ISSN 0971-9911
LC No.: 99936677

Nu-Power

Vol. (29), 2024

न्यूक्लियर विद्युत की एक अंतरराष्ट्रीय पत्रिका
An International Journal of Nuclear Power

केएपीएस-3व4 पर विशेष संस्करण
Special Edition on KAPS-3&4

मानननीय प्रधानमंत्री द्वारा केएपीएस-3व4 राष्ट्र को समर्पित

Hon'ble Prime Minister Dedicates KAPS-3&4 to the Nation

माननीय प्रधान मंत्री ने 700 मेगावाट के स्वदेशी दाबित भारी पानी रिएक्टरों का पहला युग्म राष्ट्र को समर्पित किया

22 फरवरी, 2024 को उस दिन के रूप में याद किया जाएगा जब भारतीय न्यूक्लियर विद्युत के इतिहास में एक स्वर्णिम अध्याय जुड़ा, जब माननीय प्रधान मंत्री श्री नरेंद्र मोदी ने काकरापार गुजरात स्थल में स्वदेशी रूप से विकसित 700 मेगावाट के दो न्यूक्लियर विद्युत् संयंत्रों को राष्ट्र को समर्पित किए।

700 मेगावाट की दो रिएक्टर इकाइयां, केएपीएस-3व4, देश में स्थापित किए जा रहे 700 मेगावाट क्षमता के 16 स्वदेशी दाबित भारी पानी रिएक्टरों (पीएचडब्ल्यूआर) की श्रृंखला में पहले दो हैं। इस श्रृंखला के अन्य रिएक्टर्स निर्माण और योजना के विभिन्न चरणों में हैं, और आने वाले वर्षों में ये क्रमिक रूप से परिनियोजित किये जायेंगे।

रिएक्टरों का उद्घाटन करने के बाद, प्रधान मंत्री ने गुजरात के मुख्यमंत्री श्री भूपेन्द्रभाई पटेल के साथ संयंत्र के मुख्य नियंत्रण कक्ष का दौरा किया, एवं गणमान्य व्यक्तियों को संयंत्र की विभिन्न प्रक्रियाओं और अन्य महत्वपूर्ण विवरणों के बारे में श्री भुवन चंद्र पाठक, सीएमडी, एनपीसीआईएल द्वारा जानकारी दी गई। प्रधान मंत्री ने संयंत्र में वैज्ञानिकों और वरिष्ठ अधिकारियों के साथ भी बातचीत की और उन्हें इस उल्लेखनीय स्वदेशी उपलब्धि पर बधाई दी, जिससे देश का गौरव बढ़ा है।

लगभग ₹22,517 करोड़ रुपये की लागत से निर्मित, स्वदेशी काकरापार-3व4 रिएक्टर्स देश में सबसे बड़े पीएचडब्ल्यूआर हैं। वे कई उन्नत सुरक्षा सुविधाओं के साथ अपनी तरह के पहले रिएक्टर हैं। ये दोनों रिएक्टर प्रति वर्ष लगभग 10.4 बिलियन यूनिट स्वच्छ बिजली का उत्पादन करेंगे, जिससे वे गुजरात, महाराष्ट्र, मध्य प्रदेश, छत्तीसगढ़, गोवा और केंद्र शासित प्रदेश दादरा और नगर हवेली और दमन और दीव में उपभोक्ताओं की जरूरतों को पूरा करेंगे।

इन रिएक्टरों को एनपीसीआईएल द्वारा डिजाइन, निर्मित, चालू और संचालित किया गया है, जबकि उपकरण की आपूर्ति और ऑन-साइट परियोजना निष्पादन भारतीय उद्योगों और कंपनियों द्वारा किया गया था, जो 'मेक इन इंडिया' और 'आत्मनिर्भर भारत' के दृढ़निश्चय को दर्शाता है।

काकरापार गुजरात स्थल 1993 से बिजली उत्पादन कर रहा है। यह दो 700 मेगावाट की स्वदेशी रिएक्टर इकाइयाँ, 220 मेगावाट क्षमता की दो मौजूदा इकाइयों के बगल में बनाई गई हैं। इससे पहले, यूनिट-4 ने 17 दिसंबर, 2023 को अपनी पहली क्रिटीकेलिटी हासिल की थी और 20 फरवरी, 2024 को पश्चिमी पावर ग्रिड से जुड़ा था। यूनिट-4 के पूर्ण क्षमता और वाणिज्यिक संचालन के साथ, काकरापार गुजरात स्थल की अब कुल संस्थापित न्यूक्लियर विद्युत उत्पादन क्षमता 1,840 मेगावाट हो गई है।

Hon'ble Prime Minister Dedicates to the Nation the First Pair of 700 MWe Indigenous PHWRs

February 22, 2024 will be remembered as the day that witnessed a golden chapter being added to the Indian nuclear power history, when Hon'ble Prime Minister Shri Narendra Modi dedicated to the nation two indigenously developed 700 MWe nuclear power reactors at Kakrapar Gujarat Site.

The two new reactor units of 700 MWe each, KAPS-3&4, are the first pair in a series of 16 indigenous Pressurised Heavy Water Reactors (PHWRs) being set up in the country. The remainder of these reactors are at different stages of construction and planning, and will be deployed successively in the coming years.

After inaugurating the reactors, Prime Minister accompanied by Shri Bhupendrabhai Patel, Chief Minister of Gujarat, visited the main control room of the plant and the dignitaries were briefed about different processes and other vital details of the plant by Mr. Bhuwan Chandra Pathak, CMD, NPCIL. The Prime Minister also interacted with scientists and senior officers at the plant and congratulated them on this remarkable indigenous achievement that has made country proud.

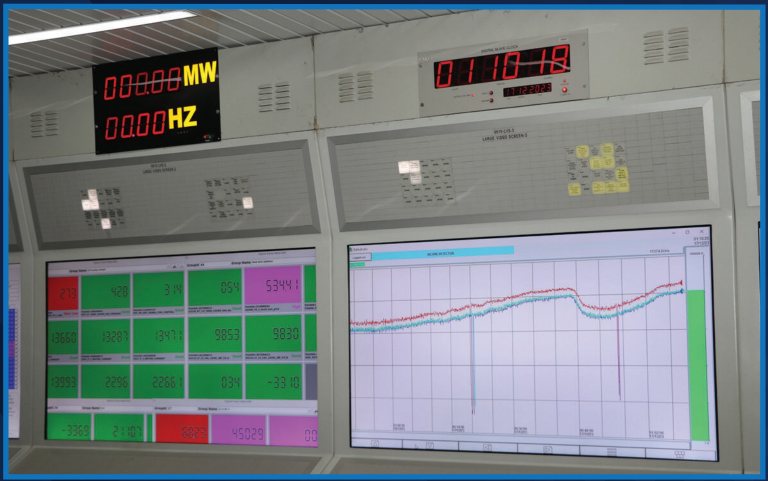
Built at a cost of about ₹22,517 crore, KAPS-3&4 are the largest indigenous PHWRs in the country. They are first-of-its-kind reactors with several advanced safety features. Together, these two reactors will produce about 10.4 billion units of clean electricity per year, catering to consumers in Gujarat, Maharashtra, Madhya Pradesh, Chhattisgarh, Goa and UT of Dadra & Nagar Haveli and Daman & Diu.

These reactors have been designed, constructed, commissioned and operated by NPCIL, whereas the supply of equipment and on-site project execution were carried out by Indian industries and companies, reflecting the true spirit of 'Make in India' and 'Atmanirbhar Bharat'.

Kakrapar Gujarat Site has been operational since 1993. The two new 700 MWe indigenous reactor units have been built adjacent to the two existing ones of 220 MWe capacity each. Unit-4 achieved its first criticality on December 17, 2023 and was connected to the western power grid on February 20, 2024. With full-power commercial operation of Unit-4, the Kakrapar Gujarat Site now has a total installed nuclear power generation capacity of 1,840 MWe.

काकरापार-3व4: न्यूक्लियर विद्युत में भारत की आत्मनिर्भरता के प्रतीक

भारत का न्यूक्लियर विद्युत कार्यक्रम सशक्त और जोशपूर्ण है, जो तकनीकी कौशल के नए शिखर छू रहा है और हर कदम पर बढ़ते हुए अपना दायरा बढ़ा रहा है। इस प्रयास में, गुजरात में काकरापार परमाणु बिजली घर की इकाइयां-3व 4 (केएपीएस-3व4) ने भारत के न्यूक्लियर विद्युत इतिहास में एक गौरवशाली अध्याय जोड़ा है। ये रिएक्टर्स न केवल पीएचडब्ल्यूआर प्रौद्योगिकी में भारत की परिपक्वता और महारत के प्रतीक हैं, बल्कि जलवायु-अनुकूल बिजली उत्पादन का विस्तार करने के देश के स्वदेशी प्रयास के भी प्रमाण हैं।

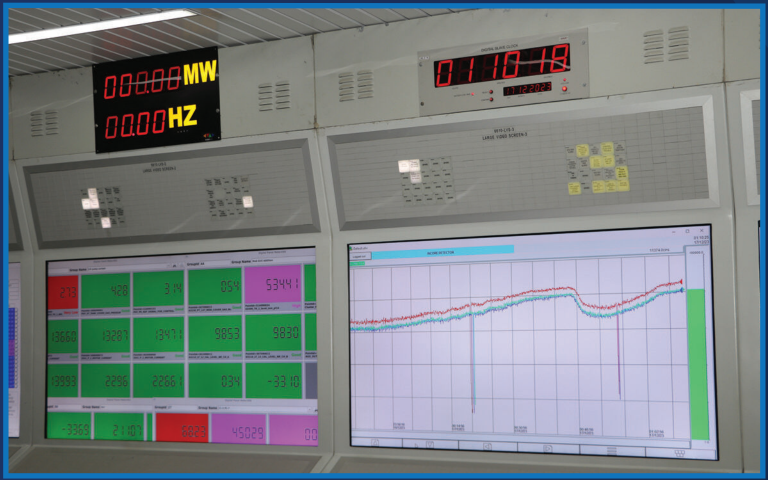


केएपीएस-3, जिसने वाणिज्यिक प्रचालन शुरू कर दिया है, वह 700 मेगावाट की 16 स्वदेशी पीएचडब्ल्यूआर की श्रृंखला का पहला रिएक्टर है, इसके साथ, केएपीएस-4, जो इस श्रृंखला का दूसरा रिएक्टर है, उसने भी वाणिज्यिक प्रचालन शुरू कर दिया है। काकरापार इकाई-4 ने अपनी सहयोगी इकाई (केएपीएस-3) के वाणिज्यिक संचालन शुरू होने के छह महीने के भीतर अपनी पहली क्रांतिकता का मीलस्तंभ हासिल कर लिया, जो एक उल्लेखनीय उपलब्धि है।

700 मेगावाट रिएक्टर्स देश में सबसे बड़े पीएचडब्ल्यूआर हैं।

वैज्ञानिकों, इंजीनियरों, कर्मचारियों और वेंडर पार्टनर्स की हमारी समर्पित टीमों को इन स्वदेशी उपलब्धियों के लिए हार्दिक बधाई!

Kakrapar-3&4: Icons of India's Atmanirbharta in Nuclear Power



India has a robust and vibrant nuclear power programme that is thriving and widening its span with every stride, scaling newer peaks of technological prowess. In this endeavour, Kakrapar Atomic Power Station units-3&4 (KAPS-3&4) in Gujarat have added a glorious chapter to India's nuclear power history. These reactors not only symbolise India's maturity and mastery in PHWR technology, but are also testimony to the nation's indigenous endeavour to expand climate-friendly power generation.

KAPS-3, which has commenced commercial operation, is the first reactor in a series of 16 indigenous PHWRs of 700 MW each, while its twin unit, i.e. KAPS-4, the second reactor unit in this series, has also, subsequently commenced commercial operation in due course of time. KAPS-4 attained the milestone of its first criticality within six months of the commencement of commercial operation of its companion unit (KAPS-3), which is a remarkable feat.

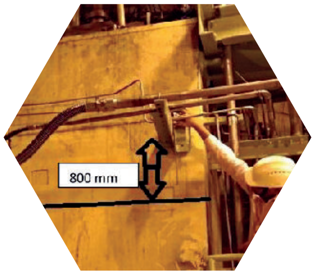
The 700 MWe reactors are the largest PHWRs in the country.

Kudos to our dedicated teams of scientists, engineers, employees and vendor partners for these indigenous triumphs!

Contents

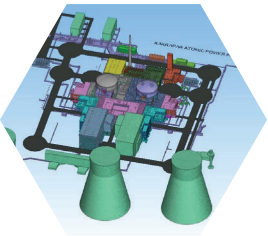
9 संपादकीय
Editorial

ऊर्जा संक्रमण के लिए डीकार्बोनाइजेशन में न्यूक्लियर विद्युत की महत्वपूर्ण भूमिका____ 11 - 12
Nuclear Power Pivotal to Decarbonisation for Energy Transition



13 आलेख
Articles

कापबिघ-3 के फ्यूलिंग मशीनों में स्नाउट वेयर लेवल कंट्रोल की स्थापना:
एक अनोखा अनुभव ____ 15 - 38
Establishment of Snout Weir Level Control in Fuelling Machines
at KAPS-3: A Unique Experience



कापबिघ-3व4 की 3डी संयंत्र अभियांत्रिकी व मॉडलिंग ---------------------------- 39 - 54
3D Plant Engineering and Modelling of KAPS-3&4

तापबिघ-3व4 540 मेगावाट इकाइयां: 700 मेगावाट की आधारशिला ___________55 - 66
TAPS-3&4 540 MWe Units: A Stepping Stone to 700 MWe

67 रिपोर्ट
Reports

त्रिशूर स्थित 'विज्ञान सागर' विज्ञान एवं प्रौद्योगिकी पार्क में
न्यूक्लियर विज्ञान एवं प्रौद्योगिकी का शिक्षण ___________________________________ 69 - 76
Educating about Nuclear Science and Technology at
Vigyan Sagar Science & Technology Park at Thrissur

कारवार के उप-क्षेत्रीय विज्ञान केंद्र में लघु न्यूक्लियर गैलरी की स्थापना ________ 77 - 80
Miniature Nuclear Gallery at Sub-Regional Science Centre, Karwar

81 अंतरराष्ट्रीय समाचार ____ 83 - 100
International News

101 भारतीय समाचार ____ 103 - 118
Indian News

119 पर्यावरण परिचर्या कार्यक्रम
Environment Stewardship Programme

जानिए इस प्रजाति को
Know this Speacies

भारतीय रोलर (नीलकंठ) ____ 121 - 124
Coracias benghalensis - Indian Roller

डैनौस क्रिसिपस - ओरिएंटल प्लेन टाइगर बटरफ्लाई ____ 125 -128

Danaus chrysippus - Oriental Plain Tiger Butterfly

129 अध्यक्ष एवं प्रबंध निदेशक का पृष्ठ ____ 131 -134
CMD's Page

135 वैश्विक न्यूक्लियर विद्युत रिएक्टर्स
Nuclear Power Reactors Globally

न्यू-पावर – न्यूक्लियर विद्युत की एक अंतरराष्ट्रीय पत्रिका
न्यूक्लियर पावर कॉर्पोरेशन ऑफ इंडिया लिमिटेड द्वारा प्रकाशित की जाती है।

अध्यक्ष एवं प्रबंध निदेशक, एनपीसीआईएल
भुवन चंद्र पाठक

अधिशासी निदेशक (निगम योजना एवं निगम संचार)
बी. वी. एस. शेखर

संपादक
एस. के. जेना

तकनीकी मूल्यांकन समिति
एस एन मालतेश
•
उमेद यादव
•
एस. शारदा
•
झरना तनेजा
•
अभय कांत
•
संतोष कुमार यंदापल्ली
•
अनिर्बान रॉय

कार्यालय व पत्र-व्यवहार
सुचिता कोकाटे
•
सैयद इरशाद

सभी पत्राचार निम्नलिखित पते पर भेजे जाएं
संपादक
न्यू-पावर – न्यूक्लियर विद्युत की एक अंतरराष्ट्रीय पत्रिका
9-एन-18, विक्रम साराभाई भवन, अणुशक्ति नगर, मुंबई - 400 094, भारत
फैक्स: 91-22-25991926 • वेबसाइट: www.npcil.nic.in

न्यू-पावर सीमित संख्या में निःशुल्क वितरण हेतु उपलब्ध है।
अपनी प्रति के लिए कृपया संपादक से संम्पर्क करें।

न्यू-पावर में आने वाले किसी भी आलेख या विज्ञापन में अभिव्यक्त विचारों से आवश्यक रूप से संपादक, तकनीकी मूल्यांकन समिति, न्यूक्लियर पावर कॉरपोरेशन ऑफ इंडिया लिमिटेड/परमाणु ऊर्जा विभाग का सहमत होना आवश्यक नहीं हैं तथा संपादक/निगम/विभाग इसके लिए उत्तरदायी नहीं है।

संपादक की पूर्व अनुमति से, आभार सह, पत्रिका के आलेखों/उद्धरणों को पुन: प्रस्तुत किया जा सकता है, बशर्ते वे कॉपीराइट अधिकार के कार्यक्षेत्र में न आते हों, जिसकी सूचना आलेख के अंत में दी गई है।

केवल निजी संचलन के लिए

(डेटा अपडेट: मार्च 2024) स्रोत: पीआरआईएस और एनपीसीआईएल

Nu-Power-An International Journal of Nuclear Power is
published by Nuclear Power Corporation of India Limited

Chairman & Managing Director, NPCIL
Bhuwan Chandra Pathak

Executive Director (CP & CC)
B. V. S. Sekhar

Editor
S. K. Jena

Technical Evaluation Committee
S. N. Malatesha
•
Umed Yadav
•
S. Sharda
•
Jharna Taneja
•
Abhay Kant
•
Santosh Kumar Yandapally
•
Anirban Roy

Office & Mailing
Suchita Kokate
•
Sayed Irshad

All correspondence should be addressed to
The Editor

Nu-Power - An International Journal of Nuclear Power
9-N-18, Vikram Sarabhai Bhavan, Anushakti Nagar, Mumbai - 400 094, India.
Fax: 91-22-25991926 • Website: www.npcil.nic.in

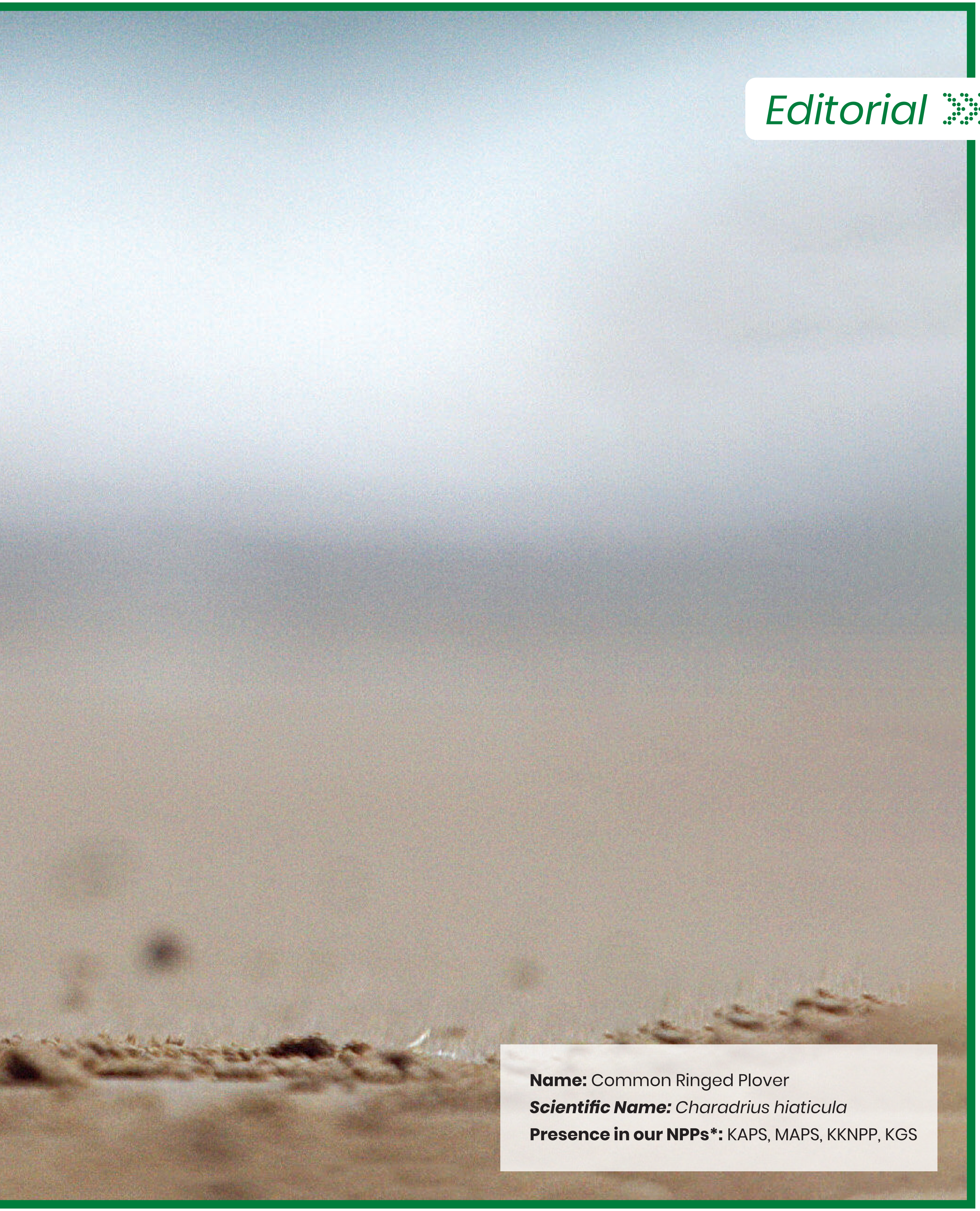
Nu-Power is available free of charge to a limited number of readers. Requests for copies should be made to the Editor.

Views expressed in any article or advertisement appearing in Nu-Power do not necessarily represent those of the Editor, Technical Evaluation Committee, Nuclear Power Corporation of India Ltd./Department of Atomic Energy and the Editor/Corporation/Department accepts no responsibility for the same.

Articles/extracts from the journal can be reproduced with prior permission from the Editor, with acknowledment, provided they do not fall under the purview of copyright protection, indication of which appears at the end of the article.

For private circulation only

(Data updated: March 2024) Source: PRIS and NPCIL



Name: Common Ringed Plover
Scientific Name: *Charadrius hiaticula*
Presence in our NPPs*: KAPS, MAPS, KKNPP, KGS

**at our sites located at Kakarapar (Gujarat), Kalpakkam (Tamilnadu), Kudankulam (Tamilnadu), Kaiga (Karnataka)*

Photo Credit: R. Bayana

ऊर्जा संक्रमण के लिए डीकार्बोनाइजेशन में न्यूक्लियर विद्युत की महत्वपूर्ण भूमिका

एस.के. जेना
संपादक

काकरापार परमाणु बिजली घर इकाइयों-3 और 4 का माननीय प्रधान मंत्री श्री नरेंद्र मोदी द्वारा राष्ट्र को समर्पण करना एक महत्वपूर्ण अवसर था जिसने ग्लोबल वार्मिंग की चुनौती से निपटने के लिए देश के ऊर्जा मिश्रण में न्यूक्लियर विद्युत के गहन महत्व को रेखांकित किया।

संयुक्त राष्ट्र जलवायु परिवर्तन सम्मेलन यानी पार्टियों के सम्मेलन का 28वां संस्करण (COP28) हाल ही में दुबई, संयुक्त अरब अमीरात में संपन्न हुआ। कुल मिलाकर 198 पार्टियों (197 देशों और यूरोपीय संघ) ने इस शीर्ष वैश्विक बैठक में भाग लिया, जो अंतरराष्ट्रीय संगठनों, राष्ट्रीय प्रतिनिधि मंडलों, निर्णय निर्माताओं, जलवायु वैज्ञानिकों, ऊर्जा पेशेवरों और अन्य डोमेन विशेषज्ञों की सभा है।

इस सम्मेलन में त्वरित वैश्विक जलवायु कारवाई की तात्कालिकता स्पष्ट थी, क्योंकि विश्व अब भूमण्डलीय तापक्रम वृद्धि को 1.5 डिग्री सेल्सियस तक सीमित करने के अवसर को चूकने की संभावना का सामना कर रहा है, जो कि स्वच्छ ऊर्जा स्रोतों में तेजी से ऊर्जा परिवर्तन के बिना की स्थिति होगी। 2015 के पेरिस समझौते द्वारा निर्धारित 1.5°C का लक्ष्य, भूमण्डलीय तापक्रम वृद्धि और जलवायु परिवर्तन की सीमा को प्रबंधनीय स्तरों के भीतर सीमित करने के लिए एक वांछनीय लक्ष्य है। इस प्रकार, विश्व समुदाय के लिए वैश्विक उत्सर्जन पर निर्णायक और तेजी से अंकुश लगाना आज के समय की मांग है, जिससे स्वच्छ, स्थायी ऊर्जा की ओर एक बड़ा बदलाव हो, जिसमें नूक्लियर विद्युत, वैश्विक ऊर्जा परिवर्तन में इस महत्वपूर्ण भूमिका निभाए।

COP28 में, इस दशक के अंत तक गहरी वैश्विक उत्सर्जन कटौती हासिल करने और एक समान ऊर्जा परिवर्तन को सुविधाजनक बनाने पर जोर दिया गया था। सम्मेलन के प्रमुख आकर्षणों में जलवायु परिवर्तन के प्रतिकूल प्रभावों को कम करने में विकासशील देशों की सहायता के लिए 'नुकसान और क्षति कोष' का संचालन करना और 2050 तक विश्व के न्यूक्लियर विद्युत उत्पादन को तीन गुना करने का लक्ष्य शामिल था।

इस संदर्भ में, न्यूक्लियर विद्युत 24x7 उपलब्ध बेस लोड बिजली उत्पादन का एक स्वच्छ और वस्तुतः उत्सर्जन-मुक्त स्रोत है, जो इसे काफी हद तक जीवाश्म ईंधन को विस्थापित करने के लिए बड़े पैमाने के विकल्प के रूप में विशेषतः उपयुक्त बनाता है। इसमें कोई आश्चर्य की बात नहीं है कि अगर विश्व को ग्रीनहाउस गैस उत्सर्जन में पर्याप्त कमी सुनिश्चित करनी है, तो वैश्विक ऊर्जा मिश्रण में न्यूक्लियर विद्युत की हिस्सेदारी बढ़ाने को वैश्विक वैज्ञानिक बिरादरी ने एक आवश्यक घटक के रूप में सराहा है। वर्तमान में, दुनिया भर में 438 न्यूक्लियर विद्युत रिएक्टर दुनिया की लगभग 10 प्रतिशत बिजली पैदा करते हैं। इसके अलावा, न्यूक्लियर विद्युत दुनिया की कम कार्बन वाली बिजली का लगभग एक चौथाई हिस्सा बनाती है।

भारत आधी सदी से भी अधिक समय से जलवायु-अनुकूल न्यूक्लियर विद्युत का सुरक्षित और कुशलतापूर्वक उत्पादन कर रहा है और यह अगले कुछ वर्षों में न्यूक्लियर विद्युत उत्पादन क्षमता को बढ़ाने के लिए तैयार है। न्यूक्लियर पावर कॉरपोरेशन ऑफ इंडिया लिमिटेड (एनपीसीआईएल) भारत में न्यूक्लियर विद्युत संयंत्रों का डिजाइन, निर्माण, कमीशन और संचालन करता है, जिससे स्वच्छ और किफायती न्यूक्लियर विद्युत सुरक्षित और कुशलता से उत्पन्न होती है। एनपीसीआईएल के 24 रिएक्टर परिचालन में हैं। गुजरात में सूरत के पास हाल ही में स्थापित काकरापार परमाणु बिजली घर इकाई-3 (कापबिघ-3) 16 स्वदेशी 700 मेगावाट दबित भारी जल रिएक्टरों की श्रृंखला में अग्रणी है। इस दौरान, इस श्रृंखला के दूसरे रिएक्टर काकरापार परमाणु बिजली घर इकाई-4 (कापबिघ-4) ने भी वाणिज्यिक परिचालन शुरू कर दिया है। इसके अतिरिक्त, नौ रिएक्टर इकाइयाँ निर्माणाधीन हैं और शेष कार्यान्वियन के विभिन्न चरणों में हैं। ये रिएक्टर्स विभिन्न उन्नत सुरक्षा सुविधाओं का प्रतीक हैं, जो इन्हें दुनिया में सबसे सुरक्षित बनाते हैं और वास्तव में आत्मनिर्भर भारत की भावना को दर्शाते हैं। साथ ही, रूसी सहयोग से कुडनकुलम में लाइट वॉटर रिएक्टर (एलडब्ल्यूआर) तकनीक वाले, प्रत्येक 1,000 मेगावाट क्षमता वाले चार रिएक्टर्स भी निर्माणाधीन हैं। वर्ष 2031-32 तक, एनपीसीआईएल का लक्ष्य स्थापित न्यूक्लियर विद्युत क्षमता को मौजूदा 8,180 मेगावाट से प्रभावशाली 22,480 मेगावाट तक ले जाना है।

जैसे-जैसे वैश्विक समुदाय स्वच्छ भविष्य की दिशा में ऊर्जा परिवर्तन को तेज करने पर अपना ध्यान केंद्रित कर रहा है, जीवाश्म ईंधन पर दुनिया की अत्यधिक निर्भरता को कम करके स्वच्छ बिजली उत्पादन को बढ़ावा देने में न्यूक्लियर विद्युत का महत्व और अधिक है।

न्यूक्लियर विद्युत न केवल बिजली उत्पादन को डीकार्बोनाइज करने के सफर में भारत की ऊर्जा के क्षेत्र की आत्मानिर्भरता में महत्वपूर्ण भूमिका निभाती है, बल्कि वर्ष 2070 तक नेट ज़िरो उत्सर्जन हासिल करने के देश के मिशन में भी महत्वपूर्ण है। उसी तरह, न्यूक्लियर विद्युत के लिए भारत की प्रतिबद्धता स्वच्छ ऊर्जा के माध्यम से सतत विकास की दिशा में आगे बढ़ने में वैश्विक समुदाय के लिए एक प्रेरणादायक उदाहरण है।

आपको आनंदयुक्त पठन की शुभकामना सह!

एस.के. जेना

Nuclear Power Pivotal to Decarbonisation for Energy Transition

S. K. Jena
Editor

The dedication of Kakrapar Atomic Power Project units-3&4 to the nation by Hon'ble Prime Minister Shri Narendra Modi was a momentous occasion that also underscored the profound importance of nuclear power in the nation's energy mix to tackle the challenge of global warming.

The United Nations Climate Change Conference – the 28th edition of Conference of Parties (COP28) – concluded recently in Dubai, United Arab Emirates. In all, 198 Parties (197 countries and the European Union) participated in this apex global confluence of international organisations, national delegations, decision-makers, climate scientists, energy professionals and other domain specialists.

The urgency for accelerated global climate action was palpable at the conference, as the world is now facing the possibility of missing the opportunity to limit global warming to 1.5°C, which would be the case without fast-tracking energy transition to clean energy sources. The 1.5°C target, prescribed by the 2015 Paris Agreement, is a desirable goal to achieve in order to limit the extent of global warming and climate change within manageable levels. Thus, the need of the hour for the world community is to curb global emissions decisively and rapidly, led by a major shift towards clean, sustainable energy, with nuclear power playing a significant role in this global energy transition.

At COP28, the emphasis was on achieving deep global emission cuts by the end of the decade and facilitating an equitable energy transition. Among the major highlights of the conference were to operationalize a 'Loss and Damage Fund' to assist developing nations in mitigating the adverse effects of climate change, and a goal to triple the world's nuclear power generation by the year 2050.

In this context, nuclear energy is a clean and virtually emissions-free source of base load power generation available 24x7, which makes it exceptionally suitable as a large-scale option for displacing fossil fuels to a significant extent. No wonder, nuclear power has been hailed by the global scientific fraternity as a necessary component with increased share in the global energy mix, if substantial lowering of the world's greenhouse gas emissions is to be ensured. Presently, 438 nuclear power reactors across the globe generate about 10 percent of the world's electricity. What's more, nuclear power constitutes about a quarter of the world's low-carbon electricity.

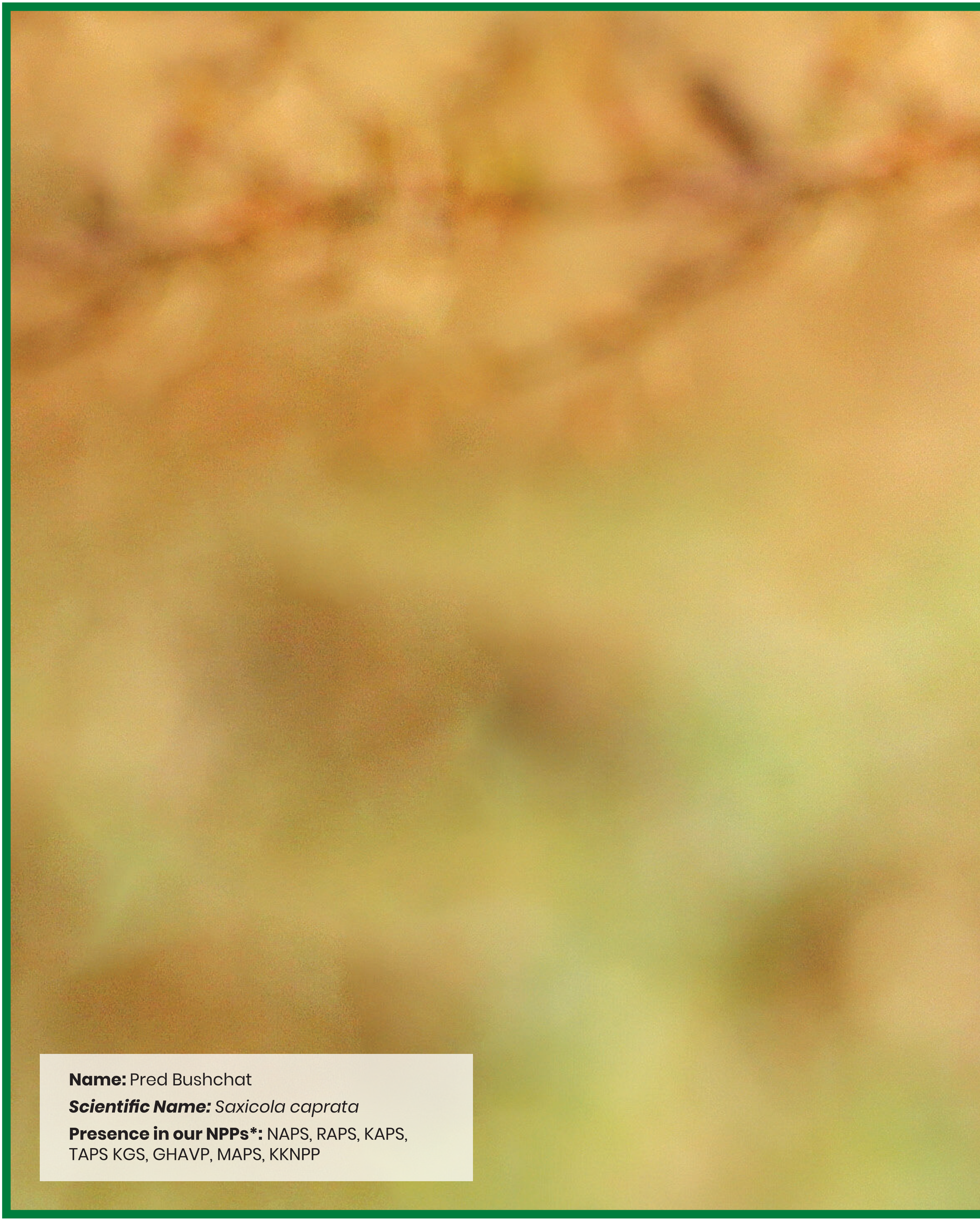
India has been generating climate-friendly nuclear power safely and efficiently for well over half a century and it is poised to multiply nuclear power generation capacity in the next few years. Nuclear Power Corporation of India Limited (NPCIL) designs, constructs, commissions and operates nuclear power plants in India, generating clean and economical nuclear power safely and efficiently. NPCIL has 24 reactors in operation. The recently commissioned Kakrapar Atomic Power Station Unit-3 (KAPS-3) near Surat in Gujarat is the frontrunner in a series of 16 indigenous 700 MWe Pressurised Heavy Water Reactors. Meanwhile, Kakrapar Atomic Power Station unit-4 (KAPS-4), the second reactor in this series, has also commenced commercial operation. In addition, nine reactor units are under construction and the remainder are at various stages of implementation. These reactors are the embodiment of various advanced safety features, making them among the safest in the world and truly reflect the spirit of Atmanirbhar Bharat. Four reactors using Light Water Reactor (LWR) technology, each of 1,000 MWe capacity, are also under construction at Kudankulam with Russian cooperation. By 2031-32, NPCIL India aims to take the installed nuclear power capacity to an impressive 22,480 MWe from the current 8,180 MWe.

As the global community sharpens its focus to speed up energy transition towards a clean future, nuclear power gains even greater importance in giving an added fillip to clean power generation by reducing the world's excessive reliance on fossil fuels.

Nuclear power not only plays a key role in India's self-reliance in energy in the quest to decarbonize electricity generation, but is also crucial in the nation's mission to achieve net-zero emissions by the year 2070. In the same vein, India's commitment to nuclear power is an inspiring example for the global community in leading the way towards sustainable development through clean energy.

Happy reading!

S.K. Jena



Name: Pred Bushchat

Scientific Name: *Saxicola caprata*

Presence in our NPPs*: NAPS, RAPS, KAPS, TAPS KGS, GHAVP, MAPS, KKNPP

**at our sites located at Narora (Uttar Pradesh), Rawatbhata (Rajasthan), Kakrapar (Gujarat), Tarapur (Maharashtra), Kaiga (Karnataka), Gorakhpur (Haryana), Kalpakkam (Tamilnadu), Kudankulam (Tamilnadu)*

Photo Credit: R. Bayana

केएपीएस-3 के फ्यूलिंग मशीनों में स्नाउट वेयर स्तर नियंत्रण की स्थापना: एक विलक्षण अनुभव

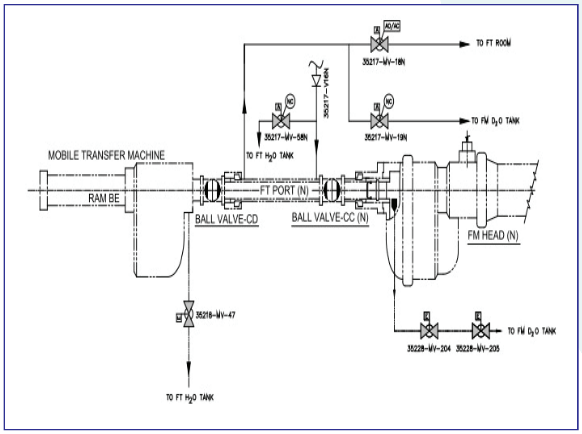
सुनील कुमार रॉय, *उत्कृष्ट वैज्ञानिक एवं केंद्र निदेशक, केएपीएस-3व4,*
टी. सुब्रमण्यम, *एसएमई (एफ़), केएपीएस-3व4,* **आरके मोहराना,** *वै.अ./जी, एफ़एचएस, केएपीएस-3व4,* **एसवीएस किरण कुमार,** *वै.अ./एफ, एफ़एचएस, केएपीएस-3व4*

प्रस्तावना

भारतीय दाबित भारी पानी रिएक्टरों (आईपीएचडब्ल्यूआर) में काकरापार परमाणु बिजली घर-3व4 (केएपीएस-3व4) 700 मेगावाट विद्युत श्रृंखला के पहले रिएक्टर हैं। इन रिएक्टरों की प्रचालन क्षमता, संरक्षा और विश्वसनीयता को बढ़ाने हेतु अपनी तरह की पहली विशिष्ट प्रकार की (एफओएक) प्रणाली का उपयोग यहाँ किया गया है।

फ्यूल हैंडलिंग प्रणाली (एफ़एचएस) में रिमोट संचालित दो फ्यूलिंग मशीन (एफएम), रिएक्टर चैनल के प्रत्येक सिरे पर रिएक्टर कोर में ऑन-पावर रिफ्यूलिंग ऑपरेशन करता है और डाउनस्ट्रीम एफ़एम उपयोग किए गए ईंधन बंडलों को फ्यूल ट्रांसफर (एफ़टी) सिस्टम में स्थानांतरित करता है। भारी जल (D_2O) वातावरण में काम करने वाले एफएम हेड द्वारा उपयोग किए गए ईंधन बंडलों को साधारण जल (H_2O) वातावरण में काम करने वाली मोबाइल ट्रांसफर मशीन (एमटीएम) में स्थानांतरित कर दिया जाता है। दो वातावरणों को मिलने से रोकने के लिए, एफएम में D_2O स्तर को स्नाउट वेयर नामक एक नए घटक की मदद से स्नाउट स्तर से नीचे बनाए रखा जाता है, जो संबंधित प्रक्रिया और नियंत्रण प्रणाली से जुड़े रहते हुए एफएम हेड के अंदर मौजूद रहता है।

एफओएके (फोक) योजना रूप में पहली फ्यूलिंग



फ्यूलिंग मशीन हेड फ्यूल ट्रांसफर मोड में

बार मशीन हेड (एफएमएच) में स्नाउट वेयर स्तर नियंत्रण को लगाया गया है। एफएम हेड और एमटीएम के बीच ईंधन बंडलों के 'ड्राई ट्रांसफर' के लिए स्नाउट लेवल ड्रेनिंग की सुविधा के लिए स्नाउट वेयर को एफएम मैगज़ीन के अंत कवर के अंदर जकड़ा गया है। इसी प्रकार फ्यूल ट्रांसफर पोर्ट (एफ़टीपी) के नीचे H_2O स्तर को बनाए रखने के लिए एमटीएममें भी एक वेयर लगाया गया है। चूंकि, उपयोग किए गए ईंधन बंडलों की एक जोड़ी का एफएम से एमटीएम तक स्थानांतरण बिना किसी शीतलन के किया जाता है, इस प्रक्रिया को 'ड्राई ट्रांसफर' कहा जाता है।

1. एफ़एम स्नाउट लेवल कंट्रोल डिजाइन का विवरण

एफएम हेड में वेयर को इस तरह डिजाइन किया गया है कि वेयर के ऊपरी सिरे और एफटी पोर्ट ट्यूब

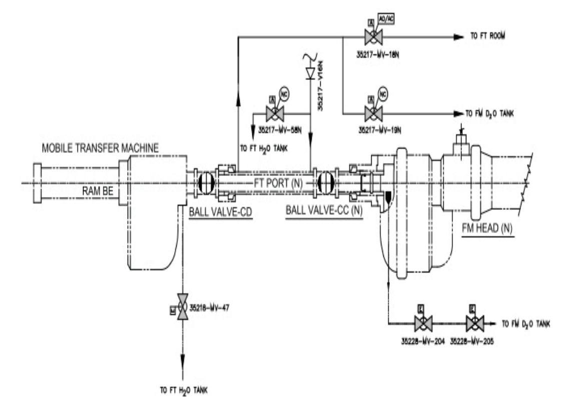
Establishment of Snout Weir Level Control in Fuelling Machines at KAPS-3: A Unique Experience

Sunil Kumar Roy, *Outstanding Scientist & Station Director, KAPS-3&4,*
T. Subrahmanyam, *SME(F), KAPS-3&4,* ***R. K. Moharana,*** *SO/G, FHS, KAPS-3&4,*
S.V.S. Kiran Kumar, *SO/F, FHS, KAPS-3&4*

Introduction

Kakrapar Atomic Power Stations-3&4 (KAPS-3&4) are the first reactors of the 700-MWe series of Indian Pressurised Heavy Water Reactors (IPHWR) in the country. There are a number of first-of-a-kind (FOAK) systems introduced in the design of the 700-MWe reactor to improve safety, reliability and operability.

In Fuel Handling System (FHS), two remotely operated Fuelling Machines (FMs) – one at each end of reactor channel perform on-power refuelling operation in reactor core and downstream FM transfers the spent fuel bundles to Fuel Transfer (FT) system. FM Head working in heavy water (D_2O) environment transfers spent fuel bundles to Mobile Transfer Machine (MTM) working under light water (H_2O) environment. To prevent mixing of two environments, D_2O level in FM is maintained below snout level with the help of a new component called Snout Weir provided inside FM Head along with the associated process and control systems. Snout weir level control is introduced in Fuelling Machine Head (FMH) as a FOAK scheme for the first time. The snout weir is bolted to the inside of FM Magazine End Cover to facilitate snout level draining for dry transfer of fuel bundles between the FM Head and the MTM. Similarly, a weir is also provided in MTM to maintain H_2O level below Fuel Transfer Port (FTP). Since, transfer of a pair of spent fuel bundles from FM to MTM is done without any cooling, and the operation is called 'Dry Transfer'.



FM Head in FT mode

1. FM snout level control design description

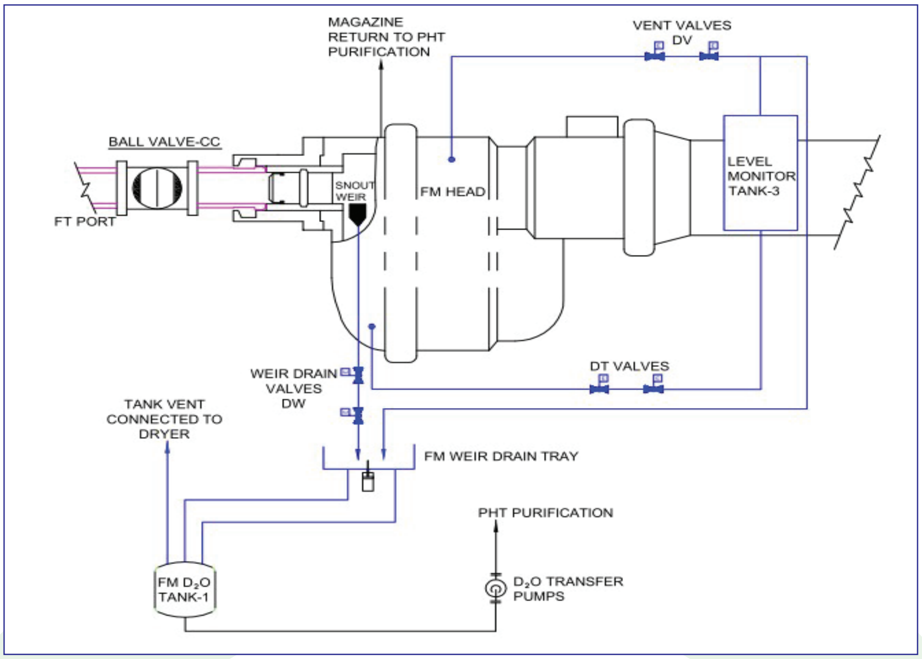
The weir in FM Head is so designed that a gap of 21 mm is available between weir top edge and bottom of FT port tube. With such

के तल के बीच 21 मिमी का अंतर उपलब्ध हो। इस तरह की व्यवस्था के कारण ट्रांसफर के लिए क्रमबद्ध उपयोग हो चुके ईंधन बंडल D_2O में डूबे रहते हैं, जबकि एफएम से एमटीएम में स्थानांतरित होने वाला एक युग्म वायुमंडल वातावरण में घटित होता है। जल स्तर के बीच पर्याप्त मार्जिन उपलब्ध है जो सामान्य शीतलन प्रवाह के साथ-साथ असामान्य परिदृश्य के तहत वेयर के ऊपरी सिरे और एफटी पोर्ट ट्यूब के ऊपर निर्मित होगा। सामान्य शीतलन पर 60 एलपीएम के प्रवाह में वेयर के ऊपरी सिरे पर D_2O स्तर लगभग 12 मिमी होगा और 100 एलपीएम प्रवाह के साथ यह स्तर बढ़कर 17 मिमी होगा। ये मान उपलब्ध 21 मिमी के वास्तविक अंतर से काफी कम है।

ईंधन अंतरण संचालन शुरू करने के लिए, एफएम में D_2O स्तर को कम किया जाता है और एमटीएम की ओर D_2O प्रवाह को रोकने के लिए स्नाउट के नीचे रखा जाता है। वेयर के स्तर को प्राप्त करने के लिए, एफएम हेड पर दो मोटरयुक्त वाल्व एमवी-204 (DW1) और MV-205 (DW2) माउंटेड (श्रृंखला में) के साथ एक वेयर ड्रेन लाइन प्रदान की जाती है। एफएम हेड पर एक छोटा टैंक, टीके-3 इन हेतुओं से लगाया गया है (i) एफएम मैगजीन में स्तर की निगरानी के लिये (ii) D_2O स्तर को स्नाउट वेयर तक नीचे लाने के समय वेंटिंग की सुविधा के लिये (iii) ईंधन अंतरण के पूरे होने के बाद, एफएम मैगजीन को भरने के लिये। प्रत्येक एफटी पोर्ट (उत्तर और दक्षिण) के नीचे नली कनेक्शन लगी हुई एक वेयर ड्रेन ट्रे प्रदान की जाती है। एफएम हेड पर वेयर ड्रेन लाइन और एफटी पोर्ट पर एफएम हेड के क्लैम्प होने के बाद ड्रेन लाइन के बीच त्वरित कनेक्ट/डिस्कनेक्ट व्यवस्था प्रदान करने के लिए ट्रे एक ऑयल हाइड्रोलिक सिलेंडर द्वारा ऊपर और नीचे जाती है। आमतौर पर वेयर ड्रेन ट्रे पीछे हटी हुई स्थिति में रहती है और वह उपर की तरफ उठती है जब एफएम को एफटी पोर्ट पर क्लैम्प किया जाता है।

निम्न दाब का चयन करने के बाद, एफ़एम रिटर्न लाइन में एमवी-372 एफ़एम रिटर्न प्रवाह को एफ़एम D_2O टैंक (35228-टीके-1) में जाने देने के लिए खोला जाता है। मैगजीन स्टेशन 'डी' स्नाउट बोर से जुड़ा हुआ है। वेयर ड्रेन वाल्व एमवी-204 और एमवी-205 को वेयर लेवल तक एफ़एम ड्रेन करने के लिए खोले जाते हैं। बहुत कम दबाव (1 किग्रा/सेमी^{2} से कम) प्राप्त करने के बाद, टीके-3 आइसोलेशन वाल्व एमवी-200 (डीवी 1), एमवी-201 (डीवी2), एमवी-202 (डीटी 1) और एमवी-203 (डीटी2) रिमोट से खोले जाते हैं। मैगजीन D_2O का स्तर स्नाउट से नीचे चला जाता है, क्योंकि D_2O ,एफ़एम D_2O टैंक वेयर के ऊपर से प्रवाहित होता है। D_2O स्तर के कम करने और वेयर स्तर पर बनाए रखने के बाद, ईंधन हस्तांतरण संचालन प्रक्रिया शुरू करने के लिए बॉल वाल्व सीसी खोला जाता है।

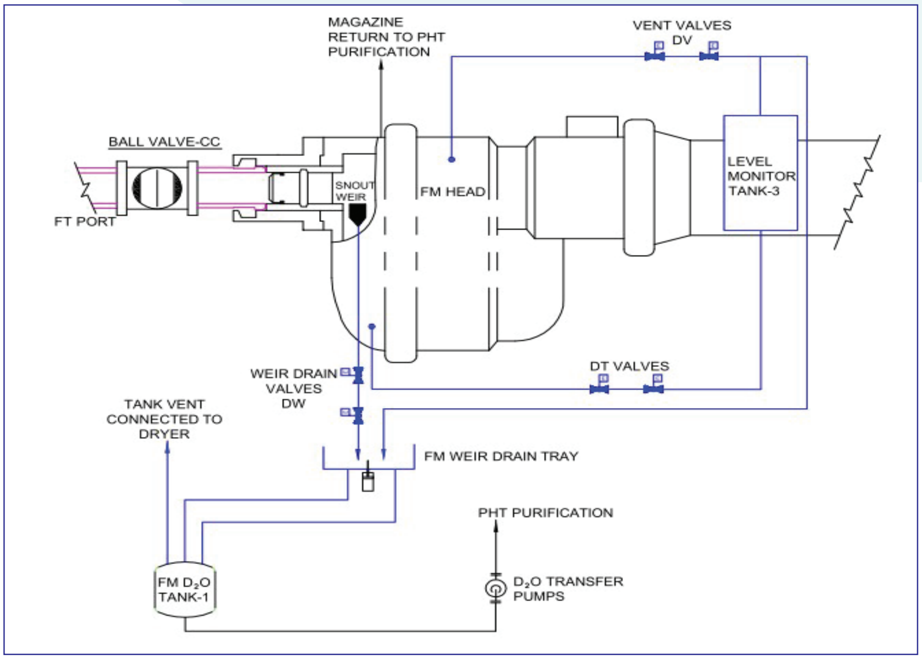
एक एफ़एम D_2O लेवल मॉनिटरिंग टैंक, टीके-3 मोटराइज्ड वाल्व एमवी-202 और एमवी-203 के साथ मैगज़ीन के अंदर D_2O स्तर निगरानी की सुविधा प्रदान करता है। इस टैंक में 3-लेवल इंडिकेशन स्विच दिए गए हैं। एक लेवल स्विच (एलएस) 'स्नाउट स्तर' के लिए और दूसरा एलएस 'वेयर ओवरफ्लो लेवल' के लिए सेट किया गया है। फ्यूल ट्रांसफर ऑपरेशन के दौरान, स्नाउट स्तर एलएस को इस तरह से चुना जाता है कि यह एफएम मैगज़ीन में सबसे ऊपर के फ्यूल ट्यूब के ऊपर पर्याप्त स्तर को इंगित करने के लिए सक्रिय रहता है। आपूर्ति लाइन में प्रवाह में वृद्धि या एमवी-204/205 के अनजाने में बंद होने जैसी किसी असामान्य स्थिति के कारण एफएम मैगजीन D_2O स्तर बढ़ने की स्थिति में नियंत्रण कक्ष पर अलार्म संकेत देने के लिए वेयर ओवरफ्लो स्तर का



एफ़एम स्नाउट स्तर नियंत्रण का योजनाबद्ध चित्रण

arrangement, spent fuel bundles waiting for transfer, remain submerged in D_2O, while a single pair being transferred from FM to MTM is in air atmosphere. There is sufficient margin available between water level which will get built up above weir top edge and FT port tube under normal cooling flow as well as abnormal scenario. At normal cooling flow of 60 lpm, the D_2O level above weir top edge will be about 12 mm and with 100 lpm flow, the level rise will be 17 mm. These values are well below the actual available gap of 21 mm.

To start fuel transfer operation, D_2O level in FM is lowered and maintained below snout to avoid D_2O flow towards MTM side. To achieve weir level, a weir drain line is provided with two motorised valves MV-204 (DW1) & MV-205 (DW2) mounted (in series) on FM head. A small tank, TK-3 is mounted on FM Head for the purpose of (i) level monitoring in the FM magazine, (ii) to facilitate venting during lowering of D_2O level to Snout Weir and (iii) filling of FM magazine after completion of fuel transfer operation. A weir drain tray with hose connection is provided below each FT Port (North and South).



Schematic diagram of FM Snout Level Control scheme

The tray moves up and down by an oil hydraulic cylinder to provide quick connect/disconnect arrangement between weir drain line on FM head and drain line after FM Head is clamped on the FT port. Normally, the weir drain tray remains retracted and moves up when FM is clamped on to FT port.

After selecting low pressure, MV-372 in FM return line is opened to allow FM return flow to go to FM D_2O tank (35228-TK-1). Magazine station 'D' is aligned to snout bore. Weir drain valves MV-204 and MV-205 are opened to drain the FM to weir level. After achieving very low pressure (less than 1 kg/cm^2), TK-3 isolation valves MV-200 (DV1), MV-201 (DV2), MV-202 (DT1) and MV-203 (DT2) are remotely opened. Magazine D_2O level goes below the snout as D_2O flows over the weir to the FM D_2O tank. After D_2O level is lowered and maintained at weir level, ball valve CC is opened to start fuel transfer operation.

An FM D_2O level monitoring tank, TK-3 along with motorised valves, MV-202 and MV-203, facilitates monitoring of D_2O level inside the magazine. The tank is provided with 3 level indication switches. One level switch (LS) is set for 'Snout Level' and second LS for 'Weir Overflow Level'. During fuel transfer operation, Snout Level LS is so selected that it remains actuated to indicate adequate level above topmost fuel tube in FM magazine. Weir Overflow Level is selected to give alarm indication on control panel in case the FM magazine D_2O level rises due to any abnormal condition like increase in flow in supply line or inadvertent closing of

चयन किया गया है। तीसरे एलएस का उपयोग संकेत के लिए किया जाता है जब एफटी ऑपरेशन पूरा होने के बाद एफएम भरा जाता है। लेवल स्विच के अलावा एक लेवल ट्रांसमीटर, एलटी-3002 लगाया गया है।

2. कमीशनिंग के दौरान आने वाली समस्याएँ

पहले 700 मेगावाट स्टेशन केएपीएस-3 पर एफ़एम हेड्स को चालू करने में स्नाउट स्तर नियंत्रण की कमीशनिंग एक महत्वपूर्ण गतिविधि है, और इसे दोष रहित स्तर नियंत्रण बनाने में काफी समय लगा है। फोक प्रणाली होने के कारण योजना की सफलता काफी हद तक एफएम हेड और संबद्ध प्रक्रिया लूप के प्रभावी वेंटिंग और ड्रेनिंग पर निर्भर होने से और पाइपलाइनों और ट्यूबिंग के आकार और लेआउट से संबंधित मुद्दों के कारण प्रणाली की कमीशनिंग एक चुनौतीपूर्ण कार्य था। योजना को सफल बनाने के लिए डिजाइन समूह के परामर्श से बहुत सारे प्रयोग और परीक्षण किए गए और कई संशोधन भी किए गए। केएपीएस-3 के दोनों एफएम हेड्स (उत्तर व दक्षिण) में स्नाउट स्तर नियंत्रण स्थापित करने के दौरान आने वाली समस्याएँ, किए गए संशोधनों और किए गए प्रयोगों का विवरण निम्नलिखित है।

2.1 एफ़एम हेड्स के आरंभिक कमीशनन के दौरान स्नाउट वेयर स्तर नियंत्रण में निम्नलिखित समस्याएँ पायी गईं

i) D_2O लेवल मॉनिटरिंग टैंक, 35228-टीके-3 अप्रभावी वेंटिंग के कारण ठीक से ड्रेन नहीं हो रहा था।

ii) एफएम हेड संबंधित वेंट ट्यूबिंग/पाइपिंग के मौजूदा डिजाइन के साथ ठीक से वेंट नहीं हो पा रहा था।

iii) टीके-3 में 100-200 मिमी के क्रम के स्तर में उच्च भिन्नता पायी गईं थीं, स्थानिक लेवल गेज (कमीशन के उद्देश्य से अस्थायी संस्थापित) के अनुरूप स्थिर स्तर हासिल करना और लेवल स्विच को सेट करने को कठिन पाया गया।

iv) वेयर ड्रेन और वेंट लाइन एवं वेयर ड्रेन और वेंट कैटेनरी में यू-लूप देखे गए।

v) एफएम (उत्तर) वेयर ड्रेन लाइनों के माध्यम से ठीक से खाली नहीं हो पा रहा था और कई बार मैगजीन में स्तर वृद्धि देखी गई थी।

vi) स्थानिक वेंटिंग प्रणाली के प्रावधान के साथ-साथ 60 एलपीएम के सामान्य मैगजीन प्रवाह के अनुरूप 35228-टीके-3 स्तर में उतार-चढ़ाव देखा गया। टीके-3 में स्तर वृद्धि अभिकल्पित मूल्यों की तुलना में 95 एलपीएम प्रवाह के अनुरूप बहुत अधिक थी। टीके-3का स्तर समान प्रवाह दर के लिए हर बार समरूप दोहरा नहीं रहा था।

vii) 35228-टीके-3 लेवल ट्रांसमीटर (एलटी) को लाइन में नहीं लिया जा सका क्योंकि इसमें उच्च दबाव हो सकता था और इसे अलग करने के लिए कोई रिमोट आइसोलेटिंग वाल्व प्रदान नहीं किया गया था।

viii) एफएम D_2O पंप संचालन के दौरान कई बार एफटी रूम में संबंधित एफटी पोर्ट पर मामूली D_2O रिसाव देखा गया।

2.2 समाधान

उपरोक्त समस्याओं को हल करने के लिए, एफएचएस डिजाइन समूह के परामर्श से निम्नलिखित संशोधन किए गए।

i) वेयर ड्रेन कैटेनरी में यू-लूप को खत्म करने के लिए एफएम वेयर ड्रेन लाइन, 50-D_2O-3-35228-211 को 800 मिमी नीचे ले जाया गया। ड्रेन ट्रे टीआर-1 से ईपी तक एफएम सेवा क्षेत्र के अंदर पाइप का हिस्सा काटकर लगभग 800 मिमी नीचे ले जाया गया और बेहतर जल निकासी के लिए डाउनस्ट्रीम की ओर ढलान के साथ फिर से लगाया गया. मूल ड्रेन कैटेनरी छोटी लंबाई (लगभग 800 मिमी केवल) की थी और इसमें ड्रेन ट्रे सिलेंडर सीएक्स की अबाधित ऊपर की ओर गति

MV-204/205. The third LS is used for indication when FM is filled after completion of FT operation. A level transmitter, LT-3002, is provided in addition to level switches.

2. Issues encountered during commissioning

Establishment of snout level control is an important activity in commissioning of FM Heads at the first 700 MWe station, KAPS-3, and it has taken significant amount of time in achieving flawless level control. Being a FOAK system and the success of the scheme largely depending on effective venting and draining of FM Head and associated process loops, the commissioning of the system became a challenge due to issues related to sizing and layout of the pipelines and tubing. A lot of experiments and trials were conducted and a number of modifications were carried out in consultation with design group to make the scheme a success. Following are the details of issues encountered, modifications carried out and experiments conducted for establishing snout level control in both FM Heads (North & South) at KAPS-3.

2.1 During the initial commissioning of FM Heads, the following problems were observed in snout weir level control

i) D_2O level monitoring tank, 35228-TK-3 was not getting drained properly due to ineffective venting.

ii) FM Head was not getting vented properly with existing design of respective vent tubing/piping.

iii) There was high variation in TK-3 level, of the order of 100-200 mm as observed in local Level Gauge (installed temporarily for commissioning purpose). It was found difficult to achieve stable level and set the level switches.

iv) There were U-loops observed in weir drain and vent lines and weir drain & Vent catenaries.

v) FM (North) was not draining properly through weir drain lines and there was rise in level in the magazine observed at times.

vi) With provision of local venting arrangement also, there was fluctuation in 35228-TK-3 level corresponding to normal magazine flow of 60 lpm. Level rise in TK-3 was much higher corresponding to 95 lpm flow than design values. TK-3 level was not repeating every time for same flow rates.

vii) 35228-TK-3 level transmitter (LT) could not be taken in line, as it could see higher pressure and no remote isolating valve was provided to isolate.

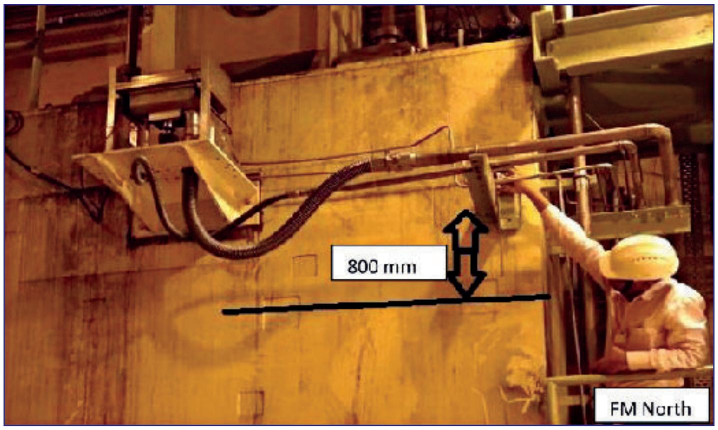
viii) Minor D_2O leakage was observed at the respective FT Port in FT room at times during FM D_2O pump operation.

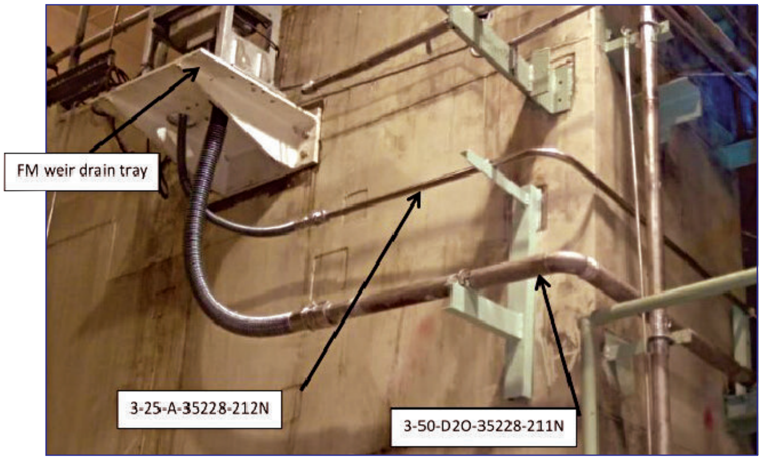
2.2 Solutions

To resolve the above issues, the following modifications were carried out in consultation with FHS design group.

i) FM weir drain line, 50-D_2O-3-35228-211 was taken down by 800 mm to eliminate the U-loop in weir drain catenary. The portion of the pipe inside FM service area from drain tray TR-1 to EP was cut, taken down by about 800 mm and rerouted with slope towards the downstream for better draining. The original drain catenary was of shorter length (about 800 mm only) and was having less flexibility for smooth upward motion of the drain tray cylinder CX. The drain catenary was replaced with

के लिए कम लचीलापन था। ड्रेन कैटेनरी को साइट पर अलग से खरीदे गए 1.5 मीटर लंबे कैटेनरी से बदला गया। लाइन में संशोधन के बाद नया ड्रेन कैटेनरी ड्रेन ट्रे को आगे बढ़ाने पर एक घर्षण रहित डाउनवर्ड कर्व बनाता है और स्नाउट लेवल कंट्रोल के दौरान एफएम हेड की बेहतर निकासी में मदद करता है।





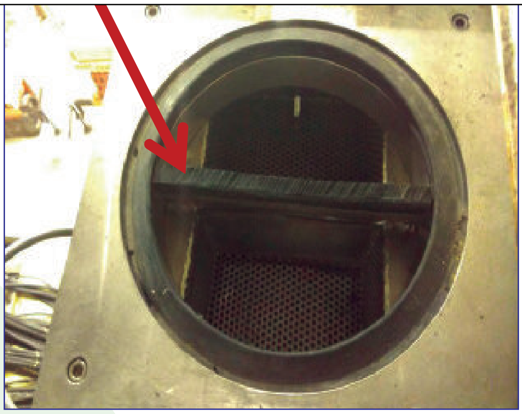
संशोधन से पहले और बाद में एफएम वेयर ड्रेन और वेंट लाइनें

ii) वेयर लाइन वेंट पाइप और लाइन की कैटेनरी, 25-D_2O/ए-3-3-35228-212 को ड्रेन ट्रे टीआर-1 के बाद वेंट कैटेनरी में यू-लूप को हटाने के लिए काट कर छोटा किया गया। स्नाउट स्तर नियंत्रण के दौरान एफएम हेड के प्रभावी वेंटिंग के लिए कैटेनरी में यू-लूप को हटाने के लिए एफएम सेवा क्षेत्र के अंदर नाली ट्रे के बाद वेंट पाइप और कैटेनरी की लंबाई को फिर से समायोजित किया गया।

iii) वेंट लाइन में वाल्व एमवी-208 (डिएस) (उत्तर), 25- D_2O/A-3-35228-212, जो एफएमएसए के बाहर था उसे यू लूप को हटाने के लिए स्थानांतरित किया गया। हालाँकि अभी भी वेंट लाइन में झुकाव की समस्या थी, जिसके परिणामस्वरूप पानी जमा हो रहा था। उपरोक्त को देखते हुए, ड्रेन ट्रे वेंट होज़ से पूरी लाइन, 25-D_2O/A-35228-212 को उत्तर की ओर एफएम D_2O टैंक वेंट लाइन तक 25 मिमी के ट्यूब से बदल दिया गया। दक्षिण की ओर, एफएमएसए (दक्षिण) के बाहर निकासी ट्रे से डीएस (दक्षिण) वाल्व तक की वेंट लाइन को 25 मिमी के ट्यूब से बदल दिया गया और यू-लूप को खत्म करने के लिए बेहतर लेआउट प्रदान किया गया। संशोधित लाइन द्वारा एफ़एम मैगज़ीन और टीके-3 की वेंटिंग में काफी सुधार हुआ है।

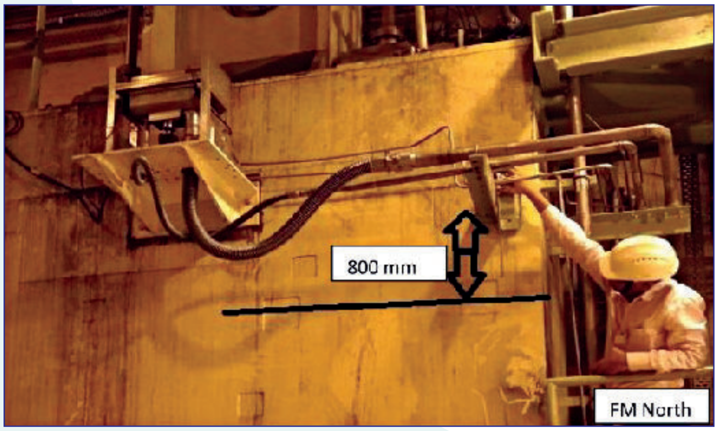
iv) एफएम मैगज़ीन वेंट लाइन, 12T-D_2O-0-35228-218 (डीवी1/डीवी2 लाइन) को 20 मिमी ट्यूब से बदल दिया गया। यू-लूप, बेंड्स और स्लोपिंग को खत्म करने के लिए इस लाइन को लगभग सीधी रेखा में एफएम हेड पर फिर से रूट किया गया। पहले, वेंट लाइन में 12 मिमी ट्यूबिंग को अन्य वेंट टेपिंग और अन्य मोड़ और ढलानों के साथ जोड़कर देखा गया, परिणाम स्वरूप पानी जमा हो रहा था और एफएम मैगजीन और टीके-3 से प्रभावी वेंटिंग रुक रहा था। संशोधित लाइन ने टीके-3 में उच्च स्तर के उतार-चढ़ाव को खत्म करने में मदद की और बेहतर वेंटिंग देखी गयी।

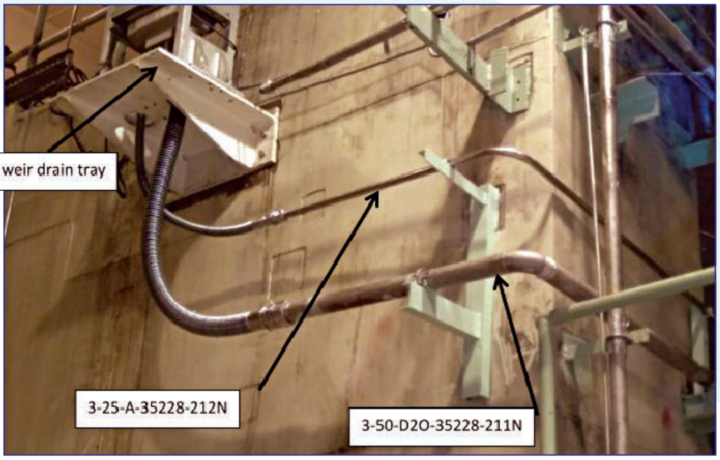
नाली और वेंट कम्पार्टमेन्ट्स के बीच सीलिंग प्रदान की गई



वेयर ड्रेन ट्रे के कम्पार्टमेंट की सीलिंग

a longer catenary of 1.5m length separately procured by site. The new drain catenary after modification of the line forms a smooth downward curve when the drain tray is advanced and helps in better draining of FM Head during snout level control.





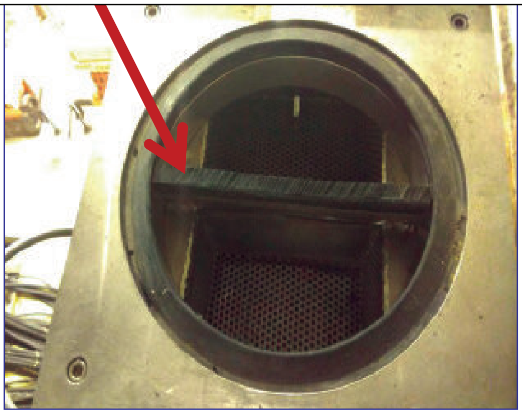
FM weir drain and vent lines before and after the modification

ii) Weir line vent pipe and catenary of line, 25-D_2O/A-3-35228-212 after drain tray TR-1 were cut short to remove U-loop invent catenary. The length of vent pipe and catenary after drain tray inside FM service area were readjusted to remove U-loop in the catenary for effective venting of FM Head during snout level control.

iii) Valve MV-208 (DS) (North) in vent line, 25-D_2O/A-3-35228-212 outside FMSA was relocated to remove the U-loop. However, there was still inclination problem in vent line, resulting in water accumulation. In view of the above, the complete line, 25-D_2O/A-35228-212 from drain tray vent hose was replaced with 25 mm tube up to FM D_2O tank vent line on North side. On South side, the vent line from drain tray to DS (South) valve outside FMSA (South) was replaced with 25 mm tube and provided with better layout to eliminate U-loops. The modified line has helped in improving the venting of FM magazine and TK-3 significantly.

iv) FM magazine vent line, 12T-D_2O-0-35228-218 (DV1/DV2 line) was replaced with a 20 mm tube. The line was re-routed on FM Head almost in a straight line to eliminate U-loop, bends and slopping. Earlier, 12 mm tubing with a number of other vent tapings and several bends and slopes in the vent line resulted in water accumulation and prevented effective venting of the FM magazine and TK-3. The modified line helped in eliminating high-level fluctuations in Tk-3, and improved venting was observed.

Sealing between drain and vent compartments provided



Weir drain tray compartments sealing

v) वेयर ड्रेन ट्रे को संशोधित कर ड्रेन और वेंट कम्पार्टमेंट में विभाजित किया गया और उनके बीच रबर सीलिंग लगाई गयी। पहले दोनों कम्पार्टमेंट संचार में थे, और D_2O निकास मार्ग को बाधित करते हुए निकास की तरफ से वेंट की तरफ प्रवेश करता था। संशोधन द्वारा वेंट लाइन में D_2O के प्रवेश को समाप्त कर दिया गया और वेंटिंग को बेहतर बनाया गया।

vi) एफ़एम D_2O लेवल मॉनिटरिंग टैंक, 35228-टीके-3 ड्रेन लाइन (डीटी1/डीटी2 लाइन), 12T-D_2O-0-35228-217 से एफएम मैगज़ीन तक को 20मिमी ट्यूब से बदला गया। 20T लाइन लगभग सीधे रास्ते में जुड़ी हुई थी और वक्र रुटिंग को हटा दिया गया। इससे एफएम मैगजीन स्तर के संबंध में टीके-3 को बेहतर निकास/भराव में मदद मिली।

vii) एफएम हेड पर टीके-3 लेवल ट्रांसमीटर (एलटी) के लिए ब्रैकेट के साथ एक अतिरिक्त सोलनॉइड वाल्व (एसवी) स्थापित किया गया है। एसवी को एमसीआर से संचालित करने योग्य बनाया गया, पहले एलटी को लाइन में नहीं लिया जा सकता था क्योंकि इसमें एफएम से अधिक दबाव होता, जिससे यह क्षतिग्रस्त हो सकता है क्योंकि इसे बहुत कम दबाव (लगभग 1 पीएसआईडी) की स्थिति के लिए डिज़ाइन किया गया है। एसवी के प्रावधान के साथ, एफएम मैगजीन के दबाव को कम करने के बाद एलटी को लाइन में लिया जा सका।

viii) स्नाउट स्तर नियंत्रण के प्रारंभिक चरणों के दौरान, स्तर निगरानी टैंक टीके-3 ठीक से ख़ाली नहीं हो रहा था और स्तर में उच्च उतार-चढ़ाव देखा गया था। इस मुद्दे को हल करने के लिए, टीके-3 में बेहतर निकास और स्थिर स्तर प्राप्त करने के लिए शुरु में एक स्थानीय वेंट वाल्व लगाया गया। 35228-टीके-3 वेंट लाइन 20T-A/D_2O-0-35228-L-216 के अपने सबसे ऊपरी हिस्से में, स्थानीय वेंटिंग के लिए बॉल वाल्व के साथ 20मिमी लाइन से जोड़ा गया। साथ ही 35228-टीके-3 वेंट (20 मिमी ट्यूब) को वेंट लाइन 20T-A/D_2O-0-35228-L-216 से डिस्कनेक्ट किया गया। स्थानीय वेंटिंग प्रावधान और वेंट लाइन L-216 से कनेक्शन हटाने के बाद टीके-3 में स्तर में उतार-चढ़ाव काफी कम हो गया। हालांकि, 35228-टीई-3001 के माध्यम से एफएम मैगजीन वेंटिंग प्रावधान लागू होने के बाद में स्थानिक वेंट व्यवस्था को हटा दिया गया।

ix) स्नाउट स्तर नियंत्रण की प्रक्रिया के दौरान, यह देखा गया कि वेयर ड्रेन लाइन का प्रवाह कम हो रहा था, जिससे 60 एलपीएम प्रवाह के साथ एफएम मैगजीन स्तर में वृद्धि हो रही थी। वेयर ड्रेन लाइन वाल्व डीडब्ल्यू3 (उत्तर) और एफ़टी-3001 (उत्तर और दक्षिण) को हटा दिया गया और बाहरी वस्तुओं की पहचान के लिए जांचा गया। फ्लो ट्रांसमीटर से चिपकने वाले टेप, धातु के तार, तार और डीडब्ल्यू 3 (उत्तर) से छोटे टेप पाए गए। इन सामग्री के कारण लाइन में प्रवाह को आंशिक रूप से अवरुद्ध हो गया था। एफ़टी-3001 को बाद में वेयर ड्रेन लाइन में 40एनबी पाइप स्पूल पीस से बदल दिया गया ताकि लाइन की ड्रेनिंग क्षमता बढ़ाई जा सके, क्योंकि एफ़टी-3001 की आईडी लगभग 20 मिमी ही है। हालाँकि एफ़टी-3001 को डिज़ाइन समूह के परामर्श से वापस सामान्य कर दिया गया और बाद में वेयर ड्रेन लाइन में एफ़टी स्थापित करके एफएम स्नाउट स्तर की जाँच की गई। यह देखा गया कि स्नाउट स्तर की जांच के दौरान एफ़टी-3001, 95 एलपीएम तक प्रवाह दर को संभालने में सक्षम था।

x) स्नाउट स्तर नियंत्रण प्रक्रिया के दौरान, एफटी रूम में कुछ D_2O छलकाव को संबंधित पक्ष एफटी पोर्ट से देखा गया था। यह जाँच की गयी कि D_2O, 20T-D_2O-3-35228-224 लाइन के माध्यम से एफ़टी पोर्ट पर आ रहा था, जब डीएक्स वाल्व खुला और एफएम D_2O पंप, एफएम D_2O टैंक से पीएचटी स्टोरेज टैंक तक D_2O पंप कर रहा था। यह विश्लेषण किया गया कि जब एफएम D_2O पंप लगभग 17-18kg/cm^2 के डिस्चार्ज प्रेशर के साथ चल रहा था, तो इसने वेयर ड्रेन

v) Weir drain tray was modified with partition for both drain and vent compartments and rubbersealing was provided between them. Earlier, both compartments were in communication and D_2O used to ingress from drain side to vent side, obstructing the vent path. The modification eliminated the ingress of D_2O into vent line and helped in better venting.

vi) FM D_2O level monitoring tank, 35228-TK-3 drain line (DT1/DT2 line), 12T-D_2O-0-35228-217 to FM magazine was replaced by a 20-mm tube. The 20T line was connected almost in a straight path and zigzag routings were removed. This helped in better draining/filling of TK-3 with respect to FM magazine level.

vii) One additional solenoid valve (SV) with bracket for TK-3 Level Transmitter (LT) is installed on FM Head. The SV was made operable from MCR. Earlier, the LT could not be taken in line, as it would see higher pressure from FM and may get damaged, as it is designed for very low-pressure (about 1 psid) conditions. With the provision of SV, the LT could be taken in line after FM magazine pressure reduced to low pressure.

viii) During the initial stages of snout level control, level monitoring tank TK-3 was not draining properly and high fluctuation in level was observed. To resolve this issue, one local vent valve was initially provided for better venting and achieving stable level in TK-3. The 35228-TK-3 vent line 20T-A/D2O-0-35228-L-216 at its topmost portion, was connected to a 20 mm line with ball valve for local venting. Also, 35228-TK-3 vent (20 mm tube) was disconnected from vent line 20T-A/D2O-0-35228-L-216. The level fluctuation in TK-3 was reduced considerably after local venting provision and disconnection from vent line L-216. However, the local vent arrangement was removed later after the FM magazine venting provision was implemented through 35228-TE-3001 opening.

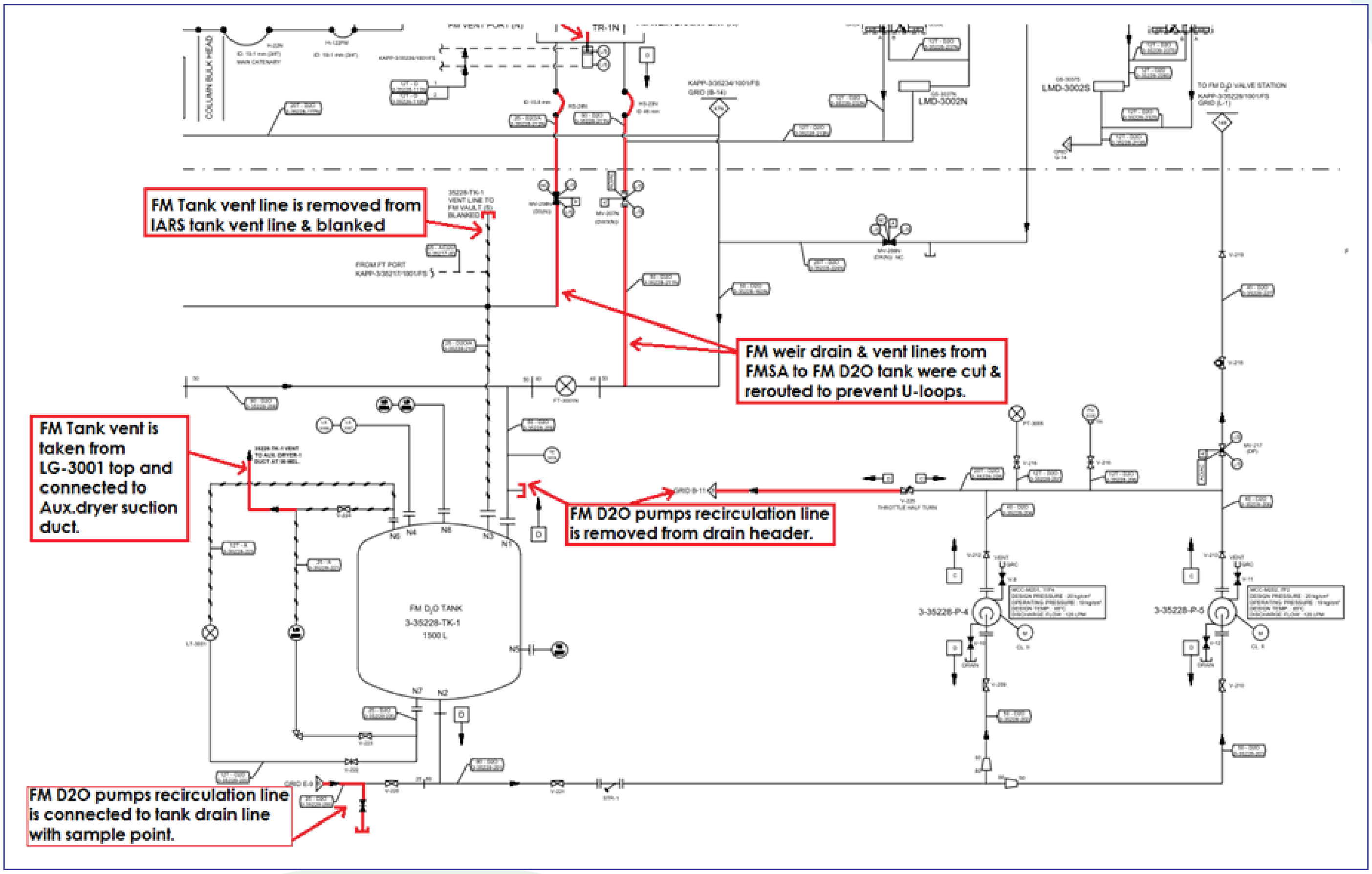
ix) During the process of snout level control, it was observed that weir drain line flow was getting reduced, leading to increase in FM magazine level with 60 lpm flow. Weir drain line valve DW3 (North) and FT-3001 (North & South) were removed and inspected for foreign materials. Sticking tapes, metal coils, and wires were found from Flow Transmitter and small tapes from DW3 (North). The materials caused partial blocking of flow in the line. FT-3001 was later replaced by a 40 NB pipe spool piece in weir drain line to increase the draining capacity of the line as ID of FT-3001 is about 20 mm only. However, FT-3001 has been normalised back in consultation with design group and FM snout level checks were carried out later on with FT installed in weir drain line. It was observed that FT-3001 was able to handle a flow rate of up to 95 lpm during snout level checks.

x) During the process of snout level control, some D_2O spillage in FT room was noticed from the respective side FT Port. It was checked that D_2O was coming through the line 20T-D_2O-3-35228-224 to FT Port when DX valve was open and FM D_2O pump was pumping out D_2O from FM D_2O

लाइन, 50-D2O-3-35228-209 पर पंप रीसर्क्युलेशन लाइन, 20T-D2O-3-35228-226 के माध्यम से बैक प्रेशर उत्पन्न किया। बैक प्रेशर द्वारा एफएम वेयर ड्रेन फ्लो थ्रू लाइन, 50-D2O-3-35228-211 के लिए प्रतिरोध निर्माण हुआ। चूंकि लाइनें 35228-L-211, 35228-L-163, और 35228-L-224 एक साथ जुड़ी हुई हैं इसलिए वेयर ड्रेन प्रवाह में उत्पन्न हुए प्रतिरोध के कारण ड्रेन लाइन 3-35228-163 से कुछ D2O प्रवेश कर गया, जो कि डीएक्स लाइन 3-35228-224 तक और फिर न्यूनतम प्रतिरोध के मार्ग का अनुसरण करते हुए FT पोर्ट तक पहुंच गया।

इस समस्या को हल करने के लिए, एफएम रीसर्क्युलेशन अन्य एफएम D2O टैंक टॉप फ्लेंजेस से नहीं जोड़ा जा सका। इसके बाद यह निर्णय लिया गया कि पंप रीसर्क्युलेशन लाइन 20T-D2O-3-35228-226 को एफएम D2O टैंक ड्रेन लाइन, 25-D2O-3-35228-200 से ड्रेनिंग/सैंपलिंग के प्रावधान के साथ जोड़ा जाए। इस संशोधन के साथ, D2O की डीएक्स लाइन, 20T-D2O-3-35228-224 के माध्यम से एफ़टी पोर्ट से निकलने की संभावना समाप्त हो गई।

xi) वेयर लेवल कंट्रोल के लिए एफएम हेड के वेंटिंग के दौरान फएम D_2O टैंक की अपर्याप्त वेंटिंग देखी गई। डिजाइन अनुसार, एफएम D_2O टैंक वेंट लाइन, 25-D_2O/A-3-3-3-35228-210 को आईएआरएस टैंक



एफएम D_2O टैंक वेंट लाइन और एफएम वेयर ड्रेन और वेंट लाइन में संशोधन

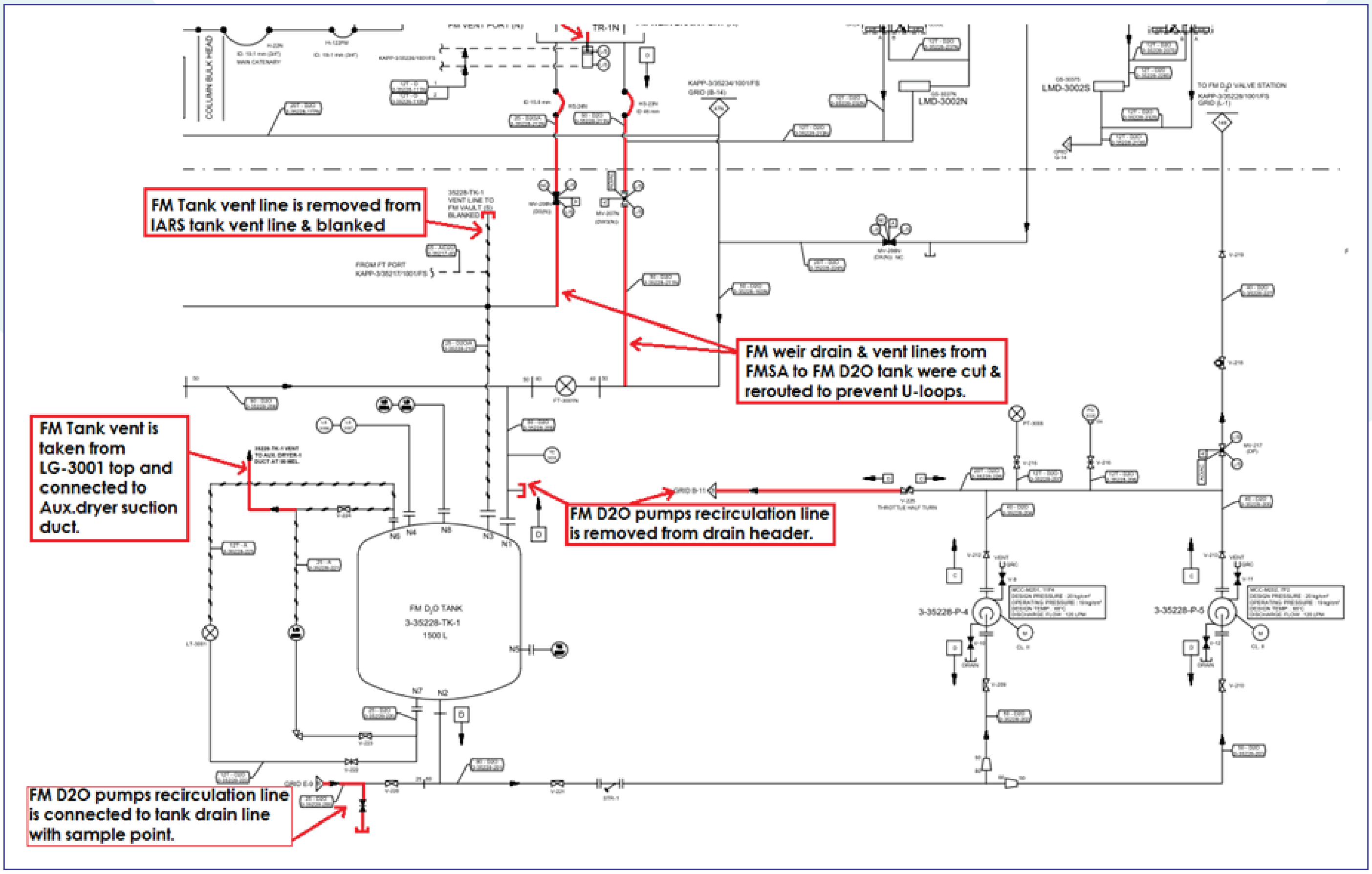
लाइन, 20T-D2O-3-35228-226 को एफएम D2O टैंक लाइन, 50-D2O-3-35228-209 से अलग करने का निर्णय लिया गया। हालाँकि, आवश्यक निकासी स्थान की अनुपलब्धता के कारण पंप रीसर्क्युलेशन लाइन को किसी

लाइन से जोड़ा गया था और 115 मीटर EL पर एफएम वॉल्ट ड्रायर डक्ट के लिए सिंगल लाइन के रूप में किया। लंबी क्षैतिज दूरी और वेंट लाइन में मोड़ और ढलानों की संख्या के अनुरूप, एफएम D_2O टैंक का वेंटिंग अपर्याप्त

Tank to PHT storage tank. It was analysed that when FM D_2O pump was running with discharge pressure of about 17-18 kg/cm^2, it generated back pressure on the weir drain line, 50-D_2O-3-35228-209 through pump recirculation line, 20T-D_2O-3-35228-226. The back pressure created resistance to FM weir drain flow through line, 50-D_2O-3-35228-211. As the lines 35228-L-211, 35228-L-163, and 35228-L-224 are connected together, the resistance created to weir drain flow had led to some D_2O ingress from drain line, 3-35228-163 to DX line 3-35228-224 and then to FT Port, following the path of least resistance.

other FM D_2O Tank top flanges due to unavailability of the required opening space. It was then decided to connect the pumps recirculation line 20T-D_2O-3-35228-226 to FM D_2O Tank drain line, 25-D_2O-3-35228-200 with a provision for draining/sampling. With this modification, the possibility of D_2O escape to FT Port through DX line, 20T-D_2O-3-35228-224 was eliminated.

xi) Inadequate venting of FM D_2O Tank was observed during the venting of FM Head for weir level control. As per design, the FM D_2O Tank vent line, 25-D_2O/A-3-35228-210 was



Modifications in FM D_2O tank vent line and FM Weir drain and vent lines

To resolve the issue, it was decided to isolate the FM D_2O pumps recirculation line, 20T-D_2O-3-35228-226 from FM D_2O Tank line, 50-D_2O-3-35228-209. However, the pump recirculation line could not be connected to any

connected to IARS Tank vent line and routed as a single line to FM Vault dryer duct at 115 m El. With long horizontal runs and a number of bends and slopes in the vent line, the venting of FM D_2O Tank was observed to be insufficient.

पाया गया। एफएम टैंक लेवल गेज (एलजी) टॉप ओपनिंग पर लोकल वेंटिंग करके इसकी पुष्टि की गई और एफएम वेयर लेवल ऑपरेशन के दौरान हवा का प्रवाह देखा गया। टैंक के स्थानीय निकास के बाद एफएम हेड और एफएम टैंक की वेंटिंग में सुधार किया गया।

एफ़एम D_2O टैंक की निकास में सुधार के लिए, टैंक की वेंट लाइन को आईएआरएस टैंक वेंट लाइन से हटा दिया गया और एफएचएस डिज़ाइन समूह के परामर्श से उसे स्वतंत्र रूप से एफ़एम वॉल्ट (दक्षिण) में रूट किया गया। हालांकि सभी एफएम वॉल्ट पंखे काम कर रहे थे, एफएम वाल्ट क्षेत्र में लंबी पाइप रूटिंग और हवा के दबाव की स्थिति के कारण एफएम वेयर स्तर की स्थिति के दौरान एफएम D_2O टैंक की निकासी में उल्लेखनीय सुधार नहीं हुआ। इस समस्या को हल करने के लिए, एफएम D_2O टैंक की वेंट लाइन को 91.7 m EL से सीधे निकटतम लो एन्थैल्पी एरिया ड्रायर सक्शन डक्ट में रूट किया गया। इससे एफएम टैंक के खाली होने में एफएम वेयर लेवल प्रचालन से मदद मिली।

2.3 एफएम स्नाउट वेयर स्तर नियंत्रण के लिए विभिन्न स्थितियों में प्रचालन

(ए) एफएम (उत्तर) उपरोक्त परिवर्तनों के साथ स्नाउट वेयर स्तर नियंत्रण

इस कोन्फ़िगेरेशन में, प्रत्येक लाइन संशोधन के बाद कई बार स्नाउट वेयर स्तर की जाँच की गयी। प्रत्येक परीक्षण में अवलोकन के आधार पर, आगे के विश्लेषण और संशोधन किए गए। उपरोक्त सभी संशोधनों के साथ, स्नाउट वेयर स्तर नियंत्रण अवधि के दौरान खुले स्थानीय वेंट वाल्व (टीके-3 से ऊपर) के साथ स्नाउट वेयर स्तर की जांच की गयी और तुलनात्मक रूप से बेहतर परिणाम प्राप्त हुए।

यह देखा गया कि एफएम (उत्तर) स्नाउट स्तर 60 एलपीएम प्रवाह पर लगभग स्थिर था। एलएमडी-3002 और एफटी पोर्ट से 60 एलपीएम और 95 एलपीएम मैगज़ीन प्रवाह में D_2O का कोई अतिप्रवाह नहीं था। बॉल वॉल्व सीसी खोलने और स्नाउट से स्नाउट प्लग हटाने के बाद यह जांच की गयी कि एफटी रूम में D_2O से एफटी पोर्ट में कोई छलकाव नहीं था। टीके-3 लेवल इंडिकेशन में खुली स्थिति में लोकल वेंट वाल्व के साथ लोकल एलजी और एलटी में मामूली उतार-चढ़ाव था। स्नाउट लेवल और वियर ओवरफ्लो लेवल स्विच की सेटिंग की गयी।

हालांकि यह देखा गया कि 95 एलपीएम मैगजीन प्रवाह में, टीके-3 में स्तर वृद्धि 7-10 मिमी के अपेक्षित मूल्य से अधिक (लगभग 60-70 मिमी) थी। मैगजीन का स्तर अपेक्षित मूल्य के अनुसार था और D_2O एफटी की ओर नहीं छलक रहा था। यह देखा गया कि टीके-3 का स्तर उच्च प्रवाह पर मैगजीन के स्तर से मेल नहीं खा रहा था।

(बी) टीई-3001 ओपनिंग के माध्यम से एफएम हेड वेंटिंग के साथ स्नाउट वेयर लेवल कंट्रोल

प्रयोग के दौरान डीवी लाइनों को खोलने के दौरान, यह देखा गया कि वेंट लाइनों में कुछ पानी जमा हो रहा था और आशंका थी कि यह एफएम रिटर्न लाइन से गुजरने के कारण हुआ था। एफएम (उत्तर) में वेंटिंग प्रभाव को और बेहतर बनाने के लिए, मौजूदा एफएम वेंट लाइन को मैगजीन रिटर्न लाइन से अलग करने के बारे में विचार किया गया। यह मैगजीन 35228-टीई-3001 के शीर्ष पर एक तापमान तत्व को हटाने और इसके निकास का उपयोग डीवी लाइन के साथ वेंट लाइन के रूप में करने का प्रस्ताव दिया गया। इस प्रस्ताव पर डिजाइन समूह के साथ चर्चा की गई और इसे प्रायोगिक आधार पर लागू किया गया।

xii) 35228-TE-3001 (उत्तर) को हटा दिया गया और एफ़एम मैगजीन के समर्पित वेंटिंग के लिए डीवी1/डीवी2 लाइन को पॉइंट से जोड़ा गया। डीवी लाइन का एक टैप-ऑफ, 35228-L-218 टीके-3 वेंट से जोड़ा गया, जो वेंट लाइन, 35228-L-216 से जुड़ा था जैसा कि पहले

This was confirmed by providing local venting at FM Tank Level Gauge (LG) top opening and air movement was noticed during FM weir level operation. Venting of FM Head and FM Tank were improved after local venting of the tank.

To improve the venting of FM D_2O tank, the vent line of tank was removed from IARS tank vent line and routed independently to FM vault (South) in consultation with the FHS design group. However with all FM vault fans operating, the venting of FM D_2O tank was not improved significantly during FM weir level condition due to long pipe routing and air pressure condition in FM vault area. To resolve the problem, the vent line of FM D_2O tank was routed directly to nearest low enthalpy area dryer suction duct from 91.7 m EL. This significantly helped in venting of FM tank FM weir level operation.

2.3 Operation in various conditions for FM snout weir level control

(A) FM (North) snout weir level control with the above modifications

In this configuration, snout weir level checks were carried out a number of times and after each line modification. Based on observation in each trial, further analysis and modifications were carried out. With all the above modifications, snout weir level checks were carried out with local vent valve (above TK-3) open during level control period and comparatively better results were obtained.

It was observed that FM (North) snout level was almost stable at 60 lpm flow. There was no overflow of D_2O in LMD-3002 and from FT Port at 60 lpm and 95 lpm magazine flow. It was checked that there was no spillage of D_2O to FT Port in FT room after opening of ball valve CC and removing snout plug from snout. The TK-3 level indication was having minor fluctuations in local LG and LT with local vent valve in open condition. Snout level and weir overflow level switch setting was carried out.

However, it was seen that at 95 lpm magazine flow, level rise in TK-3 was more (about 60-70 mm) than the expected value of 7-10 mm. The level in the magazine was as per expected value and D_2O was not spilling over to FT side. It was observed that the level in TK-3 was not matching with level in the magazine at higher flows.

(B) Snout weir level control with FM Head venting through TE-3001 opening

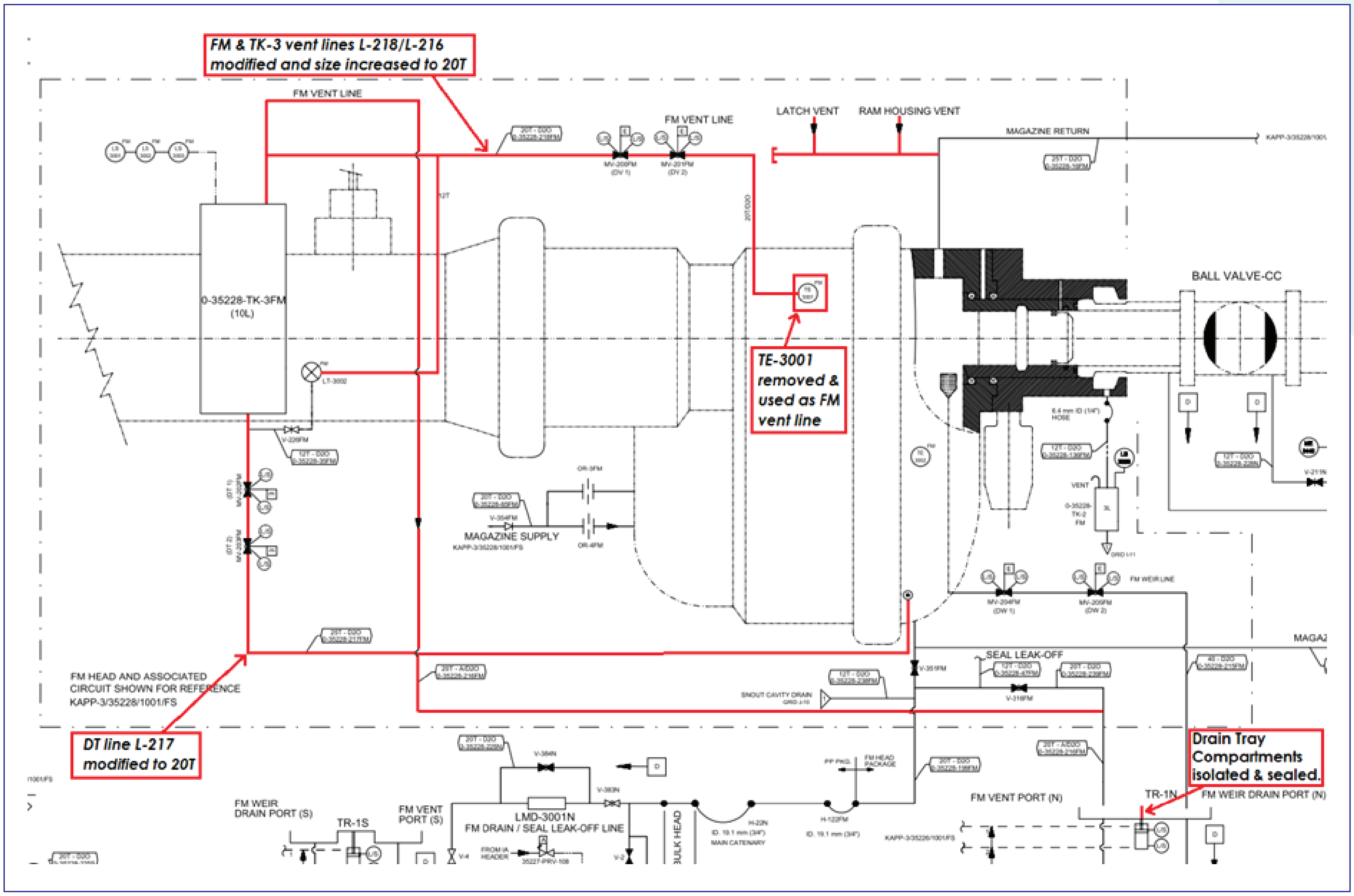
During opening of DV lines during the experiment, it was observed that there was some water accumulation in vent lines and it was suspected that this was due to passing from FM return line. To further improve the venting effect in FM (North), it was thought to separate the existing FM vent line from magazine return line. It was proposed to remove one temperature element at top of the magazine 35228-TE-3001 and use its opening as vent line with DV line. The proposal was discussed with the design group and it was implemented on experimental basis.

xii) 35228-TE-3001 (North) was removed and the point was connected to DV1/DV2 line for dedicated venting of FM magazine. A tap-off of DV line 35228-L-218 was connected to TK-3 vent and was connected to vent line 35228-L-216 as

रखा गया था। डीवी लाइन को एफएम रिटर्न लाइन, 35228-L-16 से काट दिया गया, जो एफएम रिटर्न लाइन 35228-एल-16 से केवल रैम असेंबली वेंट जुड़े थे। इस कॉन्फ़िगरेशन के साथ, एफएम (उत्तर) स्नाउट वेयर स्तर नियंत्रण की फिर से जाँच की गयी। यह देखा गया कि स्नाउट का स्तर पहले के सेट-अप की तुलना में तेजी से दिखाई दे रहा था और एलएस फीड बैक आने

(सी): रैम असेंबली वेंट लाइन के माध्यम से एफएम हेड वेंटिंग के साथ स्नाउट वेयर स्तर नियंत्रण

सेट-बी में, मैगजीन वेंट लाइन के रूप में इसके निकास का उपयोग करने के लिए एक तापमान तत्व को हमेशा के लिए हटाना आवश्यक था। अन्य व्यवहार्य विकल्प खोजने और 35228-TE-3001 को बनाए रखने के लिए,



एफ़एम हेड ड्रेन और वेंट सर्किट में परिवर्तन

के साथ स्थिर बना हुआ था। सबसे महत्वपूर्ण अवलोकन यह था कि टीके-3 के ऊपर स्थानिक वेंट वाल्व को खोले बिना स्तर नियंत्रण किया गया। यह प्रचालन दो बार दोहराया गया और इसी तरह के परिणाम देखे गए। साथ ही 95 एलपीएम प्रवाह के अनुरूप टीके-3 में स्तर वृद्धि उपरोक्त कॉन्फ़िगरेशन सेट-ए की तुलना में बहुत कम थी और अपेक्षित मान के समरूप रही।

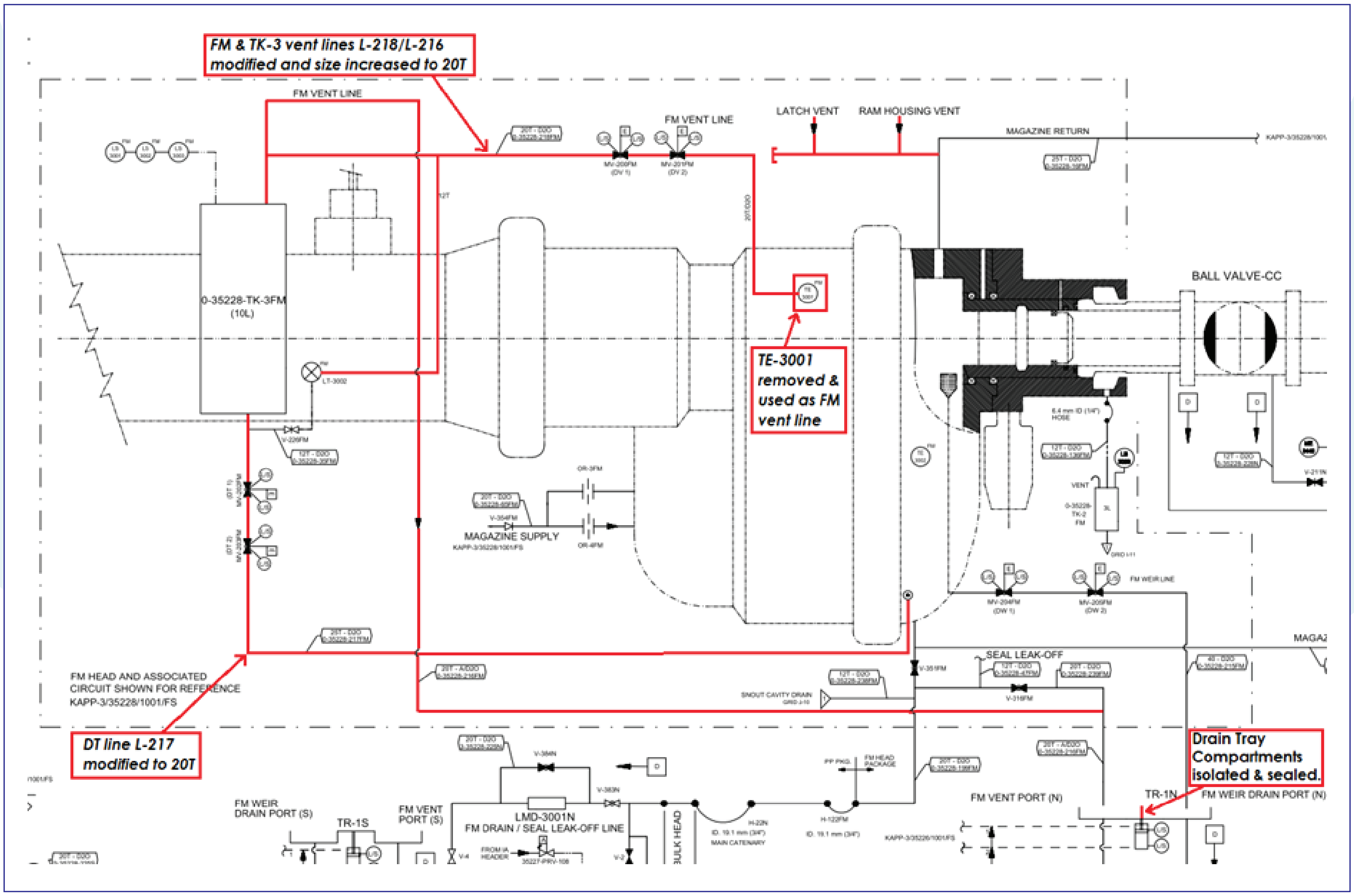
यह सुझाव दिया गया कि रैम असेंबली नोजल कनेक्टर 12T-35228-L-33 के वेंट लाइन को डीवी लाइन से जोड़ा जाना चाहिए और मौजूदा डीवी लाइन को एफएम रिटर्न लाइन से डिस्कनेक्ट किया जाना चाहिए। अन्य रैम असेंबली वेंट कनेक्शन मैगजीन रिटर्न लाइन से जुड़े रहने चाहिए।

kept earlier. The DV line was disconnected from FM return line 35228-L-16. Only Ram assembly vents were connected to FM return line 35228-L-16.

With this configuration, FM (North) snout weir level control was checked again. It was observed that snout level was appearing faster than the earlier set up and was remaining stable with Ls feedback

(C) Snout weir level control with FM Head venting through Ram Assembly vent line:

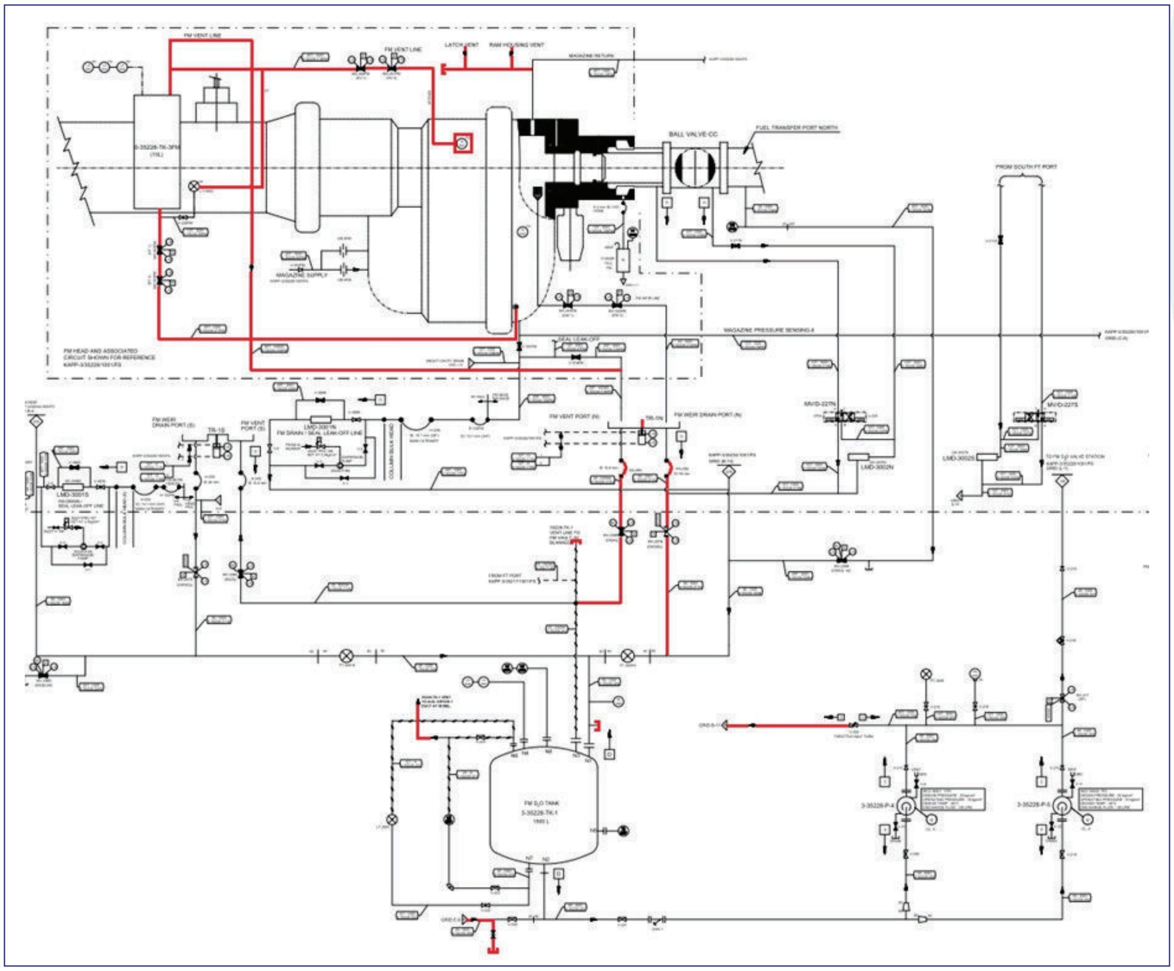
In Set-B, one temperature element was required to be removed forever for using its opening as magazine vent line. In order to find other viable alternative and to retain 35228-TE-3001, it was suggested that the vent line of Ram assembly nozzle connector 12T-35228-L-33 should be



Modifications in FM Head drain and vent circuit

coming. The most important observation was that level control was done without opening the local vent valve above TK 3. The operations were repeated twice and similar results were observed. Also, level rise in TK 3 corresponding to 95 lpm flow was much less as compared to configuration Set-A above and was similar to expected value.

connected to DV line and existing DV line should be disconnected from FM return line. Other Ram assembly vent connections should remain connected to magazine return line. The proposed configuration was implemented in FM (North) and weir level checks were carried out again. It was observed that the FM was taking

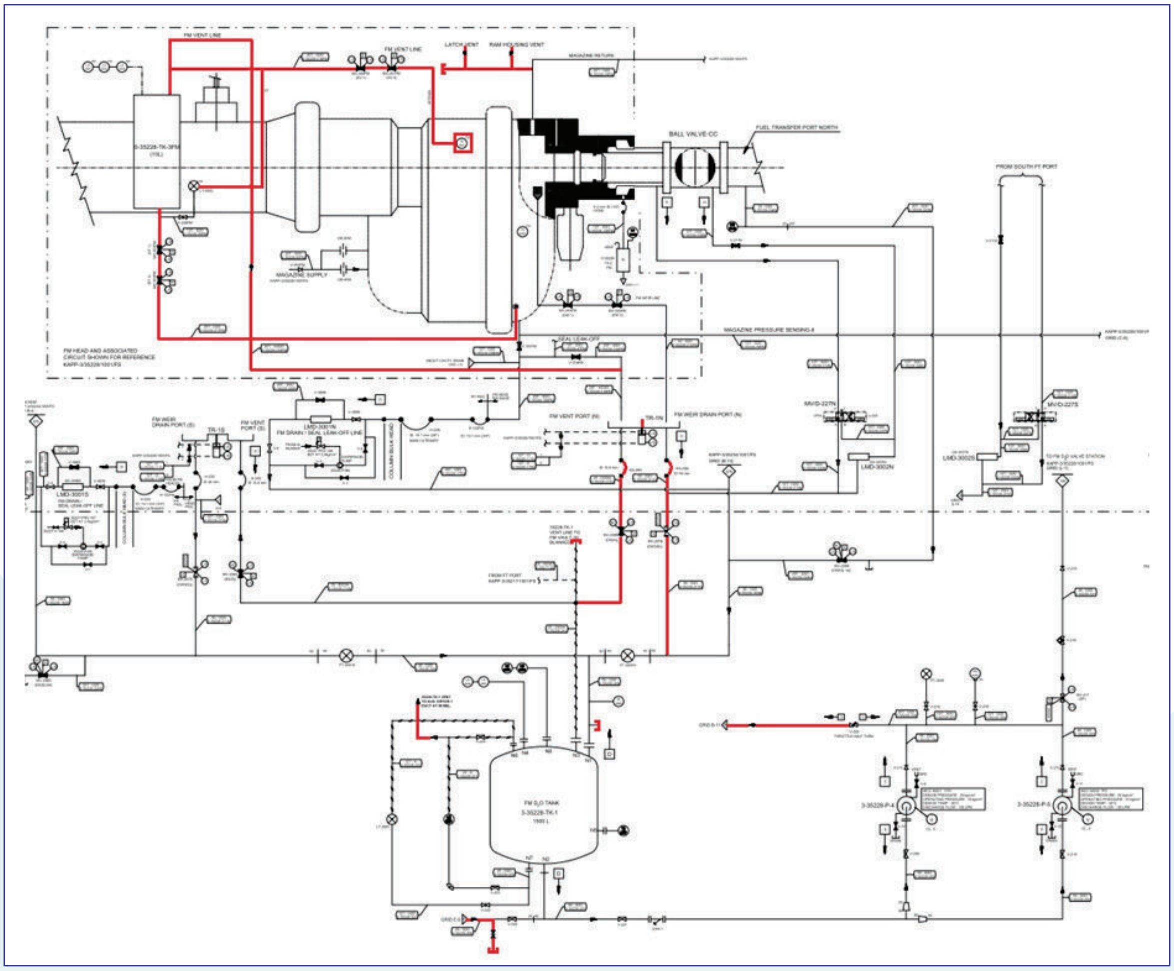


एफ़एम हेड ड्रेन और वेंट सर्किट का परिवर्तित डिजाइन

प्रस्तावित कॉन्फ़िगरेशन एफएम (उत्तर) में लागू किया गया और वेयर स्तर की जांच फिर से की गयी। यह देखा गया कि एफएम को वेंटिंग अधिक समय लग रहा था और टीके-3 स्तर के संकेत हर बार 20 मिनट के बाद भी नहीं आ रहे थे। इस परीक्षण के दौरान टीके-3 के ऊपर स्थानिक वेंट वाल्व को बंद रखा गया था। यह प्रचालन दो बार किए गए और समान परिणाम देखने को मिले। यह देखा गया कि नोजल कनेक्टर वेंट लाइन के माध्यम से एफएम वेंटिंग प्रभावी नहीं थी क्योंकि यह निकास छोटे आकार (6 मिमी) का है।

2.4 एफएम (उत्तर) स्नाउट वेयर लेवल कंट्रोल स्थापित करने के प्रयोगों के उपरोक्त तीन सेटों में, यह देखा गया कि 35228-टीई-3001 निकास का उपयोग करने वाली एफएम वेंट लाइन वेंटिंग के लिए सबसे प्रभावी थी। 35228-टीके-3 का स्तर निरंतर स्थिर रहा और लेवल स्विच भी अपेक्षित दिखाई दे रहे थे। इस सेट अप को टीके-3 के ऊपर स्थानिक वेंट वाल्व के उपयोग की भी आवश्यकता नहीं थी। 95 एलपीएम प्रवाह के लिए टीके-3 के स्तर में वृद्धि भी अन्य संयोजनों की तुलना में और अपेक्षित मूल्य के अनुसार कम थी।

उपरोक्त के मद्देनजर, एफएम वेंट लाइन के रूप में टीई-3001 निकास के उपयोग के प्रस्ताव को लागू करने के लिए डिजाइन समूह के साथ विस्तार से चर्चा की गयी। सामान्य और वेयर स्तर की स्थितियों के दौरान एफएम मैगजीन हाउसिंग के तापमान माप के लिए, अन्य दो तापमान तत्व 35228-टीई-3002 और टीई-3004 उपलब्ध हैं। इसलिए, टॉप टीई-3001 को हटाने से सुरक्षा पर कोई असर नहीं पड़ेगा। एफएचएस डिजाइन समूह ने उपरोक्त की पूरी तरह से समीक्षा की और कार्यान्वयन के प्रस्ताव पर सहमति व्यक्त की।



Modified drawing of FM Head drain and vent circuit

longer time to vent and TK-3 level indications were not coming every time even after 20 minutes. The local vent valve above TK-3 was kept closed during this test. The operations were done two times and similar results were found. It was observed that FM venting through nozzle connector vent line was not effective, as this opening is of smaller size (6 mm).

2.4 From the above three sets of experiments for establishing FM (North) snout weir level control, it was observed that FM vent line using 35228-TE-3001 opening was most effective for venting. The 35228-TK-3 level was remaining stable and level switches were appearing as desired. This setup also did not require the use of the local vent valve above TK-3. The rise in level in TK-3 for 95 lpm flow was also small compared to other combinations and as per expected value.

In view of the above, it was discussed in detail with the design group to implement the proposal for use of TE-3001 opening as FM vent line. For temperature measurement of FM magazine housing during normal and weir level conditions, other two temperature elements, 35228-TE-3002 and TE-3004, are available. Therefore, the removal of top TE-3001 will not affect safety. The FHS design group reviewed the above thoroughly and concurred with the proposal for implementation.

The final modification (point no. xii above at 2.3 Set-B) was implemented in FM (North). Local vent valve on TK-3 was removed as recommended by the design group.

अंतिम संशोधन (2.3 सेट-बी पर बिंदु संख्या-xii ऊपर) एफएम (उत्तर) में लागू किया गया। डिज़ाइन समूह द्वारा अनुशंसित टीके-3 पर स्थानीय वेंट वाल्व को हटा दिया गया। एफएम (दक्षिण) में उपरोक्त सभी संशोधनों को लागू किया गया। नई योजना के अनुसार एफ़एमवेंट लाइन टीई-3001 निकास से जुड़ी हुई थी। स्नाउट वेयर लेवल कंट्रोल किया गया और स्थिर टीके-3 लेवल देखा गया। एलएमडी-3002 और एफटी पोर्ट से 60 एलपीएम और 95 एलपीएम मैगज़ीन प्रवाह में D_2O का कोई ओवरफ़्लो नहीं था। यह जांच की गई कि बॉल वॉल्व सीसी को खोलने और स्नाउट से स्नाउट प्लग को हटाने के बाद कोई D_2O एफटी रूम में एफटी पोर्ट (दक्षिण) पर नहीं छलक रहा है। स्नाउट लेवल और वेयर ओवरफ्लो लेवल स्विच की सेटिंग की गयी।

2.5 लेवल ट्रांसमीटर एलटी-3002 के मुद्दे

जैसे ही टीके-3 के ऊपर स्थानीय वेंट वाल्व हटा दिया गया, यह देखा गया कि स्तर ट्रांसमीटर एलटी-3002 सटीक रीडिंग नहीं दिखा रहा था। यह कभी-कभी नकारात्मक रीडिंग प्रदर्शित कर रहा था और रीडिंग प्रकृति में दुहराव समानता नहीं थी। यह जाँच की गयी कि हाई प्रेशर लेग को टीके-3 से जोड़ा गया था और एलपी लेग को खुला रखा गया था। डिजाइन समूह के साथ चर्चा और सहमति के साथ, एलटी-3002 के निम्न दबाव बिंदु को पानी और हवा के दबावों के सटीक लेखांकन के लिए टीके-3 वेंट लाइन से जोड़ा गया। यह संशोधन दोनों एफएम (उत्तर व दक्षिण) में किया गया था। हालांकि संशोधन के बाद भी एलटी ठीक से प्रतिक्रिया नहीं दे रहा था। एलटी रीडिंग में दुहराव और विश्वसनीयता नहीं थी। इसकी उपलब्धता के लिए डिजाइन समूह के साथ इस मुद्दे का विश्लेषण किया गया।

2.6 परिणाम

उपरोक्त संशोधनों के बाद, एफएम (उत्तर व दक्षिण) स्नाउट वेयर स्तर नियंत्रण की जाँच की गई और एलटी रीडिंग को छोड़कर दोनों पक्षों में संतोषजनक पाया गया। अंतिम स्नाउट स्तर नियंत्रण विवरण और एफएम हेड (उत्तर व दक्षिण) दोनों में लिए गए आंकड़ें निम्नलिखित थे:

एफएम (उत्तर व दक्षिण) स्नाउट वेयर स्तर नियंत्रण अंतिम कान्फ़िग्रेशन के साथ जाँच की गयी। यह देखा गया कि एफएम हेड और 35228-टीके-3 लगभग पांच मिनट के भीतर स्नाउट स्तर तक आसानी से ड्रेन हो रहे थे। टीके-3 स्नाउट स्तर 60 एलपीएम प्रवाह की सामान्य मैगजीन आपूर्ति पर स्थिर था, जिसमें स्नाउट स्तर एलएस दिखाई दे रहा था। बॉल वाल्व सीसी से स्नाउट प्लग को हटाकर चेक करने के बाद 95 एलपीएम प्रवाह के साथ, वेयर ओवरफ्लो संकेत स्विच आ रहा था और एलएमडी-3002 और एफटी पोर्ट में D_2O का कोई ओवरफ़्लो नहीं था। स्तर नियंत्रण के लिए खोले जाने वाले टीके-3 के ऊपर स्थानीय वेंट वाल्व की कोई आवश्यकता नहीं थी। सभी तीन लेवल स्विच यानी स्नाउट लेवल, वियर ओवरफ्लो लेवल और टीके-3 फुल पर सेट किए गए। एलएस एक्चुएशन और डी-एक्चुएशन की तीन बार जांच की गई और संतोषजनक पाये गये। स्तर

एफ़एम हेड (उत्तर) को संशोधन के बाद एफ़टी पोर्ट पर लगाया गया

नियंत्रण के दौरान एफएम पंप दबाव 60 किलोग्राम/सेमी^{2} और एफएम मैगजीन प्रवाह (मैगजीन आपूर्ति, सील आपूर्ति और फोर्स-3 पर रॅम-सी वापसी सहित) 60 एलपीएम पर रखा गया था। स्नाउट स्तर एलएस सेटिंग के दौरान, यह देखा गया कि एलएस कभी-कभी गायब हो रहा था जब

In FM (South), all the above modifications were implemented. The FM vent line was connected with TE-3001 opening as per the new scheme. Local vent valve on TK-3 was removed. Snout weir level control was carried out and stable TK-3 level was observed. There was no overflow of D_2O in LMD-3002 and from FT Port at 60 lpm and 95 lpm magazine flow. It was checked that no D_2O was spilling over to FT Port (South) in FT room after opening of ball valve CC and removing snout plug from snout. Snout level and weir overflow level switches setting was carried out.

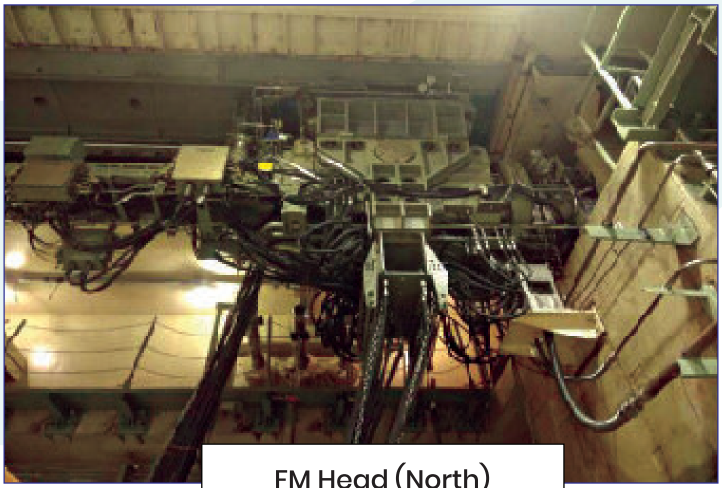
2.5 Level transmitter LT-3002 issues

As the local vent valve above TK-3 was deleted, it was observed that level transmitter LT-3002 was not showing accurate readings. It was displaying negative readings sometimes and the readings were not repeat in nature also. It was checked that high pressure leg was connected to TK-3 and LP leg was kept open. With discussion and concurrence of design group, low pressure point of the LT-3002 was connected to TK-3 vent line for accurate accounting of water and air pressures. The modification was carried out in both FM (North & South). However, even after the modification, LT was not responding properly. LT readings were not repeating and were not reliable. The issue is being analysed with Design group for its availability.

2.6 Results

After the above modifications, FM (North & South) snout weir level control was checked and observed satisfactory in both sides, except the LT readings. The following were the final snout level control details and data taken in both FM Head (North & South):

FM (North & South) snout weir level control was checked with the final configuration. It was observed that FM Head and 35228-TK-3 were getting. drained smoothly to snout level within about five minutes. TK-3 snout level was remaining stable at normal magazine supply of 60 lpm flow with snout level LS appearing. With 95 lpm flow, indication was coming in the weir overflow switch was coming and there was no overflow of D_2O in LMD-3002 and to FT Port as checked from ball valve CC with snout plug removed. There was no requirement of local vent valve above TK-3 to be opened for level control. All three level switches, i.e., Snout level, weir overflow level and TK-3 were set to Full. LS actuation and de-actuation were checked for three times and observed satisfactory. FM pump pressure



FM Head (North) clamped to FT Port after modifications

was kept at 60 kg/cm^2 and FM magazine flow (including magazine supply, seals supply and Ram-C return at Force-3) set at 60 lpm during the level control.

During snout level LS setting, it was observed that LS was disappearing sometimes when FM magazine was rotated, or ball valve CC

एफएम मैगजीन को घुमाया जाता या बॉल वाल्व सीसी खोला जाता या रैम-एडाप्टर के साथ रैम-बी/रैम-सी के मूवमेंट के दौरान ऐसा दिखा। यह सुनिश्चित करने के लिए कि ड्राई ट्रांसफर ऑपरेशन के दौरान स्नाउट स्तर एलएस हर समय उपलब्ध हो, एलएस को थोड़ा कम स्तर पर पारंपरिक रूप से सेट किया गया। 60 एलपीएम के सामान्य प्रवाह पर, 35228-टीके-3 में लगभग 5-6 मिमी D_2O स्तर की वृद्धि हुई। स्नाउट स्तर एलएस 1 को वेयर एज से लगभग 2-3 मिमी ऊपर सेट किया गया था (जब कोई प्रवाह बनाए नहीं रखा गया था)। इस स्थिति में, यह जाँच की गई कि स्नाउट स्तर एलएस 1 उपरोक्त सभी स्थितियों के लिए स्थिर था। यह जाँच की गयी कि जब मैगज़ीन को आपूर्ति प्रवाह से अलग-थलग कर दिया गया अथवा महत्वपूर्ण रूप से कम कर दिया गया तो स्नाउट स्तर एलएस 1 गायब हो गया था। यह देखा गया कि स्नाउट स्तर एलएस 1, 35 एलपीएम की प्रवाह दर से ऊपर दिखाई दे रहा था।

95 एलपीएम के असामान्य प्रवाह पर, स्नाउट स्तर से ऊपर 35228-टीके-3 में लगभग 6-7 मिमी D_2O स्तर की वृद्धि हुई थी। वेयर ओवरफ्लो एलएस 2 को स्नाउट स्तर एलएस 1 (यानी वियर एज लेवल से लगभग 12 मिमी ऊपर) से लगभग 9 मिमी ऊपर सेट किया गया था। इस स्तर पर एलएमडी-3002 और एफ़टी पोर्ट कि ओर D_2O का कोई ओवरफ़्लो नहीं था। इस प्रवाह स्तर पर वेयर ओवरफ्लो एलएस 2 दिखाई दे रहा था।

अंततः स्नाउट स्तर एलएस 1 को 60 एलपीएम प्रवाह पर वेयर सिरे से लगभग 2-3 मिमी ऊपर सेट किया गया।

वेयर ओवरफ्लो एलएस 2 को 95 एलपीएम प्रवाह पर स्नाउट लेवल एलएस 1 (वियर एज से 12 मिमी ऊपर) से लगभग 9-10 मिमी ऊपर सेट किया गया ।

3. निष्कर्ष

700 मेगावाट के पहले यूनिट केएपीएस-3 के दोनों एफ़एम हेड्स (उत्तर और दक्षिण) में स्नाउट वेयर लेवल कंट्रोल को सफलतापूर्वक स्थापित किया गया है। फोक प्रणाली होने के नाते, यह केएपीएस-3व4 के ईंधन प्रबंधन प्रणाली की स्थापना में एक महत्वपूर्ण मील स्तंभ साबित हुआ और यह सभी आगामी 700 मेगावाट रिएक्टरों के लिए एक प्रमुख युनिट होगा। कई संशोधनों, प्रयोगों और परीक्षणों के पश्चात स्तर पर वेयर लेवल कंट्रोल स्तर पर नियंत्रण पाया गया। डिजाइन मंशा को पूरा करने वाले दोनों एफएम में अंतिम परिणाम संतोषजनक रहा। मैगज़ीन से एफ़टी की ओर 95 एलपीएम प्रवाह तक D_2O का कोई अतिप्रवाह नहीं था। स्तर निगरानी टैंक टीके-3 में लेवल स्विच सेट किए गए और कई बार पुनरावृत्ति कर कार्य क्षमता सुनिश्चित की गयी। टीके-3 स्तर का ट्रांसमीटर ठीक से प्रतिक्रिया नहीं दे पा रहा है, इसकी उपलब्धता के लिए डिज़ाइन समूह के साथ मिलकर प्रयास किया जा रहा है।

4. आभार

यह काम समर्पित और कुशल टीम वर्क का एक आदर्श उदाहरण है। सिस्टम की कमीशनिंग के दौरान केएपीएस-3व4 में एफएचएस टीम और स्टेशन प्रबंधन और मुख्यालय में डिजाइनरों के मूल्यवान सहयोग को स्वीकार करना आवश्यक है। कोविड-19 महामारी के कठिन समय में कई संशोधनों के कार्यान्वयन के लिए एफ़एचएस टीम के सदस्यों का योगदान और भागीदारी प्रशंसनीय रही, जिनके बिना इस योजना का सफल कार्यान्वयन संभव नहीं था। हम केएपीएस-3व4 में स्टेशन प्रबंधन को उनके मार्गदर्शन के लिए और एफ़एचएस डिज़ाइन समूह एनपीसीआईएल मुख्यालय को उनके निरंतर तकनीकी समर्थन के लिए के बहुत आभारी हैं।

was opened or during movement of Ram-B/Ram-C with Ram Adaptor. In order to make sure that snout level LS be available at all times during dry transfer operations, the LS was set conservatively at slightly lower level. At normal flow of 60 lpm, there was rise of about 5-6 mm D_2O level in 35228-TK-3. Snout level LS1 was set about 2-3 mm above the weir edge (i.e.,when no flow was maintained). At this position, it was checked that snout level LS1 was remaining stable for all above conditions. It was checked that snout level LS1 was disappearing when supply flow to magazine was isolated or reduced significantly. It was observed that snout level LS1 was appearing from flow rate of 35 lpm onwards. At abnormal flow of 95 lpm, there was rise of about 6-7 mm D_2O level in 35228-TK-3 above the snout level. Weir overflow LS2 was set about 9 mm above the snout level LS1 (i.e., about 12 mm above weir edge level). There was no overflow of D_2O in LMD-3002 and to FT Port at this level. Weir overflow LS2 was appearing at this flow and level.

Finally, snout level LS-1 was set about 2-3 mm above the weir edge at 60 lpm flow. Weir overflow LS2 was set about 9-10 mm above snout level LS1 (12 mm above weir edge) at 95 lpm flow.

3. Conclusion

The snout weir level control has been successfully established in both FM Heads (North and South) of first 700 MWe unit KAPS-3. Being a FOAK system, this was an important milestone in the commissioning of Fuel Handling System at KAPS-3&4 and will be a lead unit for all upcoming 700 MWe reactors. The level control was achieved after a number of modifications, experiments and trials. The final result was satisfactory in both FMs meeting the design intent. There was no overflow of D_2O up to 95 lpm flow from magazine to FT side. The level switches in level monitoring tank TK-3 were set and repeatability was ensured. The TK-3 level transmitter is not responding properly and is being pursued with design group for its availability.

4. Acknowledgement

This work is a perfect example of dedicated and efficient teamwork. It is necessary to acknowledge the valuable support of FHS team and station management at KAPS-3&4 and designers at HQ during commissioning of the system. The contribution and involvement of FHS team members for implementation of a number of modifications during the difficult COVID-19 pandemic times was commendable and without them, the successful establishment of this scheme would not have been possible. We are very thankful to the station management at KAPS-3&4 for their guidance and the FHS design group at NPCIL, HQ for their constant technical support.

सुनील कुमार रॉय, उत्कृष्ट वैज्ञानिक एवं तत्कालीन स्टेशन निदेशक, केएपीएस-3 व 4, बीएआरसी प्रशिक्षण विद्यालय के 29वें बैच से थे और एनआईटी, इलाहाबाद से स्नातक मैकेनिकल इंजीनियर हैं। उन्होंने आरएपीएस-5 व 6 में परियोजना अभियंता (यांत्रिकी), आरएपीएस -3 व 4 में वरिष्ठ अनुरक्षण अभियंता (MMU), आरएपीएस-1 व 2 तथा टीएपीएस-3 व 4 में अनुरक्षण अधीक्षक और आरएपीएस-5 व 6 में मुख्य अधीक्षक के रूप में कार्य किया था। उन्होंने फरवरी 2018 में केएपीएस-3 व 4 में मुख्य अधीक्षक के रूप में कार्यभार ग्रहण किया और जनवरी 2021 से केंद्र निदेशक के पद पर आसीन थे।

उनके करियर की कुछ प्रमुख उपलब्धियों में, नरौरा परमाणु विद्युत केंद्र (एनएपीएस) की कमीशनिंग में उनकी भूमिका रही, जिसमें पहली बार भारतीय दाभापारि में स्टीम जेनरेटर लांसिंग उपकरण लगाया गया था। उन्होंने टीएपीएस-3 व 4 में ऑनलाइन ऑन-लोड ट्रांसफॉर्मर तेल परिशोधन की शुरुआत में महत्वपूर्ण भूमिका निभायी। उनके कुशल नेतृत्व में, केएपीएस-3 को सफलतापूर्वक कमीशन किया गया, प्रथम क्रांतिकता हासिल की गई, ग्रिड के साथ सिंक्रोनाइज़ेशन किया गया और पहले 700 मेगावाट पीएचडबल्यू रिएक्टर के 50% फुल पावर तक विद्युत प्रचालन को कोविड-19 अवधि के दौरान रिकॉर्ड समय में हासिल किया गया। उन्होंने एफएम हेड स्नाउट स्तर नियंत्रण स्कीम, 700 मेगावाट पीएचडबल्यूआर में शुरू की गई फोक प्रणाली की सफल स्थापना सहित कई डिजाइन मुद्दों के समाधान में मार्गदर्शन कर महत्वपूर्ण भूमिका निभायी थी।

टी. सुब्रमण्यम, एनआईटी, वारंगल से मैकेनिकल इंजीनियर स्नातक हैं। वे एनपीसीआईएल प्रशिक्षण विद्यालय के चौथे बैच से हैं। मपबिघ में एक साल का प्रारंभिक प्रशिक्षण पूरा करने के बाद, वे 1994 में आरएपीएस-1 व 2 में ज्वाईन हुए और ईएमसीसीआर के दौरान आरएपीएस-2 एफएम हेड की ओवर-हॉलिंग में शामिल थे। उन्हें 2003 में एफएचयू, टीएपीएस-3व4 में स्थानांतरित कर दिया गया था और उन्होंने एफएच सिस्टम के एफएम हेड परीक्षण और कमीशनिंग में योगदान दिया, जिसमें कमीशनिंग समय को अनुकूलित करने के लिए कई नवीन विचार रखे गए थे। एफएम यांत्रिक सील के डिजाइन मुद्दों को हल करने और ईंधन भरने के बाद एफएम स्नाउट के लिए D_2O संग्रह व्यवस्था की स्थापना में उनका महत्वपूर्ण योगदान था। वे वर्ष 2013 में केएपीएस-3 व 4 में स्थानांतरित हुए और 2016 से वरिष्ठ अनुरक्षण अभियंता (ईंधन प्रबंधन) के रूप में काम कर रहे हैं। उन्हें कमीशनिंग और रखरखाव गतिविधियों का व्यापक अनुभव है और केएपीएस-3 में ईंधन प्रबंधन प्रणाली की सफल कमीशनिंग में एफ़एचएस टीम का नेतृत्व किया था।

राजकिशोर मोहराना, वै.अ./जी, मैकेनिकल इंजीनियर एनपीसीआईएल प्रशिक्षण विद्यालय के 9वें बैच से हैं। एक वर्ष के प्रारंभिक प्रशिक्षण के पूरा होने के बाद, वे वर्ष 2002 में केजीएस में शामिल हो गए। जनवरी, 2003 से वे टीएपीएस-3व4 में शामिल हो गए और 540 मेगावॉट पीएचडब्ल्यूआर में एफएम हेड टेस्टिंग और ईंधन प्रबंधन प्रणाली की कमीशनिंग में सक्रिय रूप से शामिल रहे। वहां उन्होंने एफएच प्रणाली के सुचारू ईंधन रिफ्यूलिंग के प्रचालन में महत्वपूर्ण योगदान दिया। वर्ष 2019 के बाद से, वे केएपीएस-3व4 में शामिल हो गए और पहले 700 मेगावाट भारतीय दाबित भारी पानी रिएक्टर में ईंधन प्रबंध प्रणाली की कमीशनिंग में शामिल हुए। उन्होंने केएपीएस-3 में ईंधन प्रबंधन प्रणाली को सफलतापूर्वक कमिशनिंग में महत्वपूर्ण भूमिका निभाई जहां एफएम स्नाउट वेयर लेवल कंट्रोल, मोबाइल ट्रांसफर मशीन (एमटीएम) आधारित ईंधन स्थानांतरण प्रणालि जैसी कई पहली (फोक) प्रणालियां और एफएच सिस्टम को प्रथम ऑन-पावर रिफ्यूलिंग के लिए तैयार किया था।

एस वी साई किरण कुमार, वै.अ./एफ, मैकेनिकल इंजीनियर, एनपीसीआईएल प्रशिक्षण विद्यालय के 14वें बैच से हैं। एक वर्ष का प्रारंभिक प्रशिक्षण पूरा करने के बाद, वे वर्ष 2007 में केएपीएस-1 व 2 में ज्वाईन हुए। वे केएपीएस-1 व 2 में ईंधन प्रबंधन प्रणाली के प्रचालन में शामिल रहे और 2014 में केएपीएस-3व4 में ज्वाईन हुए। पहले 700 मेगावाट भारतीय दाबित भारी पानी रिएक्टर और वर्तमान में एएससीई (एफ) के रूप में कार्यरत हैं।

Sunil Kumar Roy, Outstanding Scientist and the then Station Director, KAPS-3&4, was from the 29th batch of BARC Training School and a mechanical engineering graduate from NIT, Allahabad. He had functioned as Project Engineer (Mech.) at RAPS-5&6, Senior Maintenance Engineer (MMU) at RAPS-3&4, Maintenance Superintendent at RAPS-1&2 and at TAPS-3&4 and Chief Superintendent at RAPS-5&6. He joined KAPS-3&4 as Chief Superintendent in February 2018 and was the Station Director, KAPS-3&4 (since 2021).

Some of the highlights of his career are his role in the commissioning of NAPS, where Steam Generator lancing equipment was introduced for the first time in an Indian PHWR. He was instrumental in introduction of online on-load transformer oil purification at TAPS-3&4. Under his able leadership, KAPS-3 was successfully commissioned, first criticality achieved, synchronisation with grid made and power operation up to 50% Full Power of the first 700MWe Indian PHWR achieved in a record time during the COVID-19 period. He had guided and been instrumental in resolution of many design issues, including successful establishment of FM Head snout level control scheme, a FOAK system introduced in 700 MWe PHWRs.

T. Subrahmanyam, is a mechanical engineering graduate from NIT, Warangal. He is from the 4th batch of NPCIL Trainning School. After completion of one-year induction training at MAPS, he joined RAPS-1&2 in 1994 and was involved in the over-hauling of RAPS-2 FM Heads during EMCCR. He was transferred to FHU, TAPS-3&4 in 2003 and contributed to FM Head testing and commissioning of FH systems, wherein many innovative ideas were put in to optimize the commissioning time. He was instrumental in resolving the design issues of FM mechanical seals and establishment of D_2O collection arrangement for FM snout after refuelling. He joined KAPS-3&4 in the year 2013 and is Senior Maintenance Engineer (Fuel handling) since 2016. He has a vast experience in commissioning and maintenance activities and he led the FHS team in the successful commissioning of Fuel Handling Systems at KAPS-3.

Raja Kishore Moharana, SO/G, a mechanical engineer, is from the 9th batch of NPCIL Trainning School. After completion of one-year induction training, he joined KGS in the year 2002. In January 2003 he joined TAPS-3&4 and was actively involved in FM Head testing and commissioning of Fuel Handling systems at 540-MWe PHWR. There he contributed significantly towards smooth refuelling operation of Fuel Handling System. In 2019, he joined KAPS-3&4 and has been involved in the commissioning of Fuel Handling Systems at the first 700 MWe Indian PHWR. He played an instrumental role in the successful commissioning of the Fuel Handling System at KAPS-3, having a number of First-of-a-Kind (FOAK) systems like FM snout weir level control, Mobile Transfer Machine (MTM) based Fuel Transfer System and in making the FHS ready for first on-power refuelling.

S. V. Sai Kiran Kumar, SO/F, a mechanical engineer, is from the 14th batch of NPCIL Training School. After completion of one-year induction training, he joined KAPS-1&2 in the year 2007. He was involved in the operation of Fuel Handling System at KAPS-1&2 and thereafter he joined KAPS-3&4 in 2014. He was actively involved in the commissioning of Fuel Handling System at the first 700 MWe Indian PHWR and is presently ASCE (F).

केएपीएस-3व4 की 3डी संयंत्र अभियांत्रिकी व मॉडलिंग

प्रसांत कुमार पति, *उप मुख्य अभियंता, आरडीपीएस और यूजीपी अनुभाग (इंजीनियरिंग निदेशालय)*
सुलोक कुमार सक्सेना, *सह निदेशक, (रिएक्टर प्रोसेस ग्रुप), इंजीनियरिंग निदेशालय*

प्रस्तावना

परमाणु बिजली घर की विस्तृत अभियांत्रिकी एक पुनरावर्ती प्रक्रिया है जिसमें बहुत बडे प्रमाण में डाटा हैंडलिंग और विभिन्न विषय-क्षेत्रों के बीच पारस्परिक समन्वय शामिल होता है। केएपीएस-3 व 4 से परियोजना से पहले, स्वदेशी भारतीय दाबित भारी पानी रिएक्टरों (पीएचडब्ल्यूआर) की विस्तृत अभियांत्रिकी को 2डी मोड में निष्पादित किया जाता था, जिसमें विभिन्न विषय-क्षेत्रों के हार्डवेयर में पारस्परिक समन्वय का अध्ययन करने के लिए क्षेत्रवार कंपोजिट लेआउट ड्राइंग तैयार की जाती थी। संभावित दखल और डिज़ाइन में कमियों की पहचान इन कंपोजिट लेआउट ड्राइंग के इस्तेमाल से की जाती थी। प्रापण के लिए आवश्यक सामग्री के बिल का परिकलन लेआउट ड्राइंग का इस्तेमाल कर अयांत्रिक रूप से किया जाता था। चूँकि परमाणु विद्युत केंद्र की विस्तृत अभियांत्रिकी एक पुनरावर्ती प्रक्रिया है, अभियांत्रिकी की यह बोझिल एवं समय लेनेवाली विधि है। साथ ही, डिज़ाइन प्रक्रिया में 'यदि ऐसा हो तो' परिस्थितियों की परिकल्पना करना कठिन था। लेआउट ड्राइंग में भी त्रुटियों की गुंजाइश रहती थी क्योंकि उन्हें अयांत्रिक रूप से तैयार किया जाता था। संयंत्र लेआउट की संकल्पना और उसको अंतिम रूप दिया जाना एक बडा कार्य है, विशेषतः जब नए रिएक्टर डिज़ाइन के लिए संपूर्ण रूप से इंजीनियरिंग का कार्य-निष्पादन नए सिरे से किया जाना हो, जो सामान्यता 700 मेगावाट दाबित भारी पानी रिएक्टर (पीएचडब्ल्यूआर) – केएपीएस-3व 4 – के संबंध में था। इन कठिनाइयों के निराकरण हेतु केएपीएस-3 व 4 के लिए 3डी मॉडल आधारित इंजीनियरिंग को अपनाया गया। बाजार में कई वाणिज्यिक 3डी संयंत्र मॉडलिंग सॉफ्टवेयर उपलब्ध हैं जिनमें से कैडमैटिक को योग्यता के आधार पर चयनित किया गया।

3डी संयंत्र मॉडलिंग के लिए अपनाई गई क्रियाविधि

3डी संयंत्र मॉडल की तैयारी में पहला कदम 3डी मॉडल डेटाबेस में लाइब्रेरी की वस्तुओं का निर्माण है। इसमें विभिन्न् प्रणालियां, लाइन्स, गुणधर्म, प्रतीक, मानक कंपोनेंट्स (उनकी ज्यामितियां और आयाम के साथ), विनिर्दिष्टताएं, ड्राइंग के निष्कर्षण के लिए फॉर्मेट इत्यादि होते हैं। मानक कंपोनेंट्स और विनिर्दिष्टमताओं को इनपुट दस्तावेजों, जैसे पाइपिंग व डक्टिंग विनिर्दिष्टीताएं, कंपोनेंट्स की डेटाशीट्स, वाल्व विनिर्दिष्टाता शीट्स, मानक कंपोनेंट्स की ड्राइंग इत्यादि के आधार पर तैयार किया जाता है। पाइपलाइनों, वेंटीलेशन डक्ट्स, उपस्कर और सपोर्ट के लिए प्रणालियों को यूएसआई-वार परिभाषित किया गया। सिविल संरचनाओं, एंबेडेड पार्ट्स (ईपी) और रिजर्व स्थानों के लिए प्रणालियों को भवन और आयतन के अनुसार परिभाषित किया गया। वितरित प्रणालियों (पाइपलाइनों, वेंटीलेशन डक्ट्स और केबल ट्रे), लाइन नंबर्स और उनके गुणधर्म, जैसे सामग्री, अनुसूची/रेटिंग, डिजाइन कोड, डिजाइन दाब और ताप, सीसिमक केटेगरी इत्यादि को परिभाषित किया गया और उनकी सामग्री

3D Plant Engineering and Modelling of KAPS-3&4

Prasanta Kumar Pati, *Dy. Chief Engineer, RDPS & UGP section (Directorate of Engineering) and* ***Sulok Kumar Saxena,*** *Associate Director (Reactor Process Group), Directorate of Engineering*

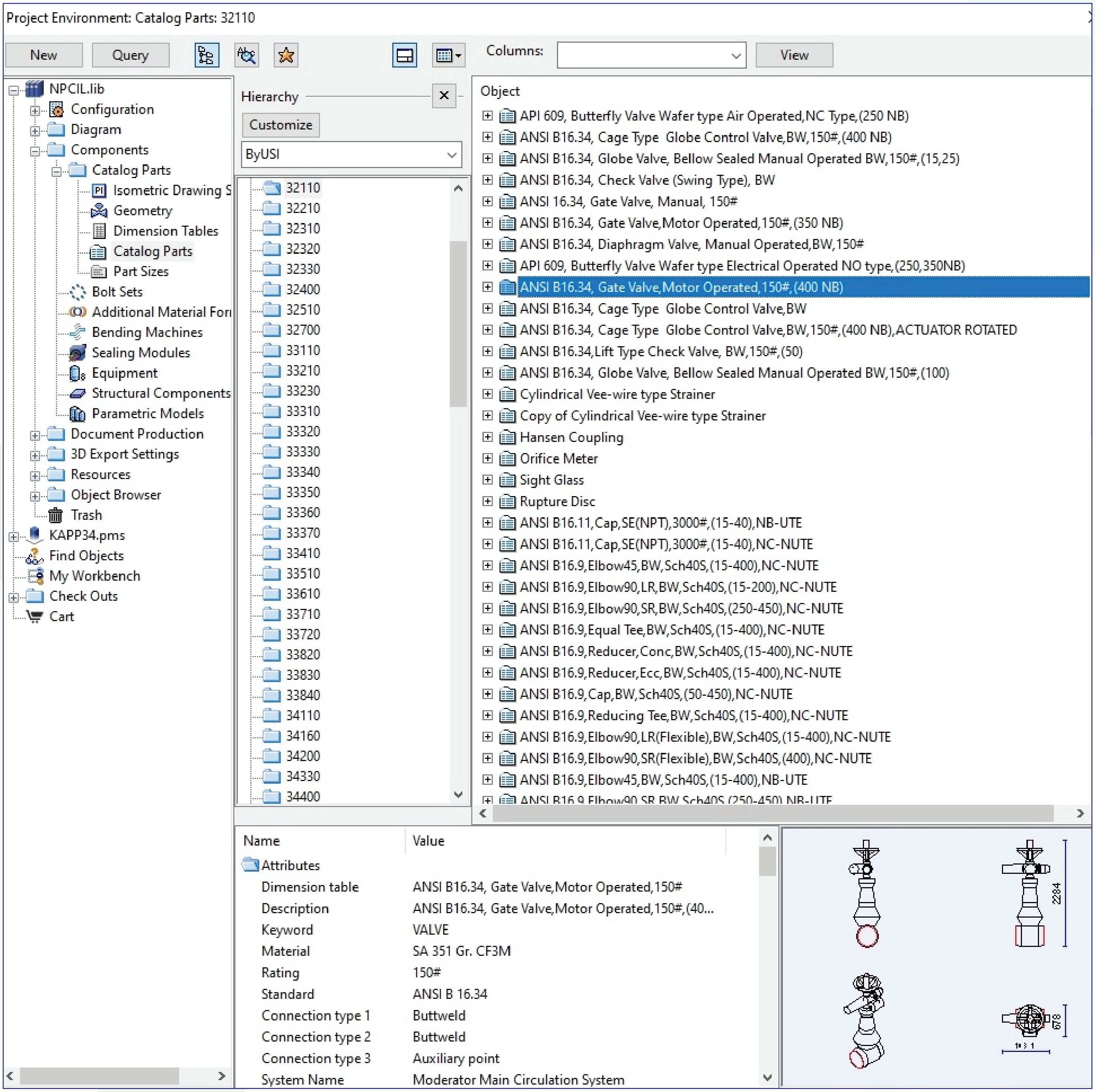
Introduction

Detailed engineering of a nuclear power plant is an iterative process which involves handling of large amounts of data and interaction among various disciplines. Prior to KAPS-3&4 project, detailed engineering of indigenous Indian Pressurised Heavy Water Reactors (PHWRs) were carried out in 2D mode, in which area-wise composite layout drawings were prepared to study the interaction among hardware of various disciplines. Possible interferences and design deficiencies were used to be identified with the use of these composite layout drawings. Bill of materials required for procurement were calculated manually using the layout drawings. Since detailed engineering of a nuclear power plant is an iterative process, this method of engineering was tedious and time-consuming. Also, it was difficult to visualize 'what-if' scenarios in the design process. The layout drawings were also prone to error since they were prepared manually. The conceptualisation and finalisation of plant layout is a mammoth task, especially when engineering is to be carried out afresh for an entirely new reactor design, which was typically the case for 700 MWe PHWR, – KAPS-3&4. To overcome these difficulties, 3D model-based engineering was adopted for KAPS-3&4. Many commercial 3D plant modeling software are available in the market, out of which CADMATIC was chosen based on suitability.

Methodology Adopted for 3D Plant Modelling

The first step in the preparation of a 3D plant model is creation of library items in the 3D model database. This includes defining of various systems, lines, attributes, symbols, standard components (with their geometries and dimensions), specifications, formats for extraction of drawings, etc. The standard components and specifications were prepared based on input documents such as piping and ducting material specifications, data sheets of components, valve specification sheets, drawings of standard components, etc. For pipelines, ventilation ducts, equipment and supports, systems were defined USI-wise. For civil structures, Embedded Parts (EPs), reserve spaces, and systems were defined building and volume-wise. For distributed systems (pipelines, ventilation ducts and cable trays), line numbers and their attributes such as material, schedule/rating, design code, design pressure and temperature, seismic category, etc. were defined and one or more

विनिर्दिष्टताओं के आधार पर प्रत्येक लाईन्स के लिए एक या अधिक विनिर्दिष्टोताओं को समनुदेशित किया गया। 3डी मॉडल लाइब्रेरी में, विनिर्दिष्टेताएं कंपोनेंट्स की सूची को परिभाषित करती हैं जिन्हें लाईन्स में इस्तेमाल किए जाने की अनुमति है। विनिर्दिष्टाताओं में प्रत्येक वस्तु को उसके लिए तैयार किये गये इनपुट दस्तावेज के आधार पर विशिष्ट पहचान संख्या समनुदेशित की जाती है। वस्तुओं की इस विशिष्ट पहचान से 3डी मॉडल डेटाबेस से सामग्री के बिल के निष्कर्षण के दौरान विभिन्न प्रणलियों की समान वस्तुओं को मिलाने में सहायता मिलती है।



आकृति-1: 3डी मॉडल लाइब्रेरी डेटाबेस का एक चित्र

specifications were assigned to each of the lines based on their material specifications. In a 3D model library, specifications define the list of components which are allowed to be used in the line. Each of the items in the specifications was assigned a unique identification number based on an input document prepared for the same. This unique identification of items helps in clubbing of similar items of different systems during extraction of bill of materials from the 3D model database.

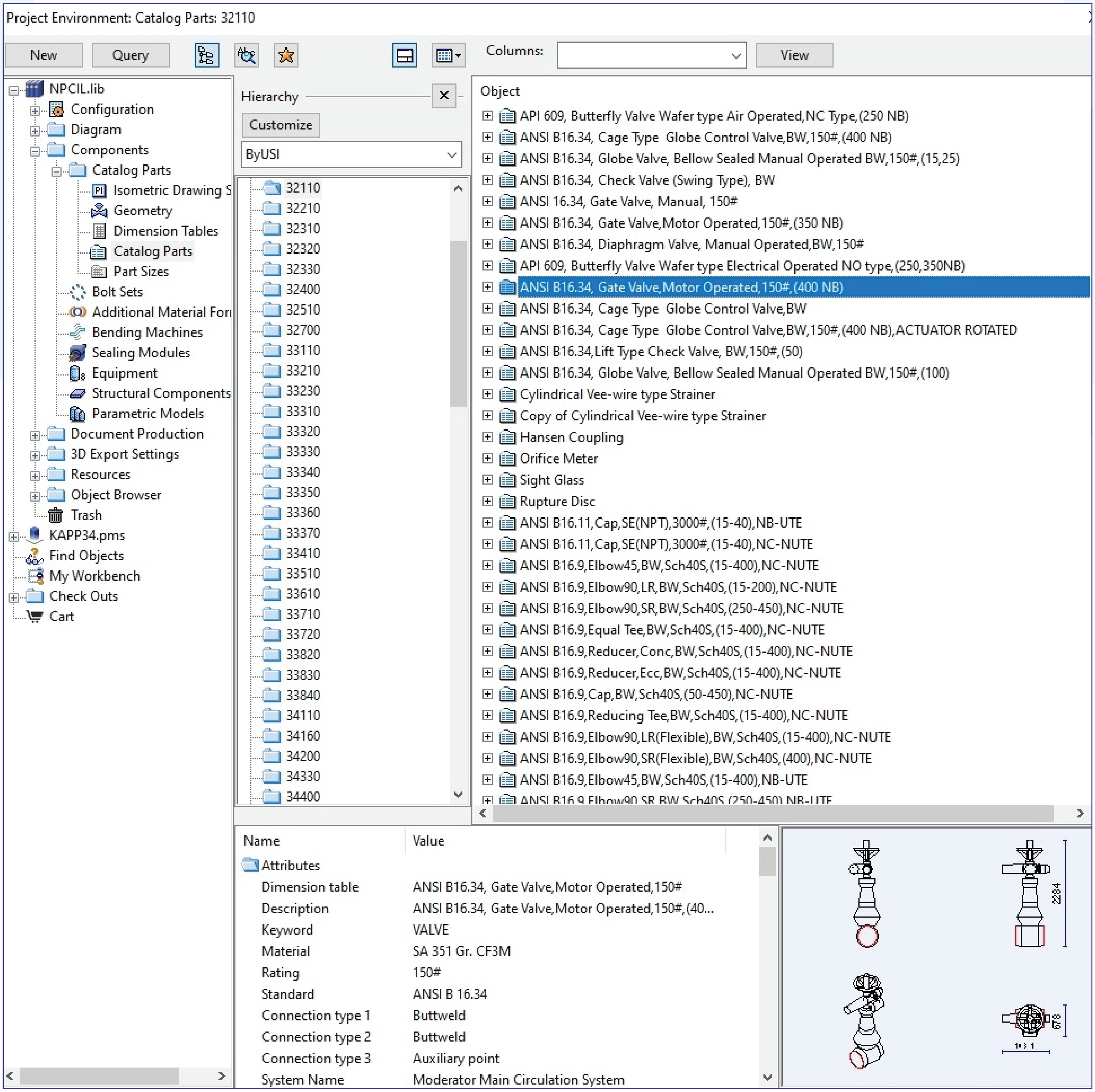
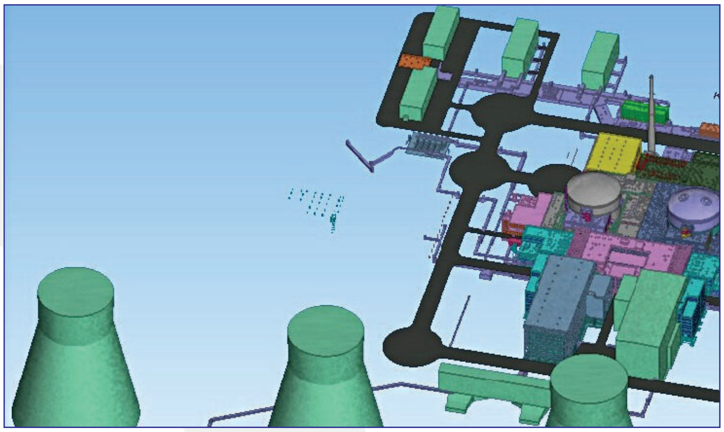


Figure-1: A snapshot from 3D Model Library Database

रिएक्टर भवन-4 (आरबी-4) के केंद्र को निर्देशांक प्रणाली के उद्गम के रूप में चयनित किया गया, जिसमें +X निर्माण पूर्व अभिमुखी, +Y निर्माण उत्तर अभिमुखी और +Z ऊर्ध्व अभिमुखी हैं। 3डी मॉडल में Z निर्देशांक वास्तविक निर्माण ऊँचाई को परिभाषित करते हैं। संयंत्र एवं भवन वार ग्रिड में स्थिरांक X और स्थिरांक Y निर्देशांकों को मॉडल में निर्देशांक प्रणाली के संबंध में परिभाषित किया गया। इससे इन ग्रिड से संबंधित 3डी मॉडल में संरचनाओं, उपस्करों और कंपोनेंट्स का पता लगाने में सहायता मिली है। प्रारंभिक कंक्रीट फॉर्मिंग ड्राइंग (सीएफडी), के आधार पर सिविल संरचना की मॉडलिंग की गई। सामान्य प्रबंध (जीए) ड्राइंग और संरचनात्मंक स्टील ड्राइंग ईंटों की दीवार और अन्य पृथक्करण दीवारों की मॉडलिंग प्रारंभिक आर्किटेक्चरल लेआउट ड्राइंग के आधार पर की गई।

सॉफ्टवेयर के मॉड्यूल "डायग्राम" में इंटेलीजेंट पाइपिंग व इंस्ट्रूमेंटेशन डायग्राम (पी व आईडी) को इनपुट प्रोसेस व

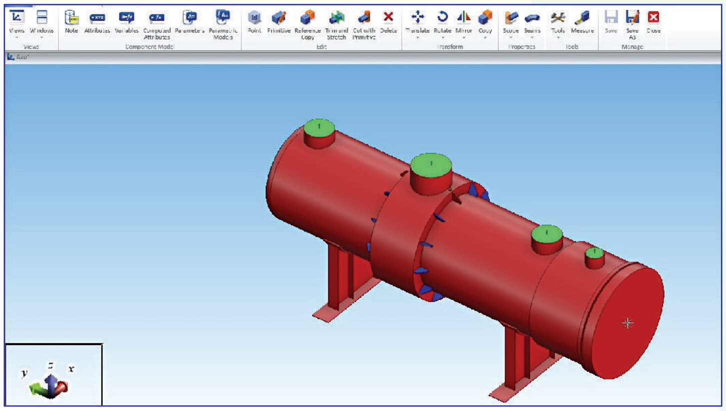


आकृति-2: कापबिघ-3व4 का समग्र संयंत्र लेआउट

इंस्ट्रूमेंटेशन स्कीमैटिक (पीआईएस)/प्रवाह पत्रक (एफएस) के आधार पर तैयार किया गया। पी व आईडी में प्रत्येक रेखा, घटक, उपस्कंर और इंस्ट्रूमेंट को कुछ गुणधर्मों के साथ समनुदेशित किया गया जो रेखा/घटक/उपस्कंर/इंस्ट्रूमेंट के बारे में विवरण को विनिर्दिष्ट करता है। मॉडल डेटाबेस से निष्कर्षित पी व आईडी केड सॉफ्ट प्रति में इन गुणधर्मों को साथ लेकर चलते हैं जिससे सूचना की सुगम पुनःप्राप्ति में सहायता मिलती है।

पिछली परियोजनाओं से उपलब्ध विमाओं/इनपुट निविदा ड्राइंग के आधार पर सॉफ्टवेयर के मॉड्यूल "कंपोनेंट प्रबंधक" में उपस्करों की मॉडलिंग की गई। इन उपस्करों को प्रारंभिक जीए ड्राइंग के आधार पर 3डी मॉडल में उपयुक्तर अवस्थानों पर तब अवस्थित किया गया।

पाइपिंग, डक्टिंगि और केबल ट्रे को प्रारंभिक लेआउट ड्राइंग के



आकृति-3: कंपोनेंट मैनेजर से खींचा गया चित्र

आधार पर मॉडल किया गया। लाईन्स की पासिंग (पाइपिंग, डक्टिंग और केबल ट्रे) के लिए ओपनिंग व पेनिट्रेशन ईपी को सिविल संरचना और आर्किटेक्चरल दीवारों में मॉडल किया गया। क्रेन्स के लिए गर्डर्स, होइस्ट्स के लिए मोनोरेल बीम्स, और क्रेन्सं व होइस्ट्स के लिए रिजर्व वॉल्यूम्स को संरचनात्मक स्टील ड्राइंग और सामग्री प्रहस्तन ड्राइंग के आधार पर मॉडल किया गया। 3डी मॉडल में मुक्त स्थान की उपलब्धता पर विचार करते हुए प्रचालन और अनुरक्षण के लिए सिस्टम अपेक्षाओं के आधार पर प्रचालन व अनुरक्षण के लिए आवश्यक प्लेटफार्म को मॉडल किया गया। इन प्लेटफार्मों को बाद में क्वालिफाई किया गया और मॉडल में आवश्यक परिवर्तन किए गए। भ्रमण मार्ग गलियारों, उपस्कर प्रहस्तन और निकासी मार्ग के लिए रिजर्व वॉल्यूम्स को मॉडल किया गया। पाइपिंग, डक्टिंग और केबल ट्रे को, आसपास संरचनात्मक घटकों की उपलब्धता पर निर्भर करते हुए, स्वगृहे तैयार की गई मानक सहायक ड्राइंग के आधार पर मॉडल किया गया। कुछ स्थानों पर, लेआउट को विचारार्थ सहायता के लिए संशोधित किया गया। जहां कहीं भी, मानक कन्फिगरेशन का इस्तेमाल करते हुए सहायता प्रदान करना संभव नहीं था, अमानक कन्फिगरेशन को डिजाइन व मॉडल किया गया। बहुत सारे पाइपलाइन/वेंटीलेशन

The centre of Reactor Building-4 (RB-4) was chosen as origin of co-ordinate system, with +X oriented towards construction east, +Y oriented towards construction North and +Z oriented upwards. In a 3D model, Z co-ordinate defines actual construction elevation. Plant and building-wise grids having Constant X and Constant Y co-ordinates were defined in the model with respect to the co-ordinate system. This enabled locating structures, equipment and components in the 3D model with respect to these grids. Civil structures were modelled based on preliminary Concrete Forming Drawings (CFDs), General Arrangement (GA) drawings and Structural Steel Drawings. Brick walls and other partition walls were modelled based on preliminary architectural layout drawings.

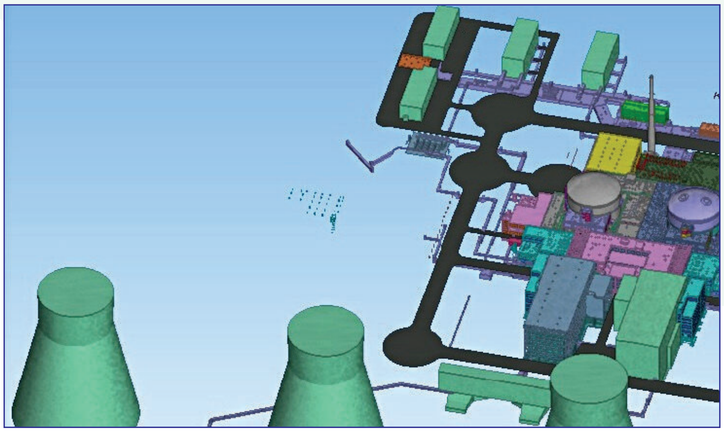


Figure-2: Overall plant layout of KAPS-3&4

Intelligent P&IDs (Piping and Instrumentation Diagrams) were prepared in “Diagram” module of the software, based on Input Process and Instrumentation Schematic (PIS)/ Flow Sheet (FS). Each line, component, equipment and instrument in the P&ID was assigned some attributes, which specify details about the line/component/equipment/instrument. P&IDs extracted from the model database carry these attributes in the CAD soft copy, which helps in easy retrievability of the information.

Equipment were modelled in “Component Manager” module of the software, based on input tender drawings / available dimensions from previous projects. These equipment were then located at appropriate locations in the 3D model, based on preliminary GA drawings.

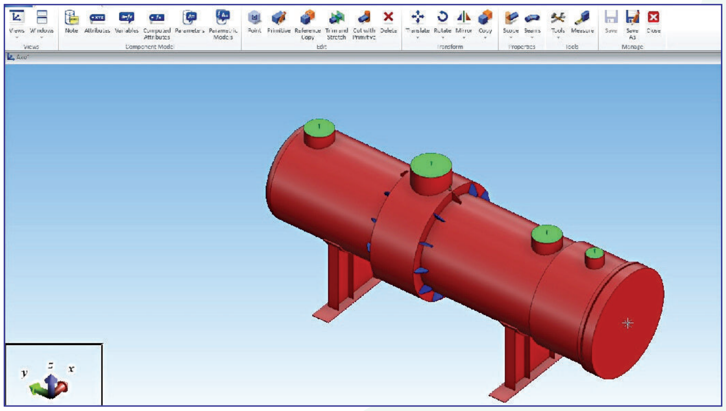


Figure-3: A Snapshot from Component Manager

Piping, ducting and cable trays were modelled based on preliminary layout drawings. Openings and penetration EPs were modeled in civil structures and architectural walls for passing of lines (piping, ducting and cable trays). Girders for cranes, monorail beams for hoists and reserve volumes for cranes and hoists were modelled based on structural steel drawings and material handling drawings. Platforms required for operation and maintenance were modelled based on system requirements for operation and maintenance, while considering availability of free space in the 3D model. These platforms were later on qualified and required changes were incorporated in the model. Reserve volumes were modelled for walkway passages, equipment handling and removal path. Supports for piping, ducting and cable trays were modelled based on standard support drawings prepared in-house, depending upon availability of structural elements nearby. At some places, layout was modified for supporting considerations. Wherever it was not feasible to provide supports using standard configurations, non-standard

डक्ट /केबल ट्रे के लिए सामूहिक सपोर्ट द्वारा सपोर्ट्स का इष्टतमीकरण किया गया। मानकीकरण के आधार पर सपोर्टिंग के लिए उपयोग में लाए गए ईपी को मॉडल किया गया। उपस्कर की ड्राइंग के आधार पर उपस्कर ईपी को मॉडल किया गया। पी व आईडी और 3डी मॉडल के बीच समाकलन परीक्षण किया गया ताकि दोनों के बीच असमानताओं की पहचान की जा सके और उनमें सुधार किया जा सके। चेक स्ट्रेस न्यूक सॉफ्टवेयर का उपयोग करते हुए पाइपिंग स्ट्रेस मॉडल को 3डी मॉडल डेटाबेस से निष्कर्षित किया गया। यह सॉफ्टवेयर 3डी मॉडल एन्वायर्नमेंट पर चलता है और पाइपिंग के अपरिष्कृत स्ट्रेस मॉडल को निष्कर्षित करता है। इन स्ट्रेस मॉडलों को बाद में सत्यापित किया गया, आवश्यक अतिरिक्त इनपुट को निर्धारित किया गया और स्ट्रेस विश्लेषण निष्पादित किया गया। स्ट्रेस विश्लेषण के परिणाम के आधार पर 3डी मॉडल में आवश्यक परिवर्तनों को समाहित किया गया। इसके बाद, पाइपिंग विश्लेषण से पहुंचे लोड के आधार पर पाइपिंग सपोर्ट का क्वालिफाई किया गया। 3डी मॉडल में वस्तुओं के बीच में व्यतिकरण की सॉफ्टवेयर के संघट्ट नियंत्रण टूल का इस्तेमाल करते हुए पहचान की गई और बहुविषयक समीक्षा बैठकें आयोजित कर उनका निराकरण किया गया। उस मॉडल को फिर सॉफ्टवेयर के अपेक्षाकृत हल्का फूल्का मॉड्यूल में एक्सपोर्ट किया गया जिसे ई-ब्राउजर कहा जाता है और फिर संयंत्र के आभासी वॉक-थ्रू के लिए इस्तेमाल किया गया। इस मॉडल की आवर्ती और विस्तृत एकीकृत समीक्षा आभासी वॉक-थ्रू के माध्यम से मनोनीत वॉक-थ्रू समिति द्वारा निष्पादित की गई। इन वॉक-थ्रू में डिजाइन में कमियों और सुधार क्षेत्रों की पहचान की गई और 3डी मॉडल में बाद में इन्हें कार्यान्वित किया गया। व्यूतिकरण के रेजल्यूशन की यह गतिविधि और समेकित डिजाइन समीक्षा को सामान्यतः वॉल्यूम्स वार निष्पादित किया जाता था। ईपी अवस्थान ड्राइंग तब मॉडल में से निष्कर्षित किये गये और बाद में कंक्रीट फार्मिंग ड्राइंग (सीएफडी) में समाहित किया गया और अंतिम सीएफडी को तब सिविल निर्माण के लिए जारी किया गया।

3डी संयंत्र मॉडल से डिलिवरेबल का निष्कर्षण

3डी मॉडल से निम्नललिखित डिलिवरेबल्स निष्कर्षित किये गये:

1) ***पाइपिंग व इंस्ट्रूमेंटेशन डायग्राम्स (पी व आईडी)***

   पाइपिंग व इंस्ट्रेमेंटेशन डायग्राम्स से प्रक्रिया आरेख, उपस्कर, इंस्ट्रूमेंटेशन्स् और नियंत्रण, लॉजिक्स टिप्पणियाँ इत्यादि का विवरण प्राप्त होता है। इन्हें सॉफ्टवेयर के डायग्राम मॉड्यूल में तैयार किए गए और केड फॉर्मेट में मॉडल से निष्कर्षित किए गए।

2) ***कंक्रीट फॉर्मिंग ड्राइंग्स (सीएफडी)***

   कंक्रीट फॉर्मिंग ड्राइंग्स में विभिन्न संरचनात्मक तत्वों, जैसे कंक्रीट फर्श, दीवारें, कॉलम, बीम, ईपी इत्यादि के बारे में सूचना होती हैं। इन ड्राइंग को 3डी मॉडल से निष्कर्षित किया गये और निर्माण के लिए उपयोग में लिये गये। छोटी-छोटी उत्तरवर्ती प्रक्रियाओं, जैसे ईपी सारांश तालिका, कस्टमाइज्ड नोट्स इत्यादि को सॉफ्टवेयर के बाहर निष्पादित किया गया। आईसडब्ल्यू और ओसीडब्ल्यू हे के सीएफडी की विकसित व्यू के रूप में तैयारी के लिए, मैक्रो तैयार किए गए और उनका उपयोग करते हुए ड्राइंग्स तैयार किए गए।

3) ***पाइपिंग आइसोमेट्रिक्स***

   पाइपिंग आईसोमेट्रिक्स पाइपिंग लेआउट को सभी विमाएं, अंत निर्देशांक, रेखा आकार और अनुसूची पाइप फिटिंग्स, इनलाइन घटक टैग नंबर और सामग्री बिल सहित इंस्ट्रूमेंट्स को आईसोमेट्रिक व्यू में प्रस्तुत करती है। इन ड्राइंग्स को 3डी मॉडल से निष्कर्षित किये गये और पाइपलाइन्स के स्थापन के लिए उपयोग में लाए गए।

4) ***इक्विपमेंट, पाइपिंग, डक्टिंग और केबल ट्रे की सामान्य प्रबंध (जीए) ड्राइंग्स***

   सामान्य प्रबंध (जीए) ड्राइंग्स आर्थोग्राफिक प्रक्षेपण में सोपानी लेआउट दर्शाती हैं। लेआउट की स्पष्टता के लिए विभन्न दृश्य और सेक्शन्स दिए जाते हैं। एक निश्चित क्षेत्र में एक प्रणाली की समग्र समझ के लिए इन ड्राइंग्स् का उपयोग किया जाता है। डक्टिंग और केबल ट्रे की जीए ड्राइंग्स को निर्माण के लिए उपयोग में लाए गए। पाइपिंग जीए ड्राइंग्स का उपयोग ट्यूबिंग के स्थापन के लिए किया गया, जिसके लिए कोई आइसोमैट्रिक्स नहीं थीं।

configurations were designed and modelled. Optimisation of supports were carried out by clubbing supports for multiple pipelines/ventilation ducts/cable trays. EPs used for supporting were modelled based on standardisation. Equipment EPs were modeled based on drawings of the equipment. An Integration check between P&IDs and 3D model was carried out to identify the mismatches between the two and those were rectified. Piping stress models were extracted from the 3D model database using Check STRESSNuke software. This software runs on a 3D model environment and extracts raw stress models of piping. These stress models were further verified, required additional inputs were defined and stress analyses were carried out. The required changes were incorporated in the 3D model based on the results of the stress analyses. Further, piping supports were qualified based on loads arrived from piping analyses. Interferences between objects in the 3D model were identified using the collision control tool of the software and were resolved by conducting multidisciplinary review meetings. The model was then exported into a lighter module of the software called e-browser and used for a virtual walkthrough of the plant. A periodic and detailed integrated review of this model was carried out by a designated walkthrough committee through the virtual walkthrough. Design deficiencies and areas of improvements were identified in these walkthroughs and subsequently implemented in the 3D model. This activity of resolution of interferences and integrated design review was usually carried out volume-wise. EP location drawings were then extracted from the model and subsequently incorporated in Concrete Forming Drawings (CFDs) and final CFDs were then released for civil construction.

Extraction Of Deliverables From 3D Plant Model

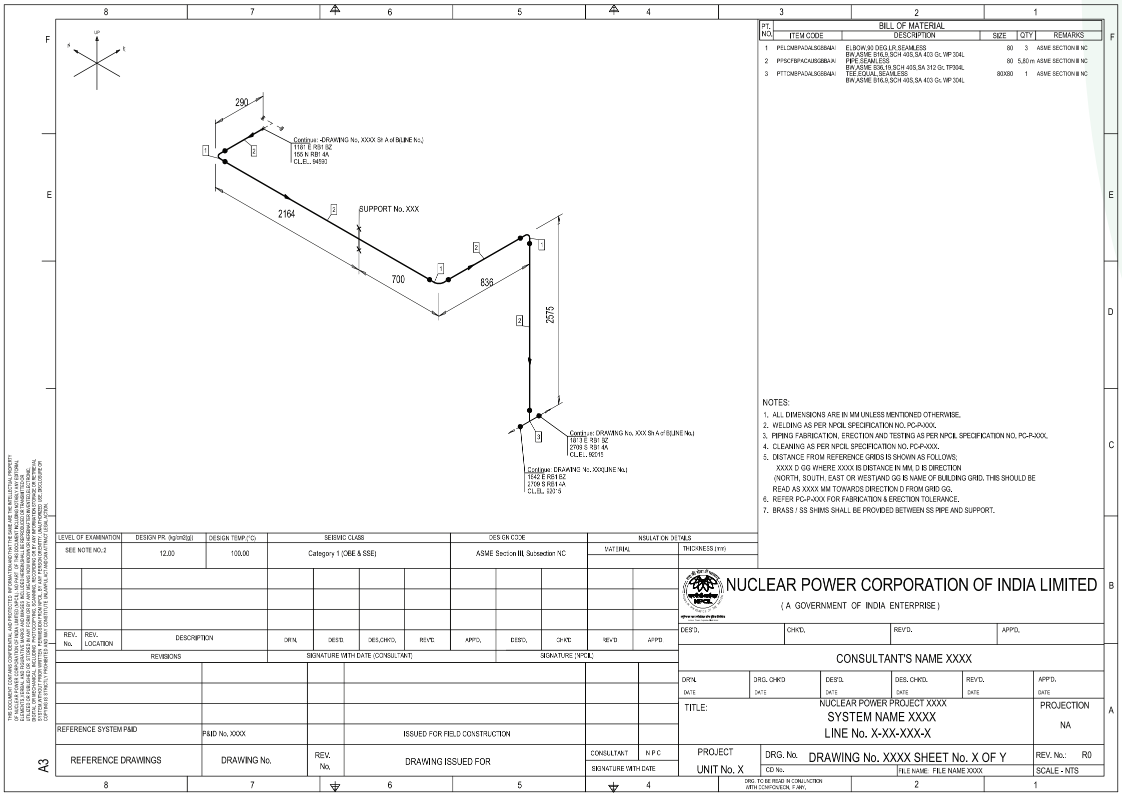
The following deliverables were extracted from the 3D model:

1) ***Piping and Instrumentation Diagrams (P&IDs)***
   Piping and Instrumentation Diagrams provide details of the process flow, equipment, instrumentations and controls, logics notes, etc. These were prepared in the Diagram module of the software and extracted from the model database in CAD format.

2) ***Concrete Forming Drawings (CFDs)***
   Concrete Forming Drawings contain information regarding various structural elements such as concrete floors, walls, columns, beams, EPs etc. These drawings were extracted from the 3D model and used for construction. Minor post-processing like EP summary table, customised notes, etc. were carried out outside the software. For preparation of CFDs of ICW and OCW in developed view, macros were developed, and drawings were prepared using the same.

3) ***Piping Isometrics***
   Piping isometrics present the layout of piping in isometric view with all the dimensions, end co-ordinates, line sizes and schedule, pipe fittings, inline components and instruments along with their tag numbers, bill of materials of piping etc. These drawings were extracted from the 3D model and used for the erection of pipe lines.

4) ***General Arrangement (GA) Drawings of Equipment, Piping, Ducting and Cable Trays***
   General Arrangement (GA) drawings show scaled layouts in orthographic projections. Different views and sections are shown for clarity of layout. These drawings were used for overall understanding of a system in a particular area. GA drawings of ducting and cable trays were used for construction. Piping GA drawings were used for erection of tubing, for which there were no isometrics.



आकृति -4: आईसोमैट्रिक निष्कर्षण मॉड्यूल से लिया गया चित्र

5) परिमाणों का बिल

परिमाणों के बिल में वस्तुएं एक टेब्युलर फॉर्मेट में होती हैं जिसमें आइटम कोड, कंपोनेंट का प्रकार, सामग्री, आकार, रेटिंग, डिजाइन कोड, विमीय मानक और परिमाण इत्यादि होते हैं। परिमाणों के यथार्थ बिल को 3डी मॉडल डेटाबेस से निष्कर्षित किया जा सका।

6) केबल ट्रे के लिए नोडल डेटा

न्यूक्लियर विद्युत संयंत्र के लिए केबल ट्रे एक महत्वपूर्ण घटक हैं। वे बहुत लंबे और विविध विमा वाले हो सकते हैं। कार्यात्मक रूप से एनपीपी में दो प्रकार के केबल होते हैं, जैसे पावर केबल और इंस्ट्रूमेंटेशन केबल। इन केबलों को अलग-अलग ट्रे में रखा जाता है। नोडल डेटा से केबल ट्रे का पथ निर्धारित किए गए। इन डेटा का 3डी मॉडल डेटाबेस से निष्कर्षण उसके लिए बनाए गए मैक्रो का इस्तेमाल करते हुए किया गया है। ट्रे उनके परस्पर अंतर्संबंध, उनके स्रोत और लक्ष्य का चयन, करने के लिए आवश्यक स्वचालन निष्पादित किया गया। तत्पश्चात केबल अनुसूची तैयार करने के लिए डेटा का इस्तेमाल किया गया।

7) पाइपिंग दाब मॉडल्स

इन्हें प्रयोज्य कोड के अनुसार दाब विश्लेषण और पाइपिंग के क्वालिफिकेशन के लिए इस्तेमाल किया जाता है। इन मॉडलों को सॉफ्टवेयर, जो कैडमैटिक संयंत्र मॉडल पर्यावरण में संचालित होता है, का उपयोग करते हुए 3डी मॉडल डेटाबेस से निष्कर्षित किया गया। यह दाब मॉडल को तैयार करने की प्रक्रिया को सरलीकृत करता है, जो पहले अयांत्रिक रूप से की जाती थी और उसमें अधिक समय लगता था और गलतियां होने की संभावना रहती थी।

8) सपोर्ट अनुसूची

सपोर्ट अनुसूचीयों में पाइपिंग प्रणाली के सपोर्ट के बारे में जानकारी होती है जैसे सपोर्ट की टैग संख्या, सपोर्ट की गई लाइनें, सपोर्ट के प्रकार, सपोर्ट का आधार, सपोर्ट की ड्राइंग संख्या, आईसोमीट्रिक ड्राइंग संख्याएं, जिनमें सपोर्ट को चिह्नित किए जाते हैं। एनपीसीआईएल फॉर्मेट के अनुसार 3डी मॉडल से प्रत्यक्ष रूप से अनुसूची के निष्कर्षण के लिए मैक्रो/प्रोग्राम तैयार किए गए। यह प्रक्रिया त्वरित है और यथार्थ सपोर्ट अनुसूची जनरेट करती है।

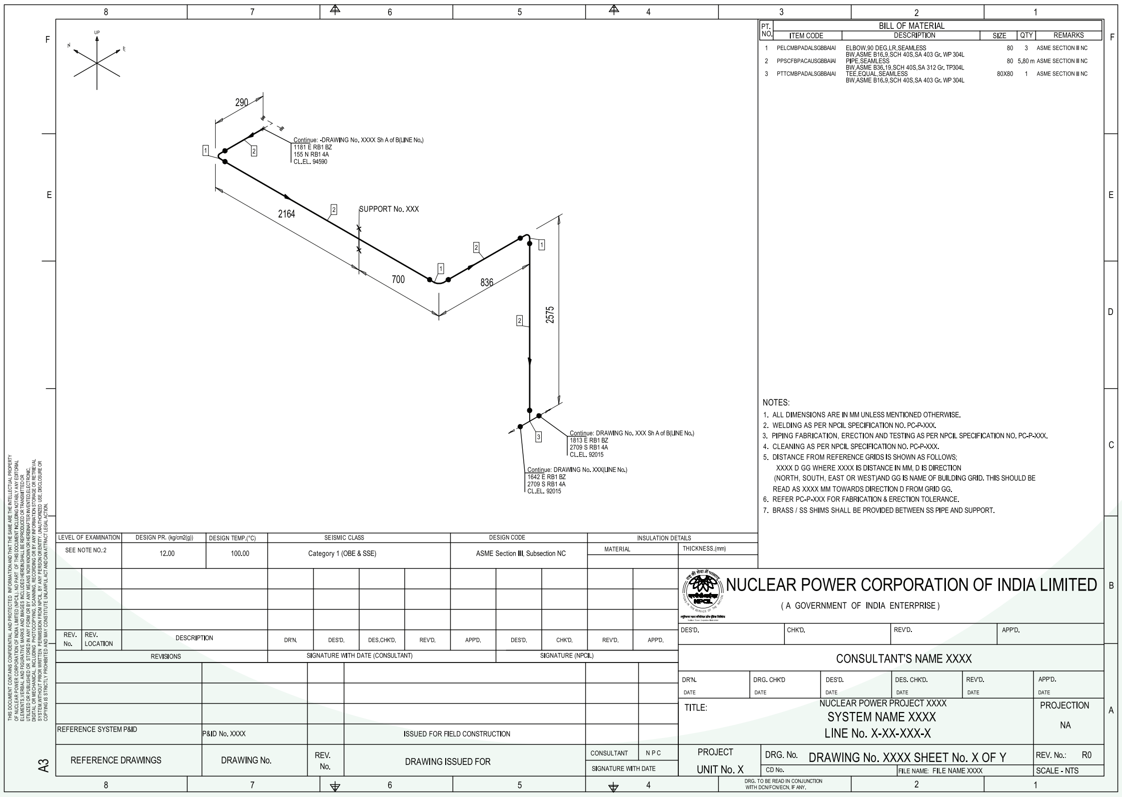


Figure-4: A snapshot from Isometric Extraction Module

5) *Bill of Quantities*

Bill of quantities list out items in a tabular format with item code, type of component, material, size, rating, design code, dimensional standard and quantity, etc. Accurate bill of quantities could be extracted from the 3D model database.

6) *Nodal Data for Cable Trays*

Cable trays are an important constituent of a Nuclear Power Plant. They can be of very large length and varying dimensions. Functionally, there are two types of cables in an NPP, viz., power cables and instrumentation cables. These cables are laid on different trays. Nodal data defines the path of the cable trays. These data were extracted from a 3D model database using a macro developed for the same. Necessary automation for selection of trays, their interconnections, their source and destination was carried out. The data was then used for the preparation of the cable schedule.

7) *Piping Stress Models*

These are used for analysis and qualification of piping as per applicable code. The models were extracted from the 3D model database using a software that runs in a CADMATIC plant model environment. This simplified the process of preparing the stress models, which was earlier done manually, was time-consuming and prone to errors.

8) *Support Schedules*

Support schedules contain detailed information about supports in a piping system such as tag number of the supports, lines supported, type of support, base of support, drawing number of the support, isometric drawing numbers in which the supports are marked, etc. Macros / programs were developed for extraction of schedules directly from the 3D model as per the NPCIL format. This process is quick and generates accurate support schedules.

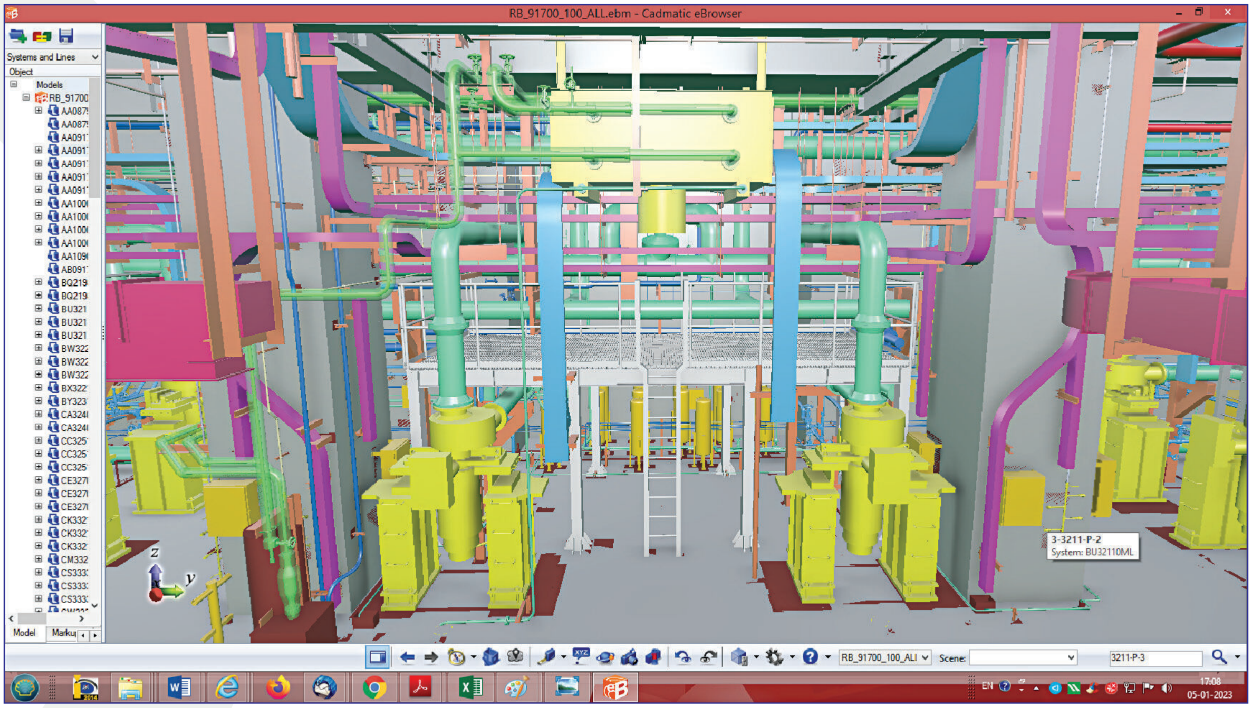
9) सपोर्ट विस्तृत ड्राइंग्स

पाइपिंग सपोर्ट ड्राइंग्स सपोर्ट का विवरण प्रदर्शित करती हैं जिसमें कन्फिगरेशन और सपोर्ट के मेंबर साइज़ के साथ-साथ सपोर्ट की गई लाइनें, मेंबर्स का विवरण और कंपोनेंट्स के साथ-साथ उनकी सामग्री का बिल और सपोर्ट का संविरचन विवरण शामिल होता है। 3डी मॉडल से आवश्यक फॉर्मेट में सपोर्ट ड्राइंग्स को निष्कर्षित करने के लिए आवश्यक सॉफ्टवेयर कस्टमाइजेशन किया गया और कुछ संविरचन विवरणों को अयांत्रिक रूप से जोड़ा गया।

3डी संयंत्र मॉडलिंग के लाभ

3डी मॉडल आधारित इंजीनियरिंग से निम्नलिखित लाभ प्राप्त हुए, जिनमें से कुछ निम्नवत हैं:

1) समेकित रूप से संयंत्र की बेहतर संकल्पना और समझ
2) विभिन्न विषय-क्षेत्रों के बीच एकीकरण अधिक प्रभावी है
3) डिज़ाइन स्तर पर व्यतिकरण को चिह्नित करना और उसका निराकरण संभव है
4) कमियों को चिह्नित करने और सुधार के लिए डिज़ाइन समीक्षा अधिक प्रभावी है
5) विभिन्न भौगोलिक अवस्थानों से 3डी मॉडल का एक ही समय पर विकास संभव है
6) यथार्थ ड्राइंग्स एवं सामग्री बिल के निष्कर्षण
7) निर्माण मामलों का त्वरित और प्रभावी समाधान
8) विभिन्न विषयों/मामलों की सरलता से समझ और समाधान के लिए प्रभावी प्रस्तुतीकरण
9) सामग्री प्रहस्तन आवश्यकताओं के लिए स्थान और पथ की पहचान
10) इंजीनियरिंग परिवर्तनों का प्रबंधन अपेक्षाकृत अधिक आसान है
11) इसे प्रशिक्षण के उद्देश्य से इस्तेमाल किया जा सकता है
12) प्रणाली कमीशनिंग हेतु योजना के लिए प्रभावी टूल है
13) इसके पश्चात समान परियोजनाओं के लिए बेस मॉडल के रूप में समान 3डी मॉडल को उपयोग में लाया जा सकता है
14) संयंत्र के प्रचालन व अनुरक्षण योजना के लिए उपयोग में लाया जा सकता है



आकृति-5: ई-ब्राउज़र मॉडल से मॉडरेटर कक्ष का चित्र

9) ***Support Detailed Drawings***

Piping support drawings show details of the supports which include configuration and member sizes of the supports along with lines supported, details of members and components along with their bill of material and fabrication details of the supports. Necessary software customization was carried out to extract support drawings in the required format from the 3D model and some fabrication details were added manually.

Advantages of 3D Plant Modelling

The 3D model based engineering has offered the following advantages, to name a few

1) Better visualization and understanding of the plant in an integrated manner
2) Integration among various disciplines is more effective
3) Identification and resolution of interferences possible at design stage
4) Design review is more effective for identification of deficiencies and improvements
5) Simultaneous development of the 3D model from multiple geographical locations is possible
6) Extraction of accurate drawings and bill of materials
7) Fast and effective resolution of construction issues
8) Effective presentation of various issues / cases for easy understanding and resolution
9) Identification of space and path for material handling requirements
10) Engineering changes are easier to manage
11) Can be used for training purpose
12) Effective tool for planning for system commissioning
13) Same 3D model can be used as a base model for subsequent similar projects
14) Can be used for operation and maintenance planning of the plant

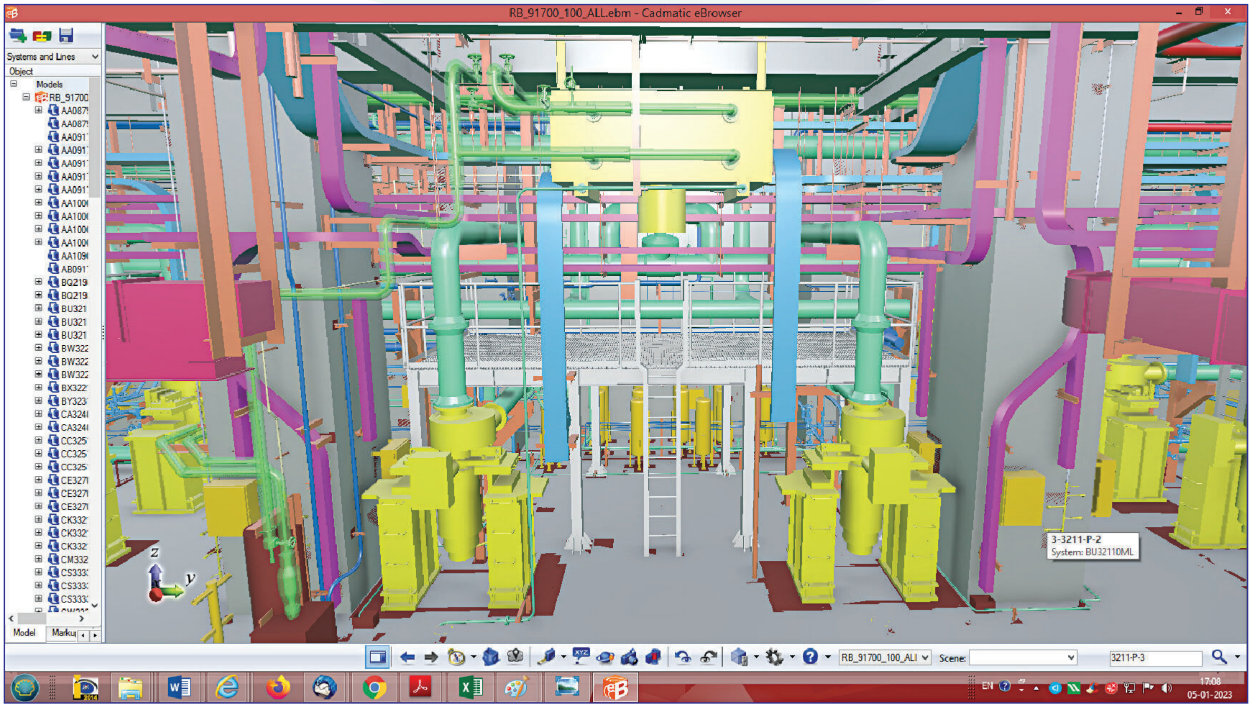


Figure 5: A snapshot of Moderator Room from E-browser Model

केएपीएस-3व4 में चुनौतियों का समाधान

केएपीएस-3व4 में संकेंद्रित इंजीनियरिंग अपनाई गई यानि इंजीनियरिंग और निर्माण साथ-साथ चले। परियोजना के प्रारंभिक चरण में सिविल निर्माण की प्रगति 3D मॉडलिंग से आगे थी। यह अधिकांशत: ऐसे क्षेत्रों में था जहां न्यूक्लियर बिल्डिंग का एलीवेशन 100मी से कम था। इन क्षेत्रों में 2D इंजीनियरिंग मॉड के आधार पर कंक्रीट फॉर्मिंग ड्राइंग्स (सीएफडी) में ईपी परिलक्षित हुई। इन क्षेत्रों के लिए कुछ समय बाद 3D मॉडलिंग पूरी की गई और इपी के मौजूदा अवस्थानों से सपोर्ट उपलब्ध कराया गया। बाद में, 3D मॉडल से निष्कर्षित ड्राइंग के आधार पर सीएफडी में अवस्थित ईपी और निर्माण गतिविधियों को 3D मॉडलिंग की प्रगति ने पीछे छोड़ दिया।

इक्विपमेंट, वाल्व और कंपोनंटों को पूर्ववर्ती 540 मेगावाट परियोजना की उपलब्ध ड्राइंग्स और केएपीएस-3व4 की टेंडर ड्राइंग्स के आधार पर मॉडल किया गया। बाद में जब आपूर्तक द्वारा इक्विपमेंट, कंपोनंटों और वाल्वस् की ड्राइंग्स् को प्रस्तुत किया गया तब उनमें से कुछ की विमाएं 3D मॉडल में मौजूदा की तुलना में अपेक्षाकृत अधिक पाया गया। इससे 3D मॉडल में व्यतिकरण की स्थिति बनी जिसका बाद में निराकरण कर लिया गया।

सॉफ्टवेयर में 2 एमएम और कम के क्लियरेंस के साथ ऑबजेक्ट्स में क्लैश की पहचान की गई और उसका समाधान किया गया। तथापि, उच्चतर निर्माण टोलरंन्सेस के कारण कुछ अंतरों का अवलोकन साइट पर किया गया।

अद्यतन किए गए 3D मॉडल को साकार किया जाना मॉडल से ड्राइंग्स के निष्कर्षण के बाद ही संभव हो सकता है। किसी मॉडल के रिलीज़/ड्राइंग को अंतिम रूप दिए जाने के बाद उसमें अद्यतनीकरण का नियमन आशोधित/संशोधित ड्राइंग्सं या ईसीएन (इंजीनियरिंग परिवर्तन सूचना) जारी कर के किया जाना होता है। मॉडल के ऊपर समुचित नियंत्रण आवश्यक था ताकि एक बार 3D मॉडल वॉल्यूम को स्थायी करने और ड्राइंग्स् के निष्कर्षण के बाद मॉडल में कोई आकस्मिक परिवर्तन न हों।

चूँकि 3D मॉडल के विकसित होने से पहले सिविल निर्माण प्रारंभ हो गया था और चूंकि केएपीएस-3व4 पहली 700 मेगावाट परियोजना थी, इसलिए परियोजना के प्रारंभ में सामग्री की निश्चित मात्रा का अनुमान लगाना संभव नहीं था। सामग्री का प्रापण संयंत्र के प्रारंभिक 3D मॉडल के आधार पर किया गया। 3D मॉडलिंग और क्लैश विभेदन पूरी कर लेने के बाद आवश्यक परिमाण के बिल 3D मॉडल से निष्कर्षित किए गए और प्रापण किए गए परिमाण के साथ तुलना की गई। वस्तुओं में कमी की पहचान की गई और इन वस्तुओं के लिए प्रापण कार्रवाई की गई।

निष्कर्ष

किसी न्यूक्लियर विद्युत केंद्र की विस्तृत इंजीनियरिंग को निष्पादित करने का कुशल और प्रभावी तरीका 3D मॉडल आधारित इंजीनियरिंग है, जो एक एकीकृत इंजीनियरिंग परिवेश में सभी विषय-क्षेत्रों के एकीकरण, यथार्थ निर्माण ड्राइंग के निष्कर्षण और सामग्री के बिल को संभव बनाती है। 3D मॉडल न्यूक्लियर विद्युत केंद्र की प्रतिकृति बना रहता है, जिसे विद्युत केंद्र की समस्त आयु के लिए आवश्याकतानुसार बाद मे भी संशोधित किया जा सकता है। केएपीएस-3व4 के लिए विस्तृत इंजीनियरिंग की प्रक्रिया के दौरान एनपीसीआईएल ने इस क्षेत्र में विशेषज्ञता हासिल की है। चूंकि केएपीएस-3व4 700 मेगावाट के पहले स्वदेशी रिएक्टर्स हैं, जिसमें पहली बार इसे निष्पादित किया गया, कुछ चुनौतियों का सामना किया गया और बहुत सारे अनुभव प्राप्त हुए और इन चुनौतियों पर काबू पाने में कई चीज़ें सीखने को मिलीं। इसके बाद, 700 मेगावाट परियोजना जीएचएवीपी-1व2 का 3D मॉडल तैयार करते समय इस क्रियाविधि में कई सुधार किए गए हैं।

Challenges Overcome in KAPS-3&4

In KAPS-3&4, concurrent engineering was adopted, i.e., engineering and construction were going parallel. During the initial phase of the project, the progress of civil construction was ahead of 3D modelling. This was mostly for areas which were below 100 m elevation of nuclear building. In these areas, EPs were shown in concrete forming drawings (CFDs) based on the 2D mode of engineering. For these areas, 3D modelling was completed a little later and supports were provided from existing locations of EPs. Later on, the progress of 3D modelling overtook construction and EPs located in the CFDs were based on extracted drawings from the 3D model.

Equipment, valves and components were modelled based on available drawings of the earlier 540 MWe project and Tender drawings of KAPS-3&4. Later on, when drawings of equipment, components and valves were submitted by the suppliers, the dimensions of some of them were found to be higher than those existing in the 3D model. These led to interferences in the 3D model, which were subsequently resolved.

In the software, clashes were identified between objects with clearance of 2mm or below and resolved. However, due to higher construction tolerances, some clashes were observed at site.

Realization of the updated 3D model is possible only after extraction of drawings from the model. Any model updating after release/freezing of drawings has to be regularised by way of issue of modified/revised drawings or ECNs (Engineering Change Notices). A proper control over the model was required so that there were no inadvertent model changes, once the 3D model of the volume was frozen and drawings were extracted.

As the development of the 3D model and civil construction had some overlap and as KAPS-3&4 was the first 700 MWe project, it was not possible to estimate the exact quantity of material at the beginning of the project. Materials were procured based on a preliminary 3D model of the plant. After the completion of 3D modeling and clash resolution, the required bill of quantities was extracted from the 3D model and compared with the procured quantities. Any shortfall of items was identified and procurement action was taken for these items.

Conclusion

3D-model based engineering is an efficient and effective way of carrying out detailed engineering of a nuclear power plant, which enables integration of all disciplines in an integrated engineering environment, extraction of accurate construction drawings and bill of materials. The 3D model remains a replica of the Nuclear Power Plant (NPP), which can be visited/modified as per requirements, for the entire life of the plant. NPCIL has gained expertise in this field during the process of detailed engineering for KAPS-3&4. Since KAPS-3&4 are the first 700 MWe indigenous reactors in which this was carried out for the first time, there were some challenges faced and a lot of experience has been gained and lessons learnt while overcoming these challenges. Many improvements have been carried out on the methodology, while preparing the 3D model of the subsequent 700 MWe project, GHAVP - 1&2.

प्रसांत कुमार पति इंजीनियरिंग निदेशालय के अंतर्गत रिएक्टर प्रोसेस ग्रुप के मॉडरेटर, आरडीपीएस और यूजीपी अनुभाग में उप मुख्य अभियंता हैं। आईआईटी कानपुर से मैकेनिकल इंजीनियरिंग में एम.टेक पूरा करने के बाद, वह वर्ष 2007 में बीएआरसी ट्रेनिंग स्कूल के डीजीएफएस-4 थे बैच के माध्यम से एनपीसीआईएल में सम्मिलित हुए। वह कापबिघ-3 व 4 और जीएचएवीपी-1 व 2 के लिए 3डी मॉडल आधारित प्लांट इंजीनियरिंग में बड़े पैमाने पर सम्मिलित थे और उन्होंने 700 मेगावाट परियोजनाओं के लिए विभिन्न उपकरणों, पाइपिंग, सपोर्ट आदि के यांत्रिक डिजाइन और विश्लेषण में भी योगदान दिया है। वह CADMATIC सॉफ्टवेयर का उपयोग करके एनपीपी के लिए 3डी मॉडलिंग में विशेषज्ञ हैं और उन्होंने मुख्यालय के साथ-साथ परियोजना स्थलों पर इस सॉफ्टवेयर के उपयोग पर कई इंजीनियरों को प्रशिक्षित किया है। वर्तमान में, वह मॉडरेटर और सहायक प्रणालियों, रिएक्टिविटी डिवाइसेस प्रोसेस प्रणालियों और भारी जल उन्नयन संयंत्र की प्रक्रिया और यांत्रिक डिजाइन में सम्मिलित हैं।

सुलोक कुमार सक्सेना उत्कृष्ट वैज्ञानिक, वर्तमान में इंजीनियरिंग निदेशालय के सह निदेशक (रिएक्टर प्रोसेस ग्रुप) की जिम्मेदारी संभाल रहे हैं। वह आरईसी, कुरुक्षेत्र (अब एनआईटी, कुरुक्षेत्र) से मैकेनिकल इंजीनियरिंग में स्नातक हैं। ट्रेनिंग स्कूल (प्रारंभिक प्रशिक्षण) के 33 वें बैच से स्नातक होने के बाद वह वर्ष 1990 में एनपीसीआईएल में शामिल हुए। वह 3डी आधारित प्लांट इंजीनियरिंग और मॉडलिंग को अपनाने के लिए एक प्रमुख व्यक्ति रहे हैं, जिसे एनपीसीआईएल में पहली बार 700 मेगावाट की परियोजना केएपीएस-3व4 के लिए परिनियोजन किया गया था। इससे पहले, प्लांट इंजीनियरिंग और मॉडलिंग अनुभाग के प्रमुख के रूप में, उन्होंने मुख्यालय, एनपीसीआईएल में एक कंप्यूटर एडेड इंजीनियरिंग (सीएई) सेंटर की स्थापना की और 3डी मॉडल आधारित इंजीनियरिंग को आगे बढ़ाने के लिए आवश्यक बुनियादी ढांचे और जनशक्ति की स्थापना की। उन्होंने मुख्यालय के साथ-साथ विभिन्न साइटों से इंजीनियरों की एक टीम तैयार की और उन्हें CADMATIC मॉडलिंग सॉफ्टवेयर के उपयोग में प्रशिक्षित किया। चूंकि 700 मेगावाट पीएचडब्ल्यूआर के लिए पूरी तरह से नए लेआउट के लिए 3डी मॉडल विकसित किया जा रहा था, उन्होंने केएपीएस-3व4 के 3डी मॉडल की गहन समीक्षा और निर्माण, संचालन और रखरखाव में आसानी के लिए लेआउट को अनुकूलित करने के लिए एक वॉकथ्रू समिति का संचालन किया। एनपीसीआईएल में इस तकनीक को आत्मसात करने को सुगम करने के बाद, 3डी मॉडल अब इंजीनियरिंग निदेशालय में इंजीनियरिंग का मुख्य आधार है। इंजीनियरिंग की इस पद्धति का अब बाद की 700 मेगावाट की अन्य परियोजनाओं के लिए सफलतापूर्वक अनुसरण किया जा रहा है।

वर्तमान में, रिएक्टर प्रोसेस ग्रुप के समूह प्रमुख के रूप में, वह प्राथमिक हीट ट्रांसपोर्ट सिस्टम (और इसकी सहायक प्रणालियाँ), आपातकालीन कोर शीतलन प्रणाली, मॉडरेटर सिस्टम (और इसकी सहायक सिस्टम्स), लिक्विड पॉइजन आधारित रिएक्टर शटडाउन सिस्टम और नियंत्रण सिस्टम अर्थात सेकेंडरी शटडाउन सिस्टम (एसएसएस) और शटडाउन सिस्टम #2 (एसडीएस #2), लिक्विड पॉइजन इंजेक्शन सिस्टम, लिक्विड जोन कंट्रोल (एलजेडसी) सिस्टम, लिक्विड पॉइजन एडिशन सिस्टम (एएलपीएएस और एलपीआईएस), हेवी वाटर अपग्रेडिंग प्लांट और पीएचडब्ल्यूआर के अपशिष्ट प्रबंधन सिस्टम्स, जैसी विभिन्न महत्वपूर्ण परमाणु प्रणालियों के डिजाइन और इंजीनियरिंग के लिए जिम्मेदार हैं। उनका समूह ईएमएफआर, ईएमबीएचआर, आवधिक सुरक्षा आकलन, सिस्टम अपग्रेडेशन, आयुर्वृद्धि प्रबंधन, नियामक समर्थन इत्यादि जैसी विभिन्न गतिविधियों के लिए सभी ऑपरेटिंग पीएचडब्ल्यूआर इकाइयों को डिजाइन सहायता भी प्रदान करता है।

Prasanta Kumar Pati is the Dy. Chief Engineer in Moderator, RDPS & UGP section of the Reactor Process Group, which comes under Directorate of Engineering. He joined NPCIL in the year 2007, through the DGFS-4th batch of BARC training school, after completing his M. Tech in Mechanical Engineering from IIT Kanpur. He was extensively involved for 3D model-based plant engineering for KAPS-3&4 and GHAVP-1&2 and has also contributed in the mechanical design and analysis of various equipment, piping, supports, etc. for 700 MWe projects. He is an expert in 3D modelling for NPPs using CADMATIC software and has trained many engineers on usage of this software at HQ as well as at project sites. Presently, he is involved in process and mechanical design of Moderator & Auxiliary Systems, Reactivity Devices Process Systems and Heavy Water Upgrading Plant.

Sulok Kumar Saxena is an Outstanding Scientist, currently holding the responsibility of Associate Director (Reactor Process Group) of Directorate of Engineering. He is a Mechanical Engineering graduate from REC, Kurukshetra (now NIT, Kurukshetra), who joined NPCIL in the year 1990 after graduating from the 33rd batch of Training School (Orientation Course). He has been a key person for adoption of 3D-based Plant Engineering and Modelling, which was deployed for the first time in NPCIL for the first 700 MWe project viz., KAPS-3&4. Earlier, as Head of the Plant Engg. & Modeling section, he set up a Computer Aided Engineering (CAE) Center at HQ, NPCIL and established the necessary infrastructure and manpower for taking the 3D-model based engineering forward. He garnered a team of engineers from HQ as well as from various sites and got them trained in usage of the CADMATIC modelling software. As the 3D model was being developed for an entirely new layout for 700 MWe PHWRs, he steered a walkthrough committee for the in-depth review of the 3D model of KAPS-3&4 and optimised the layout for ease of construction, operation and maintenance. After facilitating assimilation of this technology in NPCIL, the 3D model is now the mainstay of engineering in the Directorate of Engineering. This mode of engineering is now being successfully followed for other later 700 MWe projects.

Currently, as Group Head of the Reactor Process Group, he is responsible for Design & Engineering of various important nuclear systems like Primary Heat Transport system (and its auxiliary systems), Emergency Core Cooling System, Moderator System (and its auxiliary systems), Liquid poison-based reactor shutdown systems and control systems viz. Secondary Shutdown System (SSS) and Shut Down System#2 (SDS#2), Liquid Poison Injection System, Liquid Zone Control (LZC) System and Liquid Poison Addition System (ALPAS & LPIS), Heavy Water Upgrading Plant and Waste Management Systems for PHWRs. His group also provides design support to all operating PHWR units for various activities such as EMFR, EMBHR, periodic safety assessments, system upgradation, ageing management, regulatory support, etc.

टीएपीएस-3व4 540 मेगावाट इकाइयां: 700 मेगावाट की आधारशिला

रितेश चन्द्र सिंह, *वरिष्ठ तकनीकी अभियंता (नाभिकीय), टीएपीएस-3व4*
रणधीर कुमार, *तकनीकी सेवाएँ अधीक्षक, टीएपीएस-3व4*

तारापुर परमाणु बिजलीघर-3 व 4

स्वतंत्रता के तुरंत बाद, संविधान सभा ने वर्ष 1948 में भारतीय परमाणु ऊर्जा अधिनियम पारित किया, जिसके तहत उसी वर्ष परमाणु ऊर्जा आयोग (एईसी) का गठन किया गया। परमाणु ऊर्जा विभाग (पऊवि) अगस्त 1954 में स्थापित किया गया। परमाणु ऊर्जा विभाग को भारत में न्यूक्लियर विद्युत प्रौद्योगिकी और विकिरण तकनीकों को विकसित करने का शासनादेश है।

न्यूक्लियर विद्युत के माध्यम से बिजली उत्पादन के लिए पहले कदम के रूप में, अक्टूबर 1964 में 210 मेगावाट की क्षमता वाले क्वथन जल रिएक्टरों (बीडब्ल्यूआर) का निर्माण शुरू किया गया था। अक्टूबर 1969 में इसका व्यावसायिक प्रचालन शुरू किया गया और ये दुनियाभर में कहीं भी संचालित होने वाले शुरुआती न्यूक्लियर विद्युत रिएक्टर्स में से एक बन गए। तारापुर, महाराष्ट्र में स्थापित यह दो न्यूक्लियर रिएक्टर इकाइयां, भारत सहित एशिया के पहले परमाणु बिजली घर थे। भारत के दीर्घकालिन न्यूक्लियर विद्युत कार्यक्रम के एक भाग के रूप में, जैसा कि डॉ. होमी जहांगीर भाभा ने कल्पना की थी, भारत के पहले दाबित भारी पानी रिएक्टर (पीएचडब्ल्यूआर) – राजस्थान के रावतभाटा में राजस्थान परमाणु विद्युत केंद्र (आरएपीएस-1) ने दिसंबर, 1973 में वाणिज्यिक प्रचालन शुरू किया। इसके बाद 220 मेगावाट पीएचडब्ल्यूआर रिएक्टरों की एक श्रृंखला प्रचालन में आई। भारतीय न्यूक्लियर विद्युत कार्यक्रम का पहला चरण कई चरणों, जैसे प्रौद्योगिकी प्रदर्शन, स्वदेशीकरण, मानकीकरण, समेकन और अंत में, व्यावसायीकरण से गुजरा है। कैगा विद्युत उत्पादन केंद्र-1 (केजीएस-1) द्वारा 962 दिनों तक लगातार प्रचालन और न्यूक्लियर पावर कॉरपोरेशन ऑफ इंडिया लिमिटेड (एनपीसीआईएल) द्वारा संचालित विभिन्न रिएक्टरों द्वारा एक वर्ष से अधिक के लिए 46 बार (दो साल से अधिक के लिए 46 में से 4 बार) हासिल किया गया निरंतर प्रचालन, जो की न्यूक्लियर विद्युत प्रौद्योगिकी में एनपीसीआईएल द्वारा प्राप्त परिपक्वता का प्रमाण है। स्वदेशी तकनीकीयुक्त 220 मेगावाट

TAPS-3&4 540 MWe Units: A Stepping Stone to 700 MWe

Ritesh Chandra Singh, *Senior Technical Engineer (Nuclear), TAPS-3&4*
Randhir Kumar, *Technical Services Superintendent, TAPS-3&4*

Tarapur Atomic Power Station-3&4

Soon after independence, the Constituent Assembly passed the Indian Atomic Energy Act in the year 1948, under which the Atomic Energy Commission (AEC) was constituted in the same year. The Department of Atomic Energy (DAE) was set up in August 1954. DAE is mandated to develop nuclear power technology and radiation technologies in India.

As a first step for power generation through nuclear power, the construction of 210 MWe Boiling Water Reactors (BWR) was started in October 1964. They commenced commercial operation in October 1969 and were among the first few nucler power reactors to operate anywhere in the world. Two nuclear reactor units, set up at Tarapur, Maharashtra, were the first nuclear power reactors in India as well as in Asia. As a part of India's long-term nuclear power program, as envisioned by Dr. Homi Jahagir Bhabha, the first Pressurised Heavy Water Reactor (PHWR) of India–Rajasthan Atomic Power Station (RAPS-1) in Rawatbhata, Rajasthan – started commercial operation in December 1973. Thereafter, a series of 220 MWe PHWRs came into operation. The first-stage Indian Nuclear Power Program went through the stages of Technology Demonstration, Indigenisation, Standardization, Consolidation and, Commercialization. The continuous operation for 962 days by Kaiga Generating Station (KGS-1) and

पीएचडब्ल्यूआर रिएक्टरों की सफलता से उत्साहित होकर, भाभा परमाणु अनुसंधान केंद्र (बीएआरसी) के साथ एनपीसीआईएल ने 500 मेगावाट के पीएचडब्ल्यूआर की डिजाइन की शुरुआत की। बाद में, व्यावहारिकता अध्ययन के आधार पर 500 मेगावाट डिजाइन को 540 मेगावाट तक बढ़ाया गया और तारापुर परमाणु विद्युत केंद्र (टीएपीएस-3व4 – 2x540 मेगावाट) को स्थापित किया गया। 540 मेगावाट रिएक्टरों के परिकल्पित डिजाइन में पीएचडब्ल्यूआर की सभी मूलभूत विशेषताएं शामिल हैं, उदाहरण के लिए क्षैतिज दबाव ट्यूब डिजाइन, प्राकृतिक यूरेनियम डाइऑक्साइड घटकों से संचालित, भारी पानी द्वारा नियंत्रण और शीतलन, त्वरित कार्यकारी, विविध, अलग शटडाउन सिस्टम (एसडीएस), उच्च दवाब और आपातकालीन कोर शीतलन प्रणाली के दीर्घकालिक चरण, दोहरा नियंत्रण, मुख्य और पूरक नियंत्रण कक्ष आदि। हालांकि, 220 मेगावाट रिएक्टरों से 540 मेगावाट रिएक्टरों के डिजाइन में काफी बदलाव किए गए हैं।

प्राथमिक हीट ट्रांसपोर्ट (पीएचटी) प्रणाली के दो महत्वपूर्ण लूप हैं, पीएचटी सिस्टम प्रेशर कंट्रोल के लिए प्रेशराइज़र, रिएक्टर रेगुलेशन के लिए लिक्विड ज़ोनल कंट्रोल सिस्टम (एलज़ेडसीएस), रिएक्टर रेगुलेशन के लिए इन-कोर फ्लक्स मॉनिटरिंग के लिए सेल्फ-पावर्ड न्यूट्रॉन डिटेक्टर (एसपीएनडी), रक्षा एवं फ्लक्स मैपिंग, शटडाउन सिस्टम-2 के लिक्विड पोइजन इंजेक्सन आदि शामिल हैं। टीएपीएस-3व4 में इस तरह की कई अपने प्रकार की प्रथम (फोक) प्रणालियों की शुरुआत की गयी। इन नई प्रणालियों के डिजाइन और विकास ने एक मूल्यवान अनुभव प्रदान किया है। फोक प्रणालियों की सफल कमीशनिंग और संचालन ने एनपीसीआईएल डिजाइन और ओ संचालन व अनुरक्षण ग्रुप्स के विश्वास को और बढ़ाया है। इस भरोसे के आधार पर, 700 मेगावाट क्षमता वाले भारतीय पीएचडब्ल्यूआर इकाइयों का डिज़ाइन तैयार किया गया है। 700 मेगावाट पीएचडब्ल्यूआर डिज़ाइन अनिवार्य रूप से 540 मेगावाट के समान कोर का उपयोग करता है। 700 मेगावाट पीएचडब्ल्यूआर डिजाइन के 16 परमाणु ऊर्जा रिएक्टर्स – काकरापार परमाणु विद्युत केंद्र-3व4, राजस्थान परमाणु विद्युत परियोजना-7 व 8, गोरखपुर हरियाणा अणु विद्युत परियोजना-1 से 4, कैगा जेनरेटिंग स्टेशन-5व6, चुटका मध्य प्रदेश परमाणु विद्युत परियोजना-1 व 2 एवं माही बांसवाड़ा-1 से 4 – कमीशनिंग, निर्माण और डिजाइन के विभिन्न चरणों में हैं। टीएपीएस-3व4 में 540 मेगावाट रिएक्टरों के सफल कमीशनिंग और प्रचालन ने 700 मेगावाट भारतीय पीएचडब्ल्यूआर के लिए मार्ग प्रशस्त किया है।

540 मेगावाट के प्रचालन अनुभवों के आधार पर 700 मेगावाट डिजाइन में कई सुधार शामिल किए गए। इनमें से कुछ प्रमुख संशोधनों को इस लेख में शामिल किया गया है:

- कोबाल्ट एसपीएनडी को इनकोनेल एसपीएनडीसे बदलना
- मॉडरेटर कवर गैस सिस्टम से क्षैतिज/ऊर्ध्वाधर प्रवाह इकाइयों (एचएफयू/वीएफयू) में एसपीएनडी के लिए हीलियम सर्किट का पृथक्करण और सूखे हीलियम के साथ क्षैतिज/ऊर्ध्वाधर फ्लक्स इकाइयों का बॉक्सिंग-अप करना
- रिएक्टर रेग्युलेटिंग सिस्टम (आरआरएस) के मल्टी-नोडल सिस्टम को डुअल कंप्यूटर हॉट स्टैंडबाय (डीसीएचएस) आर्किटेक्चर से बदलना
- शटडाउन सिस्टम-2 (एसडीएस-2) में अल्ट्रासोनिक बॉल डिटेक्शन सिस्टम (यूबीडीएस) को मैकेनिकल बॉल डिटेक्शन सिस्टम (एमबीडीएस) से बदलना
- दूषक बाहर निकालने के दौरान मॉडरेटर प्रणाली रसायन विज्ञान में सुधार के लिए मॉडरेटर सिस्टम आयन एक्सचेंज कॉलम की श्रृंखलाबद्ध व्यवस्था करना
- तरल क्षेत्र नियंत्रण प्रणाली में बेहतर विश्वसनीयता

continuous operation for more than a year for 46 times (more than two years achieved 4 times out of 46 times) by various reactors operated by Nuclear Power Corporation of India Limited (NPCIL) is a testimony to the maturity achieved by NPCIL in nuclear power technology. Encouraged by the success of indigenising the 220 MWe PHWRs, NPCIL with Bhabha Atomic Research Centre (BARC) initiated the design of 500 MWe PHWRs. Later, based on feasibility studies, the 500 MWe reactor design was scaled to 540 MWe and Tarapur Atomic Power Station-3&4 (TAPS-3&4 -2 x 540 MWe) were set up. The conceptual design of the 540 MWe reactors incorporates all the basic features of a PHWR, e.g., horizontal pressure tube design, fuelled with natural uranium dioxide elements, moderated and cooled by heavy water, fast-acting, diverse, independent Shutdown Systems (SDSs), High pressure and long-term phases of Emergency Core Cooling System, double containment, main and supplementary control room, etc. However, there are considerable changes in the design from 220 MWe reactors to 540 MWe reactors.

The important ones are two loops of Primary Heat Transport (PHT) System, Pressurizer for PHT System pressure control, Liquid Zonal Control System (LZCS) for reactor regulation, Self-Powered Neutron Detectors (SPNDs) for in-core flux monitoring for reactor regulation, protection and flux mapping, Liquid Poison Injection for Shutdown System-2, etc. Several first-of-a-kind (FOAK) systems were introduced in TAPS-3&4. The design and development of these new systems added to our valuable experience. The successful commissioning and operation of FOAK systems further boosted the confidence of the NPCIL design and O&M fraternity. Based on this confidence, the design of Indian PHWR units of 700 MWe was carried out. The 700 MWe PHWR design utilises essentially the same core of the 540 MWe. Sixteen nuclear power reactors of 700 MWe PHWR design, namely, Kakrapar Atomic Power Station (KAPS-3&4), Rajasthan Atomic Power Project (RAPP-7&8), Gorakhpur Haryana Anu Vidyut Pariyojana (GHAVP-1 to 4), Kaiga Generating Station (KGS-5&6), Chutka Madhya Pradesh Atomic Power Project (CMPAPP-1&2) and Mahi Banswara-1 to 4 are in different stages of commissioning, construction, design and operation. Successful commissioning and operation of 540 MWe reactors at TAPS-3&4 paved the path for bigger 700 MWe Indian PHWRs.

Numerous improvements were incorporated in the 700 MWe design based on the operating experiences of 540 MWe reactors. Some of the major modifications incorporated are outlined in this article:

- Cobalt SPNDs replacement with Inconel SPNDs
- Separation of Helium circuit for SPNDs in Horizontal/Vertical Flux Units (HFU/VFU) from the Moderator Cover Gas System and boxing up of the Horizontal/Vertical Flux Units with dry Helium
- Replacement of multi-nodal system of Reactor Regulating System (RRS) with Dual Computer Hot Standby (DCHS) architecture
- Replacement of Ultrasonic Ball Detection System (UBDS) with Mechanical Ball Detection System (MBDS) in Shutdown System-2 (SDS-2)
- Series arrangement of moderator system ion exchange columns to improve moderator system chemistry during poison removal
- Improved reliability of Liquid Zone Control System (LZCS)

कोबाल्ट एसपीएनडी को इनकोनेल एसपीएनडी से बदलना

टीएपीएस-3व4 कोर के आकार में बड़े होने के कारण इनमे निरंतर इन-कोर पावर मॉनिटरिंग की आवश्यकता होती है क्योंकि कोर के भीतर फ्लक्स प्रोफाइल को न्यूट्रॉन लीकेज फ्लक्स द्वारा ठीक से प्रदर्शित नहीं किया जा सकता है। रिएक्टर विनियमन और रक्षण के लिए, 96 कोबाल्ट एसपीएनडी (रिएक्टर विनियमन प्रणाली के लिए 42, रिएक्टर सुरक्षा प्रणाली-1 के लिए 36, रिएक्टर सुरक्षा प्रणाली-2 के लिए 18) मूल डिजाइन में प्रदान किए गए हैं, ताकि पावर में परिवर्तन पर त्वरित प्रतिक्रिया दी जा सके। इन-कोर फ्लक्स मैपिंग के लिए, वैनेडियम एसपीएनडी (102 संख्या) प्रदान किए गए हैं, जो धीमी प्रतिक्रिया होने के बावजूद न्यूट्रॉन फ्लक्स का सटीक माप प्रदान करते हैं।

कोबाल्ट डिटेक्टरों में, कोबाल्ट-59 के साथ न्यूट्रॉन-गामा इंटरैक्शन से पावर सिग्नल परिणामित होता है। एसपीएनडी की न्यूट्रॉन प्रवाह की संवेदनशीलता एमिटर में कोबाल्ट-59 परमाणुओं की संख्या घनत्व पर निर्भर करती है। समय बीतने के साथ साथ कोबाल्ट-59 के क्षरण के कारण संवेदनशीलता कम होती जाती है, और एक न्यूट्रॉन को अवशोषित करने पर कोबाल्ट-60 बन जाता है, जो अत्यधिक रेडियोधर्मी है और इसका आधा जीवन 5.2 वर्ष है। कोबाल्ट-60 का निर्माण विकिरणित कोबाल्ट एसपीएनडी को अत्यधिक रेडियोधर्मी बनाता है। किरणित कोबाल्ट एसपीएनडी से 2 मीटर की दूरी पर मापा गया गामा क्षेत्र 7000 R/घंटा से > 105 R/घंटा तक होता है। प्रचालन चरण के दौरान, इन्सुलेशन प्रतिरोध (आईआर) के मानों में कमी के कारण कोबाल्ट एसपीएनडी की बारंबार विफलताओं को लगातार अनुभूत किया गया। दोषपूर्ण कोबाल्ट एसपीएनडी के प्रतिस्थापन द्वारा उच्च गामा क्षेत्र के कारण होने वाले काफी रेडियोलॉजिकल चुनौतियों का सामना किया गया। विकिरणित कोबाल्ट एसपीएनडी से उच्च विकिरण क्षेत्रों को ध्यान में रखते हुए, कोबाल्ट एसपीएनडी को रूप से हटाने करने और उन्हें एमिटर सामग्री के रूप में इनकोनेल-600 वाले डिटेक्टरों से बदलने का प्रस्ताव दिया गया। इनकोनेल-600 एक आम औद्योगिक सामग्री है जो भारत में आसानी से उपलब्ध है और इनकोनेल एसपीएनडी पहले से ही कई केनडु 600 रिएक्टरों में उपयोग में हैं। कोबाल्ट एसपीएनडी को इनकोनेल एसपीएनडीसे बदलने के लिए सुरक्षा प्रस्ताव की इन-हाउस और नियामक संस्था द्वारा पूरी तरह से समीक्षा की गई। विनियामक मंजूरी के बाद, इनकोनेल एसपीएनडी का प्रदर्शन रिएक्टर की स्थिति में देखा गया और प्रचालन आंकड़ों से यह स्थापित किया गया कि इनकोनेल एसपीएनडी शीघ्र प्रतिक्रियाकारी न्यूट्रॉन डिटेक्टर हैं और इनका रिएक्टर विनियमन और संरक्षण के लिए इस्तेमाल किया जा सकता है। इनकोनेल एसपीएनडी की गहन समीक्षा और संतोषजनक प्रदर्शन के बाद, कोबाल्ट एसपीएनडी को टीएपीएस-3व4 में इनकोनेल एसपीएनडी से बदल देखे गये।

टीएपीएस-3व4 के प्रचालन अनुभव के आधार पर, इन-कोर पावर मॉनिटरिंग के लिए कोबाल्ट एसपीएनडीके स्थान पर 700 मेगावाट डिज़ाइन में इनकोनेल एसपीएनडी शामिल किये गये। साथ ही, टीएपीएस-3व4 में 540 मेगावाट डिज़ाइन में सिंगल पिच/दो-पिच एसपीएनडी के स्थान पर 700 मेगावाट डिज़ाइन में शामिल तीन-पिच एसपीएनडीके प्रदर्शन की जाँच और सत्यापन किये गये।

मॉडरेटर कवर गैस सिस्टम से क्षैतिज/ऊर्ध्वाधर फ्लक्स इकाइयों (एचएफयू/वीएफयू) में एसपीएनडी के लिए हीलियम सर्किट का पृथक्करण और सूखे हीलियम के साथ क्षैतिज/ऊर्ध्वाधर फ्लक्स इकाइयों का बॉक्सिंग अप

केएपीएस-3व4 के रिएक्टर कोर में 26 वर्टिकल फ्लक्स यूनिट (वीएफयू) हैं, जिसमें फ्लक्स मैपिंग सिस्टम (एफएमएस) के लिए 102 एसपीएनडी, रिएक्टर रेगुलेटिंग सिस्टम (आरआरएस) के लिए 42 एसपीएनडी, और रिएक्टर प्रोटेक्शन सिस्टम-1 (आरपीएस-1) के लिए 36 एसपीएनडी हैं। वीएफयू चारों तरफ से विभिन्न लैटिस लोकेशन पर लंबवत स्थित कैरियर ट्यूब असेंबली (सीटीए) से घिरा हुआ हैं, और उसके साथ एम्बेडेड पार्ट में टर्मिनल बॉक्स को वेल्डेड किया गया है। रिएक्टर कोर में 7 हॉरिजॉन्टल फ्लक्स यूनिट (एचएफयू) हैं जिनमें रिएक्टर प्रोटेक्शन सिस्टम-2 (आरपीएस-2) के लिए 18 एसपीएनडी हैं। एचएफयू क्षैतिज स्थिति में टर्मिनल बॉक्स के साथ विभिन्न लैटिस लोकेशन के बीच क्षैतिज रूप से स्थित बंद ट्यूब हैं। एसपीएनडी के लिए मॉडरेटर हीलियम कवर गैस शीतलन का माध्यम था।

Replacement of Cobalt SPNDs with Inconel SPNDs

TAPS-3&4 core being large in size, requires continuous in-core power monitoring, since the flux profile within the core cannot be properly represented by neutron leakage flux. For reactor regulation and protection, 96 Cobalt SPNDs (42 for Reactor Regulation System, 36 for Reactor Protection System-1 and 18 for Reactor Protection System-2) are provided in the original design because of their prompt response to changes in power. For in-core flux mapping, Vanadium SPNDs (102 in nos.) that provide accurate measurement of neutron flux, even though having slow response, are provided.

In case of Cobalt detectors, the power signal results from neutron-gamma interactions with Co-59. The sensitivity of the SPND to neutron flux depends on the number density of Co-59 atoms in the emitter. As time progresses, the sensitivity reduces due to the depletion of Co-59, which on absorbing a neutron becomes Co-60, which is highly radioactive and has a half life of 5.2 years. The buildup of Co-60 makes the irradiated Cobalt SPNDs highly radioactive. The measured gamma field at a distance of 2 meters from an irradiated Cobalt SPND ranges from 7,000 R/hour to >105 R/hour. During the operational stage, frequent failures of Cobalt SPNDs were experienced due to degradation of Insulation Resistance (IR) values. The replacement of faulty Cobalt SPNDs posed significant radiological challenges due to high gamma field. In view of high radiation fields from irradiated Cobalt SPNDs, it was proposed to phase out the Cobalt SPNDs and replace them with detectors having Inconel-600 as emitter material. Inconel-600 is a common industrial material readily available in India and Inconel SPNDs are already in use in several CANDU 600 reactors. The safety proposal for replacement of Cobalt SPNDs with Inconel SPNDs was thoroughly reviewed in-house and by Regulatory body. After regulatory clearance, performance of Inconel SPNDs was observed in reactor conditions. From the operational data also, it was established that Inconel SPNDs are prompt response neutron detectors and can be used for reactor regulation and protection. After a thorough review and satisfactory performance of Inconel SPNDs, Cobalt SPNDs were replaced with Inconel SPNDs in TAPS-3&4.

Based on the operating experience of TAPS-3&4, Inconel SPNDs were incorporated in the 700 MWe design in place of Cobalt SPNDs for in-core power monitoring. Also, performance of three-pitch SPNDs incorporated in 700 MWe design in place of single pitch/two-pitch SPNDs in 540 MWe design was checked and verified in TAPS-3&4.

Separation of Helium circuit for SPNDs in Horizontal/Vertical Flux Units (HFU/VFU) from the Moderator Cover Gas System and boxing up of the Horizontal/Vertical Flux Units with dry Helium

In TAPS-3&4, there are 26 Vertical Flux Units (VFUs) in the reactor core, which house 102 SPNDs for Flux Mapping System (FMS), 42 SPNDs for Reactor Regulating System (RRS) and 36 SPNDs for Reactor Protection System-1 (RPS-1). VFUs are enclosed Carrier Tube Assemblies (CTAs) located vertically between various lattice locations, with terminal box welded to the embedded part on the top hatch. There are 7 Horizontal Flux Units (HFUs) in the reactor core, which house 18 SPNDs for Reactor Protection System-2 (RPS-2). HFUs are closed tubes located horizontally between various lattice locations, with terminal box in the horizontal position. Moderator Helium cover

आरंभिक प्रचालन के दौरान, मॉडरेटर कवर गैस में नमी की उपस्थिति के कारण एसपीएनडी की विफलता दर अधिक थी। मॉडरेटर कवर गैस में नमी की उपस्थिति को देखते हुए, एचएफयू/वीएफयू में एसपीएनडी के लिए हीलियम सर्किट को मॉडरेटर कवर गैस सिस्टम से अलग करने और सूखी हीलियम गैस के साथ एचएफयू/वीएफयू को बॉक्स अप करने का प्रस्ताव दिया गया टीएपीएस-3व4 में एचएफयू बॉक्स अप योजना लागू की गई और संशोधन के बाद, एचएफयू में एसपीएनडी विफलताओं में भारी कमी आई हालाँकि, वीएफयू बॉक्स-अप योजना को लागू करने के लिए वीएफयू डिज़ाइन को संशोधित किया जाना है। हमारे अनुभवों के आधार पर, एचएफयू/वीएफयूमें नमी के प्रवेश से बचने के लिए 700 मेगावाट में एचएफयू/वीएफयू बॉक्स-अप योजना लागू की गई है। इसके अलावा, टीएपीएस-3व4 के अनुभव के आधार पर एसपीएनडी के स्टक होने और अन्य प्रचालन संबंधी मुद्दों का ध्यान रखने के लिए वीएफयूकैरियर ट्यूब असेंबली डिज़ाइन में आयामी परिवर्तन शामिल किए गए हैं।

रिएक्टर रेगुलेटिंग सिस्टम (आरआरएस) के मल्टी-नोडल सिस्टम को डुअल कंप्यूटर हॉट स्टैंडबाय (डीसीएचएस) आर्किटेक्चर से बदलना

रिएक्टर रेगुलेटिंग सिस्टम (आरआरएस) निरंतर प्रतिक्रियाशीलता नियंत्रण प्रदान करता है ताकि ऑपरेटर द्वारा निर्धारित स्तर पर रिएक्टर पावर को नियंत्रित किया जा सके। मूल रूप से डिज़ाइन किया गया आरआरएस सिस्टम मल्टी-नोडल आर्किटेक्चर पर आधारित था जिसमें एक विशेष प्रक्रिया को संभालने के लिए अलग-अलग नोड प्रदान किए गए थे। इसमें इनपुट डेटा अधिग्रहण और प्रसंस्करण करने के लिए 3 इनपुट प्रोसेसिंग नोड्स (आईपीएन), विभिन्न एल्गोरिदम और गणनाओं को निष्पादित करने के लिए 2 मुख्य प्रोसेसिंग नोड्स (MPNs), फील्ड में आउटपुट उत्पन्न करने के लिए 2 आउटपुट प्रोसेसिंग नोड्स (ओपीएन) एवं मानव मशीन इंटरफ़ेस और प्रदर्शन के लिए 2 ऑपरेटर कंसोल नोड्स (ओसीएन) शामिल किए गए। बाद में, विस्तृत अध्ययन के बाद आरआरएस के मल्टीनोडल आर्किटेक्चर को अधिक विश्वसनीय डुअल कंप्यूटर हॉट स्टैंडबाय (डीसीएचएस) कॉन्फ़िगरेशन के साथ बदला गया। नई डीसीएचएस योजना द्वारा आईपीएन हॉल्टिंग, आरआरएस हार्डवेयर की कार्यक्षमता सत्यापन के लिए कार्यशील प्रोटोटाइप/परीक्षण सुविधा की अनुपलब्धता, और लंबे समर्थन चक्र के कारण कार्यान्वियन में देरी जैसे समस्याओं को दूर कर लिया गया । टीएपीएस-3व4 के प्रारंभिक प्रचालन के दौरान दोनों इकाइयों में ज्यादा मात्रा में शक्तिशाली दोलन देखे गए। यहां तक कि, बल्क पावर दोलनों के कारण चार मौकों पर टीएपीएस-4 रिएक्टर ओवर पावर पर ट्रिप हो गया। बड़ी मात्रा में शक्ति और स्थानिक शक्ति दोलनों से बचने के लिए आरआरएस चक्र समय और आरआरएस फीडबैक लाभ मूल्यों के आधार पर आरआरएस स्थिरता पर गहन अध्ययन किया गया। उपरोक्त अध्ययनों के आधार पर इन मूल्यों को अनुकूलित किया गया और इसके परिणामस्वरूप जोनल के साथ-साथ बल्क पावर को स्थिर किया गया।

आरआरएस परिवर्तन और पावर दोलन की समस्या निवारण के दौरान प्राप्त अनुभव का उपयोग 700 मेगावाट के डिजाइन में किया गया।

शटडाउन सिस्टम-2 में अल्ट्रासोनिक बॉल डिटेक्शन सिस्टम (यूबीडीएस) को मैकेनिकल बॉल डिटेक्शन सिस्टम (एमबीडीएस) से बदलना

टीएपीएस-3व4 में, दो स्वतंत्र व त्वरित कार्य करने वाली और विविध शटडाउन प्रणालियां (एसडीएस -1 और एसडीएस -2) प्रदान की गयी है। शटडाउन सिस्टम -2, क्रियान्वित होने पर, रिएक्टर को बंद करने के लिए से कैलेंड्रिया के भीतर उच्च दबाव वाले हीलियम का उपयोग करके छह छिद्रित अवरोधकारी इंजेक्शन ट्यूबों के माध्यम से बल्क मॉडरेटर में तरल दूषक (भारी पानी में गैडोलीनियम नाइट्रेट घोल) इंजेक्ट करता है। तरल अवरोधकारी दूषक को छह टैंकों (जो दूषक टैंकों के रूप में जाने जाते हैं) में संग्रहित किया जाता है, प्रत्येक टैंक दूषक इंजेक्शन ट्यूब से जुड़ा होता है। प्रत्येक टैंक में एक फ्लोटिंग प्लास्टिक बॉल प्रदान की जाती है। शीर्ष पर बॉल की स्थिति एसडीएस-2 दूषक टैंक की संतुलित स्थिति को दर्शाती है। जब दूषक के इंजेक्शन के बाद टैंक खाली हो जाता है, तो बॉल को नीचे की बॉल सीट पर बैठाया जाता है, इस प्रकार उच्च दबाव वाले हीलियम को सिस्टम एक्चुएशन के बाद कैलेंड्रिया में प्रवेश करने से रोक देता है। अल्ट्रासोनिक बॉल डिटेक्शन सिस्टम (यूबीडीएस) को दूषक टैंक में बॉल का सटीक स्थान प्रदान करने के लिए मूल डिज़ाइन में इसका प्रावधान किया गया था। एसडीएस-2 के लिए अल्ट्रासोनिक बॉल डिटेक्शन सिस्टम का प्रदर्शन टीएपीएस-3व4 में संतोषजनक नहीं था। प्रणाली की महत्ता को देखते हुए दूषक टैंक के अंदर बॉल का पता लगाने के लिए एक सरल और सीधी

gas was the cooling medium for SPNDs. During initial operation, SPND failure rate was higher due to the presence of moisture in moderator cover gas. In view of this, it was proposed to separate the Helium circuit for SPNDs in HFUs/VFUs from the Moderator Cover Gas System and box up the HFUs/VFUs with dry Helium gas. HFU box-up scheme was implemented at TAPS-3&4 and post-modification, SPND failures in HFUs were reduced drastically. However, VFU design is to be modified to implement VFU box-up scheme. Based on the experience, HFU/VFU box-up scheme is implemented in 700 MWe to avoid moisture ingress to VFU/HFUs. Also, dimensional changes have been incorporated in VFU Carrier Tube Assembly design to take care of SPND stucking and other operational issues based on the experience of TAPS-3&4.

Replacement of multi-nodal system of Reactor Regulating System (RRS) with Dual Computer Hot Standby (DCHS) architecture

The Replacement of multi-nodal system of Reactor Regulating System (RRS) provides continuous reactivity control so as to control the reactor power at a level set by the operator. The originally designed RRS system was based on multi-nodal architecture in which separate nodes were provided to handle a particular process. It consisted of three Input Processing Nodes (IPNs) for performing input data acquisition and processing, two Main Processing Nodes (MPNs) to execute various algorithms and calculations, two Output Processing Nodes (OPNs) for generating output in field and two Operator Console Nodes (OCNs) for human machine interface and display purpose. Later, after detailed studies, the multi-nodal architecture of RRS was replaced with more reliable Dual Computer Hot Standby (DCHS) configuration. The new DCHS scheme addressed the issues related to IPN halting, non-availability of working prototype/test facility for functionality verification of RRS hardware, and issues like delay in implementing changes due to long support cycle. During the initial operation of TAPS-3&4, diverging bulk power oscillations were observed in both units. Even, TAPS-4 reactor tripped in over-power on four occasions due to bulk power oscillations. A thorough study was conducted on RRS stability based on RRS cycle time and RRS feedback gain values to avoid bulk power and spatial power oscillations. These values were optimised based on the above studies and it resulted in stabilising the zonal as well as bulk power.

The experience gained during RRS change and trouble-shooting of power oscillation was utilised in the 700 MWe design.

Replacement of Ultrasonic Ball Detection System (UBDS) with Mechanical Ball Detection System (MBDS) in Shut Down System -2

In TAPS-3&4, two independent, fast-acting and diverse Shutdown Systems (SDS-1 and SDS-2) are provided. Shutdown System-2, on actuation, injects liquid poison (Gadolinium Nitrate solution in heavy water) into bulk moderator inside Calandria through six perforated poison injection tubes using high pressure Helium to shut down the reactor. The liquid poison is stored in six tanks (known as poison tanks), with each tank connected with a poison injection tube. A floating plastic ball is provided in each tank. The ball position at top indicates poised condition of SDS-2 poison tank. When the tank becomes empty after poison injection, the ball is seated on the bottom ball seat, thus preventing high pressure Helium from entering into the Calandria after system actuation. Ultrasonic Ball Detection System (UBDS) was provided in the original design to provide the exact location of ball in poison tank. The performance of Ultrasonic Ball Detection System for SDS-2 was not satisfactory at

विधि की आवश्यकता महसूस की गई। बॉल का पता लगाने की प्रणाली ऐसी होनी चाहिए कि यह दूषक इंजेक्शन और प्रणाली की अखंडता को बनाए रखते हुए काम को प्रभावित न करे और रखरखाव करने में भी आसान हो।

दूषक टैंक के अंदर मैकेनिकल प्लंजर और रीड स्विच का उपयोग करके बॉल डिटेक्शन मैकेनिज्म के लिए एक नवीन योजना प्रस्तावित की गयी। टीएपीएस-3व4 में स्थापित की जाने वाली प्रस्तावित प्रणाली पर विचार की परिकल्पना की गयी और संबंधित प्रयोग किए गए। इसे मैकेनिकल बॉल डिटेक्शन सिस्टम (एमबीडीएस) नाम दिया गया। इसके बाद, योजना को नियामक निकाय से विधिवत मंजूरी के बाद टीएपीएस-3व4 में सफलतापूर्वक स्थापित और चालू किया गया। यह योजना सभी नियामक आवश्यकताओं का पालन करते हुए न्यूनतम संभव समय और न्यूनतम मैन-रेम खपत के भीतर लागू करने के लिए सरल थी। किसी भी सुरक्षा मानकों को दरकिनार किए बिना साधारण संशोधन से नियामक आवश्यकता को पूरा किया गया, और इसने बिना किसी संदेह के पहले यूबीडीएस के साथ दूषक टैंक के अंदर बॉल का पता लगाने की समस्या सुलझाने में मदद की। एसडीएस-2 सिस्टम में बॉल डिटेक्शन के लिए 700 मेगावाट डिजाइन में इसी योजना को अपनाया गया है।

अवरोधकारी दूषक हटाने के दौरान मॉडरेटर सिस्टम रसायनिकी में सुधार के लिए मॉडरेटर सिस्टम आयन एक्सचेंज कॉलम की श्रृंखला व्यवस्था

गैडोलीनियम नाइट्रेट का उपयोग टीएपीएस-3व4 में मॉडरेटर प्रणाली में दूषक के रूप में किया जाता है। टीएपीएस-3व4 में, लंबे समय तक बंद रहने के बाद या एसडीएस-2 के क्रियान्वयन के बाद रिएक्टर के स्टार्ट अप के दौरान मॉडरेटर भारी पानी से गैडोलिनियम दूषक को हटाना एक नियमित प्रथा है। यह सिंगल मॉडरेटर आयन एक्स्चेंज (IX) मैक्रो-पोरस स्ट्रॉन्ग एसिड कैटायन (एमएसएसी): मैक्रो-पोरस वीक बेसिक एनायन (एमडब्लूबीए – 30:70) द्वारा पहले किया जाता था। यह देखा गया कि 30:70 मात्रा अनुपात में एमएसएसी और एमडब्लूबीए युक्त मिश्रित बेड द्वारा Gd^{3+} को हटाने से IX कॉलम के आउटलेट में अत्यधिक अम्लीय पीएच मिलता है। यह मॉडरेटर प्रणाली के पीएच को कम करता है। पीएच का कम मान मॉडरेटर उपकरण और सिस्टम निर्माण सामग्री के साथ संगत नहीं है। कम पीएच के कारण मॉडरेटर सिस्टम का मॉडरेटर पंप कैन विफल हो जाता है, और विभिन्न मॉडरेटर सिस्टम एमवी, सीवी और मैनुअल वाल्व पास हो जाते हैं, इसमें सुधार करना डोस मात्रात्मक रूप से एक गहन गतिविधि रही है, और पहले इसमें बहुत सारे स्टेशन मैन-रेम की खपत हुई है।

इसके अलावा, बाद में रिएक्टर स्टार्टअप और पावर बढ़ाने के दौरान ड्यूटेरियम प्रबंधन मुश्किल हो जाता है। कम पीएच के मुद्दे को हल करने के लिए, एक श्रृंखला व्यवस्था, जहां एमडब्ल्यूबीए द्वारा एमबी का अनुसरण किया जाता है, को टीएपीएस-3 में परिकल्पित और कार्यान्वित किया गया। परिवर्तित IX कॉन्फ़िगरेशन के साथ सिस्टम व्यवहार के सफल प्रदर्शन के आधार पर, भाप और जल रसायन समिति (सीओएसडब्ल्यूएसी) द्वारा 540 और 700 मेगावाट संयंत्रों में गैडोलीनियम नाइट्रेट और नाइट्रिक एसिड हटाने के लिए भविष्य में इस योजना का उपयोग करने की संस्तुति की गयी।

तरल क्षेत्र नियंत्रण प्रणाली का विश्वसनीय प्रचालन

तरल क्षेत्र नियंत्रण प्रणाली (एलज़ेडसीएस) रिएक्टर विनियमन के लिए 540 मेगावाट डिजाइन में प्रयुक्त फोक प्रणालीयों में से एक है। संतोषजनक सिस्टम प्रदर्शन प्राप्त करने के लिए एलज़ेडसी सिस्टम डिज़ाइन में कई पुनरावृत्तियाँ की गईं। टीएपीएस-3व4 के एलज़ेडसीएस के कंप्रेशर वाटर रिंग सील के विफल होने के कारण बार-बार विफल हो जाते थे। सिस्टम मापदंडों और व्यवहार के विस्तृत अध्ययन के बाद, कंप्रेसर के लिए एलज़ेडसीएस टैंक प्रेशर सेट बिंदु को संशोधित किया गया। साथ ही, आंतरायिक संचालन डिजाइन के स्थान पर एलज़ेडसीएस कंप्रेसर्स को लगातार संचालित किया गया। इन बदलावों के बाद प्रणाली की विश्वसनीयता और उपलब्धता में सुधार हुआ। प्रचालन अनुभवों के आधार पर 540 मेगावाट की एलज़ेडसीएस प्रणाली में किये गए डिज़ाइन परिवर्तन 700 मेगावाट के डिज़ाइन में शामिल किए गए।

TAPS-3&4. In view of the system importance, a necessity was felt for a simple and direct method for ball detection inside poison tanks. The system for detection of ball should be such that it should not affect the working of poison injection and system integrity, as well as it should be easy for conducting maintenance.

An innovative scheme for ball detection mechanism using mechanical plunger and reed switch inside poison tanks was proposed. The idea was conceptualised and experiments were carried out on the proposed system to be installed at TAPS-3&4. It was named as Mechanical Ball Detection System (MBDS). Subsequently, the scheme was successfully installed and commissioned at TAPS-3&4 after due clearance from the regulatory body. The scheme was simple to implement within minimum possible time and minimum man-rem consumption, while complying to all the regulatory requirements. The simple modification without bypassing any safety concerns satisfied the regulatory requirements, which eventually helped to resolve the issue of ball detection inside poison tanks with earlier UBDS without any doubt. The same scheme has been adopted in the 700 MWe design for ball detection in SDS #2 system.

Series arrangement of moderator system Ion Exchange columns to improve moderator system chemistry during poison removal

Gadolinium nitrate is used as poison in moderator system at TAPS-3&4. At TAPS-3&4, removal of Gadolinium poison from moderator heavy water is a regular practice during start-up of reactor after a long shutdown or after the actuation of SDS-2. This was done earlier by single moderator-Ion Exchange (IX) macro-porous strong Acid Cation (MSAC): Macro Porous Weak Basic Anion (MWBA)-30:70). It was observed that removal of Gd^{3+} by a mixed bed containing macro-porous strong acid cation (MSAC) and macro-porous weak base anion (MWBA) in the 30:70 volume ratio gives highly acidic pH in the outlet of the IX column. This led to a lowering of the pH of the moderator system. The lower pH is not compatible with moderator equipment and system construction materials. In the past, the low pH of the moderator system has resulted in failure of moderator pump can and passing of various moderator system MVs, CVs and manual valves, the rectification of which has been a very dose intensive activity and has consumed a lot of station man-rem. Also, during the subsequent reactor startup and power raise, deuterium management becomes difficult. In order to resolve the low pH issue, a series arrangement where MB is followed by MWBA was thought of and implemented in TAPS-3. Based on successful demonstration of system behavior with changed IX configuration, Committee of Steam and Water Chemistry (COSWAC) recommended using this scheme in future for Gadolinium Nitrate and Nitric Acid removal in 540 & 700 MWe plants.

Reliable operation of Liquid Zone Control System

Liquid Zone Control System (LZCS) is one of the FOAK systems used in the 540 MWe design for reactor regulation. Several iterations in LZC system design were made to achieve satisfactory system performance. The compressors of LZCS of TAPS-3&4 used to fail frequently due to water ring seal failure. After a detailed study of system parameters and behavior, LZCS delay tank pressure set point for compressor was modified. Also, LZCS compressors were operated continuously in place of intermittent operation design. These actions improved system reliability and availability. The design changes in the LZCS system of 540 MWe reactors based on operating experience were incorporated in the 700 MWe design.

निष्कर्ष

540 मेगावाट डिजाइन के सफल कमीशनिंग और संचालन ने 700 मेगावाट के डिजाइन का मार्ग प्रशस्त किया। टीएपीएस-3व4 के सुरक्षित और विश्वसनीय प्रचालन के दौरान प्राप्त अनुभव द्वारा 700 मेगावाट डिजाइन के लिए मूल्यवान इन्पुट्स प्राप्त हुए। 540 मेगावाट के प्रचालन अनुभव से मिले फीडबैक के आधार पर 700 मेगावाट डिजाइन में सुधार किए गए हैं। 540 मेगावाट के लगभग 15 वर्षों के सुरक्षित और विश्वसनीय प्रचालन अनुभव के साथ, एनपीसीआईएल 700 मेगावाट के सफल संचालन के युग में प्रवेश करने के लिए पूर्ण रूप से तैयार है।

रणधीर कुमार बीसीई भागलपुर से स्नातक मैकेनिकल इंजीनियर हैं। वह एनपीसीआईएल प्रशिक्षण विद्यालय के पहले बैच से हैं। उन्होंने ऑपरेशन, कमीशनिंग और तकनीकी सेवाओं जैसे विभिन्न क्षेत्रों में एनएपीएस और टीएपीएस-3व4 में अलग-अलग दायित्वों का निर्वहन किया है। टीएपीएस-3व4 में टर्बाइन जेनरेटर सिस्टम और प्रोसेस व सी वाटर सिस्टम की कमिशनींग में उनका महत्वपूर्ण योगदान रहा है। उन्होंने विभिन्न शुरुआती समस्याओं को हल करके टीएपीएस-3 व 4 के प्रारंभिक प्रचालन को स्थिर करने में महत्वपूर्ण भूमिका निभाई, बाद में वे तकनीकी इकाई में वरिष्ठ तकनीकी इंजीनियर (न्यूक्लियर) के रूप में शामिल हुए। वर्तमान में, वह टीएपीएस-3व4 के तकनीकी सेवा अधीक्षक हैं। उनके असाधारण प्रदर्शन के लिए, उन्हें एनपीसीआईएल एक्सीलेंस अवार्ड 2020 और एनपीसीआईएल स्पेशल कंट्रीब्यूशन अवार्ड 2009 से सम्मानित किया जा चुका है। साथ ही, उन्हें वर्ष 2011, 2017 और 2019 में एनपीसीआईएल ग्रुप अचीवमेंट अवार्ड से भी सम्मानित किया गया है।

रितेश चंद्र सिंह पंजाब टेक्निकल यूनिवर्सिटी से ग्रेजुएट केमिकल इंजीनियर और गोल्ड मेडलिस्ट हैं। वह एनपीसीआईएल प्रशिक्षण विद्यालय के 10वें बैच से हैं। आरएपीएस और केएपीएस में एक साल के प्रारंभिक प्रशिक्षण के बाद, वह वर्ष 2002 में टीएपीएस-3व4 में शामिल हुए। उन्होंने टीएपीएस-3व4 के प्राथमिक ताप परिवहन और आपातकालीन कोर शीतलन प्रणाली की कमिशनींग में महत्वपूर्ण योगदान दिया। इसके बाद, उन्होंने कंट्रोल इंजीनियर, असिस्टेंट शिफ्ट चार्ज इंजीनियर और शिफ्ट चार्ज इंजीनियर के रूप में मेन प्लांट ऑपरेशंस में राउंड द क्लॉक शिफ्ट में काम किया। बाद में, वे तकनीकी इकाई में वरिष्ठ तकनीकी इंजीनियर (न्यूक्लियर) के रूप में शामिल हुए। उनके योगदान के लिए एनपीसीआईएल प्रबंधन द्वारा एनपीसीआईएल उच्च प्रदर्शन "युवा कार्यकारी पुरस्कार 2011" और "हिंदी सेवी सम्मान-2015" से उन्हें सम्मानित किया गया है।

> **न्यूक्लियर विद्युत** उन कुछ प्रौद्योगिकियों में से एक है जो विश्वसनीय, सस्ती और सुरक्षित बिजली प्रदान करते हुए जलवायु परिवर्तन से तुरंत निपट सकती है।
>
> -डॉ. केन काल्डेरा
> जलवायु वैज्ञानिक

Conclusion

The successful commissioning and operation of 540 MWe reactors paved the path for the design of 700 MWe reactors. The operating experience gained during the safe and reliable operation of TAPS-3&4 provided valuable inputs for 700 MWe design. The improvements based on the feedback from the operating experience of the 540 MWe reactors have been incorporated in the 700 MWe design. With safe and reliable operating experience of around 15 years of 540 MWe reactors, NPCIL is poised to enter an era of successful operation of 700 MWe reactors.

Randhir Kumar is a graduate Mechanical Engineer from BCE, Bhagalpur. He is from the first Batch of NPCIL Training School. He has worked in different capacity at NAPS and TAPS-3&4 in various areas such as Operation, Commissioning and Technical Services. His contribution to commissioning of Turbine Generator Systems and Process & Sea water systems at TAPS-3&4 are remarkable. He was instrumental in stabilising the initial operation of TAPS-3&4 by solving various teething problems. Later,he joined Technical Unit as Senior Technical Engineer (Nuclear). Presently, he is Technical Services Superintendent of TAPS-3&4. For his exceptional performance, he has been awarded NPCIL Excellence Award 2020 and NPCIL Special Contribution Award 2009. Also, he has been awarded NPCIL Group Achievement award in 2011, 2017 and 2019.

Ritesh Chandra Singh is a Chemical Engineer and Gold Medalist from Punjab Technical University. He is from the 10th batch of NPCIL Training School. After one-year induction training at RAPS and KAPS, he joined TAPS-3&4 in the year 2002. He contributed significantly to the commissioning of Primary Heat Transport and Emergency Core Cooling System of TAPS-3&4. Subsequently, he worked in Main Plant Operations in round-the-clock shift as a Control Engineer, Assistant Shift Charge Engineer and Shift Charge Engineer. Later, he joined Technical Unit as Senior Technical Engineer (Nuclear). His contributions were recognised by NPCIL management by awarding him with NPCIL High Performance "Young Executive Award 2011" and "Hindi Sevi Samman 2015."

> **NUCLEAR POWER** is one of the few technologies that can quickly combat climate change while providing reliable, affordable, and safe electricity.
>
> -**Dr. Ken Caldeira**
> Climate Scientist

Name: Painted Stork
Scientific Name: *Mycteria levcocephala*
Presence in our NPPs: Sighted at all NPPs

Photo Credit: R. Bayana

त्रिशूर स्थित 'विज्ञान सागर', विज्ञान एवं प्रौद्योगिकी पार्क में न्यूक्लियर विज्ञान एवं प्रौद्योगिकी का शिक्षण

डॉ. टी.आर.जी. कुट्टी, सलाहकार, 'विज्ञान सागर', विज्ञान एवं प्रौद्योगिकी पार्क, त्रिशूर, केरल

प्रस्तावना

विज्ञान, प्रौद्योगिकी व नवप्रवर्तन, आर्थिक एवं सामाजिक विकास के वे महत्वपूर्ण घटक हैं जो देश के संधारणीय व समावेशी विकास में योगदान कर सकते हैं। इन उद्देश्यों की प्राप्ति के लिए आवश्यक है कि देश के जन-समुदाय, विशेषतया छात्रों में प्रारंभिक अवस्था से ही वैज्ञानिक मानसिकता विकसित की जाए। किसी छात्र की वैज्ञानिक मानसिकता विकसित करने के लिए सर्वप्रथम व सर्वाधिक महत्वपूर्ण पहलू यह है की उसकी प्रश्न पूछने, प्रत्यक्ष वास्तविकताओं का प्रेक्षण, परीक्षण, पूर्वअवधारणा, विश्लेषण व संप्रेषण की क्षमता सुनिश्चित करना आवश्यक है। हमारे लिए छात्रों में तार्किक और तर्कसंगत सोच का दृष्टिकोण विकसित करना यह एक चुनौती है। केरल के त्रिशूर के निकट रामवर्मापुरम में स्थित 'विज्ञान सागर' विज्ञान एवं प्रौद्योगिकी पार्क ऐसा ही एक संस्थान है जिसकी परिकल्पना आम जनता के लिए वैज्ञानिक संप्रेषण के गतिशील माध्यम के रूप कार्य करने तथा प्राथमिक स्तर से लेकर स्नातक स्तर तक के छात्रों में जिज्ञासा का भाव व वैज्ञानिक मनोदशा विकसित करने के लिए की गई है। इस केंद्र का प्रमुख उद्देश्य सक्रिय विमर्श व भागीदारी के माध्यम से व्यापिक क्षेत्र को समाहित करने वाले वैज्ञानिक विषयों में आधारभूत अनुसंधान की प्रेरणा व प्रोत्साहन तथा सुविधा उपलब्ध कराना है। इस केंद्र का अन्यत उद्देश्य अन्य संस्थांनों से आने वाले आगंतुकों को विषय-वस्तु आधारित प्रदर्शनियों, संप्रेषणीय शैक्षिक कार्यकलापों व जन-पहुंच जैसे माध्यमों की सहायता से रुचि संवर्धन, शिक्षण व मनोरंजन प्रदान करना है।

विज्ञान सागर विज्ञान एवं प्रौद्योगिकी पार्क, त्रिशूर

चित्र-1: त्रिशूर स्थित विज्ञान सागर विज्ञान एवं प्रौद्योगिकी पार्क

'विज्ञान सागर', विज्ञान एवं प्रौद्योगिकी पार्क, त्रिशूर जिला पंचायत के अंतर्गत कार्यरत एक प्रतिष्ठित संस्थान है। यह केरल का सांस्कृतिक केंद्र कहे जाने वाले त्रिशूर के उपनगर में अवस्थित है। अभी हाल ही में त्रिशूर को यूनेस्को के अंतर्गत ग्लोबल नेटवर्क ऑफ लर्निंग सिटीज़ (जीएनएलसी) परियोजना में शामिल कर वैश्विक स्तर पर सम्मानित किया गया है। इस जीएनएलसी परियोजना से त्रिशूर, केरल के सांस्कृतिक केंद्र के अपने स्वरूप से तेजीसे आगे बढ़ते हुए एक "ज्ञानार्जन नगर" के रूप में प्रतिष्ठित हो जाएगा। उपर्युक्त परिप्रेक्ष्यन में विज्ञान सागर को त्रिशूर व इसके निकटवर्ती क्षेत्रों में विज्ञान को बढ़ावा

Educating about Nuclear Science and Technology at 'Vigyan Sagar', Science & Technology Park at Thrissur

***Dr. T. R. G. Kutty,** Advisor, Vigyan Sagar Science & Technology Park, Thrissur, Kerala.*

Introduction

Science, technology and innovations are the key elements of economic and social development that can contribute to sustainable and inclusive development of the country. To achieve the above objectives, it is essential to develop a scientific temper among its masses, particularly students, from an early age onwards. The first and foremost aspect that is crucial when it comes to developing a student's scientific temper is to ensure his ability to inquire, observe physical reality, test, hypothesize, analyse, and communicate. The challenge for us is to inculcate an attitude of logical and rational thinking among the student community. Vigyan Sagar Science and Technology Park at Ramavarmapuram, near Thrissur, Kerala is such an institute designed to serve as a dynamic medium of science communication for the public and inculcating a sense of inquiry and scientific temperament in the minds of the students right from pre-school to post-graduate level. The major objectives of this centre are to pursue and promote and facilitate to do basic research in science, covering broad areas through active interaction and participation. The other objective of the centre is to engage, educate and entertain the visitors from various educational institutions through thematic exhibitions, interactive educational activities and outreach programs.

Fig. 1: Vigyan Sagar Science & Technology Park at Thrissur

Vigyan Sagar Science & Technology Park, Thrissur

Vigyan Sagar Science & Technology Park is a prestigious organisation under the auspices of Thrissur Jilla Panchayat. It is in the suburbs of Thrissur, which is regarded as the cultural capital of Kerala, and recently Thrissur has earned global recognition with its inclusion in the Global Network of Learning Cities (GNLC) project under United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization (UNESCO). The GNLC project will catapult Thrissur to a 'learning city'. In the above context, Vigyan Sagar has to play the leading

देने में अग्रणी भूमिका निभा रहा है। यह, उभरते वैज्ञानिकों की आवश्यकताओं को छोटे पैमाने पर पूर्ण करने की चुनौती स्वीकार करेगा। यह केंद्र, युवा प्रतिभाओं के विचारों व कल्पनाओं को साकार करने के मंच के रूप में कार्य कर रहा है और रचनात्मक मष्तिष्कों के नवप्रवर्तनों को प्रोत्साहित करने व उनके विचारों को मूर्त करने के लिए एक मंच प्रदान कर रहा है।

'विज्ञान सागर', विज्ञान एवं प्रौद्योगिकी पार्क में छात्रों को सीखने व समझने के लिए अनेक सुविधाएं मौजूद हैं। इनमें, रसायन शास्त्र, भौतिकी, जीवविज्ञान, इलेकट्रॉनिक्स व गणित जैसे विषयों पर प्रयोग करने के लिए पूर्ण सुसज्जित प्रयोगशालाएं, ऑडियो-विजुअल सुविधाओं युक्त आधुनिक कक्षा, लगभग 250 कुर्सियों वाला एक बड़ा ऑडीटोरियम तथा 125 कुर्सियों वाले दो छोटे ऑडीटोरियम हैं। यहां पर भौतिकी व रसायनशास्त्र के विभिन्न विषयों के मौलिक सिद्धांतों की व्याख्या करने लगभग 100 वैज्ञानिक उपकरण लगे हुए हैं जिन पर छात्र स्वयं प्रयोग प्रदर्शन कर सकते हैं। एक अत्याधुनिक भारतीय अंतरिक्ष अनुसंधान संगठन (इसरो) दीर्घा है जिसमें सभी प्रकार के रॉकेटों व उपग्रहों के मॉडलों व उनका विस्तृत विवरण प्रदर्शित किया गया है। एक नवीन शैलीकृत अंतरिक्ष पैवेलियन है जिसमे ब्रह्मांड की उत्पत्ति, तारों के जन्म व मृत्यु, आकाशगंगाओं के निर्माण, सौर मंडल के विवरण, अंतरिक्ष मिशनों का विवरण आदि अत्यंत विस्तार से प्रदर्शित किए गए हैं। साथ ही, एक मिनी थिएटर भी है जिसमें छात्रगण अंतरिक्ष प्रौद्योगिकी से संबंधित फिल्में भी देख सकते हैं। एक षट-आयामी थियेटर भी कमीशनिंग की अग्रिम अवस्था में है।

चित्र-2: मुख्य प्रवेशद्वार के पास स्थित जीएसएलवी एमके3 रॉकेट मॉडल

चित्र-3: रसायन प्रयोगशाला

चित्र-4: षटकोणीय रैकों में रखे गए वैज्ञानिक उपकरण व उनके विवरण

role of propelling science in Thrissur and around its periphery. This centre is going to be a podium to articulate ideas and imaginations of young minds and will create a platform to promote innovation and help creative minds to converge their ideas.

Vigyan Sagar Science & Technology Park has a lot of facilities to offer for students to learn and assimilate. These include well-equipped laboratories for conducting experiments in subjects like chemistry, physics, biology, electronics and mathematics, an advanced classroom with audio-visual equipment, a big auditorium with a seating capacity of around 250 persons and two small auditoriums with a seating capacity of around 125 persons each. About 100 scientific equipment, which explain fundamental laws of physics and chemistry covering various topics are installed here, where students can themselves carry out scientific demonstrations. There is also a state-of-the-art Indian Space Research Organisation (ISRO) pavilion, where models of all types of rockets and satellites with detailed descriptions are exhibited. An avant-garde space pavilion, where full descriptions along with models about the origin of universe, birth and death of stars, formation of galaxies, details of solar systems, description of space missions, etc., are depicted in great detail with well-illustrated displays. Also, there is a mini theatre, where students can view films on space technology. A 6-D theatre is already in the advanced stage of commissioning.

Fig. 2: GSLV MK3 rocket model located near the main entrance

Fig.3: Chemistry laboratory

Fig.4: Scientific equipment with description arranged in hexagonal racks

न्यूक्लियर रिएक्टर मॉडल

उपर्युक्त सूची में नवीनतम संवर्धन, न्यूक्लियर पावर कॉर्पोरेशन ऑफ इंडिया लिमिटेड (एनपीसीआईएल) द्वारा प्रदान किया गया न्यूक्लियर रिएक्टर मॉडल है। नाभिकीय विद्युत संयंत्रों के बारे में आम जनता को शिक्षित करने के लिए यह अर्ध-चालित न्यूक्लियर पावर संयंत्र मॉडल एक बेहतर तरीका है। जुलाई 2022 में, काफी दर्शकों की उपस्थिति में यह मॉडल औपचारिक रूप से एनपीसीआईएल पदाधिकारियों द्वारा त्रिशूर जिला पंचायत को सौंपा गया। यह मॉडल, भारत के नवीनतम 700 मेगावाट विद्युत क्षमता वाले नाभिकीय दाबित भारी पानी रिएक्टरों (पीएचडब्यूलआर) का प्रतिरूप है। यह सैद्धांतिक मॉडल रिएक्टर बिल्डिंग व टर्बाइन बिल्डिंग को दर्शाता है। रंगीन रोशनियों के माध्यम से विद्युत संयंत्र के भीतर विखंडन को समझाया गया है। संयंत्र की कार्यप्रणाली को समझाने के लिए हिंदी, मलयालम व अंग्रेजी में कमेंटरी उपलब्ध है। दर्शकों के मन में नाभिकीय विद्युत संयंत्रों के पूर्णतया सुरक्षित होने का विश्वास जगाने के लिए इस मॉडल में अनेक संरक्षा उपायों को भी शामिल किया गया है। संस्थान के अध्यापकों को इस मॉडल व इसकी कार्यप्रणाली के बारे में प्रशिक्षित किया गया है (चित्र-5 देखें)। परमाणु ऊर्जा विभाग के विभिन्न संस्थानों से सेवानिवृत्त स्फूर्तिशील बुजुर्गों की सहायता से छात्रों को न्यूक्लियर विज्ञान व प्रौद्योगिकी के मौलिक तत्वों की जानकारी दी जा रही है। छात्रों को द्रव्यमान संबंधित ऊर्जा व नाभिकीय विखंडन व संलयन में अंतर के सिद्धांतों से परिचित कराया जाता है। उन्हें नाभिकीय विखंडन के आधारभूत तत्व-जिसमें कोई भारी नाभकीय-जैसे यूरेनियम, एक न्यूट्रान का अवशोषण करता है तो यह अस्थिर हो सकता है व टूट सकता है। इसके पश्चात उनसे, आइंस्टीन के समीकरण $E = mc^2$ के आधार पर किसी विखंडन से उत्पन्न ऊर्जा की गणना करने के लिए कहा जाता है। किसी विशिष्ट विखंडन में लगभग दो सौ मिलियन इलेक्ट्रॉन वोल्ट्स (200 MeV) ऊर्जा निस्सरित होती है। इसके विपरीत, अधिकतर रासायनिक ऑक्सीडेशन अभिक्रियाएं (जैसे कि कोयला जलाना) एक बार में केवल कुछ eV ही निस्सरित करती हैं। रिएक्टर में परमाणु के विखंडन से उत्पन्न ऊर्जा से पानी को वाष्प में बदला जाता है जिससे टर्बाइन घूमती है और बिजली बनती है। और यह सब बगैर किसी कार्बन ऊत्सर्जन के होता है क्योंकि रिएक्टरों में यूरेनियम का प्रयोग किया जाता है न कि किसी कोयले जैसे जीवाश्म ईंधन आदि का। न्यूक्लियर संयंत्र सदैव चलते रहते हैं और इन्हें अति गंभीर मौसमी दशाओं को सहने योग्य तथा ग्रिड को 24x7 सहायता उपलब्ध कराने योग्य रूप में तैयार किया जाता है। अंत में, नाभिकीय विद्युत संयत्रों के संरक्षा संबंधी पहलुओं पर प्रकाश डाला गया जिसमें प्रचालनीय संरक्षा, सुरक्षा, साइबर सुरक्षा व आपात तैयारियों के बारे में बताया जाता है। (चित्र-6 व चित्र-7 देखें)

चित्र-5: एनपीसीआईएल अधिकारी द्वारा अध्यापकों को न्यूक्लियर रिएक्टर मॉडल के बारे में प्रशिक्षण देते हुए

चित्र-6: विज्ञान सागर के अध्यापकों द्वारा छात्रों के लिए रिएक्टर मॉडल की कार्यप्रणाली का प्रदर्शन करते हुए

Nuclear Reactor Model

The latest addition to the above list is a nuclear reactor model gifted by Nuclear Power Corporation of India limited (NPCIL). This semi-dynamic nuclear power plant model is one of the best tools to educate the general public about nuclear power plants. This model was formally handed over by NPCIL officials to Thrissur Jilla Panchayat in a well-attended function at Thrissur in July 2022. The model represents the latest type of nuclear reactor of India, a Pressurised Heavy Water Reactor (PHWR) of 700 MW capacity. This conceptual model displays the reactor building and turbine building. Through colourful lighting, the process of fission in the power plant is explained. Voice commentaries in English, Hindi and Malayalam are available to explain the working of the plant. Various safety features are incorporated in the model to build confidence in visitors that nuclear power plants are safe. The teachers of the institute have been given training about the model and its working (see Fig. 5). With the help of tireless veterans, who had retired from various establishments of the Department of Atomic Energy, students have been taught the basics of nuclear science and technology.

The students are introduced to the concepts of mass defect, binding energy and differences between nuclear fission and fusion. They are taught the basics of nuclear fission, where the nucleus of a heavy atom–such as uranium–absorbs a neutron, the nucleus can become unstable and split. They are then asked to calculate the amount of energy released in a fission reaction using Einstein's equation $E = mc^2$. Typical fission events release about two hundred million eV (200 MeV) of energy. In contrast, most chemical oxidation reactions (such as burning coal) release at most a few eV per event. The energy comes from splitting atoms in a reactor to heat water into steam, turn a turbine and generate electricity, all without carbon emissions because nuclear reactors use uranium, not fossil fuels like coal. The nuclear plants are always on and built to withstand extreme weather, supporting the grid 24x7. Finally, the safety aspects of nuclear power plants are briefed with the emphasis that nuclear power plants maintain the highest standard for operational safety, security, cybersecurity, and emergency preparedness (See Fig. 6 and Fig. 7).

Fig. 5: NPCIL official giving training to teachers about the Nuclear Reactor Model

Fig. 6: Teacher at Vigyan Sagar demonstrating the working of the reactor model to the students

चित्र-7: न्यूक्लियर रिएक्टर की कार्यप्रणाली की कमेंटरी सुनते हुए छात्रगण

बहुधा पूछे जाने वाले प्रश्न

अनेक छात्र, विशेष रुप से हायर सेकेंडरी कक्षाओं के छात्र भारत के नाभिकीय विद्युत कार्यक्रम के बारे में जानने के बहुत उत्सुक रहते हैं और अक्सर अनेक प्रश्न पुछते हैं। छात्रों द्वारा बहुधा पूछे जाने वाले प्रश्नों में हैं, जैसे कि: 1) क्या नाभिकीय विद्युत स्थल आतंकवादियों से सुरक्षित हैं? 2) हम, नाभिकीय अपशिष्ट का भंडारण किस प्रकार करते हैं? 3) हम इस अपशिष्ट का परिवहन कैसे करते हैं? 4) क्या नाभिकीय विद्युत संयंत्र की लागत जायज है? 5) क्या नाभिकीय के खतरे, हमारे दैनिक जीवन में प्रतिदिन आने वाले खतरों से भिन्न हैं? 6) केरल की रेत में पाए जाने वाले थोरियम का उपयोग क्यों नहीं किया जाता है? 7) विद्यालय के पाठ्यक्रम में नाभिकीय ऊर्जा का पाठ शामिल क्यों नहीं किया जाता है? 8) नाभिकीय ऊर्जा का पर्यावरण पर क्या प्रभाव पड़ता है? 9) नाभिकीय ऊर्जा के बारे में सबसे अधिक ज्वलंत मुद्दे क्या हैं? 10) विकिरण को मापने के लिए इतनी अधिक इकाइयां जैसे सीवर्ट, रेम, ग्रे, रैड्स, बेक्यूरेले, क्यूरी व रोएंटजेन्स क्यों प्रचलित हैं?

निष्कर्ष अभ्युक्तियां

विज्ञान सागर में संस्थापित नाभिकीय रिएक्टर मॉडल ने छात्रों में नई रुचि जाग्रत की है। प्रदर्शन देखने के बाद, उनमें से अधिकतर आश्वस्त हो चुके हैं कि नाभिकीय विद्युत, भारी मात्रा में कार्बन मुक्त विद्युत के उत्पादन से पर्यावरण की रक्षा करती है। प्रचलित भ्रांतियों के आधार पर न्यूक्लियर विद्युत की सुरक्षा के बारे में आम जनता में कई आशंकायें हैं। नाभिकीय रिएक्टर मॉडल की सहायता से जन सामान्य व छात्रों को मौसम परिवर्तन के प्रभावों के बारे में जागरुक किया जा रहा है और ग्रीनहाउस गैसों को कम करने के लिए विश्व को यथाशीघ्र जीवाश्म् ईंधन पर अपनी निर्भरता को कम कर लेनी चाहिए। न्यूक्लियर ऊर्जा अल्प्-कार्बन वाली है और इसे आवश्यक समय-सीमा में व्याापक पैमाने पर विनियोजित किया जा सकता है जिससे विश्व को स्वच्छ, विश्वसनीय व आर्थिक रूप से व्यवहार्य विद्युत आपूर्ति की जा सके।

विज्ञान सागर विज्ञान एवं प्रौद्योगिकी पार्क, छात्रों को जीवन की समस्याओं को हल करने में वैज्ञानिक तरीकों के प्रयोग के प्रति जागरुक करते हुए उपर्युक्त उद्देश्यों को पूरा करने के लिए पूर्णतया तैयार है। कुछ शब्दों में कहा जाए तो, विज्ञान सागर, त्रिशूर व उसके निकटवर्ती क्षेत्रों के लोगों के रहन सहन की बेहतरी के लिए किए जाने वाले वैज्ञानिक कार्यकलापों का केंद्र बिंदु बन गया है। छात्रों को, उनके निर्णयों में वैज्ञानिक पद्धतियों जैसे, परीक्षण व प्रयोग के बगैर किसी बात को स्वीकार न करना, नवीन तथ्यों के आधार पर पुराने निष्कर्षों को बदलने की क्षमता, प्रेक्षित तथ्यों पर विश्वास व पूर्व-निर्धारित अवधारणाओं पर विश्वास न करना आदि को अपनाने हेतु प्रशिक्षित किया जाता है।

> वर्तमान में, देश भर के विभिन्न विज्ञान केंद्रों में और 35 एनपीपी मॉडल मौजूद हैं।

चित्र-8: ग्रीष्मकालीन शिविर के दौरान डॉ. कलाम की मूर्ति के समक्ष एकत्रित छात्र व शिक्षकगण

Fig. 7: Students listening to the commentary on the working of a nuclear reactor

Questions Often Asked

Many of the students, especially from higher secondary classes, are very curious to know about India's nuclear power programme and often they raise several questions. The questions frequently asked by students are: 1) Are nuclear reactor sites terrorist proof? 2) How is nuclear waste stored? 3) How is nuclear waste transported? 4) Are nuclear power plants worth the costs? 5) Are nuclear hazards different from other hazards that we face every day? 6) Why is thorium, found in the beach sands of Kerala, is not utilised? 7) Why is nuclear energy not included in school syllabus? 8) How does nuclear energy impact the environment? 9) What are the most contentious issues surrounding nuclear energy? 10) Why are there so many units like Sievert, rem, rad, gray, becquerel, curie, and roentgen to measure radiation?

Concluding Remarks

The nuclear reactor model installed in Vigyan Sagar has evinced new interest among the students. After viewing the demonstration, they are convinced that nuclear energy protects the environment by producing massive amounts of carbon-free electricity. There is a common apprehension among the general public about the safety of nuclear power based on prevailing misconceptions. With the help of Nuclear Reactor Model, public and students are made aware of the impacts of climate change and the urgent need for global reduction in dependency on fossil fuels in order to reduce greenhouse gas emissions. Nuclear energy is a low-carbon source of electricity and can be deployed on a large scale at the required timescale, supplying the world with clean, reliable, and affordable electricity.

Vigyan Sagar Science & Technology Park stands tall in achieving the above objectives, making thousands of students aware of the need of a scientific approach in dealing with the problems of life. In a nutshell, VigyanSagar has become a fulcrum of scientific activities for the benefits of people living in and around Thrissur. Students are trained to employ a scientific method of decision-making, like the refusal to accept anything without testing and trial, the capacity to change previous conclusions in the face of new evidence, the reliance on observed fact and not on pre-conceived notions, etc.

> As of now, 35 more NPP models are present in different science centres across the country.

Fig. 8: Students and teachers assemble in front of Dr. Kalam's bust during a summer camp

कारवार के उप-क्षेत्रीय विज्ञान केंद्र में लघु न्यूक्लियर दीर्घा की स्थापना

डॉ. संजीव देशपांडे, *प्रमुख, उप-क्षेत्रीय विज्ञान केंद्र, कारवार, कर्नाटक*

विज्ञान केंद्र छात्रों की जिज्ञासा को बढ़ावा देते हैं और उन्हें विज्ञान के बारे में और अधिक जानने के लिए प्रेरित करते हैं। कर्नाटक सरकार द्वारा उत्तर कन्नड़ जिले के प्रशासन के साथ मिलकर दिनांक 1 जून, 2017 को कारवार स्थित उप-क्षेत्रीय विज्ञान केंद्र की स्थापना की गई। इस केंद्र में एक सहज विज्ञान दीर्घा है जिसमें छात्र विज्ञान से संबंधित विषयों को सरल व प्रभावी ढंग से सीख सकते हैं। इसके अलावा, इस केंद्र में एक आउटडोर विज्ञान पार्क, मीठे पानी की अनेक प्रकार की मछलियों वाला एक मछलीघर और संग्रहालय भी है।

हाल ही में कैगा साईट ने मुंबई मख्यालय के सहयोग से इस केंद्र में एक लघु न्यूक्लियर दीर्घा का अभिकल्पन व विकास किया। इस दीर्घा का उद्घाटन दिनांक 11 नवंबर, 2020 को श्री सत्यनारायण, स्थल निदेशक, एनपीसीआईएल कैगा द्वारा किया गया। लोगों को नाभिकीय विद्युत संयंत्र के लाभों के बारे में जानकारी देने के लिए इस दीर्घा में, रिएक्टर व टर्बाइन मॉडल तथा नाभिकीय विद्युत के समेकित स्रोतों, भारत के नाभिकीय विद्युत संयंत्रों व परियोजनाओं, पर्यावरण संधारणीयता कार्यक्रमों, भारत में नाभिकीय उर्जा संयंत्रों की संरक्षा और भारत के त्रि-चरणीय न्यूक्लियर कार्यक्रमों के बारे में सूचनाएं भी रखी गई हैं।

Miniature Nuclear Gallery at Sub-Regional Science Centre, Karwar

Dr. Sanjeev Deshpande, *Head, Sub-Regional Science Centre, Karwar, Karnataka*

Science centres provide impetus to the curiosity of students and inspire them to learn more about science. Govt. of Karnataka in association with District Administration of Uttara Kannada set up a Sub-Regional Science Centre at Karwar on June 1, 2017. The centre has a Fun Science Gallery, where students can learn science, in an easy and effective way. Besides this, the centre also has an outdoor science park, a marine museum and aquarium with different fresh water fish varieties.

Recently, Kaiga site with the help of HQ, Mumbai has designed and developed a Miniature Nuclear Gallery at the Centre. The gallery was inaugurated on Novemnber 11, 2020 by Mr. Satyanarayana, Site Director, NPCIL, Kaiga. The Gallery has information about reactor and turbine model and is a consolidated source of information on nuclear power, nuclear power plants and projects in India, environmental sustainability programs, safety of nuclear power plants in India and three stages of India's nuclear power program to make people aware of the benefits of a nuclear power plant.

श्री राजेंद्र कुमार गुप्ता, स्थल निदेशक, एनपीसीआईएल कैगा व श्री मुल्लांई मुहिलन, आईएएस, उपायुक्त उत्तर कन्नड एवं अध्यक्ष उप-क्षेत्रीय विज्ञान केंद्र कारवार द्वारा दिनांक 25 फरवरी, 2022 को 700 मेगावाट नाभिकीय संयंत्र मॉडल का उद्घाटन किया गया। इस मॉडल में, हिंदी, अंग्रेजी व कन्नड़ भाषा में ऑडियो विजुअलों के माध्यम से यूरेनियम के उपयोग से विद्युत उत्पादन का वर्णन किया गया है। इसके साथ ही इस दीर्घा में, भारत के नाभिकीय संयंत्रों से संबंधित चार्ट, नाभिकीय संयंत्रों की संरक्षा व साथ ही न्यूक्लियर रिएक्टरों से पर्यावरण पर पड़ने वाले प्रभावों का विवरण भी उपलब्ध है।

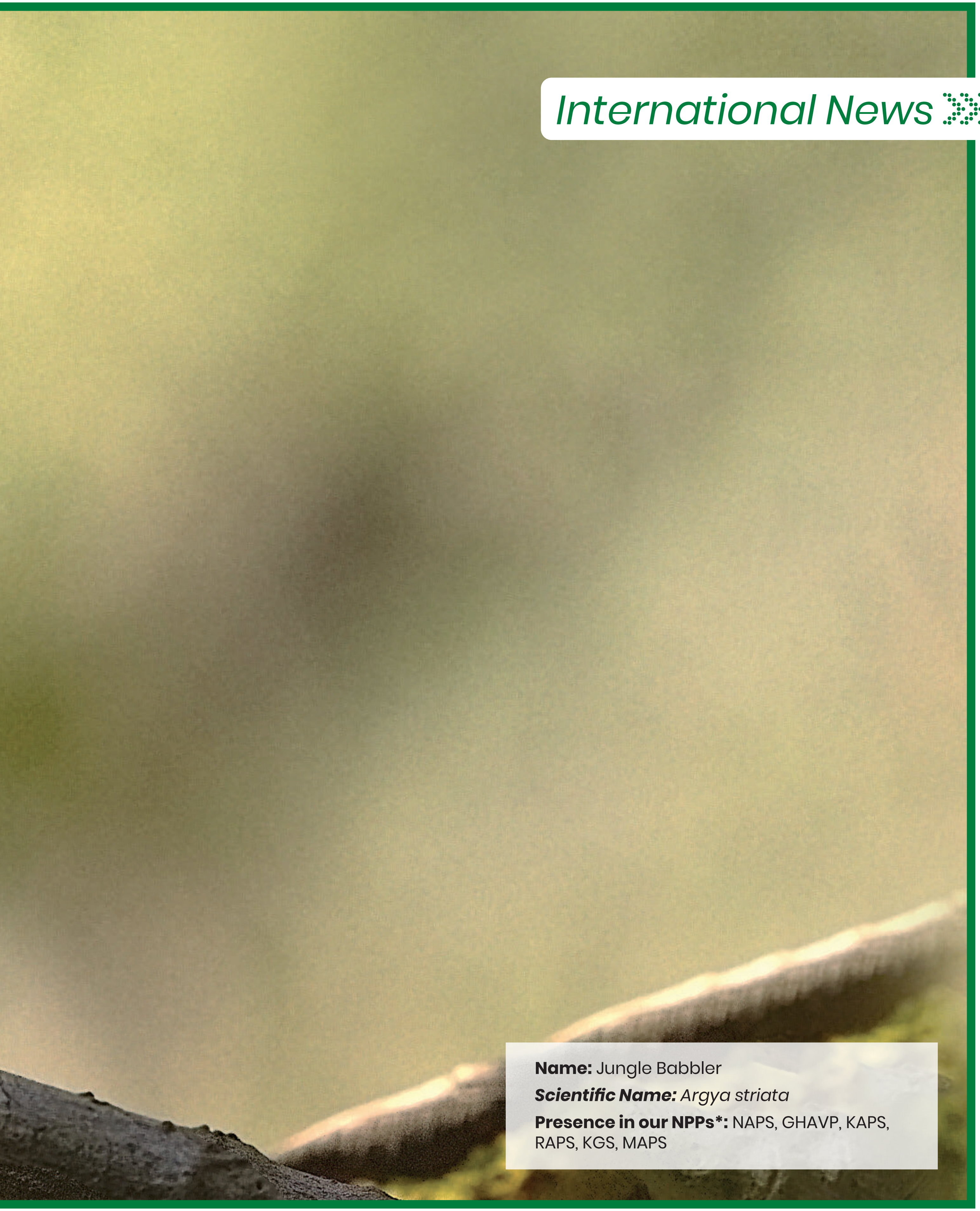
उद्घाटन के बाद से इस दीर्घा में देश भर से बड़ी संख्या में आगंतुकों ने भ्रमण किया है। यह दीर्घा आगंतुकों (विशेषकर छात्रों और अध्यापकों) को कैगा नाभिकीय संयंत्र के कार्यकलापों, बिजली उत्पादन आदि की गति विधियों को समझने में मदद करती है। इस पहल के साथ, कैगा, उत्तर कन्नड़ जिले में विज्ञान के बारे में जागरुकता पैदा करने और इसे लोकप्रिय बनाने में महत्वपूर्ण भूमिका निभा रही है।

> सार्वजनिक जागरुकता के लिए भारत भर में अब तक 13 लघु न्यूक्लियर दिर्घा स्थापित की गई हैं।

Mr. Rajendra Kumar Gupta, Site Director, NPCIL, Kaiga and Mr. Mullai Muhilan, I.A.S. Deputy Commissioner, Uttara Kannada and Chairman Sub-Regional Science Centre, Karwar inaugurated a 700 MW Nuclear Reactor Model on February 25, 2022. The model has audio-visuals in English, Hindi and Kannada languages, explaining about the generation of electricity using uranium. Apart from this, the gallery also has an information charts about nuclear reactors in India, safety of nuclear reactors and also their impact on the environment.

Since its inauguration, the gallery has attracted a large number of visitors from all over the country. The gallery is helping the visitors (especially students and teachers) to understand the activities of Kaiga nuclear reactors, electricity generation etc. With this initiative, Kaiga is playing important role in creating awareness and popularisation of science in Uttara Kannada district.

> 13 Miniature Nuclear Galleries across India have been established for Public Awareness, as of now.



Name: Jungle Babbler

Scientific Name: *Argya striata*

Presence in our NPPs*: NAPS, GHAVP, KAPS, RAPS, KGS, MAPS

**at our sites located at Narora (Uttar Pradesh), Gorakhpur (Haryana), Kakrapar (Gujarat), Rawatbhata (Rajasthan), Kaiga (Karnataka), Kalpakkam (Tamilnadu)*

Photo Credit: R. Bayana

रूपपुर न्यूक्लियर विद्युत संयंत्र यूनिट-1 में निष्क्रिय ऊष्मा निष्कासन प्रणाली का संस्थापन सम्पन्न

रूपपुर न्यूक्लियर विद्युत संयंत्र (एनपीपी) की इकाई-1 में निष्क्रिय ऊष्मा निष्कासन प्रणाली (पीएचआरएस) के आठ ऊष्मा विनिमायक का संस्थापन पूरा हो गया है। यह बांग्लादेश का पहला एनपीपी है, जिसे रूस के सरकारी परमाणु ऊर्जा निगम रोसाटॉम द्वारा बनाया जा रहा है।

रोसाटॉम इंजीनियरिंग डिवीजन के संचार प्रभाग द्वारा हाल ही में जारी एक बयान में कहा गया है कि प्रत्येक ऊष्मा विनिमायक 32 टन से अधिक वजन वाली एक धातु संरचना है, जिसकी लंबाई 8,530 मीटर और चौड़ाई 5,904 मीटर है।

पीएचआरएस एक निष्क्रिय सुरक्षा प्रणाली है, जो बिजली आपूर्ति के सभी स्रोतों की अनुपस्थिति में रिएक्टर कोर से वायुमंडल में गर्मी के दीर्घकालिक निष्कासन को सुनिश्चित करती है।

"जब सिस्टम चालू होता है, तो वायुमंडलीय हवा पीएचआरएस ऊष्मा विनिमायक में प्रवेश करती है, जो इसे एक तरफ से ठंडा करती है, जबकि भाप जनरेटर से भाप हीट एक्सचेंजिंग ट्यूबों के अंदर संघनित होती है," रोसाटॉम इंजीनियरिंग डिवीजन के उपाध्यक्ष और रूपपुर एनपीपी निर्माण परियोजना के निदेशक एलेक्सी डेरी ने बताया। तत्पश्चात, जुलाई में इकाई-1 में वेंटिलेशन पाइप की स्थापना की गई।

रूपपुर संयंत्र ढाका से लगभग 160 किमी उत्तर-पश्चिम में पबना के ईश्वरडी उपजिला में रोसाटॉम द्वारा बनाया जा रहा है। इसमें दो VVER-1200 संयत्र शामिल होंगे।

नवंबर 2011 में, रूस और बांग्लादेश ने इस एनपीपी के निर्माण में सहयोग पर एक अंतर-सरकारी समझौते पर हस्ताक्षर किए और दिसंबर 2015 के मध्य में एक सामान्य अनुबंध पर हस्ताक्षर किए गए। यूनिट-1 का निर्माण नवंबर 2017 में और यूनिट-2 का निर्माण जुलाई 2018 में शुरू हुआ। अगस्त 2019 में अंतिम रूप दिए गए।

अनुबंध के तहत रोसाटॉम द्वारा संयंत्र को ईंधन प्रदान किए जा रहे हैं, और डिलीवरी को मंजूरी देने वाले अंतिम प्रोटोकॉल पर मई में हस्ताक्षर किए गए थे। संयंत्र में ईंधन प्रसंस्करण के लिए रूस को वापस कर दिया जाएगा। इससे पहले अगस्त में, बांग्लादेश परमाणु ऊर्जा आयोग ने रूपपुर यूनिट-1 में प्रारंभिक ईंधन लोडिंग के लिए रूस के नोवोसिबिर्स्क केमिकल कॉन्सेंट्रेट प्लांट (रोसाटॉम की ईंधन कंपनी टीवीईएल का हिस्सा) में न्यूक्लियर ईंधन का निरीक्षण किया था।

स्रोत: द बिजनेस स्टैंडर्ड

Passive Heat Removal System Installed at Rooppur Nuclear Power Plant Unit-1

The installation of eight heat exchangers of the Passive Heat Removal System (PHRS) has been completed in Unit-1 of the Rooppur Nuclear Power Plant (NPP), Bangladesh's first-ever nuclear power plant being built by Rosatom – Russia's state-run nuclear power corporation.

Each heat exchanger, a metal structure weighing over 32 tonnes, has a length of 8,530 metres and a width of 5,904 metres, reads a statement recently issued by the Communication Division of Rosatom Engineering Division.

The PHRS is a passive safety system that ensures the long-term removal of heat from the reactor core into the atmosphere in the absence of all sources of power supply.

"When the system is operational, atmospheric air enters the PHRS heat exchanger, which cools it down at one side, while the steam from the steam generator condenses inside the heat exchanging tubes," explained Alexey Deriy, the Vice President of Rosatom Engineering Division and Director for Rooppur NPP Construction Project. Subsequently, ventilation pipes were installed in Unit-1 in July.

The Rooppur plant is being built by Rosatom in Ishwardi sub-district of Pabna, about 160 km northwest of Dhaka. It will comprise two VVER-1200 reactors.

In November 2011, Russia and Bangladesh signed an Inter-Governmental Agreement on cooperation in the construction of the NPP and a general contract was signed in mid-December 2015. Construction of Unit-1 began in November 2017 and Unit-2 in July 2018.

All the plant's fuel is being provided by Rosatom under a contract finalised in August 2019, and the final protocol, approving delivery, was signed in May. The fuel in the plant will be returned to Russia for processing. Earlier in August, the Bangladesh Atomic Energy Commission inspected nuclear fuel at Russia's Novosibirsk Chemical Concentrates Plant (part of Rosatom's Fuel Company TVEL), for the initial fuel

Source: The Business Standard

चीन की फंडिंग संबंधी चिंताओं के बावजूद ब्रिटेन न्यूक्लियर विद्युत के लिए 'प्रतिबद्ध' हैं

यूके सरकार एक प्रमुख ऊर्जास्रोत के रूप में न्यूक्लियर विद्युत को बढ़ावा देने के लिए "पूरी तरह से प्रतिबद्ध" है, लेकिन क्षेत्र के प्रभारी मंत्री के अनुसार, राष्ट्रीय सुरक्षा सर्वोपरि है क्योंकि नए संयंत्रों में चीनी निवेश चिंताएं बढ़ाता है।

वैश्विक उद्योग निकाय, वर्ल्ड न्यूक्लियर एसोसिएशन के अनुसार, यू. के. के अधिकांश मौजूदा न्यूक्लियर विद्युत संयंत्र इस दशक के अंतः तक सेवा निवृत्त हो जाएंगे, जबकि नई पीढ़ी के रिएक्टर अभी भी निर्माणाधीन हैं।

इस निर्माण अभियान को उत्साहित जनभावना गति दे रही है। पिछले महीने, सरकार ने 157 मिलियन पाउंड ($200 मिलियन) के अनुदान फंडिंग पैकेज के साथ, ब्रिटेन में न्यूक्लियर विद्युत का तेजी से विस्तार करने के लिए एक नई संस्था की स्थापना की।

देश का लक्ष्य 2050 तक देश की 25% बिजली न्यूक्लियर विद्युत से प्राप्त करना है, जो पिछले वर्ष लगभग 15% थी। नवीकरणीय और जीवाश्म ईंधन, प्रत्येक की हिस्सेदारी अब लगभग 40% है।

न्यूक्लियर और नेटवर्क मंत्री श्री एंड्रयू बॉवी ने कहा, "ब्रिटिश सरकार लगभग तीन दशकों के कम निवेश के बाद, नए न्यूक्लियर विद्युत संयंत्रों के लिए पूरी तरह से प्रतिबद्ध है। हम एक ऐसे उद्योग का पुनर्निवेश और पुनरुद्धार कर रहे हैं जिसपर ब्रिटेन में उतना ध्यान नहीं दिया जितना दिया जाना चाहिए।" हाल ही में एक इंटरव्यू में उन्होंने कहा, "कुल मिलाकर, विदेशी निवेशकों के लिए भी हमारे दरवाजे खुले हैं।"

श्री बॉवी इस क्षेत्र को बढ़ावा देने की प्रतिबद्धता को रेखांकित करते हुए फरवरी में देश के पहले परमाणु मंत्री बने।

लेकिन नए निवेश के आसपास "कुछ नियम" होंगे जो "राष्ट्रीय सुरक्षा निहितार्थों के संबंध में स्पष्ट चेतावनियों" के साथ रूसी निवेशकों और अन्य लोगों को बाहर कर देंगे, श्री बॉवी ने कहा।

यूरोपीय एजेंडे में ऊर्जा सुरक्षा के बढ़ते महत्व के साथ, श्री बॉवी ने कहा, "पीढ़ियों में पहली बार, ब्रिटिश लोग न्यूक्लियर विद्युत को सकारात्मक दृष्टि से देखते हैं। वे हमारी ऊर्जा बेस लोड को सुरक्षित करने के साधन तथा नेट ज़िरो कार्बन उत्सर्जन के रूप में न्यूक्लियर का समर्थन करते हैं, क्योंकि यह ऊर्जा का एक स्वच्छ स्रोत है।"

यूके सरकार ने आठ नए रिएक्टर बनाने की योजना की घोषणा की है। हालाँकि, लंदन और बीजिंग के बीच तनाव पूर्ण संबंधों को देखते हुए, पहले से ही चल रही प्रमुख परियोजनाएँ चीनी निवेशकों से फंडिंग को लेकर विवाद में फंस गई हैं।

चीन के राज्य के स्वामित्व वाले उद्यम 'सीजीएन' के पास शुरू में 3.2 गीगावाट साइज़वेल-सी न्यूक्लियर संयंत्र में 20% हिस्सेदारी थी, जिससे उम्मीद थी कि यह 6 मिलियन घरों को बिजली देने के लिए पर्याप्त बिजली पैदा करेगा। इस परियोजना का नेतृत्व फ्रांसीसी राज्य के स्वामित्व वाले ऊर्जा समूह ईडीएफ कर रहा है।

लेकिन सरकार ने पिछले साल सीजीएन की हिस्सेदारी वापस खरीदने का फैसला किया, परियोजना में खुद निवेश करने और ईडीएफ के साथ पावर स्टेशन को संयुक्त रूपसे नियंत्रित करने का विकल्प चुना, क्योंकि सांसदों ने महत्वपूर्ण ब्रिटिश बुनियादी ढांचे में चीनी भागीदारी पर चिंता जताई थी।

पिछले साल लागू एक कानून के अनुसार, सरकार न्यूक्लियर क्षेत्र में विदेशी निवेश और अधिग्रहण की जांच और हस्तक्षेप करने के लिए अधिकृत है, जो अर्थव्यवस्था का एक "संवेदनशील" क्षेत्र है और जो संभावित रूप से राष्ट्रीय सुरक्षा को प्रभावित करता है ।

स्रोत: निक्केईएशिया

U.K. 'Committed' to Nuclear Power Despite China Funding Concerns

The U.K. Government is "fully committed" to promoting nuclear power as a major energy source, but national security is paramount as Chinese investment in new plants raises concerns, according to the minister in charge of the sector.

According to the World Nuclear Association, a global industry body, the U.K. Most of the existing nuclear power plants in the U.S. will be retired by the end of this decade, while new generation reactors are still under construction.

Upbeat public sentiment is adding momentum to the construction drive. Last month, the Government set up a new body dedicated to rapidly expanding nuclear power in Britain, along with a grant funding package worth 157 million pounds ($200 million).

The country aims to get 25% of the country's electricity from nuclear by 2050, up from about 15% last year. Renewables and fossil fuels now account for about 40% each.

"The British government is fully committed to new nuclear plants, after about three decades of underinvestment. We are reinvesting and revitalizing an industry which has not received as much attention as it should in the U.K.", Minister for Nuclear and Networks Mr. Andrew Bowie said in a recent interview. "Overall, we are open to investors from overseas," he added.

Mr. Bowie became the country's first-ever nuclear minister in February, underlining its commitment to boosting the sector.

But there would be "certain rules" around new investment that would rule out Russian investors and others, with "obvious caveats regarding national security implications," Mr. Bowie said.

With energy security rising up the European agenda, Mr. Bowie said, "For the first time in generations, the British people view nuclear in a positive light. They are supportive of nuclear power as a means of securing our energy baseload, but also getting to net-zero carbon emissions, because it is a clean source of energy."

The UK Government has announced plans to build as many as eight new reactors. However, major projects already underway are mired in controversy over funding from Chinese investors, given tense relations between London and Beijing.

China's state-owned CGN initially held a 20% stake in the 3.2 gigawatt Sizewell-C nuclear plant, which, it is hoped, will generate enough electricity to power 6 million homes. The project is led by French state-owned energy group EDF.

But the Government last year decided to buy back CGN's stake, opting to invest in the project itself and jointly control the power station with EDF, as lawmakers raised concerns over Chinese involvement in critical British infrastructure.

The Government is authorized to scrutinize and intervene in foreign investment and acquisitions in the nuclear sector, a "sensitive" area of the economy that potentially affects national security, according to a law enacted last year.

Source: NikkeiAsia

देवू ईएंडसी और केएईआरआई न्यूक्लियर टेक रिसर्च के लिए साथ जुड़े

दक्षिण कोरिया की देवू इंजीनियरिंग एंड कंस्ट्रक्शन कंपनी (देवू ईएंडसी) ने घोषणा की है कि उसने कोरिया परमाणु ऊर्जा अनुसंधान संस्थान (केएईआरआई) के साथ एक शोध सहयोग समझौता ज्ञापन (एमओयू) पर हस्ताक्षर किए हैं। वे उन्नत परमाणु अनुसंधान और विकास के साथ-साथ नई परियोजनाओं की खोज के लिए सहयोग करने पर सहमत हुए हैं।

सहयोग के मुख्य क्षेत्रों में छोटे मॉड्यूलर रिएक्टर (300,000 किलोवाट की उत्पादन क्षमता के साथ) और विदेशी अनुसंधान रिएक्टर, साथ ही खर्च किए गए न्यूक्लियर ईंधन के भंडारण और निपटान के लिए प्रौद्योगिकी शामिल हैं।

उन्होंने संयुक्त अनुसंधान, कर्मियों के आदान-प्रदान और अनुसंधान सुविधाओं और उपकरणों के साझा उपयोग को बढ़ावा देने का निर्णय लिया। इसके अतिरिक्त, वे संयुक्त रूप से अनुसंधान सहयोग के क्षेत्र में उन्नत राष्ट्रीय प्रौद्योगिकी परियोजनाएं शुरू करेंगे, जिसमें देवू ईएंडसी डिजाइन और अनुसंधान कर्मियों में निवेश करने की योजना बना रहा है।

इस साल जून की शुरुआत में, देवू ईएंडसी ने संयुक्त विदेशी न्यूक्लियर परियोजना विकास के लिए केईपीसीओ प्लांट सर्विस एंड इंजीनियरिंग के साथ एक समझौता ज्ञापन पर हस्ताक्षर किए और पिछले महीने एसके इकोप्लांट के साथ एक समझौता ज्ञापन पर हस्ताक्षर किए।

देवू ईएंडसी के एक सूत्र ने कहा, "कोरिया परमाणु ऊर्जा अनुसंधान संस्थान के साथ एमओयू के माध्यम से, हम उन्नत न्यूक्लियर प्रौद्योगिकी अनुसंधान और विकास में भाग लेने, मौलिक प्रौद्योगिकी को सुरक्षित करने और नए व्यापार अवसरों की खोज को बढ़ावा देने की योजना बना रहे हैं।"

स्रोत: द कोरिया इकोनॉमिक डेली

आईएईए ने अहमदु बेलो विश्वविद्यालय के लिए N150m न्यूक्लियर उपकरण का अधिग्रहण किया

अंतर्राष्ट्रीय परमाणु ऊर्जा एजेंसी (आईएईए) ने अहमदु बेलो विश्वविद्यालय के ऊर्जा अनुसंधान और प्रशिक्षण केंद्र (सीईआरटी) में नाइजीरिया रिसर्च रिएक्टर-1 (एनआईआरआर-1) के उन्नत इंस्ट्रुमेंटेशन और कंट्रोल सिस्टम (आई एंड सी) की स्थापना के लिए न्यूक्लियर अनुसंधान उपकरण हासिल कर लिए हैं। 2022 में जारी आईएईए खरीद आदेश के तहत, अनुसंधान रिएक्टरों के डिजाइनर, चीन परमाणु ऊर्जा संस्थान, बीजिंग से N150m मूल्य के उपकरण खरीदे गए थे।

कुछ वर्ष पहले सीईआरटी के कंप्यूटर नियंत्रण कंसोल के नष्ट होने के बाद आईएईए द्वारा उपकरण का दान दिया गया। इसके बाद केंद्र में उन्नत प्रणालियों की स्थापना के लिए चीनी विशेषज्ञों की चार सदस्यीय टीम केंद्र में पहुंची, जो अब शुरू हो गई है।

केंद्र के निदेशक, प्रोफेसर संडे जोनाह, जिनके नेतृत्व में चीनी विशेषज्ञ कुलपति प्रोफेसर कबीरु बाला से मिले, ने कहा कि पूरा होने पर, यह परियोजना संचालन, सुरक्षा और उपयोग के मामले में अनुसंधान रिएक्टरों की क्षमताओं में वृद्धि करेगी।

कुलपति प्रोफेसर कबीरु बाला चीनी विशेषज्ञों का स्वागत करते हुए प्रसन्नता व्यक्त की, और इस बात पर जोर दिया कि यह परियोजना केंद्र में की जा रही अनुसंधान गतिविधियों में काफी मूल्य जोड़ेगी।

चीनी टीम के नेता, चीन परमाणु ऊर्जा संस्थान के अनुसंधान रिएक्टर विभाग के प्रोफेसर यिगुओ ली ने उनके स्वागत के लिए कुलपति को धन्यवाद देते हुए कहा कि वे अगले दस दिनों तक विश्वविद्यालय में ही रहेंगे।

स्रोत: डेली ट्रस्ट

Daewoo E&C, KAERI to Team Up for Nuclear Tech Research

South Korea's Daewoo Engineering & Construction Co. (Daewoo E&C) has announced that it signed a research collaboration memorandum of understanding (MOU) with the Korea Atomic Energy Research Institute (KAERI).

They agreed to collaborate for advanced nuclear research and development as well as the exploration of new projects.

The main areas of cooperation include Small Modular Reactors (with a generation capacity of 300,000 kW) and overseas research reactors, as well as technology for the storage and disposal of spent nuclear fuel.

They decided to promote joint research, exchange of personnel, and shared utilisation of research facilities and equipment. Additionally, they will jointly undertake advanced national technology projects in the field of research collaboration, with Daewoo E&C planning to invest in design and research personnel.

Earlier in June this year, Daewoo E&C signed an MOU with KEPCO Plant Service & Engineering for joint overseas nuclear project development and last month signed an MOU with SK Ecoplant.

"Through the MOU with the Korea Atomic Energy Research Institute, we plan to participate in advanced nuclear technology research and development, secure fundamental technology and drive the exploration of new business opportunities," a Daewoo E&C source said.

Source: The Korea Economic Daily

IAEA Acquires N150m Nuclear Equipment for ABU

The International Atomic Energy Agency (IAEA) has acquired nuclear research equipment for installation of the upgraded Instrumentation and Control System (I&C) of the Nigeria Research Reactor-1 (NIRR-1) at Ahmadu Bello University's Centre for Energy Research and Training (CERT).

The equipment, worth N150m, was procured from the China Institute of Atomic Energy, Beijing, the designers of the research reactors, under the IAEA Purchase Order issued in 2022.

The donation of the equipment by IAEA followed the destruction of CERT's Computer Control Console some years ago.

This followed the arrival of a four-member team of Chinese experts to the Centre for the installation of the upgraded systems at the Centre, which has begun now.

The Director of the Centre, Prof. Sunday Jonah, who led the Chinese experts to the Vice-Chancellor, Prof. Kabiru Bala, said that when completed, the project will increase the capabilities of the research reactors in terms of operations, safety and utilisation.

Responding, the Vice-Chancellor expressed delight over the arrival of the Chinese experts for the installation, stressing that the project would greatly add value to the research activities being carried out at the Centre.

Leader of the Chinese team, Prof. Yiguo Li, of the Research Reactors Department, China Institute of Atomic Energy, thanked the Vice-Chancellor for the warm reception, saying that they would be in the University for the next ten days performing the installation.

Source: Daily Trust

न्यूक्लियर संलयन हमारी दुनिया को बदल सकता है

नेशनल इग्निशन फैसिलिटी के शोधकर्ताओं ने घोषणा की, कि उन्होंने संलयन प्रतिक्रिया में शुद्ध ऊर्जा लाभ हासिल कर लिया है। यह हमें हरित और सुरक्षित ऊर्जा का असीमित स्रोत प्रदान कर सकता है।

न्यूक्लियर संलयन हमें हरित और सुरक्षित ऊर्जा का असीमित स्रोत प्रदान कर सकता है इन संभावनाओं की कल्पना मात्र करें।

न्यूक्लियर संलयन

30 जुलाई, 2023 को, कैलिफोर्निया के लॉरेंस लिवरमोर नेशनल लेबोरेटरी में स्थित नेशनल इग्निशन फैसिलिटी के शोधकर्ताओंने घोषणा की थी कि उन्होंने संलयन प्रतिक्रिया में शुद्ध ऊर्जा लाभ हासिल किया है। दूसरे शब्दों में, वे इस प्रक्रिया में उपभोग से अधिक ऊर्जा उत्पन्न करने में कामयाब रहे।

इस फैसिलिटी के शोधकर्ताओं ने यह दूसरी बार कर दिखाया – फैसिलिटी ने पिछले साल दिसंबर में भी यह उपलब्धि हासिल की थी। सबसे महत्वपूर्ण बात यह है कि शुद्ध लाभ की मात्रा इसबार अधिक थी। शुद्ध ऊर्जा लाभ वाणिज्यिक संलयन ऊर्जा को संभव बनाने के लिए अति महत्वपूर्ण है। इस संभावना ने नीति निर्माताओं में भी उम्मीदें जगा दी हैं। अमेरिकी ऊर्जा सचिव जेनिफर ग्रैन होम ने कहा, "यह सफलता 21वीं सदी की सबसे प्रभावशाली विज्ञान उपलब्धियों में से एक थी"।

न्यूक्लियर संलयन में किसी भी ग्रीन हाउस गैसों का उत्सर्जन नहीं होता है और बहुत कम ईंधन के साथ बहुत अधिक ऊर्जा पैदा होती है। न्यूक्लियर संलयन के माध्यम से ऊर्जा उत्पन्न करने के लिए हाइड्रोजन का उपयोग होता है जो कि प्रचुर मात्रा में उपलब्ध है। इसलिए न्यूक्लियर संलयन असीमित टिकाऊ ऊर्जा के लिए मानवता की खोज को हल कर सकता है।

दिसंबर के प्रयोग में, 2.05 मेगाजूल के उपयोग से उत्पादित ऊर्जा 3.15 मेगाजूल थी। जुलाई परीक्षण डेटा के प्रारंभिक विश्लेषण से पता चलता है कि शुद्ध लाभ और भी अधिक था।

आईआईटी मद्रास के मैकेनिकल इंजीनियरिंग विभाग के प्रोफेसर रत्नकुमार अन्नबट्टुला कहते हैं, "न्यूक्लियर संलयन में शुद्ध ऊर्जा लाभ प्राप्त करना भविष्य की पीढ़ियों के लिए एक सुरक्षित और टिकाऊ ग्रह की गारंटी देने की आवश्यकता से कहीं अधिक है।

न्यूक्लियर संलयन संभवतः एकमात्र बड़े पैमाने का समाधान है जो ग्रह को जीवाश्म ईंधन और ग्रीनहाउस गैस उत्सर्जन के कारण होने वाली अपरिवर्तनीय क्षति से बचा सकता है।"

लेकिन संलयन प्रतिक्रियाओं से व्यावसायिक बिजली उत्पन्न होने से पहले अभी भी कुछ तय करना बाकी है। जैसे की, व्यावहारिक संलयन रिएक्टर अभी तक नहीं बनाई गयी हैं। संलयन तापमान पर प्लाज़्मा को बनाए रखना अभी भी एक चुनौती है। प्लाज़्मा भौतिक विज्ञानी रॉबर्ट डब्ल्यू कॉन ने हाल ही में उनके एक लेख में संक्षेप में लिखा है: "व्यावहारिक संलयन ऊर्जा की खोज मानवजाति की सबसे बड़ी वैज्ञानिक और इंजीनियरिंग चुनौतियों में से एक है।"

स्रोत: CNN.com

Nuclear Fusion can Change Our World

Researchers at the National Ignition Facility announced that they had achieved net energy gain in a fusion reaction. It could provide us with an unlimited source of green and safe energy.

Imagine the possibilities. Nuclear fusion could provide us with an unlimited source of green and safe energy.

Nuclear Fusion

On July 30, 2023, researchers at the National Ignition Facility, located at Lawrence Livermore National Laboratory, California, announced that they had achieved net energy gain in a fusion reaction. In other words, they managed to generate more energy than what the process consumed.

This was the second time they did so-the facility achieved this feat earlier in December last year. Most importantly, the quantum of net gain was higher now. Net energy gain is critical to make commercial fusion power possible. That possibility has kindled hopes even among policy makers. Jennifer Granholm, the US energy secretary, said "this success was one of the most impressive science feats of the 21st century".

Nuclear fusion does not emit any greenhouse gases and produces a lot more energy with a lot less fuel.

The raw material to produce energy through nuclear fusion is hydrogen and is available in abundance. Nuclear fusion could therefore solve humanity's quest for unlimited sustainable energy.

In the December experiment, the energy produced was 3.15 megajoules as against 2.05 megajoules that was spent. Initial analysis of the July test data reveals that the net gain was even higher.

"Achieving net energy gain in nuclear fusion is more than just a necessity to guarantee a safer and sustainable planet for the future generations. Fusion power is probably the only large-scale solution that could save the planet from irreversible damage that it is undergoing due to usage of fossil fuels and greenhouse gas emissions," says Ratna Kumar Annabattula, professor at the department of mechanical engineering, IIT Madras.

But there is still some way to go before commercial power is generated from fusion reactions. For one, practical fusion reactors have not been built yet. Containing plasma at fusion temperature (hot gas tends to expand and escape from enclosing magnetic structures) is still a challenge. Robert W Conn, a plasma physicist put it succinctly when he wrote in an article recently: "The quest for practical fusion energy remains one of the greatest scientific and engineering challenges of human kind.".

Source: CNN.com

न्यूक्लियर ऊर्जा, दुर्लभ मृदा धातुएँ; प्रमुख शक्तियों की चंद्रमा में रुचि क्यों है? स्पष्ट किया गया

पृथ्वी के एकमात्र प्राकृतिक उपग्रह में मौजूद तत्वों के बारे में और अधिक खोज करने के लिए संयुक्त राज्य अमेरिका, चीन और भारत सहित प्रमुख शक्तियों की होड़ के बीच रूस ने 47 वर्षों में अपना पहला चंद्रमा-लैंडिंग अंतरिक्ष यान लॉन्च किया। रूस ने कहा कि वह आगे चंद्र मिशन शुरू करेगा और फिर एक संयुक्त रूसी-चीन क्रू मिशन और यहां तक कि एक चंद्र बेस की संभावना को भी तलाशेगा। नासा ने "चंद्र सोने की भीड़" के बारे में बात की है और चंद्रमा पर खनन की संभावना का भी पता लगाया है। यह प्रमुख शक्तियाँ वहाँ जो कुछ है उसमें इतनी रुचि क्यों रखती हैं?

चंद्रमा पर पानी

चंद्रमा पर पानी की पहली निश्चित खोज 2008 में भारतीय मिशन चंद्रयान-1 द्वारा की गई थी, जिसमें नासा के अनुसार, चंद्रमा की सतह पर फैले और ध्रुवों पर केंद्रित हाइड्रॉक्सिल अणुओं का पता लगाया गया था। पानी मानव जीवन के लिए अति महत्वपूर्ण है और यह हाइड्रोजन और ऑक्सीजन का स्रोत भी हो सकता है - तथा इनका रॉकेट ईंधन के लिए भी उपयोग किया जा सकता है।

चंद्रमा पर न्यूक्लियर ऊर्जा का स्रोत: हीलियम-3

हीलियम-3, हीलियम का एक आइसोटोप है जो पृथ्वी पर दुर्लभ है, लेकिन नासा का कहना है कि चंद्रमा पर इसके दस लाख टन होने का अनुमान है। यूरोपीय अंतरिक्ष एजेंसी के अनुसार, यह आइसोटोप एक संलयन रिएक्टर में न्यूक्लियर ऊर्जा प्रदान कर सकता है, और चूंकि यह रेडियोधर्मी नहीं है, इसलिए यह खतरनाक अपशिष्ट उत्पन्न नहीं करेगा।

चंद्रमा पर दुर्लभ मृदा धातुएँ

बोइंग के शोध के अनुसार, दुर्लभ मृदा धातुएं चंद्रमा पर मौजूद हैं, जिनमें स्कैंडियम, येट्रियम और 15 लैंथेनाइड्स शामिल हैं, जिनका उपयोग स्मार्टफोन, कंप्यूटर और उन्नत प्रौद्योगिकियों में किया जाता है।

मून माइनिंग के लिए क्या कानून हैं?

कानून अस्पष्ट और खामियों से भरा है। संयुक्त राष्ट्र 1966 बाह्य अंतरिक्ष संधि के अनुसार कोई भी देश चंद्रमा – या अन्य खगोलीय पिंडों पर संप्रभुता का दावा नहीं कर सकता है – और अंतरिक्ष की खोज सभी देशों के लाभ के लिए की जानी चाहिए।

लेकिन वकीलों का कहना है कि कोई निजी संस्था चंद्रमा के एक हिस्से पर संप्रभुता का दावा कर सकती है या नहीं यह स्पष्ट नहीं है। रैंड कॉर्पोरेशन ने पहले एक ब्लॉग में कहा था, "इन संभावित उच्च जोखिमों के बावजूद, अंतरिक्ष खनन अपेक्षाकृत कम मौजूदा नीति या शासन के अधीन है।"

1979 के चंद्रमा समझौते में कहा गया है कि चंद्रमा का कोई भी हिस्सा "किसी भी राज्य, अंतरराष्ट्रीय अंतरसरकारी या गैर-सरकारी संगठन, राष्ट्रीय संगठन या गैर-सरकारी इकाई या किसी प्राकृतिक व्यक्ति की संपत्ति नहीं बनेगा।"

इसे किसी भी प्रमुख अंतरिक्ष शक्ति द्वारा अनुमोदित नहीं किया गया है। संयुक्त राज्य अमेरिका ने 2020 में आर्टेमिस समझौते की घोषणा की, जिसका नाम नासा के आर्टेमिस चंद्रमा कार्यक्रम के नाम पर रखा गया, ताकि चंद्रमा पर "सुरक्षा क्षेत्र" स्थापित करके मौजूदा अंतरराष्ट्रीय अंतरिक्ष कानून का निर्माण किया जा सके। रूस और चीन इस समझौते में शामिल नहीं हुए हैं।

स्रोत: ज़ी न्यूज़

Nuclear Energy, Rare Earth Metals; Why are Major Powers Interested in Moon? Explained

Russia launched its first moon-landing spacecraft in 47 years on Friday amid a race by major powers, including the United States, China and India, to discover more about the elements held on the earth's only natural satellite. Russia said that it would launch further lunar missions and then explore the possibility of a joint Russian-China crewed mission and even a lunar base. NASA has spoken about a "lunar gold rush" and explored the potential of moon mining. Why are major powers so interested in what is up there?

Water on Moon

The first definitive discovery of water on the moon was made in 2008 by the Indian mission Chandrayaan-1, which detected hydroxyl molecules spread across the lunar surface and concentrated at the poles, according to NASA. Water is crucial for human life and also can be a source of hydrogen and oxygen – and these can be used for rocket fuel.

Nuclear Energy's Source on the Moon: Helium-3

Helium-3 is an isotope of helium that is rare on earth, but NASA says there are estimates of a million tonnes of it on the moon. This isotope could provide nuclear energy in a fusion reactor but since it is not radioactive it would not produce dangerous waste, according to the European Space Agency.

Rare Earth Metals on Moon

Rare earth metals - used in smartphones, computers and advanced technologies - are present on the moon, including scandium, yttrium and the 15 lanthanides, according to research by Boeing.

What is the Law for Moon Mining?

The law is unclear and full of gaps. The United Nations 1966 Outer Space Treaty says that no nation can claim sovereignty over the moon – or other celestial bodies – and that the exploration of space should be carried out for the benefit of all countries.

But lawyers say it is unclear whether or not a private entity could claim sovereignty over a part of the moon. "Space mining is subject to relatively little existing policy or governance, despite these potentially high stakes," The RAND Corporation had said in a blog earlier.

The 1979 Moon Agreement states that no part of the moon "shall become property of any State, international intergovernmental or non-governmental organisation, national organisation or non-governmental entity or of any natural person."

It has not been ratified by any major space power. The United States in 2020 announced the Artemis Accords, named after NASA's Artemis moon program, to seek to build on existing international space law by establishing "safety zones" on the moon. Russia and China have not joined the accords.

Source: Zee News

चीन के लिंगलोंग वन मॉड्यूलर रिएक्टर में कोर मॉड्यूल स्थापित किया गया

चाइना नेशनल न्यूक्लियर कॉर्पोरेशन (सीएनएनसी) के अनुसार, चीन के हैनान में स्थित एक छोटे मॉड्यूलर रिएक्टर, लिंगलोंग वन रिएक्टर का मुख्य मॉड्यूल सफलतापूर्वक स्थापित किया गया है। कोर मॉड्यूल, जिसे 'लिंगलॉन्ग वन का दिल' भी कहा जाता है, न्यूक्लियर द्वीप के मुख्य घटकों में से एक है।

यह मॉड्यूल, दबाव पोत, वाष्पीकरणकर्ता और प्राथमिक पंप रिसीवर को एकीकृत करता है, जो सीएनएनसी के बयान के अनुसार एक ही चरण में स्थापित किए गए थे। स्टीम जनरेटर को उठाने से पहले कारखाने में रिएक्टर दबाव पोत के साथ वेल्डिंग किया गया था।

सीएनएनसी के अनुसार, मॉड्यूलर निर्माण और मानकीकृत डिजाइन के कारण लिंगलोंग वन का डिजाइन और निर्माण अग्रणी है। इससे निर्माण समय कम हो जाता है और लागत भी कम होती है।

मॉड्यूलर डिज़ाइन की वजह से उपयोगकर्ता आवश्यकताओं के अनुसार लचीले समायोजन और निर्माण कर सकते हैं।

चीन में हैनान न्यूक्लियर विद्युत बहुउद्देश्यीय मॉड्यूलर छोटे रिएक्टर प्रौद्योगिकी प्रदर्शन परियोजना को दुनिया का पहला वाणिज्यिक भूमि-आधारित छोटा मॉड्यूलर दबित जल रिएक्टर माना जाता है।

पूरा होने पर यह प्रति वर्ष एक अरब किलोवाट-घंटे बिजली पैदा करेगा, जो 5,26,000 घरों की बिजली की जरूरतों को पूरा कर सकता है।

स्रोत: पावर इंजीनियरिंग इंटरनेशनल

रूस और दक्षिण कोरिया युगांडा में दो न्यूक्लियर विद्युत केंद्र बनाएंगे

राष्ट्रपति योवेरी मुसेवेनी का कहना है कि रूस और दक्षिण कोरिया दो न्यूक्लियर विद्युत केंद्र बनाएंगे जो युगांडा में 15,600 मेगावाट बिजली पैदा करेंगे।

उन्होंने कहा कि एक इकाई 7,000 मेगावाट का उत्पादन करेगी जबकि दूसरी 8,400 मेगावाट का उत्पादन करेगी, लेकिन परियोजनाओं की समय सीमा और वित्त पोषण अभी तक ज्ञात नहीं है। राष्ट्रपति श्री मुसेवेनी ने एक कॉफ़ी शिखर सम्मेलन में कहा, "हम बिजली के लिए दो यूरेनियम विद्युत केंद्र बनाने के लिए रूस और दक्षिण कोरिया के साथ सहमत हुए हैं।"

यह पहली बार नहीं है जब सरकारी अधिकारियों ने युगांडा में न्यूक्लियर केंद्र के निर्माण के बारे में बात की है।

2016 में, रूस के राज्य परमाणु ऊर्जा निगम रोसाटॉम के अधिकारियों ने युगांडा का दौरा किया था और न्यूक्लियर केंद्र के विकास पर युगांडा के अधिकारियों के साथ एक समझौते पर हस्ताक्षर भी किए थे, लेकिन परियोजना शुरू नहीं हुई।

युगांडा की वर्तमान बिजली उत्पादन क्षमता 1,402 मेगावाट है और खपत केवल 800 मेगावाट बिजली की है। सरकार की योजना विदेशों में बिजली निर्यात करने की है।

राष्ट्रपति श्री मुसेवेनी ने कहा कि युगांडा में न्यूक्लियर विद्युत के उत्पादन के लिए उपयोग किया जाने वाले खनिज यूरेनियम के भंडार है, कई निवेशकों ने निर्यात के लिए माइनिंग के लिए उनसे संपर्क किया है, जिसे उन्होंने अस्वीकार कर दिया है।

उन्होंने कहा कि उन्होंने इंकार कर दिया क्योंकि युगांडा में अभी भी बिजली की समस्या है और अगर उन्हें यूरेनियम चाहिए, तो उन्हें बिजली उत्पादन के लिए इसे यहीं संसाधित करना शुरू करना चाहिए।

उन्होंने यह भी कहा कि उन्होंने कच्चे माल के निर्यात पर प्रतिबंध लगा दिया है क्योंकि यदि कच्चे माल को विदेश में संसाधित किया गया तो देश में धन और नौकरियों की हानि होगी।

एक उदाहरण देते हुए उन्होंने कहा कि एक भारतीय निवेशक ने लौह अयस्क के खनन और भारत में निर्यात के लिए उनसे संपर्क किया, लेकिन अपनी जांच में उन्हें पता चला कि युगांडा को एक टन लौह अयस्क से केवल 47 डॉलर (यूएसएच 168,000) मिलने वाले हैं। और यदि इसे संसाधित किया गया, तो निवेशक कच्चे माल की मात्रा से $700 (Ush2.5m) कमाएंगे। राष्ट्रपति ने कहा, "मैंने उनसे कहा कि वे यहां से ही लोहे का प्रसंस्करण करें।"

स्रोत: द ईस्ट अफ्रीकन

Core Module Installed at China's Linglong One Modular Reactor

The core module of the Linglong One reactor, a Small Modular Reactor based in Hainan, China, has been successfully installed, according to the China National Nuclear Corporation (CNNC).

The core module, also known as 'the heart of Linglong One', is one of the nuclear island's core components.

The module integrates the pressure vessel, evaporator, and primary pump receiver, which were installed in one step according to the CNNC statement.

Before the lifting, the steam generator had undergone joint welding with the reactor pressure vessel at the factory.

According to CNNC, the design and construction of Linglong One are pioneering due to the modular construction and standardised design. This leads to shortened construction times and reduced costs.

The modular design also allows for flexible adjustments and construction according to users' requirements.

The Hainan Nuclear Power Multi-purpose Modular Small Reactor Technology Demonstration Project in China is touted as the world's first commercial land-based small modular pressurized water reactor.

When completed it will generate one billion kilowatt-hours of electricity per year, which could meet the needs of 526,000 households.

Source: Power Engineering International

Russia, South Korea to Build Two Nuclear Power Stations in Uganda

Russia and South Korea will build two nuclear power stations that will generate 15,600 megawatts of power in Uganda, President Yoweri Museveni says.

He said one unit will generate 7,000 MW while another would produce 8,400 MW, but the timeline and the funding of the projects isn't yet known."We have agreed with the Russia and South Korea to build two uranium power stations for electricity," President Mr. Museveni said at a coffee summit.

This is not the first time government officials have talked about the construction of a nuclear station in Uganda.

In 2016, Russian owned Rosatom State Atomic Energy Corporation officials visited Uganda and signed a deal with Uganda authorities on the development of the nuclear station, but the project didn't take off.

Uganda's current power generation capacity is 1402 MW and only have a power for only 800 MW, leaving the rest not consumed. The government plans to export power abroad.

President Mr. Museveni said Uganda has uranium deposits, a mineral used for the production of nuclear power, and several investors have approached him to mine them for export, which he rejected.

He said he refused because Uganda still is power-challenged and that if they wanted e uranium, they should start by processing it here for power generation.

He also said he banned export of raw materials because the country would lose money and jobs if the raw materials are processed abroad.

Citing an example, he said an Indian investor in iron ore approached him to mine and export iron ore to India, but in his investigations, he found out that Uganda has only going to get $47 (Ush168,000) from a tonne of iron ore and if it was processed, the investors would make $700 (Ush 2.5m) from the quantity of raw material."I told them that to process the iron from here, "the President said.

Source: The East African

शोधकर्ता न्यूक्लियर संलयन प्रक्रिया में ईंधन के लिए हाइड्रोजन आइसोटोप बना रहे हैं

अमेरिका में कोलोराडो स्कूल ऑफ माइन्स की एक टीम न्यूक्लियर संलयन ऊर्जा संयंत्रों में उपयोग के लिए हाइड्रोजन झिल्ली (मेम्ब्रेन) बनाने पर काम कर रही है। अमेरिकी ऊर्जा विभाग की एडवांस्ड रिसर्च प्रोजेक्ट्स एजेंसी-एनर्जी (ARPA-E) द्वारा वित्तपोषित परियोजना, आने वाले समय में संलयन को स्वच्छ ऊर्जा का एक वास्तविक स्रोत बनाने में महत्वपूर्ण भूमिका निभा सकती है।

संलयन की न्यूक्लियर प्रतिक्रिया में दो परमाणुओं मिलाकर एक या अधिक नए परमाणु बनते हैं जिनका कुल द्रव्यमान थोड़ा कम होता है। द्रव्यमान में परिणामित यह अंतर ऊर्जा के रूप में अभिव्यक्त होता है, जैसा कि आइंस्टीन के प्रसिद्ध समीकरण, $E = MC^2$ द्वारा वर्णित है, जहां ऊर्जा द्रव्यमान गुणा प्रकाश की गति के वर्ग के बराबर होती है। चूँकि प्रकाश की गति बहुत अधिक है, द्रव्यमान की थोड़ी सी मात्रा को ऊर्जा में परिवर्तित होना - जैसा कि संलयन में होता है - बहुत भारी मात्रा में ऊर्जा उत्पन्न करता है।

सूर्य में, चार हाइड्रोजन परमाणु एक साथ मिलकर हीलियम बनता हैं, जिसमें परिवर्तित द्रव्यमान में बहुत कम कमी होती है जो इस ऊर्जा को उत्पन्न करती है। पृथ्वी पर, इस प्रक्रिया को हाइड्रोजन आइसोटोप ड्यूटेरियम और ट्रिटियम का उपयोग करके चुंबकीय रूप से सीमित प्लाज्मा में पुनः बनाया जाता है।

प्लाज्मा रिएक्टर में, इन आइसोटोप का केवल एक अंश हीलियम में परिवर्तित होता है, इसलिए अप्रतिक्रियाशील आइसोटोप को हीलियम से कुशलतापूर्वक अलग करना और उन्हें संलयन रिएक्टर में वापस रीसायकल करना महत्वपूर्ण है।

केमिकल और बायोलॉजिकल इंजीनियरिंग के प्रोफेसर श्री कॉलिन वोल्डेन के नेतृत्व में माइंस की टीम इस उद्देश्य के लिए मिश्रित मेम्ब्रेन विकसित कर रही है। इस मेम्ब्रेन का उपयोग अक्सर ईंधन कोशिकाओं या रासायनिक प्रक्रिया उद्योग में हाइड्रोजन को शुद्ध करने के लिए किया जाता है, लेकिन विश्वविद्यालय के शोधकर्ताओं का कहना है कि वे जो बना रहे हैं वह एक संलयन विद्युत संयंत्र के वातावरण में काम करने के लिए तैयार किया गया है।

विश्वविद्यालय का कहना है कि मिश्रित मेम्ब्रेन्स वैनेडियम या लोहे जैसी कम लागत वाली धातु की पन्नी पर आधारित होती हैं, जिनकी सतहों को हाइड्रोजन के परिवहन की सुविधा के लिए संशोधित किया जाना चाहिए जो प्लाज्मा विकिरण और उच्च तापमान के पिघले हुए नमक का संपर्क झेल पाएं।

स्कूल ऑफ माइन्स के शोधकर्ता इस प्रदर्शन के लिए परिस्थितियों को संशोधित और सक्षम करने के लिए अर्धचालक उद्योग के उपकरणों, जैसे प्रतिक्रियाशील स्पटरिंग और परमाणु परत जमाव का उपयोग कर रहे हैं।

वोल्डेन ने कहा कि एक सफल मेम्ब्रेन बनाने से कम लागत वाली और अधिक सुरक्षित संलयन ऊर्जा प्रणाली सक्षम हो सकती है और संभावित रूप से संलयन विद्युत संयंत्रों को वास्तविक बनाने में सहायता मिल सकती है।

वोल्डेन ने कहा, "फ्यूजन में अनंत कार्बन-मुक्त ऊर्जा स्रोत होने की क्षमता है।" "यह दीर्घकालिक समाधान हो सकता है।"

न्यूक्लियर संलयन, वह ऊर्जा जो सूर्य और तारों को शक्ति प्रदान करती है, उस के बारे में समर्थकों की आशा है कि यह एक दिन लगभग असीमित, कार्बन-मुक्त ऊर्जा भी उत्पन्न कर सकती है, जो विश्व को जीवाश्म ईंधन से दूर करने में मदद करेगी।

वाणिज्यिक न्यूक्लियर संलयन ऊर्जा को आर्थिक रूप से व्यवहार्य बनने में दशकों लग सकते हैं।

कैलिफ़ोर्निया में लॉरेंस लिवरमोर नेशनल लेबोरेटरी (एलएलएनएल) के शोधकर्ताओं ने दिसंबर 2022 में एक सफलता हासिल की, जिससे न्यूक्लियर संलयन प्रतिक्रिया में इसे प्रज्वलित करने के लिए उपयोग की जाने वाली ऊर्जा की तुलना में अधिक ऊर्जा का उत्पादन हुआ, जो एक लंबे समय से अपेक्षित उपलब्धि है जिसे शुद्ध ऊर्जा लाभ के रूप में जाना जाता है।

5 दिसंबर, 2022 को, एक अत्यंत संक्षिप्त संलयन प्रतिक्रिया हासिल की गयी, जिसमें 192 लेज़रों का उपयोग किया गया और सूर्य के केंद्र से कई गुना अधिक गर्म तापमान मापा गया था।

स्रोत: पावर इंजीनियरिंग

Researchers Creating Hydrogen Isotopes for Fuel in Nuclear Fusion Process

A team at the Colorado School of Mines in the US is working to create hydrogen membranes for use in nuclear fusion power plants. The project, funded by the U.S. Department of Energy's Advanced Research Projects Agency-Energy (ARPA-E), could play a key part in making fusion a realistic source of clean energy in the future.

Fusion is a nuclear reaction that combines two atoms to create one or more new atoms with slightly less total mass. The difference in mass is released as energy, as described by Einstein's famous equation, $E = mc^2$, where energy equals mass times the speed of light squared. Since the speed of light is enormous, converting just a tiny amount of mass into energy – like what happens in fusion – produces a similarly enormous amount of energy.

In the sun, four hydrogen atoms are fused together to form helium, which is accompanied by a very small loss of mass that generates this energy. On Earth, this process is recreated in a magnetically confined plasma using the hydrogen isotopes deuterium and tritium.

In the plasma reactor, only a fraction of these isotopes are converted into helium, so it is critical to efficiently separate the unreacted isotopes from helium and recycle them back to the fusion reactor.

The team at Mines, led by Mr. Colin Wolden, professor of chemical and biological engineering, is developing composite membranes for this purpose. Membranes are often used to purify hydrogen for fuel cells or in the chemical process industry, but researchers at the university say the ones they are creating are tailored to operate in the environment of a fusion power plant.

The university says the composite membranes are based on low-cost metal foils, such as vanadium or iron, whose surfaces must be modified to facilitate the transport of hydrogen while withstanding exposure to plasma radiation and high-temperature molten salts.

Researchers at the School of Mines are using tools of the semiconductor industry, such as reactive sputtering and atomic layer deposition, to modify and enable the environment for this performance.

Wolden said creating a successful membrane could enable a lower cost and more secure fusion energy system and potentially aid in making fusion power plants a reality.

"Fusion has the potential to be an infinite carbon-free power source,"Wolden said. "This may be the long-term solution."

Proponents of nuclear fusion, the energy that powers the sun and stars, hope that it could one day also produce nearly limitless, carbon-free energy, helping accelerate the planet away from fossil fuels.

Commercial nuclear fusion energy is expected to take decades to become economically viable.

Researchers at the Lawrence Livermore National Laboratory (LLNL) in California hit a breakthrough in December 2022, producing more energy in a nuclear fusion reaction than was used to ignite it, a long-sought accomplishment known as net energy gain.

The extremely brief fusion reaction, which used 192 lasers and temperatures measured at multiple times hotter than the center of the sun, was achieved on December 5, 2022.

Source: Power Engineering

तियानवान 7 के लिए रिएक्टर वेसल पहुंचा

चीन के जियांग्सू प्रांत में तियानवान न्यूक्लियर विद्युत संयंत्र की यूनिट-7 के लिए रिएक्टर वेसल रूस से समुद्र के रास्ते दो महीने की यात्रा के बाद साइट पर पहुंच गया है। रिएक्टर वेसल की डिलीवरी चार स्टीम जनरेटरों की डिलीवरी के अगले दिन हुई।

अप्रैल में, रोसाटॉम ने बताया कि रिएक्टर वेसल और स्टीम जनरेटर उसी समय उत्पादन स्थल से रवाना हुए थे, जब भारत के कुडनकुलम -5 के लिए एक समान सेट भेजा गया था - जिसमें कहा गया था कि पहली बार एक ही उत्पादन स्थल से एक ही समय ऐसे उपकरणों के दो सेट भेजे गए थे। इन्हें सेंट पीटर्सबर्ग से समुद्र के रास्ते चीन और भारत तक पहुंचाने से पहले रूस के वोल्गोडोंस्क क्षेत्र में एटमैश से एक विशेष फैक्ट्री बर्थ तक सड़क मार्ग से लाया गया।

रोसाटॉम ने कहा, 334.2 टन वजनी और 12 मीटर की लंबाई के साथ, रिएक्टर वेसल का अब यह सुनिश्चित करने के लिए निरीक्षण किया जाएगा कि यह तियानवान 7 में स्थापित होने से पहले नियामक आवश्यकताओं को पूरा करता है, जहां रिएक्टर बिल्डिंग गुंबद की स्थापना वर्तमान में हो रही है।

जून 2018 में, रूस और चीन ने चार समझौतों पर हस्ताक्षर किए, जिसमें तियानवान संयंत्र की इकाइयों 7 और 8 के रूप में दो वीवीईआर-1200 रिएक्टरों का निर्माण शामिल था, मई 2021 में चीनी राष्ट्रपति शी जिनपिंग और रूसी राष्ट्रपति व्लादिमीर पुतिन द्वारा वीडियो-लिंक के माध्यम से आयोजित एक समारोह में इन इकाइयों का काम शुरू किया गया था।। तियानवान 7 और 8 को 2026-27 में चालू किया जाना निर्धारित है।

स्रोत: वर्ल्ड न्यूक्लियर न्यूज़

दक्षिण अफ्रीका के एनईसीएसए और रूस के टीवीईएल ने न्यूक्लियर ईंधन समझौता ज्ञापन पर हस्ताक्षर किए

दक्षिण अफ्रीकी नाभिकीय ऊर्जा निगम (एनईसीएसए) और रूस के टीवीईएल ने न्यूक्लियर ईंधन और उसके घटकों के निर्माण में सहयोग के लिए एक समझौता ज्ञापन (एमओयू) पर हस्ताक्षर किए हैं।

टीवीईएल ने एमओयू की घोषणा करते हुए कहा, "दोनों कंपनियों का लक्ष्य इस क्षेत्र में मौजूदा दक्षताओं को संयोजित करना और प्रासंगिक क्षमताओं को विकसित करने के लिए आगे बातचीत करना है।"

एनईसीएसए के महानिदेशक श्री लोयिसो तैयबाशे ने कहा कि एमओयू का उद्देश्य एनईसीएसए और टीवीईएल – जो रोसाटॉम की एक ईंधन कंपनी है – के द्विपक्षीय सहयोग को मजबूत करना है: "यह दक्षिण अफ्रीका के लिए विशेष रूप से महत्वपूर्ण है, क्योंकि यह निर्माण के लिए उत्पादन क्षमता को फिर से बनाने और न्यूक्लियर ईंधन की आपूर्ति की संभावना को उजागर करता है।। मुझे विश्वास है कि यह सहयोग दोनों पक्षों की तकनीकी क्षमताओं का विस्तार करेगा और न्यूक्लियर प्रौद्योगिकी के क्षेत्र में दीर्घकालिक पारस्परिक रूप से लाभप्रद साझेदारी को मजबूत करेगा।"

टीवीईएल के वाणिज्य और अंतर्राष्ट्रीय व्यापार के वरिष्ठ उपाध्यक्ष, श्री ओलेग ग्रिगोरिएव ने कहा: "एनईसीएसए व्यापक दक्षताओं के साथ वैश्विक न्यूक्लियर उद्योग में सबसे अनुभवी कंपनियों में से एक है। हमें विश्वास है कि ऐसे सम्मानित भागीदार के साथ वैश्विक न्यूक्लियर उत्पादन की स्थिरता बढ़ाने में हमारा सहयोग महत्वपूर्ण योगदान देगा।"

दक्षिण अफ्रीका द्वारा ब्रिक्स शिखर सम्मेलन की मेजबानी करने से पहले इस समझौते पर हस्ताक्षर किए गए। ब्रिक्स को "पांच प्रमुख उभरते बाजारों और विकासशील देशों – ब्राजील, रूस, भारत, चीन और दक्षिण अफ्रीका – की साझेदारी" के रूप में

Reactor Vessel Arrives for Tianwan 7

The reactor vessel for Unit-7 of Tianwan Nuclear Power Plant in Jiangsu province, China, has arrived at the site after a two-month journey by sea from Russia. The reactor vessel's delivery came the day after four steam generators were delivered.

In April, Rosatom reported that the reactor vessel and steam generators had set off from the production site at the same time as a similar set for India's Kudankulam-5 – which it said was the first time two sets of such equipment had been shipped at the same time from one production site. The delivery route was by road from Atommash, in the Volgodonsk area of Russia, to a specialised factory berth before being moved by barge to St Petersburg before travelling by sea to China and to India.

Weighing 334.2 tonnes and with a length of 12 metres, the reactor vessel will now be inspected to ensure it meets regulatory requirements before it is installed in Tianwan 7, where the installation of the reactor building dome is currently taking place, Rosatom said.

In June 2018, Russia and China signed four agreements, including for the construction of two VVER-1200 reactors as units 7 and 8 of the Tianwan plant, with work launched in May 2021 at a ceremony attended via video-link by Chinese President Xi Jinping and Russian President Vladimir Putin. Tianwan 7 and 8 are scheduled to be commissioned in 2026-27.

Source: World Nuclear News

South Africa's NECSA and Russia's TVEL Sign Nuclear Fuel MoU

The South African Nuclear Energy Corporation (NECSA) and Russia's TVEL have signed a memorandum of understanding (MoU) to cooperate in the manufacture of nuclear fuel and its components.

TVEL, announcing the MoU, said, "both companies aim to combine existing competencies in this area and further interaction to develop relevant capabilities."

NECSA Director General Mr. Loyiso Tyabashe said the MoU aims to see NECSA and TVEL – which is Rosatom's fuel company – strengthening bilateral cooperation: "This is especially important for South Africa, as it opens up the possibility of recreating the production capacity for the manufacture and supply of nuclear fuel. I am confident that this cooperation will expand the technological capabilities of both parties and strengthen the long-term mutually beneficial partnership in the field of nuclear technology."

TVEL's Senior Vice President for commerce and international business, Mr. Oleg Grigoriev, said: "NECSA is one of the most experienced companies in the global nuclear industry with a wide range of competencies. We are convinced that our cooperation with such a respected partner will make a significant contribution to increasing the sustainability of global nuclear generation."

The agreement was signed ahead of South Africa

वर्णित किया गया है। रॉयटर्स ने हाल ही में बताया कि 40 से अधिक अन्य देशों ने ब्रिक्स में शामिल होने में रुचि व्यक्त की है। और टीवीईएल के अनुसार, "ज्ञापन पर हस्ताक्षर ब्रिक्स देशों में न्यूक्लियर विद्युत उत्पादन की स्थिरता को बढ़ाने की दिशा में एक अहम कदम है।"

टीवीईएल रुसी-डिज़ाइन किए गए वीवीईआर रिएक्टरों के लिए न्यूक्लियर विद्युत ईंधन का एक दीर्घकालिक निर्माता है और इसने पश्चिमी-डिज़ाइन किए गए दबावयुक्त जल रिएक्टरों के लिए भी ईंधन विकसित किया है। एनईसीएसए को "एक राज्य के स्वामित्व वाली कंपनी के रूप में वर्णित किया गया है जो यूरेनियम संवर्धन, साथ ही न्यूक्लियर विद्युत और रेडियोलॉजी के क्षेत्र में अनुसंधान सहित विकिरण स्रोतों के प्रबंधन के लिए जिम्मेदार है। दक्षिण अफ्रीका के सामाजिक और आर्थिक विकास को बढ़ावा देने के लिए न्यूक्लियर विद्युत और संबंधित मुद्दों पर अन्य संगठनों के साथ स्थानीय और अंतरराष्ट्रीय स्तर पर सहयोग करती है।

दक्षिण अफ्रीका में 1984 से कोएबर्ग नाम का एक न्यूक्लियर विद्युत संयंत्र चल रहा है, जिसमें दो रिएक्टर 5% बिजली पैदा करते हैं और देश की योजना 2030 तक 1 गीगावॉट नई न्यूक्लियर विद्युत क्षमता निर्माण करने की है, साथ ही मौजूदा संयंत्र के परिचालन जीवनकाल को 20 वर्षों तक बढ़ाने की भी है।

वर्ल्ड न्यूक्लियर एसोसिएशन के अनुसार, कोएबर्ग का ऑपरेटर एस्कॉम विश्व बाजारों में रूपांतरण, संवर्धन और ईंधन निर्माण सेवाएं प्राप्त करता है, जिसका लगभग आधा संवर्धन रुस में टेनेक्स से होता है: "हालांकि, ऐतिहासिक रूप से दक्षिण अफ्रीका ने अपने ईंधन चक्र में आत्मनिर्भरता की मांग की है ... न्यूक्लियर ईंधन चक्र कार्यक्रमों की पुन: स्थापना पर प्रारंभिक व्यवहार्यता अध्ययन 2011 में पूरा किया गया ... एनईसीएसए ने 'दक्षिण अफ्रीका के लिए ईंधन आपूर्ति की अंतिम सुरक्षा सुनिश्चित करने के लिए' पीडब्ल्यूआर के लिए ईंधन निर्माण क्षमता स्थापित करने का प्रस्ताव रखा।"

स्रोत: वर्ल्ड न्यूक्लियर न्यूज़

> **न्यूक्लियर विद्युत** एकमात्र ऊर्जा स्रोत है जो ग्रीनहाउस गैसों का उत्सर्जन किए बिना बढ़ती वैश्विक आबादी की ऊर्जा मांगों को पूरा कर सकती है।
>
> **-डॉ. जेम्स हेन्सन**
> जलवायु वैज्ञानिक और नासा गोडार्ड इंस्टीट्यूट फॉर स्पेस स्टडीज के पूर्व निदेशक

hosting the BRICS summit later this month. BRICS is described as a "partnership of five leading emerging markets and developing countries" – Brazil, Russia, India, China and South Africa. Reuters reported recently that more than 40 other countries had expressed an interest in joining BRICS. And according to TVEL, "The signing of the memorandum is a step towards increasing the sustainability of nuclear generation in the BRICS countries."

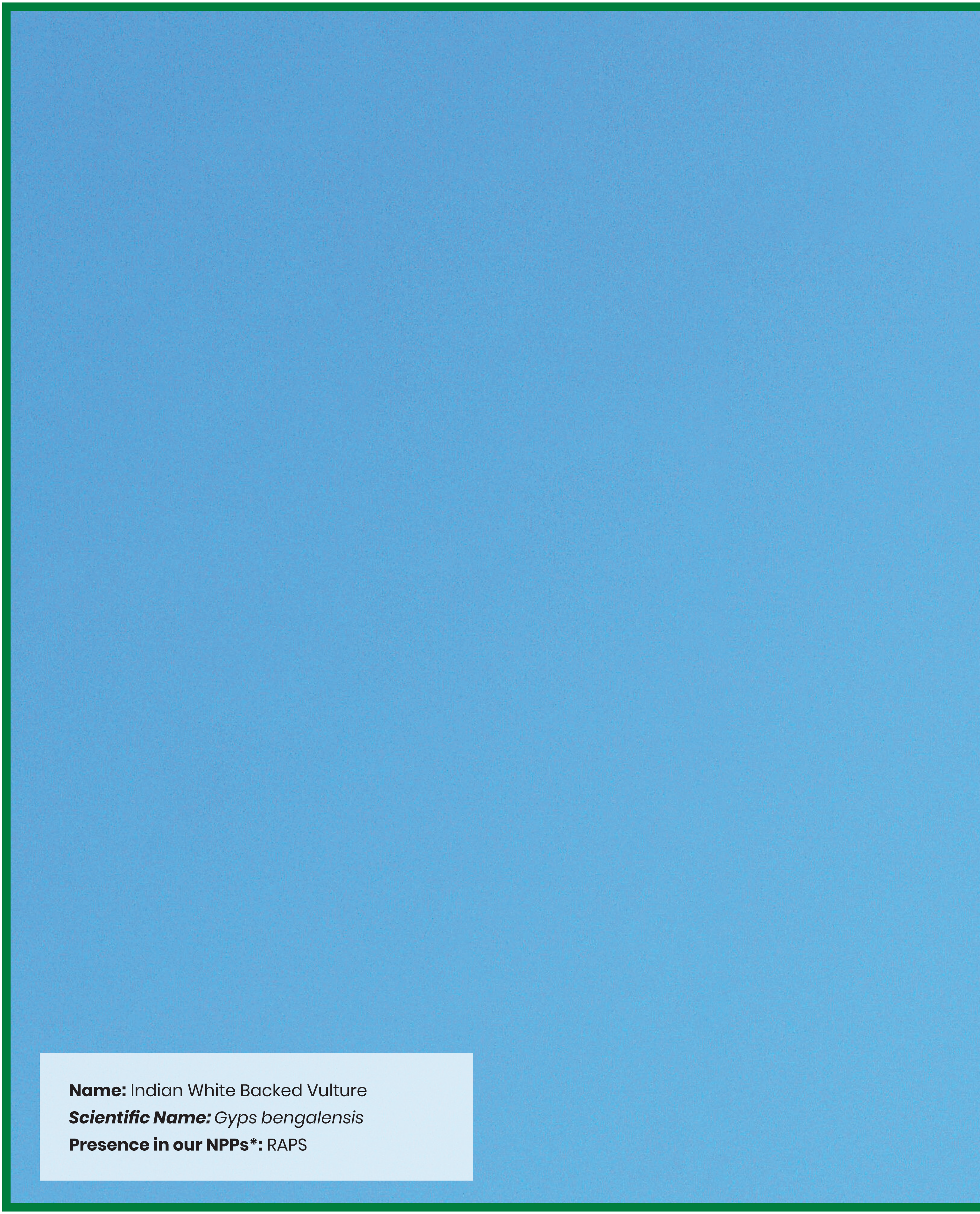
TVEL is a long-standing manufacturer of nuclear fuel for Russian-designed VVER reactors and has also developed fuel for Western-designed Pressurised Water Reactors. NECSA is described as "a state-owned company responsible for the management of radiation sources, including uranium enrichment, as well as research in the fields of nuclear power and radiology. It cooperates locally and internationally with other organisations on nuclear and related issues to promote the social and economic development of South Africa".

South Africa has had an operating nuclear power plant, Koeberg, since 1984, with two reactors generating 5% of its electricity and the country has had plans to build 1 GW of new nuclear capacity by 2030, as well as extending the operating lifetime of its existing plant by 20 years.

According to World Nuclear Association, Koeberg's operator Eskom procures conversion, enrichment and fuel fabrication services on world markets with nearly half of its enrichment from Tenex, in Russia: "However, historically South Africa has sought self-sufficiency in its fuel cycle ... initial feasibility studies on the re-establishment of nuclear fuel cycle programmes were completed in 2011. NECSA proposed to establish fuel fabrication capacity for PWRs 'to ensure eventual security of fuel supply for South Africa'."

Source: World Nuclear News

> **NUCLEAR POWER** is the only energy source that can satisfy the energy demands of a growing global population without emitting greenhouse gases.
>
> **- Dr. James Hansen**
> Climate Scientist and Former Director of the NASA Goddard Institute for Space Studies



Name: Indian White Backed Vulture
Scientific Name: *Gyps bengalensis*
Presence in our NPPs*: RAPS

**at our site located at Rawatbhata (Rajasthan)*

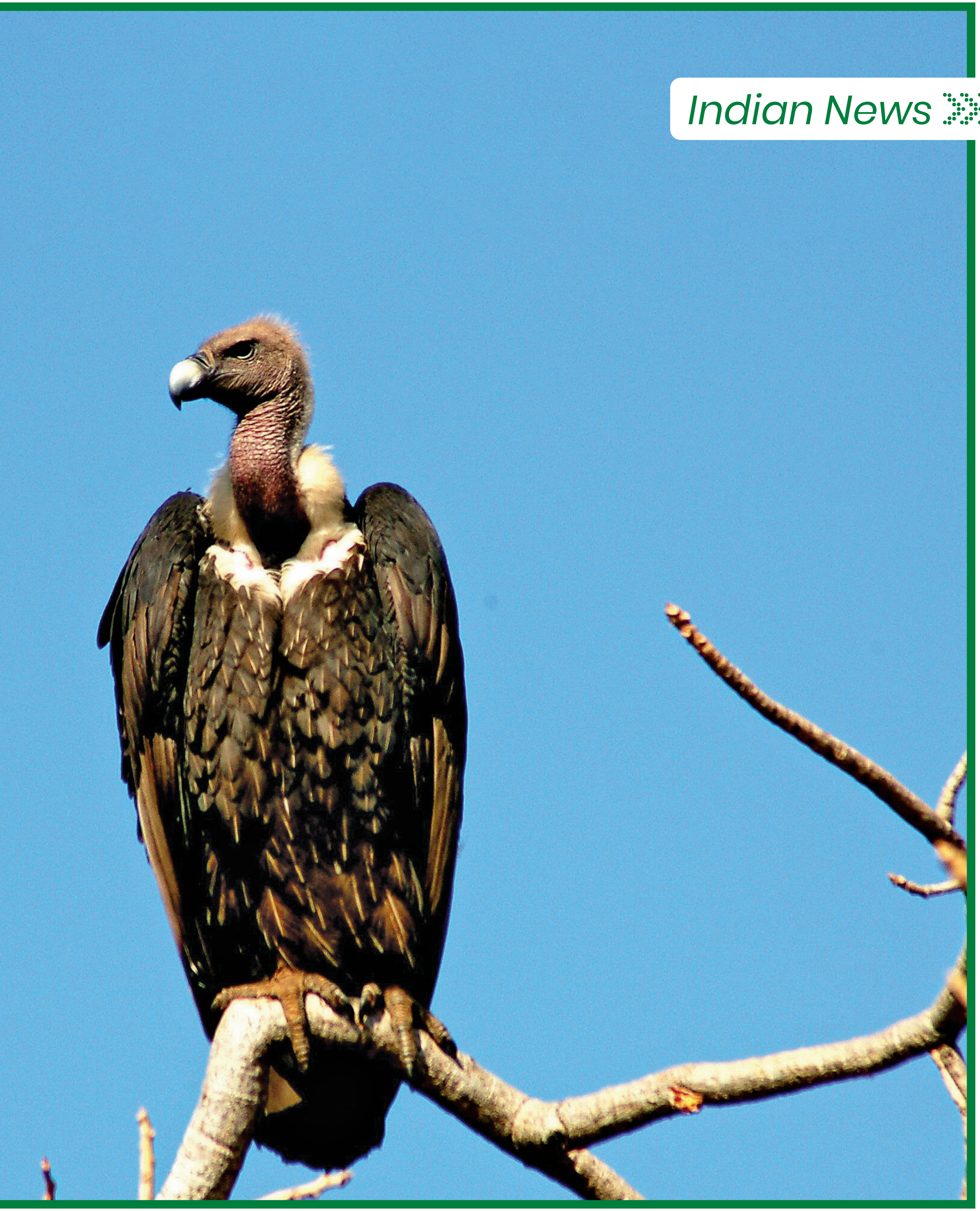


Photo Credit: R. Bayana

भारत के प्रथम स्वदेशी 700 मेगावाट न्यूक्लियर विद्युत रिएक्टर का वाणिज्यिक परिचालन आरंभ

गुजरात के काकरापार में स्थित 700 मेगावाट का स्वदेशी न्यूक्लियर पावर रिएक्टर, भारत में सबसे बड़ा दाबित भारी पानी रिएक्टर (पीएचडब्ल्यूआर) है। आत्मनिर्भरता और संधारणीयता ऊर्जा की दिशा में एक महत्वपूर्ण कदम रखते हुए, भारत ने अपने पहले स्वदेशी 700 मेगावाट न्यूक्लियर विद्युत रिएक्टर का वाणिज्यिक प्रचालन शुरू कर दिया है। यह विकास न केवल भारत के न्यूक्लियर क्षेत्र के लिए एक महत्वपूर्ण जीत है, बल्कि देश की स्वच्छ और नवीकरणीय ऊर्जा की खोज में एक उल्लेखनीय मीलस्तंभ भी है।

न्यूक्लियर विद्युत का एक नया युग

गुजरात के काकरापार में स्थित 700 मेगावाट का न्यूक्लियर विद्युत रिएक्टर, भारत का सबसे बड़ा स्वदेशी न्यूक्लियर विद्युत रिएक्टर है। यह रिएक्टर देश की न्यूक्लियर विद्युत उत्पादन क्षमता को उल्लेखनीय रूप से बढ़ाने की न्यूक्लियर पावर कॉर्पोरेशन ऑफ़ इंडिया लि. के महत्वाकांक्षी योजना का एक हिस्सा है।

इस रिएक्टर का सफल संचालन, वैश्विक बदलाव के अनुरूप, टिकाऊ और स्वच्छ ऊर्जा स्रोतों की ओर तथा हरित ऊर्जा भविष्य के प्रति भारत की प्रतिबद्धता को दर्शाता है। इसके अलावा, यह परमाणु प्रौद्योगिकी का उपयोग शांतिपूर्ण उद्देश्यों के लिए करने में भारत की क्षमता और विशेषज्ञता को भी रेखांकित करता है।

तकनीकी कौशल

काकरापार में 700 मेगावाट का रिएक्टर एक उन्नत दाबित भारी जल रिएक्टर (PHWR) है। यह तकनीक परमाणु ऊर्जा विभाग के तत्वावधान में न्यूक्लियर पावर कॉर्पोरेशन ऑफ इंडिया लिमिटेड (एनपीसीआईएल) द्वारा स्वदेशी रूप से विकसित न्यूक्लियर प्रौद्योगिकी में भारत की शक्ति का प्रमाण है।

रिएक्टर के डिज़ाइन में कई उन्नत सुरक्षा सुविधाएँ शामिल हैं, जैसे कि एक डबल रोकथाम प्रणाली, निष्क्रिय क्षय गर्मी हटाने की प्रणाली और रोकथाम स्प्रे प्रणाली, जो एक साथ मिलकर, इसकी सुरक्षा मेट्रिक्स को महत्वपूर्ण रूप से बढ़ाती हैं।

आर्थिक प्रभाव

इस रिएक्टर के परिचालन से गहरा आर्थिक प्रभाव पड़ने की उम्मीद है। यह न केवल भारत के बिजली क्षेत्र को बढ़ावा देगा बल्कि इसकी अर्थव्यवस्था में भी महत्वपूर्ण योगदान देगा। यह रोजगार के कई अवसर पैदा करेगा, स्थानीय व्यवसायों को समर्थन देगा और इस क्षेत्र में आर्थिक विकास को भी प्रोत्साहित करेगा।

इसके अलावा, यह रिएक्टर जीवाश्म ईंधन पर भारत की निर्भरता को कम करने तथा देश की ऊर्जा सुरक्षा को और मजबूत करने में भी मदद करेगा।

हरित भविष्य की ओर एक कदम

स्वदेशी 700 मेगावाट न्यूक्लियर विद्युत रिएक्टर का परिचालन कार्बन उत्सर्जन को कम करने की भारत की प्रतिबद्धता को पूरा करने की दिशा में एक महत्वपूर्ण कदम है। यह 2015 के पेरिस समझौते के तहत भारत की प्रतिबद्धताओं और 2030 तक गैर-जीवाश्म ईंधन स्रोतों से अपनी कुल विद्युत उत्पादन का 40% प्राप्त करने के राष्ट्रीय दृढ़ संकल्प के साथ पूरी तरह से मेल खाता है।

निष्कर्ष

भारत के पहले स्वदेशी 700 मेगावाट न्यूक्लियर विद्युत रिएक्टर का वाणिज्यिक संचालन शुरू होना एक बड़ी उपलब्धि है। यह भारत की बढ़ती तकनीकी शक्ति और टिकाऊ ऊर्जा के प्रति प्रतिबद्धता का प्रमाण है। इस रिएक्टर के सफल संचालन से भारत में न्यूक्लियर विद्युत के एक नए युग की शुरुआत होने की उम्मीद है, जिससे देश की ऊर्जा सुरक्षा मजबूत होगी और जलवायु परिवर्तन के खिलाफ लड़ाई में भी योगदान होगा।

स्रोत: एनपीसीआईएल

India's First Indigenous 700 MWe Nuclear Power Reactor Begins Commercial Operations

The 700 MWe indigenous nuclear power reactor, based at Kakrapar in Gujarat, is the largest Pressurised Heavy Water Reactor in India.

In an impressive stride towards self-reliance and sustainable energy, India has commenced commercial operations of its first indigenous 700MWe nuclear power reactor. This development is not only a significant triumph for India's nuclear sector, but also a remarkable milestone in the country's pursuit of clean and renewable energy.

A New Era of Nuclear Energy

The 700 MWe nuclear power reactor, based at Kakrapar in Gujarat, is the largest indigenous nuclear power reactor in India. This reactor is a part of the Indian nuclear power corporation's ambitious plan to significantly enhance the country's nuclear power generation capacity.

The successful operation of this reactor demonstrates India's commitment to a green energy future, aligning with the global shift towards sustainable and cleaner energy sources. Moreover, it also underlines India's capability and expertise in harnessing nuclear technology for peaceful purposes.

Technological Prowess

The 700 MWe reactor at Kakrapar is an advanced pressurized heavy water reactor (PHWR). This technology is a testament to India's prowess in nuclear technology, developed indigenously by the Nuclear Power Corporation of India Limited (NPCIL) under the aegis of the Department of Atomic Energy.

The reactor's design incorporates advanced safety features, including a double containment system, passive decay heat removal system, and containment spray system, which, together, significantly enhance its safety metrics.

Economic Impact

The operationalization of this reactor is expected to have a profound economic impact. It will not only provide a boost to India's power sector but will also contribute significantly to the economy. It will generate numerous job opportunities, support local businesses, and stimulate economic growth in the region.

Moreover, the reactor will also help in reducing India's dependence on fossil fuels, further strengthening the country's energy security.

A Step towards a Green Future

The operationalisation of the indigenous 700 MWe nuclear power reactor is a significant step towards meeting India's commitment to reducing carbon emissions. It aligns perfectly with India's commitments under the 2015 Paris Agreement and its national determination to achieve 40% of its total electricity generation from non-fossil fuel sources by 2030.

Conclusion

In conclusion, the commencement of commercial operations of India's first indigenous 700 MWe nuclear power reactor is a monumental achievement. It stands as a testament to India's growing technological prowess and commitment to sustainable energy. The successful operationalisation of-this reactor is expected to usher in a new era of nuclear power in India, strengthening the country's energy security, while also contributing to the fight against climate change.

Source: NPCIL

कुडनकुलम के तीसरी न्यूक्लियर विद्युत संयंत्र में मुख्य शीतलक पाइपलाइन का काम पूरा

रूस की न्यूक्लियर पावर की मुख्य कंपनी रोसाटॉम ने कहा कि तमिलनाडु के कुडनकुलम में आगामी 1000 मेगावाट के तीसरी न्यूक्लियर विद्युत परियोजना में मुख्य शीतलक पाइपलाइन की वेल्डिंग पूरी हो गई है। रोसाटॉम के अनुसार, मुख्य शीतलक पाइपलाइन की वेल्डिंग, जो दिसंबर 2022 में शुरू हो गयी थी, वह अब 5 अगस्त 2023, को पूरी हो गई है।

मुख्य शीतलक पाइपलाइन प्राथमिक सर्किट के मुख्य उपकरण को जोड़ती है, जिसमें रिएक्टर, भाप जनरेटर और रिएक्टर शीतलक पंप शामिल हैं। उच्च गुणवत्ता और परिचालन स्थितियों की आवश्यकताओं को ध्यान में रखते हुए, मुख्य शीतलक पाइपलाइन वेल्डिंग इकाई में सिविल और निर्माण कार्यों के सबसे जटिल और महत्वपूर्ण चरणों में से एक है।

रोसाटॉम ने कहा, "यह रिएक्टर शीतलक पाइपलाइन रिएक्टर में गर्म किए गए पानी को भाप जनरेटर में ले जाती है, जहां से उत्पन्न भाप टरबाइन भाप पथ में जाती है, और टरबाइन जनरेटर बिजली उत्पन्न करता है।"

रूसी कंपनी ने कहा कि मुख्य शीतलक पाइपलाइन की कुल लंबाई लगभग 140 मीटर है, पाइप की दीवारों की मोटाई 70 मिमी है, और 28 वेल्डेड जोड़ों की कुल लंबाई 87 मीटर से अधिक है। कठिन परिस्थिति में इसकी डिज़ाइन सेवा की आयु 60 साल की है।

दिसंबर 2022 में शुरू हुई मुख्य शीतलक पाइपलाइन की वेल्डिंग के दौरान रूसी कंपनी द्वारा प्रस्तावित एक तकनीक के उपयोग से न्यूक्लियर पावर कॉर्पोरेशन ऑफ इंडिया लिमिटेड (एनपीसीआईएल) के लिए ऑपरेशन समय को 270 से घटाकर 219 दिन करना संभव हुआ।

रोसाटॉम ने कहा की मुख्य शीतलक पाइपलाइन वेल्डिंग के पूरा होने पर, "खुले रिएक्टर के साथ फ्लशिंग" संचालन और "प्राथमिक सर्किट के हाइड्रोलिक परीक्षण और परिसंचरण फ्लशिंग" चरण भी शुरू हो जाएंगे।

भारत के परमाणु विद्युत केंद्र संचालक एनपीसीआईएल के पास कुडनकुलम में 1,000 मेगावाट के दो कार्यात्मक संयंत्र (इकाइयां-1 व 2) हैं, जबकि चार और (इकाइयां3, 4, 5 व 6) निर्माणाधीन हैं। सभी छह इकाइयाँ रूसी तकनीक और रोसाटॉम द्वारा आपूर्ति किए गए उपकरणों से निर्मित हैं।

तीसरी और चौथी इकाइयों के निर्माण के लिए प्रमुख उपकरण रूस से कुडनकुलम पहुंच गए हैं, जबकि पांचवीं और छठी इकाइयों के लिए बड़ी संख्या में उपकरण आने वाले हैं।

स्रोत: त्रिपुरा इंडिया

भारत के तीसरी 700 मेगावाट न्यूक्लियर विद्युत संयत्र आरएपीपी-7 की हॉट कंडीशनिंग पूर्ण

स्वदेशी 700 मेगावाट श्रृंखला की राजस्थान परमाणु विद्युत परियोजना 7व8 (आरएपीएस-7व8) की इकाई-7 ने 30 नवंबर, 2023 को प्राथमिक उष्मा परिवहन (पीएचटी) प्रणाली की हॉट कंडीशनिंग का एक महत्वपूर्ण मीलस्तंभ सफलतापूर्वक हासिल किया। हॉट कंडीशनिंग एक कमीशनिंग प्रक्रिया होती है जिसके माध्यम से पीएचटी प्रणाली की कार्बन स्टील पाइपिंग की भीतरी सतहों में मैग्नेटाइट की, चिपकने वाली बचाव परत विकसित की जाती है। लगभग 256 डिग्री सेल्सियस का तापमान व लगभग 100 किलोग्राम/ वर्ग सेमी का दबाव बनाए रखते हुए पीएचटी प्रणाली में नियंत्रित केमिस्ट्री के साधारण जल का परिचालन करते हुए हॉट कंडीशनिंग हासिल की गई।

आगे के कमीशनिंग कार्यकलापों जैसे प्रारंभिक ईंधन भरण (आईएफएल), क्रांतिकता का पहला कदम (एफएसी) व अततः विद्युत उत्पादन प्रारंभ करने के लिए यह प्राथमिक चरण है।

Main Coolant Pipeline for Third Atomic Power Plant at Kudankulam Completed

The welding of the main coolant pipeline at the upcoming third 1,000-MWe nuclear power plant at Kudankulam in Tamil Nadu was completed early this month, Russia's integrated nuclear power major Rosatom said on Friday. According to Rosatom, the welding of the main coolant pipeline, which began in December 2022, was completed on August 5.

The main coolant pipeline combines the main equipment of the primary circuit, including the reactor, the steam generators, and the reactor coolant pumps. Considering high requirements for quality and operational conditions, the main coolant pipeline welding is one of the most complicated and important stages of civil and erection works at the power unit.

"It is the reactor coolant pipeline that carries the water heated in the reactor into the steam generators from which the generated steam goes into the turbine steam path, and the turbine generator generates electricity," Rosatom said.

The Russian company said the main coolant pipeline has a total length of about 140 m, the thickness of the pipe walls is 70 mm, and the total length of 28 welded joints is more than 87 m. Its design service life is 60 years in a tough environment.

During the welding of the main coolant pipeline, which began in December 2022, a technology proposed by the Russian party was used, which made it possible for the Nuclear Power Corporation of India Limited (NPCIL) to reduce the operation time from 270 to 219 days.

Upon completion of the main coolant pipeline welding, "flushing with the open reactor" operations and the "hydraulic tests and circulation flushing of the primary circuit" stage will start, Rosatom added.

India's atomic power plant operator NPCIL has two functional 1,000 MW plants (Units - 1 and 2) at Kudankulam, while four more (Units - 3, 4, 5 and 6) are under construction. All the six units are built with Russian technology and equipment supplied by Rosatom.

Major equipment for building the third and fourth units have reached Kudankulam from Russia, while a sizable number of components for the fifth and sixth units are to arrive.

Source: Tripuraindia

India's Third 700 MWe Nuclear Power Reactor Completes Hot Conditioning of RAPP-7

The Unit-7 of Rajasthan Atomic Power Project 7&8 (RAPP - 7&8), the 3rd reactor in the indigenous 700 MWe series, achieved a major milestone of successful completion of Hot Conditioning of the Primary Heat Transport (PHT) system on November 30, 2023. Hot conditioning is a commissioning process to develop an adherent protective layer of magnetite in inner surfaces of carbon steel piping of the PHT system. Hot conditioning was achieved by circulating light water of controlled chemistry through the PHT system, maintaining a temperature around

आरएपीपी-7, रावतभाटा, राजस्थान में निर्माणाधीन परियोजना आरएपीपी-7व8 (2X700 मेगावाट) की पहली इकाई है। इसकी युग्म इकाई, आरएपीपी-8 निर्माण के अग्रिम चरण में है। वर्तमान में, रावतभाटा स्थल पर कुल 1,180 मेगावाट क्षमता वाली छह इकाइयाँ प्रचालनरत हैं । आरएपीपी-7व8 इकाइयों के क्रमशः पूर्ण हो जाने पर इस स्थल की संस्थापित विद्युत क्षमता बढ़कर 2,580 मेगावाट हो जाएगी ।

आरएपीपी-7व8, न्यूक्लियर विद्युत उत्पादन की वर्तमान 8,180 मेगावाट क्षमता को वर्ष 2031-32 तक बढ़ाकर 22,480 मेगावाट करने के लिए क्रियान्वित किए जा रहे व्यापक न्यूक्लियर विद्युत उत्पादन क्षमता संवर्धन कार्यक्रम का एक भाग हैं ।

स्रोत: एनपीसीआईएल

पावर पैनल ने पीएसपीसीएल को न्यूक्लियर विद्युत खरीदने की अनुमति दी

न्यूक्लियर पावर कॉरपोरेशन ऑफ इंडिया लिमिटेड (एनपीसीआईएल) के राजस्थान परमाणु विद्युत संयंत्र परियोजना (आरएपीपी) ने परमाणु ऊर्जा विभाग द्वारा निर्धारित दर पर ड्राफ्ट पीपीए में ट्रांसमिशन शुल्क और हानियों को छोड़कर शामिल नियमों और शर्तों पर 15 वर्षों की अवधि के लिए पीएसपीसीएल के साथ पीपीए पर हस्ताक्षर किए थे। एनपीसीआईएल ने पीएसपीसीएल से नए पीपीए पर जल्द ही हस्ताक्षर करने का भी अनुरोध किया है।

2005 में हस्ताक्षरित पावर खरीद करार (पीपीए) 15 साल की अवधि के बाद समाप्त हो गया था, और पंजाब राज्य पावर कॉर्पोरेशन लिमिटेड (पीएसपीसीएल) ने पीपीए के नवीनीकरण के लिए पंजाब राज्य विद्युत नियामक आयोग से संपर्क किया था।

पीएसपीसीएल ने न्यूक्लियर पावर को स्वच्छ और कार्बन मुक्त स्रोत करार देते हुए पीएसपीसीएल को राजस्थान परमाणु विद्युत घर से 197 मेगावाट विद्युत खरीदना जारी रखने की अनुमति दे दी।

पीएसपीसीएल, नरौरा परमाणु विद्युत केंद्र (एनएपीएस) तथा राजस्थान परमाणु विद्युत केंद्र (आरएपीएस) से 197 मेगावाट न्यूक्लियर पावर खरीदता है।

स्रोत: हिंदुस्तान टाइम्स

संधारणीयता हेतु के लिए एलएंडटी का $4 बिलियन का ग्रीन हाइड्रोजन प्रयास

लार्सन एंड टुब्रो (एलएंडटी), इंडियन ऑयल कॉर्पोरेशन और रिन्यु के साथ साझेदारी में, तीन-पांच वर्षों में हरित हाइड्रोजन उद्यमों में $4 बिलियन तक का निवेश करेगा, जो इलेक्ट्रोलाइज़र, हरित हाइड्रोजन संयंत्रों और फ्लोटिंग ग्रीन अमोनिया परियोजनाओं पर ध्यान केंद्रित करेंगे। मैकफाई तकनीक पर आधारित एक गीगावाट-स्केल विनिर्माण सुविधा पर काम चल रहा है।

कार्बन तटस्थता के प्रति एलएंडटी की प्रतिबद्धता "एल एंड टी ग्रीन एनर्जी काउंसिल" और एच2 कैरियर और मैकफी एनर्जी के साथ समझौतों के माध्यम से स्पष्ट होती है। निवर्तमान अध्यक्ष श्री ए. एम. नाइक ने एलएंडटी के उल्लेखनीय विकास पर प्रकाश डाला, जबकि श्री एस. एन. सुब्रमण्यन अध्यक्ष और प्रबंध निदेशक का पद संभालेंगे। इसके अतिरिक्त, एलएंडटी ने एलएंडटी स्पेशल स्टील्स और हेवी फोर्जिंग्स में अपने संयुक्त उद्यम भागीदार, न्यूक्लियर पावर कॉरपोरेशन ऑफ इंडिया (एनपीसीआईएल) की 26 प्रतिशत हिस्सेदारी खरीदने का प्रस्ताव रखा है, जो एलएंडटी और एनपीसीआईएल के बीच एक संयुक्त उद्यम है।

स्रोत: मैन्युफैक्चरिंग टुडे

256°C and pressure of about 100 kg/cm². It is a prelude to further commissioning activities like Initial Fuel Loading (IFL), First Approach to Criticality (FAC) and eventual start of electricity generation.

RAPP-7 is the first unit of the RAPP -7&8 (2X700 MWe) project under construction at Rawatbhata, Rajasthan. Its twin unit, RAPP-8 is at an advanced stage of construction. Presently, six units with a total capacity of 1180 MWe are in operation at Rawatbhata site. On progressive completion of these units, the installed capacity of the site will increase to 2,580 MWe.

RAPP-7&8 is a part of the large nuclear power generation capacity expansion programme being implemented to enhance the nuclear power generation capacity to 22,480 MWe by 2031-32 from 8,180 MWe at present.

Source: NPCIL

Power Panel Allows PSPCL to Purchase Nuclear Power

Rajasthan Atomic Power Station (RAPS) of Nuclear Power Corporation of India Limited (NPCIL) had signed PPA with PSPCL for a period of 15 years on the terms and conditions contained in the draft PPAs at the tariff determined by the Department of Atomic Energy, excluding transmission charges and losses for a period of 15 years.

The power purchase agreement (PPA) signed in 2005 had expired after a span of 15 years, and Punjab State Power Corporation Limited (PSPCL) had approached the Punjab State Electricity Regulator Commission for renewal of the PPA.

Terming nuclear power as clean and carbon-free source, the Punjab State Electricity Regulator Commission has allowed PSPCL to continue to purchase 197 MWe power from Rajasthan Nuclear Power Station.

PSPCL procures 197 MWe of nuclear power from Narora Atomic Power Station (NAPS) as well as from Rajasthan Atomic Power Station (RAPS).

Source: Hindustan Times

L&T's $4 Billion Green Hydrogen Push for Sustainability

L&T, in partnership with Indian Oil Corporation (IOCL) and ReNew, is investing up to $4 billion in green hydrogen ventures over 3-5 years, focusing on electrolysers, green hydrogen plants, and floating green ammonia projects. A gigawatt-scale manufacturing facility based on McPhy technology is in the works.

L&T"s commitment to carbon neutrality is evident through the "L&T Green Energy Council" and agreements with H2 Carrier and McPhy Energy. The outgoing Chairman, Mr. A.M. Naik, highlighted L&T's remarkable growth, while Mr. S. N. Subrahmanyan is poised to take over as Chairman and Managing Director. Additionally, L&T has proposed to buy a 26 per cent stake held by its joint venture partner, the Nuclear Power Corporation of India (NPCIL), in L&T Special Steels and Heavy Forgings, a joint venture between L&T and NPCIL.

Source: Manufacturing Today

ट्रॉम्बे में भारत के सबसे पुराने न्यूक्लियर रिएक्टर को संग्रहालय में बदलने की योजना

विश्व स्तर पर, यह अपनी तरह का पहला उदाहरण हो सकता है – किसी न्यूक्लियर रिएक्टर को जनता के लिए संग्रहालय में परिवर्तित किया जा रहा है।

ट्रॉम्बे में भाभा परमाणु अनुसंधान केंद्र (बीएआरसी) में अप्सरा रिएक्टर है, जिसने 67 साल पहले 4 अगस्त, 1956 को दोपहर 3.45 बजे क्रिटिकेलिटी हासिल की थी, जिससे न केवल भारत, बल्कि एशिया के लिए भी न्यूक्लियर युग की शुरुआत हुई थी। इसे 20 जनवरी, 1957 को जवाहरलाल नेहरू द्वारा राष्ट्र को समर्पित किया गया था। इस एक मेगावाट के रिएक्टर को 2009 में नवीनीकरण के लिए बंद कर दिया गया था और 10 सितंबर, 2018 को अप्सरा यू के रूप में फिर से शुरू किया गया था। वैज्ञानिकों ने इसका उपयोग न्यूक्लियर भौतिकी के क्षेत्र में बुनियादी अनुसंधान, चिकित्सा अनुप्रयोग, सामग्री विज्ञान और विकिरण परिरक्षण के लिए किया था।

कुछ साल बाद अप्सरा यू को सेवामुक्त कर दिया गया। संग्रहालय बनाने की परियोजना काफी समय से विचाराधीन है।

श्री सुरेश गंगोत्रा द्वारा सह-लिखित, पूर्व भारतीय न्यूक्लियर प्रमुख आर.चिदंबरम के संस्मरणों 'इंडिया राइजिंग: मेमोयर्स ऑफ ए साइंटिस्ट' के अनावरण से पहले, बीएआरसी के निदेशक और परमाणु ऊर्जा आयोग के अध्यक्ष श्री ए. के. मोहंती ने पुष्टि की: "हम अप्सरा को एक संग्रहालय में परिवर्तित करने पर काम कर रहे हैं, जो जनता को भारत के न्यूक्लियर कार्यक्रम के इतिहास की एक झलक दिखाएगा।"

यह कहते हुए कि यह दुनिया में अपनी तरह की पहली परियोजना हो सकती है, उन्होंने कहा: "मौजूदा योजना में अन्य चीजों के अलावा उस स्थान को भी दिखाया गया है जहां होमी भाभा रिएक्टर में बैठते थे और पुराने बीएआरसी प्रशिक्षण स्कूल को भी दिखाया गया है। हम इस परियोजना के संबंध में नेहरू विज्ञान केंद्र के अधिकारियों से परामर्श करने की योजना बना रहे हैं।"

यह ध्यान में रखते हुए कि बीएआरसी एक उच्च सुरक्षा क्षेत्र है, योजनाकारों के सामने चुनौती यह है कि सुरक्षा से समझौता किए बिना प्रस्तावित संग्रहालय तक जनता को प्रवेश कैसे दिया जाए। एक अनंतिम योजना के अनुसार, रिफाइनरियों के पास बीएआरसी के दक्षिणी द्वार से आगंतुक संग्रहालय में प्रवेश करेंगे।

परियोजना की समय-सीमा के बारे में पूछे जाने पर, श्री मोहंती ने कहा कि इसे एक वर्ष या उससे थोड़ा अधिक समय लग सकता है। उन्होंने कहा, "हम अभी भी इस पर काम कर रहे हैं।"

टाइम्स ऑफ इंडिया से बात करते हुए परमाणु ऊर्जा विभाग के अन्य अधिकारियों ने कहा कि एक बार जब अप्सरा संग्रहालय क्रिटिकेलिटी हॉसिल कर लेगा तो स्कूल के बच्चों को बैचों में लाया जाएगा।

अप्सरा रिएक्टर टीवी धारावाहिक 'रॉकेट बॉयज़' में दिखाया गया है, जिसमें डॉ. भाभा का किरदार निभाने वाले जिम सर्भ शैंपेन पीते हैं और रिएक्टर के चालू होते ही उसमें कूद जाते हैं। यह सिनेमाई स्वतंत्रता का एक उदाहरण था।

पूर्व भारतीय न्यूक्लियर प्रमुख श्री एम.आर. श्रीनिवासन ने अपनी आत्मकथा 'फ्रॉम फिशन टू फ्यूजन' में याद दिलाया है कि अप्सरा की शुरुआत एक चुनौती के साथ हुई थी। होमी भाभा और यूनाइटेड किंगडम परमाणु ऊर्जा प्रतिष्ठान के निदेशक जॉन कॉकक्रॉफ्ट ने शर्त लगाई थी कि क्या भाभा यूके के फैब्रिकेटेड ईंधन को देने के समझौते के 12 महीने के भीतर पहली भारतीय अनुसंधान रिएक्टर कमीशन कर सकते हैं।"

परमाणु ऊर्जा विभाग ने 15 मार्च, 1955 को 'स्विमिंग पूल-प्रकार के अनुसंधान रिएक्टर' का निर्माण करने का निर्णय लिया और जुलाई 1955 तक डिजाइन को अंतिम रूप दे दिया गया। श्री श्रीनिवासन ने कहा कि भाभा चाहते थे कि रिएक्टर पूरी तरह से भारत में बनाया जाए, सिवाय इसके कि ईंधन तत्वों के, जिन्हें आयात करना पड़ता था। उन्होंने कहा कि जिस स्थान पर अप्सरा का निर्माण किया गया था, उस स्थान पर एक समय सैंडो कैसल, एक पारसी परिवार की संपत्ति और एक मुस्लिम संत की दरगाह थी। शहर की विभिन्न इकाइयों जैसे टीआईएफआर, चिंचपोकली में न्यू स्टैंडर्ड इंजीनियरिंग कंपनी, और मझगांव डॉक्स ने रिएक्टर के लिए घटकों का निर्माण किया।

श्री श्रीनिवासन ने याद किया, "रिएक्टर बनाने का पहला प्रयास 31 जुलाई, 1956 को निर्धारित किया गया था। "यह मूसलाधार बारिश और तेज़ हवाओं के साथ एक सामान्य मानसून था। देर शाम, पिकनिक डिनर के बाद, स्टार्टअप का प्रयास किया गया था।" लेकिन इसमें तकनीकी समस्या आ गई. 4 अगस्त, 1956 को दूसरे प्रयास में भाभा ने कहा कि नियंत्रण कक्ष में केवल मुख्य कर्मचारीगण ही मौजूद रहने चाहिए।"

अप्सरा के आगंतुकों में पूर्व चीनी प्रधान मंत्री श्री चाउ एन लाई, तिब्बत के दलाई लामा और पंचेन लामा और इथियोपिया के सम्राट महामहिम श्री हेली सेलासी शामिल थे।

स्रोत: द टाइम्स ऑफ़ इंडिया

Plan to Turn India's Oldest Nuclear Reactor at Trombay into Museum

Globally, it could be the first of its kind - a nuclear reactor being converted into a museum for the public.

The reactor is Apsara at Bhabha Atomic Research Centre (BARC) at Trombay, which achieved criticality 67 years ago at 3.45 pm on August 4, 1956, ushering in the nuclear era for not only India, but Asia as well. It was dedicated to the nation by Jawaharlal Nehru on January 20, 1957. The one megawatt reactor was shut down in 2009 for refurbishment and restarted on September 10, 2018, as Apsara U. Scientists used it for basic research in the fields of nuclear physics, medical application, material science and radiation shielding.

Apsara U was decommissioned a few years later. The museum project has been on the cards for quite some time.

Prior to the unveiling the memoirs of former Indian nuke chief R. Chidambaram, 'India Rising: Memoirs of A Scientist', co-authored by Mr. Suresh Gangotra, BARC Director and Chairman of the Atomic Energy Commission Mr.A.K.Mohanty confirmed: "We are working on converting Apsara into a museum, which will provide a glimpse of the history of India's nuclear programme to the public."

Saying that it could be a first-of-its-kind project in the world, he added: "The current plan envisages among other things showing the place where Homi Bhabha used to sit in the reactor and also the old BARC training school. We plan to consult officials of the Nehru Science Centre regarding this project".

Considering that BARC is a high security zone, the challenge before the planners is how to give public access to the proposed museum without compromising on security. According to a provisional plan, visitors will enter the museum from the south gate of BARC near the refineries.

When asked about the project timeline, Mr. Mohanty said it could be a year or a little more. "We are still working on it,"he added.

Other officials of the Department of Atomic energy who spoke to TOI said that once the Apsara museum attains "criticality", school children will be brought in batches.

The Apsara reactor figures in the TV serial 'Rocket Boys', in which Dr. Bhabha, played by Jim Sarbh, drinks champagne and jumps into the reactor once it becomes operational. It was an example of cinematic liberty.

Former Indian nuclear chief Mr. M.R. Srinivasan, in his autobiography 'From Fission to Fusion', recalls that Apsara began with a challenge. "Homi Bhabha and John Cockcroft, Director of the United Kingdom Atomic Energy Establishment, bet whether Bhabha could commission the first Indian research reactor within 12 months of UK's agreement to lease out fabricated fuel."

The Department of Atomic Energy decided on March 15, 1955 to build what is known as a 'swimming pool-type research reactor' and finalised the design by July 1955. Mr. Srinivasan said Bhabha wanted the reactor to be built entirely in India, except for the fuel elements, which had to be imported. He added that the site where Apsara was built featured at one time Sandow Castle, a property belonging to a Parsi family, and a dargah of a Muslim saint. Various units in the city fabricated components for the reactor, like TIFR, the New Standard Engineering Company at Chinchpokli, and Mazgaon Docks.

Mr. Srinivasan recalled that the first attempt to make the reactor was set for July 31, 1956. "It was a typical monsoon with pouring rain and strong winds. Late in the evening, after a picnic dinner, the startup was attempted. "But it ran into a technical problem. In the second attempt on August 4, 1956, Bhabha said only key personnel should be present in the control room."

Among the visitors to Apsara were former Chinese Prime Minister Mr. Chou En Lai, the Dalai Lama and Panchen Lama from Tibet and Emperor His Excellency Mr. Haile Selassie of Ethiopia.

Source: The Times of India

भारत के ऊर्जा संक्रमण के लिए न्यूक्लियर की आवश्यक

दुनिया के विभिन्न हिस्सों में चरम मौसम की घटनाओं ने नीति निर्माताओं का ध्यान जलवायु परिवर्तन और ऊर्जा संक्रमण पर केंद्रित कर दिया है। भारत ने गोवा और चेन्नई में जी20 ऊर्जा और जलवायु मंत्रियों की बैठक की मेजबानी की। इससे पहले, जलवायु परिवर्तन पर अमेरिका के विशेष दूत श्री जॉन केरी की 16-19 जुलाई, 2023 के दौरान चीन की यात्रा ने चीन और अमेरिका - सबसे बड़े और दूसरे सबसे बड़े उत्सर्जक - की स्थिति के बीच जारी दरार को उजागर किया था। जबकि केरी ने कूटनीतिक रूप से उल्लेख किया कि और अधिक काम करने की जरूरत है, चीनी पक्ष स्पष्ट था। राष्ट्रपति श्री शी जिनपिंग ने कहा कि चीन के जलवायु लक्ष्य "स्वयं द्वारा निर्धारित किए जाने चाहिए, और कभी भी दूसरों के प्रभाव में आकर नहीं किए जाने चाहिए।"

जी20 द्विपक्षीय चीन-अमेरिकी चर्चाओं की तुलना में एक बड़ा समूह है और इसलिए इस पर अधिक दबाव है। हालाँकि बैठकों में सर्वसम्मति के क्षेत्रों पर परिणाम दस्तावेज़ तैयार किए गए, लेकिन नवीकरणीय ऊर्जा को तीन गुना करने, जीवाश्म ईंधन को चरणबद्ध तरीके से कम करने और चरम वर्ष को 2025 तक आगे लाने पर कोई समझौता नहीं हो सका। विकसित देशों ने अपनी वित्तीय प्रतिबद्धता को प्रति वर्ष 100 अरब डॉलर से अधिक बढ़ाने की कोई इच्छा नहीं दिखाई।

वैश्विक उत्सर्जन में चीन का हिस्सा 31% है। वैश्विक टोकरी में इसकी सापेक्ष हिस्सेदारी 2030 तक बढ़ेगी, क्योंकि अमेरिका और यूरोपीय संघ का उत्सर्जन पहले ही चरम पर है और घट रहा है। चीनी उत्सर्जन 2030 तक बढ़ता रहेगा, जब यह अपने चरम पर होगा। 10 से 11 वर्षों में वैश्विक तापमान पूर्व-औद्योगिक स्तर से 1.5 डिग्री की सीमा पार करने की संभावना है। भारत ने 2070 तक नेट ज़िरो उत्सर्जन के लिए एक लंबी संक्रमण अवधि चुनी है। जी7 ने सभी प्रमुख अर्थव्यवस्थाओं से 2025 तक अपने उत्सर्जन को चरम पर पहुंचाने का आह्वान किया है। भारत चरम पर पहुंचने के लिए सहमत नहीं है। भारत का संचयी उत्सर्जन और प्रति व्यक्ति उत्सर्जन अंतरराष्ट्रीय स्तर से काफी नीचे है।

2070 तक नेट ज़िरो उत्सर्जन (एनज़ेडई) में परिवर्तन के लिए भारत के पास क्या विकल्प हैं? विवेकानन्द इंटरनेशनल फाउंडेशन (वीआईएफ) टास्क फोर्स की एक रिपोर्ट में दो सवालों का जिक्र किया गया है। एक, नेट ज़िरो उत्सर्जन तक पहुंचने के लिए न्यूनतम मांग की मात्रा क्या है? दूसरा, न्यूनतम मांग पैदा करने का सबसे लागत प्रभावी तरीका क्या है? आईआईटी बॉम्बे द्वारा गणितीय मॉडलिंग में पाया गया कि बिजली की मांग की मात्रा 2070 तक बढ़कर 24,000 से 30,000 गीगावॉट हो जाएगी। यह आईईए के 2040 तक 3,400 गीगावॉट के अनुमान से काफी अधिक है। आईईए ने 2070 में मांग का कोई अनुमान नहीं दिया है। 2020 में भारत में ऊर्जा की खपत 6,200 TWh थी। क्या यह उम्मीद करना तार्किक है कि बढ़ते विकास के साथ ऊर्जा की खपत बढ़ने के बजाय दो दशकों में आधी हो जाएगी?

गणितीय मॉडलिंग में यह भी पाया गया कि 2070 तक न्यूक्लियर-उच्च परिदृश्य 11.2 ट्रिलियन डॉलर पर सबसे सस्ता होगा, जबकि नवीकरणीय-उच्च परिदृश्य 15.5 ट्रिलियन डॉलर पर सबसे महंगा होगा। यह नवीकरणीय टैरिफ में गिरावट के आधार पर लोकप्रिय धारणा के विपरीत लगता है। हालाँकि यह दृश्य सिस्टम लागत को ध्यान में नहीं रखता है। जब सूरज नहीं चमक रहा हो और हवा नहीं चल रही हो, तो नवीकरणीय ऊर्जा को स्थिर, बेस-लोड बिजली के स्रोत के साथ पूरक करना होगा। इसके परिणामस्वरूप अतिरिक्त लागत आती है, जिसका अनुमान फोरम ऑफ रेगुलेटर्स ने 2021 में 2.12 रुपये प्रति यूनिट लगाया था। सौर ऊर्जा के लिए 2 रुपये प्रति यूनिट के टैरिफ में जोड़ा गया, इससे नवीकरणीय ऊर्जा, 4.12 रुपये प्रति यूनिट हो जाती है, जो कि थर्मल पावर (3.25 रुपये) या न्यूक्लियर (3.47 रुपये) की तुलना में अधिक महंगी है।

पूर्व में, ओईसीडी और एमआईटी के अध्ययनों से पता चला है कि ऊर्जा उत्पादन मिश्रण में न्यूक्लियर को शामिल किए बिना कम कार्बन लक्ष्य प्राप्त करने की लागत 'अनुपातिक रूप से' बढ़ जाती है। नवीकरणीय ऊर्जा को उनके कम प्लांट लोड फैक्टर के कारण उच्च क्षमता निर्माण की आवश्यकता होती है, जो नवीकरणीय-उच्च दृष्टिकोण की लागत को बढ़ाती है। नवीकरणीय ऊर्जा से जुड़ी उच्च पारेषण लागत के कारण यह समस्या और भी जटिल हो गई है। भारत में सभी नई अल्ट्रा मेगा सौर ऊर्जा परियोजनाओं को कच्छ या लद्दाख जैसे दूरदराज के स्थानों में स्थापित किया जाना है, जिससे ट्रांसमिशन लागत बढ़ेगी।

वीआईएफ अध्ययन में यह भी पाया गया है कि नवीकरणीय उच्च परिदृश्य के लिए 4,12,033 वर्ग किमी से अधिक जमीन की आवश्यकता होगी, जबकि न्यूक्लियर उच्च परिदृश्य के लिए 1,83,565 वर्ग किमी जमीन की आवश्यकता होगी। श्री एस.पी. सुखात्मे के एक अध्ययन के अनुसार वर्तमान में भारत में

India's Energy Transition Needs Nuclear

Extreme weather events in different parts of the world have focused attention of the policymakers on climate change and energy transition. India hosted G20 energy and climate ministers'meetings in Goa and Chennai. Earlier, US special envoy on climate change Mr. John Kerry's visit to China during July 16-19, 2023 brought out the continued rift between the positions of China and the US—the biggest and the second-biggest emitters. While Kerry diplomatically mentioned that more work needs to be done, the Chinese side was blunt. President Mr. Xi Jinping said that China's climate goals "should and must be determined by ourselves, and never under the sway of others."

G20 is a larger grouping than bilateral Sino-American discussions and therefore exposed to more pressures. Though the meetings produced outcome documents on areas of consensus, no agreement on the tripling of renewables, phasing down of fossil fuel, and bringing forward the peaking year to 2025, could be reached. The developed countries showed no appetite to increase their financial commitment beyond $100 billion per annum.

China accounts for 31% of global emissions. Its relative share in the global basket will grow by 2030, as the emissions of the US and the EU have already peaked and are declining. The Chinese emissions will keep growing till 2030, when it peaks. Global temperatures are expected to cross the threshold of 1.5 degrees above pre-industrial levels in 10-11 years. India has chosen a longer transition period to net zero emissions by 2070.The G7 has called for all major economies to peak their emissions by 2025. India has not agreed to peaking. India's cumulative emissions as well as per capita emissions are much below international levels.

What are India's options for transition to net-zero emissions (NZE) by 2070? A report by the Vivekananda International Foundation (VIF) Task Force addressed two questions. What is the minimum quantum of demand to reach net-zero emissions? Second, what is the most cost-effective way of producing the minimum demand? Mathematical modelling by IIT Bombay found that the quantum of electricity demand will rise to 24,000–30,000 GW by 2070. This seems much higher than the IEA's estimate of 3,400 GW by 2040. IEA has not given any projection of demand in 2070. India's energy consumption in 2020 was 6,200 TWhr. Is it logical to expect that energy consumption will go down to half in two decades instead of rising with increased development?

The mathematical modeling also found that the nuclear-high scenario will be cheapest at $11.2 trillion, while the renewable-high scenario will be most expensive, at $15.5 trillion by 2070. This seems contrary to popular perception based on falling renewable tariffs. This view however does not take into account systems costs. When the sun is not shining and the wind is not blowing, renewables have to be supplemented with a source of stable, base-load power. This results in additional cost which was estimated by the Forum of Regulators at ₹ 2.12 per unit in 2021. Added to the tariff of ₹ 2 per unit for solar power, this makes renewables, at ₹ 4.12 per unit, more expensive than either thermal power (₹ 3.25) or nuclear (₹ 3.47).

Earlier, OECD and MIT studies have pointed out that the cost of achieving a low carbon target increases 'disproportionately' without the inclusion of nuclear in the generation mix. Renewables require higher capacity build-up due to their low plant load factor, which pushes up the cost of renewables-high approach. This problem is compounded by higher transmission costs associated with renewables. All new ultra mega solar power projects in India have to come up in remote locations like Kutch or Ladakh, which increases transmission costs.

The VIF study has also found that the renewable high scenario will require more than 4,12,033 square km of land, while the nuclear high scenario will require 1,83,565 square km of land. The total surplus land available in India currently is 2,00,000 square km

उपलब्ध कुल अधिशेष भूमि 2,00,000 वर्ग किमी है।

विकसित देशों की 100 अरब डॉलर की प्रतिबद्धता नगण्य है। एमडीबी के सुधार से कितनी धनराशि जारी होगी? विश्व बैंक के इक्विटी-से-ऋण अनुपात को 20% से 19% करने पर 5 बिलियन डॉलर जारी होंगे। विश्व बैंक ने अनुमान लगाया है कि 2023 और 2030 के बीच जलवायु परिवर्तन, संघर्ष और महामारी से निपटने के लिए विकासशील देशों को हर साल 2.4 ट्रिलियन डॉलर की आवश्यकता होगी। जी20 अध्यक्ष के रूप में भारत ने अकेले ऊर्जा परिवर्तन के लिए प्रति वर्ष 4 ट्रिलियन डॉलर का अनुमान लगाया है।

ऊर्जा परिवर्तन के लिए संसाधनों का बड़ा हिस्सा आंतरिक रूप से जुटाना होगा। सरकार पर राजकोषीय बोझ बढ़ाने से पहले, डिस्कॉम की वित्तीय स्थिति को बहाल किया जाना चाहिए। परमाणु बिजली की क्षमता में तेजी से वृद्धि के लिए सरकारी समर्थन की आवश्यकता होगी क्योंकि इस पैमाने पर संसाधन एनपीसीआईएल द्वारा आंतरिक रूप से उत्पन्न नहीं किए जा सकते हैं। नवीकरणीय ऊर्जा स्थिर, बेस-लोड बिजली प्रदान नहीं कर सकती। परमाणु बिजली कोयले का उत्सर्जन-मुक्त विकल्प है।

स्रोत: फाइनेंशियल एक्सप्रेस

बीएचईएल ने जैतापुर न्यूक्लियर विद्युत संयंत्र के लिए संभावनाएं तलाशने के लिए ईडीएफ के साथ एमओसी पर हस्ताक्षर किए

भारत हेवी इलेक्ट्रिकल्स लिमिटेड (बीएचईएल) ने जैतापुर न्यूक्लियर विद्युत संयंत्र परियोजना (जेएनपीपी) की स्थानीय सामग्री को अधिकतम करने के अवसरों का पता लगाने के लिए फ्रांस स्थित कंपनी और न्यूक्लियर ऑपरेटर इलेक्ट्रीसिट डी फ्रांस (ईडीएफ) के साथ एक सहयोग ज्ञापन (एमओसी) पर हस्ताक्षर किए हैं।

यह समझौता ज्ञापन दोनों कंपनियों को जेएनपीपी (6×1650 मेगावाट) की क्षमता का पता लगाने की अनुमति देगा, जिसे भारत में न्यूक्लियर पावर कॉरपोरेशन ऑफ इंडिया लिमिटेड (एनपीसीआईएल) द्वारा स्थापित किया जाएगा।

रणनीतिक रूप से महाराष्ट्र के रत्नागिरी जिले में स्थित, इस परियोजना में छह लाइट वॉटर रिएक्टर शामिल हैं जिनकी कुल क्षमता 9.6 गीगावॉट है और इसका लक्ष्य लगभग 7 करोड़ घरों को बिजली प्रदान करना है।

इसके अलावा, बीएचईएल और ईडीएफ यूरोपीय दाबित रिएक्टरों (ईपीआर) और नुवार्ड छोटे मॉड्यूलर रिएक्टर (एसएमआर) के लिए बड़े सहयोग के बारे में जांचेंगे।

स्रोत: प्रोजेक्ट्स टुडे

हरियाणा में ब्लैकबक रिजर्व होगा

हरियाणा के वन एवं पर्यावरण मंत्री श्री कंवर पाल ने कहा कि राज्य में काले हिरणों (ब्लैकबक) के संरक्षण के लिए फतेहाबाद जिले में न्यूक्लियर पावर कॉरपोरेशन ऑफ इंडिया लिमिटेड (एनपीसीआईएल) की जमीन का अधिग्रहण किया जाएगा।

मंत्री ने कहा, "काला हिरण हरियाणा का राज्य पशु है और फतेहाबाद जिले का बड़ोपल गांव काले हिरणों का प्राकृतिक आवास है। स्थानीय बिश्नोई समुदाय काले हिरणों का संरक्षण कर रहा है और सरकार उनके प्रयासों की सराहना करती है।" हरियाणा में यह आवास काले हिरणों के लिए राज्य के स्वामित्व वाला यह प्रथम आवास होगा।

मंत्री ने यह जानकारी वन विभाग के अधिकारियों की बैठक की अध्यक्षता करते हुए दी। इस बैठक के दौरान उन्हें यमुनानगर में वन अनुसंधान संस्थान (एफआरआइ) की स्थापना के लिए मार्ग खुल जाने की जानकारी दी ।

बताया गया कि परियोजना से संबंधित भूमि विवाद का निपटारा कर लिया गया है और भूमि जल्द ही ग्रामीण विकास एवं पंचायत विभाग से वन अनुसंधान संस्थान को हस्तांतरित कर दी जाएगी।

स्रोत: द ट्रिब्यून

according to a study by Mr. S. P. Sukhatme.

The developed countries' commitment of $100 billion is paltry. How much money the reform of MDBs will release? The change in the World Bank equity-to-loan ratio from 20% to 19% would release $5 billion. The World Bank has estimated that $2.4 trillion is needed every year for developing countries to address climate change, conflict, and pandemic between 2023 and 2030. India, as the G20 chair, has put the figure higher at $4 trillion per annum for energy transition alone.

The bulk of the resources for energy transition will have to be internally raised. To avoid adding to the government's fiscal burden, the financial health of the discoms must be restored. The rapid ramp-up of nuclear capacity will require Government support since resources at this scale cannot be internally generated by NPCIL. Renewables cannot provide stable, base-load power. Nuclear is the emission-free alternative to coal.

Source: Financial Express

BHEL Signs MoC with EDF to Explore Opportunities for Jaitapur Nuclear Power Plant

Bharat Heavy Electricals Limited (BHEL) has signed a Memorandum of Cooperation (MoC) with Electricité de France (EDF), a France-based company and a nuclear operator, to explore opportunities to maximise local content of the Jaitapur Nuclear Power Plant (JNPP) project.

The MoC would allow the two firms to explore the potential for JNPP (6×1650 MWe), which will be established by Nuclear Power Corporation of India Limited (NPCIL) in India.

Strategically located in Ratnagiri district of Maharashtra, this project consists of six Light Water Reactors with a total capacity of 9.6 GW and aims to provide electricity to around 70 million households.

Further, BHEL and EDF will also explore larger collaborations for the European Pressurised Reactors (EPRs) and for the NUWARD Small Modular Reactor (SMR).

Source: Projects Today

Haryana to have Blackbuck Reserve

Haryana Forest and Environment Minister Mr. Kanwar Pal said the land of Nuclear Power Corporation of India Limited (NPCIL) in Fatehabad district will be acquired in order to conserve blackbucks in the state.

"Blackbuck is the state animal of Haryana and Badopal village in Fatehabad district is the natural habitat of blackbucks. The local Bishnoi community is conserving blackbucks and the Government appreciates their efforts," said the minister, adding that the Badopal blackbuck habitat will be the first state-owned habitat in Haryana.

The minister gave this information while presiding over a meeting of officers of the Forest Department. During the meeting, he was apprised of the clear way for the establishment of a Forest Research Institute (FRI) in Yamunanagar.

It was informed that a land dispute related to the project had been settled and the land would soon be transferred from the Rural Development and Panchayats Department to the Forest Research Institute.

Source: The Tribune

भारतीय न्यूक्लियर विद्युत संयंत्रों से न्यूनतम रेडियोधर्मी निस्सरण: अध्ययन

भारत में स्थित छह न्यूक्लियर विद्युत संयंत्रों से 20 वर्षों (2000-2020) के रेडियोलॉजिकल डेटा के विश्लेषण के आधार पर, भाभा परमाणु अनुसंधान केंद्र (बीएआरसी), मुंबई के शोधकर्ताओं ने पाया है कि न्यूक्लियर संयंत्रों से रेडियोधर्मी निस्सरण और उससे पर्यावरण पर प्रभाव की क्षमता "न्यूनतम" है। ये निष्कर्ष भारत के न्यूक्लियर विद्युत कार्यक्रम को आगे बढ़ाने की प्रतिबद्धता को मजबूत करने के लिए महत्व रखते हैं। शोधकर्ता लिखते हैं, "न्यूनतम सार्वजनिक डोज़ भारतीय परमाणु ऊर्जा संयंत्रों के सुरक्षित संचालन को रेखांकित करती है। अध्ययन के निष्कर्षों में निराधार मान्यताओं को दूर करने की क्षमता है, जो अपने न्यूक्लियर विद्युत कार्यक्रम को आगे बढ़ाने की भारत की प्रतिबद्धता को मजबूत करने के लिए उत्प्रेरक के रूप में कार्य करता है, और इस प्रकार नीति निर्माताओं और जनता को अपने दृष्टिकोण पर पुनर्विचार करने के लिए प्रोत्साहित करता है।

कुडनकुलम परमाणु बिजलीघर के लिए अध्ययन की अवधि 2013 से 2020 तक है। अध्ययन किए गए अन्य छह बिजली संयंत्रों में: तारापुर परमाणु बिजली घर, मद्रास परमाणु बिजलीघर, कैगा जनरेटिंग स्टेशन, राजस्थान परमाणु बिजलीघर, नरोरा परमाणु बिजलीघर, और काकरापार परमाणु बिजलीघर शामिल हैं। इसके परिणाम हाल ही में साइंस ऑफ द टोटल एनवायरनमेंट जर्नल में प्रकाशित हुए थे।

जब प्रत्येक न्यूक्लियर संयंत्र के अधिकतम 30 किमी के दायरे के लिए नमूने एकत्र किए गए और मापे गए, तब अध्ययन में पाया गया कि 5 किमी के दायरे से परे विखंडन उत्पादों की सांद्रता, उपयोग किए गए उपकरणों की न्यूनतम पता लगाने योग्य गतिविधि से भी कम थी, जिसका अर्थ है कि मॉनिटर किए गए मान "महत्वहीन" थे। इसलिए अध्ययन ने प्रत्येक न्यूक्लियर संयंत्र के केवल 5 किमी के भीतर विखंडन उत्पादों और न्यूट्रॉन-सक्रिय न्यूक्लाइड मूल्यों की सांद्रता पर ध्यान केंद्रित किया है।

ढ़ेर के माध्यम से वायुमंडल में छोड़े गए गैसीय कचरे में विखंडन उत्पाद उत्कृष्ट गैसें, आर्गन 41, रेडियोआयोडीन, रेडियोन्यूक्लाइड कण – कोबाल्ट-60, स्ट्रोंटियम-90, सीज़ियम-137 – और ट्रिटियम शामिल हैं। तरल निर्वहन में विखंडन उत्पाद रेडियोन्यूक्लाइड्स – रेडियोआयोडीन, ट्रिटियम, स्ट्रोंटियम-90, सीज़ियम-137 – और कोबाल्ट-60 जैसे सक्रियण उत्पाद शामिल हैं। रेडियोधर्मी निर्वहन विलयन और फैलाव के माध्यम से और "सख्त रेडियोलॉजिकल और पर्यावरण नियामक व्यवस्थाओं का पालन करके" किया जाता है।

Minimal Radioactive Discharges From Indian Nuclear Power Plants: Study

Based on an analysis of radiological data of 20 years (2000-2020) from six nuclear power plant sites based in India, researchers at the Bhabha Atomic Research Centre (BARC), Mumbai have found that the radioactive discharges from the nuclear plants and the resultant potential environmental impact have been “minimal”. The findings hold potential significance for reinforcing India’s commitment to advancing its nuclear power programme. The researchers write, “The minimal public doses underscore the safe operation of Indian nuclear power plants. The study’s findings have the potential to dispel unfounded beliefs, serving as a catalyst to reinforce India’s commitment to advancing its nuclear power programme, thus encouraging policymakers and the public to reconsider their perspectives.”

The period of study for the Kudankulam Nuclear Power Station is from 2013 to 2020. The other six nuclear power plants studied are: Tarapur Atomic Power Station, Madras Atomic Power Station, Kaiga Generating Station, Rajasthan Atomic Power Station, Narora Atomic Power Station, and Kakrapar Atomic Power Station. The results were published recently in the journal Science of the Total Environment.

While samples were collected and measured for a maximum radius of 30 km of each nuclear plant, the study found that the concentrations of fission products beyond 5 km radius was below the minimum detectable activity of the instruments used, implying that the monitored values were “insignificant”. The study has therefore focussed only on the concentrations of fission products and neutron-activated nuclides values within 5 km of each nuclear plant.

The gaseous waste that is released to the atmosphere through stacks consists of fission product noble gases, Argon 41, radioiodine, particulate radionuclides, cobalt-60,

अध्ययन के अनुसार, सभी सात न्यूक्लियर संयंत्रों में वायु कणों में औसत सकल अल्फा गतिविधि 0.1 मेगाबेक्यूरेल (एमबीक्यू) प्रति घन मीटर से कम थी। "हालांकि वायु कणों में ये सकल मूल्य सभी न्यूक्लियर विद्युत संयंत्रों में लगभग समान प्रतीत होते हैं, नरोरा परमाणु बिजलीघर में ये मूल्य अन्य न्यूक्लियर विद्युत संयंत्रों की तुलना में उच्च अधिकतम मूल्य पाये गये हैं। इसका कारण अन्य साइटों की तुलना में नरोरा परमाणु बिजलीघर पर उच्च वायुमंडलीय धूल भार था," शोधकर्ताओं ने कहा।

विशिष्ट मार्कर के मामले में, सभी सात स्थानों पर हवा के कणों में औसत रेडियोन्यूक्लाइड (आयोडीन-131, सीज़ियम-137, और स्ट्रोंटियम-90) और औसत आयोडीन-131 गतिविधि एकाग्रता 1 मेगाबेक्यूरेल प्रति घन मीटर से कम थी, जबकि सीज़ियम-137 और स्ट्रोंटियम-90 के मामले में, औसत सांद्रता तीन ऑर्डर कम और 10 माइक्रोबेकेरल प्रति घन मीटर से कम थी।

नदियों और झीलों के मामले में, सीज़ियम-137 और स्ट्रोंटियम-90 की सांद्रता 5 मेगाबेक्यूरेल प्रति लीटर से कम थी, जबकि न्यूक्लियर विद्युत संयंत्रों के पास के समुद्री जल में सांद्रता 50 मेगाबेक्यूरेल प्रति लीटर से कम थी।

सेडीमेंट्स के मामले में, सीज़ियम-137 की सांद्रता राजस्थान परमाणु विद्युत केंद्र के मामले में अधिकतम थी, जबकि सेडीमेंट्स में स्ट्रोंटियम-90 की सांद्रता नरोरा परमाणु बिजलीघर की सेडीमेंट्स में अधिकतम दर्ज की गई थी। अध्ययन के अनुसार, ये मूल्य प्राकृतिक सेडीमेंट्स में देखे गए मूल्यों की सांख्यिकीय भिन्नता के भीतर हैं, और पर्यावरण में गतिविधि के जमाव या संचय की कोई प्रवृत्ति नहीं दिखाते हैं।

शोधकर्ताओं के अनुसार राजस्थान परमाणु बिजलीघर पर देखा गया सीज़ियम-137 का उच्च स्तर "सफाई और अवसादन प्रक्रिया के माध्यम से जल निकायों में छोड़े गए सीज़ियम-137 के संचय और इस स्थल पर सेडीमेंट्स के उच्च वितरण गुणांक के कारण होने की संभावना है।"

अध्ययन में जोर दिया गया कि ट्रिटियम "कुडनकुलम परमाणु बिजलीघर को छोड़कर सभी साइटों पर न्यूनतम पता लगाने योग्य गतिविधि से ऊपर पाया गया"। कुडनकुलम विद्युत संयंत्र के मामले में, अध्ययन की अवधि के दौरान किसी भी समय ट्रिटियम का पता नहीं चला, जबकि राजस्थान परमाणु बिजलीघर में इसकी सांद्रता " अपेक्षाकृत अधिक" थी।

हालाँकि कुल डोज़ नियामक सीमा से कम थी, राजस्थान परमाणु बिजलीघर, मद्रास परमाणु बिजलीघर और तारापुर परमाणु बिजलीघर पर कुल डोज़ अपेक्षाकृत अधिक रही है। ऐसा इसलिए है क्योंकि राजस्थान और मद्रास दोनों केंद्रो पर, "एयर-कूल्ड रिएक्टर असेंबलियों के परिणामस्वरूप पर्यावरण में जारी होने से पहले प्राकृतिक आर्गन को रेडियोधर्मी आर्गन-41 में सक्रिय किया जाता है"। राजस्थान और मद्रास बिजलीघरों के बाद निर्मित न्यूक्लियर विद्युत संयंत्र कैलेंड्रिया ट्यूब और प्रेशर ट्यूब के बीच के एनलस स्थान में हवा के बजाय कार्बन-डाइऑक्साइड का उपयोग करते हैं। इसके परिणामस्वरूप अन्य संयंत्रों द्वारा आर्गन-41 का उत्पादन और उत्सर्जन कम हो गया है।

भले ही राजस्थान, मद्रास और तारापुर बिजलीघरों की कुल डोज़ नियामक सीमा से कम है और इस प्रकार जनता के लिए सुरक्षित मानी जाती है, फिर भी इन सभी तीन स्थानों पर डोज़ को और सीमित करने के प्रयास किए जा रहे हैं ताकि डोज़ को कम से कम रखा जा सके।

स्रोत: द हिन्दू

strontium-90, caesium-137 and tritium. The liquid discharge consists of fission product radionuclides — radioiodine, tritium, strontium-90, caesium-137 and activation products like cobalt-60. The radioactive discharges are carried out through dilution and dispersion and by "adhering to strict radiological and environmental regulatory regimes".

As per the study, average gross alpha activity in air particulates at all the seven nuclear plants was less than 0.1 megabecquerel (mBq) per cubic metre. "Though these gross values in air particulates appeared to be nearly the same across all the nuclear power plants, the Narora Atomic Power Station exhibited higher maximum values than the other nuclear plants. This was attributed to the higher atmospheric dust load at NAPS compared to the other sites," the researchers said.

In the case of specific marker, the average radionuclides (iodine-131, caesium-137, and strontium-90) in air particulates across all the seven sites and the average iodine-131 activity concentration was below 1 mBq per cubic metre, while in the case of caesium-137 and strontium-90, the average concentrations were three orders lower and below 10 microbecquerel per cubic metre.

In the case of rivers and lakes, the concentration of caesium-137 and strontium-90 were below 5 mBq per litre, while the concentration was less than 50 megabecquerel per litre in sea water near the nuclear plants.

In the case of sediments, caesium-137 concentration was maximum in the case of the Rajasthan Atomic Power Station, while strontium-90 concentration in the sediments recorded a maximum in the Narora Atomic Power Station sediments. As per study note, these values are within the statistical variation of values observed in natural sediments, and do not show any trend of deposition or accumulation of activity in the environment.

The higher levels of caesium-137 seen at the Rajasthan Atomic Power Station is "likely due to the accumulation of caesium-137 discharged to the water bodies through scavenging and sedimentation process and because of the high distribution coefficient of the sediment at this site," according to the researchers.

The study stressed that tritium was found "detectable above the minimum detectable activity in all the sites except in the Kudankulam Nuclear Power Station". In the case of the Kudankulam power plant, tritium was not detected in any single time during the period of study, while its concentration was "relatively higher" at the Rajasthan Atomic Power Station.

Though the total doses were lower than the regulatory limits, the total dose at the Rajasthan Atomic Power Station, Madras Atomic Power Station and Tarapur Atomic Power Station have been relatively higher. This is because at both the Rajasthan and Madras power stations, the "air-cooled reactor assemblies result in activation of natural argon to radioactive argon-41" before being released into the environment. The nuclear power plants constructed after the Rajasthan and Madras stations use carbon-dioxide instead of air in the annulus space between the calandria tube and pressure tube. This results in reduced production and release of argon-41 by other power plants.

Even though the total doses of Rajasthan, Madras and Tarapur power plants are below the regulatory limits and thus deemed to be safe to the public, efforts are being taken at all three sites to limit the doses further so as to keep the doses as low as reasonably achievable (ALARA).

Source: The Hindu

Name: Purple Sunbird
Scientific Name: *Cinnyris asiaticus*
Presence in our NPPs: Sighted at all NPPs

Photo Credit: R. Bayana

जानिए इस प्रजाति को

भारतीय रोलर (नीलकंठ)

वैज्ञानिक नाम: *कोरासियास बेंघालेन्सिस*
अपने आंगन में इसे कहाँ तलाशें: *हमारे सभी न्यूक्लियर विद्युत संयंत्रों में*
आईयूसीएन लाल सूची के अनुसार स्थिति: *चिंतनीय नहीं*

भारतीय रोलर (कोरासियास बेंघलेन्सिस) भारतीय उपमहाद्वीप में व्यापक रूप से फैला हुआ है। भारतीय उपमहाद्वीप में 'नीलकंठ' के रूप में जाने जाने वाले इस पक्षी को भगवान शिव के साथ इसके दिव्य संबंध के कारण भारत में आस्था का प्रतीक माना जाता है।

भौतिक विशिष्टताएं

कोरैसीडाए पक्षी परिवार से ताल्लुक रखने वाला भारतीय रोलर 30-34 सें.मी. लंबा एक छोटा पक्षी है जिसके पंख का फैलाव लगभग 65 से 74 सें.मी. है। एक पूर्ण विकसित व्यस्क पक्षी का भार लगभग 166-176 ग्राम होता है। इस पक्षी की पहचान है की इसका चेहरा एवं कंठ गुलाबी होते हैं, सर एवं पीठ भूरे रंग के होते हैं, दुम नीले रंग की होती है तथा पंखों एवं पूंछ पर विषम रूप से हल्का एवं गहरा नीला रंग होता है। उड़ते वक्त इसके पंखों पर चमकीले नीले निशान उभर कर दिखते हैं। मस्तक और ठोड़ी पर पक्षति दिखाई पड़ती है। कान, लाल-भूरे या गुलाबी रंग की धारियों से ढके होते हैं। कंठ के ऊपर हल्की वाइन रेड क्रीम कलर की धारी दिखाई देती है। पीठ और दुम चमकीली फिरोजी रंग की होती है जबकि पेट का हिस्सा पीलेपन वाले नीले रंग का होता है। पूंछ गहरे बैंगनी नीले रंग की होती है। नर और मादा, दोनों ही दिखने में, बिना किसी मौसमी बदलाव के समान दिखते हैं। किशोर पक्षियों का रंग थोड़ा हल्का, पीला एवं भूरा होता है और उनके पेट पर हरा-नीला रंग होता है।

फोटो श्रेय: आर. बयाना

Know This Species

Indian Roller

Scientific Name: *Coracias benghalensis*
Where to spot in our courtyard: *All our Nuclear Power Plants*
Status as per IUCN Red List: *Least Concern*

The Indian Roller (Coracias benghalensis) is widely distributed in the Indian Subcontinent. Named as "Neelkanth" in Indian subcontinent, this bird is a symbol of faith in India due to its divine nexus to Lord Shiva.

Physical Characteristics

Belonging to the Bird family of Coraciidae, the Indian Roller is a small bird around 30-34 cm long with a wingspan of around 65-74 cm. A full-grown adult weights around 166-176 grams. The main identification of this bird is that its face and throat are pinkish, the head and back are brown, with blue on the rump and contrasting light and dark blue on the wings and tail. The bright blue markings on the wing are prominent during flight. The plumage is visible on forehead and chin. The ears are covered with red-brown or pinkish streaks. A dull wine red cream streak is visible over the throat. The back and rump are bright turquoise colored, while the belly is pale blue in color. The tail is dark purple blue in color. Both the male and female look similar in appearances without any seasonal changes. The juveniles are duller, paler and browner in color, having greenish blue belly.

Photo Credit: R. Bayana

आवास

सामान्यत: यह अकेले पाया जाता है या कभी-कभार जोड़े में भी। यह अपनी सीमा की सुरक्षा के लिए बहुत ज्यादा चिंतित नहीं रहता, कभी-कभार प्रवासी पक्षियों के प्रति आक्रामकता दर्शाता है। इस पक्षी का प्रकृति में एपदीय सपंर्क आह्वान होता है। ये सामान्यत: खुले घास वाले मैदानों और झाड़ी वाले जंगलों में निवास करते हैं। इन्हों ने मानव द्वारा परिवर्तित परिदृश्य जैसे पॉर्क, बगीचों, खेतों, नारियल के पेड़ों, खजूर के पेड़ों इत्यादि में भी सहज रुप से स्वयं को अनुकूल बनाया है।

फोटो श्रेय: आर. बयाना

खान-पान की आदतें

भारतीय रोलर पक्षी स्वाभाविक रुप से मांसाहारी होता है। इसका मुख्यं भोजन, कीट, मकड़े, बिच्छे, छोटे सांप, मैंढक एवं अन्य उभयचर हैं।

प्रजनन

भारतीय रोलर का प्रजनन समय मार्च से जून तक होता है। इसका घोंसला पेड़ में या सूखे हुए खजूर के पेड़ में या भवनों में बने छिद्रों में या नदी के किनारे मिट्टी के छिद्रों में भी होता है ।

खतरा

वर्तमान में, भारतीय रोलर को कोई मुख्य खतरा नहीं है। आवास का छिन जाना और मानवीय द्वंद इस प्रजाति के लिए मुख्यो चुनौतियां हैं। उत्तर भारत के कुछ हिस्सौं में, मुख्ययत: मानवीय द्वंदों के कारण इस प्रजाति की संख्या कम होती जा रही है।

फोटो श्रेय: आर. बयाना

Habitat

Generally, it is found alone or sometimes in pairs also. It is not very specific to its territory protection, and sometimes shows aggression towards migrant birds. The bird has monosyllabic contact call in nature. It is common in open grassland and scrub forest habitats. It has adapted very nicely to human modified landscapes, like parks, gardens, fields, coconut trees, palm trees, etc.

Photo Credit: R. Bayana

Food Habits

The Indian Roller bird is carnivorous in nature. It feeds on insects, spiders, scorpions, small snakes, frogs and other amphibians.

Breeding

March to June is the breeding season for Indian Roller. The nest is at an existing hole in a tree or dead palm tree or in a building or a hole in a mud river bank also.

Threats

At present, Indian Rollers do not face any major threats. Loss of habitats and human conflict is a major challenge for this species. In some part of North India, the numbers of this species are declining, majorly due to human conflict reasons.

Photo Credit: R. Bayana

जानिए इस प्रजाति को

ओरिएंटल प्लेन टाइगर तितली

वैज्ञानिक नाम: *डैनौस क्रिसिपस*
अपने आंगन में इसे कहाँ तलाशें: *हमारे सभी न्यूक्लियर विद्युत संयंत्रों में*
आईयूसीएन लाल सूची के अनुसार स्थिति: *चिंतनीय नहीं*

भौतिक विशिष्टताएं

ओरिएंटल प्लेन टाइगर तितली एक मध्यम आकार की तितली है जिसके पंखों का फैलाव लगभग 2 से 3 इंच होता है। इसके पंख काली आउटलाइन बॉर्डर के साथ भूरे-नारंगी रंग के होते हैं। इसका फोरविंग शीर्ष सफेद रंग की पट्टी के साथ काले रंग का है। हिंडविंग के केंद्र में काले रंग के तीन मुख्य धब्बे होते हैं। पंखों पर सफेद रंग के अर्धवृत्ताकार धब्बे होते हैं। इसके शरीर का रंग काला और उसमें सफेद धब्बे हैं।

आवास

ओरिएंटल प्लेन टाइगर तितली पूरे भारतीय उपमहाद्वीप में पाए जाते हैं। यह सूखे या कम बारिश वाले क्षेत्रों को पसंद करता है। इस तितली की प्रजाति रेगिस्तान, पहाड़, जंगल, बगीचे, पार्क आदि विभिन्न प्रकार के आवासों में पायी जाती है।

फोटो श्रेय: आर. बयाना

Know This Species

Oriental Plain Tiger Butterfly

Scientific Name: *Danaus chrysippus*

Where to spot in our courtyard: *All our Nuclear Power Plants*

Status as per IUCN Red List: Least Concern

Physical Characteristics

The Oriental Plain Tiger Butterfly is a medium sized butterfly having a wingspan of around 2-3 inches. The wings are brownish orange in color, with black outline border. The top of the forewing is black in color with a white colored band. The hindwing possesses three prominent black colored spots at the centre. There are semicircular white spots on the wings. The body is black in color with white spots.

Habitat

The Oriental Plain Tiger Butterfly is found throughout the Indian Subcontinent. It prefers dry or areas with little rain. This butterfly species is present in a variety of habitats like deserts, mountains, forests, gardens, parks, etc.

Photo Credit: R. Bayana

फोटो श्रेय: आर. बयाना

खान-पान की आदतें

ओरिएंटल प्लेन टाइगर तितली की लार्वा का मेजबान पौधा एस्क्लेपियाडोइडेई पौधे के परिवार से है। जबकि वयस्क तितली विभिन्न फूलों वाले पौधों का रस चूसती है। वयस्क तितली अपने विकास और शिकारियों से सुरक्षा पाने के लिए विभिन्न पौधों के मृत तनों से एल्कलॉइड का सेवन करती हैं।

प्रजनन

मादा तितली लार्वा के विकास के लिए एस्क्लेपियाडेसी परिवार के पौधे की पत्तियों की निचली सतह पर अंडे देती है। अंडे गुंबद आकार के और सफेद रंग के होते हैं। आसपास के वातावरण के तापमान के आधार पर 3 से 5 दिनों में अंडे फूटते हैं। शुरुआत में लार्वा लगभग 4-मिलीमीटर लंबा होता है जिसका शरीर सफेद और सिर काले रंग का होता है। जैसे-जैसे यह बढ़ता है, इसका पूरा शरीर पर पीले और सफेद धारियों वाले भूरे रंग में बदल जाता है। आसपास के वातावरण के तापमान के आधार पर लार्वा का चरण लगभग 12 से 20 दिनों का होता है।

कैटरपिलर प्यूपेशन की अवस्था में लगभग 9 से 15 दिनों तक रहता है। नर और मादा तितलियाँ आकार और माप में बहुत समान दिखते हैं।

खतरा

ओरिएंटल प्लेन टाइगर तितली के प्रारंभिक विकास चरणों के दौरान उसे मकड़ियाँ, चींटियाँ, मैंटिस, तिलचट्टे से ख़तरा है। जबकि पक्षी, छिपकली आदि कैटरपिलर के लिए खतरे हैं। वयस्क तितली के सबसे आम शिकारी पक्षी हैं।

फोटो श्रेय: आर. बयाना

Photo Credit: R. Bayana

Food Habits

The host plant for the larva of Oriental Plain Tiger Butterfly belongs to the plant family of Asclepiadoideae. Whereas the adult butterfly eats nectar from various flowering plants. The adult butterfly consumes alkaloids from dead stems of different plants for growth and protection from predators.

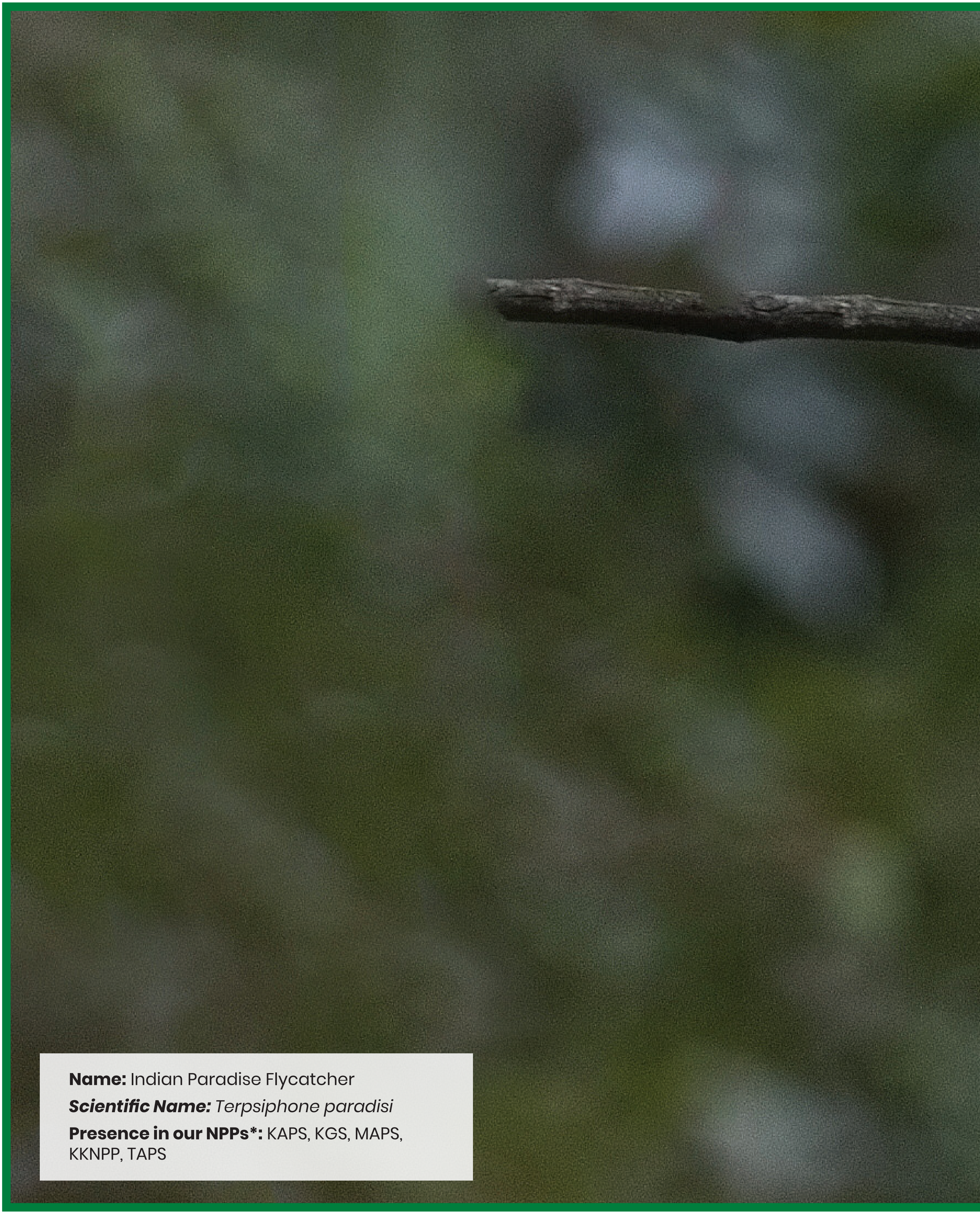
Breeding

The female butterfly lays eggs on the underside of the leaves of Asclepiadoideae family plant for the growth of larva. The eggs are dome shaped and white in color. The eggs hatch in 3-5 days based on the surrounding temperature. Initially the larva is about 4-millimeter-long having white body and black head. As it grows, it changes into grey color, having yellow and white strips throughout the body. The larva stage lasts around 12-20 days, based on the surrounding temperature. The caterpillar moves to the pupation stage, which lasts around 9-15 days. The male and female butterflies look very similar in shape and size.

Threats

During the early development stages of Oriental Plain Tiger Butterfly, spiders, ants, mantises, cockroaches are threats. The threats for the caterpillar stage are birds, lizards, etc. The most common predators of the adult butterflies are the birds.

Photo Credit: R. Bayana



Name: Indian Paradise Flycatcher
Scientific Name: *Terpsiphone paradisi*
Presence in our NPPs*: KAPS, KGS, MAPS, KKNPP, TAPS

**at our sites located at Kakrapar (Gujarat), Kaiga (Karnataka), Kalpakkam (Tamilnadu), Kudankulam (Tamilnadu), Tarapur (Maharashtra)*

Photo Credit: Byanna R

न्यूक्लियर विद्युत

स्वच्छ विद्युत का उत्पादन – राष्ट्र के हितार्थ

22 फरवरी, 2024 को न्यूक्लियर पावर कॉर्पोरेशन ऑफ इंडिया लिमिटेड (एनपीसीआईएल) के काकरापार गुजरात स्थल में माननीय प्रधानमंत्री श्री नरेंद्र मोदी का स्वागत करना, हम सभी के लिए अती हर्ष और गौरव का अनुभव था जब माननीय प्रधानमंत्री ने भारत के स्वदेशी 700 मेगावाट न्यूक्लियर विद्युत रिएक्टरों के पहले युग्म - काकरापार परमाणु विद्युत केंद्र-3व4 (केएपीएस-3व4) को राष्ट्र को समर्पित किया।

आनंद और गर्व के इस अवसर पर मैं एनपीसीआईएल परिवार के सभी सदस्यों – वैज्ञानिकों, अभियंताओं, कार्मिकों और वेंडर साथियों को इन ऐतिहासिक उपलब्धियों के लिए शुभकामनाएं देता हूँ जिन्होंने स्वदेशी प्रौद्योगिकी में एक नया कीर्तिमान स्थापित किया है।

17 दिसंबर, 2023 को काकरापार परमाणु विद्युत केंद्र (केएपीएस-4, 700 मेगावाट) की इकाई-4 ने प्रथम क्रांतिकता प्राप्त करके महत्वपूर्ण कीर्तिमान हासिल किया जिसे 20 फरवरी, 2024 को ग्रिड से जोड़ दिया गया। काकरापार की इकाई-3 के वाणिज्यिक प्रचालन प्रारंभ करने के छह माह के अंदर केएपीएस-4 की प्रथम क्रांतिकता की उपलब्धि न्यूक्लियर विद्युत के सभी पहलुओं – अभिकल्पन व निर्माण से लेकर कमीशनिंग व प्रचालन में एनपीसीआईएल के सामर्थ्य का प्रमाण है। केएपीएस-4 ने 31 मार्च, 2024 को वाणिज्यिक प्रचालन प्रारंभ कर दिया है।

केएपीएस-3 और केएपीएस-4 के बीच सहक्रिया इस क्षेत्र में अनवरत रूप से उत्कृष्टता प्रदर्शन के हमारे सामर्थ्य को दर्शाती है। विश्व के सर्वाधिक सुरक्षित रिएक्टरों में से एक केएपीएस-3व4 प्रगत सुरक्षा विशिष्टताओं का उत्कृष्ट उदाहरण है। भारतीय उद्योगों द्वारा उपस्करों की आपूर्ति व सेवा सहित एनपीसीआईएल द्वारा अभिकल्पित, निर्मित, कमीशन्ड एवं प्रचालित ये रिएक्टर सच्चे अर्थों में आत्मनिर्भर भारत की भावना को प्रतिबिंबित करते हैं।

एनपीसीआईएल वर्तमान में 8,180 मेगावाट की कुल क्षमता के साथ रिएक्टरों का प्रचालन कर रहा है। केएपीएस-4 के बाद, इस श्रृंखला की 4 इकाइयां निर्माणाधीन हैं। इसके अतिरिक्त, साधारण जल रिएक्टर प्रौद्योगिकी का उपयोग करते हुए 4 रिएक्टर (प्रत्येक 1,000 मेगावाट क्षमता युक्त) कुडनकुलम में रूसी सहयोग के साथ निर्माणाधीन हैं। वर्ष 2031-32 तक राष्ट्र न्यूक्लियर विद्युत की संस्थापित क्षमता को मौजूदा 8,180 मेगावाट से 22,480 मेगावाट तक ले जाने के लिए संकल्पित है। परिनियोजन की इस द्रुत गति के परिदृश्य को कायम रखने के लिए इस अवधि के दौरान इसके बाद से 'प्रत्येक वर्ष' एक न्यूक्लियर विद्युत रिएक्टर को कमीशन करने की एनपीसीआईएल की योजना है।

इस 700 मेगावाट श्रृंखला रिएक्टर में, हमने कई अतिरिक्त संरक्षा विशिष्टताएं जैसे की, संरोधन के अंदर लाइनिंग, निष्क्रिय क्षय ऊष्मा निष्कासन प्रणाली, संरोधन निस्यंदित निकासी प्रणाली, निष्क्रिय स्वोत्प्रेरक हाइड्रोजन पुनःसंयोजक, इत्यादि शामिल की हैं। हमने 700 मेगावाट दाबित भारी पानी रिएक्टरों में फीडर इंटरलीविंग का एक महत्वपूर्ण परिवर्तन किया है। यह विशेषता संभवतः विश्व में पहली बार उपलब्ध कराई गई है। यह सुनिश्चित करती है कि असामान्य स्थिति में भी रिएक्टर में हमेशा पानी की उपलब्धता बनी रहे। हमारे देश में और अन्यत्र हुए प्रचालन अनुभवों के आधार पर यह बहु-स्तरीय संरक्षा कार्यान्वयन और विश्व के अन्य भागों में हुई घटनाओं से लिए गए सबकों ने इन रिएक्टरों को विश्व के सर्वाधिक सुरक्षित रिएक्टरों में से एक बना दिया है।

एनपीसीआईएल द्वारा लगाई जा रही उल्लेखनीय छलांग, विशेषतः संयुक्त राष्ट्र जलवायु परिवर्तन सम्मेलन (कॉप 28) में हुए हालिया घटनाक्रमों के संदर्भ में, बहुमंडलीय जलवायु संबंधी कार्रवाई के अनुरूप है। कॉप 28 में, भूमंडलीय ऊर्जा अंतरण में आगे बढ़ने के लिए एक साथ आने वाले भूमंडलीय समुदाय ने वृद्धिशील जलवायु वित्तपोषण सहित अत्यधिक व द्रुत उत्सर्जन कटौती के साथ-साथ वर्ष 2050 तक न्यूक्लियर विद्युत उत्पादन में तीन गुना वृद्धि करने की आवश्यकता पर बल दिया है।

एनपीसीआईएल के न्यूक्लियर विद्युत संयंत्रों ने लगभग 870 बिलियन यूनिट स्वच्छ विद्युत का उत्पादन किया है और इस

प्रकार अब तक लगभग 748 मिलियन टन कार्बन डाईऑक्साइड के समतुल्य उत्सर्जन बचाया जा चुका है। जब राष्ट्र 2070 तक नेट ज़िरो उत्सर्जन के लक्ष्य की ओर अग्रसर है, न्यूक्लियर विद्युत आने वाली पीढ़ियों के लिए संधारणीय भविष्य के निर्माण में केंद्रीय भूमिका निभाना जारी रखेगा।

निकटवर्ती समुदायों को सहयोग प्रदान करते, एनपीसीआईएल के विभिन्न प्रयास जमीनी स्तर पर जल संवर्धन और सिंचाई, शिक्षा, स्वास्थ्य-रक्षा, आधारभूत विकास और कौशल विकास के क्षेत्रों में संधारणीय विकास सुनिश्चित करते हैं।

अंतः में, मैं एनपीसीआईएल परिवार के प्रत्येक सदस्य को आह्वान करता हूँ की, वे अपना अनवरत समर्पण और कठिन परिश्रम जारी रखे। साथ-साथ, हम न केवल स्वच्छ ऊर्जा अंतरण की दिशा में योगदान दे रहे हैं, बल्कि भारत को भूमंडलीय न्यूक्लियर ऊर्जा परिदृश्य में एक अग्रणी के तौर पर स्थापित भी कर रहे हैं।

शुभेच्छाओं सहित,

भुवन चन्द्र पाठक
अध्यक्ष एवं प्रबंध निदेशक

न्यूक्लियर पावर कॉरपोरेशन ऑफ इंडिया लिमिटेड

Clean Power Generation for the Nation

It was a great joy and privilege for all of us at Nuclear Power Corporation of India Limited (NPCIL) to welcome Hon'ble Prime Minister Shri Narendra Modi at Kakrapar Gujarat site on February 22, 2024, when he dedicated India's first pair of indigenous 700 MWe nuclear power reactors – Kakrapar Atomic Power Station Units-3&4 (KAPS-3&4) – to the nation.

On this joyous and proud occasion, I congratulate all the members of the NPCIL Parivar, including scientists, engineers, employees and vendor partners for achieving these historical milestones that have created a new benchmark in indigenous technology.

Unit-4 of Kakrapar Atomic Power Station (KAPS-4, 700 MWe) achieved a momentous milestone on December 17, 2023, by attaining the first criticality and was connected to the grid on February 20, 2024. The achievement of first criticality for KAPS-4, within six months of the commercial operation of Unit-3 at Kakrapar, is a testament to the strength of NPCIL in all aspects of nuclear power — from design and construction to commissioning and operation. KAPS-4 commenced commercial operation on March 31, 2024.

The synergy between KAPS-3 and KAPS-4 demonstrates our capability to consistently deliver excellence in the field. KAPS-3&4 are the embodiment of advanced safety features, making them among the safest in the world. Designed, constructed, commissioned, and operated by NPCIL, with the supply of equipment and services by Indian industries, these reactors truly reflect the spirit of Atmanirbhar Bharat.

NPCIL currently operates reactors with a total capacity of 8,180 MWe. Beyond KAPS-4, four units of this series are presently under construction. In addition, 4 reactors using Light Water Reactor (LWR) technology, each of 1,000 MWe capacity, are also under construction at Kudankulam with Russian cooperation. By 2031-32, the nation aims to take the installed nuclear power capacity to 22,480 MWe from the current 8,180 MWe. To put this rapid pace of deployment in perspective, NPCIL plans to commission a nuclear power reactor 'every year' henceforth during this period.

In this 700 MWe series reactors, we have included many additional safety features like the lining inside the containment, passive decay heat removal system, containment filtered venting system, passive autocatalytic hydrogen recombiners, etc. One of the significant changes we have made in the 700 MWe PHWRs is feeder interleaving. This feature has been made available probably for the first time in the world. It ensures that there is always water in the reactor even in the case of an off-normal condition. This multi-layered safety implementation, based on the operating experience within our country and elsewhere, and lessons learnt from events that took place in other parts of the world, makes these reactors among the safest in the world.

The remarkable strides NPCIL has been making are in step with the global climate action, especially in the context of the recent developments at the United Nations Climate Change Conference (COP28). At COP28, the global community, coming together in one voice for advancing global energy transition, emphasized steep and rapid emission cuts along with scaled-up climate finance as well as the need to increase nuclear power generation by three times by the year 2050.

NPCIL's nuclear power plants have generated about 870 billion units of clean electricity, saving approximately 748 million tons of carbon dioxide equivalent emissions so far. As the nation marches towards the goal of net zero emissions by 2070, nuclear power will continue to play a pivotal role in shaping a sustainable future for generations to come.

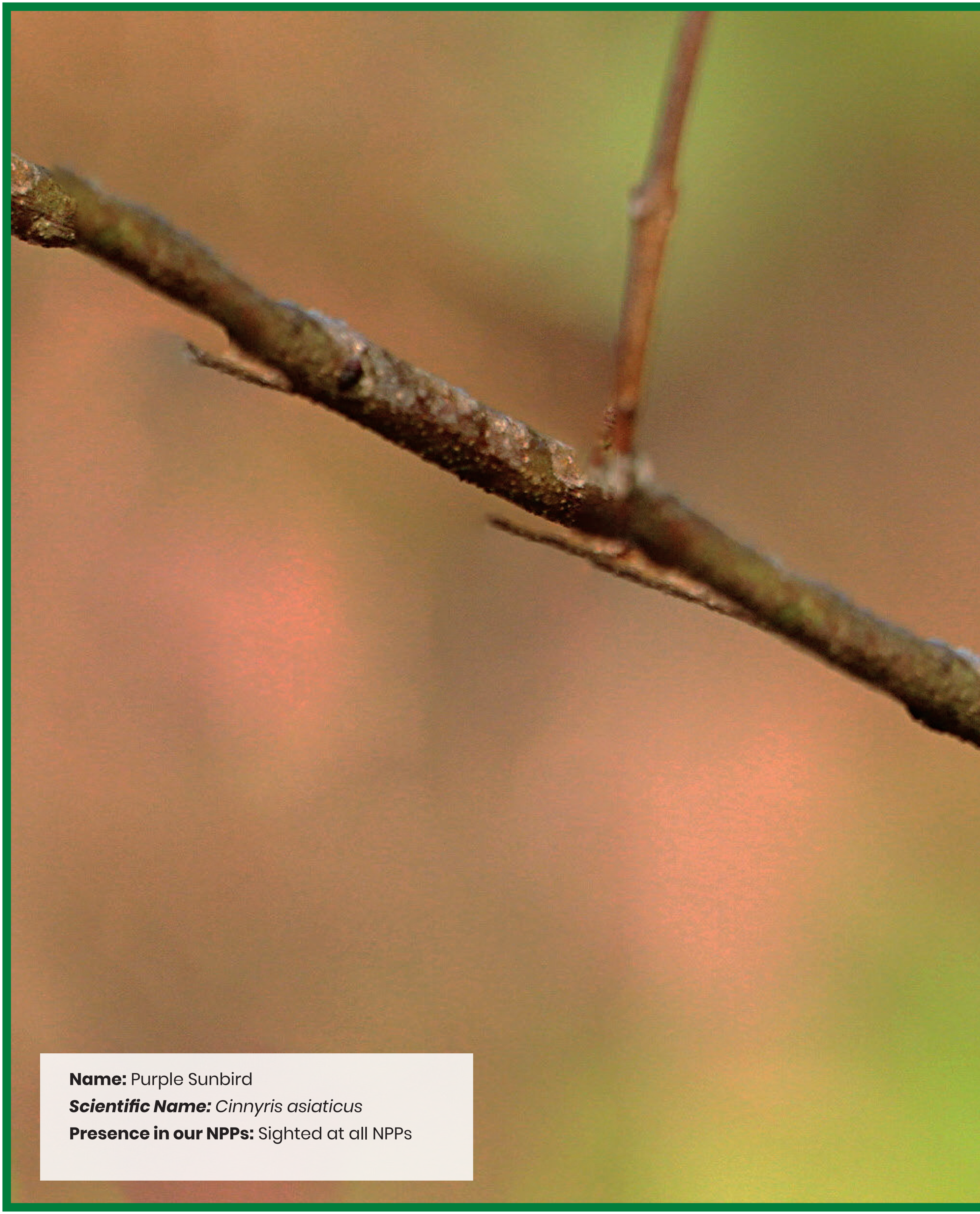
Serving the neighbouring communities, NPCIL's various initiative ensure sustainable development at the grassroots level in areas of water conservation and irrigation, education, healthcare, infrastructure development and skill development.

In conclusion, I urge to every member of the NPCIL family to continue their unwavering dedication and hard work. Together, we are not just contributing to the clean energy transition but also positioning India as a leader in the global nuclear energy landscape.

With Best Wishes,

Bhuwan Chandra Pathak
Chairman and Managing Director

Nuclear Power Corporation
of India Limited



Name: Purple Sunbird
Scientific Name: *Cinnyris asiaticus*
Presence in our NPPs: Sighted at all NPPs

Nuclear Power Reactors Globally

Photo Credit: Byanna R

वैश्विक स्तर पर प्रचालनता एवं निर्माणाधीन न्यूक्लियर विद्युत रिएक्टर्स

Nuclear Power Reactors in Operation and Under Construction Globally

प्रचालनाधीन रिएक्टर्स
*Reactors in Operation Globally: 438**

निर्माणाधीन प्रचालनता
Reactors Under Construction Globally: 58

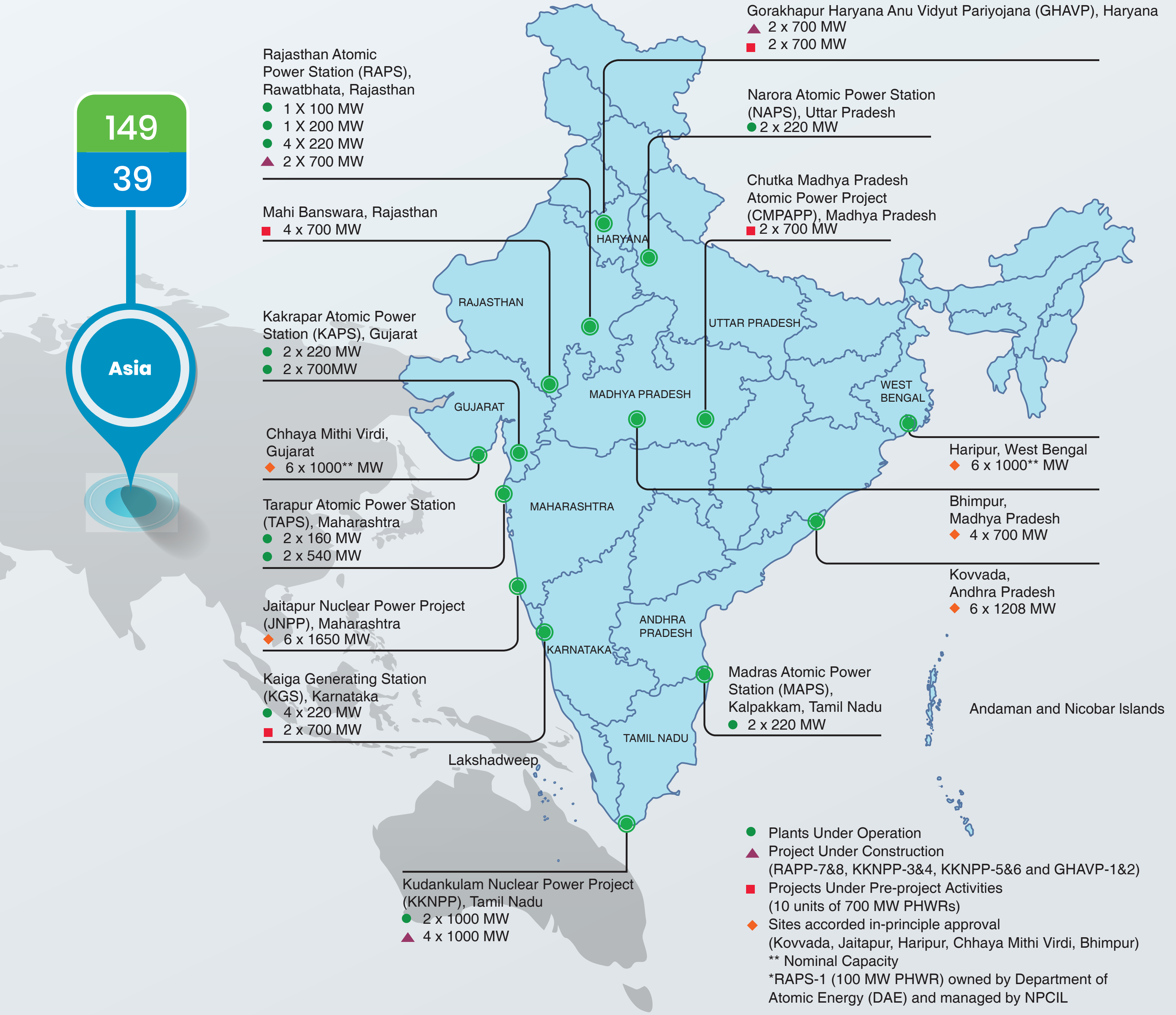
**Includes 24 reactors presently under suspended operations globally, but not in permanent shutdown*

(Data updated: February 2024) Source: PRIS and NPCIL

एनपीसीआईएल के भारत में परमाणु ऊर्जा संयंत्र और स्थल
NPCIL's Nuclear Power Plants and Sites in India

24 Reactors Under Operation

8 Under Construction / Commissioning



न्यूक्लियर विद्युत से उर्जित हैं भारत के नेट ज़िरो लक्ष्य

भारत बेहतर भविष्य के लिए एक संधारणीय विश्व की ओर बढ़ने के हेतु से, स्वच्छ ऊर्जा क्रांति का नेतृत्व कर रहा है। राष्ट्र का लक्ष्य वर्ष 2070 तक निवल-शून्य उत्सर्जन लक्ष्य को प्राप्त कर लेना है। न्यूक्लियर विद्युत के उपयोग से स्वच्छ, उत्सर्जन-मुक्त विद्युत का उत्पादन, स्वच्छ ऊर्जा समीकरण का एक महत्वपूर्ण भाग है। स्वच्छ ऊर्जा उत्पादन को और बढ़ावा देते हुए, भारत के हाल के नवीनतम न्यूक्लियर विद्युत रिएक्टर–काकरापार इकाईयां-3व4–को भारत के 700 मेगावाट के स्वदेशी न्यूक्लियर विद्युत रिएक्टरों का पहला युग्म होने का गौरव प्राप्त है, जिनमें उन्नत सुरक्षा विशेषताएं हैं, तथा वर्तमान में ऐसे कई और रिएक्टर निर्माणाधीन और योजनाधीन हैं।

Nuclear Power Fuels India's Net-Zero Goals

India is leading the clean energy revolution to usher in a sustainable world for a better future. The nation is aiming to achieve its net-zero emissions target by the year 2070. The clean, near-emissions-free power generation using nuclear energy is thus a significant component of the clean energy equation. Spurring clean power generation further, India's most recent nuclear power reactors–Kakrapar units-3&4–have the distinction of being India's first pair of 700 MWe indigenous nuclear power reactors hosting advanced safety features, with many more such reactors being presently built and planned.

Follow us at:
www.npcil.nic.in | www.npcilcareers.co.in | NpcilOfficial | NpcilOfficial | @Npcil-Official | Npcil-Official | NpcilOfficial