



LD-SAFE: laser dismantling environmental and safety assessment

Damien Roulet¹, Pierre Daguin¹, Séverine Paillard², Ioana Doyen², Julien Favrichon³, Emmanuel Porcheron⁴, Patrice François⁵, Antonis Calogiros⁶, Anton Nulens⁷, and Tomas Adrian Recio Miranda⁸

¹ONET Technologies, Engineering Business Unit, 26700, Pierrelatte, France

²CEA, DES, ISAS, DM2S, SEMT, LTA, Université Paris-Saclay, 91191, Gif-Sur-Yvette, France

³CEA, DES, ISEC, DE2D, SEAD, LSTD, Université Montpellier, Marcoule, France

⁴IRSN, PSN-RES, SCA, 91192, Gif-Sur-Yvette, France

⁵IRSN, PSN-EXP, SSRD, 92260, Fontenay-aux-Roses, France

⁶Vysus Group, Risk Management department, M22 5TG, Manchester, UK

⁷EQUANS, 2480, Dessel, Belgium

⁸Tecnatom, 28703, San Sebastian de los Reyes (Madrid), Spain

Correspondence: Damien Roulet (droulet@onet.fr) and Pierre Daguin (pdaguin@onet.fr)

Published: 10 November 2021

1 English version

1.1 Introduction

The decommissioning of nuclear facilities needs the development of innovative technologies in order to improve safety, radiation protection, waste management, time and cost aspects. Among innovative technologies which could be used, the laser cutting technology is one of the most promising in this context in comparison with conventional cutting techniques currently used. A European consortium composed of 6 companies (ONET Technologies, CEA, IRSN, Tecnatom, EQUANS and Vysus Group) has been granted an H2020 project called “LD-SAFE”, focusing on removing the last technical, financial and psychological barriers to propose the laser cutting technology as an alternative to the conventional cutting techniques used for the decommissioning of power nuclear reactors and mainly the reactor vessel internals (RVI) and reactor pressure vessels (RPV).

1.2 LD-SAFE

Dismantling of the reactor vessel and internals represents a great challenge technically and in terms of safety, involving long periods of planning and execution, and generally becoming a critical path. In this context, laser cutting has certain advantages: excellent cutting performance; lower gener-

ation of dust and smoke and secondary waste with respect to thermal and mechanical techniques, respectively, and safety in operation and maintenance (robustness and remote operation).

That is why the LD-SAFE project will evaluate the safety of the use of laser technology (in air and underwater) for vessel and internal dismantling. This evaluation will be done in 4 stages:

- Risk analysis under nominal and accidental conditions, completed in 2021, which preliminarily demonstrates the safety of its implementation.
- Acquisition of laboratory results of hydrogen and aerosol generation, and possible impact of residual laser beam.
- Generic safety assessment following International Atomic Energy Agency (IAEA) methodology, with the additional objective of being easily adaptable to future end-user conditions and reducing their licensing effort.
- Independent safety assessment, to be carried out by the Radioprotection and Nuclear Safety Institute (IRSN).

1.3 Conclusion

At the end of LD-SAFE, the suitability of the laser cutting technology to address the challenges of the dismantling

power nuclear reactor and its capability to improve these projects with respect to safety, radioactive waste, time and cost, will be confirmed on the basis of the demonstrators and the other project outputs such as the technology qualification and the generic safety assessment.

2 Deutsche Version

2.1 Einleitung

Die Stilllegung kerntechnischer Anlagen erfordert die Entwicklung innovativer Technologien, um die Sicherheit, den Strahlenschutz, die Abfallentsorgung sowie die Zeit- und Kostenaspekte zu verbessern. Unter den innovativen Technologien, die zum Einsatz kommen könnten, ist die Laserschneidetechnik im Vergleich zu den derzeit verwendeten konventionellen Schneidetechniken eine der vielversprechendsten in diesem Zusammenhang. Ein europäisches Konsortium aus 6 Unternehmen (ONET Technologies, CEA, IRSN, Technatom, EQUANS und Vysus Group) hat den Zuschlag für ein H2020-Projekt mit der Bezeichnung „LD-SAFE“ erhalten, das darauf abzielt, die letzten technischen, finanziellen und psychologischen Hindernisse aus dem Weg zu räumen, um die Laserschneidetechnik als Alternative zu den konventionellen Schneidetechniken vorzuschlagen, die bei der Stilllegung von Leistungsreaktoren und vor allem bei den Strukturen des Reaktorbehälters (RVI) und des Reaktor-druckbehälters (RDB) eingesetzt werden.

2.2 LD-SAFE

Die Demontage des Reaktorbehälters und der inneren Strukturen stellt eine große technische und sicherheitstechnische Herausforderung dar, die lange Planungs- und Ausführungszeiten erfordert und in der Regel zu einem kritischen Pfad wird. In diesem Zusammenhang bietet das Laserschneiden einige Vorteile: hervorragende Schneidleistung, geringere Staub- und Rauchentwicklung und weniger Sekundärabfälle als bei thermischen bzw. mechanischen Verfahren sowie Sicherheit bei Betrieb und Wartung (Robustheit und Fernsteuerung).

Aus diesem Grund wird im Rahmen des LD-SAFE-Projekts die Sicherheit des Einsatzes der Lasertechnologie (in der Luft und unter Wasser) bei der Zerlegung von Reaktoren und innerer Strukturen bewertet. Diese Bewertung wird in 4 Phasen durchgeführt:

- Risikoanalyse unter nominalen und unvorhergesehenen Bedingungen, die 2021 abgeschlossen sein wird und die Sicherheit der Anwendung vorläufig nachweist.
- Erfassung von Laborergebnissen zur Wasserstoff- und Aerosolerzeugung sowie zu möglichen Auswirkungen des verbleibenden Laserstrahls.
- Allgemeine Sicherheitsbewertung nach der Methodik der Internationalen Atomenergie-Organisation (IAEO) mit dem zusätzlichen Ziel, leicht an künftige Endnutzerbedingungen angepasst werden zu können und den Genehmigungsaufwand zu verringern.
- Unabhängige Sicherheitsbewertung, die vom Institut für Strahlenschutz und nukleare Sicherheit (Radioprotection and Nuclear Safety Institute, IRSN) durchgeführt werden soll.

2.3 Schlussfolgerung

Am Ende von LD-SAFE wird die Eignung der Technologie des Laserschneidens zur Bewältigung der Herausforderungen beim Rückbau von Leistungsreaktoren sowie ihre Fähigkeit, diese Projekte im Hinblick auf Sicherheit, radioaktive Abfälle, Zeit und Kosten zu verbessern, auf der Grundlage der Demonstratoren und der anderen Projektergebnisse wie der Technologiequalifizierung und der allgemeinen Sicherheitsbewertung bestätigt werden.

Acknowledgements. LD-SAFE is a H2020 project under the call NFRP-09 “Fostering innovation in decommissioning of nuclear facilities” funding by the European Commission (Euratom). The authors thank Seif Ben Hadj Hassine, the European Commission Project Officer.

Financial support. This project has received funding from the Euratom research and training programme 2019–2019 under grant agreement no. 945255.