

	<p style="text-align: center;">RAPORT DE SECURITATE Centrala Nuclearelectrica Cernavodă Anexa 4.H. Analiza calitativa PHA – Sala mașinilor (Unitatea 1 și 2)</p>	<p style="text-align: center;">Ediția 2018, Revizia 1 2021</p>
---	--	--

H. SALA MAȘINILOR (UNITATEA 1 ȘI 2)

Evaluarea PHA pentru instalația de răcire a turbinelor pe bază de hidrogen compusă din conductele de vehiculare a hidrogenului, uscător, zona de etanșare a axului turbinei.

Fază de operare: Aparate umplute cu silicagel, servesc la uscarea completă a hidrogenului	Instalație: Uscător de hidrogen dotat cu indicator de presiune, indicator de temperatură, valve de siguranță. Insuflare de abur tehnic	Localizare instalație: Nordul amplasamentului, Nr. Clădire: 32 pentru Unitatea 1 și 259 pentru unitatea 2 pe Planul de situație	Parametri de operare în condiții normale: Presiune : 10,3 bar temperatura de lucru: 150-200 °C
---	--	---	---

Echipament	Hazard	Cauze	Consecințe imediate și finale	Cod scen.	G (1-5)	P (1-5)	Risc (1-25)	Măsurile de prevenire existente	Recomandări pt. reducere risc
Uscător de hidrogen	1. Suprapresiune în uscătorul de hidrogen	a. Blocarea supapelor de siguranță	- Oprirea turbinelor; - Pierderi financiare - Acumulare în instalație a hidrogenului gazos cu posibilă formare de atmosfere explozive; - Suprapresiune în instalație cu posibile scăpări de hidrogen la flanșe și îmbinări.	1.a.	3	2	6	- Operare numai de către personalul propriu specializat, calificat; - Instruire periodică a personalului pe linie de operare (profesională); - Lucrări de revizii/reparații efectuate de personal și firme specializate; - Proceduri operaționale pentru lucrări de mentenanță; - Măsurile de protecție antiexplozie; - Respectarea strictă a	Nivelul riscului este între scăzut și moderat. Consecințele unor astfel de scurgeri accidentale de hidrogen pot avea consecințe moderate, scenariul nu va fi analizat cantitativ.
		b. Valve acționate greșit		1.b.	3	2	6		
		c. defectul indicatorului de presiune		1.c.	3	2	6		

								parametrilor de lucru; - Controlu exploziometric continuu în hala de turbinelor.	
	2. Fisuri pe corpul uscătorului de hidrogen	a. Lucrări de întreținere și mentenanță necorespunzătoare	- Posibile scurgeri de hidrogen și oxigen gazos cu formare de atmosferă exploziv; - Posibilitatea incendierii dispersiei inflamabile - Posibilitatea de deflagrare a dispersiei cu masă explozivă.	2.a.	3	2	6	- Lucrări de revizii/reparații efectuate de personal și firme specializate; - Proceduri operaționale pentru lucrări de mentenanță; - Măsuri de protecție antiexplozie; - Controlul exploziometric continuu în hala de turbinelor.	Nivelul riscului este scăzut. Consecințele unor astfel de scurgeri accidentale de hidrogen pot avea consecințe moderate, scenariul nu va fi analizat cantitativ.
		b. Coroziune avansată		2.b.	3	2	6		
	3. Creșterea temperaturii în uscătorul de hidrogen	a. defectarea sistemului de încălzire cu abur	- Oprirea turbinelor; - Pierderi financiare - Acumulare în instalație a hidrogenului gazos cu posibilă formare de atmosfere explozive;	3.a.	2	2	4	- Lucrări de revizii/reparații efectuate de personal și firme specializate; - Proceduri operaționale pentru lucrări de mentenanță; - Măsuri de protecție antiexplozie; - Controlul exploziometric continuu în hala de turbinelor.	Nivelul riscului este foarte scăzut. Consecințele unor astfel de scurgeri accidentale de hidrogen pot avea consecințe minore, scenariul nu va fi analizat cantitativ.
		b. defectarea indicatorului de temperatură		3.b.	2	2	4		

	<p align="center">RAPORT DE SECURITATE</p> <p align="center">Centrala Nuclearelectrica Cernavodă</p> <p align="center">Anexa 4.H. Analiza calitativa PHA – Sala mașinilor (Unitatea 1 și 2)</p>	<p align="center">Ediția 2018, Revizia 1 2021</p>
---	---	---

<p align="center">Fază de operare: Vehicularea hidrogenului gazos</p>	<p align="center">Instalație: Conductele de legătură dintre echipamentele instalației de răcire a turbinelor</p>	<p align="center">Localizare instalație: Nordul amplasamentului, Nr. Clădire: 32 pentru Unitatea 1 și 259 pentru unitatea 2 pe Planul de situație</p>	<p align="center">Parametri de operare în condiții normale: Presiune : 10,3 bar Temperatura de lucru: 30-46°C</p>
--	---	--	--

Echipament	Hazard	Cauze	Consecințe imediate și finale	Cod scen.	G (1-5)	P (1-5)	Risc (1-25)	Măsurile de prevenire existente	Recomandări pt. reducere risc
Conductele de vehicularea hidrogenului gazos	4. Suprapresiune în conducte	a. Blocarea supapelor de siguranță	<ul style="list-style-type: none"> - Oprirea turbinelor; - Pierderi financiare - Acumulare în instalație a hidrogenului gazos cu posibilă formare de atmosfere explozive; - Suprapresiune în instalație cu posibile scăpări de hidrogen la flanșe și îmbinări. 	4.a.	3	2	6	<ul style="list-style-type: none"> - Operare numai de către personalul propriu specializat, calificat; - Instruire periodică a personalului pe linie de operare (profesională); - Lucrări de revizii/reparații efectuate de personal și firme specializate; - Proceduri operaționale pentru lucrări de mentenanță; - Măsurile de protecție antiexplozie; - Respectarea strictă a parametrilor de lucru; - Controlu exploziometric continuu în hala de turbinelor. - Detectoare de H₂ cu 	<p>Nivelul riscului este între scăzut și moderat.</p> <p>Consecințele unor astfel de scurgeri accidentale de hidrogen pot avea consecințe moderate, scenariul nu va fi analizat cantitativ.</p>
		b. Valve acționate greșit		4.b.	3	2	6		
		c. defectul indicatoarelor de presiune		4.c.	3	2	6		
		d. Defectarea valvelor automate		4.d.	3	3	9		
		e. Defectarea alarmei de presiune		4.e.	3	3	9		
		f. formarea sloiurilor de gheață pe conducte		4.f.	3	3	9		

	<p style="text-align: center;">RAPORT DE SECURITATE Centrala Nuclearelectrica Cernavodă Anexa 4.H. Analiza calitativa PHA – Sala mașinilor (Unitatea 1 și 2)</p>	<p style="text-align: center;">Ediția 2018, Revizia 1 2021</p>
---	--	--

								avertizare luminoasa si sonora si semnal la camera de comanda	
	5. Creșterea temperaturii hidrogenului în conducte	a. Defectarea indicatoarelor de temperatură	- Oprirea turbinelor; - Pierderi financiare - Acumulare în instalație a hidrogenului gazos cu posibilă formare de atmosfere explozive; - Suprapresiune în instalație cu posibile scăpări de hidrogen la flanșe și îmbinări.	5.a.	2	2	4	- Lucrări de revizii/reparații efectuate de personal și firme specializate; - Proceduri operaționale pentru lucrări de mentenanță; - Măsuri de protecție antiexplozie; - Controlul exploziometric continuu în hala de turbinele.	Nivelul riscului este scăzut. Consecințele unor astfel de scurgeri accidentale de hidrogen pot avea consecințe scăzute, scenariul nu va fi analizat cantitativ.
		b. defectarea sistemului de răcire la echipamentele din instalație		5.b.	2	2	4		
		c. lipsă apei de răcire la echipamentele din instalație		5.c	2	2	4		
	6. Ruperea/ Decuplarea conductelor de vehiculare a hidrogenului	a. Vehicularea hidrogenului la o presiune mult mai mare decât cea stabilită în procesul normal	- Avarii la instalații și echipamente - Formarea de atmosferă explozivă; - Posibilitatea aprinderii dispersiei inflamabile;	6.a.	4	2	8	- Lucrări de revizii/reparații efectuate de personal și firme specializate; - Proceduri operaționale pentru lucrări de	Nivelul riscului moderat. Deoarece consecințele unor astfel de

		b. Lucrări de întreținere și mentenanță necorespunzătoare	- Posibilitatea de extindere incendiului la alte instalații din încăpere; - Posibilitatea de deflagrare a dispersiei cu masă explozivă. - Accidentare personal	6.b.	4	2	8	mentenanță; - Măsuri de protecție antiexplozie; - Controlul exploziometric continuu în hala de turbinelor. - Detectoare de H ₂ cu avertizare luminoasă și sonoră și semnal la camera de comandă	scurgeri accidentale de hidrogen pot avea consecințe majore, scenariul H.6. va fi analizat cantitativ prin modelarea consecințelor.
		c. Montarea incorectă a flanșelor și îmbinărilor		6.c	4	2	8		
	7. Fisurarea conductelor de vehiculare a hidrogenului	a. Vehicularea hidrogenului la o presiune mult mai mare decât cea stabilită în procesul normal	- Avarii la instalații și echipamente - Formarea de atmosferă explozivă; - Posibilitatea aprinderii dispersiei inflamabile; - Posibilitatea de extindere incendiului la alte instalații din încăpere; - Posibilitatea de deflagrare a dispersiei cu masă explozivă. - Accidentare personal	7.a.	3	2	6	- Lucrări de revizii/reparații efectuate de personal și firme specializate; - Proceduri operaționale pentru lucrări de mentenanță; - Măsuri de protecție antiexplozie; - Controlul exploziometric continuu în hala de turbinelor. - Detectoare de H ₂ cu avertizare luminoasă și sonoră și semnal la camera de comandă	Nivelul riscului este scăzut. Consecințele unor astfel de scurgeri accidentale de hidrogen pot avea consecințe scăzute, scenariul nu va fi analizat cantitativ.
		b. Lucrări de întreținere și mentenanță necorespunzătoare		7.b.	3	2	6		

	<p align="center">RAPORT DE SECURITATE</p> <p align="center">Centrala Nuclearelectrica Cernavodă</p> <p align="center">Anexa 4.H. Analiza calitativa PHA – Sala mașinilor (Unitatea 1 și 2)</p>	<p align="center">Ediția 2018, Revizia 1 2021</p>
---	---	---

Fază de operare: Răcirea turbinelor	Instalație: Zona de etanșare a axului turbinelor	Localizare instalație: Nordul amplasamentului, Nr. Clădire: 32 pentru Unitatea 1 și 259 pentru unitatea 2 pe Planul de situație	Parametri de operare în condiții normale: Presiune : 5 bar în condiții normale Debit H ₂ : 35,4 m ³ /s Cantitate H ₂ în corpul generatorului: 900 Nm ³ temperatura de lucru: 30-46°C
---	--	---	---

Echipament	Hazard	Cauze	Consecințe imediate și finale	Cod scen.	G (1-5)	P (1-5)	Risc (1-25)	Măsurile de prevenire existente	Recomandări pt. reducerea riscului
Turbină	8. Fisuri în corpul de răcire a turbinelor	a. Lucrări de întreținere și mentenanță necorespunzătoare	- Posibile scurgeri de hidrogen și oxigen gazos cu formare de atmosferă explozivă;	8.a.	3	2	6	- Lucrări de revizii/reparații efectuate de personal și firme specializate;	Nivelul riscului este scăzut.
		b. Coroziune avansată	- Posibilitatea incendierii dispersiei inflamabile - Posibilitatea de deflagrare a dispersiei cu masă explozivă.	8.b.	3	2	6	- Proceduri operaționale pentru lucrări de mentenanță; - Măsurile de protecție antiexplozie; - Controlul exploziometric continuu în hala de turbinelor. - Detectoare de H ₂ cu avertizare luminoasă și sonoră și semnal la camera de comandă	Consecințele unor astfel de scurgeri accidentale de hidrogen pot avea consecințe moderate, scenariul nu va fi analizat cantitativ.
	9. Creșterea temperaturii	a. lipsă alimentare cu hidrogen	- Oprirea turbinelor; - Pierderi financiare	9.a.	2	2	4	- Lucrări de revizii/reparații	Nivelul riscului este foarte

	în corpul de răcire a turbinelor	b. pierderi de presiune pe instalația de răcire	- Acumulare în instalație a hidrogenului gazos cu posibilă formare de atmosfere explozive;	9.b.	2	2	4	efectuate de personal și firme specializate; - Proceduri operaționale pentru lucrări de mentenanță; - Măsuri de protecție antiexplozie; - Controlul exploziometric continuu în hala de turbinelor.	scăzut. Consecințele unor astfel de scurgeri accidentale de hidrogen pot avea consecințe minore, scenariul nu va fi analizat cantitativ.
		c. degradare uleiului care asigură etanșarea și ungerea turbinei		9.c.	3	2	6		
	10. Neetanșeități la corpul de răcire a turbinei	a. Lucrări de întreținere și mentenanță necorespunzătoare	- Posibile scurgeri de hidrogen și oxigen gazos cu formare de atmosferă explozivă;	10.a.	3	2	6	- Lucrări de revizii/reparații efectuate de personal și firme specializate; - Proceduri operaționale pentru lucrări de mentenanță; - Măsuri de protecție antiexplozie; - Controlul exploziometric continuu în hala de turbinelor.	Nivelul riscului este scăzut.
		b. Coroziune avansată	- Posibilitatea incendierii dispersiei inflamabile - Posibilitatea de deflagrare a dispersiei cu masă explozivă.	10.b.	3	2	6	- Proceduri operaționale pentru lucrări de mentenanță; - Măsuri de protecție antiexplozie; - Controlul exploziometric continuu în hala de turbinelor. - Detectoare de H ₂ cu avertizare luminoasă și sonoră și semnal la camera de comandă	Consecințele unor astfel de scurgeri accidentale de hidrogen pot avea consecințe moderate, scenariul nu va fi analizat cantitativ.
	11. Incendiu/explozie la corpul de răcire a	a. Eroare umană: dislocuirea hidrogenului din instalație prin insuflare	- Scurgeri de hidrogen și oxigen gazos cu formare de atmosferă explozivă;	11.a.	5	2	10	- Sistem de introducere a dioxidului de carbon pe instalația de răcire pentru dislocuirea	Nivelul riscului este moderat. Consecințele unor astfel de

	turbinelor datorită amestecului dintre hidrogen și oxigen	cu aer în loc de dioxid de carbon	- Posibilitatea incendierii dispersiei inflamabile - Posibilitatea de deflagrare/detonare a dispersiei cu masă explozivă. - Accidentare personal - Avarii la instalația de răcire și la turbine - Explozia corpului turbine, proiectarea unor piese metalice și posibile efecte Domino la alte instalații					hidrogenului în caz de avarie; - Sistem de purjare în atmosferă a hidrogenului posibil impurificat; - Sunt asigurate mijloace de primă intervenție - Proceduri operaționale pentru lucrări de mentenanță; - Măsuri de protecție antiexplozie; - Controlul exploziometric continuu în hala de turbinelor. - Detectoare de H ₂ cu avertizare luminoasă și sonoră și semnal la camera de comandă	scurgeri accidentale de hidrogen pot avea consecințe catastrofice, de aceea scenariul H.11. va fi analizat cantitativ prin modelarea consecințelor.
		b. Infiltrare de oxigen în instalație ca urmare a unor proceduri de mentenanță neconforme		11.b.	5	2	10		
		c. pierderea etanșeității din instalație ca urmare a unor proceduri de mentenanță neconforme		11.c.	5	2	10		
12. Incendierea/ explozia datorată unor scurgeri de hidrogen ce întâlnesc o sursă de aprindere		a. Descărcări electrostatice în interior sălii turbinelor	- Scurgeri de hidrogen și oxigen gaze cu formare de atmosferă explozivă; - Incendierii dispersiei inflamabile - Posibilitatea de deflagrare/detonare a dispersiei cu masă explozivă. - Posibilitatea extinderii incendiului la	12.a	4	1	4	- Sistem de introducere a dioxidului de carbon pe instalația de răcire pentru dislocuirea hidrogenului în caz de avarie; - Sistem de purjare în atmosferă a hidrogenului posibil impurificat; - Sunt asigurate mijloace de primă intervenție	Nivelul riscului este scăzut. Consecințele unor astfel de scurgeri accidentale de hidrogen pot avea consecințe majore, de aceea scenariul H.12. va fi analizat
		b. Pătrunderea focului în interiorul sălii turbinelor de la un incendiu în exterior		12.b	4	1	4		
		c. Aprinderea în interior sălii prin utilizarea de scule și echipamente, necorespunzătoare		12.c	4	1	4		

		pentru zona ex	instalațiile învecinate - Accidentare personal - Avarii la instalația de răcire și la turbine					- Proceduri operaționale pentru lucrări de mentenanță; - Măsuri de protecție antiexplozie; - Detectoare de H ₂ cu avertizare luminoasă și sonoră și semnal la camera de comandă - Controlul exploziometric continuu în hala de turbine. - Fumatul în zona interzis. - Fumat permis numai în locuri special amenajate, fără pericol; - Lucrări cu foc numai pe baza permisului de lucru cu foc și numai după luarea de măsuri de protecție și asigurarea de mijloace suplimentare de intervenție	cantitativ prin modelarea consecințelor.
		d. Lucru cu foc neautorizat inclusiv fumat		12.d	4	1	4		
		e. Incendii ale unor elemente combustibile aflate în zonă		12.e	4	1	4		

	<p align="center">RAPORT DE SECURITATE Centrala Nuclearelectrica Cernavodă Anexa 4.H. Analiza calitativa PHA – Sala mașinilor (Unitatea 1 și 2)</p>	<p align="center">Ediția 2018, Revizia 1 2021</p>
---	---	---

Matricea riscului cu rezultatele analizei PHA:			Consecințe				
			Nesemnificative	Minore	Moderate	Majore	Catastrofice
			1	2	3	4	5
Probabilitate	Improbabil	1	1	2:	3:	4: H.12.a, H.12.b H.12.c, H.12.d H.12.e	5:
	Izolată	2	2	4: H.3.a., H.3.b. H.5.a., H.5.b. H.5.c, H.9.a. H.9.b.	6: H.1.a., H.1.b., H.1.c., H.2.a. H.2.b., H.4.a., H.4.b., H.4.c., H.7.a. H.7.b., H.8.a., H.8.b., H.9.c., H.10.a. H.10.b.	8: H.6.a., H.6.b. H.6.c,	10: H.11.a., H.11.b., H.11.c.
	Ocazional	3	3	6:	9: H.4.d, H.4.e, H.4.f	12:	15
	Probabil	4	4	8	12	16	20
	Frecvent	5	5	10	15	20	25

Figura nr. 1 Matricea riscului corespunzătoare pentru instalația de răcire a turbinelor pe bază de hidrogen compusă din conductele de vehiculare a hidrogenului, uscător, zona de etanșare a axului turbinei.