2x100%) w pętli grzewczej.

Ciepło z pętli grzewczej może być pobrane za pomocą wymienników woda/woda i może być skierowane do użytkowników końcowych. Ciśnienie w pętli grzewczej wynosi: 5,6÷6,0 bar abs., temperatura 70/102°C; parametry po stronie odbioru: ciśnienie 3 bar abs. i temperatura 50/95±98°C.

Wodna pętla grzewcza stanowi barierę ciśnieniową dla przenikania ewentualnych zanieczyszczeń/skażenia z turbinowego obiegu para-woda do wody sieciowej i zanieczyszczeń z wody sieciowej do turbinowego obiegu para-woda.

Zanik wody i wymaganych różnic ciśnienia w pętli grzewczej, w stosunku do pary zasilającej i wody sieciowej, przerywa proces wymiany ciepła. Rozwiązanie to w pełni zabezpiecza użytkownika końcowego poprzez kontrolę kierunku propagacji zanieczyszczeń w częściowo nieszczelnych wymiennikach przeponowych, co jest dość typową sytuacją ruchową.

Układ współpracować będzie z nowoprojektowanym układem rurociągowym lokalnej sieci ciepłowniczej, w którym planowane jest wprowadzenie metody regulacji dostaw ciepła opartej na zmianie temperatury i przepływu wody, tzn. regulacja jakościowo-ilościowa.

Użytkownik końcowy może w dowolny sposób wykorzystać projektowane źródło ciepła, o ile zachowa warunki różnicy ciśnień i zadowoli się temperaturą wody sieciowej na zasilaniu w wysokości 95±98°C i na powrocie ok. 50°C.

Przyjęta górna wartość temperatury wody sieciowej odpowiada możliwości zabudowy atmosferycznego akumulatora ciepła o zdolności buforowania energii cieplnej w wodzie gorącej w trybie godzinowym lub dobowym.

Układ powinien mieć możliwość dostosowywania się do zmiennego zapotrzebowania na ciepło zgodnie z zaproponowaną poniżej tabelą regulacji.

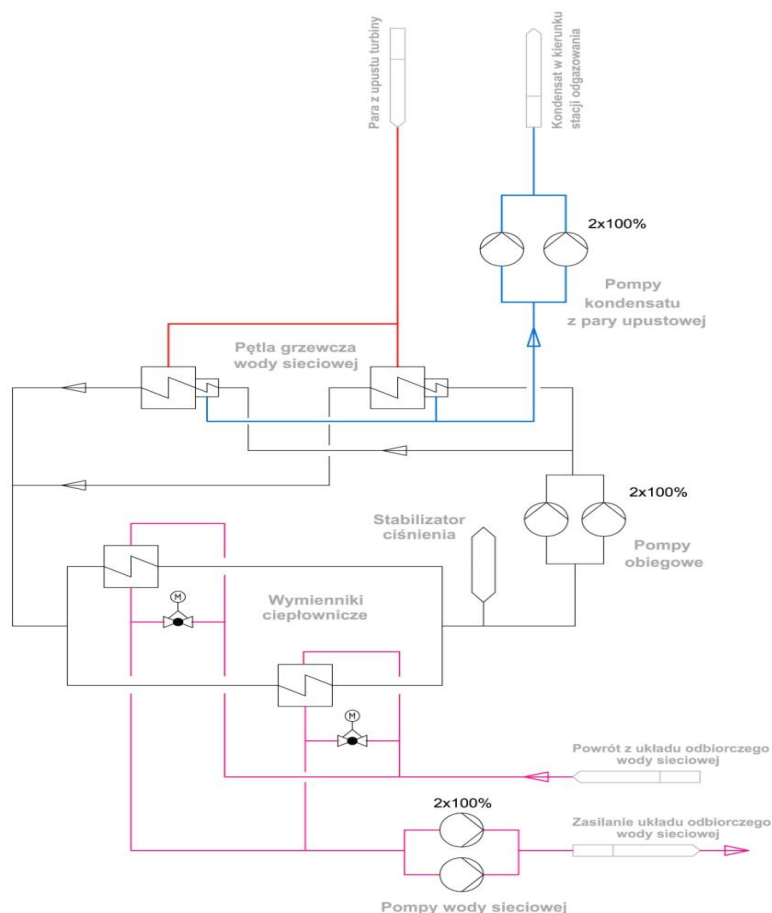
Temp. zewnętrzna	Temp. zasilania	Temp. powrotu	dT	Temp. zewnętrzna	Temp. zasilania	Temp. powrotu	dT
°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C
12	73	40	33	-7	84,5	44,8	39,7
10	74	40,2	33,8	-8	85	45,2	39,8
7	75	40,6	34,4	-9	85,5	45,6	39,9
5	76	40,9	35,1	-10	86	46	40
4	77	41,2	35,8	-11	87	46,7	40,3
3	78	41,5	36,5	-12	88	47,4	40,6
2	79	41,8	37,2	-13	89	48,1	40,9
1	80	42,1	37,9	-14	90	48,8	41,2
0	81	42,4	38,6	-15	91	49,5	41,5
-1	81,5	42,7	38,8	-16	92	50,2	41,8
-2	82	43	39	-17	93	50,9	42,1
-3	82,5	43,3	39,2	-18	94,5	51,6	42,9
-4	83	43,6	39,4	-19	96	52,3	43,7
-5	83,5	44	39,5	-20	98	53	45
-6	84	44,4	39,6				

Ciśnienie wody sieciowej:

- w lecie: zasilanie 0,6 MPa, powrót 0,2÷0,3 MPa,
- w sezonie grzewczym zasilanie 0,6÷0,8 MPa, powrót 0,2÷0,4 MPa.

W okresie letnim temperatura zasilania wody sieciowej wynosi 70°C, a powrotu 40°C.

Proponowany sposób podgrzewu wody sieciowej realizowany w oparciu o pętlę grzewczą (sprzęgło) wyposażoną w dwa wymienniki ciepłownicze połączone równolegle (układ 2x100%), zasilane z upustu turbiny parowej pokazano na poniższym schemacie.



Rys. 2 – Schemat poglądowy instalacji podgrzewu wody sieciowej

Przedmiotem PP w uzgodnieniu/ustaleniach z dostawcą /producentem turbozespołu oraz NCBJ jest też układ sprzęgający obiegu wodnego z wyłączeniem obiegu wody sieciowej do lokalnych odbiorców.

Sposób wykorzystania energii cieplnej w wodzie gorącej w ilości max do 16,6 MWt pozostaje sprawą otwartą. Możliwe jest wykorzystanie wody jako ciepłej wody użytkowej, ogrzewania budynków i w procesach przemysłowych, klimatyzacyjnych a także produkcji wody silnie schłodzonej dzięki wykorzystaniu adsorpcyjnych agregatów sprężarkowych.

W Załączniku nr 6 „HTGR NCBJ 3. Schemat układu wytwórczego wody sieciowej” pokazano przykładowe rozwiązanie obróbki wody do uzupełniania obiegów technologicznych i chłodzących (uproszczony schemat na Rys. 2 j.w.). Zamawiający oczekuje od Projektanta jego rozwiązań mieszczących się na planowanym terenie HTGR i spełniających wymagania wody uzupełniających dla instalacji IKE

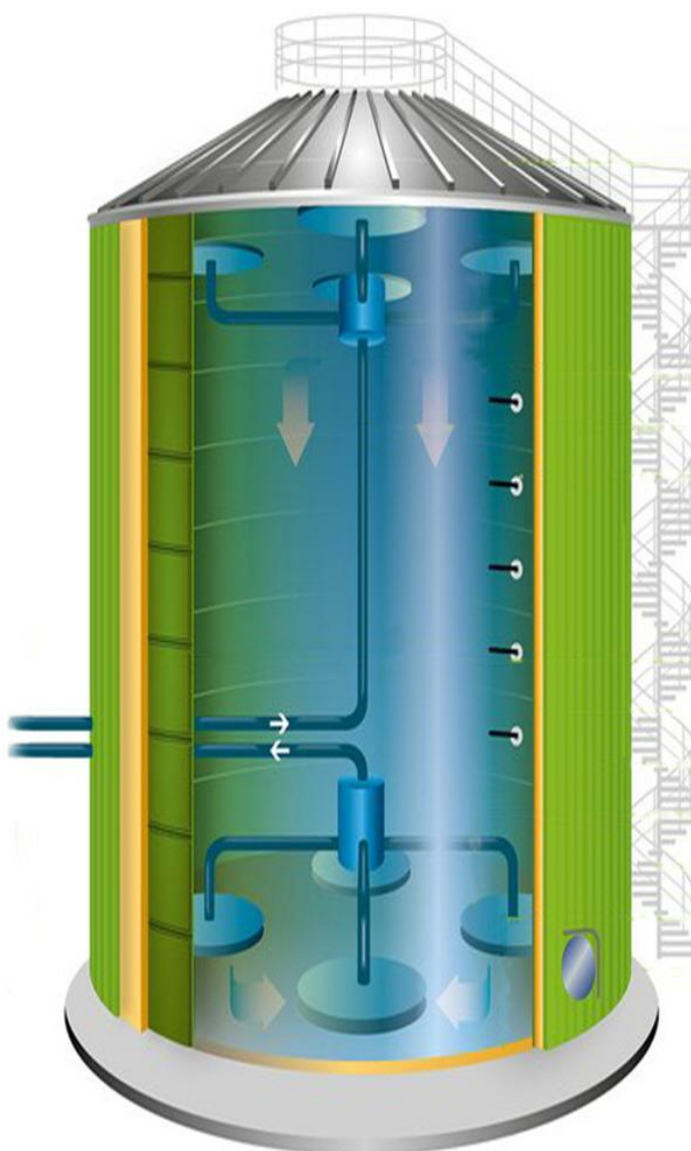
2.2.22. Akumulator ciepła

W układzie technologicznym przewidziano zastosowanie akumulatora ciepła. Na tym etapie opracowania zagadnienie jego zastosowania jest oceniane jako pożądane ze względu na przesłanki eksploatacyjne. Dlatego **Zamawiający oczekuje** w PP propozycji instalacji akumulatora według własnej wiedzy i inwencji doboru technologii spełniającej zapewnienie odbiorcom ciepła wielkości produkcji oraz sezonowych i dobowych

obciążeń. Zamawiający zobowiązuje się do uzupełniania informacji na temat odbiorów na każdą prośbę Projektanta.

Zasadniczo, efekty jego zastosowania wynikają z bilansu produkcji ciepła oraz energii elektrycznej w cyklu dobowym. W nocy zaniżamy produkcję energii elektrycznej nawet do poziomu minimum technicznego, a zasilanie sieci wspomagamy ciepłem z akumulatora, natomiast dla poborów szczytowych forsuje się produkcję energii elektrycznej jednocześnie doładowując akumulator. Przy tym należy brać pod uwagę konieczność ograniczania produkcji części energii elektrycznej w kondensacji, aby nie zaniżyć wielkości kogeneracji.

W przypadku badawczego obiektu jądrowego w NCBJ wziąć również należy pod uwagę fakt, że operator przez pewien czas do dyspozycji posiadać będzie rozporządzalne ciepło w przypadku przestoju układu wytwórczego np. ze względu na cykl badawczy lub chwilowe zapotrzebowanie pary przez odbiór przemysłowy, co przekładać się będzie na ograniczone możliwości produkcji ciepła grzewczego.



Rys. 3 Widok przykładowego atmosferycznego akumulatora ciepła

Co za tym idzie, akumulator spełniać ma dwie podstawowe funkcje:

- w okresie letnim ma pokrywać zapotrzebowanie na c.w.u. poprzez ładowanie go w okresie nocnym ze średnią mocą $0,1 \div 0,2$ MWt żeby w godzinach pracy NCBJ rozładowywać go z mocą ok. $0,3 \div 0,4$ MWt co dać będzie sumaryczną możliwość dostarczenia $0,5$ MWt ciepła w c.w.u. zgodnie z potrzebami NCBJ pojemność czynna wynikająca z tej przesłanki wynosi ok. 180m^3
- w okresie zimowym kompensować ma dobową zmienność zapotrzebowania na ciepło grzewcze pojemność czynna wynikająca z tej przesłanki (określona na obecnym etapie wskaźnikowo) uzależniona jest od docelowej mocy odbiorczej w wodzie grzewczej i kształtuje się na poziomie:
 - ok. 320m^3 w przypadku zapotrzebowania wynoszącego ok. 9 MWt
 - ok. 580m^3 w przypadku zapotrzebowania wynoszącego ok. $16,5$ MWt

Warto również wziąć pod uwagę możliwość wykorzystania akumulatora ciepła jako bufora ciepła dla pokrycia całości zapotrzebowania na ciepło w przypadku postoju obiektu jądrowego z reaktorem HTGR. Wówczas wymagana pojemność kształtowałaby się na poziomie:

- ok. 720m^3 w przypadku zapotrzebowania wynoszącego ok. 9 MWt
- ok. 1320m^3 w przypadku zapotrzebowania wynoszącego ok. $16,5$ MWt

Powyższe pojemności określają wstępnie objętość czynną. Pojemność rzeczywista jest o ok. $10-15\%$ większa. Dobór ostatecznej pojemności akumulatora i celowość jego zastosowania zasadniczo powinna być ustalona na podstawie niezależnej analizy techniczno-ekonomicznej na etapie projektu podstawowego.

Uwaga: Zamawiający dopuszcza zastosowanie alternatywnego rozwiązania akumulacji ciepła do celów ciepłowniczych i użytkowych jak np. akumulatora zasilanego nadwyżką energii elektrycznej z turbospołu HTGR lub z sieci lokalnej NCBJ, co może trochę pogorszyć sprawność konwersji energii w IKE ale poprawić bilans wody i ciepła w układzie połączeń HTGR – sieć ciepłownicza.

2.2.23. Instalacja wody zasilającej

Instalacja wody zasilającej dostosowana będzie do parametrów wymaganych na dolocie do wytwornicy pary (SG). Na obecnym etapie przyjęto, że ciśnienie wynosić będzie 158 bar abs a temperatura wody zasilającej 214°C .

Układ wody zasilającej

W skład instalacji wody zasilającej wchodzi:

- rurociągi ssawne od zbiornika wody odgazowanej do pomp zasilających
- rurociągi tłoczne od pomp zasilających do wytwornicy pary
- rurociąg wtrysków do stacji zrzutowej
- rurociąg wtrysków do pomocniczych stacji redukcyjno-schładzających
- urządzenia:
 - pompy wody zasilającej w układzie $4 \times 33\%$ (w tym jedna rezerwowa), o wstępnie określonych parametrach: $Q=15\text{m}^3/\text{h}$ i podnoszeniu $H=140\text{m}$ z silnikami o mocy ok. $N_s=120$ kW wyposażone w przemienniki częstotliwości do regulacji wydajności,
 - odgazowywacz,

- zbiornik wody odgazowanej.

Główne pompy wody zasilającej będą posiadały możliwość wykorzystania zasilania z napięcia gwarantowanego z zabudowanych agregatów diesla. Z niniejszej przesłanki wynika proponowana liczba trzech pracujących pomp wody zasilającej. Pozwala to na obniżenie mocy ich silników do ok. 120 kW w co za tym idzie zasilanie ich z napięcia 0,4 kV, dla którego to napięcia obiekt będzie dysponować napięciem gwarantowanym.

Odgazowywacz

Stacja odgazowania wody zasilającej przeznaczona będzie do:

- zapewnienia zapasu wody w zbiorniku wody zasilającej, a także podgrzania i odgazowania tej wody,
- wyrównywania przepływu wody pomiędzy pompami kondensatu, a pompami wody zasilającej,
- zapewnienia wymaganej wysokości napływu na króćce ssawne pomp wody zasilającej.

Na obecnym etapie przyjęto średniociśnieniowy układ odgazowania dopuszczający pracę z temperaturą doprowadzanego kondensatu głównego w granicach ok. 184÷214°C. Para zasilająca odgazowywacz wytwarzana będzie z pary świeżej po redukcji do ciśnienia 21,0 bar abs. w stacji redukcyjno-schładzającej. Pojemność użytkową zbiornika wody zasilającej określono wstępnie na 10 min. pracy w odniesieniu do strumienia nominalnego pary tj. ok. 7 m³.

Stacja odgazowania zostanie wyposażona między innymi w:

- kolumnę odgazowywacza z urządzeniem do rozpylenia kondensatu i osprzętem wewnętrznym,
- zbiornik wody zasilającej z osprzętem wewnętrznym (w tym urządzenie do barbotażu wody zasilającej, ujęcie wody zasilającej),
- komplet urządzeń kontrolno-pomiarowych (jak poziomowskazy, króćce manometryczne, termometryczne, króćce poziomowskazów, sond lub czujników poziomu wody, pomiarów fizykochemicznych i inne),
- zawory bezpieczeństwa,
- króćce dopływowe i odpływowe stacji (parowe, kondensatu, skroplin z regeneracji WP, oparów, spustów),
- izolację termiczną,
- posadowienie stacji, podesty obsługowe, schody.



Rys. 4 Widok przykładowej stacji odgazowania wody zasilającej z układem kolumnowym

Wyposażenie wewnętrzne powinno zapewnić bezpieczną, długoletnią i wydajną pracę stacji a co za tym idzie powinno zostać wykonane ze stali nierdzewnej.

Sposób współpracy instalacji parowej kolumny odgazowycza oraz instalacji barbotażowej należy określić na etapie wykonywania projektu podstawowego układu.

Stacja odgazowania wody zasilającej będzie umiejscowiona na poziomie zgodnym z wymaganiami wysokości napływu na pompy wody zasilającej.

2.2.24. Instalacje wydmuchów, spustów i odwodnień

Wydmuchy

Wstępnie przewiduje się w układzie konwersji energii następujące główne instalacje wydmuchowe z odprowadzeniem pary na zewnątrz budynku:

- Instalacja zrzutu pary świeżej z kotła do otoczenia z układem tłumiącym i wylotowym (w przypadku pracy z mocą nominalną i nagłego odcięcia turbiny – 2/3 strumienia pary świeżej zostanie skierowane

przez stację zrzutową do kondensatora, pozostała część do układu rozruchu i odstawienia lub alternatywnie – do otoczenia).

- Wydmuch z zaworów bezpieczeństwa układu pary świeżej (z układem tłumiącym).
- Wydmuch oparów z rozprężacza odwodnień turbinowych.
- Wydmuch z zaworu bezpieczeństwa rozprężacza pary z rebojlera (z układem tłumiącym).
- Wydmuch oparów z odgazowywacza wody zasilającej.
- Wydmuchy z zaworów bezpieczeństwa na podgrzewaczach regeneracyjnych.

Instalacje odwodnień blokowych

Turbina wyposażona będzie w rozprężacz odwodnień turbinowych. Wszystkie pozostałe odwodnienia z układu para-woda nowego układu konwersji energii odprowadzane będą do rozprężacza odwodnień. Opary z tego rozprężacza odprowadzane będą rurociągiem wydmuchowym do atmosfery, natomiast skropliny trafiać będą do zbiornika kondensatu czystego, usytuowanego na poziomie $\pm 0,00$ w maszynowni.

Pojemność zbiornika kondensatu czystego przewiduje się na około 25 m³.

Zbiornik wyposażony będzie w dwie pompy kondensatu czystego, zawracające czysty kondensat do obiegu głównego para-woda poprzez stację odgazowania wody zasilającej. Za pomocą tych pomp będzie można też odprowadzić kondensat ze zbiornika kondensatu czystego do układu wody grzewczej (sieciorowej), lub do stacji uzdatniania wody (dalej SUW).

2.2.25. Instalacje wody uzupełniającej

Obieg turbinowy para-woda oraz inne obiegi wodne generuje straty wody. Straty mają charakter okresowy lub ciągły.

Odrębną gospodarką z odrębnymi wymaganiami w stosunku do obiegu turbinowego może być układ zasilania rebojlera.

2.1.25.1. Obieg turbinowy para-woda

W obiegu para-woda największe straty okresowe są generowane w procesie napełniania, rozruchu i wstępnego podgrzewu instalacji. W początkowym okresie straty mogą dochodzić do 7% nominalnego strumienia pary, czyli ok. 3 t/h. Krótkookresowo nawet więcej, jeśli zadziałają zawory bezpieczeństwa, jednak w tym przypadku buforami wodnymi są zbiorniki wody zasilającej i kondensatora turbiny.

W okresie ustabilizowaniu się warunków przepływowych obiegu para-woda straty są mniejsze a także następuje samooczyszczenie się obiegu wodnego i pozbycia się gazów inertych z obiegu. Straty ciągłe szacowane są dla tego okresu na poziomie 0,3÷0,5 % nominalnego strumienia pary.

Ciągłe straty czynnika są związane z procesami:

- utrzymania próżni w skraplaczu przy działaniu smoczków parowych,
- odprowadzeniu oparów z uszczelnień turbiny,
- odprowadzeniem oparów z odgazowywacza,

- odprowadzenia oparów odwodnień zewnętrznych,
- nieszczelnościami zewnętrznymi armatury.

Słowo „opary” odnosi się do mieszaniny pary powietrza i gazów inertnych np. w proporcji 6:1 pary do uwalnianych gazów.

Obieg główny para-woda uzupełniany będzie wodą zdemineralizowaną po elektrodejonizacji, przygotowywaną w nowej stacji uzdatniania wody (SUW), która magazynowana będzie w zbiorniku buforowym o pojemności 8m³. Układ zbiornika wody zdemineralizowanej wraz z pompami wody uzupełniającej wykorzystywany będzie również podczas awaryjnego odstawienia turbozespołu dla potrzeb przejęcia nadmiaru zrzuconego do skraplacza czystego kondensatu, który następnie poprzez układ pompowy i wymienniki regeneracji niskoprężnej podawany będzie do stacji odgazowania.

2.1.25.2. Obieg wody chłodzącej

Straty czynnika w obiegu wody chłodzącej, wykorzystującym zamknięty układ wyposażony w mokre chłodnie wentylatorowe, są spowodowane:

- procesem parowania, który w okresie letnim dochodzi do 2% całego strumienia wody chłodzącej,
- procesem odsalania obiegów chłodzących.

Straty te szacunkowo wynoszą odpowiednio (dla warunku pracy z pełnym obciążeniem kondensacyjnym):

- parowanie i unoszenie
 - lato 39,5 m³/h
 - zima 7,9 m³/h
- wielkość zrzutu odsalającego
 - lato 9,3 m³/h
 - zima 2,4 m³/h
- łączna ilość wody uzupełniającej obieg wody chłodzącej
 - lato 48,8 m³/h
 - zima 10,4 m³/h

2.1.25.3. Produkcja wody do obiegów technologicznych

Zużycie wody i skład wody we wszystkich obiegach ma podlegać ścisłej reglamentacji.

Zasadniczo woda zdemineralizowana powinna być produkowana na miejscu lub awaryjnie może być również dowożona do zbiorników składowania pośredniego.

Woda zdekarbonizowana ma być produkowana na miejscu w oparciu o ujęcia wody ze studni głębinowych (rezerwowo wodę miejską).

Uzupełnianie obiegu wodnego pętli grzewczej i obiegu wody sieciowej ma się odbywać wyłącznie w oparciu o świeże źródło wody.

2.1.25.4. Gospodarka wodą odpadową

Wody odpadowe mają być objęte centralną gospodarką magazynowania i nadzoru/monitoringu zanieczyszczeń i stopnia zasolenia oraz skażenia promieniotwórczego. Wody mają być oczyszczane w procesie odwróconej osmozy i ponownie użyte w obiegach zamkniętych. Wody odpadowe o wysokim poziomie zasolenia mogą podlegać procesom oczyszczenia przez proces wyparny lub być skierowane do utylizacji poprzez dedykowany zakład oczyszczania. Wody opadowe o przekroczonym limicie skażenia promieniotwórczego zawracane będą do części jądrowej (w systemie przetwarzania odpadów promieniotwórczych najpierw do zbiornika ścieków reaktora HTGR).

2.2.26. Instalacje wody chłodzącej

2.1.26.1. Instalacja obiegu głównego

Proponuje się do chłodzenia skraplacza turbiny parowej w układzie konwersji energii poprzez zastosowanie wodnego, konwencjonalnego zamkniętego układu wody chłodzącej opartego o zestaw mokrych chłodni wentylatorowych.

Wentylatorowe chłodnie wody są w zasadzie wymiennikami ciepła, przy czym czynnikiem chłodzonym jest woda z obiegu ciepłego a czynnikiem chłodzącym powietrze czerpane z przestrzeni zewnętrznej.

Ciepła woda ze skraplacza doprowadzana jest króćcem zasilającym i rozpylona w baterii układu zraszania. Następnie przepływa grawitacyjnie przez kanały bloków wkładu kontaktowego do zespołu zbiornika. Przez okna wlotowe przepływa powietrze. Czynnikiem chłodzącym przepływa przez baterię kanałami wkładów kontaktowych, a następnie kanałami odkraplacza. Ruch powietrza jest wymuszony mechanicznie wentylatorem.

Po schłodzeniu woda jest zbierana w basenie chłodni i splywa do kanałów ssawnych pomp wody chłodzącej. W obiegu zamkniętym ciśnienie czynnika chłodniczego jest wyższe niż w obiegu otwartym, ponieważ woda ze skraplacza musi być pompowana na wysokość dystrybucji wody w chłodni. Jedną z istotnych zalet takiego układu jest dodatkowe odizolowanie układu wtórnego (energetycznego) od wody w obiegu atmosferycznym.

Mokre chłodnie wentylatorowe wytwarzają sztuczny ciąg poprzez wentylator osiowy śmigłowy umieszczony w górnej części urządzenia. Różnicę temperatury wody lodowej i temperatury termometru wilgotnego można zmniejszyć o około 4°C, kosztem energii elektrycznej napędzającej wentylator.

Dla rozwiązania zagadnień eksploatacyjnych (w przypadku zapotrzebowania na moc w wodzie chłodzącej charakteryzującej się dużą zmiennością) proponuje się jako najwłaściwsze do zastosowania w NCBJ, połączenie równoległe układu opartego na wielocelkowych chłodniach wentylatorowych, składających się z kilku sekcji o takiej samej wydajności.

Układ będzie wyposażony w instalację odsalania służącą do utrzymania zadanego poziomu zagęszczenia soli w obiegu wody chłodzącej. Woda uzupełniająca obieg wody chłodzącej będzie podawana w sposób ciągły do misy chłodni ze Stacji Uzdatniania Wody.

Schemat blokowy głównych układów wody chłodzącej jest przedstawiony na Rys. 5 poniżej.

Instalacja wody chłodzącej z chłodniami wentylatorowymi zasilaby bezpośrednio następujące obiegi:

PA – główny obieg wody chłodzącej w części konwencjonalnej (pierwszy strumień wody chłodzącej z maszynowni). Chłodzenie skraplacza turbiny parowej przepływa do chłodni wentylatorowej. Zlokalizowany w budynku maszynowni.

Układ nie jest związany z bezpieczeństwem.

PC – pomocniczy obieg wody chłodzącej w części konwencjonalnej (drugi strumień wody chłodzącej z maszynowni). Dla potrzeb chłodzenia części konwencjonalnej/wodnej układu rozruchu i wyłączenia oraz parowego układu rozruchu i wyłączenia woda chłodząca przepływa do chłodni wentylatorowej. Zlokalizowany w budynku maszynowni.

Układ nie jest związany z bezpieczeństwem.

PG – wydzielony, pośredni obieg wody chłodzącej w części konwencjonalnej. **Zamknięty** układ wody chłodzącej łączący się poprzez wymiennik woda/woda z obiegiem PC. Zlokalizowany w budynku maszynowni.

Układ nie jest związany z bezpieczeństwem.

PE – pomocniczy obieg wody chłodzącej w części konwencjonalnej. Niebezpośrednio dla potrzeb eksploatacyjnego chłodzenia układów komponentów operacyjnych w budynku reaktora (m.in. powyłączeniowy układ chłodzenia SCS (KAE), dmuchawy helu) oraz w budynku pomocniczym reaktora (m.in. układów oczyszczania helu) za pośrednictwem wymienników woda/woda odbiera ciepło z pośredniego układu chłodzącego dla potrzeb układu pierwotnego KAB. Zlokalizowany w budynku maszynowni.

Układ nie jest związany z bezpieczeństwem.

KAB – wydzielony, pośredni obieg chłodzący dla potrzeb układu pierwotnego.

Zamknięty, wysokociśnieniowy układ wody chłodzącej, odbierający ciepło od układów chłodzenia komponentów operacyjnych (takich jak pierwotna dmuchawa helu, chłodnice i dmuchawy w układzie oczyszczania helu, układ ścieków zlokalizowanych w budynku pomocniczym reaktora), łączący się poprzez wymiennik woda/woda z obiegiem PE. Wymiennik woda/woda zlokalizowany jest w budynku maszynowni.

Układ nie jest związany z bezpieczeństwem.

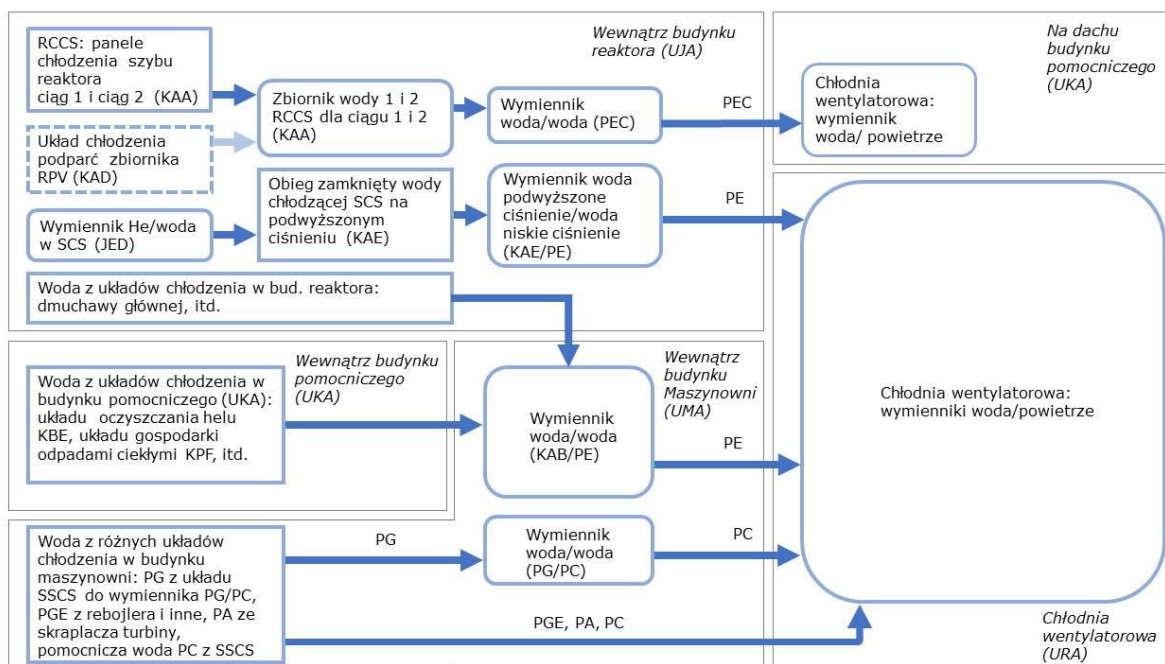
KAE – wydzielony, pośredni obieg chłodzący dla potrzeb układu pierwotnego.

Zamknięty, wysokociśnieniowy obieg wody chłodzącej, odbierający ciepło z powyłączeniowego układu chłodzenia reaktora SCS (wymiennika hel/woda w budynku reaktora), łączący się poprzez wymiennik woda/woda z obiegiem PE a dalej z chłodnią wentylatorową. Wymiennik woda/woda zlokalizowany jest w budynku reaktora.

Układ nie jest związany z bezpieczeństwem.

PGE – układ wody ruchowej (trzeci strumień wody chłodzącej z maszynowni) dla pomocniczych urządzeń w maszynowni turbiny parowej, m.in. takich jak chłodnice generatora, chłodnice oleju smarowego turbozespołu, chłodnice agregatów pomp próżniowych, chłodzenie pomp kondensatu głównego i ciepłowniczego, chłodzenie pomp wody zasilającej, chłodniczki próbo-odbiorników, itp. Zlokalizowany w budynku maszynowni.

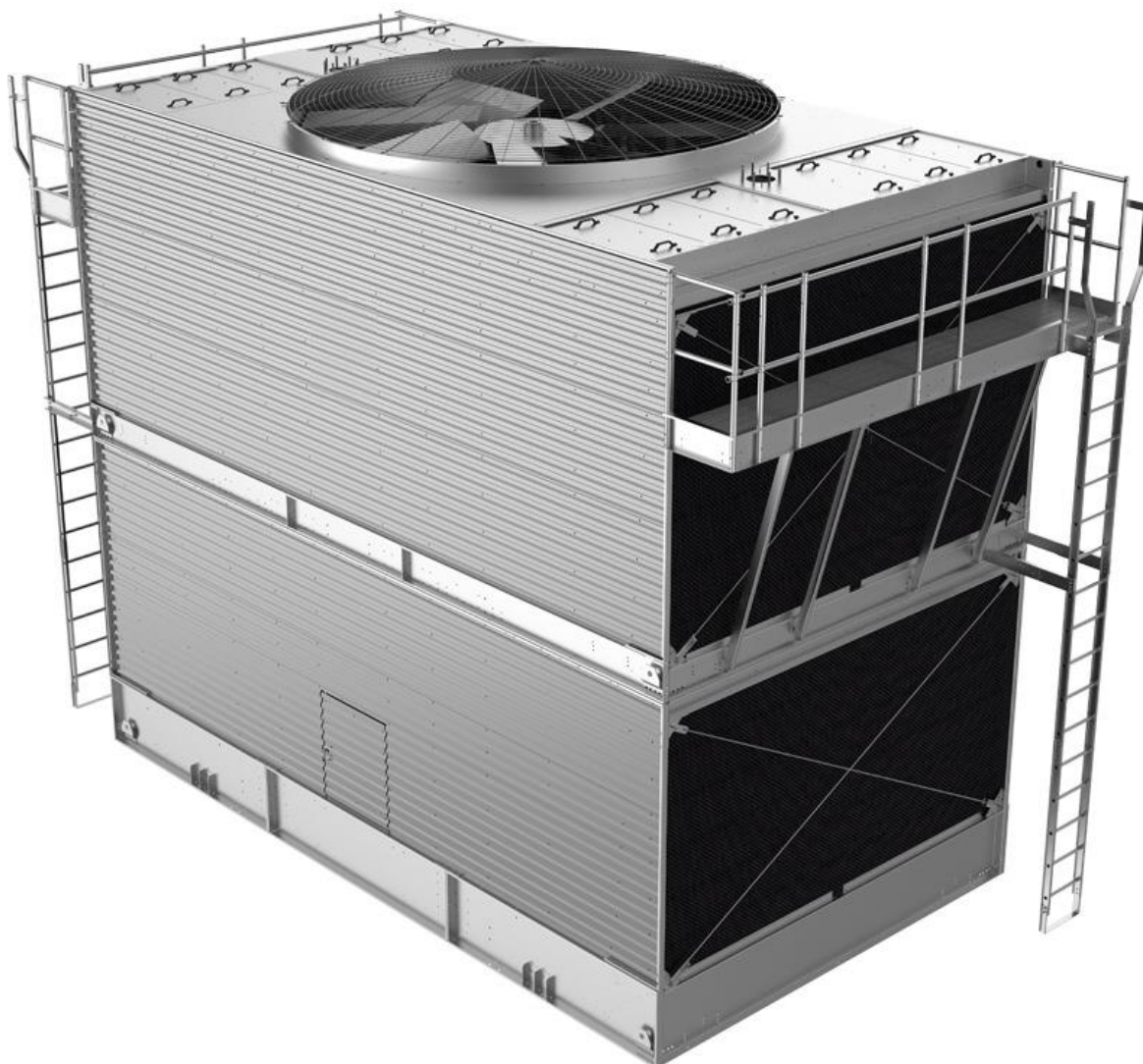
Układ nie jest związany z bezpieczeństwem.



Rys. 5 - Schemat blokowy głównych układów wody chłodzącej

Powyższe układy wodne nie są związane z bezpieczeństwem pracy reaktora HTGR. Przedmiot niniejszego Zamówienia nie obejmuje układów: KAE zlokalizowanego w budynku reaktora; KAA zlokalizowanego całkowicie w budynku reaktora; KAD zlokalizowanego całkowicie w budynku reaktora; PEC zlokalizowanego w budynku reaktora i na budynku pomocniczym reaktora.

Układ chłodzenia IKE byłby wspólny, tj. dla skraplacza turbiny parowej, układu zamkniętego obiegu wody ruchowej oraz innych pośrednich układów chłodzenia, w tym związanych z częścią jądrową jak np. układ rozruchu i odstawienia czy ewentualnie układ chłodzenia komponentów operacyjnych w budynku zbiornika reaktora PE (z wyłączeniem układów bezpieczeństwa).



Rys. 6 Widok przykładowej pojedynczej celki mokrej chłodni wentylatorowej

Ilość ciepła odprowadzona przez ten obieg do atmosfery wyniesie w przypadku pracy układu z pełną kondensacją około 20,5 MWt, z czego:

- ilość ciepła odprowadzona przez kondensator: 18,9 MWt
- ilość ciepła w układzie wody ruchowej: 0,6 MWt
- ilość ciepła odprowadzona do układu chłodzenia komponentów operacyjnych w budynku zbiornika reaktora w warunkach normalnej pracy: 1,8 MWt

Każdy z układów chłodzenia wyposażony będzie we własny układ pompowy, dopasowany do zastosowanych urządzeń.

Ze względu na to, że jest to instalacja jądrowa, konieczne jest zastosowanie redundancji układów pompowych (np. 3 x 50% w przypadku większych pomp lub 2 x 100% dla mniejszych urządzeń) w celu zabezpieczenia pracy układu chłodzenia.

Obieg ten składał się będzie z następujących elementów:

- pompowni głównej wody chłodzącej wraz z pompami diagonalnymi 3 x 50% (o wstępnie określonych parametrach: $Q=500 \text{ m}^3/\text{h}$ i podnoszeniu $H=12\text{m}$)

- z silnikami o mocy $N_s=32$ kW wyposażone w przemienniki częstotliwości do regulacji wydajności) ustawionymi na stropie podziemnej żelbetowej komory ssawnej,
- kolektora tłoczno wodny chłodzącej z pomp do kondensatora i dalej na zraszalniki chłodni,
 - rurociąg tłoczno wodny obiegowy i wymiennik płytowy woda – woda dla chłodzenia urządzeń pomocniczych bloku,
 - 6-celkowej chłodni wentylatorowej o nominalnej mocy cieplnej około 24,0 MWt,
 - zrzutu odsalającego w postaci odprowadzania części wody obiegowej do kanalizacji w oparciu o ciągły pomiar przewodności tej wody,
 - ciągłe uzupełnianie strat wody obiegowej związanych z parowaniem i zrzutem odsalającym przy użyciu wody przygotowanej w stacji uzdatniania.

Proponowane rozwiązanie, które opisane zostało powyżej pokazane jest na załączonym schemacie układu wody chłodzącej – patrz Załącznik nr 3 do OPZ „HTGR NCBJ 2. Schemat układu wody chłodzącej.”

Układ będzie w pełni naładowany w trybie maksymalnej kondensacji turbiny w warunkach letnich i maksymalnych temperaturach powietrza zewnętrznego (obecnie jest ich w centralnej Polsce tylko kilka w ciągu roku z maksymalnymi temperaturami dziennymi do ok. 35°C). W pozostałe dni układ powinien posiadać rezerwę mocy na pokrycie zapotrzebowania na chłodzenie w warunkach awarii, konserwacji lub czyszczenia poszczególnych celek układu chłodzącego. Układ należy przystosować do pracy w mroźnych warunkach zimowych oraz zimowych warunkach rozruchowych. Można to osiągnąć wyłączając poszczególne agregaty, układ żaluzjowy na wlocie powietrza, regulację obrotów wentylatora, układ awaryjnego ogrzewania wodnego. Dla bezpieczeństwa środowiska i uniknięcia wycieku substancji radioaktywnych konieczne jest zastosowanie izolacji od obwodu pierwotnego.

Podczas pracy w warunkach awaryjnych układ ma przyjąć pełne obciążenie cieplne wynikające z pracy reaktora, tj. obciążenie 30 MWt z odpowiednią rezerwą wynoszącą 20%. W takich warunkach dopuszcza się wzrost temperatury wody chłodzącej do ok. 50°C na wlocie do zespołów chłodniczych (chłodni wentylatorowych).

Ponadto w warunkach awaryjnych w okresie zimowym układ chłodzenia przeznaczony jest do szybkiego opróżniania m.in. wykorzystanie sprężonego powietrza do usunięcia wody chłodzącej z odcinków rurociągów.

Przewiduje się, że zasadniczo chłodnia wentylatorowa będzie działała w okresie letnim, jednak w pewnych szczególnych przypadkach możliwa jest także praca chłodni w okresie zimowym, przy czym należy zapewnić wówczas ochronę zraszalnika chłodni przed obmarzaniem, która polega na utrzymywaniu temperatury wody ochłodzonej (odpływającej z chłodni) na odpowiednio wysokim poziomie. Pożądane jest, aby minimalna temperatura wody ochłodzonej nie była niższa niż 10°C.

Na odpływie wody ze zbiornika zespołu chłodni będą zamontowane czujniki temperatury wody. Czujnik temperatury wody będzie mierzył temperaturę wody ochłodzonej wymieszanej. Przy bardzo niskiej temperaturze otoczenia lub małej mocy turbozespołu, może wystąpić konieczność wyłączenia wszystkich wentylatorów chłodni. Wtedy chłodzenie wody będzie zachodziło wskutek działania ciągu naturalnego powietrza.

W zamkniętym układzie wody chłodzącej stosowana jest woda zdekarbonizowana, w której zawartość tlenu jest zredukowana ze względu na korozję.

Napełnianie instalacji i uzupełnianie przecieków odbywa się poprzez pobór wody ze zbiornika wody zdekarbonizowanej znajdującego się w stacji uzdatniana wody. Straty związane z parowaniem, unoszeniem i odpływem również na bieżąco są kompensowane przez zdekarbonizowaną wodę uzupełniającą.

Ze względu na celowość ograniczenia wpływu chłodni wentylatorowych układu chłodzenia na otoczenie proponuje się wyposażenie urządzeń w odpowiedni sprzęt do kontroli pióropusza. Sprzęt do kontroli chmury pary wodnej składa się zazwyczaj z nachylonych do wewnątrz i do góry kanałów w kształcie litery V, które prowadzą suche powietrze do centralnego obszaru urządzenia a izobaryczne mieszanie się dwóch strumieni powietrza chłodzącego następuje na ich zewnętrznych krawędziach na skutek turbulencji.

2.1.26.2. Zamknięty układ wody chłodzącej dla układu rozruchu i wyłączenia

Układ wody chłodzącej dla układu rozruchu i wyłączenia (SSCS) jest układem zamkniętym i usuwa ciepło z wytwornicy pary (w części jądrowej). Składa się on z pracującej w układzie 2 x 100% pompy zamkniętego układu wody chłodzącej, wymiennika ciepła zamkniętego układu wody chłodzącej, zbiornika wyrównawczego, orurowania i armatury. Wstępny schemat technologiczny SSCS jest częścią schematu IKE „HTGR NCBJ 1. Schemat układu obiegu energetycznego” stanowiącego Załącznik nr 1 do OPZ.

Układ pracuje w następujących reżimach:

- eksploatacyjny rozruch i odstawienie,
- eksploatacyjne usuwanie nadmiaru ciepła.

Pompa wody chłodzącej tłoczy wodę chłodzącą do wymiennika ciepła zamkniętego układu rozruchu i wyłączenia zlokalizowanego w maszynowni. Po przejściu wody chłodzącej przez wymiennik jest ona schładzana w mokrej chłodni wentylatorowej. Układ wody chłodzącej dla układu rozruchu i wyłączenia nie jest związany z bezpieczeństwem i dlatego jest podłączony do normalnego zasilania pomocniczego.

Na obecnym etapie przyjęto, że układ rozruchu i odstawienia pracować będzie przejmować obciążenie gdy osiągnięta będzie graniczna moc wytwornicy pary, czyli ok. 9 MWt. Ostateczne parametry projektowe powinny zostać określone w trakcie wykonywania PP, gdy znana będzie charakterystyka eksploatacyjna układu obiegu pierwotnego.

W zamkniętym układzie wody chłodzącej stosowana jest woda zdekarbonizowana, w której zawartość tlenu jest zredukowana ze względu na korozję.

Napełnianie instalacji i uzupełnianie przecieków odbywa się poprzez pobór wody ze zbiornika wody zdekarbonizowanej znajdującego się w stacji uzdatniana wody. Straty związane z parowaniem, unoszeniem i odpływem również na bieżąco są kompensowane przez zdekarbonizowaną wodę uzupełniającą.

Układ rozruchu i wyłączenia realizuje następujące funkcje:

- zapewnia wytwornicy pary niezbędny przepływ wody podczas uruchamiania i wyłączenia,
- doprowadza wodę do wytwornicy pary, gdy pompy wody zasilającej nie mają zasilania,
- doprowadza wodę do wytwornicy pary w przypadku przecieków,
- doprowadza wodę do schładzania (temperowania) odwodnień wytwornicy pary,
- uczestniczy w procesie podgrzewania wody zasilającej podczas rozruchu.

Układ rozruchu i wyłączenia jest czysto operacyjny i nie realizuje funkcji związanych z bezpieczeństwem.

Układ ten jest podobny do obiegu kotła przepływowego i składa się z następujących elementów:

- rurociągów (x2) pary świeżej z wytwornicy pary,
- zbiornika rozprężacza z wtryskiem do tego zbiornika dla zmniejszenia ciśnienia,
- wymiennika para/woda pracującego także jako skraplacz, z wyprowadzeniem skroplin do głównego odgazowywacza/zbiornika wody zasilającej w układzie konwersji energii, oraz wyprowadzeniem skroplin do rurociągu wody zasilającej wytwornicę pary,
- obiegu pośredniego/izolującego wody chłodzącej (PG) z pompą i wymiennikiem woda/woda,
- rurociągów odprowadzających ogrzaną wodę (PC) do chłodni wentylatorowej i doprowadzającej oraz do linii odprowadzającej próbki wody do układu kontroli i oczyszczania wody.

Uruchamianie Reaktora

Podczas uruchamiania reaktora poniżej ok 25-30% mocy nominalnej tzn. ok. 9 MWt produkowana para w wytwornicy pary nie jest jeszcze wykorzystywana przez turbinę ze względów technologicznych i bezpieczeństwa dopóki nie zostaną osiągnięte parametry minimalne pracy turbiny. Po fazie rozruchu para jest zrzucana drugim upustem do wymienników ciepłowniczych, a turbina jest zsynchronizowana z siecią elektryczną.

Zastępczym odbiorem tego ciepła jest układ SSCS, z którego ciepło jest oddawane poprzez zamknięty układ wody chłodzącej PG, a dalej do chłodni wentylatorowej poprzez linię wody chłodzącej PC. Jednocześnie, w celu zminimalizowania naprężeń wewnętrznych stali wytwornicy pary woda zasilająca zostaje stopniowo podgrzewana poprzez cyrkulację wody od kotła rozruchowego przez odgazowywacz (i zbiornik wody zasilającej) a następnie przesyłana i stopniowo podgrzewana w kierunku SG. Jednocześnie woda gorąca/para z wylotu SG oddaje ciepło w SSCS i zwraca z wymiennika/skraplacza do linii zasilającej SG.

W różnych fazach procesów rozruchu i wyłączenia, w których jest tylko woda, czynnik jest rozprężany przez zawór dławiący do zbiornika rozprężnego, a stamtąd do skraplacza/chłodnicy. Mieszanina wodno-parowa i później para pod koniec operacji rozruchu lub na początku wyłączenia przechodzi przez równoległy zawór kondycjonowania pary.

W zależności od trybu pracy skraplacz/chłodnica ma za zadanie chłodzenie lub skraplanie. W trybie cyrkulacji samej wody ten wymiennik może usuwać ciepło powyłączeniowe i schładzać rdzeń reaktora.

Napędy elektryczne w obwodzie rozruchu i wyłączenia oraz w powiązonym zamkniętym obwodzie wody chłodzącej i wody użytkowej są zasilane z sieci potrzeb własnych.

Blok skraplacza/chłodnicy SSCS będzie zaprojektowany do skraplania ok. 20-30 % nominalnej wydajności pary podczas rozruchu i wyłączenia.

Rozruchowy kocioł parowy jest wyłączany/załączany w zależności od potrzeb obiegu pierwotnego.

Woda zasilająca jest wtryskiwana do pary przegrzanej w celu zmniejszenia jej ciśnienia do około 6 barów.

W procesie rozruchu głównego obiegu cieplnego (Obiektu) wykorzystywany jest parowy kocioł rozruchowy.

Moc cieplna oraz zakres regulacji mocy kotła rozruchowego będzie zdefiniowana przez wartości i funkcje:

1. Wielkość strat ciepła w obiegu energetycznym w stanie spoczynkowym, które mają pokrywać zasilanie pomocniczych obiegów wodnych w okresie zimowym w tym np. przygotowania wody uzupełniającej do obiegu para-woda i wody chłodzącej lub podtrzymania temperatury wody w obiegach zewnętrznych,
2. Niezbędne, rezerwowe zasilanie układów w głównym obiegu para-woda:
 - a. Uszczelnień turbiny parowej,
 - b. Smoczków parowych dla uzyskania i podtrzymania próżni w skraplaczu,
 - c. Podgrzania zładu wody w zbiorniku wody zasilającej i zainicjowania procesu odgazowania – moc cieplna będzie zależała o założonego tempa rozruchu,
 - d. Urządzeń / osprzętu turbinowego (grzania kadłuba turbiny, uszczelnienia armatury), co ma wynikać z uzgodnień/warunków Dostawcy turbiny,
 - e. Innych odbiorów technologicznych w funkcji grzania, zamiennie w stosunku do grzania elektrycznego lub w funkcji uszczelniającej w stosunku do powietrza atmosferycznego,
 - f. Odbiorów po stronie obiegu pierwotnego, które mają być zdefiniowane w zakresie parametrów (wielkości , pewności zasilania) przez Dostawcę części reaktorowej.
 - g. Możliwość synchronizacji turbogeneratorsa z siecią.

Warunki rozruchu będą zależeć od typu rozruchu np. pierwszy po montażu, zwykły i w zależności od stanu cieplnego obiegu para-woda, przy czym wyróżnia się rozruchy ze stanu zimnego, ciepłego i gorącego. Należy uwzględniać dopuszczalne gradienty temperatury metalu w czasie dla poszczególnych elementów grubościennych w obiegu pierwotnym i wtórnym.

Analiza gradientowa może wskazywać na potrzebę zastosowania dodatkowych nagrzewnic elektrycznych lub rozwiązań specjalnych, co będzie rzutować na czasy przywrócenia obiegu do ruchu po awaryjnym zrzucie obciążenia tj. czasu ponownego podania pary do turbiny, synchronizacji, osiągnięciu minimalnego obciążenia turbiny, szybkości naboru obciążenia przez turbogenerator.

Typowym stanem dla turbogeneratorsa może być ciągła praca na poziomie 30% nominalnej mocy Wytwornicy Pary. Warunek ten jest możliwy do spełnienia także bez pracy turbiny tj. przez ciągły zrzut pary redukcyjno-schładzającą stacją obejściową do skraplacza lub redukcyjno-schładzającą stacją do układu ciepłowniczego - z awaryjnym wymiennikiem schładzającym woda-woda w pętli grzewczej.

Istotną decyzją jest zdefiniowanie mocy i parametrów pary generowanej przez kocioł rozruchowy w aspekcie możliwości technicznych tj. osiągnięcia jedynie wartości minimalnych lub też druga możliwość tj. „zakręcenie” turbiny do wartości umożliwiających np. synchronizację turbogeneratorsa z siecią. Ta druga możliwość jest pożądana ze względów kontrolnych i uzyskania wysokiej pewności ruchowej pracy turbogeneratorsa w trybie symulacji obciążenia turbogeneratorsa bez pary z Wytwornicy Pary.

Rozruch obiegu para-woda

Sekwencje uruchamiania obiegu energetycznego mają być realizowane na podstawie szczegółowej instrukcji obsługi uwzględniającej wymagania poszczególnych urządzeń w tym minimalnych wymagań cieplnych (temperatura, ciśnienie, gradienty) urządzeń obiegu pierwotnego.

Typowe kroki rozruchu ze stanu zimnego mogą przebiegać liniowo w czasie, częściowo współbieżnie lub sekwencyjnie tj. zwolnienie kolejnego kroku rozruchowego ma być poprzedzone wyczerpaniem poprzedzających warunków kontrolnych.

Typowe kroki rozruchu , są następujące:

1. Kontrola stanu technicznego urządzeń - zdalna i bezpośrednia przez obsługę,

2. Kontrola / symulacja sprawności układu AKPiA ogólna i obiektowa,
3. Kontrola warunków brzegowych (parametry, struktura połączeń, napełnienie, odpowietrzenie, uzupełnienia układów, sprawdzenia funkcjonalne, cyrkulacja w krótkich obiegach lub dłuższych obiegach płuczących z wykorzystaniem stacji oczyszczania kondensatu),
4. Uruchomienie parowego kotła rozruchowego (wg. własnej instrukcji obiektowej),
5. Uruchomienie układów pomocniczych turbiny (turbina na obracacze, załączony układ smarowania olejowego, załączone inne układy pomocnicze turbogeneratorsa),
6. Uruchomienie obiegu wody chłodzącej skraplacz turbiny,
7. Uruchomienie/Podtrzymanie pracy obiegów chłodzących Obieg Pierwotny/Wytwornicy Pary,
8. Podanie pary do uszczelnień turbiny parowej,
9. Uruchomienia smoczków parowych dla uzyskania i podtrzymania próżni w skraplaczu turbiny,
10. Podgrzania zładu wody w zbiorniku wody zasilającej i zainicjowania procesu odgazowania wody zasilającej.
11. Początkowa moc cieplna z Wytwornicy Pary ma być odprowadzana przez dedykowany rozprężacz i wymiennik chłodzony wodą w obiegu zamkniętym i dalej, ciepło z Wytwornicy Parowej ma być odprowadzone poprzez obieg wody chłodzącej (układ rozruchu i odstawienia z obiegiem wodnym PG),
12. Uruchomienie układu regeneracji niskoprężnej,
13. Podanie pompami wody zasilającej do Wytwornicy Pary wg warunków technicznych Dostawcy Obiegu Pierwotnego,
14. W miarę wzrostu parametrów pary z Wytwornicy Pary (temperatura, ciśnienie, moc cieplna) ma być zasilany parowy układ podgrzewu i odgazowania wody zasilającej, układ zasilania uszczelnień turbiny i pary napędowej smoczków parowych.
15. W kolejnej fazie ma być uruchomiona stacja obejściowa turbiny z odprowadzeniem pary do skraplacza turbiny głównej.
16. W miarę naboru parametrów pary z Wytwornicy Parowej wyłączany jest parowy kocioł rozruchowy.
17. Przy dalszym wzroście parametrów pary z Wytwornicy Parowej i spełnieniu warunków rozruchowych Dostawcy turbiny załączany jest do ruchu turbogenerator i jednocześnie redukowany jest zrzut pary stacją obejściową do skraplacza turbiny, do wyłączenia stacji obejściowej łącznie.
18. Turbogenerator przechodzi do pracy w założonym reżimie badawczym, minimalnego obciążenia lub produkcyjnym tj. przy założonym stosunku generowania mocy elektrycznej względem mocy cieplnej użytkowej przy zapewnieniu zasilaniu potrzeb własnych cieplnych i elektrycznych Obiektu.
19. W zależności od potrzeb, uruchamiany jest układ ciepłowniczy i układ Rebojlera przy czym odpływ pary świeżej do Rebojlera ograniczy moc turbogeneratorsa i musi być uwzględniony w procesach regulacji turbogeneratorsa, jako Obiektu przyłączonego do państwowej sieci elektroenergetycznej.

Odstawienie obiegu para-woda

Odstawienie obiegu para-woda – planowa redukcja mocy cieplnej - odbywa się w odwrotnej kolejności i w zależności od głębokości odstawienia i perspektywy ponownego uruchomienia:

1. Redukowana jest moc cieplna turbogeneratorsa, w zależności od potrzeb, do ciągłego poziomu 30% mocy nominalnej reaktora, niższej mocy postojowej reaktora lub do całkowitego odstawienia układu wtórnego.
2. Odłączane są lub ograniczane są użytkowe odbiory technologiczne i ciepłownictwo zgodnie z założonymi preferencjami, przy czym preferowane jest zachowanie zasilania potrzeb własnych elektrycznych i cieplnych Obiektu i minimalnych warunków chłodzenia reaktora,
3. Obciążenie parowe Wytwornicy Pary jest regulowane obciążeniem turbogeneratorsa, następnie zrzutem pary świeżej poprzez stację obejściową do skraplacza lub osobną stacją do układu ciepłowniczego.
4. Przy dalszej niższe mocy cieplnej Wytwornicy Pary załączony jest rozruchowy kocioł parowy.

5. W zależności od rozeznania, układ cieplny przechodzi w stan podtrzymania lub głębszego odstawienia. Moc cieplna z Wytwornicy Pary jest najpierw zagospodarowana przez wtórny obieg para-woda z zasilaniem potrzeb własnych, następnie wyłączana jest turbina parowa, po wytraceniu obrotów przez turbinę można odłączyć smoczki parowe i wyłączyć chłodzenie skraplacza turbiny i chłodzenie innych obiegów pomocniczych.
6. Rozruchowy kocioł parowy jest wyłączany/załączany w zależności od potrzeb obiegu pierwotnego.
7. Docelowo, szczątkowe ciepło Wytwornicy Pary jest odbierane przez układy własne chłodzenia sterowane Wytwornicy Pary i regulowane z układu pierwotnego.

Awaryjne wyłączenie reaktora

Projektant uwzględni awaryjne wyłączenie reaktora, które skutkuje następującymi działaniami w układzie wtórnym IKE:

- Odcięciem wody zasilającej i odcięciem głównego rurociągu pary, na granicy budynku reaktora (izolacja wytwornicy pary)
- Zrzutem wody z wytwornicy pary

2.1.26.3. Instalacja chłodzącej wody obiegowej

Układy chłodzącej wody obiegowej krążącej w zamkniętych układach pomocniczych korzystają z wody ochłodzonej w odpowiednich celkach mokrych chłodni wentylatorowych.

W ramach tych obiegów można wydzielić następujące układy funkcjonalne:

- układ wody ruchowej dla pomocniczych urządzeń w maszynowni turbiny parowej (PGE) – o wydajności cieplnej 0,60 MWt
- pomocniczy obieg wody chłodzącej w części konwencjonalnej dla potrzeb eksploatacyjnego chłodzenia układów komponentów operacyjnych w budynku reaktora (PE) – o wydajności cieplnej:
 - 1,20 MWt w warunkach nominalnej pracy,
 - 4,7 MWt w warunkach awaryjnych.

2.1.26.4. Układ wody ruchowej dla pomocniczych urządzeń maszynowni turbiny parowej

Pomocniczy układ chłodzenia, tzw. układ wody ruchowej przewidziany jest dla potrzeb pomocniczych urządzeń układu konwersji energii, m.in. takich jak:

- chłodnice generatora,
- chłodnice oleju smarowego turbozespołu,
- chłodnice agregatów pomp próżniowych,
- chłodzenie pomp kondensatu głównego i ciepłowniczego,
- chłodzenie pomp wody zasilającej,
- chłodniczki próbo-odbiorników.

Wszystkie urządzenia zlokalizowane są w maszynowni turbiny parowej.

Układ wody ruchowej wykorzystuje wodę chłodzącą przenoszoną poprzez układ pompowy do konwencjonalnego zamkniętego układu wymienników ciepła, skąd po ogrzaniu, ciepła woda odprowadzana jest do schłodzenia w mokrej chłodni wentylatorowej.

Przewiduje się, że odebrane z chłodzonych urządzeń ciepło będzie przekazywane do głównego obiegu wody chłodzącej poprzez pośrednie wymienniki ciepła pracujące w układzie 2 x 100% o łącznej wydajności cieplnej – 2 x ok. 0,60 MWt. Obieg wody wymuszony będzie przez jedną z dwóch pomp cyrkulacyjnych pracujących w układzie 2 x 100 % o wydajności 2 x ok. 60 m³/h.

Dla chłodzonych urządzeń z odpływem grawitacyjnym (pompy kondensatu, próboodbiorniki, itp.) zostanie zabudowany zbiornik spustów o pojemności użytkowej ok. 2 m³ z pompą o wydajności ok. 6 m³/h przepompowującą wodę do obiegu.

Dla kompensacji zmian objętości wody w obiegu spowodowanych wahaniami temperatury zostanie zainstalowany zbiornik wyrównawczy.

Straty wody w obiegu wody ruchowej będą uzupełniane wodą uzdatnioną (zdekarbonizowaną) ze Stacji Uzdatniania Wody.

Układ wody ruchowej dla konwencjonalnej instalacji konwersji energii nie jest związany z bezpieczeństwem i dlatego jest podłączony do normalnego zasilania pomocniczego.

2.1.26.5. Obieg wody dla chłodzenia komponentów operacyjnych w budynku reaktora

Pomocniczy obieg wody chłodzącej dla potrzeb eksploatacyjnego chłodzenia układów komponentów operacyjnych w budynku reaktora wykorzystuje wodę chłodzącą przenoszoną poprzez układ pompowy do konwencjonalnego zamkniętego układu wymienników ciepła, skąd po ogrzaniu, ciepła woda odprowadzana jest do schłodzenia w mokrej chłodni wentylatorowej.

Woda chłodząca do eksploatacyjnego chłodzenia układów komponentów operacyjnych w budynku reaktora, przenoszona jest poprzez pompy i kolektor rozdzielczy do chłodnic elementów roboczych w budynku reaktora, odbierając ciepło z wydzielonych, pośrednich obiegów chłodzących układu pierwotnego (KAB i KAE).

Przewiduje się, że odebrane z chłodzonych urządzeń ciepło będzie przekazywane do głównego obiegu wody chłodzącej poprzez pośrednie wymienniki ciepła pracujące w układzie 2 x 100% o łącznej wydajności cieplnej wynoszącej odpowiednio:

KAB: 1,0 MWt

KAE: 0,8 MWt w warunkach normalnej pracy i
4,0 MWt w warunkach awaryjnych.

Obieg wody w warunkach normalnej pracy wymuszony będzie przez jedną z trzech pomp cyrkulacyjnych pracujących w układzie 3 x 50 % o wydajności 3 x ok. 150 m³/h, natomiast w warunkach awaryjnych wspomagany będzie przez drugi z agregatów pompowych.

Po przejściu przez chłodnice elementów roboczych, ogrzana woda schładzana będzie w mokrej chłodni wentylatorowej.

Układ wody użytkowej dla układu chłodzenia elementów roboczych nie jest związany z bezpieczeństwem i dlatego jest podłączony do normalnego zasilania pomocniczego.

2.2.27. Instalacje uzupełniania obiegów

Instalacje technologiczne układu konwersji energii wymagają stałego uzupełniania wody w obiegach.

Dotyczy to:

- głównego obiegu wodno-parowego – w maksymalnej ilości do 2200 dm³/h,
- obiegu grzewczej wody sieciowej – w maksymalnej ilości do 2800 dm³/h,
- obiegu wody chłodzącej – w maksymalnej ilości do 48.800 dm³/h.

Wobec powyższego, maksymalne zużycie wody surowej dla technologii uzdatniania wody do dalszego wykorzystania w instalacjach układu konwersji energii układu z HTGR można oszacować na około 50÷55 m³/h.

Woda na potrzeby uzupełnień ma być produkowana na poziomie czystości wody zdeminielizowanej do obiegów czystych (w tym do obiegu wody sieciowej) i na poziomie wody zdekarbonizowanej do obiegów chłodzących w których dochodzi do odparowania czynnika.

W typowych rozwiązaniach, proces produkcji wody zdekarbonizowanej poprzedza proces produkcji wody zdeminielizowanej.

Dodatkowymi procesami uzdatniania wody jest pracująca w trybie ciągłym na kondensacie głównym stacja oczyszczania kondensatu (SOK) oraz układy korekcji składu wody przez dawkowanie środków chemicznych. Procesom korekcji chemicznej podlega m.in. woda zasilająca w obiegu para-woda i woda ruchowa (ACW) chłodząca obiegi olejowe turbiny.

W Załączniku nr 4 „HTGR NCBJ 4. Schemat stacji uzdatniania wody” pokazano przykładowe rozwiązanie obróbki wody do uzupełniania obiegów technologicznych i chłodzących. Zamawiający oczekuje od Projektanta jego rozwiązań mieszczących się na planowanym terenie HTGR i spełniających wymagania wody uzupełniających dla instalacji IKE.

2.2.28. Woda surowa

Źródłem wody zasilającej stację uzdatniania będą źródła obecnie eksploatowane. Dane do projektowania zostaną przekazane po podpisaniu umowy na początku realizacji prac projektowych.

2.2.29. Stacja przygotowywania wody

Stacja uzdatniania wody produkować będzie wodę dla potrzeb uzupełniania obiegów wodnych układu konwersji energii:

- zdeminielizowaną po elektrodejonizacji dla uzupełniania głównego obiegu wodno-parowego,
- zdeminielizowaną dla uzupełniania obiegu grzewczej wody sieciowej,
- zdekarbonizowanej dla uzupełnienia obiegu wody chłodzącej.

Zapotrzebowanie na wodę zdeminielizowaną

W niniejszej koncepcji przyjęto, że woda zdemineralizowana po elektrodjonizacji, jako czynnik o najwyższej jakości, będzie uzupełniała straty w następujących instalacjach:

- a) straty bezzwrotne w obiegach wodno-parowych maszynowni,
- b) straty bezzwrotne w odgazowywaczu,
- c) sporadyczne ubytki wody związane z pracą zaworów bezpieczeństwa, odwodnieniem i odpowietrzeniem układów.

łącznie maksymalne zapotrzebowanie ciągłe wody zdemineralizowanej po elektrodjonizacji związane z ubytkami wody w skutek procesów technologicznych jak wyżej, można oszacować na około 2200 dm³/h.

Woda zdemineralizowana uzupełniająca główny obieg para-woda podawana będzie do układu kondensatu głównego, skąd poprzez układ pompowy oraz wymienniki regeneracji niskoprężnej trafiać będzie do odgazowywacza.

Ponadto w koncepcji przyjęto że ze względu na utrzymanie wysokiej czystości w nowym układzie sieci ciepłowniczej, obieg wody grzewczej uzupełniany będzie wodą zdemineralizowaną. Na potrzeby uzupełniania strat w sieci cieplnej zakładu przewiduje się zapotrzebowanie wydajności stacji ok. 2800 dm³/h.

Jakość wody zdemineralizowanej.

Ze względu na brak szczegółowych informacji od dostawcy wytwornicy pary przyjęto, że jakość wody uzupełniającej obieg para-woda powinna spełniać wymagania jak dla wysokoparametrowych energetycznych obiegów głównych.

Parametry wody uzdatnionej dla potrzebie obiegu głównego opisane zostały poniżej.

Lp	Parametr	Jednostka	Wymagania
1	Ciśnienie	bar	> 60
2	Przewodność właściwa w temperaturze 25°C	μS/cm	≤ 10
3	Wartość pH w temperaturze 25°C	-	> 9,2
4	Twardość całkowita (Ca + Mg)	mmol/dm ³	0
5	Zawartość związków żelaza w przeliczeniu na Fe	mg/dm ³	< 0,010
6	Zawartość związków miedzi w przeliczeniu na Cu	mg/dm ³	< 0,003
7	Zawartość związków krzemu w przeliczeniu na SiO ₂	mg/dm ³	< 0,02
9	Zawartość związków organicznych TOC	mg/dm ³	< 0,2
10	Oleje, smary	mg/dm ³	0

Wydajność stacji demineralizacji wody.

Wydajność maksymalna ciągła stacji dotycząca wody zdemineralizowanej będzie wynosiła 5000 dm³/h.

Wyprodukowana woda zdemineralizowana magazynowana będzie w zbiornikach buforowych o pojemności 2 x 8 m³.

Opis technologii stacji demineralizacji wody.

Na potrzeby przygotowania wody w ilości i o jakości wymaganej przez obieg wodno-parowy pracować będzie stacja uzdatniania, zbudowana w następującym układzie technologicznym:

- 1) filtracja na filtrze węglowym: zapewnia wstępne podczyszczenie, usunięci chloru wolnego,
- 2) filtracja mechaniczna o zdolności separacji 5µm,
- 3) zmiękczenie wody – usunięcie twardości, regeneracja solą,
- 4) dozowanie NaOH w celu usunięcia rozpuszczonego dwutlenku węgla,
- 5) wyrównanie ciśnienia wody w zbiorniku wyrównawczym (zbiornik jest wykorzystywany również w czasie sanityzacji i płukania urządzeń),
- 6) odwrócona osmoza – membranowe odsalanie wody,
- 7) demineralizacja na module Elektrodejonizacji (CDI),
- 8) magazynowanie wody zdemineralizowanej – dwa zbiorniki stanowiące naczynia połączone o pojemności V = 3 m³ każdy,
- 9) uzupełnianie obiegu wodno-parowego - pompownia wody uzupełniającej obieg,
- 10) uzupełnianie sieci ciepłowniczej

Dla produkcji wody zdemineralizowanej zastosowano kompaktową jednostka wykorzystująca nowoczesną technologię uzdatniania wody, zawierającą w swojej budowie filtrację wstępną ze zmiękczeniem, odwróconą osmozę i moduł elektrodejonizacji.

Głównym parametrem sterującym pracą stacji uzdatniania będzie poziom wody w zbiornikach wody zdemineralizowanej. Stacja będzie pracowała w taki sposób aby utrzymać maksymalny zapas wody w zbiorniku.

Pompy wody zdemineralizowanej po elektrodejonizacji będą uzupełniały obieg wodno-parowy. Czynnikiem sterującym pompy będzie ciśnienie w kolektorze uzupełniania. Dla bardzo małych poborów wody przez układ wodno-parowy, instalacja pomp zabezpieczona będzie kolektorem minimalnego przepływu. Pompy będą utrzymywały stałe ciśnienie w kolektorze wody uzupełniającej.

Pompy wody zdemineralizowanej uzupełniającej sieć ciepłowniczą będą sterowane od ciśnienia wody w układzie wody sieciowej. Pompy będą wyposażone w falowniki. Dla bardzo małych uzupełnień sieci, instalacja pomp zabezpieczona będzie kolektorem minimalnego przepływu. Pompy będą utrzymywały stałe ciśnienie w kolektorze sieciowym.

Zapotrzebowanie na wodę zdekarbonizowaną

Woda zdekarbonizowana będzie uzupełniała straty w obiegu wody chłodzącej.

Straty czynnika w obiegu wody chłodzącej, wykorzystującym zamknięty układ wyposażony w mokre chłodnie wentylatorowe i zgodnie ze wstępnymi obliczeniami wstępnie wynoszą odpowiednio (dla warunku pracy z pełnym obciążeniem kondensacyjnym):

- lato 48,8 m³/h
- zima 10,4 m³/h

Uzupełnianie strat w obiegu chłodzącym odbywać się będzie rurociągiem podającym wodę poprzez układ pompowy (2x100%) do odpowiednich komór wodnych przy celkach chłodni. Regulacja ilości dopływającej wody sterowana będzie od poziomów wody w tych komorach przy użyciu dwóch zaworów regulacyjnych.

Korekcja wody obiegu głównego para-woda

Kluczowe zdanie na temat doboru koregentów do wody obiegu głównego para-woda ma dostawca wytwornicy pary (SG).

W niniejszym projekcie proponuje się korekcję wody obiegu głównego para-woda realizowaną poprzez:

- a) dozowanie roztworu fosforanu do wody zasilającej przed podgrzewaczem wody, które pełni następujące funkcje:
 - podnoszenie wartości pH, wody obiegu głównego para-woda,
 - minimalizacja zjawiska korozji.
 - tworzenie z wapniem, magnezem i krzemionką miękkich osadów, które są usuwane w procesie odmulania.
- b) wprowadzenie korekcji alkalicznej wody zasilającej lotnym środkiem alkalizującym - wodą amoniakalną oraz ze względu na korozyjne działanie tlenu, dozowanie opartego na np. karbohydrazynie środka redukującego tlen resztkowy po odgazowaniu termicznym wody zasilającej.

Gospodarka wodami użytymi.

Z produkcji wody na cele uzupełniania obiegu wodno-parowego i sieci ciepłowniczej będą powstawały wody zużyte .

Będą to wody popłuczne z filtracji oraz wody z regeneracji kationitu i wody odrzucone z membranowych członów odsalania i demineralizacji.

W produkcji wody zdemineralizowanej w ilości maksymalnej 5000 dm³/h przewiduje się następujące ilości wód zużytych (do zweryfikowania przez Projektanta):

- z instalacji filtrów węglowych – 2500 dm³ raz na 3 dni.
- łączna ilość z dwóch modułów uzdatniania – 2000 dm³/h
- razem - maksymalna uśredniona – 2035 dm³/h

Wody zużyte będą miały bardzo dobrą jakość. Zasolenie maksymalne będzie do czterech razy większe niż w typowej wodzie wodociągowej. Odczyn wód zużytych będzie obojętny.

Wody zużyte zbierane będą w dwóch podposadzkowych zbiornikach retencyjnych o pojemności użytkowej 20 m³ każdy, wyposażonych w pompy zanurzeniowe.

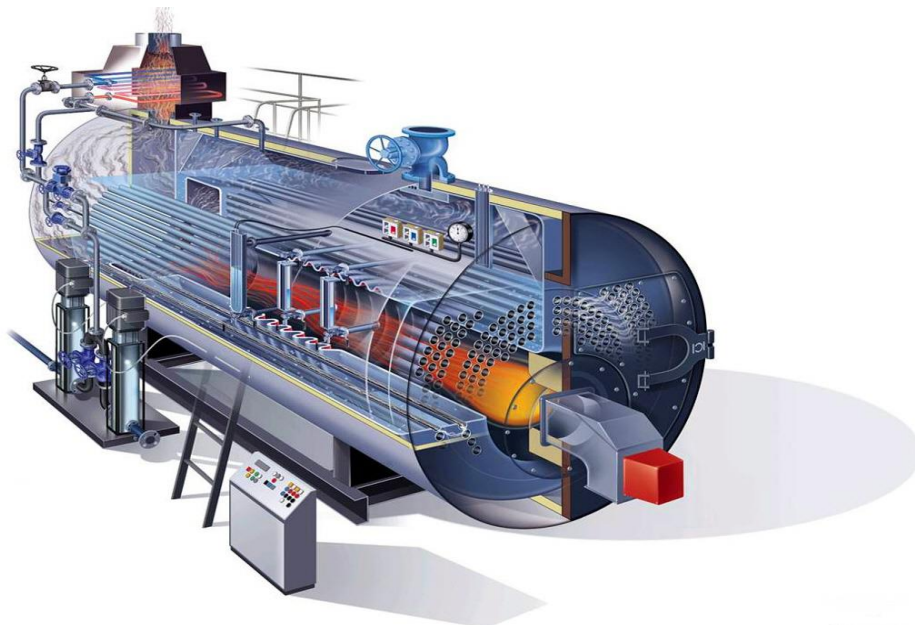
Wskazane jest wykorzystanie tych wód w układach drugorzędnych np. instalacjach pomocniczych lub przeciwpożarowych.

2.2.30. Kotłownia rozruchowa

Podczas rozruchu układu konwersji energii wykorzystywana będzie para wodna wytwarzana w kotle rozruchowym. Będzie on źródłem pary dla potrzeb:

- odgazowywacza – ogrzanie wody obiegu para-woda (w szczególności układu SSCS)
- układu uszczelnień turbiny
- układu wygrzewania rurociągów

W kotłowni rozruchowej zlokalizowanej w sąsiedztwie budynku maszynowni będzie zabudowany kocioł parowy płomienicowo-płomieniówkowy z własnym przewodem wyprowadzającym spaliny do atmosfery.



Rys. 7 Widok przykładowego kotła parowego w technologii płomienicowo-płomieniówkowej

Wstępnie proponowane są dobrane poniżej parametry podstawowe:

Paliwo	-	gaz ziemny wysokometanowy
Moc	-	ok. 5,2 MWt
Wydajność pary	-	ok. 8 t/h
Temperatura pary	-	195 °C
Ciśnienie pary	-	ok. 10 bar
Sprawność kotła	-	nie mniej niż 93%
Temperatura spalin na wylocie	-	140°C
Emitor	-	Ø900mm / h _{min} = 15m

2.2.31. Sprężone powietrze AKPiA oraz remontowe

Do pracy układu konwersji energii sprężone powietrze będzie wykorzystywane dla potrzeb AKPiA oraz do napędów wyposażenia remontowego. Dla ułatwienia eksploatacji przyjęto jednolitą jakość sprężonego

powietrza. Ideowy schemat przykładowej instalacji sprężonego powietrza pokazano w Załączniku nr 5 na rysunku „HTGR NCBJ 5. Schemat instalacji sprężonego powietrza”.

Wszyscy odbiorcy sprężonego powietrza układu konwersji energii będą mieli zagwarantowane parametry powietrza, które będzie dostarczane z nowej sprężarki:

- Ciśnienie robocze: 0,6 MPa;
- Temperatura ciśnieniowego punktu rosy - 40°C;
- Klasa 1.2.1

Osuszenie powietrza do temperaturowego punktu rosy „-40°C” będzie odbywało się w osuszaczu adsorpcyjnym.

Ciśnienie robocze będzie wynosić 6 bar przed odbiorami powietrza (na granicy z poszczególnych odbiorów).

W związku z powyższym planowane jest wybudowanie sprężarki, zlokalizowanej w wydzielonym pomieszczeniu, w którym przewiduje się zainstalowanie trzech sprężarek oraz trzech osuszaczy adsorpcyjnych współpracujących ze zbiornikami buforowymi. Instalacje sprężonego powietrza od sprężarek będą wykonane ze stali stopowej nierdzewnej zapewniającej brak możliwości powstania zanieczyszczeń mechanicznych wewnątrz rurociągów.

2.2.32. Sprężone powietrze AKPiA

Sprężone powietrze na potrzeby AKPiA będzie miało następujące parametry:

- Ciśnienie: 0,6 MPa,
- Temperatura punktu rosy: „-40°C”.

Do wyprodukowania tego powietrza będą zamontowane dwie sprężarki pracujące w układzie za 100% rezerwy (jedna pracuje, druga stanowi rezerwę).

Każda sprężarka będzie miała wydajność ok. $Q_{max}=10 \text{ Nm}^3/\text{min}$, ciśnienie tłoczenia $p_{max}=0,65 \text{ MPa}$ i moc silnika $N_s=50 \text{ kW}$.

Sprężarki będą chłodzone powietrzem pobieranym z pomieszczenia sprężarki.

Będą one pracowały na wspólny kolektor, połączony z osuszaczami adsorpcyjnymi i ze zbiornikiem buforowym, który zabezpiecza urządzenia przed nagłymi skokami ciśnienia w instalacji, przy dużych chwilowych poborach powietrza.

Wstępne osuszenie powietrza będzie się odbywało w separatorach, natomiast osuszenie powietrza do temperaturowego punktu rosy „-40°C” będzie odbywało się w osuszaczu adsorpcyjnym, który będzie miał wydajność $Q=10,0 \text{ Nm}^3/\text{min}$.

Zbiornik buforowy sprężonego powietrza AKPiA będzie miał objętość $V\sim 3 \text{ m}^3$.

2.2.33. Sprężone powietrze remontowe

Sprężone powietrze na potrzeby remontowe będzie miało następujące parametry:

- a) Ciśnienie: 0,6 MPa,
- b) Temperatura punktu rosy: „-40°C”.

Do wyprodukowania tego powietrza będzie zamontowana jedna sprężarka.

Sprężarka będzie miała wydajność ok. $Q_{max}=10 \text{ Nm}^3/\text{min}$, ciśnienie tłoczenia $p_{max}=0,65 \text{ MPa}$ i moc silnika $N_s=50 \text{ kW}$.

Rezerwę dla pracy tej sprężarki będzie stanowiła instalacja powietrza AKPiA.

Układ sprężonego powietrza remontowego będzie ponadto mógł zostać wykorzystywany do usunięcia wody chłodzącej z odcinków rurociągów łączących.

Sprężarka będą chłodzona powietrzem pobieranym z pomieszczenia sprężarkowni.

Będzie ona pracowała na kolektor, połączony z osuszaczem adsorpcyjnym i ze zbiornikiem buforowym, który zabezpiecza urządzenia przed nagłymi skokami ciśnienia w instalacji, przy dużych chwilowych poborach powietrza.

Wstępne osuszenie powietrza będzie się odbywało w separatorze, natomiast osuszenie powietrza do temperaturowego punktu rosy „-40°C” będzie odbywało się w osuszaczu adsorpcyjnym, który będzie miał wydajność $Q=10,0 \text{ Nm}^3/\text{min}$.

Zbiornik buforowy sprężonego powietrza remontowego będzie miał objętość $V\sim 3 \text{ m}^3$.

2.2.34. Gospodarka technologiczna dźwigowo-remontowa

W maszynowni nad turbozespołem przewiduje się zabudowę suwnicy pomostowej, dwudźwigarowej o udźwigu $Q=35,0\text{t}$, wysokości podnoszenia $H_p\sim 18,0\text{m}$ i rozpiętości równiej szerokości budynku maszynowni, służącej do transportu elementów turbogeneratora oraz wkładów wymienników. Wstępnie przyjęto masy:

- masa najcięższego elementu turbiny: ok. 26,0 Mg
- masa generatora: ok. 32,0 Mg

Nad pompami skroplin z wymienników ciepłowniczych przewiduje się zabudowę belki jezdnej z wciągnikiem elektrycznym.

Nad pompami układu chłodzenia przewiduje się zabudowę belki jezdnej z wciągnikiem elektrycznym.

Nad pompami olejowymi przewiduje się zabudowę belki jezdnej z wciągnikiem ręcznym.

Nad pompami wody zasilającej przewiduje się zabudowę belki jezdnej z wciągnikiem elektrycznym.

Dla potrzeb transportowych wymiany wkładu wymienników ciepłowniczych przewiduje się zabudowę belki jezdnej z wciągnikiem elektrycznym.

W maszynowni w stropie poziomym obsługowego będzie luk transportowy dla potrzeb transportu elementów turbogeneratora. Na stropie tym przewiduje się również pola odkładczo-remontowe.

Wjazd do maszynowni przewiduje się w ścianie szczytowej o wymiarach nie mniejszych niż 3,6x3,6m.

2.3. Pozostałe wymagania Zamawiającego dla instalacji technologicznych IKE

- Maksymalna temperatura projektowa będzie uwzględniać wszystkie możliwe stany pracy oraz wzrost temperatury w wyniku zaburzeń w przepływie ciepła i masy.
- Pomiar temperatury będzie umiejscowiony przed oraz za każdym przegrzewaczem oraz schładzaczem pary.
- Ekonomizery i podgrzewacze kondensatu powinny być tak zaprojektowane, aby w żadnym miejscu we wszystkich możliwych warunkach pracy nie występowało w nich odparowanie.
- Podgrzewacz kondensatu (jeśli występuje) będzie wyposażony w układ recyrkulacji zapobiegający wprowadzeniu zbyt zimnego kondensatu podczas rozruchu.
- Ciśnienia nominalne zaworów bezpieczeństwa będą przyjęte zgodnie z obliczeniowymi ciśnieniami rurociągów.
- Jako temperatura obliczeniowa materiału rurociągów przyjmowana będzie co najmniej temperatura maksymalna czynnika przepływowego w danym rurociągu. Temperatura ta przyjęta będzie w dalszym etapie projektowania do obliczeń kompensacji oraz przy doborze materiału i grubości ścianki rur.
- Zamawiający oczekuje od Projektanta optymalizacji wartości i rozwiązań podanych w niniejszym OPZ w kierunku oszczędności wody (strat i zapotrzebowania). Dlatego Zamawiający dopuszcza, o ile bilans wody okaże się niekorzystny dla NCBJ, zastosowanie zabudowy innego rodzaju chłodzenia wody z obiegów chłodzących, także rozwiązania tzw. „suchych” lub „półsuchych” chłodni wentylatorowych.
- Zamawiający oczekuje na zaprojektowanie w PP gospodarki dźwigowo-remontowej niezbędnej do obsługi urządzeń i remontów we pozostałych budynkach i budowlach IKE.
- Od Projektanta (dostawcy/producenta turbozespołu) oczekuje się określenia możliwości wykonania i dostawy turbozespołu parowego upustowo-kondensacyjnego wraz z wyspą turbinową tj. kompletem urządzeń wyposażenia technologicznego według opisanych powyżej wymagań i zakresów oraz kierując się „Wytycznymi dotyczącymi dostaw wyposażenia elektrowni” wg. PN-EN45510-6,7,8.
- Projektant zobowiązany jest niniejszym OPZ, w uzgodnieniach, zwłaszcza z dostawcą/producentem turbozespołu do zaprojektowania i zamieszczenia w PP wstępnej dyspozycji (rozmiszczenia) w układzie 3D, który obejmować będzie lokalizację wskazanych urządzeń z uwzględnieniem komunikacji, transportu, remontów oraz pola odkładczego na głównym poziomie obsługowym turbiny.
- Powyższe wymaganie dotyczy także wszystkich urządzeń głównych IKE, a także podstawowego wyposażenia głównego pozostałych budynków i budowli IKE.
- Projektant rozpatrzy i o ile uzna za potrzebne dla zwiększenia niezawodności i ciągłości pracy IKE zaproponuje w PP zabudowę pomocniczego kolektora pary technologicznej (zasilanego poprzez stację redukcyjno-schładzającą z pary świeżej), z którego zredukowana para doprowadzana będzie do odbiorów pary w układzie parowo-wodnym 2.1.4.

- Układy regulacji obiegu para-woda i turbiny mają posiadać algorytmy automatycznie odciążające turbinę dla zachowania minimalnej wielkości produkcji energii elektrycznej (potrzeby własne instalacji HTGR).
- Turbozespół może pracować w szerokim trybie regulacji dokonując rozdziału energii na produkcję energii elektrycznej lub ciepłej przy zachowaniu warunku utrzymywania minimalnego obciążenia cieplnego wytwornicy.
- Maszynownia i inne obiekty technologiczne obiegów parowo-wodnych ma spełniać wysokie standardy możliwości utrzymania czystości i ma być przystosowana do zmywania i czyszczenia maszynowego.
- Oczekuje się, że zaoferowany zostanie turbozespół o w pełni rozpoznanych własnościach użytkowych i o walorach rozpoznanych na obiektach referencyjnych.
- Instalacje reboilera zabudowane są wewnątrz pomieszczenia lub przestrzeni wewnątrz budynku maszynowni lub w osobnym budynku reboilera ale w każdym przypadku w wydzielonej, górnej strefie budynku i bez bezpośredniego dostępu personelu w trakcie eksploatacji. Sama przestrzeń lub pomieszczenie w budynku maszynowni lub osobny budynek dla reboilera są objęte niniejszym Postępowaniem i Zamawiający pozostawia do decyzji Projektanta wybór sposobu zabudowy reboilera (w osobnej budowli/budynku czy w maszynowni).
- Projektant przedstawi jakim oprogramowaniem posługiwać się będzie przy projektowaniu schematów technologicznych, schematów elektrycznych i zabezpieczeń oraz PID, planów, rzutów i rysunków PID 2D, rysunków architektoniczno-budowlanych oraz mechaniczno-technologicznych i remontowych 3D, przy wykonywaniu obliczeń bilansowych cieplno-przepływowych, zestawień urządzeń i głównej armatury, zestawień specyfikacji głównych materiałów rurociągów i konstrukcji poszczególnych budynków i budowli (nie dotyczy materiałów poszczególnych głównych urządzeń które dobrane będą przez dostawcę/producenta w porozumieniu z Projektantem). Dla modeli 3D dopuszczalny jest jeden z następujących formatów dwg, dgm, ifc, step oraz dla ich wydruku pdf 3D, ze wspólnym punktem odniesienia („zero”).

3. OPIS INSTALACJI KONWERSJI ENERGII ORAZ CHARAKTERYSTYCZNE PARAMETRY – CZĘŚĆ ELEKTRYCZNA

3.1. Generator

Zgodnie z założeniami branży technologicznej zakłada się generator synchroniczny o mocy czynnej rzędu 10 -11 MW.

Ze względów opisanych w następnych rozdziałach (brak transformatora potrzeb własnych, ponieważ Zamawiający dobrał generator o napięciu jak w sieci NCBJ) przyjmuje się napięcie na zaciskach generatora o wartości 15 kV i częstotliwości 50 Hz.

Pozostałe parametry generatora nie są na etapie koncepcji istotne z punktu widzenia branży elektrycznej i pozostawia się je do decyzji dostawcy turbozespołu w uzgodnieniu z branżą technologiczną

3.2. Wyprowadzenie mocy z HTGR

Wyprowadzenie mocy z generatora MKA – 10 MW przewiduje się poprzez transformator podwyższający

BAT – 15,75/115 kV o mocy pozornej 16 MVA do stacji GPZ 110 kV „Świerk” zlokalizowanej w sąsiedztwie NCBJ. Transformator będzie przystosowany do warunków zwarciovych w miejscu jego przyłączenia i objęty działaniem aparatury zapewniającej likwidację zwarć w czasie nie dłuższym niż 150 ms. Transformator będzie wyposażony w regulację zaczepową pod obciążeniem i przystosowany do współpracy z nadrzędnymi układami regulacji. Punkt neutralny transformatora będzie przystosowany do bezpośredniego uziemienia.

W torze wyprowadzenia mocy między generatorem, a transformatorem blokowym, będzie zamontowany wyłącznik generatorowy służący do wyłączania zwarć oraz do synchronizacji z siecią PSE.

Ze względu na stosunkowo nieduże wartości prądów roboczych przewiduje się kablowe wykonanie toru wyprowadzenia mocy.

3.3. Rozbudowa istniejącej stacji 110 kV / 15 kV „Świerk”

Ze względu na konieczność podłączenia wyprowadzenia mocy z reaktora HTGR do stacji 110 kV oraz zapewnienia zasilania rezerwowego dla bloku, przewiduje się konieczność rozbudowy istniejącej stacji 110 kV / 15 kV „Świerk” znajdującej się w sąsiedztwie NCBJ o dwa dodatkowe pola – jedno na sekcji 1 (dla wyprowadzenia mocy) i drugie na sekcji 2 (dla zasilania rezerwowego HTGR). Powyższe jest poza zakresem Przedmiotu Zamówienia, jednak Zamawiający oczekuje od Projektanta wytycznych i rekomendacji inżynierskich do podjęcia rozbudowy.

Wstępnie założono powiązania HTGR z najbliższą stacją GPZ. Formalnie jednak miejsce przyłączenia będzie wskazane dopiero na etapie uzyskania „Warunków przyłączenia do sieci elektroenergetycznej”, których na obecnym etapie nie ma (brak możliwości wystąpienia z powodu braku danych od dostawcy reaktora).

O „Warunki” należy wystąpić przed rozpoczęciem prac nad projektem budowlanym, którego „Warunki” będą stanowiły integralną część projektu budowlanego.

Wstępne założenia w oparciu o informacje od służb elektrycznych NCBJ zostaną przekazane Projektantowi po rozstrzygnięciu postępowania przetargowego.

3.4. Układ rozliczeniowy

Formalne wytyczne dotyczące układu rozliczeniowego z OSD (Operatorem Systemu Dystrybucyjnego) będą integralną częścią „Warunków przyłączenia do sieci el-en”.

Zamawiający zwraca uwagę, aby w rekomendacjach inżynierskich opisać układ podliczników energii, który umożliwi bezpośrednio rozliczanie się z podmiotami zasilanymi z sieci NCBJ na podstawie wskazań podliczników kontrolnych (np. na napięciu 15 kV), z pominięciem liczników rozliczeniowych (na napięciu 110 kV).

Cała produkcja energii z turbosespołu HTGR powinna być w pierwszej kolejności spożytkowana w zakresie sieci wewnętrznej NCBJ, czyli w obszarze podliczników kontrolnych, a dopiero ewentualna nadprodukcja sprzedawana do OSD.

Powyższe działania zapewnia wykorzystanie tańszej energii z własnej produkcji.

3.5. Zasilanie potrzeb własnych HTGR

Zasilanie elektryczne wchodzi w skład pomocniczych systemów bezpieczeństwa elektrowni jądrowej, stąd wymagane najwyższej dbałości podczas procesu projektowania o pewność zasilania, w myśl reguły

„bezpieczeństwo ponad wszystko” i związanego z tym konserwatywnego podejścia zakładającego szerokie marginesy bezpieczeństwa.

Stosowane w energetyce jądrowej i bezpieczeństwie jądrowym pojęcie „obrony w głąb” (ang. Defence-in-depth) dotyczy również części elektrycznej i można zdefiniować jako inżynierską praktykę stosowania wielopoziomowych, niezależnych rozwiązań systemów bezpieczeństwa, nastawioną na obronę przed najpoważniejszą awarią, czyli taką, która skutkuje skażeniem radiologicznym środowiska. Celem wielokrotnej redundancji jest zminimalizowanie prawdopodobieństwa wystąpienia poważnej awarii lub katastrofy, spowodowanej uszkodzeniem pojedynczego systemu. W efekcie jakiegoś nieprzewidzianego wydarzenia powstałego m. in. na skutek zaniku zasilania elektrycznego może dojść do skażenia radiologicznego dużego obszaru, co byłoby katastrofalne z punktu widzenia ochrony środowiska.

Stąd dbałość na etapie PP części elektrycznej o stosowanie, gdzie to możliwe, rozdzielnic dwusekcyjnych z podwójnymi zasileniami, podwójnych zasilaczy z podwójnymi zasileniami, podwójnych zestawów baterii akumulatorowych, agregatów prądotwórczych itd. i brak akceptacji dla stosowania, uproszczonych, oszczędnych rozwiązań inżynierskich.

Przy projektowaniu układu zasilania gwarantowanego (dobór mocy agregatów prądotwórczych, zasilaczy UPS i DC, pojemności baterii akumulatorów) należy przyjąć zasadę 2 x 100 % redundancji.

Patrz wstępne założenia w oparciu o informację od służb elektrycznych NCBJ „Załącznik nr 8 HTGR NCBJ 1 - Układ wyprowadzenia mocy i zasilania potrzeb własnych”.

3.6. Założenia technologiczne

Uwaga dla Projektanta: W trakcie realizacji PP niezbędne będzie uzyskanie dokładnych założeń dla obwodu pierwotnego – dopiero pełny zestaw założeń umożliwi rewizję zaproponowanego układu elektrycznego. Dlatego w trakcie realizacji prac nad PP Projektant będzie zobowiązany do ścisłej współpracy z Zamawiającym, a w szczególności uwzględniać w PP i aktualizować dotychczasowe rozwiązania PP oraz wartości przyjęte w nin. OPZ do skorygowanych wymagań i rozwiązań oraz wartości dotyczących IKE, jakie pojawią się w miarę uszczegóławiania projektu części jądrowej HTGR (jak np. zapotrzebowanie części jądrowej HTGR na moc elektryczną potrzeb własnych – Patrz Uwaga w rozdz. 1.

Poniżej tabela z głównymi odbiorami technologicznymi IKE (na czerwono oznaczono odbiory wymagające zasilania gwarantowanego) oraz wstępnie dobranymi parametrami oraz ilością. Projektant zaktualizuje te wielkości zgodnie ze swoim PP z większą dokładnością i z uwzględnieniem niezawodności pracy dla części jądrowej HTGR:

Opis	Liczba sztuk	Układ pracy	Moc na wale pojedynczej pompy [kW]	Falownik
Pompy wody zasilające	4	3 z 4	120	tak
Pompy obiegowe kotła rozruchowego	2	1 z 2	4	
Pompy kondensatu z pary upustowej	3	2 z 3	12	
Pompy kondensatu zanieczyszczonego	2	1 z 2	4	
Pompy kondensatu głównego	3	2 z 3	20	tak
Pompy cyrkulacyjne SOK	2	1 z 2	6	
Pompy obiegowe pętli grzewczej wody sieciowej	3	2 z 3	8	tak
Pompy główne wody sieciowej	3	2 z 3	42	tak
Pompy obiegowe kotła rezerwowego	2	1 z 2	28	tak
Pompy obiegowe układu rozruchu i odstawienia do SO	2	1 z 2	4	
Pompy obiegowe układu rozruchu i odstawienia do WZ	3	2 z 3	26	
Pompy cyrkulacyjne wody chłodzącej	3	2 z 3	32	tak
Pompy cyrkulacyjne układu rozruchu i odstawienia	2	1 z 2	32	
Pompy cyrkulacyjne wody ruchowej	2	1 z 2	8	
Pompy cyrkulacyjne układu chłodzenia budynku zbiornika reaktora	2	1 z 2	32	
Pompy wody uzupełniającej obiegu głównego	2	1 z 2	24	
Pompy wody uzupełniającej pomocnicze	4	2 z 4	4	
Wentylatory mokrych chłodni wentylatorowych	6	6 z 6	30	
Sprężarki powietrza	3	2 z 3	50	
Pompy w SUW				
Pompa wysokiego ciśnienia przed RO 1	2	1 z 2	25	
Pompa wysokiego ciśnienia przed RO 2	2	1 z 2	4	
Elektrodejonizacja	2	1 z 2	4	
Pompy wody surowej	2	1 z 2	4	
Urządzenia przyturbinowe				
Pompa oleju regulacyjnego	2	1 z 2	5	
Pompa próżniowa	1	-	8	
Pompa awaryjna oleju turbinowego	1	-	4	
Pompa rozruchowa oleju turbinowego	1	-	18	
Pompa oleju lewarowego	1	-	6	
Obracarka wału przekładni	1	-	16	
Wentylator skrapalacza pary z dławnic	1	-	2	
Wentylator oparów oleju	1	-	2	
Elementy grzejne zbiornika oleju	1	-	5	
Siłowniki zaworowe	12		2	
Suwnica	1	okresowe	14	
Kocioł rozruchowy	1	okresowe	24	

SO (P2) do odgazowywacza; RO: pompy wody uzupełniającej (3 x 2) z SUW; WZ (P3) do ciągu wody zasilającej wytwornice pary wysokie ciśnienie).

3.7. Rozdzielnice

Ze względu na wymagany poziom pewności zasilania dla poszczególnych grup odbiorów elektrycznych potrzeb własnych zakłada się ich podział na trzy kategorie:

kategoria 1- odbiory wymagające ciągłego, bezprzerwowego zasilania, kategoria 2- odbiory wymagające ciągłego zasilania, ale dopuszczające krótką, kilkusekundową przerwę, kategoria 3- odbiory dopuszczające dłuższe przerwy w zasilaniu.

W projektowanym układzie zasilania elektrycznego należy przewidzieć możliwość zrealizowania zasilania dla każdej kategorii.

3.7.1. Rozdzielnice SN

Główna rozdzielnica średniego napięcia (SN) będzie w wykonaniu dwusekcyjnym – BBA i BBB (sekcje nie będą połączone sprzęgłem). W celu uniknięcia konieczności stosowania transformatora potrzeb własnych, a w ślad za tym zminimalizowania strat, zakłada się pracę rozdzielnic na napięciu generatorowym 15 kV. Taki wybór poziomu napięcia wynika z propozycji powiązania układu z istniejącą siecią 15 kV NCBJ (również bezstratnego). Na obecnym etapie brak jest informacji na temat napięć znamionowych dużych odbiorów (dmuchawy helu) w części jądrowej, dlatego zakłada się, że na etapie realizacji PP będzie możliwość uzgodnienia, za pośrednictwem Zamawiającego, z potencjalnym dostawcą wymaganego napięcia 15 kV dla tych odbiorów. Ze względu na dużo

niższą przewidywaną moc zwarciovą w stosunku do wytrzymałości zwarciowej współczesnej aparatury, **nie przewiduje się zastosowania dławika przeciwzwarciowego, intuicyjnie spodziewanego po rezygnacji z transformatora potrzeb własnych.** Każda z sekcji będzie posiadała dwa zasilania – jedno z generatora MKA i drugie z transformatora rezerwowego BBT02 - 115/15,75 kV zasilanego ze stacji GPZ 110 kV „Świerk”. Zasilania będą wyposażone w automat samoczynnego załączania rezerwy SZR. Sekcja BBA i BBB będą pracować niezależnie od siebie. Z powodów wymienionych powyżej (brak danych od dostawcy reaktora) na obecnym etapie nie dobiera się mocy transformatora rezerwowego BBT02.

Przewiduje się również możliwość zasilania potrzeb własnych (awaryjnego oprócz diesli) ze stacji GPZ przez transformator blokowy BAT – sytuacja taka może mieć miejsce przed uruchomieniem bloku.

Jak już wyżej wspomniano, zakłada się też możliwość zasilania awaryjnego z sieci 15 kV NCBJ. Ze względu na złożoność układu zasilania rozdzielnic 15 kV, na etapie projektów wykonawczych należy zwrócić szczególną uwagę na system blokad zarówno elektrycznych, jak i mechanicznych, między aparatami w liniach zasilających. Nie zaleca się również nadmiernego (przesadnego) dążenia do pełnego zautomatyzowania przełączeń na rzecz pozostawienia możliwości „ręcznego” (w sensie świadomego, po podjęciu decyzji) wykonywania niektórych operacji.

Rozdzielnice 15 kV przewidziano do zasilania poprzez transformatory obniżające podrozdzielnic NN oraz napędów o mocach powyżej (około) 450 kW.

3.7.2. Rozdzielnice NN

Rozdzielnice niskiego napięcia (nn) będą posiadały dwa poziomy napięć – 0,69 kV i 0,4 kV. Napięcie 0,4 kV przewidziano do zasilania odbiorów technologicznych o mocach poniżej (około) 130 kW i odbiorów potrzeb ogólnych, napięcie 0,69 kV przewidziano dla odbiorów o mocach w zakresie (około) 130 kW – 450 kW. Dokładniejsze wytyczne w tej kwestii powinny być sprecyzowane na etapie projektów wykonawczych na podstawie wymagań dostawców napędów dla technologii.

Z obu sekcji rozdz. głównej 15 kV – BBA i BBA będą zasilone następujące dwusekcyjne rozdzielnice niskiego napięcia:

- rozdzielnica 0,69 kV – BFA i BFB poprzez transformatory 15/0,69 kV – BFT, BFU,
- rozdzielnica 0,4 kV – BHA i BHB poprzez transformatory 15/0,4 kV – BHT, BHU,
- rozdzielnica 0,4 kV napięcia gwarantowanego – BMA i BMB poprzez transformatory 15/0,4 kV – BMT, BMU.

Moce powyższych transformatorów należy dobrać po uzyskaniu założeń od Dostawcy części reaktorowej, na etapie projektów wykonawczych (na obecnym etapie przyjęto standardowo 1000 kVA).

Wszystkie powyższe rozdzielnice będą wyposażone w automat samoczynnego załączania rezerwy SZR. UWAGA:

Podział napięć niskich na dwa poziomy 0,4 kV i 0,69 kV wynika z braku dokładnych danych dotyczących odbiorów obwodu pierwotnego reaktora i obecnego trendu w projektowaniu elektrowni - przedstawiono układ uniwersalny.

Na etapie projektów wykonawczych, po zapoznaniu się z listą wszystkich głównych odbiorów w obwodzie pierwotnym i wtórnym oraz uzyskaniu potwierdzeń z rynku odbiorów, należy podjąć decyzję o np. ewentualnym usunięciu poziomu 0,69 kV ze schematu z podaniem uzasadnienia Projektanta.

3.8. Układ napięcia gwarantowanego

3.8.1. Agregaty prądowórcze

Ze względu na wymagania związane z bezpieczeństwem jądrowym i tzw. "obroną w głąb" zakłada się redundancję awaryjnego, zasilania wysokiej mocy zarówno na poziomie napięcia 15 kV, jak i 0,4 kV.

W związku z powyższym każda z sekcji rozdzielnic 15 kV – BBA, BBB będzie wyposażona w zasilanie awaryjne z agregatu prądowego XKA01, XKA02.

Analogicznie, dla odbiorów niskiego napięcia o wysokim zapotrzebowaniu na moc, związanych bezpośrednio z bezpieczeństwem jądrowym, przewidziano dwa agregaty prądowórcze 0,4 kV – XKA11, XKA12, po jednym na sekcję rozdzielnic głównych 0,4 kV – BMA, BMB.

3.8.2. Napięcie gwarantowane 400 V AC

W dwusekcyjnej rozdzielnic napięcia gwarantowanego 0,4 kV - BRA, BRB każda z sekcji będzie zasilona podstawowo z zasilacza bezprzerwowego (BRU01, BRU02) oraz rezerwowo z drugiej sekcji (załączanie ręczne). Każdy z zasilaczy BRU01, BRU02 będzie zasilony z dwóch sekcji rozdzielnic głównej 0,4 kV – BMA, BMB – zasilacze będą wyposażone fabrycznie w podwójne zasilanie z automatycznym przełączaniem zasilania. Dodatkowo moduły stałoprądowe zasilaczy będą podparte zasilaniem 220 V DC bezpośrednio z rozdzielnic napięcia stałego 220 V DC - BVA, BVB.

Z rozdzielnic napięcia gwarantowanego 0,4 kV - BRA, BRB będą zasilane odbiory związane z bezpieczeństwem jądrowym, pożarowym oraz aparatura AKPiA, systemy, teletechnika itp.

3.8.3. Napięcie 220 V DC

W dwusekcyjnej rozdzielnic napięcia stałego 220 V DC - BVA, BVB każda z sekcji będzie zasilona podstawowo z zasilacza/prostownika BTL, BTM oraz rezerwowo z drugiej sekcji (załączanie ręczne). Każdy z zasilaczy BTL, BTM będzie zasilony z dwóch sekcji rozdzielnic głównej 0,4 kV – BMA, BMB – zasilacze będą wyposażone fabrycznie w podwójne zasilanie z automatycznym przełączaniem zasilania. Dodatkowo moduły stałoprądowe zasilaczy będą podparte bateriami akumulatorów BTA, BTB.

Z rozdzielnic napięcia stałego 220 V DC - BVA, BVB będą zasilane odbiory niedopuszczające nawet krótkotrwałej przerwy w zasilaniu, jak szafy systemowe, AKPiA itp.

3.9. Kompensacja mocy biernej

Wstępnie nie przewiduje się konieczności stosowania dodatkowych układów do kompensacji mocy biernej. Zostanie wykorzystana naturalna cecha maszyny synchronicznej - moc bierna będzie regulowana napięciem wzbudzenia generatora synchronicznego przy zasilaniu generatorowym potrzeb własnych bloku, natomiast przy sporadycznym zasilaniu rezerwowym np. z transformatora BBT02 przyjmuje się, że koszt budowy i utrzymywania dodatkowego układu przewyższy ewentualne opłaty za moc bierną, więc nie będzie ekonomicznie uzasadniony.

Ostateczne wymaganie zostanie podane w warunkach przyłączenia do sieci el-en. czyli poza zakresem Zamówienia.

3.10. Zabezpieczenia elektryczne

Ze względu na szeroko rozumiane bezpieczeństwo jądrowe zakłada się, że jednostka wytwórcza, mimo stosunkowo niewielkiej mocy, będzie wyposażona w układy elektroenergetycznej automatyki zabezpieczeniowej z funkcjami, jak dla dużej elektrowni zawodowej.

HTGR będzie wyposażony w układy:

- od zwarć zewnętrznych w sieci,
- od zwarć wewnętrznych w jednostce wytwórczej,
- od zwarć wewnętrznych w transformatorze blokowym,
- ziemnozwarciowe w punkcie neutralnym transformatora blokowego,
- nadnapięciowe,
- od utraty wzbudzenia,
- od asymetrii obciążenia,
- od mocy zwrotnej,
- rezerwowe od zwarć wewnętrznych w transformatorze blokowym lub w linii blokowej,
- od poślizgu biegunów.

Zakłada się dwa systemy zabezpieczeń: podstawowy i rezerwowo.

3.11. Systemy, sterownia główna

Sterowanie i wizualizacja procesu technologicznego odbywać się będzie poprzez zastosowanie systemu cyfrowego DCS IKE oraz nadrzędnego DCS.

W sterowni głównej umieszczone będą szafy systemowe, stacje operatorskie oraz inne stanowiska komputerowe przeznaczone dla obsługi. Patrz też rozdz.5.

Podstawowe urządzenia turbozespołu będą dostarczone z własnymi systemami, jak regulator napięcia generatora, czy regulator turbiny (system TCS). Powyższe systemy będą współpracowały z systemem DCS IKE , a ten z nadrzędnym DCS.

Analogicznie pozostałe urządzenia dostarczane z własnymi rozwiązaniami automatyki sterowania wyposażone będą w indywidualne sterowniki PLC współpracujące z systemem sterowania DCS IKE, przekazując najważniejsze informacje o pracy urządzeń.

Zastosowana aparatura pomiarowa będzie spełniać wymagania nowoczesnych rozwiązań technicznych z potwierdzonymi referencjami niezawodności działania.

Wszystkie rozdzielnice technologiczne (pola zasilające, sprzęgłowe i odpływowe), a także pola zasilające i sprzęgłowe pozostałych ważniejszych rozdzielnic potrzeb ogólnych będą również powiązane z systemem DCS IKE. Zakłada się systemowe sterowanie technologiami, natomiast najważniejsze zabezpieczenia, blokady, czy sygnały związane bezpośrednio z bezpieczeństwem ludzi i urządzeń będą w wykonaniu tradycyjnym, tzw. „twardodrutowym”.

3.12. Potrzeby ogólne

3.12.1. Gospodarka kablowa

Główne urządzenia elektryczne, w szczególności transformatory rozdzielcze, rozdzielnice, przetwornice i agregaty prądotwórcze, a także sterownia i szafy systemowe oraz AKPiA będą zlokalizowane w oddzielnym budynku rozdzielni. Ze względu na funkcję urządzeń, realizowania zasilania urządzeń technologicznych związanych bezpośrednio z bezpieczeństwem jądrowym, stała obecność operatorów konstrukcja budynku musi zapewniać ochronę przed zagrożeniami zarówno wewnętrznymi, jak i zewnętrznymi.

Napędy technologiczne zasilane z rozdzielnic zlokalizowanych w budynku elektrycznym oraz obiektowa aparatura AKPiA będą zlokalizowane w pobliżu reaktora i maszynowni, czyli w budynkach oddalonych od budynku rozdzielni, w związku z czym należy zaprojektować zewnętrzne trasy kablowe między ww. budynkami.

Tak, jak w przypadku układu zasilania zastosowano pełną redundancję, tak w przypadku zewnętrznych tras kablowych jest ona również wymagana. Kable energetyczne i sterownicze/sygnałowe prowadzone do rezerwujących się technologicznie odbiorów należy prowadzić dwiema trasami, oddalonymi od siebie lub wykonanymi w dwóch różnych technologiach, np. w tunelu kablowym i po estakadzie napowietrznej. Analogiczna zasada dotyczy tras kablowych w budynkach – powinny być również, w miarę możliwości, oddzielone od siebie.

3.12.2. Systemy uziemień, ochrony odgromowej i przeciwprzebiegowej

Obiekty będą wyposażone w system uziemień ogólnych zrealizowany przy pomocy bednarek stanowiących uziomy otokowe budynków, uzimienia układane w ziemi wzdłuż obiektów liniowych, jak np. rurociągi, ogrodzenia itp., połączonych ze sobą oraz z istniejącym systemem na terenie NCBJ.

Wszystkie konstrukcje budowlane będą wyposażone w połączenia wyrównawcze instalowane w nich już na etapie wylewania betonów (np. w płytach fundamentowych, stopach, fundamentach, ścianach betonowych itp.) oraz w systemy uziemień (główne i miejscowe szyny wyrównawcze, bednarki) prowadzonych wewnątrz pomieszczeń na potrzeby uzimiania urządzeń technologicznych, obudów napędów, kanałów wentylacyjnych, barier, podestów, schodów itd.

Budynki i wysokie konstrukcje będą wyposażone w instalacje odgromowe połączone z uziomami otokowymi, a także w wielostopniowe systemy ochrony przeciwprzebiegowej.

3.12.3. Oświetlenie i gniazda remontowe

Przewiduje się oświetlenie:

- podstawowe zewnętrzne dróg, parkingów, ogrodzeń i wybranych obiektów budowlanych oraz technologicznych ze sterowaniem zegarem astronomicznym i czujnikami zmierzchowymi,
- podstawowe i awaryjne wewnętrzne obiektów budowlanych.

Oświetlenie wewnętrzne podstawowe będzie załączane ręcznie, awaryjne automatycznie po zaniku oświetlenia podstawowego. Oświetlenie awaryjne ewakuacyjne (dróg ewakuacyjnych, stref otwartych i stref wysokiego ryzyka) będzie działało minimum jedną godzinę od zaniku oświetlenia podstawowego, natomiast czas pracy oświetlenia awaryjnego zapasowego będzie ustalony na etapie projektów wykonawczych w uzgodnieniu z wytycznymi technologicznymi – jest to o tyle istotne, że w obiekcie jądrowym ten czas może być wielokrotnie

dłuższy niż w obiektach konwencjonalnych ze względu na np. czas potrzebny do usuwania niebezpiecznej radiologicznie dla ludzi i środowiska awarii w warunkach wymagających oświetlenia.

Z powyższych względów zaleca się zasilanie oświetlenia awaryjnego z baterii centralnej, podpartej agregatem prądotwórczym.

Obiekt będzie wyposażony w zestawy gniazd remontowych 3f/1f, a także w pojedyncze gniazda 1f rozmieszczone równomiernie na potrzeby zasilania podręcznych, przenośnych urządzeń na obiekcie oraz urządzeń potrzeb ogólnych w częściach biurowych i socjalnych.

3.12.4. Zasilanie instalacji potrzeb ogólnych

Pozostałe instalacje potrzeb ogólnych, jak wentylacja, klimatyzacja, oddymianie, windy, potrzeby remontowe (suwnice, dźwigi) itp. będą zasilane z rozd. 0,4 kV – część z rozdzielnic zwykłych (BHA, BHB) i ich podrozdzielnic, a część (np. oddymianie, windy, teletechnika) z rozdzielnic napięcia gwarantowanego (BMA, BMB).

3.12.5. Instalacje teletechniczne

Obiekt będzie wyposażony w niskonapięciowe instalacje teletechniczne, jak np.:

- telefonia,
- radiofonia,
- telewizja przemysłowa (CCTV),
- wykrywanie i sygnalizacja pożaru (SAP),
- sygnalizacja włamania i napadu (SSWIN),
- kontrola dostępu, - sieci komputerowe,
- itp.

Rodzaje instalacji należy uzgodnić na etapie projektów wykonawczych.

3.13. Obliczenia techniczne w części elektrycznej

Zamawiający oczekuje, że Projektant wykona obliczeń bilansu mocy (produkcja vs. zapotrzebowanie) w uzgodnieniach z Zamawiającym. Z informacji wstępnych wynika, że aktualny umowny przydział mocy w NCBJ wynosi ok. 6 MW, natomiast konsumpcja energii ok. 18 GWh rocznie.

Ze wstępnych danych uzyskanych od branży technologicznej wynika, że moc szczytowa w układzie IKE wynosi ok. 1 MW. Na chwilę obecną brak jest danych dotyczących części jądrowej – na potrzeby obliczeń wstępnie można przyjąć, że największymi odbiorami będą dwie dmuchawy, każda ok. 1,5 MW (zasilanie 15 kV) oraz napędy zasilane niskim napięciem o mocy szczytowej ok. 0,5 -0.7 MW.

Powyższe informacje nie pozwalają jeszcze na rzetelny bilans mocy na obecnym etapie, ale można dokonać go wstępnie jako szacunek a w trakcie realizacji PP Zmawiający będzie przekazywał informacje bardziej dokładne.

Do obliczeń można też założyć, że większość odbiorów NCBJ pracuje przez jedną trzecią doby, czyli ok. 2920 h.

Turbozespół HTGR nie powinien być traktowany, jako główne źródło energii elektrycznej dla NCBJ, a jedynie, jako uzupełnienie źródła podstawowego, jakim jest sieć NCBJ oraz jako podstawowe źródło zasilania potrzeb własnych HTGR. Oprócz bilansu mocy Projektant wykona obliczenie spodziewanej mocy zwarciowej na potrzeby doboru aparatury i potwierdzenia braku konieczności stosowania dławika przeciwzwarciowego (prądy znamionowe). Dotyczy to generatora turbozespołu i transformatora blokowego.

3.14. Powiązania z istniejącą siecią NCBJ

Istniejące podstacje transformatorowe (OPT) na terenie NCBJ są zasilane promieniowo z dwusekcyjnej rozdzielni 15 kV. W powyższej rozdzielni 15 kV istnieją w obu sekcjach pola rezerwowe.

Na potrzeby Przedmiotu Zamówienia zakłada się możliwość dwukierunkowego powiązania istniejącej sieci 15 kV NCBJ z projektowanym HTGR. Dwukierunkowość polegałaby na możliwości zasilania sieci NCBJ z układu elektrycznego reaktora, a także możliwość awaryjnego zasilania potrzeb własnych reaktora z sieci NCBJ w przypadku, gdy takie zasilanie będzie wymagane, a zawiodą wszystkie inne możliwości przewidywane w ramach projektu samego bloku.

3.15. Zasilanie elektryczne instalacji demonstracyjnej

Ze względu na przewidywaną budowę instalacji demonstracyjnej („przemysłowej”), która będzie głównym odbiorcą ciepła technologicznego produkowanego w HTGR, przewidywać należy, ale w następnym etapie projektowania, możliwość dodatkowego zasilania z układu elektrycznego HTGR. Zamówienie nie obejmuje bezpośrednio takiego zasilania, a jedynie pozostawienie rezerwy na takie wyprowadzenie i rekomendacje inżynierskie dotyczące takiej instalacji i potrzeb rozbudowy. Należy od razu przyjąć, że będzie to tylko dodatkowe zasilanie w energię elektryczną.

3.16. Granice projektowania

Wyprowadzenie mocy będzie zrealizowane do lokalnej stacji 110 kV „Świerk” usytuowanej w sąsiedztwie NCBJ (północna strona). Granicą zakresu części elektrycznej są zaciski górnej strony transformatora blokowego BAT.

Linia 110 kV do stacji „Świerk” (w tym ewentualne przedpole 110 kV) oraz przeróbki w stacji związane z przyłączeniem bloku są poza zakresem części elektrycznej PP.

Zasilanie rezerwowe bloku będzie zrealizowane z lokalnej stacji 110 kV „Świerk” jw. Granicą zakresu części elektrycznej są zaciski górnej strony transformatora rezerwowego BBT02.

Linia 110 kV ze stacji „Świerk” (w tym ewentualne przedpole 110 kV) oraz przeróbki w stacji związane z przyłączeniem zasilania rezerwowego są poza zakresem części elektrycznej PP.

Powiązanie części elektrycznej reaktora HTGR z siecią NCBJ będzie zrealizowane w rozd. 15 kV należącej do NCBJ, więc zagadnienie granic inwestycji sprowadza się do wewnętrznych ustaleń z NCBJ/ Zamawiającym.

Powiązanie części elektrycznej reaktora HTGR z siecią obiektu „przemysłowego” będzie zrealizowane w odczepie (polu SN) z toru wyprowadzenia mocy. Ze względu na brak informacji (na chwilę obecną) dotyczących lokalizacji i charakteru ww. instalacji „przemysłowej”, należy założyć granice inwestycji na zaciskach wyłącznikowego pola odpływowego zasilającego Instalację „przemysłową”.

Sama linia do obiektu przemysłowego będzie poza zakresem Przedmiotu Zamówienia.

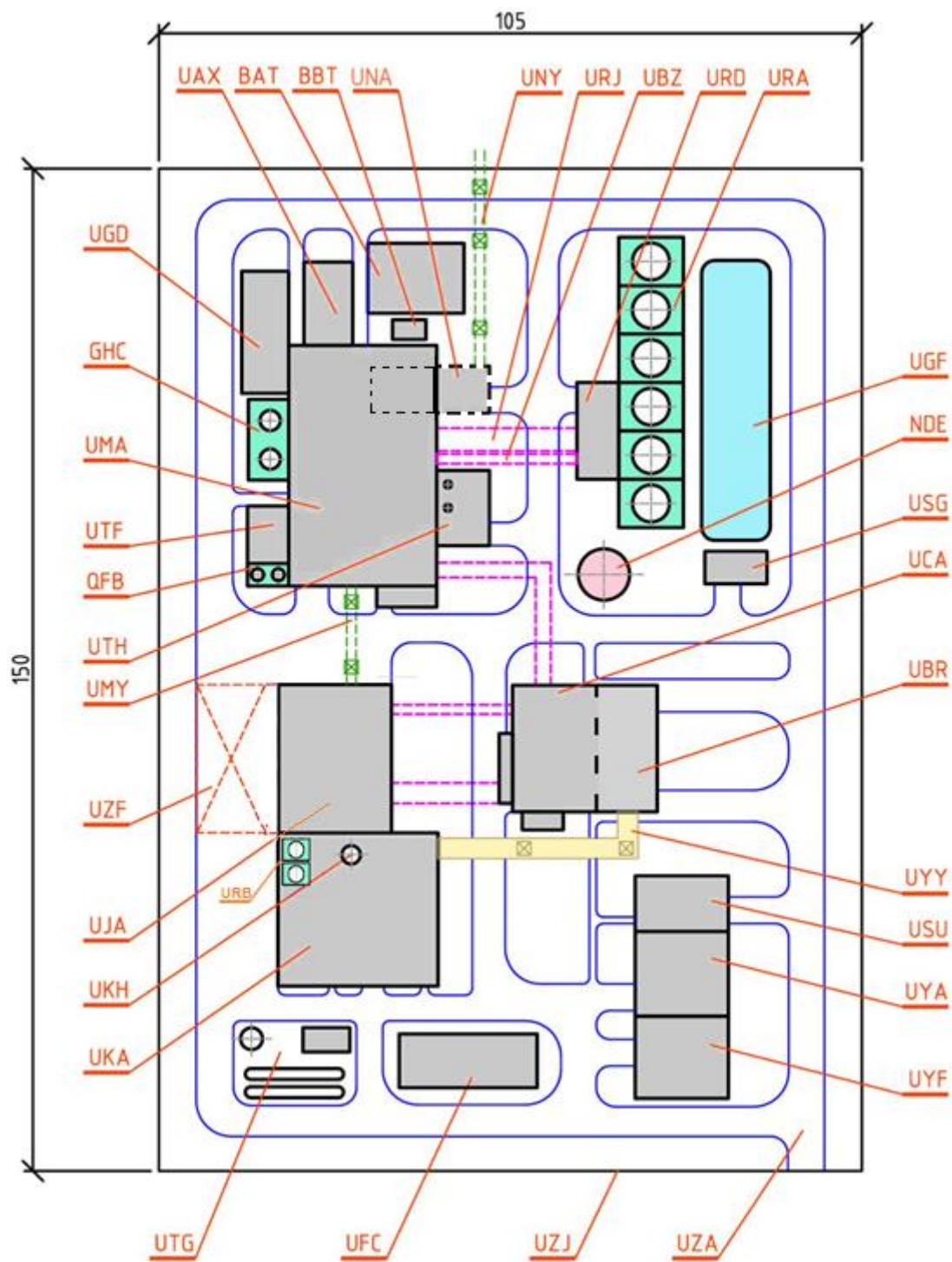
System zasilania awaryjnego musi spełniać wymagania Międzynarodowej Agencji Energii Atomowej (MAEA, ang. IAEA), w tym:

- Norma bezpieczeństwa IAEA SSR-2/1 wersja 1 dotycząca bezpieczeństwa elektrowni jądrowych Projektowanie, wymaganie 67 i 68 obiektów reagowania kryzysowego na miejscu, zasilania awaryjnego i projekt umożliwiający wytrzymanie utraty zasilania poza obiektem
- Specjalny przewodnik bezpieczeństwa IAEA SSG-34 Projektowanie systemów elektroenergetycznych dla elektrowni jądrowych, który zawiera wymagania dotyczące prawidłowego zasilania prądem zmiennym. Niniejszy dokument zawiera również dobre praktyki projektowania systemu elektroenergetycznego dla elektrowni jądrowych lub elektrowni konwencjonalnych.
- Seria norm bezpieczeństwa IAEA nr SSG-30, Klasyfikacja bezpieczeństwa konstrukcji, systemów i komponentów w elektrowniach jądrowych.

4. OPIS INSTALACJI KONWERSJI ENERGII ORAZ CHARAKTERYSTYCZNE PARAMETRY – CZĘŚĆ ARCHITEKTONICZNO-BUDOWLANA

4.1. Lokalizacja budynków i budowli na terenie HTGR

Na poniższym rysunku pokazano propozycję planu generalnego HTGR, a poniższej w tabeli wymienione zostały wstępnie przyjęte powierzchnie zabudowy poszczególnych budynków i obiektów budowlanych.



Rys. 8 . Wstępny plan generalny HTGR

Symbol KKS	Opis instalacji	Powierzchnia zabudowy [m x m]
UJA	Budynek reaktora – poza Przedmiotem Zamówienia	38 x 26
UKA	Budynek pomocniczy reaktora – poza Przedmiotem Zamówienia	24 x 24
UKH	Komin ulotowy (dla HVAC, Budynku reaktora i budynku pomocniczego) poza Przedmiotem Zamówienia	-
UTG	Budynek głównego zasilania helu i azotu - poza Przedmiotem Zamówienia	18 x 13
UFC	Magazyn paliwa zużytego - poza Przedmiotem Zamówienia	20 x 8
UMA	Maszynownia – zawiera turbinę parową z generatorem, elementy obiegu wodno-parowego, wszystkie elementy układu ciepłowniczego, układ rozruchu i wyłączenia oraz pary pomocniczej wraz z układami pompowymi a także suwnica do obsługi urządzeń.	36 x 22
UNA	Budynek urządzeń rebojlera (Uwaga: wymiary wstępne wg. założeń obliczeniowych zespołu wymienników: parownik z walczakiem, podgrzewacz wody ECO/ekonomizer + rezerwa). Uwaga: W przypadku umieszczenia rebojlera wewnątrz maszynowni należy prawdopodobnie powiększyć gabaryty maszynowni. Projektant zweryfikuje te wymiary.	20 x 14
UTH	Budynek kotłowni pomocniczej (gazowy kocioł rozruchowy). Uwaga: Zamawiający spodziewa się zmniejszenia powierzchni zabudowy.	14 x 9
NDE	Akumulator ciepła	-
BBT	Zabezpieczenia – ogranicznik zwarcia	5 x 3
BAT	Teren pod transformator blokowy i transformator odczepowy potrzeb własnych	14 x 10
UAX	Rozdzielnia wewnętrzna	10 x 8
UBR	Budynek rozdzielni i urządzeń elektrycznych (ze sterownikami obu części HTGR) z aneksem (UCA) lub wydzieloną częścią sterowni głównej i wyposażenia sterowniczego (Uwaga: sterownia części jądrowej – nadrzędna nie jest w zakresie Przedmiotu Zamówienia. Projektant zapewni	28 x 11

	miejsce dla jej pełnego wyposażenia i zasilania wg opisu jak w dalszej części OPZ).	
UBZ	Kanały kablowe (Uwaga: kanały kablowe do budynku reaktora (UJA) i budynku pomocniczego reaktora (UKA) oraz do innych układów części jądrowej są poza zakresem Przedmiotu Zamówienia. Jedynie miejsce/lokalizacje tych kanałów należy przewidzieć w realizacji Przedmiotu Zamówienia/PP).	-
UMY	Estakada / galeria rurociągów technologicznych układu konwersji energii (Uwaga: Estakada jest w zakresie Przedmiotu Zamówienia ale w zakresie planowania i rozmieszczenia rurociągów dochodzących i do i wychodzących z budynku pomocniczego reaktora)	-
UNY	Estakada / galeria rurociągów technologicznych łączących Reboiler z układem przemysłowym	-
URA	Chłodnie wentylatorowe zamkniętego obiegu wody chłodzącej	42 x 8
URD	Pompownia obiegu wody chłodzącej	14 x 6
URJ	Kanał technologiczny obiegu wody chłodzącej	-
UGD	Budynek stacji uzdatniania wody	12 x 7
GHC	Zbiorniki wody zdeminalizowanej	12 x 6
UTF	Budynek sprężarkowni powietrza	8 x 6
QFB	Zbiorniki buforowe sprężonego powietrza	-
UGF	Basen przeciwpożarowy	-
USG	Budynek pompowni wody przeciwpożarowej	9 x 6
UYA	Budynek obsługi eksploatacyjnej oraz socjalny wraz z pomieszczeniami konferencyjnymi	14 x 12
UYF	Budynek wejściowy wraz z portiernią	14 x 12
USU	Budynek warsztatowo-magazynowy	14 x 8
UYU	Pomost komunikacyjny - łącznik	Do ustalenia w PP

UZA	Drogi komunikacyjne	Do ustalenia w PP
UZF	Plac montażowy	38 x 10
UZJ	Płot i bramy	165 x 105

1. Lokalizacja HTGR nie uwzględnia demonstracyjnego obiektu instalacji przemysłowej wykorzystującej ciepło wytwarzane w Reboilerze układu z HTGR. Planowana lokalizacja powinna znajdować się w bezpośrednim sąsiedztwie HTGR, natomiast wielkość przewidzianego terenu zależy będzie od przyjętej technologii. Należałoby przy tym dążyć do tego, ze względu na sprawność przesyłu pary świeżej, żeby lokalizacja układu odbiorczego pary (instalacji przemysłowej) znajdowała się w odległości nie większej niż 300 m od obiektu jądrowego z HTGR.
2. Powyższa propozycja nie uwzględnia również obszaru, na którym zlokalizowana byłaby stacja oczyszczania ścieków oraz stacja redukcyjna gazu ziemnego/zbiorniki magazynowe oleju opałowego dla potrzeb zasilania parowego kotła rozruchowego oraz rezerwowego kotła wody sieciowej. Przyjęto, że obiekty te znajdować się będą w bezpośrednim sąsiedztwie terenu podstawowego a ich lokalizację oraz projektowanie połączyć z lokalizacją i projektowaniem instalacji przemysłowej, aby równocześnie połączyć je z IKE infrastrukturą rurociągową.
3. Cały przewidywany teren wraz z ogrodzeniem i powierzchnią parkingową oraz odkładczą i to jak należy sądzić z pewnym marginesem bezpieczeństwa terenu, ma szansę być nie większy niż około 1,7 ha. Przy projektowaniu należy zwrócić też uwagę na wielokondygnacyjną zabudowę poszczególnych budynków i budowli związanych z instalacjami technologicznymi obiektu z reaktorem HTGR.
4. Zakłada się, że dla HTGR strefa ograniczonego użytkowania znajduje się wewnątrz ogrodzenia. Oczywiście Zamawiający będzie zobligowany do stosownych obliczeń.
5. Kanały technologiczne, galerie/estakady, kanały kablowe prowadzące do i z części jądrowej należy przewidzieć w PP jedynie w branży budowlanej, opisie i na planach/rysunkach lokalizacyjnych z odpowiednim oznaczeniem KKS jak w niniejszym OPZ. Projektant przewidzi z zapasem ich wielkość jako wstępną z krótkim uzasadnieniem.

4.2. Wymagania architektoniczne

Zamawiający oczekuje co najmniej dwóch wstępnych projektów architektonicznych budynków i ich elewacji na początku pracy nad PP do wspólnego z Projektantem wyboru jednego z nich do dalszego projektowania.

4.3. Opis budynków i budowli na terenie HTGR

4.3.1. Główne budynki i budowle HTGR

Główne budynki:

- Budynek reaktora

- Budynek pomocniczy reaktora z kominem wentylacyjnym
- Budynek rozdzielni (ze sterownią)
- Budynek maszynowni

Główne budynki/budowle usługowe obejmują:

- Magazyn zużytego paliwa
- Budynek obsługi eksploatacyjnej
- Budynek centralnych instalacji gazowych
- Budowla zespołu chłodni wentylatorowych i konstrukcje pomp wież chłodniczych
- Basen z rezerwą wody ppoż..
- Inne obiekty pomocnicze, takie jak stacja wysokiego napięcia SF6, zbiorniki wody zdemineralizowanej, estakady rurociągów, kanały kablowe itp.

4.3.2. Opis ogólny

Wymaga się, żeby budynki bezpośrednio ze sobą sąsiadujące były odseparowane sejsmicznie i ewentualne połączone ze sobą "elastycznie".

Żelbetowe ściany zewnętrzne budynków proponuje się wykonać z betonu hydrotechnicznego (wodoszczelnego), spełniającego normy krajowe. Wszystkie połączenia do budynków (np. przepusty rurociągowe, przepusty kablowe) w obszarze uszczelnienia wód gruntowych lub przez wodoszczelny beton powinny być uszczelnione przed wodą pod ciśnieniem do poziomu gruntu +0.00 m.

Wszystkie budynki i dostępne konstrukcje (w tym również przechodnie kanały kablowe i galerie rurociągów) powinny posiadać właściwie oznaczone drogi ewakuacyjne i wyjścia zgodne z obowiązującymi przepisami ogólnymi.

Przyjąć należy co do zasady, że wszystkie pomieszczenia elektryczne i elektroniczne, w których zainstalowane są urządzenia i elementy instalacji elektrycznej i AKPIA, są zamknięte.

W sytuacji awaryjnej personel do tych pomieszczeń może otworzyć dowolne drzwi od wewnątrz za pomocą dostarczonych zamków antypanicznych.

Żadne kanały kablowe, kanały i estakady rurociągowe i komunikacyjne nie mogą się ze sobą krzyżować.

Dostęp personelu do budynku reaktora, budynku pomocniczego reaktora i budynku rozdzielni (ze sterownią) tzn. do stref kontrolowanych będzie, po przekroczeniu budynku wejściowego (z portiernią) UYF, poprzez budynek obsługi eksploatacyjnej (UYA) będzie prowadził estakadą.

Projektant może zmienić lokalizację budynków w stosunku do propozycji w niniejszym OPZ ale za zgodą Zamawiającego np. Zamawiający wyraża zgodę teraz aby lokalizacje budynków USU i UYA zamienić między sobą w celu ograniczenia kosztu i skrócenia dostępu z UYA do UBR/UCA.

Z wyjątkiem budynku reaktora i budynku pomocniczego dachy pozostałych budynków przyjęto jako niewentylowane z materiałów bitumicznych służących do niezbędnej izolacji termicznej i uszczelnienia.

4.3.3. Budynek rozdzielni ze sterownią (UBR z UCA)

Budynek mieści w sobie rozdzielnię, centralną sterownię oraz sterownię OBII (układu konwersji energii) z pełnym ich wyposażeniem i zapleczem jak np. pomieszczenia szaf AKPiA, szaf komputera nadrzędnego, szaf licznikowych i zabezpieczeń, urządzenia rozdzielcze, agregaty prądotwórcze, układy napięcia gwarantowanego, układy HVAC, systemy chłodzenia wodą bardzo schłodzoną oraz szyby kablowe i wentylacyjne. Ten budynek jest oddzielony od budynku reaktora i budynku pomocniczego reaktora. Łączy je galeria i podziemne kanały kablowe. Połączenia kablowe z budynkiem pomocniczym reaktora i budynkiem maszynowni prowadzone są w podziemnych kanałach kablowych wzdłuż oddzielnych, nieprzecinających się linii. Budynek ma 5 kondygnacji, 4 nadziemne i 1 podziemna kablownia. Każda kondygnacja nadziemna posiada przestrzeń kablową poniżej. Pod najniższą kondygnacją nadziemną znajduje się kablownia o wysokości standardowego pomieszczenia umożliwiającego swobodne przemieszczanie się obsługi. Poniżej kablowni znajdują się kanały kablowe wpuszczone w płytę fundamentową. Na kondygnacji pierwszej są umieszczone agregaty prądotwórcze, zbiorniki z paliwem, rozdzielnice średniego napięcia, szafy licznikowe i zabezpieczeń elektrycznych. Na drugiej kondygnacji znajdują się transformatory SN/nn., rozdzielnice niskiego napięcia, rozdzielnice prądu stałego, akumulatory i pozostałe układy napięcia gwarantowanego. Pod drugą kondygnacją znajduje się podłoga podniesiona do wysokości około 1 m. Na trzeciej kondygnacji po jednej stronie są szafy AKPiA, a po przeciwnej stronie znajduje się sterownia z aneksem sterowni, sala komputerowa i przedpokoje. Pod trzecią kondygnacją znajduje się podłoga podniesiona do wysokości około 1 m. Kolejna, czwarta kondygnacja przeznaczona jest na systemy HVAC budynku. Pod czwartą kondygnacją znajduje się podłoga podniesiona o wysokość około 0,5 m. Budynek jest zaopatrywany w świeże powietrze przez czerpnię i wyrzutnie powietrza z systemu HVAC. Dla sterowni, jej przybudówek i przedziałów AKPiA przewidziany jest system klimatyzacji.

Oprócz szybów wentylacyjnych budynek obsługiwany jest przez szyby kablowe. Kable prowadzone są kanałami w płycie fundamentowej do maszynowni, do pompowni, do budynku pomocniczego reaktora oraz oddzielnymi kanałami dla każdego obiektu w budynku reaktora.

Układ pomieszczeń sterowni

Kompleks sterowni składa się z:

- Pomieszczenie sterowni głównej oraz sterowni IKE, zawierające między innymi:
 - Konsole główne i konsole sterowania systemami znajdującymi się w centralnej sterowni.
 - Sprzęt komunikacyjny do wysyłania alarmów i komunikatów do personelu HTGR.
- Pomieszczenia zaplecza sterowni, zawierające między innymi:
 - panele i szafki, w których znajdują się urządzenia rejestrujące (drukarki, liczniki itp.), które nie są wymagane do bezpośredniego sterowania urządzeniem.
 - szafy pomiarowe do testów akceptacyjnych,
 - pokój kierownika zmiany,
 - archiwum (sala akt),
 - wspólną świetlicę dla personelu zmianowego,
 - pomieszczenie kontroli bezpieczeństwa,
 - salę komputerową - komputery procesowe wraz z urządzeniami pomocniczymi oraz drukarki znajdują się w pomieszczeniu sąsiadującym ze sterownią.
 - Pomieszczenie symulatora pracy reaktora HTGR i ew. kompleksu HTGR.
 - Pomieszczenie laboratorium (do uzgodnienia z Zamawiającym, który już takie laboratoria tworzy na zewnątrz terenu HTGR)

Lokalne stacje sterowania

Do sterowania i obserwacji zautomatyzowanych podprocesów, które nie wchodzą w bezpośrednią interakcję z całym procesem elektrowni, przewidziano lokalne stacje sterowania.

Lokalne stacje sterowania przewidziano dla następujących systemów, m.in.:

- systemu przetwarzania i magazynowania odpadów płynnych,
- wyposażenia awaryjnego generatora diesla,
- wyłącznika generatora,
- instalacji HVAC (budynek rozdzielni),
- systemów HVAC (budynek maszynowni),
- chłodziń konwencjonalnych,
- układu kogeneracyjnego (budynek maszynowni),
- sprzętu do wytwarzania energii zasilanego olejem napędowym,
- centralnego zasilania sprężonym powietrzem,
- systemów pobierania próbek/analizy gazów,
- pomocniczego urządzenia kontrolnego.

Dwie zamknięte klatki schodowe w pobliżu ściany zewnętrznej stanowią drogi ewakuacyjne na zewnątrz. Wyjścia na zewnątrz są bezpieczne i spełniają wymagania dla dróg ewakuacyjnych.

Przyjąć należy co do zasady, że wszystkie pomieszczenia elektryczne i elektroniczne, w których zainstalowane są urządzenia i elementy instalacji elektrycznej i AKPiA, są zamknięte.

W sytuacji awaryjnej personel do tych pomieszczeń może otworzyć dowolne drzwi od wewnątrz za pomocą dostarczonych zamków antypanicznych.

Dostęp personelu do sterowni w budynku rozdzielni (na piętrze ze sterownią) jest możliwy z budynku obsługi eksploatacyjnej (UYA). Piętro poziomu sterowni może być stale zajęte obecnością personelu. Do pozostałych pomieszczeń wchodzi się tylko w celach naprawczych i konserwacyjnych. Sterownia wraz z aneksem i przedpokojami nie posiada okien. Wymagania bytowe dla zajmowanych pomieszczeń są spełniane przez odpowiednio zaprojektowane oświetlenie oraz system klimatyzacji tych pomieszczeń.

Na poziomie parteru znajduje się wjazd do transportu materiałów i sprzętu. Przedziały na olej napędowy mają osobne wejścia.

Na wszystkie piętra prowadzą dwie klatki schodowe na przeciwległych końcach oraz centralny korytarz, który biegnie przez całą długość budynku. Materiały i sprzęt można transportować na dowolne piętro przez szyb montażowy.

Budynek posiada sztywną żelbetonową płytę fundamentową. Konstrukcję nośną budynku stanowi szkielet żelbetowy ze stężonymi żelbetowymi ścianami i stropami. Fasada jest wykonana w taki sposób, aby spełniała wymagania izolacyjności termicznej.

Pomieszczenia sterowni oraz rozdzielni oraz zasilania awaryjnego (redundantnych diesli i UPS'ów) powinny być szczególnie separowane od pozostałych przestrzeni budynku, a obudowy tych pomieszczeń wzmocnione aby zapewnić bezpieczną ewakuację personelu ze sterowni na zewnątrz i do budynku pomocniczego reaktora oraz nieprzerwaną pracę zasilania awaryjnego (diesle i UPS'y).

Uwaga wymaganie jądrowe: Zamawiający wymaga aby projekt tego budynku był sporządzony jako konwencjonalna konstrukcja jednak istnieje potencjalna możliwość, że instytucja licencjonująca HTGR zażąda spełnienia poniższych postulatów dla budynku ze sterownią i rozdzielnią (i zasilaniem awaryjnym). Projektant dla takiego przypadku uzupełni swój PP budynku rozdzielni ze sterownią o opcjonalne wymagania konstrukcyjno-budowlane oraz o koncepcję rozwiązań jakie należałoby zastosować w przyszłym projekcie zamiennym PP (nie objętym niniejszym postępowaniem) aby spełnić postulaty jak niżej: budynek rozdzielni z pomieszczeniem sterowni ma być odporny na wstrząsy sejsmiczne. Budynek należy przystosować do zapewnienia odporności konstrukcyjnej ze względu na możliwość wystąpienia zewnętrznych zjawisk naturalnych tj. odporności budynku na trzęsienia ziemi (0,3g).

Ten budynek powinien w takim przypadku być zaprojektowany na wypadek trzęsienia ziemi:

- Pomieszczenia, np. sterownia, przedziały AKPiA i przedziały elektryczne, muszą pozostać funkcjonalne podczas i po trzęsieniu ziemi.
- Systemy/komponenty, np. diesle i systemy HVAC w sterowni, muszą zachować funkcjonalność podczas i po trzęsieniu ziemi.

Przyspieszenie projektowe poziome w polu swobodnym wynoszące 0,3 g jest wartością graniczną dla konstrukcji tego typu. Określa się też tzw. inspekcyjne trzęsienie ziemi (OBE) odpowiadające przyspieszeniu poziomemu mniejszemu niż jedna trzecia przyspieszenia projektowego trzęsienia ziemi. Po wystąpieniu trzęsienia ziemi mniejszego lub równego temu inspekcyjnemu trzęsieniu ziemi nie jest wymagana żadna weryfikacja ani inspekcja budowlana w celu utrzymania sprzętu w normalnych warunkach pracy.

4.3.4. Budynek maszynowni (UMA) z budynkiem (UNA) lub przestrzenią Reboilera

Budynek maszynowni mieści turbozespół i komplet urządzeń bezpośrednio związanych z turbozespołem, układ olejowy, kondensator, układ regeneracji niskoprężnej z wymiennikami regeneracyjnymi i ciepłowniczymi w pętli grzewczej, pompy kondensatu głównego, układ odwodnień wewnętrznych i zewnętrznych, wszystkie przyłącza do strony konwencjonalnej (np. woda zdemineralizowana, woda pitna, sprężone powietrze), elementy układu rozruchu i wyłączania, elementy układu upustowego wytwornicy pary oraz elementy zamkniętego układu wody chłodzącej. Wymagane jest przedstawienie lokalizacji głównych urządzeń, przebieg głównych rurociągów: pary świeżej, rurociągów pary upustowej, kondensatu głównego, rurociągów wody chłodzącej i rurociągów pętli grzewczej.

Wyodrębnione główne moduły technologiczne to:

1. Stacja odgazowania ze zbiornikiem wody zasilającej i pompami wody zasilającej umieszczonymi pod zbiornikiem wody zasilającej.
2. Zespół urządzeń obsługi wytwornicy, układ rozruchowy i awaryjnego chłodzenia wytwornicy.
3. Gospodarka wodna w zakresie przygotowania i magazynowania wody do którego może być włączona stacja oczyszczania kondensatu (SOK) pracująca w obiegu kondensatu głównego. SOK może być zlokalizowany w innym pomieszczeniu/budynku.
4. Zespoły urządzeń centralnej wentylacji.
5. Zespół urządzeń do suchej konserwacji postojowej urządzeń obiegu para-woda, w tym urządzenia remontowe - dźwigowe, suwnice i wciągniki etc.
6. Zespół urządzeń reboilera (dalej: reboiler).
7. Zespół urządzeń gospodarki wodą odpadową.
8. Zespół wentylatorowych, celkowych chłodnic zamkniętego układu chłodzenia.
9. Zewnętrzne obiegi ciepłownicze.
10. Konwencjonalny układ wody bardzo schłodzonej.

Budynek posiada sztywną żelbetową płytę fundamentową. Konstrukcję nośną budynku stanowi szkielet żelbetowy ze stężonymi żelbetowymi ścianami i stropami. Fasada jest wykonana w taki sposób, aby spełniała wymagania izolacyjności termicznej.

Preferowany jest daleko posunięty montaż modułowy urządzeń łącznie z konstrukcją wsporczą w zakładach wytwórczych z transportem końcowym do miejsca docelowego montażu.

Maszynownia i inne obiekty technologiczne obiegów parowo-wodnych ma spełniać wysokie standardy możliwości utrzymania czystości i ma być przystosowana do zmywania i czyszczenia maszynowego.

Budynki bezpośrednio ze sobą sąsiadujące muszą być odseparowane sejsmicznie i ewentualnie połączone elastycznie.

Jednak Zamawiający dopuszcza różne lokalizacje reboilera np.:

- budynek maszynowni (UMA) sąsiaduje bezpośrednio z budynkiem Reboilera lub ten ostatni jest dobudówką tego pierwszego,
- wewnątrz maszynowni jako wyodrębnione pomieszczenie lub przestrzeń wewnątrz budynku maszynowni ale w każdym przypadku w wydzielonej, górnej strefie budynku i bez bezpośredniego dostępu personelu w trakcie eksploatacji .

Zasadniczo budynek Reboilera (UNA) jest częścią maszynowni w pełni funkcjonalnie powiązana z układem para-woda. Ze względów bezpieczeństwa wynikających zarówno z prototypowej konstrukcji jak również wykorzystywaniu dwóch czynników o bardzo wysokich parametrów, proponuje się przenieść zespół wymienników układu reboilera do odrębnego pomieszczenia, bez stałego dostępu obsługi eksploatacyjnej podczas pracy obiektu. W założeniu jest to budynek parterowy wyposażony w stałe urządzenia dźwigowo-remontowe. Jednak można przypuszczać, że w toku dalszego projektowania nietypowego rozwiązania zespołu urządzeń reboilera zaistnieje konieczność powiększenia budynku o dodatkowe poziomy, starając się nie zwiększać i ile to możliwe nawet zmniejszać, szerokość i długość budynku.

Wszystkie operacje transportowe niezbędne podczas montażu i eksploatacji do przenoszenia ciężkich elementów do i z budynku realizowane są przez bramę dla pojazdów na parterze.

Duży otwór montażowy na całej szerokości umożliwi podnoszenie nawet największych elementów do poziomu poniżej poziomu gruntu za pomocą dźwigu dobranego do potrzeb montażowych i remontowych

turbozespołu. Personel może mieć dostęp do piętra budynku maszynowni przez trzy zamknięte klatki schodowe i windę. Wszystkie obszary budynku turbiny są stale dostępne dla personelu.

Elewacja budynku maszynowni będzie zaprojektowana w taki sposób, aby spełniała wymagania dotyczące ochrony przed hałasem i izolacyjności termicznej.

4.3.5. Budynek obsługi eksploatacyjnej oraz socjalny wraz z pomieszczeniami konferencyjnymi (UYA), budynek wejściowy wraz z portiernią (UYF) oraz budynek warsztatowo-magazynowy (USU)

Budynek to dwukondygnacyjna budowla naziemna o konstrukcji stalowej, oparta na fundamentach, znajdująca się za budynkiem wejściowym wraz z portiernią. Posiada żelbetowe fundamenty i płyty z izolowanymi ścianami zewnętrznymi. Budynek zapewnia zaplecze dla: warsztatu elektrycznego i aparatury, warsztatu mechanicznego ze spawalnią rur i elementów stalowych, zamkniętego magazynu narzędzi, szafki osobiste, toalety, strefa posiłków, pomieszczenia biurowe i konferencyjne. Jest on podzielony na trzy sekcje (trzy połączone ze sobą budynki jak na planie generalnym Rys. 8 powyżej. Zamawiający dopuszcza powiększenie pomieszczeń.

4.3.6. Budynek kotłowni pomocniczej (UTH)

W budynku kotłowni pomocniczej planowane jest zlokalizowanie gazowego kotła rozruchowego.

Byłby to budynek jednokondygnacyjny z wydzielonym wewnętrznym pomieszczeniem dla rozdzielnic elektrycznych i AKPiA związanych z obsługą kotła gazowego oraz pomieszczeniami trafo.

Budynek wyposażony byłby w stałe, lokalnie rozmieszczone urządzenia dźwigowo-remontowe w postaci wciągników.

4.3.7. Budynek stacji uzdatniania wody (UGD)

Budynek stacji uzdatniania wody (UGD) jest obiektem w którym umieszczono komplet urządzeń wraz ze zbiornikami chemikaliów związane z przygotowaniem wody uzupełniającej o właściwych parametrach na potrzeby obiegów para-woda.

Byłby to budynek jednokondygnacyjny z wydzielonym wewnętrznym pomieszczeniem dla rozdzielnic elektrycznych i AKPiA związanych z obsługą stacji uzdatniania wody oraz pomieszczeniami trafo.

Proponuje się, żeby pomieszczenie rozdzielni elektrycznej i AKPiA wyposażone było w podłogę podniesioną, w przestrzeni której wyprowadzone zostaną kable do napędów technologicznych.

Budynek stacji uzdatniania wody projektowany byłby w konstrukcji żelbetowej z lekkim dachem w konstrukcji stalowej. Obiekt posadowiony będzie na ruszcie fundamentowym, z ewentualnym właściwym wzmocnieniem podłoża.

Budynek wyposażony byłby w stałe, lokalnie rozmieszczone urządzenia dźwigowo-remontowe w postaci wciągników.

4.3.8. Budynek sprężarkowni powietrza (UTF)

Budynek sprężarkowni (UTF) jest obiektem w którym umieszczono urządzenia związane z produkcją sprężonego powietrza na potrzeby AKPiA oraz remontowe.

Byłby to budynek jednokondygnacyjny z wydzielonym wewnętrznym pomieszczeniem dla rozdzielnic elektrycznych i AKPiA związanych z obsługą instalacji sprężonego powietrza oraz pomieszczeniami trafo.

Proponuje się, żeby pomieszczenie rozdzielni elektrycznej i AKPiA wyposażone było w podłogę podniesioną, w przestrzeni której wyprowadzone zostaną kable do napędów technologicznych.

Budynek sprężarkowni projektowany byłby w konstrukcji żelbetowej z lekkim dachem w konstrukcji stalowej. Obiekt posadowiony będzie na ruszcie fundamentowym, z ewentualnym właściwym wzmocnieniem podłoża.

Budynek wyposażony byłby w stałe, lokalnie rozmieszczone urządzenia dźwigowo-remontowe w postaci wciągników elektrycznych dla potrzeb wyciągania i transportu sprężarek lub ich silników.

4.3.9. Budynek pompowni wody przeciwpożarowej (USG)

Budynek pompowni wody przeciwpożarowej (USG) zlokalizowany powinien zostać w bezpośrednim sąsiedztwie zbiornika wody przeciwpożarowej.

Proponuje się wykonanie obiektu jako niepodpiwniczonego, wolnostojącego budynku jednokondygnacyjnego z wydzielonym wewnętrznym pomieszczeniem dla rozdzielnic elektrycznych i systemów ppoż. związanych z obsługą pompowni oraz pomieszczeniami trafo.

Budynek byłby zagłębionym pod terenem z poziomem posadzki ok. -2,0m, na którym usytuowane będą pompy wody ppoż.. W rejonie wjazdu wykonany zostanie pomost montażowy na poziomie terenu.

Budynek zaprojektowany byłby w konstrukcji murowanej zespolonej ze szkieletem żelbetowym (słupy i wieńce) oraz z lekkim dachem w konstrukcji stalowej.

Dla celów transportowo-remontowych wykonana będzie belka jezdna wciągownika ręcznego zamocowana do belek dachowych.

4.3.10. Budynek pompowni wody chłodzącej (URD)

Budynek pompowni obiegu wody chłodzącej (URD) jest obiektem w którym umieszczony zostanie komplet zestawów pompowych wraz z układami regulacyjnymi i wyposażeniem pomocniczym dla:

- głównego obiegu wody chłodzącej w części konwencjonalnej do chłodzenia skraplacza turbiny parowej (PA)
- pomocniczego obiegu wody chłodzącej w części konwencjonalnej do chłodzenia układu rozruchu i wyłączania (PC)
- pomocniczego obiegu wody chłodzącej w części konwencjonalnej dla potrzeb eksploatacyjnego chłodzenia układów komponentów operacyjnych w budynku reaktora (PE)
- układu wody ruchowej dla pomocniczych urządzeń w maszynowni turbiny parowej (PGE)

Budynek pompowni obiegu wody chłodzącej proponuje się wykonać w konstrukcji żelbetowej, częściowo podziemnej zlokalizowanej w bezpośrednim sąsiedztwie mokrej chłodni wielocelkowej. W wydzielonym wewnętrznym pomieszczeniu umieszczone byłby szafy rozdzielnic elektrycznych i urządzeń AKPiA związanych z obsługą urządzeń pompowni wody chłodzącej oraz wyposażenie trafo.

Obiekt posadowiony będzie na ruszcie fundamentowym, z ewentualnym właściwym wzmocnieniem podłoża.

Budynek wyposażony byłby w stałe, lokalnie rozmieszczone urządzenia dźwigowo-remontowe w postaci wciągników elektrycznych dla potrzeb wyciągania i transportu pomp lub ich silników.

4.3.11. Budowle – konstrukcje pomocnicze

Do konstrukcji pomocniczych należą:

- Budynek/kontener rozdzielni WN w izolacji gazowej SF6.
- Zbiorniki wody zdemineralizowanej.
- Pomosty rurociągów, kanały kablowe.
- Wieże chłodni wentylatorowych i konstrukcje pomp chłodni – znajdują się obok budynku turbin.
- Obok wieży chłodni wentylatorowych znajduje się basen ppoż.. z rezerwą wody dla celów ppoż..
- Inne konstrukcje pomocnicze, takie jak podstacja WN – wysokiego napięcia w izolacji gazowej SF6, zbiorniki wody zdemineralizowanej, galerie rurociągów, kanały kablowe itp.
- Główne wejście dla personelu na teren obiektu badawczego HTGR znajduje się w budynku eksploatacyjnym, który sąsiaduje bezpośrednio z budynkiem rozdzielni. Budynek rozdzielni jest połączony z budynkiem pomocniczym reaktora galerią, przez którą uzyskuje się dostęp do budynku reaktora. Wszystkie inne budynki/budowle są bezpośrednio dostępne. Przy głównym wejściu do zakładu znajduje się budynek bramy.

Ściany zewnętrzne budynków wykonane są z betonu hydrotechnicznego (wodoszczelnego), spełniającego normy krajowe. Budynki stawiane na płytach, sztywnych płytach fundamentowych. Wszystkie połączenia do budynków (np. przepusty rurociągowo, przepusty kablowe) w obszarze uszczelnienia wód gruntowych lub przez wodoszczelny beton są uszczelnione przed wodą pod ciśnieniem do poziomu gruntu +0.00 m. Wszystkie budynki mają dachy płaskie. Dachy są wykonane z niewentylowanych materiałów na bazie bitumu, które służą do niezbędnej izolacji termicznej i uszczelnienia.

4.3.11.1. Zespół chłodni wentylatorowych obiegu wody chłodzącej (URA)

Sposób zabudowy to ustawienie chłodni na wspólnej komorze do odprowadzania wody. Z komór ujmowana będzie woda do wspólnego kolektora i dalej odprowadzana do pompowni.

Zespół chłodni wentylatorowych o mocy wstępnej 24,0 MW posadowiony byłby na monolitycznej żelbetowej misie o wymiarach zewnętrznych ok. 42,0 x 8,0 m i głębokości średnio 0,8 m. Ścianka misy wzniesiona byłaby 0,30 m powyżej terenu. Dno misy posiadać powinno spadki podłużny w kierunku odpływu wody w kierunku pompowni wody chłodzącej.

Odpływ wody odbywać się będzie otworem o wymiarach 2,0 x 3,0 m wyposażonym w zastawki odcinające z napędem ręcznym. Wewnątrz misy wykonane zostaną w rozstawie umożliwiającym ustawienie konstrukcji chłodni. Wewnętrzne powierzchnie misy i fundamenty będą zabezpieczone antykorozyjnie powłoką z żywicy epoksydowej.

Układ wyposażony będzie w przelew awaryjny wody z komór wodnych DN300 oraz zrzut odsalający i odwadniający z odprowadzeniem wody do kanalizacji. Pobór wody obiegowej w celu zrzutu odsalającego z kolektora tłoczego za pompami wody chłodzącej, odbywać się będzie rurociągiem DN100, na którym

zainstalowany będzie pomiar przewodności, przepływomierz i zawór regulacyjny. Zrzut odbywać się będzie do studzienki kanalizacyjnej.

Wyposażeniem dodatkowym są m.in. włązy, podest obsługi i drabina wejściowa.

Typowymi rozwiązaniami materiałowymi są:

- | | |
|----------------------|--|
| - konstrukcja nośna | stalowa, skręcana |
| - obudowa | ściany i dach z laminatów (np. FRP – kompozyt zbrojony włóknem szklanym, charakteryzuje się bardzo wysoką odpornością na korozję i warunki atmosferyczne, pozwalając na pracę w bardzo trudnych warunkach bez konieczności konserwacji poszycia) |
| - zraszalnik | PVC |
| - wodorozdzielacz | rury stalowe + Zn z dyszami |
| - czerpnie powietrza | kierownice z PP |

4.3.11.2. Pomost komunikacyjny / galeria (UYU)

Łącznik pomiędzy budynkiem pomocniczym reaktora a budynkiem wyposażenia sterowniczego i sterowni głównej proponuje się wykonać w konstrukcji stalowej. Szerokość łącznika wstępnie proponuje się przyjąć na poziomie około 3,0m przy wysokości jego osi dopasowanej do poziomu obsługowego pomieszczeń sterowni głównej. Wysokość musi umożliwić komunikację transportu pod galerią.

Łącznik oparty byłby na trzech ramach stalowych połączonych za pomocą elementów kotwiących z fundamentami. Na ramach ułożone byłyby belki nośne do których będą mocowane ramy szkieletu łącznika wykonane z profilu zamkniętego giętego na zimno. Całość konstrukcji byłaby skręcana na śruby.

4.3.11.3. Estakady technologiczne i rurociągowy (UMY, UNY) oraz kanały kablowe (UBZ)

Główny ciąg estakad technologicznych oraz pomostów rurociągowych powinien być rozmieszczony na terenie inwestycji w taki sposób, żeby łączyć między sobą podstawowe budynki i obiekty układu konwersji energii, takie jak: budynek maszynowni, stację przygotowania wody, sprężarkownię, pompownię wody chłodzącej, instalację ciepłowniczą (w tym dotyczącą akumulatora ciepła) a także instalacje przeciwpożarowe. Na estakadzie ułożone będą również rurociągi łączące obiekt z reaktorem HTGR z zewnętrzną instalacją przemysłową (rurociągi pary z reboilera oraz kondensatu zwrotnego) a także rurociąg gazu ziemnego do kotłowni pomocniczej.

Wysokość estakady wynika z warunku zachowania w każdym miejscu skrajni drogowej i wynosi nie mniej niż 4,5 m.

Konstrukcję estakady przewidzieć należy w postaci nierównomiernie rozmieszczonych podpór stalowych dwusłupowych posadowionych na żelbetowych stopach fundamentowych. Zasadniczo rurociągi zaprojektowane będą jako samonośne pomiędzy podporami, w razie potrzeby poszczególne rurociągi podparte będą na kratowych przęsłach lekkiej konstrukcji.

Trasy kablowe wykorzystujące estakady technologiczne wyposażone będą w kratowe przęsła nośne podparte na podporach głównych z korytkami kablowych ułożonymi na wspornikach w odległości nie przekraczającej 2,0m. Podpory posadowione będą na żelbetowych stopach fundamentowych.

Kanały kablowe:

- między budynkiem reaktora budynkiem rozdzielni tj. rozdzielnią, sterownią i zasilaniem awaryjnym (podzielone na 3 redundancje tzn kabel x 3)
- Trasy kablowe między budynkiem rozdzielnic a wieżami chłodniczymi i konstrukcjami pompowymi URA/URD (kable zasilające i sterownicze poprowadzone z podwójną redundancją , tzn. kabel x 2),
- Kanały kablowe do budynku pomocniczego reaktora i budynku turbiny (podzielone na 3 redundancje tzn kabel x 3).

4.3.12. Transport i ewakuacja na terenie HTGR

W budynku rozdzielni ze sterownią jako drogi ewakuacyjne na zewnątrz przewidziano dwie zamknięte klatki schodowe przy ścianie zewnętrznej. Wyjścia na zewnątrz są bezpieczne i spełniają wymogi dróg ewakuacyjnych.

Wszystkie pomieszczenia, w których zainstalowane są elementy instalacji elektrycznej, są zamknięte. W sytuacji awaryjnej personel w tych pomieszczeniach może otworzyć dowolne drzwi od wewnątrz za pomocą dostarczonych zamków antypanicznych.

Budynek maszynowni posiada klatki schodowe znajdujące się na zewnątrz budynku pełniące funkcję dróg ewakuacyjnych z bezpośrednimi wyjściami na zewnątrz.

Pompownia obiegu wody chłodzącej jest wyposażona w bezpieczną klatkę schodową prowadzącą na zewnątrz i spełniającą wymagania dotyczące dróg ewakuacyjnych.

Wszystkie inne budynki i dostępne konstrukcje, takie jak magazyn wypalonego paliwa, budynek centralnego zaopatrzenia w gaz, kanały kablowe i galerie rurociągów posiadają drogi ewakuacyjne i wyjścia zgodne z obowiązującymi przepisami ogólnymi.

Do transportu materiałów i wyposażenia do budynku pomocniczego reaktora przewidziano wjazd dla samochodów ciężarowych (od bramy wjazdowej).

Materiały i sprzęt są również transportowane do budynku reaktora przez wjazd dla ciężarówek do budynku pomocniczego reaktora.

5. OPIS INSTALACJI KONWERSJI ENERGII ORAZ CHARAKTERYSTYCZNE PARAMETRY – CZĘŚĆ AKPIA

5.1. System sterowania, zabezpieczeń i wizualizacji

W niniejszym OPZ systemy te są istotne dla HTGR ze względu na zapewnienie bezpieczeństwa pracy reaktora oraz IKE oraz zapewnienie końcowemu użytkownikowi nieprzerwanej, niezawodnej dostawy energii cieplej do

procesów technologicznych. Etap PP AKPiA całego HTGR jest trochę za wczesny aby projektować konkretne rozwiązania, a co za tym idzie na wybór dostawców tych systemów. Oczywiście ze względów ekonomicznych i eksploatacyjnych oczekuje się zintegrowanego systemu DCS tzn. zaprojektowania systemu nadrzędnego DCS (główny DCS) obejmującego przede wszystkim reaktor i całą część jądrową (związane z tym logiki sterowania i zabezpieczeń automatycznego i ręcznego, wizualizacji, serwerów, rozdzielni, źródeł mocy rezerwowej i gwarantowanej) oraz podporządkowany mu system DCS IKE, do którego dopięte będą system TCS (patrz rozdział 2.1.13) oraz sterowniki/lokalne stacje procesowe dla układu reboilera, układu zabezpieczenia i opróżniania wytwornicy pary (SSCS), węzła ciepłowniczego, przygotowania wody, etc.

Główny DCS wraz z podrzędnym DCS IKE będą zainstalowane w nowoprojektowanej sterowni i będą „obsługiwane” przez operatorów części jądrowej HTGR oraz operatora/-ów IKE. Poglądowy (wstępny) schemat konfiguracji DCS ale dla części konwencjonalnej (IKE) przedstawiono w Załączniku nr 7 na rysunku „Załącznik nr 7 HTGR NCBJ 6. Schemat poglądowy konfiguracji DCS - IKE”. Oczywiście brakuje na nim zobrazowania systemu nadrzędnego DCS oraz powiązań i zależności między nim, a DCS - IKE, a także wielu sterowników/lokalnych systemów sterowania, zabezpieczeń i wizualizacji. Należy się spodziewać redundancji przesyłu informacji/sygnatów, także samej magistrali HTGR.

Dlatego też Zamawiający oczekuje, że Projektant w PP zaprojektuje schemat blokowy DCS - IKE oraz zaprojektuje jego organizację, logikę działania i rozplanowania sterowni IKE z serwerami, modułami/stacjami procesowymi, operatorskimi, inżynierskim i sterownikami dla obsługi i archiwizacji oraz analizy danych oraz wynikowych poleceń/akcji istotnych z punktu widzenia produkcji i dystrybucji energii cieplnej i elektrycznej pomiędzy poszczególnymi odbiorami, bezpieczeństwa urządzeń i materiałów, ochrony radiologicznej środowiska i personelu poprzez kontrolę pod względem szczątkowej emisji izotopów promieniotwórczych wydmuchów, uwolnień, w powietrzu, w parze, w aerozólach z:

- wylotu kanałów wentylacyjnych hali maszyn,
- z odgazowywacza,
- ze smoczków parowych turbiny dla podtrzymywania próżni w turbinie,
- z dmuchaw wyrzutów oparów z układu uszczelnień turbiny parowej,
- z wylotów z rozprężaczy odwodnień zewnętrznych wykorzystywanych procesie rozruchu i dla podtrzymania stanu suchości rurociągów parowych i
- ew. innych,

Projektant zaprojektuje też rozdzielnię oraz pozostałe pomieszczenia pomocniczych oraz zarezerwuje i zaproponuje wydzielone (w stosunku do części IKE), ale tylko ze względu na komfort pracy operatorów obu sterowni, stanowiska i wyposażenie sterowni nadrzędnej tj. głównej (reaktora i części jądrowej) oraz sterowni IKE łącznie z kontrolą dostępu do pomieszczeń i do danych. Projektant jest zobligowany do bieżącego uzupełniania i rozbudowy koncepcji o DCS (schematu blokowego z opisem działania, logiki i współdziałania) części jądrowej HTGR oraz o powiązania operacyjne i informacyjne między oboma DCS'ami w ścisłej współpracy z Zamawiającym na poziomie koncepcji (LOD200).

W części operacyjnej sterowni IKE będą znajdować się (patrz też pkt. 4.3.3.):

- a) Stacja operatorska z dobraną przez Projektanta ilością monitorów i możliwością podłączenia kolejnych (n,p. dla pomiarów skażeń w wydmuchach, parze i aerozólach, dla reboilera, dla,
- b) Stacja inżynierska (zdolna do przejęcia funkcji operatorskiej) z jednym monitorem i możliwością podłączenia drugiego,
- c) Stanowisko do przeglądania danych archiwalnych,
- d) Komputer biurowy z jednym monitorem służącym do prowadzenia dziennika ruchu,

- e) Terminal stanu i funkcji bezpieczeństwa ppoż..

W części nieoperacyjnej sterowni proponuje się umieszczenie:

- a) Szaf systemu DCS,
- b) Szafy z urządzeniami komunikacyjnymi (routery, switchy),
- c) Sprzęt komputerowy wynikający z przyjętego systemu DCS.
- d) Zestaw UPS'ów stanowiących gwarantowane źródło zasilania dla elementów sterowni

Niektóre urządzenia i układy technologiczne dostarczone będą z własnymi rozwiązaniami automatyki sterowania zapewniającymi stabilną i bezpieczną pracę tych urządzeń. Układom tym będą dedykowane indywidualne sterowniki PLC zabudowane w szafach z lokalnymi panelami operatorskimi do monitorowania, wizualizowania i raportowania stanu nadzorowanej przez siebie instalacji. Szafy te będą ustawione w pobliżu urządzenia/instalacji. Sterowniki PLC muszą współpracować z głównym DCS, co oznacza, że będą musiały być wyposażone w odpowiednie moduły komunikacyjne.

Wybór systemu DCS powinien być dokonany po zatwierdzeniu układu technologicznego obiektu jądrowego z reaktorem HTGR oraz układu technologicznego konwersji energii i powinien zostać poprzedzony przeprowadzeniem akcji ofertowej i analizy.

W niniejszym rozdziale przedstawiono koncepcję układów pomiarowych i sterowania, w której zwrócono uwagę na ich architekturę, logikę działania oraz ich kluczowe funkcje. Projektant zaproponuje własne rozwiązania i/lub zastosuje, po odpowiedniej modyfikacji i uzupełnieniach o brakujące stacje operatorskie, etc.

Główną funkcją systemów pomiarowo-kontrolnych jest pomiar, monitorowanie i sterowanie w celu zapewnienia prawidłowej obsługi całej instalacji HTGR.

Istotną rolę pełni również niezależny system zabezpieczeń. Na podstawie pomiarów parametrów procesowych przetworzonych na informacje o wartościach (lub stanach) monitorowanych zmiennych oraz o obciążeniu poszczególnych elementów instalacji, a w konsekwencji po wykryciu przekroczenia limitów lub działań niepożądanych system zabezpieczeń generuje odpowiedni sygnał ostrzegawczy lub wyłącza dany układ.

5.2. Opis ogólny

Poniżej przedstawiono sposób w jaki projektowany będzie nadrzędny system sterowania i zabezpieczeń (poza zakresem Przedmiotu Zamówienia). Służy to zorientowaniu Projektanta co do zasady pracy systemu nadrzędnego, możliwego wyposażenia sterowni głównej oraz zasilania części jądrowej a także możliwej integracji DCS IKE zaprojektowanego przez Projektanta do nadrzędnego DCS. Zamawiający uczyła Projektanta co do wprowadzenia zasad redundancji pomiarów i sterowania w kontekście bezpiecznej pracy reaktora HTGR.

Akwizycja i analiza mierzonych parametrów, sterowanie, automatyzacja procesów oraz zabezpieczenia podzielono na indywidualne poziomy sterowania pod względem aspektów funkcjonalnych. Funkcje główne są realizowane na poziomie sterowania grupowego, wartości zadane i sygnały sterujące są przekazywane pomiędzy grupami z wykorzystaniem protokołów komunikacyjnych.

Monitorowane parametry, wartości zadane i sygnały sterujące instalacji HTGR, niezbędne do jej prawidłowej pracy, są wyświetlane na odpowiednich panelach w głównej sterowni. Dzięki podziałowi paneli odnoszących się do poszczególnych grup i układów sterowania, a także ergonomii rozmieszczenia m.in. ekranów, diod sygnalizacyjnych, przycisków itp., operator będzie mógł w odpowiednim czasie zidentyfikować niepożądane stany i wprowadzić stosowne korekty w celu ich wyeliminowania.

Struktura systemu

Aparatura kontrolno-pomiarowa składa się z elementów wykonawczych oraz czujników i przetworników dostosowanych do mierzonych wielkości fizycznych. Urządzenia te podłączone są do programowalnych sterowników logicznych PLC, które odpowiadają za gromadzenie zmierzonych danych, przetworzenie ich i wygenerowanie sygnałów sterujących dla urządzeń uruchamiających zgodnie z zaprogramowanym algorytmem. Jednocześnie, oprzyrządowanie i sterowanie ma za zadanie prezentację danych oraz kontrolę procedur operacyjnych. Podział na grupy i poziomy sterowania jest realizowany poprzez podzielenie układów z PLC na różne poziomy struktury AKPiA. Oznacza to, że dany PLC odpowiedzialny jest za przydzieloną mu grupę, przy jednoczesnej komunikacji ze sterownikiem nadrzędnym. Organizacja wymiany danych pomiędzy sterownikami logicznymi z różnych poziomów polega na przesłaniu zmierzonych zmiennych procesowych i odebraniu wartości zadanych dla elementów wykonawczych. Operacje realizowane przez dany PLC są tym bardziej rozbudowane im wyższy zajmuje poziom w strukturze.

Urządzenia sterujące procesami, komunikacyjne, poziomu sterowania grupowego, przetwarzania i automatyzacji oraz poziomu sterowania indywidualnego zlokalizowane są w centralnych pomieszczeniach aparatury kontrolno-pomiarowej. Decentralizacji podlegają układy odpowiedzialne za pomiar i przetworzenie zmiennej procesowej oraz przesłanie danych do wyższego poziomu sterownia. Sterowniki odpowiedzialne za opomiarowanie procesu znajdują się w miarę możliwości jak najbliżej czujników w celu minimalizacji zakłóceń mierzonych wielkości.

Struktura systemu zawiera również podział ze względu na bezpieczeństwo. Oprzyrządowanie i aparatura sterująca dzieli się na systemy operacyjne, systemy ograniczające, systemy ochrony i systemy monitorowania wypadków. Należy nadmienić, że system ochrony jednostek sprzętowych jest odpowiedzialny za automatyczną ochronę ważnych układów (w odniesieniu do bezpieczeństwa) i jest on nadrzędny nad sterowaniem w pętli otwartej, zamkniętej oraz działaniami ręcznymi. Pracę systemów ograniczających oparto na limitach zmiennych procesowych, które zostaną określone na etapie projektu podstawowego.

Systemy monitorowania rejestrują zdarzenia z reguły identyfikowane poprzez gromadzenie danych procesowych w celu wyeliminowania niepewności w analizie awarii.

Sterowanie skoordynowane całej instalacji HTGR

Sterowanie koordynujące jednostki na najwyższym poziomie hierarchii systemu AKPiA (nadrzędny/główny DCS) generuje wartość zadaną na podstawie zapotrzebowania na moc cieplną, która jest następnie stosowana do podporządkowanych elementów sterujących w pętli zamkniętej jądrowego systemu dostarczania pary.

Sterowanie systemem konwersji pary/energii zapewnia, że jest on w stanie przyjąć główną parę wytwarzaną przez część jądrową HTGR.

Sterowanie w pętli zamkniętej dla jądrowego systemu dostarczania pary

Zmienna poleceń wykorzystywana w sterowaniu mocą jądrowego systemu dostarczania pary jest nastawą mocy cieplnej dostarczaną przez koordynujący system sterowania jednostką.

Zmiennymi sterującymi są temperatury gorącego gazu (w reaktorze i wytwornicy pary) i pary świeżej oraz moc cieplna.

Urządzenia sterujące instalacją konwersji energii

Sterowanie systemem konwersji energii służy do dystrybucji mocy cieplnej dostarczanej do dostępnych systemów wytwarzania energii elektrycznej/systemu kogeneracji w taki sposób, aby jak najlepiej wykorzystać moc cieplną, a także zapewnić największą moc wyjściową, gdy komponenty nie są do dyspozycji.

Logika zabezpieczeń

Logika zabezpieczająca (blokady) ma zadanie wykrywania skutków uszkodzeń i inicjowania działań przeciwdziałających w celu ochrony jednostek sprzętowych.

Sygnaly blokujące działają bezpośrednio i niezależnie od sterowania automatycznego czy działań ręcznych.

Logika zabezpieczająca ma pierwszeństwo przed poleceniami automatycznymi i ręcznymi wprowadzanymi na panelach sterowania.

Logika zabezpieczająca może być zrealizowana w postaci blokad pasywnych (uruchamiające sygnaly), które zapobiegają przypadkowemu uruchomieniu lub wyłączeniu urządzenia, oraz blokad aktywnych (blokady ochronnej), które uruchomią lub zatrzymają urządzenie w przypadku awarii.

Logika zabezpieczeń jest z reguły implementowana w obwodach normalnie pozbawionych napięcia.

Systemy ograniczeń

Systemy ograniczeń to ograniczenia stanów niepożądanych, jednocześnie zapewniają zachowanie parametrów wyjściowych do analizy awarii.

System opiera się na ustalonych limitach mierzonych zmiennych procesowych, na podstawie których po ich przekroczeniu generowany jest odpowiedni sygnal informujący sterownik nadrzędny.

Oprzęzowanie systemu

Aparatura opomiarowania i sterowania składa się z urządzeń elektronicznych, modułów i systemów, dostosowanych do pomiarów, monitorowania i sterowania eksploatacją badawczego HTGR.

Oprzęzowanie operacyjne i system sterowania są wykorzystywane do prawidłowej obsługi i monitorowania warunków pracy badawczego HTGR.

Wszystkie informacje wymagane do monitorowania warunków pracy są wyświetlane w centralnej sterowni. Stamtąd na czas można zidentyfikować niepożądane stany i skorygować je odpowiednią interwencją.

Oprzęzowanie i wyposażenie sterujące systemów zabezpieczeń służy zapobieganiu niedopuszczalnemu obciążeniu ważnych elementów i systemów oraz minimalizowaniu skutków awarii dla środowiska.

System zabezpieczeń urządzeń został zaprojektowany w celu zapewnienia automatycznej ochrony ważnych urządzeń/układów i ma pierwszeństwo przed pętlą otwartą i zamkniętą oraz działaniami ręcznymi.

Projekt systemu zabezpieczeń reaktora kieruje się zasadami przywołanych kryteriów i reguł, które są stosowane w instalacji badawczego HTGR w sposób zgodny z ich intencją oraz adekwatnie do specyfiki instalacji.

Projekt systemu monitorowania awarii zapewnia dostarczenie odpowiednich informacji i dokumentacji na temat stanu obiektu oraz wpływu na obiekt i środowisko w trakcie i po awariach oraz sekwencji zdarzeń pozaprojektowych.

Redundancja

Aby przeciwdziałać zdarzeniom powodującym awarię, w systemie zabezpieczeń reaktora, przewidziano konfigurację redundantną. Definiując architektury głosowania logicznego MooN (MzN), czyli układy wykonane z N kanałów niezależnych tak połączonych, że M kanałów wystarczy do wypełnienia przyrządowej funkcji bezpieczeństwa. Dodatkowe (powtórzone w kolejnych M kanałach) elementy wyposażenia są niezależne w takim stopniu, że w przypadku awarii jednej grupy redundancji z powodu zdarzenia wywołującego awarię, pozostałe grupy redundancyjne są w stanie kontrolować proces. Na styku kilku grup redundancyjnych w układzie zabezpieczeń reaktora, jak na przykład w obwodach logiki głosowania (np. 2 z 3), rozdzielnie zapewnia niezależność różnych grup redundancyjnych. Urządzenia odspzęgające zapewniają wzajemną nieinteraktywną izolację grup redundancyjnych.

Główną częścią uzasadnienia redundantnych sieci oprzyrządowania jest zachowanie zdolności do działania w przypadku awarii dowolnego pojedynczego komponentu. Wysoce niezawodna praca jest cenna dla instalacji HTGR, jej nadmiarowość oprzyrządowania będzie bardzo podobna jak dla innych dużych obiektów przemysłowych.

Ochronę przed zdarzeniami powodującymi awarię w obrębie systemu zabezpieczeń reaktora oraz w obrębie układu reaktora zapewnia z reguły fizycznie odseparowana instalacja elementów redundantnych. Taka fizyczna separacja nie jest wymagana, jeżeli zdarzenie wywołujące awarię nie może zapobiec rozpoczęciu działań zabezpieczających lub może jedynie prowadzić do zainicjowania działań zabezpieczających. Sygnały z systemu zabezpieczeń reaktora wykorzystywane do przetwarzania danych poza systemem zabezpieczeń reaktora, np. do drukarek lub wskaźników, są pobierane za pomocą elementów nieinteraktywnych.

Aktywacja zabezpieczeń technicznych przez układ zabezpieczeń reaktora jest tak zaprojektowana, aby sygnał inicjujący działanie ochronne miał pierwszeństwo przed sygnałami sterowania operacyjnego. Oznacza to, że układ zabezpieczeń jest systemem nadrzędnym nad układem sterowania operacyjnego.

Zdarzenia zewnętrzne

Sekcja systemu zabezpieczeń reaktora zlokalizowana w budynku sterowni/rozdzielni jest przystosowana do warunków trzęsienia ziemi. W budynku reaktora zapewniono dodatkową ochronę przed drganiami wywołanymi katastrofą lotniczą i falą uderzeniową.

Panel systemu zabezpieczeń reaktora

Panel systemu zabezpieczeń reaktora w głównej sterowni w budynku sterowni (UCA) jest głównym miejscem ogłaszania alarmów z systemu zabezpieczeń reaktora oraz przeprowadzania na nim testów. Wyświetla stan systemu zabezpieczeń reaktora podczas normalnej eksploatacji, podczas przewidywanych zdarzeń eksploatacyjnych i awarii, a także w celu wykonywania okresowych badań oraz stan systemu zabezpieczeń IKE.

Zasadniczo zawiera wskazania analogowe do wyświetlania zmiennych procesowych, sygnały stanu inicjacji z grup kanałów oprzyrządowania, sygnały uruchomienia z układu zabezpieczeń reaktora oraz sygnały zwrotne z uruchamianych elementów. Na panelu systemu zabezpieczeń reaktora znajdują się również elementy eksploatacyjne do badań okresowych systemu zabezpieczeń reaktora.

Zasilanie

W izolowanym i zabezpieczonym pomieszczeniu budynku rozdzielni zainstalowane są dwa systemy 220 V DC. Szafy aparatury elektronicznej systemu zabezpieczeń reaktora zasilane są z obu systemów prądu stałego poprzez przetwornice 220V/24V DC/DC oraz diody izolujące. Patrz rozdział 4 OPZ.

Boczniki

W pewnych sytuacjach eksploatacyjnych lub nawet awaryjnych, w zależności od stanu instalacji, mogą być wymagane obejścia (boczniki).

Te bypassy są udrażniane w sposób manualny (ręczne przesterowanie np. zaworu) lub na panelu sterowania. Warunkiem koniecznym do wyzwolenia bocznika jest spełnienie odpowiednich warunków. Obejście jest automatycznie resetowane do stanu normalnego (położenia początkowego), gdy warunki zezwalające zanikają.

Na przykład obejście rozruchowe (bypass) musi być udrożniony podczas uruchamiania, aby zapobiec niekontrolowanemu przejściu do fazy wytwarzania energii. Jeśli to obejście nie jest udrożnione, SCRAM (awaryjne wyłączenie reaktora i awaryjne wyłączanie IKE) jest inicjowany na ustalonym poziomie wyjściowym.

Systemy zabezpieczeń

Systemy zabezpieczeń, tj. systemy, które zastępują działania ręczne oraz sterowanie w pętli otwartej i zamkniętej, zapewniają bezpieczeństwo personelu, środowiska i całego kompleksu zakładowego.

System zabezpieczeń reaktora wykrywa zmienne stanu instalacji związane z bezpieczeństwem, przetwarza je i inicjuje odpowiednie działania.

Sygnały systemów zabezpieczeń reaktora zastępują działania ręczne podejmowane w sterowni głównej i sterowni rezerwowej oraz sygnały z oprzyrządowania operacyjnego i systemów sterowania.

System zabezpieczeń będzie zaprojektowany do monitorowania i przetwarzania zmiennych istotnych dla bezpieczeństwa HTGR i środowiska, wykrywania awarii i automatycznego inicjowania działań ochronnych. Dobór monitorowanych zmiennych procesowych, wyprowadzenie odpowiednich kryteriów inicjacji oraz generowanie sygnałów uruchamiających dla działań ochronnych dokonywane są na podstawie analiz awarii.

System zabezpieczeń reaktora jest niezależny od urządzeń do akwizycji danych procesowych i aktywuje urządzenia wykonawcze.

Konstrukcja systemu oprzyrządowania musi uwzględniać wystarczającą wytrzymałość i niezależność, aby nadal funkcjonować w niesprzyjających warunkach spowodowanych poważnymi awariami. System oprzyrządowania instalacji HTGR jest podzielony na sekcje, aby umożliwić krzyżowe sprawdzanie wydajności wielu czujników i metod pomiarowych, unikając w ten sposób przekłamanie sygnałów i zapewniając wskazanie aktualnego stanu poszczególnych czujników.

Jeśli chodzi o zdarzenia awaryjne poza układem reaktora, system zabezpieczeń będzie zaprojektowany w taki sposób, aby powodzie, wyładowania atmosferyczne, burze lub trzęsienia ziemi nie mogły powodować awarii podsystemów.

System zabezpieczeń urządzeń zawiera wysokiej jakości obwody zabezpieczeń dla ważnych jednostek sprzętowych oraz blokady ochronne dla wszystkich urządzeń, chroniąc w ten sposób te aktywne elementy przed uszkodzeniem lub awarią spowodowaną przez niedopuszczalne warunki pracy lub błędy operatora.

Obwody sterowania zabezpieczeniami reaktora i urządzeń HTGR

Obwód systemu zabezpieczeń reaktora podzielony jest na trzy sekcje. Poniżej przedstawiono ich kluczowe funkcje.

Poziom inicjacji

Poziom inicjacji odpowiedzialny jest za akwizycję i przetwarzanie danych analogowych (sekcja analogowa).

Poziom inicjacji systemu zabezpieczeń reaktora obejmuje akwizycję danych z czujników do monitorów wartości granicznych.

Zmienne procesowe w każdej grupie kanałów inicjujących są zbierane w trzech powtórzeniach i bramkowane w obwodach głosowania. Każdy z bramkowanych obwodów głosowania zawiera odseparowaną galwanicznie szafę sterowniczą, zapewnia to niezależność poszczególnych kanałów. Prądowe wyjścia przetworników są połączone do obwodów obliczeniowych. Natomiast sygnały napięciowe przekazywane są do układów monitorujących wartości graniczne, znajdujące się w sekcji logicznej.

Obwody obliczeniowe przewidziane na inicjacyjnym poziomie zabezpieczeń reaktora służą do generowania zmiennych wykonawczych.

Kanały inicjujące są stale monitorowane przez komparatory analogowe pod kątem ewentualnego wadliwego działania.

Mając na celu eliminowanie zakłóceń, sygnały z czujników mierzących zmienne procesowe są konwertowane na analogowy sygnał prądowy w przetwornikach umieszczonych możliwie blisko procesu i miejsca montażu czujników. Mogą pojawić się odstępstwa od przyjętego schematu, ze względu na utrudniony dostęp i warunki techniczne.

Poziom logiczny

Do podstawowych funkcji tego poziomu należy generowanie sygnału granicznego, bramkowanie redundantnych sygnałów granicznych na podstawie wyniku logiki głosowania i na tej podstawie wytworzenia sygnałów uruchamiających.

Przepływ sygnału pomiędzy poziomem inicjacji a logicznym jest następujący. Poziom inicjacji jest odpowiedzialny za generowanie sygnałów granicznych dla kryteriów inicjacji, natomiast głosowanie logiczne redundantnych sygnałów granicznych i bramkowanie logiczne kryteriów inicjacji odbywa się na poziomie logicznym.

Aby zapobiec błędowi wyłączenia układu na podstawie jednego kanału, sygnały wyjściowe z redundantnych kanałów wyzwala są ponownie bramkowane ze sobą zgodnie z ustaloną logiką np. 2z3 w trzech obwodach głosowania. Jest to realizowane zanim redundantne sygnały aktywacji działania zabezpieczeń zostaną przekazane do poziomu aktywacji.

Podstawą wymagań fizycznej separacji dla ścieżek sygnałowych jest unikanie podatności na awarie wywołane wspólną przyczyną, takie jak pożary lub lokalne powodzie. Jednak ze względu na głębokość integracji między wieloma mniejszymi modułami badawczego HTGR, konieczna jest również logiczna i fizyczna separacja między sygnałami i ścieżkami sygnałowymi między różnymi modułami reaktora.

Poziom aktywacji

Główną funkcją poziomu aktywacji jest przetwarzanie sygnałów uruchamiających przychodzących z poziomu logicznego, na sygnały wyzwalające dla urządzeń zabezpieczających.

Poziom aktywacji jest podzielony na trzy redundantne podsystemy, które są zaprojektowane zgodnie z zasadą zamkniętej pętli obwodu sterowania i które aktywują sygnały działania w IKE.

1. Opadanie pręta regulacyjnego - jest wyzwalane przez przerwanie obwodu elektrycznego na obu zaciskach napędu mechanizmu podtrzymania pręta poprzez kombinację bramkowania np. 2z3 dwóch z trzech zestawów przekaźników.
2. Wyłączenie dmuchawy helu obiegu pierwotnego – jest realizowane redundantnie przez dwa wyłączniki połączone szeregowo i dodatkowo przez zablokowanie tyrystorów w sterowaniu silnika.
3. Izolacja wytwornicy pary i izolacja powyłączeniowego układu chłodzenia (SCS) – są realizowane przez redundantne rozwarcie dwóch wyłączników każdego zaworu odcinającego, co skutkuje przerwaniem obwodu podtrzymania zaworów pilotowych. Powoduje to zamknięcie zaworów odcinających wody zasilającej, pary głównej i odcinających wodę chłodzącą. Dodatkowo zastosowanie zaworów pilotowych ma na celu zmniejszenie ciśnienia w zaworach układów wody zasilającej, głównej pary i wody chłodzącej.
4. Opróżnienie wytwornicy pary (Uwaga: układ odpowiedzialny za realizację tego zadania jest w zakresie IKE) – odbywa się poprzez redundantne rozwarcie dwóch wyłączników obwodu każdego zaworu odcinającego, skutkujące przerywaniem obwodu elektrycznego podtrzymującego zawory pilotowe. Podobnie jak w wyżej omawianym układzie zawory pilotowe zastosowano w celu zmniejszenia ciśnienia roboczego.
5. Izolacja systemu pierwotnego - jest realizowana przez redundantne rozwarcie dwóch wyłączników każdego zaworu odcinającego, co skutkuje przerwaniem obwodu podtrzymania zaworów pilotowych. Powoduje to izolację pierwotnego obiegu chłodzenia od dołączonych systemów.

Przewidziano symulację sygnałów aktywujących w celu testowania poziomu zadziałania i funkcji bezpieczeństwa dla układów, z którymi jest połączony poziom. Testy mogą być przeprowadzane częściowo podczas normalnej pracy lub po wyłączeniu reaktora. Testy przeprowadzane są regularnie (cyklicznie) w stałych odstępach czasu. Jednocześnie test ten służy do sprawdzenia i potwierdzenia ustalonego priorytetu (wagi) funkcji.

Kryteria inicjacji i działania zabezpieczające

Kryteria inicjacji przewidziane w systemie zabezpieczeń reaktora oraz wynikające z nich działania zabezpieczające skutkujące odstawieniem reaktora, które należy wziąć pod uwagę:

- awarie związane z reaktywnością,
- utrata przepływu w układach pierwotnym i wtórnym,
- rozprężanie układu pierwotnego,
- pęknięcie rury wytwornicy pary / pęknięcie rury w wymienniku ciepła powyłączeniowego układu chłodzenia SCS,
- izolacja systemu wody chłodzącej (KAE) dla powyłączeniowego układu chłodzenia SCS,
- trzęsienie ziemi.

Inicjowanie działań zabezpieczających często wywołuje jednocześnie więcej niż jedną funkcję bezpieczeństwa. Na przykład, przekroczenie głównych granic ciśnienia w systemie, bezpośrednio uruchamia funkcję kontroli reaktywności. Jednak, w zależności od rozmiaru i miejsca pęknięcia obiegu, może to również podważyć zdolność usuwania ciepła z rdzenia. Moc reaktora oblicza się za pomocą pomiarów neutronowych jak i na podstawie

bilansu cieplnego. Pomiary tych dwóch aspektów mocy reaktora są wykorzystywane jako kontrole krzyżowe oprzyrządowania.

Inną powszechnie stosowaną metodą określania wymagań systemu oprzyrządowania jest dostarczanie informacji niezbędnych do reagowania na dominujące zjawiska w sekwencji zdarzeń.

Logiczne kombinacje wyróżniają w konsekwencji sygnały aktywujące m.in. termicznie skorygowany strumień neutronów i stosunek przepływu masowego (strona pierwotna i strona wtórna).

Aby móc wyraźnie identyfikować awarie i odróżnić je od błędów operacyjnych, kryteria inicjacji zostaną opracowane na podstawie zmiennych procesowych, ich tempa zmian lub logicznej kombinacji kilku zmiennych procesowych lub logicznej kombinacji tempa zmian.

Zestawienie monitorowanych parametrów i uruchamianych funkcji w głównym DCS'ie przedstawiono poniżej w formie listy (tylko informacyjnie). Ujęto w niej również najważniejsze postulowane zdarzenia inicjujące, które prowadzą do zainicjowania sygnałów.

Wartości graniczne kryteriów inicjujących mają charakter wstępny i będą ustalane w kolejnym etapie projektowania.

Niezależnie od inicjującej awarii, pierwsze trzy działania ochronne z listy (zwane dalej wyłączeniem) są uruchamiane w odpowiedzi na wszystkie kryteria inicjujące.

Dodatkowo inicjowane działania ochronne to:

- Izolacja układu pierwotnego dla kategorii awarii związanych z rozprężaniem układu pierwotnego.
- Opróżnienie wytwornicy pary dla kategorii awarii nieszczelności w rurkach wymiennika.
- Zamknięcie zaworów odcinających w powyłączeniowym układzie chłodzenia.

W przypadku zaniku zasilania zewnętrznego przy niedostępności napędu dieslowskiego (zabudowanego w IKE) oraz po zaniku zasilania prądem stałym następuje automatyczne wyzwolenie wszystkich sześciu działań zabezpieczających bez stosowania kryterium inicjacji.

Poniżej znajduje się lista głównych parametrów kontrolowanych w centralnej sterowni. Oczywiście nie jest kompletna i wymaga uzupełnień przez Projektanta dla części konwencjonalnej i dla styku obu części HTGR (Uwaga: uzupełnienia w porozumieniu z Zamawiającym i w trakcie realizacji prac nad PP):

Obieg pierwotny

- temperatura gorącego gazu,
- temperatura zimnego gazu,
- główne ciśnienie w systemie,
- przepływ masowy chłodziwa pierwotnego,
- wilgotność,
- temperatury zbiornika ciśnieniowego,
- strumień neutronów.

Wytwornica pary (strona wtórna)

- temperatura wody zasilającej i pary głównej,
- ciśnienie wody zasilającej i pary głównej,

- przepływy masowe wody zasilającej i pary głównej.

Zbiornik wody zasilającej

- poziom wody,
- temperatura,
- ciśnienie.

Zespół turbina-generator

- ciśnienie pary świeżej,
- temperatura głównego rurociągu parowego,
- moc elektryczna.

Skraplacz

- temperatura,
- ciśnienie.

Układ kogeneracyjny

- ciśnienie pary świeżej,
- temperatura pary świeżej,
- przepływy masowe pary świeżej,
- ciśnienie pary trzecio-obiegowej (odbiorca przemysłowy),
- temperatura pary trzecio-obiegowej (odbiorca przemysłowy),
- przepływy masowe pary trzecio-obiegowej (odbiorca przemysłowy).

Parametry sejsmiczne

- drgania gruntu,
- Inne.

Parametry środowiskowe

- temperatura powietrza,
- ciśnienie powietrza,
- wilgotność powietrza,
- prędkość wiatru,
- kierunek wiatru,
- aktywności uwolnień do powietrza,
- aktywności ścieków.

Parametry zapotrzebowania na moc i inne z obiegu „przemysłowego”, z obiegu ciepłowniczego

- moc zainstalowana,
- moc zapotrzebowana,
- moc szczytowa,
- aktualne obciążenie.

6. OPIS INSTALACJI KONWERSJI ENERGII ORAZ CHARAKTERYSTYCZNE PARAMETRY – CZĘŚĆ SANITARNA: PPOŻ., HVAC, WOD-KAN, OŚWIETLENIE, TELETECHNIKA.

6.1. Techniczne systemy zabezpieczeń przeciwpożarowych oraz służby ratownicze (część ppoż.)

Zgodnie z wymaganiami IAEA [1], [2] oraz WENRA [3], obrona przeciwpożarowa tworzona jest zgodnie z zasadami obrony w głąb i obejmuje środki zabezpieczające przed powstaniem pożaru, zapewniające wykrycie i gaszenie pożaru jeśli już powstał oraz ograniczenie jego rozprzestrzeniania i skutków we wszystkich obszarach, gdzie znajdują się układy ważne dla bezpieczeństwa.

Układy ważne dla bezpieczeństwa są projektowane i rozmieszczone tak, aby zminimalizować częstość i skutki pożarów oraz zapewnić wykonywanie głównych funkcji bezpieczeństwa: wyłączenia reaktora, odbioru ciepła powyłączeniowego, zatrzymania materiałów promieniotwórczych w reaktorze i monitorowania stanu reaktora podczas pożaru i po jego zakończeniu.

Budynki zawierające układy ważne dla bezpieczeństwa są budowane jako odporne na pożar.

Budynki zawierające wyposażenie, które może być ważne dla bezpieczeństwa, są podzielone na strefy pożarowe w celu oddzielenia tego wyposażenia od źródeł ognia i wzajemnego rozdzielania wielokrotnych ciągów równoległych układów bezpieczeństwa między sobą. Jeśli rozwiązania projektowe ze strefami pożarowymi są niemożliwe, to trzeba zapewnić ochronę przeciwpożarową środkami aktywnymi i pasywnymi zgodnie z wymaganiami analizy pożarowej.

Jeśli w budynkach zawierających lub mogących zawierać materiały promieniotwórcze w razie pożaru może dojść do ich uwolnienia poza te budynki, to trzeba tak zaprojektować te budynki by niebezpieczeństwo uwolnień promieniotwórczych było jak najmniejsze.

Zapewniane winny być drogi dostępu i ewakuacji personelu zwalczającego pożar i eksploatacyjnego.

W projekcie PP prowadzona będzie systematyczna analiza pożarowa dla określenia pomieszczeń, w których może powstać ogień i doprowadzić do uszkodzenia systemów bezpieczeństwa w razie rozprzestrzeniania pożaru. Ta analiza pozwoli zidentyfikować słabe punkty w barierach przeciwpożarowych mających oddzielić wielokrotne ciągi systemów bezpieczeństwa i uzasadnić konieczność separacji tych ciągów. Uwzględnione będą efekty wtórne działania zabezpieczeń przeciwpożarowych, jak np. zalanie pomieszczeń wodą z układów zraszania.

Analiza pożarowa winna wykazać, że wymagania ochrony pożarowej są spełnione, że środki ochrony pożarowej są właściwie zaprojektowane i zapewnione są odpowiednie środki ochrony administracyjnej.

W ramach tej analizy określa się odporność ścian strefy pożarowej na ogień i wymagania odnośnie systemu gaszenia pożaru.

Analiza pożarowa jest opracowana na bazie podejścia deterministycznego i obejmuje przynajmniej:

- dla wszystkich stanów eksploatacyjnych i powyłączeniowych przy założeniu pojedynczego pożaru i jego rozprzestrzeniania w każdym rejonie, gdzie znajduje się na stałe lub przejściowo materiał palny,

- rozważenie wiarygodnej kombinacji pożaru i innego postulowanego zdarzenia inicjującego, które może prawdopodobnie wystąpić niezależnie od pożaru.

Wymagania w tym względzie określają przepisy przeciwpożarowe obowiązujące w Polsce oraz wytyczne [1] i [4]. W tej analizie uwzględniono skutki działania układów detekcji i gaszenia pożaru w różnych częściach obiektu.

Analiza pożarowa musi wykazać, że wzięto pod uwagę możliwe skutki działania pożaru i układów gaszenia pożaru.

Analizę pożarową należy uzupełnić probabilistyczną analizą ryzyka pożaru, PSA na poziomie 1. W tej analizie trzeba rozważyć pożary by ocenić skuteczność obrony przeciwpożarowej i określić ryzyko wynikające z pożaru.

6.1.1. Systematyczna analiza pożarowa

W projekcie prowadzona będzie systematyczna analiza pożarowa dla określenia pomieszczeń, w których może powstać ogień i doprowadzić do uszkodzenia systemów bezpieczeństwa w razie rozprzestrzenienia pożaru. Ta analiza pozwoli zidentyfikować słabe punkty w barierach przeciwpożarowych mających oddzielić wielokrotne ciągi systemów bezpieczeństwa i uzasadnić konieczność separacji tych ciągów. Uwzględnione będą efekty wtórne działania zabezpieczeń przeciwpożarowych, jak np. zalanie pomieszczeń wodą z układów zraszania.

Analiza pożarowa winna wykazać, że wymagania ochrony pożarowej są spełnione, że środki ochrony pożarowej są właściwie zaprojektowane i zapewnione są odpowiednie środki ochrony administracyjnej.

W ramach tej analizy określa się odporność ścian strefy pożarowej na ogień i wymagania odnośnie systemu gaszenia pożaru.

Analiza pożarowa jest opracowana na bazie podejścia deterministycznego i obejmuje przynajmniej:

- dla wszystkich stanów eksploatacyjnych i powyłączeniowych przy założeniu pojedynczego pożaru i jego rozprzestrzenienia w każdym rejonie, gdzie znajduje się na stałe lub przejściowo materiał palny,
- rozważenie wiarygodnej kombinacji pożaru i innego postulowanego zdarzenia inicjującego, które może prawdopodobnie wystąpić niezależnie od pożaru.

Wymagania w tym względzie określają przepisy przeciwpożarowe obowiązujące w Polsce oraz wytyczne [1] i [4]. W tej analizie uwzględniono skutki działania układów detekcji i gaszenia pożaru w różnych częściach obiektu.

Analiza pożarowa musi wykazać, że wzięto pod uwagę możliwe skutki działania pożaru i układów gaszenia pożaru.

Analizę pożarową należy uzupełnić probabilistyczną analizą ryzyka pożaru, PSA na poziomie 1. W tej analizie trzeba rozważyć pożary by ocenić skuteczność obrony przeciwpożarowej i określić ryzyko wynikające z pożaru.

6.1.2. Obszary i strefy pożarowe

Międzynarodowe wytyczne dla ochrony elektrowni jądrowych przed pożarem [5] zalecają podzielenie elektrowni na strefy pożarowe tak, aby zapobiec rozprzestrzenianiu się pożaru. Oczywiście w PP Projektant nie zajmuje się częścią jądrową, jednak dla wdrożenia go w przyszłe zadania przy tym projekcie, winien być zaznajomiony z zasadami ochrony ppoż.. już teraz, a niektóre obiekty jak np. sterownia i rozdzielnia (zwłaszcza rozdzielnia potrzeb własnych, w tym zasilania gwarantowanego cz. jądrowej) oraz ciągi wentylacyjne dla tych pomieszczeń i trasy kablowe (w tym kanały do części jądrowej (np. budynku pomocniczego reaktora) muszą podlegać wytycznym i zasadom jądrowym ze względu na ich funkcje bezpieczeństwa (Uwaga: nie mylić z klasą

bezpieczeństwa). Określenie stref pożarowych przy założeniu, że w dowolnej strefie pożarowej nie znajduje się więcej niż jeden ciąg układu bezpieczeństwa z kablami włącznie, prowadzi do skutecznego ograniczenia rozprzestrzeniania się pożaru. Dalej międzynarodowe wytyczne zalecają określenie ilości materiałów palnych w każdej strefie i nadanie odpowiedniej klasy odporności pożarowej jej ścianom, podłogom, drzwiom i uszczelnieniom przepustów, w celu wykluczenia rozprzestrzeniania się ognia z jednej strefy ogniowej do drugiej [6].

Obszary i strefy pożarowe są wkomponowane w ogólny zestaw budynków tak, by ograniczyć wpływ możliwego pożaru na wyposażenie bezpieczeństwa. [7]

W ramach analizy zagrożenia pożarowego, przeprowadzona będzie ocena obciążeń pożarowych w każdym pomieszczeniu.

Orientacyjne liczby do oceny obciążeń pożarowych podane w normach europejskich są następujące:

- < 100 MJ/m²: nie ma możliwości powstania pożaru;
- 100 – 400 MJ/m²: dla oceny obciążenia pożarowego trzeba przeprowadzić indywidualną ocenę pomieszczenia, np. 6 m między tacami kablowymi, 1,50 m do sklepienia;
- > 400 MJ/m²: zastosowanie obszaru pożarowego z barierą pożarową o odpowiedniej wytrzymałości pożarowej (np. 1, 2, lub 3 h).

Liczby te są tylko wielkościami orientacyjnymi i w każdym przypadku muszą być potwierdzone przez projektanta.

Pomieszczenia zostaną wówczas sklasyfikowane jako obszary i strefy pożarowe z uwzględnieniem wymagań bezpieczeństwa wyposażenia, obciążenia pożarowego, źródeł zapłonu i stopnia rozdzielania odpowiadającego istniejącemu kwalifikowanemu wyposażeniu dostępnemu na rynku. Oznacza to, że układ stref i obszarów pożarowych musi odpowiadać wymaganiom dostępnego w handlu wyposażenia.

Zewnętrzne ściany budynków bezpieczeństwa, które mogą być narażone na zagrożenie pożarowe, są określane jako bariery pożarowe.

Otwory i przepusty w barierach pożarowych muszą być ograniczone do minimum i uszczelnione materiałami o równoważnych wskaźnikach odporności pożarowej.

W układzie budynku należy przewidzieć dla każdego obszaru pożarowego drogi dostępu i ewakuacji personelu.

Drogi te muszą mieć minimalny wpływ na bezpieczeństwo jądrowe. Muszą być one wyposażone w:

- wyraźnie oznakowane drogi ewakuacyjne i wyjścia pożarowe,
- oświetlenie awaryjne,
- samozamykające się drzwi przeciwpożarowe,
- schody poza obudową bezpieczeństwa służące jako droga ewakuacji.

Drogi dojścia dla personelu zwalczającego pożar i drogi dojścia do obszarów, gdzie znajduje się wyposażenie niezbędne do bezpiecznego wyłączenia reaktora muszą być zamknięte ścianami ceglanyimi lub betonowymi o odpowiedniej odporności pożarowej i wyposażone w urządzenia zabezpieczające przed rozprzestrzenianiem dymu.

Tam, gdzie to praktycznie możliwe, wszystkie bariery pożarowe powinny być scalone ze ścianami budynków, by zmniejszyć do minimum wielkości budynków.

Pomieszczenia zawierające skomputeryzowane wyposażenie bezpieczeństwa, które nie jest częścią sterowni muszą być oddzielone od dublujących je urządzeń rezerwowych i innych obszarów obiektu przy pomocy odpowiedniego ustanowienia obszarów pożarowych.

Sterownia reaktora musi być oddzielona od reszty obiektu przy pomocy barier pożarowych na ścianach, suficie i podłodze.

Pomieszczenia peryferyjne w zespole sterowni muszą być oddzielone od sterowni głównej przy pomocy obszarów pożarowych.

W obszarach, gdzie zainstalowane są na stałe układy gaszenia pożaru wodą, ścieki podłogowe muszą być zwymiarowane tak, by usunąć oczekiwany napływ wody bez zatopienia wyposażenia ważnego dla bezpieczeństwa.

Z powodów praktycznych sterownia główna może być sama zakwalifikowana jako obszar pożarowy i w związku z tym być wyłączona z wymagań rozdzielania przy pomocy barier pożarowych.

Wewnątrz sterowni rozdzielanie rezerwowych ciągów systemów bezpieczeństwa powinno być zapewnione przez strefy pożarowe i częściowe bariery.

6.1.3. Podział obiektów na strefy bezpieczeństwa

Projektant musi założyć, że pierwszym zadaniem jest obrona przed wystąpieniem ognia. Dlatego dla każdej strefy określone są **możliwe źródła pożaru**. Takimi źródłami ognia mogą być układy elektryczne, które mogą powodować nagrzewanie, a także materiały palne jak olej i wodór. W reaktorze wysokotemperaturowym potencjalnym źródłem zagrożenia jest obieg helowy. Te źródła ciepła znajdują się w różnych pomieszczeniach i mogą powodować pożar, który doprowadzi do utraty pewnych funkcji bezpieczeństwa.

6.1.4. Ochrona obiektu przed rozprzestrzenianiem się pożaru

Konieczne jest zapewnienie rozdzielania fizycznego ciągów równoległych w systemach bezpieczeństwa, zapewnienie oddzielających osobne strefy pożarowe, drzwi o wystarczającej odporności na pożar. Projekt zapewnia, by oddzielone kable przebiegały w wystarczającej odległości lub oddzielone były przegrodami fizycznymi. Przepusty kablowe w przegrodach pożarowych będą kwalifikowane i sprawdzone co do odporności pożarowej. Warstwy izolacyjne pokrywające kable będą odporne na pożar, przy czym uwzględnia się proces starzenia się izolacji i możliwą utratę odporności pożarowej.

Szczególnie ważne jest zapewnienie odporności pożarowej kabli w pomieszczeniach kablowych wiodących do sterowni głównej i rezerwowej. W ramach projektu przeprowadzone będzie sprawdzenie, czy pożar powstający w jednym z tych pomieszczeń nie zagrazi przeniesieniem ognia do pomieszczeń sąsiednich. Wykonana zostanie analiza dla wykazania, że pożar w sterowni rezerwowej nie spowoduje utraty funkcji w sterowni głównej i odwrotnie.

W duktach wentylacyjnych zainstalowane są klapy przeciwpożarowe, by w razie pożaru w jednym pomieszczeniu nie doszło do przeniesienia ognia, dymu i gorąca do sąsiednich pomieszczeń.

Ważne jest zapewnienie ochrony przed pożarem wskutek zapalenia oleju. Elementy wyposażenia zawierające olej muszą posiadać tace odpływowe do zbierania oleju w razie przecieków. Kołnierze łączące rurki olejowe muszą mieć ochronę przed wypływem oleju. Na zaworach w przewodach powietrznych prowadzących do pomieszczeń

za zbiornikami oleju muszą być zabezpieczenia przed powstawaniem iskiei. W pomieszczeniach olejowych trzeba osłaniać gorące przewody i instrumenty pomiarowe, a drzwi oddzielające te pomieszczenia muszą wytrzymywać ciśnienie mogące powstać w razie wybuchu oleju NUSS 50-SG-D2. Szczególnym zagrożeniem może być smar stosowany w pompach i dmuchawach.

Każdy przedział pożarowy lub strefa pożarowa musi być wyposażona w urządzenia do wykrywania pożaru i alarmowania, ze szczegółowym wskazaniem w sterowni, w którym miejscu powstał pożar. Te urządzenia muszą być zasilane z układu zasilania elektrycznego o nieprzerwanym działaniu, a energia do nich winna być dostarczana kablami odpornymi na pożar.

W każdym przedziale pożarowym muszą być zainstalowane ręczne lub automatyczne, stałe lub ruchome systemy gaszenia ognia. Muszą być one zaprojektowane i umiejscowione tak, by ich rozerwanie, przypadkowe lub błędne zadziałanie nie przeszkodziło w działaniu układów bezpieczeństwa potrzebnym do wypełnienia ich funkcji bezpieczeństwa.

Rozmieszczenie pętli dla hydrantów pożarowych poza budynkiem i wewnętrznych króćców musi zapewnić wystarczające pokrycie obszarów ważnych dla bezpieczeństwa.

Układy wentylacji muszą być zaprojektowane tak, by każda strefa pożarowa mogła w pełni spełnić swoją rolę jako element segregacji ciągów bezpieczeństwa w przypadku pożaru.

Części układów wentylacji, takie jak dukty łączące, pomieszczenia dmuchaw i filtry znajdujące się poza przedziałami pożarowymi muszą mieć taką samą odporność na pożar jak odpowiedni przedział pożarowy, albo móc odciąć się od niego przy pomocy odpowiednio kwalifikowanych klap pożarowych.

Kable oprzyrządowania pomiarowego i sterowania muszą być oddzielone od kabli nisko napięciowych i wysoko napięciowych odległością minimum 300 mm [8]. Jeśli takie rozdzielenie przestrzenne jest niemożliwe, to trzeba zainstalować metalową barierę oddzielającą.

6.1.5. Detekcja pożaru i alarmowanie

Jeśli mimo środków ostrożności dojdzie do powstania ognia, to trzeba go jak najwcześniej wykryć i ugasić, by ograniczyć powodowane pożarem zniszczenia.

System detekcji ognia i zawiadamiania układu alarmowego musi być zaprojektowany do działania w warunkach awarii projektowych oraz wewnętrznych i zewnętrznych zagrożeń, aby zapewnić wykrycie pożaru i dokonanie alarmu w warunkach awaryjnych. Wyposażenie do wykrycia pożaru i przesłania sygnału alarmowego zostanie zaprojektowane jako odporne na wstrząsy sejsmiczne lub inne efekty mechaniczne, cieplne, chemiczne i inne, mogące powstać wskutek awarii projektowych.

W sterowni głównej i w sterowni rezerwowej a także w pomieszczeniach o powierzchni większej niż 20 m² są zainstalowane układy automatycznego gaszenia ognia przy pomocy gazów obojętnych.

6.1.6. Automatyczny sprzęt alarmowy

System sygnalizacji pożaru z automatycznymi czujkami pożarowymi jest stosowany jako system wczesnego ostrzegania o pożarze. Instalacja automatycznych czujek pożarowych uwzględnia:

- obciążenie pożarowe i zachowanie w ogniu materiałów łatwopalnych,

- znaczenie dla bezpieczeństwa komponentów lub sprzętu,
- ochronę osób,
- kryteria inicjowania sprzętu przeciwpożarowego.

Automatyczne czujki pożarowe są podłączone do linii alarmowych i pogrupowane w taki sposób, aby lokalizacja zgłaszanego obszaru była łatwa i natychmiastowo identyfikowalna.

Każda grupa czujek jest zlokalizowana tylko na jednym poziomie (wyjątek: klatki schodowe, pionowe szyby kabli itp.)

Obszar monitorowany jedną linią alarmową może obejmować tylko jedną strefę pożarową, ale w razie potrzeby może obejmować kilka pomieszczeń/przedziałów oddzielonych barierami przeciwpożarowymi

Czujki z wewnątrz i z zewnątrz kontrolowanego obszaru nie mogą być w jednej grupie.

6.1.7. Alarmy ręczne

Alarmy ręczne (alarmy przyciskowe) w budynkach znajdują się na zewnątrz drzwi i w pobliżu podestów bezpiecznych klatek schodowych.

W tych obszarach dostępne są też łącza telefoniczne do bezpośredniej komunikacji.

6.1.8. Budowa i funkcja systemu sygnalizacji pożaru

System musi być zgodny z przepisami krajowymi i stosowanymi w Polsce dla obiektów jądrowych [9].

Wszystkie sygnały alarmowe pożaru i uszkodzenia odbierane z alarmów pożarowych są ogłaszane wizualnie i akustycznie w centrali sygnalizacji pożaru w zespole centralnej sterowni.

Reakcja automatycznych alarmów jest wizualizowana na miejscu czujników.

Alarm pożarowy lub grupowy awarii w systemie sygnalizacji pożaru jest również ogłaszany wizualnie i akustycznie w centralnej sterowni.

Linie alarmowe są monitorowane pod kątem ciągłości i zwarć doziemnych przez obwody pod napięciem. System sygnalizacji pożaru zasilany jest z baterii, która jest ładowana przez prostownik z linii zasilania awaryjnego.

6.1.9. Układ zasilania w wodę ppoż.

Zaopatrzenie w wodę przeciwpożarową należy zaprojektować tak, aby mogło jednocześnie zasilac:

- główny stacjonarny system gaśniczy,
- hydranty na wolnym powietrzu lub w budynkach o dodatkowym zapotrzebowaniu na wodę łącznie ok. 1150 l/min – do wstępnej weryfikacji przez Projektanta.

Dla wody przeciwpożarowej przewidziany jest główny kolektor pierścieniowy, zasilany z sieci wodociągowej (lub basenu ppoż..) przez dwa stale podłączone wloty. Odcinki kolektora pierścieniowego można odizolować, tak aby w przypadku pęknięcia w dowolnym miejscu magistrali można było zapewnić nieprzerwane zaopatrzenie budynków w wodę przeciwpożarową.

Na wszystkich wylotach hydrantów zapewnione jest ciśnienie dobrane zgodnie z przepisami krajowymi i stosowanymi w Polsce dla obiektów jądrowych [9]. Do czerpania wody przeciwpożarowej z kolektora pierścieniowego służą:

- hydranty na wolnym powietrzu i
- hydranty naścienne w budynkach.

Wewnątrz budynków hydranty pianowe wodne (piana gaśnicza jest zasadniczo mieszaniną wody, środka pieniającego i powietrza) znajdują się w pomieszczeniach zagrożonych pożarem olejów.

6.1.10. Sprzęt gaśniczy i osprzęt przenośny

Sprzęt gaśniczy i jego ciśnienie jest dobrane zgodnie z przepisami krajowymi i stosowanymi w Polsce dla obiektów jądrowych [9] w zakresie m.in.:

- pomp przeciwpożarowych,
- systemów tryskaczy,
- systemów kontroli dymu,
- automatycznych czujek pożarowych.

Jednostki będą zaprojektowane w taki sposób, aby w wyniku nieprawidłowego działania lub uszkodzenia nie szkodziły działaniu urządzeń bezpieczeństwa.

Pomieszczenia o znacznym obciążeniu pożarowym, które są niedostępne z powodu niewystarczającego oddymiania i odprowadzania ciepła lub wysokich lokalnych mocy dawek napromieniowania (np. kanały kablowe), są wyposażone w odpowiednie instalacje tryskaczy, zraszaczy lub gazu neutralizującego (jak np. dwutlenek węgla, środki specjalne jak HFC-227ea (FM200) lub FK-5-1-12 (Novec 1230) oraz gazy obojętne, jak inergen czy halon.

Sposób uruchamiania stacjonarnego sprzętu gaśniczego (automatyczny, ręczny na miejscu jego lokalizacji lub zdalny-ręczny) ustala się odpowiednio do rodzaju gaśnicy i lokalnych warunków na danym terenie.

Systemy zraszające/zraszacze są zasilane z dwóch ciągów instalacji przeciwpożarowej, tak aby zapewnić dopływ wody przeciwpożarowej w przypadku awarii jednego ciągu. Stacje zaworów do zraszaczy/systemów tryskaczowych znajdują się poza obsługiwanym obszarem.

Gaśnice przenośne są przewidziane do gaszenia pożarów u źródła. Są one zgrupowane w odpowiednich punktach wzdłuż dróg. Budynki wyposażone są w ręczne gaśnice zgodnie z przepisami krajowymi i stosowanymi w Polsce dla obiektów jądrowych [9].

6.1.11. Ochrona ppoż. układów HVAC

Rozprzestrzenianiu się ognia między strefami pożarowymi a strefami tłumienia ognia zapobiegać będzie odpowiedni projekt kanałów i/lub zastosowanie klap przeciwpożarowych.

Funkcjonalność systemów HVAC musi być zapewniona dla centralnej sterowni i kompleksów sterowni awaryjnej nawet wtedy, gdy w sąsiedniej strefie pożarowej (za wyjątkiem pożaru w danym systemie HVAC) wystąpi ogień.

Bezpieczne drogi ewakuacyjne, takie jak niezbędne klatki schodowe, są chronione przed dymem za pomocą systemów konwekcji naturalnej lub wymuszonego ciągu.

Lokalne gaszenie pożarów jest wspierane przez zapewnienie odpowiednio zaprojektowanych mobilnych, a w niektórych przypadkach stacjonarnych systemów oddymiania.

Dany system HVAC będzie zaprojektowany tak aby mógł być również używany do odprowadzania zimnego dymu.

6.1.12. Ograniczanie skutków pożaru

Pomieszczenia, w których potencjalnie może dojść do pożaru oraz ciągi komunikacyjne (np. korytarze), są wyposażone w układy usuwania dymu, tak by umożliwić personelowi HTGR zwalczanie ognia i ewakuację.

7. ZAKRES I WYMAGANIA DLA DOKUMENTACJI PROJEKTOWEJ – PROJEKT PODSTAWOWY

- 7.1. Projekt podstawowy będzie przedstawiał rozwiązania techniczne dla wszystkich układów i instalacji wchodzących w zakres Przedmiotu Zamówienia.
- 7.2. Każda z miana w stosunku do rozwiązań przedstawionych w niniejszym OPZ wymaga każdorazowej zgody Zamawiającego i to w trakcie realizacji prac.
- 7.3. Projekt podstawowy będzie podzielony na części dotyczącej poszczególnych układów i obiektów zgodnie z podziałem Opisu IKE instalacji i wyposażania objętych Przedmiotem Zamówienia jak w rozdziale 2 powyżej.
- 7.4. Wykonawca zobowiązany jest do stosowania w dokumentacji systemu oznaczeń KKS oraz do utworzenia wstępnej wersji księgi kodów KKS oraz wykaz i opis stosowanych klas i kodów mediów, materiałów, urządzeń, oznaczeń aparatów, rurociągów, armatury, sygnałów, głównych kabli elektroenergetycznych, budynków i budowli.
- 7.5. Projekt podstawowy będzie zawierać m.in.:
 - Plan zagospodarowania terenu lokalizacji,
 - Plan architektoniczny rozplanowania terenu i zabudowania budynkami i budowlami wraz ze wszystkimi połączeniami (kanały, galerie, estakady, drogi, chodniki, bramy i wejścia obszary i punkty kontroli dostępu) oraz urządzeniami zewnętrznymi,
 - Rysunki z rozplanowaniem poszczególnych budynków i budowli, urządzeń i instalacji – rzuty i charakterystyczne przekroje, dyspozycje, w dwóch wymiarach oraz w 3D,). **Dla modeli 3D dopuszczalny jest jeden z następujących formatów dwg, dgm, ifc, step oraz dla ich wydruku pdf 3D.**
 - Projekt architektoniczny budynków i budowli w dwóch wymiarach oraz w 3D). **Dla modeli 3D dopuszczalny jest jeden z następujących formatów dwg, dgm, ifc, step oraz dla ich wydruku pdf 3D.**
 - wykaz pomieszczeń każdego budynku/budowli wraz ze specyfikacją ich przeznaczenia i głównego wyposażenia,
 - Opis techniczny instalacji, układu, przeznaczenia Obiektu, systemu, oraz
 - Zestawienie głównych parametrów technicznych i charakterystyki każdego układu, charakterystyki głównych urządzeń, zestawienie głównych elementów układu z podaniem ich głównych parametrów technicznych, schematy PID,
 - Kryteria doboru rozwiązań technicznych z uzasadnieniem, opis zmian w stosunku do opisu w OPZ z uzasadnieniem,
 - Ogólne schematy technologiczne, elektryczne, AKPiA, itp., oraz komplet schematów wszystkich instalacji technologicznych,

- Obliczenia statyczne w zakresie wymaganych obowiązującymi przepisami
- Schematy bilansowe cieplne, masowe,
- Rysunki tras rurociągów i kabli, upewniające Zamawiającego co do braku kolizji trasy, bezpiecznej lokalizacji w budynkach/budowlach i względem tras przemieszczania się ludzi i sprzętu.
- Wyodrębnione założenia dla innych branż i opis powiązań międzybranżowych,
- Zalecenia i odwołania do systemu zapewnienia jakości,
- Zakres podległości instalacji pod Państwowe Urzędy Kontrolne i Certyfikujące,
- Wstępną opinię i wyszczególnienie zakresu przyszłych uzgodnień z rzeczoznawcą ppoż.,
- Oświadczenia projektantów o zgodności przyjętych rozwiązań projektowych z wymaganiami Zamawiającego opisanymi w OPZ wraz z ich kopiami ich uprawnień projektowych, poświadczonymi za zgodność z oryginałem przez Projektanta,
- Parametry technologiczne instalacji w punktach styku połączeń instalacji projektowanych z instalacjami zewnętrznymi, poza terenem lokalizacji IKE i nie objętych PP zgodnie z rozdziałem 1,
- specyfikacje ogólne – wymagania techniczne instalacji i urządzeń, rurociągów wraz z zakresem podległości instalacji pod jednostki certyfikujące i jednostki notyfikowane, wytycznymi zabezpieczeń antykorozyjnych, izolacji, podparć ale tylko głównych urządzeń jak turbina, generator, rurociągi pary świeżej, pompy zasilające, główne pompy układów wody chłodzącej, pętli ciepłowniczej, chłodni wentylatorowej, itp.,
- wykaz zastosowanych w projekcie norm,
- lokalizację pól odkładczych łącznie ze specyfikacją obciążeń maksymalnych,
- transport pionowo-pozioły z określeniem lokalizacji i rodzaju urządzeń (np. suwnice, wciągarki, dźwigi) z podaniem przeznaczenia, maksymalnych udźwignięć, lokalizacji z zaznaczonym zasięgiem w przypadku suwnic,
- specyfikację izolacji przeciwwodnych i przeciwwilgociowych, w szczególności dla budynków i głównych budowli oraz ich fundamentów
- komunikacja zewnętrzna (drogi, place, chodniki) i wewnętrzna (drogi transportowe, dojścia do urządzeń) - opis i lokalizacja,
- bilans wody użytkowanej w HTGR.

8. ZAWARTOŚĆ DOKUMENTACJI PROJEKTU PODSTAWOWEGO

W skład dokumentacji wchodzi następujące opracowania:

- A. Wstępne Specyfikacje techniczne wykonania i odbioru głównych urządzeń wraz z dokumentacją odzwierciedlająca wszelkie uzgodnienia z potencjalnymi dostawcami/producentami tych urządzeń ze wskazaniem (wersja elektroniczna – 1 szt. na płycie CD zawierająca skan podpisanej elektronicznie podpisem kwalifikowanym dokumentacji papierowej w formacie pdf oraz dokumentację w wersji edytowalnej w formacie doc);
- B. Analizy i obliczenia i bilanse oraz modele (wersja elektroniczna – 1 szt. na płycie CD zawierająca skan podpisanej elektronicznie podpisem kwalifikowanym dokumentacji papierowej w formacie pdf oraz dokumentację w wersji edytowalnej w formacie doc);
- C. Tabele doborów głównych urządzeń (wersja papierowa – 2 szt., wersja elektroniczna – 1 szt. na płycie CD zawierająca skan podpisanej dokumentacji papierowej w formacie pdf oraz dokumentację w wersji edytowalnej w formacie doc);
- D. Wielobranżowy projekt podstawowy PP (wersja ostateczna papierowa – 4 szt., wersja elektroniczna wstępna i częściowa do uzgodnień oraz ostateczna – 1 szt. na płycie CD zawierająca skan dokumentacji papierowej (dla wersji ostatecznej dodatkowo podpisanej elektronicznie podpisem kwalifikowanym) w

formacie pdf oraz dokumentacje w wersji edytowalnej w formatach docx i dwg, xlsx, rvt, ath) zawierający co najmniej ale nie ograniczający się wyłącznie do poniższego wykazu:

1. Branża architektoniczna rozplanowania
 - a. Plan generalny z pokazanymi wszystkimi budynkami, budowlami, drogami placami odkładczymi, bramami i instalacjami i innymi obiektami,
 - b. Rysunki rozmieszczenia wyposażenia w pomieszczeniach budynku/budowli w powiązaniu z 1c.
 - c. Przekroje poziome i pionowe budynków w powiązaniu z 1b. j.w.
2. Branża architektoniczna
 - a. rysunki 3D i 2D pokazujące architekturę i estetykę (i wykończenie) budynków/budowli, oraz ich wydzielonych pomieszczeń wg. wariantu wybranego wcześniej w uzgodnieniu z Zamawiającym oraz nieodbiegającego od standardów NCBJ przyjętych jak w Załączniku nr 10 „System Identyfikacji Wizualnej NCBJ”. Rysunki 3D zawierać będą wskazanie lokalizacji i orientacji głównych urządzeń IKE (maszyny, rozdzielnice, wyposażenie sterowni, wymienniki, zbiorniki, chłodnice, baterie, dźwigi i wciągniki, windy, schody, drzwi i wszelkiego rodzaju zapory przeciwwybuchowe/przeciwogniowe) względem wspólnego punktu odniesienia („zero”).
3. Branża budowlana i instalacyjna
 - a. Obciążenia projektowe budynków i konstrukcji od ciężaru własnego i wyposażenia
 - b. Wytyczne dla wykonania obiektów budowlanych
4. Branże maszyn i urządzeń
 - a. Arkusze danych technicznych maszyn i urządzeń
 - b. Zestawienie maszyn i urządzeń
5. Branża aparatów
 - a. Arkusze aparatów
 - b. Zestawienie aparatów
6. Branża montażowa
 - a. Lista opisowa tras rurociągowych
 - b. Lista mediów i wymagania techniczne dla rurociągów
 - c. Zalecenia dla doboru elementów rurociągów
7. Branża pomiarów i automatyki
 - a. Zestawienie obwodów pomiarowych i regulacyjnych
 - b. Arkusze danych technicznych urządzeń P i A
 - c. Schematy logiczne dla sterowań sekwencyjnych
 - d. Schematy sterowania procesem
8. Branża systemy komputerowe
 - a. Wytyczne dla projektu komputerowego systemu sterowania procesem
9. Branża elektryczna
 - a. Lista odbiorników (zapotrzebowanie mocy)
 - b. Jednokreskowe schematy rozdziału energii elektrycznej
 - c. Informacje dotyczące wymagań dla sterowania i wyłączeń awaryjnych
10. Wytyczne branżowe
 - a. Wytyczne dla projektu budowlanego, architektonicznego i konstrukcji
 - b. Wytyczne dla doboru maszyn i urządzeń
 - c. Wytyczne dla projektowania aparatów
 - d. Wytyczne doboru i montażu izolacji termicznej aparatów i rurociągów
 - e. Wytyczne spawania
 - f. Wytyczne ogrzewania
 - g. Wytyczne malowania ochronnego powierzchni zewnętrznych aparatury i rurociągów
 - h. Wytyczne dla wykonania połączeń uziemiających

- i. Wytyczne dla projektu orurowania
 - j. Wytyczne dla projektu pomiarów i automatyki
 - k. Wytyczne dla projektu elektrycznego
 - l. Wytyczne dla projektów branży sanitarnej
 - m. Wytyczne dla projektu systemów komputerowych
11. Wykaz licencjonowanego oprogramowania (wraz z oświadczeniem o posiadaniu i utrzymaniu takiej licencji co najmniej przez okres realizacji PP) stosowanego przez Projektanta do:
- a. Obliczeń bilansowych i wstępnych obliczeń wytrzymałości konstrukcji
 - b. Modelowania technologicznego i architektoniczno-budowlanego w 2D i 3D
 - c. Pozostałe

9. UWARUNKOWANIA WYKONANIA PRZEDMIOTU ZAMÓWIENIA

- Przeprowadzenie rozpoznania potrzeb Zamawiającego;
- Analiza otrzymanego od Zamawiającego opracowania pt. „Projekt koncepcyjny badawczego reaktora wysokotemperaturowego chłodzonego gazem (HTGR) w Polsce.”;
- Dokonywanie bieżących ustaleń z Zamawiającym;
- Opracowanie koncepcji/ zawartości projektu podstawowego oraz uzyskanie akceptacji Zamawiającego;
- Opracowanie harmonogramu realizacji prac projektowych;
- W oparciu o zaakceptowaną przez Zamawiającego koncepcję, wykonanie dokumentacji pt. "Opis techniczny badawczego wysokotemperaturowego reaktora jądrowego chłodzonego gazem, HTGR", zgodnie z opracowanym harmonogramem;

10. AKTUALNE UWARUNKOWANIA WYKONANIA ZAMÓWIENIA

Podstawa opracowania:

- Umowa z Zamawiającym.
- Szczegółowy Opis Przedmiotu Zamówienia z załącznikami.
- Wizja lokalna w obiekcie.
- Obowiązujące przepisy, normy i wytyczne, które wyszczególni Projektant w osobnym tomie PP.

Obowiązujące przepisy, normy i wytyczne, m. in.:

- Ustawa z dnia 7 lipca 1994 r. - Prawo budowlane (Dz. U. z 1994r. nr 84, poz. 414) z późn. zm.;
- Ustawa z dnia 29 lipca 2000 r. – Prawo atomowe (Dz. U. z 2001r. nr 3, poz. 18 z późn. zm.),
- Ustawa o ochronie przeciwpożarowej z dn. 24 sierpnia 1991 r. (tekst jednolity Dz.U.z Nr 179 poz. 1380) z późn. zmian.;
- Ustawa z dnia 11 września 2019r. – Prawo zamówień publicznych (Dz. U. z 2019r. poz 2019) z późn. zm.;
- Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dn. 12 kwietnia 2002 roku w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz. U. Nr 75, poz. 690) z późn. zm.;
- Rozporządzenie Ministra Rozwoju z dnia 11 września 2020 r. w sprawie szczegółowego zakresu i formy projektu budowlanego (Dz.U. 2020 poz. 1609) z późn. zm.;
- Rozporządzenie Ministra Rozwoju i Technologii z dnia 20 grudnia 2021 roku w sprawie szczegółowego zakresu i formy dokumentacji projektowej, specyfikacji technicznych wykonania i odbioru robót budowlanych oraz programu funkcjonalno-użytkowego (Dz. U. Nr 2021 poz.2454);

- Rozporządzenie Ministra Gospodarki, Pracy i Polityki Społecznej z dnia 28 sierpnia 2003 r. w sprawie ogłoszenia jednolitego tekstu rozporządzenia Ministra Pracy i Polityki Socjalnej w sprawie ogólnych przepisów bezpieczeństwa i higieny pracy (Dz.U. 2003 nr 169 poz. 1650).;
- Rozporządzenie Ministra Spraw Wewnętrznych z dnia 28 lutego 2013 r. w sprawie organizacji oraz zasad i trybu wykonywania zadań przez Państwową Inspekcję Sanitarną Ministerstwa Spraw Wewnętrznych (Dz.U. 2013 poz. 291);
- Rozporządzenie Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji z dnia 7 czerwca 2010 r. w sprawie ochrony przeciwpożarowej budynków, innych obiektów budowlanych i terenów (Dz. U. Nr 109, poz. 719);
- Rozporządzenie Ministra Łączności z dn. 21 kwietnia 1995 r. w sprawie warunków technicznych zasilania energią elektryczną obiektów budowlanych łączności (Dz. U. Nr 50 poz. 271);
- Rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 12 lipca 2006r. w sprawie szczegółowych warunków bezpiecznej pracy ze źródłami promieniowania jonizującego. (Dz.U. 2006 nr 140 poz. 994);
- Rozporządzenie Ministra Pracy i Polityki Socjalnej z dnia 26 września 1997 r. w sprawie ogólnych przepisów bezpieczeństwa i higieny pracy.(Dz.U. 1997 nr 129 poz. 844);
- Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 21 sierpnia 2006 r. w sprawie szczegółowych warunków bezpiecznej pracy z urządzeniami radiologicznymi. (Dz.U. 2006 nr 180 poz. 1325),
- Rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 6 sierpnia 2002 r. w sprawie przypadków, w których działalność związana z narażeniem na promieniowanie jonizujące nie podlega obowiązkowi uzyskania zezwolenia albo zgłoszenia, oraz przypadków, w których może być wykonywana na podstawie zgłoszenia. (Dz.U. 2002 nr 137 poz. 1153 z późn. zm.);
- Rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 18 stycznia 2005 r. w sprawie dawek granicznych promieniowania jonizującego (Dz.U. 2005 nr 20 poz. 168);
- Rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 20 lutego 2007 r. w sprawie podstawowych wymagań dotyczących terenów kontrolowanych i nadzorowanych (Dz.U. 2007 nr 131 poz. 910);
- Rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 2 września 2016 r. w sprawie stanowiska mającego istotne znaczenie dla zapewnienia bezpieczeństwa jądrowego i ochrony radiologicznej oraz inspektorów ochrony radiologicznej (Dz.U. 2016 poz. 1513);
- Rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 18 stycznia 2005 r. w sprawie planów postępowania awaryjnego w przypadku zdarzeń radiacyjnych (Dz.U. 2005 nr 20 poz. 169);
- Rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 14 grudnia 2015 r. w sprawie odpadów promieniotwórczych i wypalonego paliwa jądrowego (Dz.U. 2015 poz. 2267);
- Norma PN-EN 50310:2002 – „Stosowanie połączeń wyrównawczych i uziemiających w budynkach z zainstalowanym sprzętem informatycznym”;
- Norma PN-EN 50173-1:2004 – „Technika informatyczna. Systemy okablowania strukturalnego. Część1: Wymagania ogólne i strefy biurowe” i/lub ISO/IEC 11801:2002;
- Norma PN-EN 50173-2:2008 Technika Informatyczna – Systemy okablowania strukturalnego – Część 2: Budynki biurowe;
- PN-EN 50174-1:2002 – „Technika informatyczna. Instalacja okablowania. Część 1: Specyfikacja i zapewnienie jakości”;
- PN-EN 50174-2:2002 – „Technika informatyczna. Instalowanie okablowania. Część 2: Planowanie i wykonawstwo instalacji wewnątrz budynków;
- PN-IEC 60364-5-56:1999 Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych – Dobór i montaż wyposażenia elektrycznego – Instalacje bezpieczeństwa;
- PN-EN 50172:2005 Systemy awaryjnego oświetlenia ewakuacyjnego;
- Norma SEP-E-007:2017-09 Instalacje elektroenergetyczne i teletechniczne w budynkach. Dobór kabli i innych przewodów ze względu na ich reakcję na ogień;
- Norma PN-EN 50346:2004/A2:2010 „Technika informatyczna. Instalacja okablowania. Badanie zainstalowanego okablowania”;
- PN EN 1838:2005 Zastosowania oświetlenia – Oświetlenie awaryjne;
- Norma PN-EN 12831 Instalacje ogrzewcze w budynkach – Metoda obliczania projektowego obciążenia cieplnego;

- Norma PN-EN 12828 Projektowanie wodnych instalacji centralnego ogrzewania;
- Norma PN-92/B-01706 Instalacje wodociągowe wymagania w projektowaniu
- Norma PN-EN 50310:2012 „Stosowanie połączeń wyrównawczych i uziemiających w budynkach z zainstalowanym sprzętem informatycznym”;

12. UWAGI OGÓLNE DO DOKUMENTACJI

- Projektowane rozwiązania należy dobierać w sposób umożliwiający osiągnięcie optymalnego efektu ekonomicznego.
- Do opracowanej dokumentacji Wykonawca musi załączyć oświadczenie, że wersja elektroniczna zawiera wszystkie elementy wersji papierowej, jest z nią identyczna i kompletna z punktu widzenia celu, któremu ma służyć.
- Dokumentacja projektowa musi posiadać oświadczenie projektanta, że jest kompletna z punktu widzenia celu, któremu ma służyć oraz jest opracowana zgodnie z wymogami ustawy z dnia 7 lipca 1994 r. Prawo budowlane (Dz. U. z 1994r. nr 84, poz. 414) z późn. zm.;
- W projektach, specyfikacjach technicznych i przedmiarach robót nie można opisywać materiałów przez wskazanie znaków towarowych, patentów lub źródła pochodzenia, chyba, że jest to uzasadnione specyfiką przedmiotu zamówienia i nie można opisać przedmiotu zamówienia za pomocą dostatecznie dokładnych określeń, a wskazaniu takiemu towarzyszą wyrazy „lub równoważny”. Projektant musi jednoznacznie określać parametry techniczne materiałów lub urządzeń, które będą świadczyły o równoważności oraz podać przedziały (minimum lub maksimum) tych parametrów.
- Sposób sporządzenia dokumentacji musi umożliwiać przygotowanie przyszłych przetargów zgodnie z wymaganiami ustawy Prawo zamówień publicznych.

13. SPIS ZAŁĄCZNIKÓW DO OPZ

1. Załącznik nr 1 HTGR NCBJ 1. Schemat układu obiegu energetycznego
2. Załącznik nr 2 do OPZ Wstępne bilanse
3. Załącznik nr 3 HTGR NCBJ 2. Schemat układu wody chłodzącej
4. Załącznik nr 4 HTGR NCBJ 4. Schemat stacji uzdatniania wody
5. Załącznik nr 5 HTGR NCBJ 5. Schemat instalacji sprężonego powietrza
6. Załącznik nr 6 HTGR NCBJ 3. Schemat układu wytwórczego wody sieciowej
7. Załącznik nr 7 HTGR NCBJ 6. Schemat poglądowy konfiguracji DCS – IKE
8. Załącznik nr 8 HTGR NCBJ 1 - Układ wyprowadzenia mocy i zasilania potrzeb własnych
9. Załącznik nr 8a HTGR NCBJ- Układ napięcia gwarantowanego reaktora HTGR
10. Załącznik nr 9 HTGR NCBJ Układ powiązań części elektrycznej HTGR z siecią NCBJ – będzie udostępniony po rozstrzygnięciu postępowania przetargowego i podpisaniu umowy na realizację prac projektowych.
11. Załącznik nr 10 System Identyfikacji Wizualnej NCBJ