



L 4.1 - Document de strategie privind principalele direcții și acțiuni de asigurare a viabilității pe termen lung a infrastructurii de cercetare ALFRED

Pachet de Lucru: 4

Activitatea: 4.1-1

Responsabil livrabil: Roxana Roman (RATEN)

Autori: Daniela Gugiu (RATEN)

Roxana Roman (RATEN)

Cristina Mărgeanu (RATEN)

Iuliana Vișan (RATEN)

Constantin Păunoiu (RATEN)

Andreea Moise (RATEN)

Alice Dinu (RATEN)

Termen: 25.11.2019

Proiectul PRO ALFRED este finanțat de Ministerul Cercetării și Inovării prin Sub-Programul 5.5 – Program de cercetare, dezvoltare și inovare pentru reactori de Generția a IV-a - ALFRED, Contract 5/18.09.2019

Avize și semnături			
Funcția	Nume	Data	Semnătura
Director Științific	Alexandru Toma		
Director Proiect:	Daniela Diaconu		
Responsabil compartiment MC	Gheorghe Savu		
Responsabil Pachet de Lucru	Daniela Gugiu		
Responsabil Livrabil	Roxana Roman		
Autori:	Daniela Gugiu		
	Roxana Roman		
	Cristina Mărgeanu		
	Iuliana Vișan		
	Constantin Păunoiu		
	Andreea Moise		
	Alice Dinu		

L 4.1 - Document de strategie privind principalele direcții și acțiuni de asigurare a viabilității pe termen lung a infrastructurii de cercetare ALFRED



CUPRINS

Lista de acronime	1
Rezumat	2
1. Introducere	4
2. Aspecte strategice în asigurarea sustenabilității infrastructurilor de cercetare - dezvoltare	5
2.1. Direcții generale	5
2.1.1. Menținerea unui nivel înalt de competitivitate	5
2.1.2. Managementul / gestionarea datelor pe întreaga durată de viață a infrastructurilor	8
2.1.3. Configurarea și asigurarea fiabilității pe termen lung	10
2.1.4. Atragerea și păstrarea oamenilor de știință și a personalului calificat	11
2.1.5. Exploatarea pe deplin a potențialului infrastructurilor de cercetare	13
2.1.6. Evaluarea impactului socio - economic	14
2.1.7. Planificarea fazei de închidere a unei infrastructuri de cercetare	15
2.1.8. Recomandări finale	16
2.2. Etapa de planificare a unei infrastructuri de cercetare; faza de pre-operare	18
2.2.1. Procesul decizional, proiectare și planificare	18
2.2.2. Statut juridic și guvernanta	20
2.2.3. Finanțarea și accesarea fondurilor	21
2.2.4. Provocări și riscuri	22
2.2.5. Implementare	23
2.3. Etapa de operare a unei infrastructuri de cercetare	24
2.3.1. Criterii pentru evaluarea eficacității unei infrastructuri de cercetare	24
2.3.2. Guvernața	25
2.3.3. Suportul financiar	25
2.3.4. Optimizarea costurilor	26
2.3.5. Riscuri	27
2.3.6. Accesibilitatea și transparența informației	28
2.3.7. Managementul resursei umane	28

L 4.1 - Document de strategie privind principalele direcții și acțiuni de asigurare a viabilității pe termen lung a infrastructurii de cercetare ALFRED



2.3.8. Interesul comunității științifice și politici de acces.....	29
2.3.9. Inovare și transfer de tehnologie.....	30
2.3.10. Conștientizarea și mobilizarea publică	30
2.4. Etapa de dezafectare / închidere	31
3. Flexibilitatea infrastructurii ALFRED – suport în asigurarea sustenabilității	32
3.1. Provocările tehnologiei LFR.....	32
3.1.1. Coroziunea	32
3.1.2. Impactul iradierii cu neutroni.....	33
3.1.3. Chimia agentului de răcire	34
3.1.4. Componentele și sistemele reactorului	34
3.1.5. Aspecte de termohidraulică	36
3.1.6. Teste integrale	37
3.1.7. Combustibilul nuclear	37
3.2. Infrastructura ALFRED – flexibilitate în abordarea proceselor de demonstrare, testare și validare.....	37
4. Obiectivele de sustenabilitate ale infrastructurii de cercetare ALFRED	50
4.1. Beneficiile infrastructurii	50
4.2. Impactul infrastructurii	52
4.2.1. Impactul la nivel regional și național.....	52
4.2.2. Impactul social	53
4.2.3. Impactul economic.....	54
4.2.4. Impactul asupra programelor educaționale și de formare profesională	55
4.2.5. Impactul asupra capitalului uman și social	56
4.3. ALFRED – posibil prototip pentru un SMR răcit cu plumb.....	57
Concluzii	63
Referințe.....	65

Lista de acronime

Acronim	Definiție
ALFRED	<u>A</u> dvanced <u>L</u> ead-cooled <u>F</u> ast <u>R</u> eactor <u>E</u> uropean <u>D</u> emonstrator – Reactor rapid avansat demonstrativ răcit cu plumb
FDO	<u>F</u> undamental <u>D</u> emonstration <u>O</u> bjective – Obiectiv fundamental demonstrativ
HDC	<u>H</u> igh-level <u>D</u> esign <u>C</u> riteria – Criteriu de proiectare de nivel înalt
HLM	<u>H</u> eavy Liquid <u>M</u> etal – Metale grele topite
IAEA	International Atomic Energy Agency - Agenția Internațională pentru Energie Atomică
IMM	Intreprinderi micro, mici și mijlocii
LFR	<u>L</u> ead-cooled <u>F</u> ast <u>R</u> eactor – Reactor rapid răcit cu plumb
OECD	Organisation for Economic Co-operation and Development
SMR	<u>S</u> mall <u>M</u> odular <u>R</u> eactor – reactor modular de mici dimensiuni
SNETP	<u>E</u> uropean <u>S</u> ustainable <u>N</u> uclear <u>E</u> nergy <u>T</u> echnology <u>P</u> latform – Platforma Europeană pentru tehnologia energiei nucleare sustenabilă
TRL	Technological Readiness Level – nivel de dezvoltare tehnologică

L 4.1 - Document de strategie privind principalele direcții și acțiuni de asigurare a viabilității pe termen lung a infrastructurii de cercetare ALFRED



Rezumat

Experiența câștigată în proiectarea și exploatarea infrastructurilor europene de cercetare – dezvoltare evidențiază faptul că sustenabilitatea unor astfel de infrastructuri poate fi asigurată încă din faza de concept prin definirea flexibilă a obiectivelor facilității, printr-un design adecvat și optimizarea lui ținând cont de aspectele impuse de evoluția tehnologiei.

Reactorul rapid de demonstrație răcit cu plumb ALFRED (Advanced Lead-cooled Fast Reactor European Demonstrator) și facilitățile de cercetare asociate reprezintă o infrastructură cuprinzătoare, complexă, flexibilă și durabilă, concepută astfel încât să facă față nevoilor actuale și viitoare generate de tehnologia reactorilor rapizi răciți cu plumb (LFR).

Sustenabilitatea este o problemă-cheie a tuturor infrastructurilor de cercetare care sunt de obicei concepute pentru a servi unui obiectiv pe termen scurt, deși au un timp de viață mai lung. Pentru a rezolva această problemă, infrastructura ALFRED este complet integrată într-o foaie de parcurs experimentală care se așteaptă să integreze reactorul ALFRED și să sprijine dezvoltarea tehnologiei LFR, dincolo de construcția demonstratorului însuși, spre dezvoltarea viitoare a unei flote comerciale de reactori rapizi răciți cu plumb.

Astfel, beneficiind de avantajele abordării etapizate a demonstratorului ALFRED, abordare prin care se va crește progresiv temperatura și puterea de funcționare a reactorului, ALFRED în sine va reprezenta demonstratorul tehnologiei LFR pe termen scurt, dar, mai ales, un credibil și valoros candidat pentru un prototip de reactor mic modular (SMR) răcit cu plumb, odată ce va ajunge în etapele respective de funcționare, reprezentând astfel o oportunitate majoră pentru exploatarea pe termen scurt a tehnologiei LFR în sectorul comercial.

Infrastructura de cercetare ALFRED va sprijini abordarea etapizată a demonstratorului, abordând cele mai înalte priorități în ceea ce privește nevoile de cercetare și dezvoltare pentru a permite autorizarea și funcționarea în condiții de siguranță a reactorului în etapa 1. Odată ce acest prim obiectiv va fi atins, infrastructura de cercetare va continua să sprijine optimizarea demonstratorului pentru etapele ulterioare, extinzând astfel rezultatele obținute în etapele anterioare și contribuind astfel la asigurarea sustenabilității.

Având ca baza expertiza generată în exploatarea altor instalații, ținând cont atât de nevoile actuale identificate, cât și de cele anticipate necesare pentru stabilirea obiectivelor și a nivelului de flexibilitate a infrastructurii ALFRED, acest document

L 4.1 - Document de strategie privind principalele direcții și acțiuni de asigurare a viabilității pe termen lung a infrastructurii de cercetare ALFRED



oferă o imagine de ansamblu privind principalele direcții de urmat în asigurarea sustenabilității unei infrastructuri de cercetare – dezvoltare, în general, precum și a aspectelor majore privind sustenabilitatea infrastructurii ALFRED prin colectarea și analiza informațiilor privind:

- aspectele cheie care asigură viabilitatea pe termen lung a infrastructurii de cercetare ALFRED bazată pe expertiza acumulată în exploatarea altor instalații experimentale așa cum reies din analizele și recomandările organizațiilor internaționale precum OECD, IAEA, Comisia Europeană (Capitolul 2);
- provocările actuale, precum și elementele care pot contribui la anticiparea nevoilor viitoare privind activitățile de demonstrare, testare și validare cerute de evoluția tehnologiei LFR (Capitolul 3).
- contribuții și recomandări privind stabilirea și atingerea obiectivelor și flexibilității infrastructurii experimentale ALFRED pentru a asigura viabilitatea pe termen lung a acesteia (Capitolul 4).

Trebuie subliniat faptul că principalele direcții strategice recomandate de organizațiile internaționale sunt urmate și fac obiectul studiilor, analizelor și aplicării lor la infrastructura ALFRED în cadrul proiectului PRO ALFRED, fiind abordate în detaliu în pachetele de lucru.

Beneficiile dezvoltării infrastructurii ALFRED se vor reflecta în domeniile tehnice și științifice, prin contribuția directă la inovare, prin optimizări ale proceselor tehnologice, dezvoltarea de noi produse și servicii, dar și în domeniul educației ajutând la instruirea noilor generații de specialiști ce trebuie să asigure operarea în condiții de securitate nucleară a noilor sisteme nucleare inovative.

1. Introducere

În ultimii ani, în Europa, s-a observat o creștere a numărului de infrastructuri de cercetare operaționale sau planificate. Acestea oferă posibilități semnificative de cercetare-dezvoltare-inovare, dar trebuie să facă față provocării de a asigura o operare sustenabilă la cel mai înalt nivel tehnologic.

Infrastructurile de cercetare joacă un rol important în domeniului tehnologiilor și cunoștințelor avansate; ele pot fi facilități de cercetare-dezvoltare unice, de importanță majoră, capabile să realizeze activități de cercetare tehnico-științifică la cel mai înalt nivel.

Sustenabilitatea infrastructurilor de cercetare poate fi definită, conform unui raport OECD, drept ”capacitatea unei infrastructuri de cercetare de a rămâne operativă, eficientă și competitivă pe toată durata de viață preconizată”.

Tinând cont de instalațiile experimentale existente, infrastructura ALFRED este necesară și potrivită pentru investigarea aspectelor cheie legate de metalele grele lichide și pentru a sprijini dezvoltarea tehnologică a reactorilor rapizi răciți cu plumb, în timp ce demonstratorul ALFRED însuși va susține calificarea materialelor supuse iradierii cu neutroni rapizi în mediu reprezentativ.

Astfel, infrastructura ALFRED poate fi considerată ca o investiție strategică pe termen lung, de o importanță deosebită în dezvoltarea noilor sisteme nucleare inovative de Generație IV (Gen IV), cu potențial de progres științific în domeniul nuclear.

2. Aspecte strategice în asigurarea sustenabilității infrastructurilor de cercetare - dezvoltare

Practicile și politicile necesare pentru promovarea unei infrastructuri de cercetare depind de mai mulți factori, printre care: eficiența și eficacitatea investițiilor de achiziționare și utilizare a infrastructurii, natura infrastructurii (localizată sau distribuită), rolul acesteia, resursa umană, organisme de finanțare naționale și/sau internaționale. Nu există un model general care să se potrivească pentru toate infrastructurile de cercetare; cu toate acestea, se pot identifica o serie de direcții comune, prezentate în continuare.

2.1. Direcții generale

Existența unor infrastructuri de cercetare la nivel național, precum infrastructura ALFRED reprezintă ocazia României de a se apropia de economiile dezvoltate ale Europei, ocupând un loc central în inițiativele de cercetare internațională.

Atingerea acestui obiectiv se poate realiza prin asigurarea sustenabilității infrastructurii de cercetare ce constă în abordarea și implementarea unor direcții strategice așa cum reiese din analizele și recomandările organizațiilor internaționale precum OECD, IAEA, Comisia Europeană [1-5] a căror sinteză este prezentată în continuare.

2.1.1. Menținerea unui nivel înalt de competitivitate

Obiectiv comun al infrastructurilor de cercetare este menținerea la un nivel de vârf în știință, răspunzând în același timp nevoilor unui mediu competitiv, prin asigurarea unor servicii de calitate.

La baza competitivității se află excelența științifică a infrastructurilor de cercetare. Excelența în știință și garantarea unor servicii de calitate sunt imperative pentru performanță infrastructurilor de cercetare, calitate care trebuie evaluată cu regularitate. Se semnalează astfel, necesitatea unor comisii de evaluare științifică și tehnică independente pentru a garanta furnizarea unor servicii optime care să reflecte cerințele diferitelor comunități de utilizatori.

Factorii și acțiunile care pot conferi un cadru potrivit în asigurarea excelenței științifice se referă la:

L 4.1 - Document de strategie privind principalele direcții și acțiuni de asigurare a viabilității pe termen lung a infrastructurii de cercetare ALFRED



→ Autoritățile naționale împreună cu parteneri industriali trebuie să sprijine, prin intermediul mijloacelor adecvate, eforturile pentru excelență în infrastructurile de cercetare pe toată durata de viață a acestora.

Pentru a asigura excelența științifică (metodologii de vârf, personal foarte bine calificat, servicii și suport) trebuie îndeplinite o serie de condiții:

→ dezvoltarea unei culturi care să încurajeze și să sprijine puternic cercetarea internă și/sau dezvoltările tehnologice și,

→ existența unui angajament față de comunitatea de utilizatori și a unor mecanisme de acces care să încurajeze și să faciliteze accesul celor mai buni cercetători la infrastructurile de cercetare.

Aceste activități trebuie corelate cu un cadru de finanțare capabil să ofere suport și perspective pe termen lung care să conducă la o creștere a competitivității prin inovare. În plus, apare necesitatea dezvoltării unor politici comune într-un cadru național și/sau european vast.

→ Autoritățile naționale ar trebui să elaboreze proceduri de evaluare standardizate, eficiente și robuste pentru evaluarea infrastructurilor de cercetare.

Infrastructurile de cercetare sunt direct legate de o nevoie de finanțare masivă pe termen lung pentru diferite etape ale acestora, de ex : finanțare în etapa de proiectare și pregătire, investiții mari pentru faza de implementare, finanțare constantă în faza de operare, costuri asociate ultimei faze. Prin urmare, se consideră necesar și important să se stabilească o metodologie standardizată de evaluare privind răspunderea financiară și decizii transparente de finanțare.

O evaluare robustă se dovedește utilă prin contribuția la menținerea unor standarde înalte, îmbunătățirea eficienței operaționale și pentru strategia de informare și planificare. De această evaluare pot beneficia și comunitățile de utilizatori prin informarea lor asupra celor mai bune servicii și locul unde acestea pot fi oferite.

Evaluarea trebuie corelată cu impactul socio – economic și calitatea științifică, precum și cu excelența tehnică. În același timp este important să includă și alte aspecte, cum ar fi: rezistența serviciilor oferite, să includă politici de acces, gestionarea și exploatarea datelor, dezvoltarea de abilități și activități de informare, guvernanță, management și eficiență operațională.

Procesul de evaluare trebuie realizat de către experți independenți într-o manieră transparentă, deschisă și, pe cât posibil, să utilizeze un cadru de evaluare comun pentru infrastructurile de cercetare.

L 4.1 - Document de strategie privind principalele direcții și acțiuni de asigurare a viabilității pe termen lung a infrastructurii de cercetare ALFRED



→ Autoritățile naționale împreună cu infrastructurile de cercetare trebuie să dezvolte o metodologie de optimizare a gradului de utilizare a infrastructurilor de cercetare în publicații sau alte rezultate științifice.

Un indicator esențial în asigurarea excelenței științifice este evaluarea calitativă și cantitativă a rezultatelor științifice/tehnice obținute și a serviciilor oferite, cum ar fi publicarea unor teze și rezultate, dezvoltarea de noi tehnologii, inclusiv programe de calcul/simulare. Astfel, este important să se stabilească un program prin care să se asigure o colectare eficientă a acestor rezultate, cu reguli și așteptări clare pentru utilizatori.

→ Autoritățile naționale împreună cu infrastructurile de cercetare pot să dezvolte sau să continue să sprijine mecanisme de acces pentru finanțare transnațională (de ex. utilizatori din afara țării care să finanțeze infrastructurile de cercetare). Deschiderea infrastructurilor de cercetare este, de asemenea, un element esențial în atingerea și susținerea excelenței științifice.

Un acces deschis la infrastructurile de cercetare presupune atragerea unor utilizatori cu excelență științifică. Mai mult, cu cât baza de utilizatori este mai variată (fie că este vorba de domeniul științific și tehnologie, de naționalitate sau cultură) cu atât schimbul de idei și perspective este mai bogat. Acest aspect poate constitui un element important și pentru procesul de integrare europeană și accelerarea dezvoltării unor regiuni în care comunitățile de cercetare sunt mai puțin dezvoltate.

→ Infrastructurile de cercetare trebuie să mențină pasul cu progresul științific, să-și evalueze periodic performanța și importanța, să țină pasul cu tehnologiile de vârf în consultare directă cu comunitățile de utilizatori, pentru a oferi instrumente și servicii de ultimă generație.

Prin natura lor, infrastructurile de cercetare oferă comunităților științifice expertiză și suport pentru utilizatori, cel mai adesea într-un mediu cu acces deschis care stimulează creativitatea și excelența științifică. Astfel, se consideră important ca infrastructurile să se angreneze cu comunitățile de cercetare și industrie, pentru a ține pasul cu dezvoltările din știință și tehnologie prin colaborări și cu alte infrastructuri și organizații de cercetare. Se pot identifica astfel elementele lipsă între cererea utilizatorului și serviciile și instrumentele furnizate de infrastructură. Pentru aceasta, este nevoie de un mecanism eficient de comunicare și de personal dedicat care să stabilească legături colaborative cu autoritățile locale, naționale și parteneri internaționali, să descopere și să exploateze potențialele sinergii între diferiți factori de decizie ai infrastructurii.

Toate acestea permit unei infrastructuri de cercetare să dezvolte o viziune și o strategie pe termen mediu și lung pentru a face față potențialelor provocări tehnologice și științifice. Este nevoie de o finanțare stabilă pe termen lung pentru a asigura furnizarea unor servicii sigure și de calitate și pentru a atrage o comunitate puternică de utilizatori care să ofere excelență științifică și inovare.

→ Infrastructurile de cercetare trebuie să se asigure că procedurile de evaluare și selecție a propunerilor și proiectelor utilizatorilor sunt parte dintr-un proces transparent, bazat pe excelență. Procesul de aplicare și evaluare trebuie să fie accesibil inclusiv utilizatorilor care nu sunt familiari cu infrastructura sau experți în tehnicile oferite.

→ Infrastructurile de cercetare trebuie să atragă grupuri de cercetători foarte bine pregătiți, prin intermediul unei comunicări eficiente referitoare la oportunitățile de cercetare de excelență pe care infrastructura le poate oferi. Un demers în acest sens poate fi identificarea unor grupuri sau chiar sectoare de cercetare, care nu folosesc încă infrastructuri de cercetare specifice, din diferite motive: fie pentru că nu sunt la curent cu oportunitățile pe care o infrastructură le poate oferi, fie cred că există bariere în a le accesa, fie din cauza absenței unei pregătiri adecvate sau a unui context cultural. Desigur, atragerea unor comunități noi implică resurse dedicate pentru pregătire și suport, iar menținerea lor necesită un sprijin constant.

2.1.2. Managementul / gestionarea datelor pe întreaga durată de viață a infrastructurilor

Sustenabilitatea pe termen lung a infrastructurilor de cercetare implică generarea și exploatarea datelor digitale, a produselor - inclusiv softuri - și a serviciilor. Pentru a beneficia de investițiile majore în aceste infrastructuri, datele colectate trebuie să fie accesibile pentru cercetătorii dintr-un spectru larg de domenii. Astfel, datele trebuie să fie gestionate, stocate și conservate cât mai eficient din punct de vedere al costurilor, asigurând, totodată, o calitate adecvată.

Datele reprezintă un element central în ecosistemul de cercetare, ele permitând atât cercetătorilor cât și tuturor factorilor de decizie să utilizeze și să exploateze aceste date în beneficiul științei și implicit al societății.

Digitalizarea datelor valoroase obținute este un pas către inovare. Încurajarea utilizării datelor și a produselor științifice (de la faza de implementare până la faza de dezafectare a infrastructurii) duce la diminuarea decalajului de cunoaștere.

În lumea științifică sunt necesare abilități noi pentru crearea, gestionarea, analiza și furnizarea unor cantități enorme de date. Armonizarea și integrarea infrastructurilor de cercetare presupune o cultură a managementului datelor.

→ Se consideră important ca autoritățile naționale să dezvolte și să implementeze o cultură în care generația de oameni de știință să devină profesioniști în domeniul informațiilor, dezvoltând abilități noi în toate domeniile de cercetare. În acest proces de educație și formare, sunt implicați mai mulți factori de decizie, inclusiv autoritățile naționale (pentru introducerea unor politici și stimulente), agenții de finanțare, oameni de știință (pentru a sprijini inițiativele educaționale) și societatea (pentru a utiliza în mod coerent și etic aceste date și servicii).

Infrastructurile de cercetare sunt parte esențială în procesul de educare, cercetare și inovare. Acestea încurajează utilizarea inovativă a datelor, prin introducerea unor programe dedicate și politici privind un acces coordonat la date și furnizarea de servicii IT. Astfel, se conferă un mediu adecvat pentru educarea și formarea generației viitoare în știința datelor.

→ Sunt necesare acțiuni pentru armonizarea diferitelor modele de finanțare existente la nivel național și/sau european. Implementarea unui model de afacere, pe toată durata de viață a unei infrastructuri, implică costuri transparente pentru furnizarea diferitelor servicii și investigarea opțiunilor pentru implementarea și evaluarea costurilor.

→ Este necesar ca autoritățile naționale, precum și infrastructurile de cercetare, să încurajeze cooperarea internațională pentru a sprijini dimensiunea globală a managementului datelor și interoperabilitatea între acestea (produse, softuri și servicii pentru știință și societate).

→ Este necesar să se dezvolte depozite și registre de date stabile. Acest lucru implică aspecte de guvernare (a datelor și a serviciilor furnizate, inclusiv eforturi comune și responsabilități), financiare (pentru stocarea și conservarea datelor), legale (pentru licențiere) și aspecte tehnice (interoperabilitate și trasabilitate).

De asemenea, trebuie să se țină cont de implementarea unor politici la nivel național, al căror scop să fie acela de a asigura interoperabilitatea serviciilor implementate și de a facilita adoptarea unor soluții eficiente pentru conservarea datelor.

→ Infrastructurile de cercetare trebuie să aibă pregătite, încă din stadiul foarte timpuriu de planificare, un plan de management al datelor. Acesta reprezintă o parte esențială în procesul de finanțare, iar implementarea lui trebuie să fie evaluată și monitorizată cu regularitate.

L 4.1 - Document de strategie privind principalele direcții și acțiuni de asigurare a viabilității pe termen lung a infrastructurii de cercetare ALFRED



Gradul de atractivitate al unei infrastructuri de cercetare depinde, în mod semnificativ, de calitatea datelor furnizate și relevanța acestora în dezvoltarea de produse și servicii pentru părțile interesate. Este considerat importantă identificarea unor roluri foarte clare în ceea ce privește managementul datelor, făcându-se o distincție clară privind responsabilitățile fiecărei părți (utilizatori, furnizori de servicii, organizația gazdă, oameni de știință).

Toate aceste provocări implică furnizarea unor servicii, într-un mod integrat și standardizat, care să răspundă nevoilor diferitelor comunități științifice, prin intermediul unui acces "fizic" și "virtual" la resursele infrastructurii (instrumente, rețea, rezultate)

2.1.3. Configurarea și asigurarea fiabilității pe termen lung

Infrastructurile de cercetare pot fi legate de un echipament extrem de valoros, fiind caracterizate și de o perioadă lungă de dezvoltare. Finanțarea trebuie să fie adaptată nevoilor infrastructurii pentru diferitele etape viață ale acesteia. Se remarcă nevoia unui control al costurilor și al eficacității, atât pentru faza de construcție cât și pentru faza de operare. În acest sens, sunt necesare fluxuri de resurse pentru actualizare, evaluare riscurilor și planificare de urgență (situația unor evenimente neașteptate, cu impact asupra infrastructurii de cercetare).

Deși infrastructurile de cercetare au nevoi diferite în funcție de configurația și activitățile derulate, este esențial ca elemente comune privind guvernanta, finanțarea și managementul infrastructurilor să garanteze sustenabilitatea pe termen lung. Eficacitatea în aceste "aspecte administrative" va facilita activitățile infrastructurii și, prin urmare, va conduce la eficacitatea și eficiența generală a acestora.

Un model ideal de guvernare este acela în care rolurile și angajamentul părților interesate (la nivel național, european, internațional, organizații de cercetare, organizații gazdă, etc) sunt foarte clar definite, agreeate, coerente și consistente în contextul sustenabilității pe termen lung.

→ Se consideră necesară dezvoltarea unui model național de guvernare care să înglobeze un model de afacere fezabil, capabil să exploateze întregul potențial de inovare și să suporte costurile unui acces deschis, inclusiv la nivel internațional. Accesul deschis poate fi susținut și prin intermediul altor mecanisme, care să acopere total sau parțial costurile. Un model de business dezvoltat la nivel național sau european ar trebui să fie inclus în procesul de evaluare a infrastructurilor de cercetare.

→ Autoritățile Naționale ar trebuie să considere un model de guvernare care să ofere un echilibru între angajamentele de finanțare pe termen lung și evaluarea regulată a performanțelor infrastructurii de cercetare.

Durata unui angajament financiar din partea membrilor unei infrastructuri de cercetare poate varia de 1 – 2 ani la o perioadă mai mare, în funcție de factorii de decizie sau de apariția unor inițiative noi.

→ Infrastructurile de cercetare trebuie să dezvolte, încă din faza de planificare și chiar înainte de ”foaia de parcurs” (roadmap), un plan de afacere cuprinzător care să acopere toate etapele de viață, inclusiv actualizări și etapa de dezafectare. Un astfel de document trebuie să prezinte aspectele tehnice și științifice ale infrastructurii, managementul datelor, precum și un plan financiar, oferind o estimare pe cât se poate de exactă a costurilor și a veniturilor unei infrastructuri. Trebuie incluse și potențiale surse de finanțare, contribuțiile în natură preconizate, managementul lor și integrarea analizelor de risc, împreună cu un plan de intervenție.

Îmbunătățirea acoperirii costurilor unei infrastructuri de cercetare implică o vizibilitate mare a serviciilor oferite comunității științifice și transformarea costurilor operaționale în costuri eligibile pentru subvențiile de cercetare la nivel național sau european.

În vederea monitorizării și evaluării unei infrastructuri de cercetare, este necesar să se dezvolte un mecanism stabil de evaluare, care să poată fi utilizat la nivel european, împreună cu dezvoltarea unor indicatori calitativi de performanță. Această necesitate, de a avea un punct de referință internațional, este considerată un aspect relevant pentru a dezvolta o evaluare strategică în contextul european.

2.1.4. Atragerea și păstrarea oamenilor de știință și a personalului calificat

Politicile adecvate privind resursa umană reprezintă o provocare particulară.

Resursa umană include angajați ai infrastructurii, care pot juca mai multe roluri: proiectare, construire, operare, utilizare, suport și gestionare, dar și comunitatea de utilizatori. Multe dintre aceste roluri necesită abilități specializate și expertiză. Abilitățile necesare unei infrastructurii de cercetare se pot schimba pe durata de viață a acesteia, din moment ce cererea și oferta pot suferi modificări. Cu toate acestea, abilitățile legate de guvernanta și dezvoltarea unui plan de afaceri, rămân stabile pe toată durata de viață a infrastructurii.

Dezvoltarea unor abilități adecvate pentru personalul acreditat al unei infrastructurii necesită o strânsă legătură cu mediul academic. Astfel, pot fi realizate programe

L 4.1 - Document de strategie privind principalele direcții și acțiuni de asigurare a viabilității pe termen lung a infrastructurii de cercetare ALFRED



doctorale și post doctorale împreună cu universități în cadrul cărora tinerii cercetători pot acumula experiență. Pentru a obține o masă critică de oameni de știință specializați este nevoie de existența unor mecanisme și condiții de angajare atractive, un proces de recrutare transparent, deschidere la diversitate și programe doctorale și post-doctorale adaptabile.

Competența și expertiza sunt necesare în toate etapele de viață ale unei infrastructuri, de la proiectare, construcție, operare până la dezafectarea acesteia. Este important să fie luate unele măsuri între universități și infrastructuri, care să includă educație specializată și programe de pregătire. Infrastructurile de cercetare pot oferi atât expertiză specializată cât și pregătire practică. Astfel de inițiative pot fi coordonate și la nivel european, pentru a asigura un transfer de abilități și cunoștințe care pot fi aplicate într-un mod cât mai eficient în diferite infrastructuri de cercetare din diferite țări.

Se recomandă dezvoltarea unor scheme de finanțare naționale și regionale care să implice atât studenți, cât și oameni de știință și ingineri la început de carieră.

→ Infrastructurile de cercetare trebuie să elaboreze, în conformitate cu nevoile specifice, un set de reguli privind calificarea și evaluarea din timpul procesului de recrutare.

→ Se consideră necesară dezvoltarea unui cadru formal care să încurajeze mobilitatea operatorilor și managerilor în sistemul european de infrastructuri de cercetare. Acesta se poate realiza prin intermediul unor scheme de pregătire temporară, fie pe termen scurt sau chiar pe perioade de lucru nedefinite.

Un alt aspect important este și dezvoltarea abilităților utilizatorilor infrastructurilor de cercetare. Devine esențial pentru dezvoltarea unei infrastructuri, stabilirea unor programe de pregătire dedicate utilizatorilor, inclusiv celor industriali.

Factorii de decizie trebuie să pună accent pe creșterea gradului de conștientizare privind serviciile și instrumentele infrastructurii, pe îmbunătățirea cooperării cu mediul academic și industrie și să simplifice procedurile de acces pentru utilizatori noi.

Universitățile și alte forme educaționale pot oferi cursuri de master și programe de pregătire pe termen scurt, în colaborare cu infrastructurile de cercetare și, atunci când este cazul, în colaborare cu industria și mediul de afaceri. Infrastructurile de cercetare trebuie să se adapteze rapid și, eventual să își rezerve un rol de incubator și accelerador de idei și tehnologii noi.

O altă modalitate este de a organiza ”școli de vară tematice”, care să se adreseze unui spectru larg, de la studenți și cursanți până la profesori și experți cercetători.

L 4.1 - Document de strategie privind principalele direcții și acțiuni de asigurare a viabilității pe termen lung a infrastructurii de cercetare ALFRED



Un nivel de comunicare excelent și o strânsă colaborare între infrastructurile de cercetare și universități, chiar la nivel european sau global, reprezintă o cale de succes pentru a susține cercetătorii aflați la început de carieră.

2.1.5. Exploatarea pe deplin a potențialului infrastructurilor de cercetare

Infrastructurile de cercetare au un potențial de inovare care trebuie și merită exploatat pentru a asigura sustenabilitatea financiară și socială pe termen lung. Acest potențial de inovare este asociat cu: faza de construcție și modernizare (atunci când eliminarea unor bariere tehnice stimulează sau permite dezvoltarea tehnologică a companiilor); cu faza de operare (în care furnizarea serviciilor către utilizatori poate duce la descoperiri științifice și noi modalități de exploatare) precum și cu reutilizarea datelor obținute.

Există, totuși, o serie de neajunsuri atunci când vine vorba de exploatarea întregului potențial al unei infrastructuri de cercetare:

- Comunicare insuficientă și absența unui grad de conștientizare a nevoilor și oportunităților infrastructurii;
- Bariere în accesarea infrastructurilor de cercetare;
- Resursa umană insuficientă, în special la interfața dintre infrastructură și sectorul comercial.

O parte dintre aceste neajunsuri pot fi eliminate prin realizarea unui ecosistem integrat și coordonat pentru infrastructură și industrie, în care să fie implicat fiecare factor al lanțului socio-economic, inclusiv autoritățile publice la nivel local, regional, național și chiar european, în funcție de scara și scopul infrastructurii. Se consideră important ca:

→ Autoritățile naționale să încurajeze dezvoltarea ecosistemelor de inovare în jurul infrastructurilor de cercetare și să stimuleze activitățile orientate spre inovare, inclusiv potențialul de inovare al generării datelor și furnizarea serviciilor.

→ Autoritățile naționale să ofere un suport substanțial pentru implementarea unui hub de inovare în vecinătatea infrastructurii. În acest sens, Universitățile și Institutele trebuie încurajate în crearea unor campusuri în jurul infrastructurilor, cu scopul de a atrage localizarea unor întreprinderi, chiar și a celor de dimensiuni mici și mijlocii (IMM-uri) și de a oferi teren fertil pentru start-up-uri. De asemenea, trebuie încurajate și companiile private sau asociații din mediul de afaceri, prin intermediul unor aranjamente legale. De exemplu, se pot oferi scutiri de taxe pentru recrutarea

cercetătorilor cu titlu de doctor sau post-doctoranzi care au beneficiat de pregătire în cadrul infrastructurii.

→ Autoritățile naționale împreună cu infrastructurile de cercetare, Organizațiile de Cercetare, Industria și Mediul de Afaceri să faciliteze procedurile prin care o infrastructură poate deveni partener în dezvoltarea și comercializarea inovațiilor și punerea acestora în serviciul publicului larg.

→ Autoritățile naționale să colaboreze atât cu infrastructurile de cercetare, Mediul de Afaceri și Industrie, Serviciile Publice și Organizațiile de Cercetare pentru a dezvolta și co-finanța programe de schimb între anagajați și studenți doctoranzi, cu scopul de a crește gradul de conștientizare privind nevoile și oportunitățile mutuale.

2.1.6. Evaluarea impactului socio - economic

Impactul socio – economic reprezintă un factor important în deciziile legate de construirea unei infrastructuri de cercetare, în setarea nivelului de finanțare pentru operare și în deciziile privind durata de viață și faza de închidere a unei infrastructurii. Impactul socio – economic se poate manifesta diferit, în funcție de natura infrastructurii de cercetare (direct anagajată în studii empirice sau în dezvoltarea și exploatarea unor baze de date, localizată sau distribuită, națională sau internațională). De asemenea, măsura în care impactul poate fi evaluat este variată și cuprinzătoare: de la beneficiul direct al infrastructurii (investiții în economia locală, națională sau europeană prin plata salariilor, achiziția unor produse și servicii și apariția unor locuri de muncă secundare) până la impactul sau valoarea științei în sine.

De asemenea, beneficiile rezultate în urma cercetărilor variază, de la crearea unor produse pentru bunăstarea societății - cum ar fi îmbunătățiri legate de mediul înconjurător, până la impactul asupra instituțiilor publice, partenerilor industriali, care pot utiliza infrastructurile de cercetare sau pot dezvolta și valorifica tehnologiile care provin de la infrastructură. Operarea unei infrastructuri de cercetare are impact și în dezvoltarea unor abilități și programe de pregătire pentru studenți, inclusiv studenți la master sau doctorat, prin posibilitatea efectuării unor stagii de pregătire în cadrul infrastructurii. Pentru a evalua impactul socio – economic al unei infrastructuri de cercetare, este necesar ca:

→ Autoritățile naționale să dezvolte un model bazat pe indicatori de performanță, al cărui scop să fie acela de a oferi un termen de comparație între diferitele tipuri de infrastructuri, recunoscând în același timp gradul de diversitate și beneficiile asupra societății.

L 4.1 - Document de strategie privind principalele direcții și acțiuni de asigurare a viabilității pe termen lung a infrastructurii de cercetare ALFRED



→ Autoritățile naționale și Organizațiile de Finanțare să ofere o viziune clară privind rolul impactului socio – economic în societate, astfel încât operatorii infrastructurilor de cercetare să poată lua deciziile adecvate în dezvoltarea modelelor strategice și de operare privind îmbunătățirile aduse infrastructurii. Măsurătorile periodice ale impactului socio – economic ar trebuie să fie parte din procesul de evaluare al unei infrastructuri.

→ Autoritățile naționale să adopte, corespunzător nevoilor particulare, un model dezvoltat la nivel european, să îl implementeze în procesul național de evaluare a impactului socio – economic și să îl utilizeze pentru a realiza o comparație la nivel european.

→ Infrastructurile de Cercetare să dedice resurse suficiente, atât pentru a evalua impactul socio – economic, cât și pentru a comunica valoarea acestuia audiențelor țintă, de la publicul general până la factori de decizie, cu scopul de a câștiga acceptanță și suport la toate nivelurile

2.1.7. Planificarea fazei de închidere a unei infrastructuri de cercetare

Etapă de dezafectare a unei infrastructuri de cercetare implică resurse semnificative și timp. Deși managerii unei infrastructuri caută permanent să modernizeze facilitatea și să mențină un nivel ridicat de excelență științifică, apariția unor noi competitori precum și nevoia finanțatorilor și a instituțiilor gazdă de a-și raționaliza portofoliile, presupun fie restructurarea infrastructurii pentru alte scopuri, fie închiderea și dezafectarea ei. Indiferent de natura infrastructurii de cercetare datele și, uneori chiar elemente fizice, trebuie să fie conservate și transferate altor infrastructuri, iar angajații trebuie să le gestioneze într-o manieră adecvată pentru a evita pierderea unor informații, cunoștințe sau experiențe. Prin urmare, în această etapă se consideră important ca:

Finanțatorii și structurile de guvernare să dezvolte un plan adecvat pentru faza de închidere a unei infrastructurii. Acest plan trebuie să fie dezvoltat indiferent dacă mecanismele de monitorizare indică faptul că infrastructura poate oferi servicii de valoare într-un viitor predictibil. De asemenea, trebuie să conțină informații privind procesul și perioada de funcționare, scenariul de închidere (terminare/dezafectare, reutilizare, transformare, etc), să includă date adecvate privind arhivarea și politica de transmitere a datelor, precum și o strategie privind tranziția angajaților.

2.1.8. Recomandări finale

Asigurarea sustenabilității pe termen lung a unei infrastructuri de cercetare cuprinde următoarele inițiative, practici și recomandări:

- Pentru a asigura excelența științifică, infrastructurile de cercetare pot adopta anumite practici și inițiative:
- Dezvoltarea unor politici de acces transparente;
- Dezvoltarea unor mecanisme de suport multidisciplinare, inclusiv module de pregătire;
- Implementarea unei metode de evaluare efectivă, robustă și sistematică a infrastructurii de cercetare;
- Dezvoltarea unui set de indicatori de performanță pentru evaluarea calității și impactului infrastructurii de cercetare și a serviciilor oferite de aceasta;
- Publicarea, diseminarea rezultatelor și încurajarea implementării unui sistem de monitorizare a acestora.
- Infrastructurile de cercetare trebuie să devină piloni în crearea și distribuirea datelor, prin:
- Încurajarea unui acces deschis la rezultatele cercetărilor obținute;
- Stabilirea unor politici transparente de management al datelor, crescând standardizarea, interoperabilitatea serviciilor și replicabilitatea cercetării;
- Promovarea re-utilizării datelor în scopul cercetării, inovării și educației;
- Promovarea unui Plan de Management al Datelor care să se adreseze producerii și diseminării acestora, inclusiv conservării lor pe termen lung;
- Pentru asigurarea unei guvernante pe termen lung și un management sustenabil, este nevoie de:
- Sincronizarea foilor de parcurs naționale / buget și alinierea lor cu procesul de "roadmapping,, european;
- Optimizarea utilizării Fondurilor Europene Structurale și de Investiții pe toată durata de viață a infrastructurilor de cercetare;
- Optimizarea unui plan de finanțare prin facilitarea accesului la instrumentele europene de finanțare (EFSI, ESIF, InnovFin)
- Încurajarea fondurilor private pentru dezvoltarea de noi servicii și tehnologii;
- Creșterea transparenței privind costurile accesului la infrastructură (ca un cost eligibil în grant-ul de cercetare);
- Stimularea implicării Statelor Membre în dezvoltarea infrastructurilor europene și a unui sistem de monitorizare stabil;
- Stabilirea unui plan pentru etapa de închidere, incluzând arhivarea și politici de transmitere a datelor, precum și un plan privind tranziția anagajaților;

L 4.1 - Document de strategie privind principalele direcții și acțiuni de asigurare a viabilității pe termen lung a infrastructurii de cercetare ALFRED



-
- Pentru dezvoltarea abilităților și mobilitatea actorilor implicați, anumite practici și inițiative pot fi consolidate:
 - Încurajarea mobilității personalului, prin intermediul unor programelor de schimb;
 - Susținerea accesului transnațional la infrastructură;
 - Diseminarea oportunităților pentru acces și locuri de muncă la infrastructurile de cercetare prin intermediul unui portal centralizat;
 - Susținerea accesului transfrontalier la infrastructurile de cercetare prin programe de finanțare regionale sau naționale;
 - Creșterea vizibilității serviciilor oferite de infrastructurile de cercetare și extinderea comunităților de utilizatori.
 - Pentru exploatarea pe deplin a potențialului infrastructurilor de cercetare și stimularea angajamentului industriei, următoarele măsuri pot fi considerate:
 - Susținerea integrării infrastructurilor de cercetare în ecosistemul regional inovativ;
 - Dezvoltarea unor mecanisme specifice care să faciliteze transferul de cunoștințe și tehnologie în mediul industrial, public și comercial;
 - Creșterea angajamentelor cu mediul industrial, IMM-uri și start-up-uri, prin scheme dedicate de pregătire și schimb;
 - Includerea unor prevederi în politicile de acces pentru a facilita utilizarea serviciilor furnizate de infrastructurile de cercetare Industriei, Mediului de Afaceri și Sectorului Public;
 - Dezvoltarea unor foi de parcurs strategice privind construcția și modernizarea infrastructurilor de cercetare pan – europene, în sinergie cu alte inițiative de cercetare la nivel european.
 - Pentru a crește impactul, valoarea și beneficiile infrastructurilor de cercetare, este nevoie de:
 - Dezvoltarea unor criterii care să definească impactul social, cultural politic și de mediu;
 - Integrării infrastructurilor de cercetare în ecosistemul regional științific, economic și social prin evaluarea contribuției acestora la strategiile naționale și/sau regionale privind cercetarea și inovarea;
 - Dezvoltarea și adoptarea unui model internațional care să descrie impactul socio – economic al infrastructurii, în baza unor indicatori calitativi și cantitativi.

2.2. Etapa de planificare a unei infrastructuri de cercetare; faza de pre-operare

Termenul de fază de pre-operare se referă la perioada dintre propunerea conceptului și planificarea etapelor unei infrastructuri de cercetare noi până la prima operare. Prin urmare, această etapă include planificarea, proiectarea și construirea facilității. Infrastructurile de cercetare care se bazează pe instalarea și instrumentarea unor tehnologii la scară mare și necesită mult timp pentru construire și punere în funcțiune, prin comparație cu alte infrastructuri dezvoltate pentru facilități deja existente. Infrastructurile de cercetare multinaționale necesită, de asemenea, un timp în plus pentru această etapă de pre-operare din cauza nevoii de coordonare și management între parteneri din diferite țări sau chiar continente.

În ceea ce privește sustenabilitatea unei infrastructuri de cercetare, aceasta își are originea în perioada de pre-operare. Există câteva aspecte esențiale care trebuie determinate în această etapă, cum ar fi : alegerea misiunii științifice a infrastructurii, localizarea acesteia, proiect și instrumentare, organizare și construire, etc

2.2.1. Procesul decizional, proiectare și planificare

Orice proiect trece printr-o etapă pregătitoare și o etapă de aprobare, antemergătoare etapei de implementare. Această abordare este în concordanță cu cele mai bune practici internaționale.

În faza pregătitoare este testată robustețea conceptelor științifice și tehnologice, aceasta fiind o etapă critică în care o infrastructura de cercetare trebuie să-și demonstreze meritele din punct de vedere al misiunii științifice, dar și fezabilitatea și valoarea adăugată. Totodată, se identifică comunitatea de utilizatori și părțile interesate și se efectuează o analiză de decalaj a peisajului științific, într-o perspectivă internațională. În acest fel, se contribuie la o îmbunătățire a utilizării eficiente a resurselor și, cel mai important, ajută conducerea infrastructurii să concentreze misiunea științifică pe obținerea unor rezultate unice și excelente la prețuri cât mai scăzute.

Eficiența etapei de planificare este mult sporită datorită unor mecanisme structurale și transparente privind luarea deciziilor. Procesul de luare a deciziilor poate varia în funcție de dimensiunea facilității, de influența domeniului geografic, de prioritatea strategică și de abordările relevante ale organizațiilor naționale de finanțare a cercetării. O planificare strategică la nivel național poate ajuta în gestionarea unor portofolii mari ale infrastructurilor de cercetare, oferind o viziune asupra nevoilor viitoare ale unei țări.

L 4.1 - Document de strategie privind principalele direcții și acțiuni de asigurare a viabilității pe termen lung a infrastructurii de cercetare ALFRED



În funcție de numărul de parteneri și de complexitatea obstacolelor legale și organizaționale, intervalul de timp necesar de la planificare până la construirea unei infrastructuri poate varia de la 3 la 15 ani și chiar mai mult.

Deciziile legate de locul de amplasare trebuie să se bazeze pe o planificare detaliată, care să țină cont de absolut toate provocările care pot apărea, de la asigurarea excelenței științifice și a personalului calificat, până la evaluarea impactului socio – economic și planificarea fazei de dezafectare a infrastructurii.

Implicarea cât mai vastă a comunităților științifice în faza conceptuală și de proiect trebuie să fie stimulată înainte de a începe etapa de implementare. Faza inițială, care constă în dezvoltarea conceptului și ajungerea la un consens în procesul decizional, este inițiată printr-un proces care implică comunitățile de cercetare și este condusă de nevoia științifică sau de noi dezvoltări tehnologice. În cele mai multe situații, comunitățile științifice devin implicate atunci când se atinge un anumit grad de înțelegere asupra faptului că nevoia / oportunitatea nu poate fi îndeplinită în cadrul unui cerc restrâns sau în interiorul resurselor unei țări, ci necesită depășirea atitudinii de ”proprietate” a facilității, care tinde să fie un ”reflex” predominant în știința academică.

Scopul unei infrastructuri de cercetare este integrat în comunitatea științifică, căreia trebuie să îi ofere instrumentele necesare pentru a răspunde unei cereri noi sau în creștere. Pentru a îndeplini acest scop, o infrastructură de cercetare poate concura și/sau colabora cu alte infrastructuri, în funcție de cerințele generale, bineînțeles, fiind vorba de o competiție amicală care să încurajeze avansul în știință și tehnologie. Crearea unei noi infrastructuri de cercetare este, adesea, în strânsă legătură cu anumiți factori socio-economici care pot contribui la progresul științei la un nivel global competitiv.

Se consideră importantă existența unui echilibru între dorința finanțatorilor pentru un acord flexibil (care să răspundă unor circumstanțe schimbătoare) și dorința operatorilor pentru garanții pe termen lung privind finanțarea de bază. Prin urmare, devine necesar să se dezvolte un plan adecvat de finanțare pentru fiecare situație, în care să se asigure că obiectivele științifice pot fi furnizate la un cost accesibil.

Aspectele sustenabilității financiare trebuie să fie considerate încă din fazele incipiente ale procesului de planificare și adresate, pe cât posibil, întregii durate de viață a unei infrastructuri de cercetare.

Faza de proiect este esențială pentru asigurarea unui suport pe termen lung și o operare de succes. O precondiție în asigurarea continuității fluxului de finanțare între etapa de implementare și cea de operare este reprezentată de găsirea și dezvoltarea

L 4.1 - Document de strategie privind principalele direcții și acțiuni de asigurare a viabilității pe termen lung a infrastructurii de cercetare ALFRED



unui concept comun, prin intermediul unor apeluri deschise, în care sunt implicate mai multe părți, cum ar fi industria și alți factori de decizie.

Important în asigurarea sustenabilității pe termen lung este și aspectul legat de evaluarea cât mai riguroasă a costurilor din etapa de planificare și, mai târziu, din etapa de implementare. Deși pot fi destul de dificil de prezis și analizat costurile pe termen lung, în absența unor instrumente efective de analiză, o astfel de evaluare este solicitată din ce în ce mai mult de guverne și finanțatori. Infrastructurile de cercetare trebuie să dezvolte un plan de afacere în care să se prezinte dovada unui angajament financiar, ca parte din procesul de aplicație și care va fi luat în calcul în procesul de evaluare.

Managementul datelor reprezintă un procent semnificativ din costurile de operare ale diferitelor tipuri de infrastructuri de cercetare, fie că este vorba de costurile limitate la e-infrastructuri, sau cele legate de resursele tehnice și resursele umane necesare.

Infrastructurile de cercetare generează și/sau colectează o cantitate masivă de date care trebuie să fie distribuite în rândul experților din comunitățile de utilizatori pentru a fi analizate. Prin urmare, este necesar să se dezvolte un plan de gestionare a datelor care să cuprindă inclusiv resursa umană și costurile generate de aceasta, pentru a putea fi inclus în planul financiar și cel de afacere.

În linii generale, decizia de a finanța o nouă infrastructură de cercetare ar trebui să se bazeze pe o analiză a opțiunilor tehnice și financiare, balansată de beneficiile dezvoltării infrastructurii și costurile implicate. Această etapă este cea mai delicată fază pentru obținerea unui proiect de succes. Ea implică convingerea factorilor de decizie și a finanțatorilor că proiectul merită atenție și finanțare, precum și furnizarea unor dovezi solide că toate cele necesare proiectului (resursele umane, accesul utilizatorilor la infrastructură) sunt corespunzătoare pentru o gestionare eficientă a tuturor aspectelor.

În această etapă este esențial ca planificarea, detalierea proiectului și stabilirea costurilor să fie făcute în așa manieră încât autoritățile de finanțare să încredințeze fonduri suficiente pentru implementarea infrastructurii de cercetare.

2.2.2. Statut juridic și guvernare

Statutul juridic are implicații asupra majorității operațiunilor unei infrastructuri de cercetare (management, finanțare, reurse umane, politici de acces). Din acest motiv, partenerii implicați în dezvoltarea unei infrastructuri de cercetare noi trebuie să țină

cont de toate opțiunile disponibile. De regulă, aceștia tind spre o structură de guvernare simplă, transparentă și flexibilă.

În mod obișnuit, infrastructurile de cercetare implică o serie de instanțe de guvernare care oferă consultanță, de la Adunarea Generală/ Consiliu - autoritatea cea mai mare în deciziile financiare și strategia pe termen lung, la Comitetul Executiv, compus din Consiliul de Administrație, Șeful Comitetului Consultativ Științific și Director, până la secretariat și alte Comitete (Științifice, Industriale, Administrative).

Structura legală este o condiție prealabilă pentru diferite Institute de cercetare din diferite țări de a se uni. Aceasta constituie platforma pentru a securiza drepturile și responsabilitățile partenerilor naționali și, acolo unde cazul, a factorilor de decizie naționali și internaționali. Se consideră necesar ca organisme adecvate de luare a deciziilor cu un grad de autonomie și autoritate corespunzător să fie însărcinate cu suficientă putere pentru a lua decizii în etapa de implementare.

Adesea, aspectele legate de etică reprezintă un element important pentru infrastructurile de cercetare în relația cu publicul, cu autoritățile de reglementare și cu părțile interesate. Astfel, se recomandă înființarea unui Comitet de Etică care să se ocupe de probleme legate de responsabilitatea socială a proiectelor de cercetare.

Guvernanța și statutul juridic trebuie să fie adaptate și validate în fiecare etapă a proiectului.

2.2.3. Finanțarea și accesarea fondurilor

Finanțarea reprezintă unul din aspectele cele mai provocatoare pentru un proiect de cercetare nou, mai ales în situațiile în care mulți factori de decizie sunt implicați. Dimensiunea provocării crește pe măsură ce crește și dimensiunea facilității. Inclusiv faza de dezvoltare poate necesita un aranjament financiar complex.

Sursa predominantă pentru această etapă de pre-operare este reprezentantă de finanțarea de la guvern, obținută prin intermediul diferitelor ministere sau agenții naționale de cercetare. În faza de pregătire, până la proiectare și proces decizional, finanțarea poate fi oferită de o infrastructură existentă, al cărei scop este acela de a implementa îmbunătățiri majore sau modernizări. În mod similar, o cale pentru finanțare este dată de veniturile din partea țărilor partenere și surse private (cum ar fi fundații sau asociații de caritate). Pentru infrastructurile de cercetare de relevanță pan-Europeană, proiectarea și faza de pregătire pot fi finanțate prin intermediul unor Programe EU, în timp ce construcția rămâne o prerogativă națională.

Decizia de a susține dezvoltarea unor infrastructuri de cercetare la scară mică este adesea rezultatul unui proces de jos în sus, realizat prin intermediul unor negocieri

L 4.1 - Document de strategie privind principalele direcții și acțiuni de asigurare a viabilității pe termen lung a infrastructurii de cercetare ALFRED



interne între instituțiile gazdă sau prin intermediul unor apeluri deschise de la organizațiile de finanțare. În general, finanțarea infrastructurilor de cercetare de tip localizate sau distribuite este oferită prin intermediul unor mecanisme similare. Schemele de finanțare pot varia cu dimensiunea investiției necesare.

În etapa de proiectare se consideră necesar să se asigure flexibilitatea proceselor de finanțare în interiorul infrastructurilor de cercetare existente. Aceasta reprezintă o pre-condiție pentru a asigura sustenabilitatea pe termen lung și este importantă pentru a răspunde diferitelor nevoi și evenimente care pot apărea pe durata de viață a unei facilități, fără a fi nevoie să se parcurgă un întreg proces de negociere și validare de fiecare dată.

În fiecare etapă a unui proiect este nevoie de un plan de finanțare progresiv, foarte bine definit care să includă costuri, dar și angajamente financiare, plan care trebuie supus unor evaluări independente.

2.2.4. Provocări și riscuri

Principala provocare în ceea ce privește sustenabilitatea unei infrastructuri de cercetare este aceea de a rămâne la curent cu dezvoltările tehnologice și de a asigura echipamente și materiale de vârf atunci când începe operarea infrastructurii. Astfel, se remarcă necesitatea de a detecta în avans evoluții majore fie cu ajutorul unor Comitete calificate care să ofere consultanță, fie prin atragerea unor oamenilor de știință, ingineri sau a experți străini care să dispună de abilitățile necesare.

Contextul politico-economic poate reprezenta o altă provocare în dezvoltarea unei infrastructuri de cercetare. Instabilitatea politică și anumite incertitudini privind economia țării pot reprezenta o problemă atunci când se încearcă securizarea și menținerea finanțării naționale și pot avea un impact negativ (de exemplu, asupra prețurilor pentru import).

Un interes aparte trebuie acordat identificării mecanismelor corespunzătoare pentru a face față situațiilor de urgență precum și stabilirii unei planificări pentru situațiile de urgență. Evaluarea și managementul riscurilor reprezintă un aspect important în etapa de planificare, cu atât mai mult cu cât echipamentele și tehnicile trebuie menținute la un nivel de vârf al tehnologiei.

Modificările aduse politicilor naționale sau angajamentelor din partea finanțatorilor și a factorilor de decizie pot avea consecințe asupra dezvoltării unei infrastructuri de cercetare.

În timp ce, contribuțiile în natură oferite de partenerii de finanțare pot reprezenta o soluție privind creșterea numărului de parteneri, acest aspect introduce și anumite

L 4.1 - Document de strategie privind principalele direcții și acțiuni de asigurare a viabilității pe termen lung a infrastructurii de cercetare ALFRED



riscuri asociate cu procese adiționale (de gestionare și programare a contribuțiilor și activități de proiectare și achiziții). Prin urmare, este necesară o planificare atentă a unor astfel de acorduri, ținând cont și de aspectul minimizării unor posibile întârzieri și costuri de management adiționale.

Pentru a reduce și gestiona toate riscurile asociate unor incertitudini inerente, o infrastructură de cercetare trebuie să se bazeze pe o cale bine definită. Riscurile trebuie gestionate cu atenție în fiecare etapă a proiectului, pentru a evita situații și costuri neprevăzute. Se recomandă dezvoltarea unui registru al riscurilor, corespunzător fiecărui proiect, și adaptarea acestuia cu regularitate. Un astfel de registru poate contribui un ajutor pentru oamenii de știință în înțelegerea procedurilor care trebuie urmate.

O infrastructură de cercetare este considerată ”matură”, gata pentru etapa de implementare, atunci când:

- Costurile și planul financiar sunt foarte bine definite;
- Există angajamente financiare ferme pentru investițiile și operațiunile relevante;
- Aprobarea statutului și guvernantei sunt în vigoare;
- Există o organizație de proiect credibilă, cu responsabilități și linii de raportare clar identificate.

2.2.5. Implementare

În faza de implementare se presupune că toate condițiile pentru a construi și opera o infrastructură de cercetare sunt îndeplinite. Un proiect gata de operare necesită o organizație legală bine structurată, o politică adecvată pentru gestionarea resurselor umane, un director de proiect competent și experți care să gestioneze contractele proiectului. În plus, este important ca managementul proiectului să definească indicatorii de performanță cu valori țintă, pentru a justifica cererea de fonduri pentru operare. Utilizatorii trebuie să se bazeze pe o strategie foarte bine definită, care cuprinde condițiile unui acces deschis la datele infrastructurii.

Tranziția dintre ”construirea consensului științific” și lobby-ul politic, mai exact între faza de ”proiect” și activitățile de ”implementare” poate avea câteva faze intermediare și reitinerări. Acestea sunt conectate la scadențe ale sprijinului politic și/sau valoarea finanțării necesare/obținute. O tehnologie matură sau foarte bine documentată trebuie să existe înainte de faza de implementare, pentru a permite construirea infrastructurii de cercetare într-un timp rezonabil. Maturitatea tehnică și nevoia de dezvoltare sunt, în mod obișnuit, descrise într-un raport conceptual de proiectare.

L 4.1 - Document de strategie privind principalele direcții și acțiuni de asigurare a viabilității pe termen lung a infrastructurii de cercetare ALFRED



Faza de proiect și cea de implementare (construcție) sunt conectate la sustenabilitatea pe termen lung prin diferite alegeri tehnice ale facilității și ale organizațiilor care să le opereze. Aceste alegeri au un impact asupra costului de operare și pot duce la un buget dezechilibrat. Cu toate acestea, este dificil de estimat impactul alegerilor tehnice asupra costurilor de operare pe termen lung, de exemplu, costul energiei, costurile de întreținere, etc.

În etapa de implementare trebuie să fie consolidate statutul legal și structura de guvernanta a unei infrastructuri de cercetare. Nu este neapărat nevoie ca acestea să fie identice pentru toate etapele unei infrastructuri (planificare, proiectare, construcție și mai târziu operare). Alegerea unei forme legale și a unui statut corespunzător este necesară pentru accesarea diferitelor surse de finanțare și stabilirea unor responsabilități transparente în schema organizațională.

Posibilitatea unor reduceri financiare majore în etapa de construcție poate submina viabilitatea proiectului, mai ales dacă acestea sunt legate de performanțe reduse în timpul operării, mai puțin atractive pentru utilizatori și de costuri de întreținere și operare mai mari.

2.3. Etapa de operare a unei infrastructuri de cercetare

Perioada de operare a unei infrastructuri de cercetare corespunde *fazei active* a acesteia. În această etapă, o infrastructură de cercetare oferă serviciile pentru care a fost construită. Principalul obiectiv, pentru care politicile de sustenabilitate sunt dezvoltate și implementate, este de a păstra infrastructura de cercetare operativă, eficientă și competitivă pe toată durata de viață preconizată.

2.3.1. Criterii pentru evaluarea eficacității unei infrastructuri de cercetare

Motorul principal în dezvoltarea unei infrastructuri de cercetare este asigurarea excelenței științifice. Menținerea unui nivel ridicat în cercetarea științifică internă și dezvoltarea de noi tehnologii pentru utilizatori necesită un efort colectiv al tuturor actorilor implicați la nivel național și/sau European.

Atunci când se vorbește de eficacitatea unei infrastructuri de cercetare, trebuie avute în vedere următoarele:

- Furnizarea instrumentelor de ultimă generație și/sau tehnologiilor de vârf;
- Calitatea serviciilor oferite și preluarea lor de către utilizatori;
- Fiabilitatea accesului și a funcționării (esențiale pentru a atrage cei mai calificați utilizatori, inclusiv utilizatori din industrie);

L 4.1 - Document de strategie privind principalele direcții și acțiuni de asigurare a viabilității pe termen lung a infrastructurii de cercetare ALFRED



→ Calitatea producției utilizatorilor, în baza unor evaluări riguroase și aplicații reușite de access ale utilizatorilor.

Competitivitatea tehnologică și științifică are nevoie de o monitorizare constantă. Aceasta include monitorizare internă și revizuire periodică din partea unor comisii externe de revizuire, dar și considerații consistente privind comentariile și sugestiile venite din partea comunității de utilizatori.

Pentru a optimiza operarea unei infrastructuri pot fi implementate metode inovative privind mentenanța operațională și inițiate inovații în timpul operării. Acestea pot duce la soluții tehnice mai bune pentru a menține și îmbunătăți capacitățile operative și competitivitatea unei infrastructuri de cercetare.

2.3.2. Guvernața

Guvernanța este, în mod obișnuit, definită în etapa de pre-operare. Aceasta poate însă, evolua pe întreaga durată de viață a unei infrastructuri de cercetare. Alegerea unei scheme de guvernanță depinde de disciplina științifică, dimensiunea și tipul infrastructurii (localizată sau distribuită) și de responsabilitățile legale.

Unul din elementele cheie în securizarea sustenabilității și eficienței unei infrastructuri de cercetare este monitorizarea periodică a opiniei comunității de utilizatori și acțiunile corespunzătoare. De asemenea, existența unor evaluări externe poate contribui la îmbunătățirea managementului și guvernanței unei infrastructuri de cercetare.

Periodic, trebuie realizată evaluarea de către grupuri externe de experți pentru a verifica situația și managementul operării, făcând în același timp recomandări privind planuri de actualizare și oferind sfaturi legate de procedurile de închidere.

2.3.3. Suportul financiar

Sustenabilitatea unei infrastructuri de cercetare depinde în mod evident de suportul financiar. Pentru a rămâne în vârful excelenței este nevoie de implicații financiare pe termen lung. Costul în creștere privind operarea nu poate fi suportat decât de bugetele de execuție ale unei infrastructuri de cercetare (sau ale instituției gazdă, dacă este cazul). Acesta este conectat și cu nevoia de a oferi și gestiona accesul la seturi mari de date și necesitatea de a sprijini o comunitate științifică mai largă de utilizatori. În plus, investițiile în menținerea și modernizarea instrumentării, sunt esențiale pentru a asigura și menține excelența științifică pe toată durata de viață a unei infrastructuri.

În timp ce eforturile care vizează obținerea finanțării pentru construcția/înființarea unei infrastructuri de cercetare sunt mai mici, provocarea vine atunci când este nevoie

L 4.1 - Document de strategie privind principalele direcții și acțiuni de asigurare a viabilității pe termen lung a infrastructurii de cercetare ALFRED



să se asigure surse de finanțare pe termen lung pentru funcționarea eficientă a unei infrastructuri. Acest lucru poate fi legat și de faptul că construcția unei infrastructuri este adesea suportată de finanțări suplimentare din afara bugetelor de cercetare.

Finanțarea directă de la guvern este foarte răspândită atunci când vine vorba de facilități de cercetare mari sau foarte mari. Pe de altă parte, o altă sursă de finanțare mai poate proveni și de la bugetul organizațiilor membre, dacă este vorba de facilități mai puțin costisitoare.

Cea mai de dorit sursă de finanțare este cea guvernamentală, datorită naturii sale de a oferi sprijin pe termen lung și datorită faptului că permite furnizarea serviciilor în mod gratuit comunității științifice. Desigur, există surse alternative de finanțare, cum ar fi finanțare din sectorul privat, de la fundații private sau parteneri străini pentru părți specifice ale unei infrastructuri de cercetare. De asemenea, partenerii industriali pot reprezenta o soluție, care poate genera un impact economic mai mare.

Sustenabilitatea pe termen lung privind operarea unei infrastructuri de cercetare implică existența unor colaborări între finanțatori și oameni de știință pentru calculul costului de operare și asigurarea finanțării proiectului (pentru a acoperi acest cost total sau parțial). O atenție particulară ar trebui acordată stabilirii unui consens între toate părțile interesate privind metodele de calcul și identificarea exactă a personalului implicat în operarea facilității.

2.3.4. Optimizarea costurilor

Măsurile de optimizare a costurilor necesare pentru a asigura sustenabilitatea unei infrastructuri de cercetare, sunt prezentate în continuare și presupun :

→ Reducerea costurilor de operare prin reducerea serviciilor de date, restricționarea nivelului de funcționare, reducerea consumului de energie sau utilizarea unei infrastructuri și instalații existente;

→ Utilizarea unor resurse comune între infrastructuri și organizații partenere, de exemplu, partajarea unor softuri și hardware-uri sau crearea unor rețele de date;

→ Redistribuirea personalului în baza unui sistem de monitorizare care indentifică tendințele în alocarea personalului. O astfel de măsură trebuie luată cu atenție pentru a nu duce la scăderea serviciilor oferite utilizatorilor sau scăderea serviciile administrative sub un nivel considerat rezonabil;

→ Creșterea eficienței și performanței, prin servicii automatizate care permit un randament mai mare de utilizatori, furnizarea de energie durabilă, etc.

L 4.1 - Document de strategie privind principalele direcții și acțiuni de asigurare a viabilității pe termen lung a infrastructurii de cercetare ALFRED



Toate aceste măsuri pot constitui un mix de politici, care pot fi organizate într-o politică strategică. Totuși, trebuie menționat faptul că aceste măsuri pot fi contraproductive dacă rezultă în reducerea timpului de acces al utilizatorilor. O infrastructură de cercetare inactivă, chiar dacă este dotată cu echipament și servicii de cea mai bună calitate, poate fi o risipă de bani și poate duce la o migrare a utilizatorilor către infrastructuri similare.

O altă modalitate de optimizare a costurilor este de a stabili o relație bazată pe încredere între finanțatori și managerii unei facilități, cu scopul de a împărtăși practici și pentru a compara eficiența operării.

2.3.5. Riscuri

Infrastructurile de cercetare trebuie să se bazeze pe o direcție foarte bine definită pentru a reduce și gestiona toate riscurile legate de incertitudini inerente. Riscurile trebuie gestionate atent pentru fiecare etapă a proiectului pentru a evita creșteri neașteptate ale costurilor.

În contrast cu etapa de construcție, fondurile de urgență pentru operarea unei infrastructuri sunt dependente de instituția gazdă și, în cazuri foarte rare, pot fi determinate în avans. Mai degrabă, acestea pot fi adaptate la nevoile specifice unității. Totodată, se consideră esențială și nevoia de a furniza resurse pentru modernizarea unei facilități. Această provocare poate fi rezolvată prin intermediul unor soluții pragmatice, cum ar fi o finanțare suplimentară care să revină acționarilor (organizații membre, agenții de finanțare, guvern, organizații multinaționale). Actualizările aduse unei infrastructuri de cercetare trebuie să facă parte din planificarea strategică pe termen lung în care să se fie prevăzute și aceste fonduri de urgență.

În roadmap-ul național sau regional se pot include modernizările majore aduse unei infrastructuri pentru a avea o oarecare prioritate privind finanțarea. Aceasta din urmă poate proveni din fondurile dedicate unei infrastructuri de cercetare sau din alte fonduri, cu un scop mai general. Modernizările minore pot fi prezentate în bugetul unei infrastructuri de cercetare sau al instituției gazdă, de ex. prin realocarea subvențiilor sau a liniilor bugetare existente.

Riscurile de natură tehnică trebuie identificate și atenuate cât mai atent. Un registru al riscurilor, adecvat proiectului, trebuie dezvoltat și actualizat cu regularitate. Acest exercițiu poate fi extrem de util pentru oamenii de știință pentru a înțelege mai bine calea și procedurile de urmat.

2.3.6. Accesibilitatea și transparența informației

Pentru a permite un acces deschis și reutilizarea datelor unei infrastructuri de cercetare, este nevoie de alocarea unor resurse substanțiale pentru managementul datelor și administrarea lor pe termen lung. Aceste resurse fi mai dificil de asigurat dacă conservarea, organizarea și integrarea datelor nu intră în mod explicit în sarcina infrastructurii de cercetare. Un acces deschis la datele unei infrastructuri poate să contribuie la analize secundare și noi descoperiri, precum și la reproductibilitatea rezultatelor raportărilor.

Obținerea unor cantități mari de date, într-un format care să permită înțelegerea și utilizarea lor de către alți oameni de știință, implică investiții semnificative. Selecția inteligentă a datelor reprezintă o provocare, din punct de vedere al luării unor decizii: ce date trebuie păstrate și pot fi disponibile, ce nu este de o utilitate mare, ce date pot fi de interes în viitor și ar putea fi păstrate la un cost scăzut în arhive.

Maximizarea schimbului de date și accesul deschis sunt esențiale în determinarea unui model de afacere sustenabil. Așteptările privind recuperarea costurilor pentru furnizarea datelor și/sau serviciile asociate acestora trebuie să fie considerate în funcție de implicarea lor în optimizarea accesului și utilizarea datelor. Administrarea adecvată a datelor presupune timp investit și resurse. De asemenea, trebuie luate în calcul și stimulentele pentru încurajarea oamenilor de știință și a instituțiilor privind realizarea schimbului de date. Unele procese de gestionare a datelor pot fi automatizate, însă, organizarea, integrarea și analiza datelor implică tehnicieni și oameni de știință cu abilități corespunzătoare.

Pentru orice infrastructură de cercetare trebuie să fie stabilită o politică fezabilă și foarte clar definită privind accesul la date.

2.3.7. Managementul resursei umane

Unul din aspectele esențiale în asigurarea sustenabilității unei infrastructuri de cercetare este reprezentat de un management adecvat al capitalului de resurse umane. Se consideră important ca infrastructurile de cercetare să introducă stimulentele potrivite pentru a atrage personal calificat. Profilul personalului angajat poate varia foarte mult, însă aceștia pot fi grupați în trei categorii: oameni de știință cu pregătire academică, personal pentru suport tehnic (cu sau fără expertiză științifică) și personal administrativ.

De subliniat că o masă critică de oameni de știință talentați trebuie să fie construită prin intermediul unor mecanisme adecvate, cum ar fi: condiții atractive de angajare,

proces de recrutare transparent, deschidere către diversitate și programe de doctorat și postdoctorat adaptabile.

Este evident că trebuie să se acorde o atenție deosebită dezvoltării abilităților pentru managerii unei infrastructuri de cercetare, prin intermediul unor programe armonizate, standardizate și programe de schimb de personal care să vizeze managerii și operatorii.

Managementul resursei umane trebuie să urmeze regulamentul stabilit de autoritățile competente. Cerințele privind personalul angajat pot varia pe durata de viață a unei infrastructuri de cercetare. Prin urmare, este nevoie de o atenție specială privind adaptarea componenței și expertizei personalului, atunci când se trece de la perioada de implementare la faza de operare, devenind necesar să se faciliteze mobilitatea personalului pentru a le oferi oportunitatea de a-și dezvolta cariera.

Un alt aspect de luat în calcul este numărul personalului administrativ. Acesta trebuie menținut la un nivel fezabil din punct de vedere al bugetului, cu mențiunea că nu trebuie să se depășească o limită inferioară considerată rezonabilă.

2.3.8. Interesul comunității științifice și politici de acces

Strategiile privind implicarea și extinderea comunității de utilizatori sunt și ele parte din sustenabilitatea pe termen lung a unei infrastructuri de cercetare. Dezvoltarea abilităților utilizatorilor implică deschiderea unei infrastructuri de cercetare către diferite tipuri de utilizatori și către publicul larg.

Utilizatorii sunt, în fapt, motorul progresului științific și trebuie să joace un rol important în dezvoltarea unei infrastructuri de cercetare, atât în etapa de planificare cât și în faza de operare.

Accesul este asigurat în baza unor propuneri sau apeluri specifice înaintate și adresate instituțiilor membre, cu mențiunea că sunt de dorit notificări anticipate. În plus, anumite infrastructuri pot oferi opțiuni de acces rapid, în baza unor decizii luate de conducerea facilității sau în baza unei selecții realizate de o comisie de revizuire. În această ultimă situație, reprezentanții unor grupuri de utilizatori își pot exprima dorința de a extinde gama de opțiuni la perioade de acces fixe, mai mult pentru experimente de rutină, fără așteptări de rezultate specifice, dar care să fie, totuși, în beneficiul comunității.

Politica de acces trebuie să fie adaptată cerințelor fiecărei infrastructuri de cercetare și trebuie să fie definită de managementul infrastructurii împreună cu părțile interesate (utilizatori și agenții de finanțare) și revizuită după o anumită perioadă de funcționare.

O dată cu creșterea importanței unui acces deschis la datele științifice, ar trebui elaborată o politică de acces și management al datelor care să optimizeze accesul și

L 4.1 - Document de strategie privind principalele direcții și acțiuni de asigurare a viabilității pe termen lung a infrastructurii de cercetare ALFRED



reutilizarea acestor date, asigurând în același timp recunoaștere pentru furnizorii de date, inclusiv infrastructura în sine.

2.3.9. Inovare și transfer de tehnologie

Obiectivul principal al unei infrastructuri de cercetare este de a realiza o cercetare bazată pe curiozitate și de a obține excelență în știință. Conceptul de inovare nu se bazează numai pe dezvoltări tehnologice, ci el cuprinde și contribuția unei infrastructuri de cercetare la inovarea socială pentru a înțelege atitudinile societății și pentru a dezvolta o politică publică.

Tendențele științei deschise, care pledează pentru o difuzie rapidă a celor mai recente descoperiri, a lansat deja o schimbare în modul de gândire actual. Utilizarea paradigmei de co-inovare, prin stimularea co-dezvoltării de produse și servicii poate duce la beneficii pentru accelerarea dezvoltării tehnologiei pe piață și creșterea vizibilității unei infrastructuri de cercetare în lanțul de inovare.

Inovarea poate avea loc în orice ciclu de viață al unei infrastructuri ; cu toate acestea, cea mai mare parte are loc în timpul fazei de operare datorită transferului remarcabil de cunoștințe pe care aceasta le generează. Acest lucru este legat și de faptul că, în timpul etapei de operare, infrastructurile pregătesc personal calificat care devine apoi angajabil pentru industrie. Astfel, se asigură o cale eficientă pentru transferul de cunoștințe și idei între industrie și infrastructurile de cercetare.

Un transfer eficient de cunoștințe poate fi realizat și prin înființarea unor companii independente, așa numitele spin-off companii sau starbust, inițiate de personalul unei infrastructuri cu sprijinul managementului acesteia.

2.3.10. Conștientizarea și mobilizarea publică

Infrastructurile de cercetare contribuie la înțelegerea provocărilor societății și ajută la consolidarea dialogului dintre comunitățile de cercetare și aceasta. În același timp, contribuie la îmbunătățirea înțelegerii importanței rezultatelor științifice și a beneficiilor socio-economice.

O atenție deosebită trebuie acordată relației cu autoritățile publice. O posibilitate de a menține această legătură este de a avea întâlniri regulate între reprezentanții facilității și autoritățile locale, în care să fie prezentate și discutate aspectele sociale, economice și de mediu și impactul lor. Aceste dialoguri constante vor facilita acceptanța unor evenimente neașteptate și pot ajuta la contracararea unor argumente prezentate de organizații protestatare.

L 4.1 - Document de strategie privind principalele direcții și acțiuni de asigurare a viabilității pe termen lung a infrastructurii de cercetare ALFRED



2.4. Etapa de dezafectare / închidere

Managementul general al infrastructurilor de cercetare trebuie să includă și etapa de dezafectare/închidere. Se consideră esențial să se găsească soluții astfel încât societatea să continue să beneficieze de persoane foarte bine calificate și cu experiență, prin transferul lor către industrie sau alte infrastructuri de cercetare.

Decizia de a înceta întreținerea unei infrastructuri de cercetare se ia atunci când aceasta nu mai poate oferi servicii de vârf pentru comunitatea științifică și nicio altă îmbunătățire adusă nu mai poate permite acest lucru la un cost rezonabil. Atunci când apare această situație, există posibilitatea închiderii și dezafectării infrastructurii sau, după caz, folosirea acesteia în alte scopuri cum ar fi educație și dezvoltare. Decizia de a închide o infrastructură de cercetare este totuși delicată și depinde de considerente politice sau financiare cu sau fără consultarea comunității științifice.

Închiderea unei infrastructuri de cercetare, în sine, este o decizie complexă, deoarece implică mai multe grupuri de interes, de la angajați, utilizatori, autorități locale și alte părți interesate. Aceasta poate fi urmată de un plan de acțiune, legat de actualizarea roadmap-ului național cu recomandări privind planuri de investiții, dezafectare sau trecerea de la un rol național la unul local.

Costurile pentru dezafectare și încetarea misiunii sunt, în prezent, componente rare în planificarea generală a unei infrastructuri de cercetare. Însă, dacă vorbim de infrastructuri de cercetare din domeniul nuclear, atunci când durata de viață a acesteia este limitată de uzura materialelor folosite, contabilizarea acestei perioade devine necesară. Problema se pune și când vine vorba o dezafectare controlată a infrastructurilor cu componente și deșeuri radioactive sau toxice, atunci când personalul angajat trebuie motivat să fie disponibil pentru a asigura asistența în procesul de dezafectare și de a evita pensionări timpurii (care presupun pierderea unor cunoștințe esențiale), oferind stimulente pentru a-și continua munca.

Un aspect comun tuturor infrastructurilor de cercetare, spre sfârșitul duratei de viață, este conservarea datelor și a altor resurse fizice.

3. Flexibilitatea infrastructurii ALFRED – suport în asigurarea sustenabilității

Proiectul ALFRED vizează dezvoltarea, până la demonstrarea completă, a tehnologiei LFR, care este unul dintre cele mai promițătoare concepte ale reactorilor de Generație IV (Gen IV) fiind semnificativ mai sigur, durabil, competitiv din punct de vedere economic și neproliferant.

Proiectul va realiza sinergia dintre centrele de excelență europene în domeniul tehnologiei plumbului, cu cel ce va fi realizat în România constând din infrastructurile ce sunt planificate a fi construite și care lipsesc în prezent din peisajul european, dar care sunt necesare pentru susținerea dezvoltării tehnologiei LFR și proiectării unui reactor rapid răcit cu plumb.

Infrastructurile HELENA -2, ELF, Hands-On și Meltin'Pot alături de ATHENA și ChemLab (a căror documentație tehnică a fost elaborată, iar finanțarea a fost solicitată printr-o aplicație pe fonduri structurale) sunt concepute pornind de la analiza necesităților, a problemelor rămase deschise în domeniul LFR prin definirea clară a scopului, a obiectivelor, a domeniului de lucru, a caracteristicilor tehnice astfel încât să se asigure o largă flexibilitate a acestora în abordarea și soluționarea atât a problemelor curente identificate dar și a noilor aspecte generate de evoluția tehnologiei, de progresul științific (de exemplu, dezvoltarea de materiale și acoperiri avansate ce trebuie testate și validate, etc.)

3.1. Provocările tehnologiei LFR

Principalele aspecte ce necesită investigații suplimentare prin activități de cercetare – dezvoltare ce vor fi derulate în cadrul infrastructurilor HELENA -2, ELF, Hands-On și Meltin'Pot sunt prezentate pe scurt în continuare.

3.1.1. Coroziunea

Coroziunea materialelor structurale în plumb este una dintre principalele probleme în proiectarea LFR având impact asupra proiectării și timpului de viață al instalațiilor și componentelor reactorului. Până în prezent, eforturi mai consistente au fost dedicate experimentelor de coroziune pe termen scurt și mediu în plumb-bismut eutectic (LBE) atât în regim staționar cât și dinamic.

Noi experimente sunt în desfășurare și sunt planificate a fi efectuate în plumb pur (Proiectul GEMMA, H2020 EC) care vizează susținerea dezvoltării ALFRED pe termen scurt. Activități de cercetare sunt necesare în continuare pentru a studia

L 4.1 - Document de strategie privind principalele direcții și acțiuni de asigurare a viabilității pe termen lung a infrastructurii de cercetare ALFRED



coroziunea pe termen mediu / lung în regim dinamic în special pentru a extinde utilizarea plumbului ca agent de răcire până la temperaturi de peste 550 ° C.

O altă problemă generată de metalele grele topite (HLM) o reprezintă fragilizarea și degradarea materialelor de structură. Este necesară efectuarea de experimente (teste) și standardizarea lor (pentru a putea fi reproduse în baza unei proceduri standard) cu privire la fragilizarea materialelor în metalele lichide (LME), oboseală, fluaj, coroziune fisurantă sub sarcină și „fretting” (degradarea materialelor în mediu de plumb topit ca urmare a vibrațiilor și frecării).

În plus, pentru funcționarea pe termen lung, trebuie dezvoltate materiale rezistente la temperaturi ridicate; programele de dezvoltare a conceptelor de reactori de GEN IV prevăd creșterea temperaturilor de funcționare ale acestora. Această evoluție are ca scop îmbunătățirea eficienței termodinamice dar și asocierea unor procese eficiente pe „orizontală” (producție de hidrogen, desalinizare, etc.). Aceasta provocare necesită testarea materialelor „noi” (care este un proces de durată) precum și îmbunătățirea abordării pe termen scurt bazată pe utilizarea de acoperiri („coating”) a materialelor de structură din reactori.

3.1.2. Impactul iradierii cu neutroni

În ceea ce privește impactul iradierii, vasul reactorului, componentele interne și tecile creioanelor de combustibil nuclear sunt supuse, într-o măsură diferită, mai multor mecanisme de degradare precum iradierea cu neutroni, îmbătrânirea termică și coroziunea.

În cazul sistemelor nucleare răcite cu metale grele lichide, activitățile de cercetare vizează în general înțelegerea, cuantificarea și prezicerea acestor efecte asupra componentelor critice ale unei centrale nucleare. Se pune accentul pe performanțele materialelor în ceea ce privește fragilizarea (indusă de iradierea cu neutroni), comportamentul la coroziunea fisurantă sub sarcină, precum și efectele induse de iradierea neutronilor, cum ar fi fluajul și umflarea materialului.

Obiectivul principal este de a determina dacă iradierea va favoriza sau nu atacul coroziv al plumbului topit.

Cunoștințele actuale nu sunt complete și sunt necesare mai multe investigații experimentale suplimentare care să ofere date de înaltă calitate privind comportamentul materialelor. Este de așteptat ca evaluările privind tecile de combustibil și materialele structurale din zona activă a reactorului să fie la temperaturi ridicate în mediu de plumb topit cât și la un flux intens de neutroni rapizi, să fie dificile, complexe.

L 4.1 - Document de strategie privind principalele direcții și acțiuni de asigurare a viabilității pe termen lung a infrastructurii de cercetare ALFRED



3.1.3. Chimia agentului de răcire

Chimia agentului de răcire (plumb) și a gazului de acoperire din reactor reprezintă o problemă critică, complexă în reactorii răciți cu metale lichide.

Este esențial controlul concentrației de impurități, datorită potențialului de activare ca urmare a iradierii cu neutroni, datorită posibilului efect asupra coroziunii, al transferului de masă, precum și al formării de depuneri pe suprafețele componentelor cu temperatura mai joasă.

Prin urmare, controlul chimiei lichidului de răcire include controlul concentrației de oxigen, dar și studiul sursei de poluare (de impurități) pe termen lung, transportul de masă și tehnicile de filtrare și captare.

Următoarele probleme specifice trebuie luate în considerare:

- 1) controlul și purificarea agentului de răcire în timpul funcționării (controlul concentrației de oxigen, fiabilitatea senzorilor de oxigen, filtrarea, purificarea precum și curățarea de pe componentele reactorului),
- 2) Controlul gazului de acoperire (ce implică evaluarea radiotoxicității diferitelor elemente, calea de migrație în gazul de acoperire, îndepărtarea acestora, etc.).

În prezent, testele legate de controlul oxigenului pot fi efectuate de mai multe laboratoare, în timp ce instalațiile care urmăresc studierea evaporării metalelor, retenția lor, precum și controlul gazului de acoperire sunt mai puțin disponibile în Europa.

3.1.4. Componentele și sistemele reactorului

Sistemul de manipulare al combustibilului nuclear. Printre principalele componente și sisteme relevante pentru funcționarea LFR se numără sistemul de manipulare al combustibilului nuclear care este de o importanță deosebită. Este utilizat în scopul controlării distribuției puterii reactorului prin schimbarea locațiilor fasciculelor de combustibil (“shuffling”) în modul “off-line” (cu reactorul oprit). De asemenea, sistemul este responsabil de depozitarea și manipularea ansamblurilor de combustibil pe toată durata de viață a reactorului (adică de la sosirea combustibilului proaspăt, până la depozitarea combustibilului uzat).

În proiectarea curentă a LFR, realimentarea și relocarea ansamblurilor de combustibil se efectuează de la distanță. Proiectarea și funcționarea unei astfel de mașini trebuie testate înainte de instalarea în reactor, pentru a demonstra capacitatea sa de a-și îndeplini funcțiile corespunzător și în condiții de siguranță. Este necesară testarea și

evaluarea prototipului sistemului de manipulare al combustibilului și al componentelor sale într-o instalație experimentală în scopul calificării.

Ansamblurile de combustibil. În ceea ce privește ansamblurile canalelor de combustibil și structura de susținere a zonei active, acestea localizează și susțin combustibilul în miezul reactorului, facilitează răcirea acestuia și asigură protecția împotriva radiațiilor produse în reactor.

Prin urmare, integritatea mecanică și structurală a ansamblului de combustibil (în ceea ce privește procedura de încărcare a combustibilului), pentru o gamă largă de condiții de funcționare trebuie testată experimental pentru a verifica caracterul adecvat al soluțiilor de proiectare, inclusiv impactul vibrațiilor induse de curgerea agentului de răcire și interacțiunea dintre distanțieri cu creioanele de combustibil.

În plus, soluțiile adoptate în proiectarea neutronică a reactorului trebuie investigate în ceea ce privește influența neutronicii asupra sistemelor de bare de control și oprire, care sunt proiectate astfel încât să satisfacă cerințele stabilite pentru funcționarea în condiții normale și anormale (accident).

În afară de problemele de neutronică, toate subiectele legate de capacitatea de răcire a plumbului, de integritatea și comportamentul sistemelor de securitate (de exemplu, barele de control) trebuie să fie investigate.

Astfel, pierderea capacității de răcire și a integrității zonei active, identificarea evenimentelor inițiatore, interacțiunea agent de răcire –combustibil, mecanismele de degradare a combustibilului și comportamentul acestuia (până la eliberarea în sistemul primar), dispersia și relocarea combustibilului în sistemul primar, impactul seismic sunt luate în considerare, oferind, de asemenea, demonstrarea fiabilității pe termen lung.

În plus, trebuie menționat faptul că celulele fierbinți (din cadrul laboratoarelor post-iradiere) sunt obligatorii în abordarea problemelor privind interacțiunea agent de răcire - combustibil, degradarea combustibilului, precum și dispersia și relocarea acestuia.

Generatoarele de abur. În ceea ce privește generatoarele de abur (SG), care sunt situate în interiorul vasului reactorului, se poate produce interacțiunea dintre lichidul de răcire din circuitul secundar și plumb. Astfel, ruperea tubului generatorului de abur este considerată o problemă de securitate în proiectarea, dar și în analiza preliminară de securitate a acestor tipuri de reactor.

Două sunt subiectele de investigare în cazul evenimentului postulat de rupere a tubului generatorului de abur (SGTR): să fie înțelese fenomenele implicate în

scenariul accidentului și să se studieze modul de prevenire sau atenuare a consecințelor evenimentului.

Mai mult decât atât, pentru generatorii de abur nu sunt prevăzute bucle în sistemul primar, nici bucle intermediare (cum ar fi în reactorul rapid răcit cu sodiu). Din aceste motive, generatorii de abur au o importanță deosebită și este nevoie de evaluări și investigații privind calificarea lor. Principalele studii de calificare vizează validarea proiectării, izolarea SG la cerere, caracteristicile căderii de presiune, comportamentul componentelor în funcționare normală (de exemplu, convecție forțată, mixtă și naturală) și tranzitorie, dar și în condiții de accident.

În afară de generatorii de abur, în reactor există mai multe sisteme auxiliare care trebuie calificate pentru aplicații nucleare. Celelalte sisteme sunt, în principal, sistemul de îndepărtare a căldurii reziduale (DHR), răcitoarele de tip Dip-cooler, condensatorul de izolare precum și sistemul de răcire al vasului reactorului (RVACS).

3.1.5. Aspecte de termohidraulică

Piscina reactorului. În ultima perioadă se depun eforturi pentru abordarea și înțelegerea aspectelor de termohidraulică din piscina reactorilor răciți cu plumb topit acestea fiind relevante în proiectarea LFR.

Activitățile experimentale au ca obiective:

- 1) culegerea de date experimentale în geometrie și în condiții reale de funcționare care pot îmbunătăți cunoașterea fenomenelor / proceselor atât la nivelul componentelor reactorului cât și al întregului sistem;
- 2) generarea bazelor de date pentru susținerea dezvoltării și demonstrarea capacității codurilor de calcul de a prezice fenomenele / procesele relevante atât în procesul de proiectare cât și în asigurarea securității nucleare.

Ansamblurile de combustibil. În ceea ce privește ansamblurile de combustibil, investigarea termohidraulică are ca obiectiv dezvoltarea unei geometrii a ansamblului cu distanțiere care să ofere un transfer de căldură optim între creioanele de combustibil și agentul de răcire.

Mai mult, ansamblul de combustibil trebuie să demonstreze capacitatea de a rezista la iradiere, temperaturi ridicate, sarcini mecanice și mediu coroziv, cu modificări minime ale proprietăților fizico-mecanice și de geometrie (dimensionale).

Este important să se testeze ansamblul combustibil pe baza parametrilor termohidraulici (pierderi de presiune, distribuția debitului, distribuția de temperatură pe teaca creioanelor combustibile, etc.) și a caracteristicilor geometrice, cum ar fi: pasul

L 4.1 - Document de strategie privind principalele direcții și acțiuni de asigurare a viabilității pe termen lung a infrastructurii de cercetare ALFRED



rețelei fascicolului de creioane combustibil, geometria sub-canalului, distanțierii. De asemenea, ar trebui efectuate studii/experimente privind sursele/cauzele și consecințele deteriorării zonei active; din păcate, la acest moment nu este disponibilă nici o infrastructură care să permită investigarea acestor aspecte.

3.1.6. Teste integrale

Testele integrate sunt fundamentale pentru susținerea dezvoltării și demonstrării fiabilității codurilor de calcul în simularea comportamentului unui reactor sau centrale în timpul unui scenariu de accident postulat: în general, aceasta este o cerință a organismului de reglementare. Aplicarea codurilor de calcul în analizele de accidente necesită presupuneri implicite potrivit cărora aceste coduri au capacitatea de a extinde fenomenele și procesele din instalațiile de testare la condițiile din reactor/instalația la scală reală. Cu toate acestea, scala diferită, din punct de vedere al geometriei (instalație experimentală versus reactor nuclear) nu asigură, a priori, că un cod, care este capabil să reproducă un tranzient generic într-o instalație scalată, este de asemenea capabil să calculeze cu aceeași precizie același transient într-un reactor nuclear.

3.1.7. Combustibilul nuclear

Pe termen scurt, confirmarea că există soluții tehnice gata de utilizare (combustibil mixt de oxid de uraniu și plutoniu (MOX), fără actinide minore, drept candidat principal) astfel încât acesta să poată fi furnizat la timp pentru demonstratorul ALFRED reprezintă un obiectiv principal. În viitorul apropiat, trebuie evaluată posibilitatea utilizării combustibililor avansați ce conțin actinide minore (MA), precum și a obținerii unui grad ridicat de ardere a acestora. Trebuie să se dezvolte combustibili noi cu MA în concentrații de 2,5-5at %, iar mai târziu chiar de 10-20 at%; combustibilii de tip nitrură sunt considerați ca o opțiune în acest scop. Pe termen lung, va trebui să se investigheze potențialul de implementare industrială a combustibililor avansați care contin MA și posibilitatea de a utiliza combustibili care pot rezista la temperaturi ridicate pentru a exploata avantajul punctului de topire ridicat al plumbului.

3.2. Infrastructura ALFRED – flexibilitate în abordarea proceselor de demonstrare, testare și validare

La nivel european și internațional, este recunoscută lipsa unei organizări sistematice a testelor efectuate la diferitele facilități și a unor scheme de colectare și analiză a rezultatelor. În ciuda eforturilor depuse pentru armonizarea definiției și executării

L 4.1 - Document de strategie privind principalele direcții și acțiuni de asigurare a viabilității pe termen lung a infrastructurii de cercetare ALFRED



testelor pe de o parte, precum și a post-procesării rezultatelor pe de altă parte, situația actuală poate pune în pericol amploarea cercetărilor efectuate în Europa, încetinind progresul tehnologiei HLM.

Mai mult decât atât, comunitatea științifică se confruntă cu impedimente relevante din cauza lipsei de facilități adecvate necesare pentru a efectua experimente specifice fie pe aspecte avansate ale tehnologiei, fie pe componente și sisteme prototip în scopul calificării.

Toate aceste considerente reunite au condus la definirea mai multor facilități și infrastructuri de cercetare care sunt evidențiate aici drept elementele principale ale infrastructurii de cercetare ALFRED (RI) care vizează extinderea domeniului său de aplicare la nevoile întregii comunități științifice și tehnice implicate în domeniul cercetării și dezvoltării tehnologiei HLM.

Inclusiv ALFRED, ca reactor de cercetare în cadrul RI, va permite industriei, utilităților și autorităților de reglementare să se pregătească și să se instruiască în avans asupra tuturor aspectelor operaționale ale viitoarelor reactoare rapide răcite cu plumb, precum și să investigheze orice îmbunătățire posibilă a instalațiilor existente. Scopul este îmbunătățirea continuă a securității și viabilității flotei europene de sisteme nucleare inovative.

Funcționarea reactorului ALFRED este gândită ca un proces gradat numit abordare etapizată (detaliile sunt prezentate în Ref. [6]), în cadrul căreia sistemul este operat inițial în condițiile care pot fi realizate cu tehnologia actuală, urmat apoi de trecerea secvențială la condițiile de operare (putere și temperaturi) considerate pentru reactorii LFR. Această strategie face posibilă diluarea eforturilor de cercetare și dezvoltare prin gestionarea activităților în timp.

Având în vedere impactul asupra dezvoltării ALFRED aceste considerente sunt de asemenea integrate în Tabelul 3.2.1. care oferă o imagine asupra capacității infrastructurii ALFRED de a aborda în mod cuprinzător și flexibil necesitățile de cercetare-dezvoltare ale tehnologiei LFR.

Tabelul 3.2.1 –Arii tehnice LFR și stadiului actual de cunoaștere, importanța în securitate/operare/întreținere și prevederilor/strategii de abordare în cadrul infrastructurii ALFRED.

Arie tehnică	Argumentare	Stadiu cunoaștere	Importanța în securitate (S = Stadiu)	Importanța în operare și întreținere (S = Stadiu)	Instalația de infrastructură ALFRED investigată (Ref. [7])	Prevederi/strategii de proiectare
Coroziune	Constituenții oțelului se dizolvă în plumb lichid, afectând astfel proprietățile de rezistență a materialului, cu impact negativ asupra integrității structurale a componentelor.	Mediu	S1: Mare S2: Mare S3: Mare	S1: Redusă S2: Medie S3: Medie	ALFRED ELF HELENA-2 CHEMLAB	Stadiul 1: Control O ₂ și operare la temperatură scăzută. Materiale nucleare folosite în reactorii rapizi. Stadiul 2: Acoperiri de protecție a creioanelor combustibile (opțiune de proiectare de referință). Stadiul 3: Extinderea acoperirilor de protecție la alte structuri și componente înlocuibile (tehnici industriale de depunere) sau folosirea materialelor inovative (oțeluri AFA, ODS, SiC,... – opțiune de proiectare de rezervă).

L 4.1 - Document de strategie privind principalele direcții și acțiuni de asigurare a viabilității pe termen lung a infrastructurii de cercetare ALFRED



Arie tehnică	Argumentare	Stadiu cunoaștere	Importanța în securitate (S = Stadiu)	Importanța în operare și întreținere (S = Stadiu)	Instalația de infrastructură ALFRED investigată (Ref. [7])	Prevederi/strategii de proiectare
Eroziune	Regiunile în care se schimbă viteza sau cele cu viteză constantă și mai mare de 2 m/s induc eroziune; poate înrăutăți coroziunea materialului sau afectează stratul de protecție de pe suprafețe.	Scăzut	S1: Redusă S2: Redusă S3: Redusă	S1: Redusă S2: Medie S3: Medie	ALFRED ELF HELENA-2 CHEMLAB	Viteze limitate sub 2 m/s. Materiale (tip MAX -phase) sau acoperiri de protecție (oxid de Al, MAX -phase) pentru regiuni în care se depășește viteza limită. Acoperiri de protecție (oxid de Al, MAX -phase).

Arie tehnică	Argumentare	Stadiu cunoaștere	Importanța în securitate (S = Stadiu)	Importanța în operare și întreținere (S = Stadiu)	Instalația de infrastructură ALFRED investigată (Ref. [7])	Prevederi/strategii de proiectare
Chimia agentului de răcire	Datorită excesului de oxigen și/sau coroziunii / eroziunii, oxizii/ produsele de coroziune precipită în lichidul de răcire și se depun în zone cu dimensiuni mici și/ sau în regiuni mai reci, ceea ce poate provoca blocaje parțiale sau complete. Pe de alta parte, concentrația scăzută de oxigen inhibă formarea filmului de oxid de protecție pe oțeluri crescând rata de coroziune.	Mediu	S1: Mare S2: Mare S3: Mare	S1: Mare S2: Mare S3: Redusă	ALFRED ELF HELENA-2 ATHENA CHEMLAB MELTIN’POT	Creșterea concentrației de oxigen (prin cele 2 metode –faza gazoasă și solidă); Extragerea oxigenului –printr-un sistem dedicat în afara piscinei (opțiune de proiectare de referință) Sistem de control al oxigenului (monitorizare, furnizare, extragere). Sistem de control al impurității (eșantionare, filtrare și extragere). Domeniu larg de concentrație de oxigen în timpul funcționării reactorului (2 ordine de mărime)

Arie tehnică	Argumentare	Stadiu cunoaștere	Importanța în securitate (S = Stadiu)	Importanța în operare și întreținere (S = Stadiu)	Instalația de infrastructură ALFRED investigată (Ref. [7])	Prevederi/strategii de proiectare
Solidificarea plumbului	Evoluția fenomenului de solidificare nu este investigată în detaliu. Consecințele solidificării variază de la eforturi mecanice exercitate pe structuri în timpul solidificării / topirii până la blocajul curgerii lichidului de răcire.	Scăzut	S1-3: Incertă (posibil Medie)	S1: Redusă S2: Redusă S3: Redusă	ELF HELENA-2 ATHENA CHEMLAB HANDS ON MELTIN’POT	Minimizarea pierderilor de căldură (izolarea termică a sistemului de răcire a reactorului - opțiune de proiectare de referință). Surse de căldură (sistem de încălzire - opțiune de proiectare de referință -, sistem de pompare). Excluderea tranzițiilor cu răcire excesivă. Reducerea schimbului de căldură (opțiune de proiectare de referință). Autoreglarea sistemului de eliminare a căldurii reziduale. (sistem pasiv).

Arie tehnică	Argumentare	Stadiu cunoaștere	Importanța în securitate (S = Stadiu)	Importanța în operare și întreținere (S = Stadiu)	Instalația de infrastructură ALFRED investigată (Ref. [7])	Prevederi/strategii de proiectare
Mișcări seismice	Datorită densității mari a plumbului, mișcarea seismică afectează securitatea instalației, prin efectele de alunecare, pătrunderea gazelor, presurizare în caz de defecțiune a schimbătoarelor de căldură, distorsiuni ale geometriei zonei active, inserții de reactivitate.	Mediu	S1: Mare S2: Mare S3: Mare	S1: Redusă S2: Redusă S3: Redusă	ELF ATHENA HANDS ON	Minimizarea dimensiunii sistemului de răcire a reactorului. Izolarea seismică (rulmenți de cauciuc cu amortizare ridicată sau rulmenți de cauciuc cu plumb în zona centrală + îmbinări flexibile)

Arie tehnică	Argumentare	Stadiu cunoaștere	Importanța în securitate (S = Stadiu)	Importanța în operare și întreținere (S = Stadiu)	Instalația de infrastructură ALFRED investigată (Ref. [7])	Prevederi/strategii de proiectare
Efecte de flotabilitate	Densitatea ridicată a plumbului influențează termo-hidraulica lichidului de răcire din bazinul reactorului și induce forțele ascendente asupra componentelor, corpurilor cufundate.	Înalt	S1: Medie S2: Medie S3: Medie	S1: Medie S2: Medie S3: Medie	ALFRED ELF HELENA-2 ATHENA HANDS ON	Evitarea regiunilor în care flotabilitatea acționează împotriva convecției forțate, caracterizarea modurilor de curgere și a transferului de căldură convectiv). Proiectarea componentelor (materiale cude nsitate mare- opțiune de proiectare de referință - dispozitive de blocare sub plumb, sisteme de manipulare, materiale de înaltă densitate (balast) amplasate în afara plumbului pentru a maximiza eficacitatea, componentele principale fixate de capacul reactorului, manipularea componentelor prin partea superioară) .

L 4.1 - Document de strategie privind principalele direcții și acțiuni de asigurare a viabilității pe termen lung a infrastructurii de cercetare ALFRED



Arie tehnică	Argumentare	Stadiu cunoaștere	Importanța în securitate (S = Stadiu)	Importanța în operare și întreținere (S = Stadiu)	Instalația de infrastructură ALFRED investigată (Ref. [7])	Prevederi/strategii de proiectare
Opacitatea plumbului	Datorită opacității plumbului, orice activitate de inspecție și întreținere este complicată. Inspecția vizuală trebuie înlocuită cu alte tehnici sau efectuată fără plumb. Sunt necesare tehnici alternative pentru salvarea și recuperarea pieselor libere din plumbul topit. Tehnicile disponibile sunt în mare parte dezvoltate și testate în sodiu (Na) sau în plumb-bismut eutectic (LBE) la temperaturi mai mici.	Scăzut	S1: Medie S2: Medie S3: Medie	S1: Medie S2: Medie S3: Medie	ALFRED ELF ATHENA CHEMLAB HANDS ON MELTIN’POT	Opțiuni de proiectare de referință: Extragerea componentelor din plumb pentru inspecții. Inspecția vasului reactorului prin spațiul dintre vasul reactorului și vasul de siguranță. Verificarea indirectă a integrității tecii combustibilului. Opțiuni de proiectare de rezervă: Manipularea oricărei componente din regiunea gazului de acoperire. Dispozitive cu ultrasunete pentru inspecție sub plumb și mapare / reconstrucție a suprafețelor. Scurgerea parțială a plumbului pentru inspecții în atmosferă inertă. Verificarea integrității schimbătorului de căldură. Detectarea pieselor libere prin monitorizare acustică.

L 4.1 - Document de strategie privind principalele direcții și acțiuni de asigurare a viabilității pe termen lung a infrastructurii de cercetare ALFRED



Arie tehnică	Argumentare	Stadiu cunoaștere	Importanța în securitate (S = Stadiu)	Importanța în operare și întreținere (S = Stadiu)	Instalația de infrastructură ALFRED investigată (Ref. [7])	Prevederi/strategii de proiectare
Toxicitatea plumbului	Toxicitatea chimică a plumbului inhalat sau ingerat este o problemă cunoscută în industria convențională. Practicile de monitorizare a contaminării cu plumb și de prevenire a intoxicațiilor cu plumb sunt impuse de reglementările specifice fiecărei țări. Este necesară dezvoltarea procedurilor de întreținere efectuate de personalul centralei.	Înalt	S1: Redusă S2: Redusă S3: Redusă	S1: Mare S2: Mare S3: Mare	ALFRED ELF HELENA-2 ATHENA CHEMLAB HANDS ON	Sigilarea sistemelor care conțin plumb topit. Linii directe / prescripții din reglementările aplicabile (supraveghere medicală, îmbrăcăminte / echipament de protecție, ventilație, depozitare intermediară și finală în condiții de siguranță, etc)

Arie tehnică	Argumentare	Stadiu cunoaștere	Importanța în securitate (S = Stadiu)	Importanța în operare și întreținere (S = Stadiu)	Instalația de infrastructură ALFRED investigată (Ref. [7])	Prevederi/strategii de proiectare
Procesul de curățare a plumbului	Procedurile de curățare, necesare pentru componentele principale înainte de întreținerea și repararea lor în afara piscinei, precum și pentru ansamblurile de combustibil uzat înainte de depozitare, sunt bine dezvoltate și testate la scară de laborator. Proceselor chimice utilizate induc însă riscuri suplimentare. Procedurile trebuie extrapolate la echipamente de dimensiuni mari.	Înalt	S1: Redusă S2: Redusă S3: Redusă	S1: Mare S2: Mare S3: Mare	ALFRED ELF HELENA-2 ATHENA CHEMLAB HANDS ON	Zona de curățare cu sisteme auxiliare (rezervoare, încălzitoare / agitatoare, stropitoare, aer condiționat, scurgere, filtrare, ventilație, sisteme de condiționare, eliminarea deșeurilor chimice). Ablație mecanică cu dispozitive manevrate de la distanță (pentru componente mari care nu se pot înlocui).

Arie tehnică	Argumentare	Stadiu cunoaștere	Importanța în securitate (S = Stadiu)	Importanța în operare și întreținere (S = Stadiu)	Instalația de infrastructură ALFRED investigată (Ref. [7])	Prevederi/strategii de proiectare
Retenția elementelor radio-toxice	Radionuclizii eliberați prin scurgerea / permeabilitatea barelor de combustibil / de control sau cei produși prin iradierea cu neutroni sunt reținuți parțial în plumb. Cu toate acestea, eliberarea acestora poate crește datorită temperaturilor ridicate sau scurgerilor de fluid din circuitul secundar de la schimbătorul de căldură în timpul scenariilor de accident. Capacitatea de retenție a plumbului contribuie la simplificarea operațiunilor de întreținere.	Mediu	S1: Mare S2: Mare S3: Mare	S1: Medie S2: Medie S3: Medie	ALFRED CHEMLAB MELTIN’POT	Bazate pe proprietățile de retenție ale plumbului. Purificarea periodică a agentului de răcire și a gazului de acoperire.

Arie tehnică	Argumentare	Stadiu cunoaștere	Importanța în securitate (S = Stadiu)	Importanța în operare și întreținere (S = Stadiu)	Instalația de infrastructură ALFRED investigată (Ref. [7])	Prevederi/strategii de proiectare
Interacțiunea combustibil-agent de răcire	Studii preliminare au arătat că plumbul este inert față de uraniu și combustibil oxid mixt astfel încât nu se induce nicio reacție exotermică. Migrarea izotopilor din matricea de combustibil în agentul de răcire nu a fost investigată în totalitate. Există încă incertitudini cu privire la comportamentul combustibilului degradat și dispersat în plumb.	Redus	S1: Mare S2: Mare S3: Mare	S1: Scăzută S2: Scăzută S3: Scăzută	MELTIN’POT	Bazate pe inerția chimică dintre combustibil și plumb. Definirea prevederilor de proiectare pentru a evita relocarea zonei active degradate.

4. Obiectivele de sustenabilitate ale infrastructurii de cercetare ALFRED

În această secțiune sunt prezentate aspectele majore identificate care contribuie la asigurarea viabilității pe termen lung a infrastructurii ALFRED, luând în considerare îmbunătățirile aspectelor de securitate nucleară, precum și impactul social preconizat.

4.1. Beneficiile infrastructurii

Infrastructura de cercetare ALFRED va avea impact la nivel local, regional, național și european. Orientarea evidentă în direcția dezvoltării și demonstrării sistemelor nucleare inovative (și în special a tehnologiei LFR) va produce un impact relevant privind creșterea sustenabilității energiei nucleare prin reducerea cantității de deșeuri radioactive produse, scăderea toxicității acestor deșeuri, o mai bună utilizare a resurselor naturale și îmbunătățirea aspectelor de securitate nucleară. Pe de altă parte, cercetările inter-disciplinare găzduite de infrastructură vor conduce la rezultate semnificative în domeniul tehnologiilor metalelor grele topite (HLM) cu impact în creșterea inovării și dezvoltarea de noi aplicații, produse sau servicii.

Scopul principal al infrastructurii de cercetare ALFRED este să dezvolte, până la demonstrarea completă, tehnologia HLM cu accent pe aplicarea sa la sistemele inovative nucleare și tehnologia LFR, în particular. În același timp, infrastructura va fi capabilă să realizeze cercetări cu impact și în alte domenii asociate cu tehnologia HLM.

Facilitățile suport abordate în PRO-ALFRED, HELENA -2, ELF, Meltin' Pot și Hands –On, alături de ATHENA și ChemLab sunt destinate să sprijine cercetări relevante legate de aplicarea tehnologiei HLM și constau într-o serie de instalații experimentale complementare, de la bucle până la laboratoare complexe, inclusiv ALFRED ca reactor demonstrativ.

Prin urmare, infrastructura de cercetare ALFRED va reprezenta o platformă de unică pentru cercetări multi-disciplinare, aducând Europa în centrul atenției cu privire la tehnologiile inovatoare HLM, consolidând poziția de leader în domeniul fisiunii nucleare, și mai ales în domeniul reactorilor rapizi.

Infrastructura va produce un efect catalitic la nivel European, în ceea ce privește activitățile de cercetare, dezvoltare și inovare dedicate sistemelor nucleare. Aceasta va contribui la:

L 4.1 - Document de strategie privind principalele direcții și acțiuni de asigurare a viabilității pe termen lung a infrastructurii de cercetare ALFRED



- stimularea cooperării între diferitele grupuri existente la nivel european (Italia, Republica Cehă, România, Germania, Suedia, Belgia, Spania, Olanda) cu interes în dezvoltarea tehnologiilor LFR;
- susținerea rolului principal al Europei în dezvoltarea tehnologiilor nucleare pentru sistemele nucleare viitoare;
- reducerea discrepanțelor între regiuni în ceea ce privește dezvoltarea economică și infrastructurile de cercetare - dezvoltare;
- dezvoltarea programelor de educație și formare, cu scopul de a pregăti personal pentru exploatarea sistemelor nucleare viitoare cât și experți pentru activitățile de cercetare - dezvoltare actuale;
- realizarea unui transfer de cunoștințe între grupuri și laboratoare mai experimentate și cele abia create;
- producerea unui efect sinergic al eforturilor europene privind dezvoltarea sistemelor nucleare inovative;
- creșterea potențialului experimental și demonstrativ al Europei în domeniul sistemelor nucleare inovative;
- creșterea eficienței utilizării infrastructurilor de cercetare propuse;
- evidențierea eforturilor europene în obținerea unor rezultate importante cu privire la reducerea deșeurilor radioactive produse în sectorul nuclear ca urmare a posibilității arderii actinidelor minore.

Infrastructura de cercetare ALFRED va stimula dezvoltarea tehnologiilor nucleare inovative, în particular, tehnologia LFR, ceea ce va conduce la evoluția comunităților europene științifice și tehnice, în sensul implementării sistemelor nucleare inovative de Generație IV, ca surse de energie sigure, curate și eficiente.

Conceptul LFR oferă un potențial mare în reducerea semnificativă a consumului resurselor naturale, atât prin utilizarea mai eficientă în reactor (mai multă energie produsă pe unitatea de combustibil) cât și prin realizarea unui ciclu de combustibil închis în care sunt recuperate toate materialele cu potențial de eliberare de energie (90% din combustibilul uzat), economisind în acest mod o cantitate importantă de resurse. Aceste sisteme sunt capabile să fie alimentate cu uraniu sărăcit sau recuperat, astfel încât, existența unor stocuri uriașe la nivelul Europei reprezintă oportunitatea de a reduce nevoia utilizării resurselor naturale pentru perioade mari de timp.

Pe de altă parte, sistemele nucleare bazate pe răcirea cu metale grele topite (HLM) reprezintă cea mai bună opțiune pentru arderea radio-nuclizilor cu durată de viață mare din deșeurile radioactive rezultate în urma operării flotei actuale de reactori nucleari.

L 4.1 - Document de strategie privind principalele direcții și acțiuni de asigurare a viabilității pe termen lung a infrastructurii de cercetare ALFRED



4.2. Impactul infrastructurii

4.2.1. Impactul la nivel regional și național

La nivel național, infrastructura de cercetare va produce un impact relevant prin:

- stimularea cercetării naționale prin implicarea activă a organizațiilor de cercetare – dezvoltare și a industriei în programele de interes internațional;
- consolidarea grupurilor de cercetare – dezvoltare prin construirea unor instalații experimentale relevante, împreună cu metode și instrumente specifice;
- contribuția la reducerea pierderilor privind resursa umană calificată și tinerele talente;
- implementarea tehnologiilor de vârf în România și consolidarea poziției în topul țărilor din sectorul nuclear, inclusiv în ceea ce privește aspectele derivate din proprietatea intelectuală și calitatea cercetării – dezvoltării;
- îmbunătățirea infrastructurilor experimentale și de testare, conducând la o implicare mai mare a țărilor în dezvoltarea tehnologiilor nucleare inovative.

Într-o perspectivă pe termen lung, rezultatele infrastructurii de cercetare ALFRED vor contribui la sustenabilitatea utilizării resurselor naturale; de exemplu, România utilizează în prezent uraniu natural cu o eficiență scăzută în utilizarea resurselor (<0.5%); infrastructura va contribui la implementarea LFR ca strategie de a crește eficiența utilizării resurselor de până aproape 100%, atât cât permit limitele tehnologice ale tehnicii de reprocesare.

La nivel regional, impactul produs de infrastructură va consta în:

- stimularea dezvoltării regionale prin consolidarea polilor de cercetare – dezvoltare în regiune;
- îmbunătățirea potențialului regiunii pentru cercetare, dezvoltare, inovare în domeniul tehnologiilor complexe de înaltă performanță;
- dezvoltarea unor noi instalații în Mioveni va consolida domeniul nuclear ca domeniu de specializare inteligentă în regiunea Sud - Muntenia;
- îmbunătățirea vizibilității și reputației regiunii.

Impactul la nivel local se traduce prin:

- stimularea dezvoltării locale prin crearea de noi locuri de muncă;
- stimularea sectorului educațional;
- consolidarea economiei locale prin investiții și existența unui impact asupra sectorului de servicii datorat accesului deschis;
- creșterea spiritului de inovare și a calității cercetătorilor;

L 4.1 - Document de strategie privind principalele direcții și acțiuni de asigurare a viabilității pe termen lung a infrastructurii de cercetare ALFRED



→ îmbunătățirea capitalului social și uman.

4.2.2. Impactul social

Într-adevăr, infrastructura de cercetare ALFRED va contribui în mod direct și indirect la crearea de noi locuri de muncă în regiunea unde aceasta va fi amplasată. Va crea noi locuri de muncă și va menține, în același timp, locuri de muncă ce necesită expertiză științifică de nivel înalt, cum ar fi cercetători seniori, cercetători, tehnicieni cu experiență mare în domeniul tehnologiilor complexe.

În tabelul 4.2.1 este prezentată situația locurilor de muncă pentru activitățile de operare și cercetare – dezvoltare pentru fiecare instalație a infrastructurii de cercetare propusă. Trebuie evidențiat faptul că, demonstratorul ALFRED, atunci când se va realiza, va contribui la crearea a 300 de locuri de muncă.

Tabel 4.2.1. Numărul estimat de locuri de muncă pentru operare și activitățile de cercetare – dezvoltare asociate fiecărei instalații a infrastructurii de cercetare

Instalație	Locurile de muncă estimate pentru operare și activitățile de cercetare – dezvoltare ale infrastructurii ALFRED						
	Cercetători Seniori	Cercetători	Post-Doctoranzi	Tehnicieni	Doctoranzi	Alt personal	Total
HELENA-2	4	2	0	6	1	2	15
ATHENA	4	2	0	6	2	2	16
Meltin' Pot	4	2	1	4	2	2	15
Hands ON	2	1	0	4	0	2	9
ChemLab	4	2	1	4	0	2	13
ELF	2	2	1	4	1	2	11
ALFRED	30	55	15	120	20	60	300

Ca exemplu, implementarea proiectului SUSEN [8] a creat 185 de locuri de muncă, ca și capacitate nouă, extinsă sau reconstruită, cu 109 cercetători recrutați până în anul

L 4.1 - Document de strategie privind principalele direcții și acțiuni de asigurare a viabilității pe termen lung a infrastructurii de cercetare ALFRED



2015. Ținând cont de lista facilităților propuse să facă parte din aceasta infrastructura distribuită, un număr de 160 de noi locuri de muncă vor fi create.

Din 2016, de exemplu în faza operațională, proiectul SUSEN a generat 12 absolvenți de master și 6 absolvenți de doctorat pe an, circa 50 de studenți putând să utilizeze infrastructura în fiecare an; echipa de cercetare a generat mai mult de 250 de publicații științifice pe an, iar aproximativ 22 de proiecte sunt implementate pe an în cooperare cu alți parteneri.

În tabelul 4.2.2 este prezentat impactul infrastructurii de cercetare asupra economiei, un impact datorat numărului de locuri de muncă în etapa de construcție, pentru fiecare instalație în parte.

Tabel 4.2.2. Numărul estimat de locuri de muncă pentru faza de construcție a fiecărei instalații

Instalație	Locuri de muncă estimate
HELENA-2	20
ATHENA	40
Meltin' Pot	30
Hands ON	25
ChemLab	50
ELF	30
ALFRED	600

4.2.3. Impactul economic

Impactul economic direct poate fi discutat din punct de vedere al ocupării forței de muncă locale sau non – locale, al caracteristicilor ocupării forței de muncă, oferta de muncă, programul de instruire și nivelul de salarizare. În ceea ce privește originea anagajaților, este de așteptat ca majoritatea pozițiilor permanente (75%) să fie ocupate de forța de muncă din regiunea gazdă a facilității. Caracteristicile forței de muncă sunt descrise în tabelul 4.2.1. Este necesară existența unui program adecvat pentru pregătirea celor nou – veniți. Pe de altă parte, se așteaptă și o creștere a salarizării, cu 20% mai mult față de nivelul actual. Opțiunea unui acces deschis va permite găzduirea cercetătorilor de la alte organizații ceea ce va avea un impact relevant în transferul de cunoștințe și schimbul de experiență.

L 4.1 - Document de strategie privind principalele direcții și acțiuni de asigurare a viabilității pe termen lung a infrastructurii de cercetare ALFRED



În același timp, se preconizează și o creștere a bugetului local prin plata taxelor și impozitelor pe salarii. În cazul orașului Mioveni, această creștere a bugetului local poate să fie de 4%.

Operarea infrastructurii de cercetare va avea impact asupra economiei locale și prin cheltuielile efectuate de angajați și prin stimularea altor activități comerciale (turism, servicii, pescuit și agricultură).

Un impact important constă și în consolidarea activităților de cercetare – dezvoltare în regiunea orașului Mioveni. Conform unei analize SWOT [8], una din principalele amenințări este reprezentată de dependența puternică a economiei locale de industria automobilelor, creând astfel riscuri în cazul unor schimbări majore pe piață. În prezent, forța de muncă este clar orientată nevoilor producției industriei auto.

Existența facilităților infrastructurii de cercetare contribuie nu numai la creșterea calificării personalului de cercetare cât și la bunăstarea comunității locale. Cel mai mare impact va fi în domeniul educației și în oferirea oportunităților pentru tineri, tinere talente de a lua decizia care să le permită obținerea unor locuri de muncă de înaltă calificare.

De asemenea, se preconizează și un efect semnificativ indirect privind crearea locurilor de muncă prin promovarea turismului. Se estimează că se va dubla numărul anual de vizitatori în Mioveni în primul an după deschiderea infrastructurii, cu efect clar asupra unităților de cazare, restaurantelor, alte servicii, etc. Toate acestea vor contribui la o creștere substanțială a numărului de afaceri mici (hoteluri și pensiuni, restaurante, magazine și altele asociate turismului). De asemenea, se preconizează și inițierea unor activități de modernizare a celor existente, cu scopul de a răspunde standardelor ridicate cerute de utilizatorii infrastructurii de cercetare ALFRED.

Alte servicii (în special în cazul orașului Mioveni) care vor fi influentate pozitiv sunt serviciile de sănătate, educație, transport, activități de recreere, etc. De asemenea, se așteaptă o creștere a cererii privind închirierea de apartamente și o creștere de 10 – 20 % a prețului chiriei.

4.2.4. Impactul asupra programelor educaționale și de formare profesională

Infrastructura de cercetare ALFRED va avea un impact major și asupra programelor educaționale și de formare, datorită numărului de locuri de muncă care implică expertiză înaltă privind construcția facilităților asociate infrastructurii și, în special, a demonstratorului ALFRED. Infrastructura va juca un rol important în pregătirea

studenților din țările care dețin facilități dedicate tehnologiilor HLM, precum și în formarea studenților din alte țări.

În România, cele două universități extrem de implicate în sectorul de educație și formare din domeniul energiei nucleare sunt Universitatea POLITEHNICA București și Universitatea din Pitești. Se așteaptă ca numărul studenților să crească cu până 50% pentru stadiul de licență, 80% pentru master și doctorat. În același timp se vor introduce și materii noi în programă, precum "Ingineria reactorilor rapizi", "Termohidraulica metalelor lichide", "Chimia metalelor lichide", "Aspecte de securitate ale tehnologiei LFR", "Managementul combustibilului uzat și al deșeurilor radioactive pentru LFR", etc.

În plus, studenții vor putea beneficia și de componenta practică, care implică câteva luni de pregătire în laboratoare și facilități. Pe durata stagiului de pregătire, studenții vor putea lucra în cadrul unor programe dedicate de termohidraulică, chimie, instrumentație și control, materiale, fizică, managementul deșeurilor radioactive. Se estimează că aproximativ 70% din absolvenții de master vor continua cu studii de doctorat în domeniul tehnologiilor nucleare HLM.

Pe de altă parte, infrastructura ALFRED va oferi României ocazia de a-și îmbunătăți gradul de participare la cele mai avansate studii științifice. Impactul nu se va limita numai la dezvoltarea comunităților științifice locale, dar va oferi și numeroase oportunități privind colaborări tehnologice și transfer de cunoștințe între comunitățile de cercetare și industrie. Infrastructura va oferi posibilități de transfer tehnologic către industrie, servicii publice și autoritățile cu responsabilități în securitatea nucleară.

Infrastructura de cercetare va contribui, de asemenea, la creșterea numărului de brevete (cu aprox 20 brevete pe an) și a numărului de publicații (peste 100 de publicații pe an la nivelul întregii infrastructuri).

Un alt rol important al infrastructurii de cercetare se referă și la formarea oamenilor de știință și a tehnicienilor. În timp ce pentru oamenii de știință și operatori nu există un program formal de pregătire privind tehnologiile HLM, infrastructura propusă va juca un rol important în formarea viitorilor specialiști. Se crează astfel o oportunitate pentru oamenii de știință și cercetători de a lucra într-un mediu internațional care să favorizeze schimbul de cunoștințe, informații și experiența.

4.2.5. Impactul asupra capitalului uman și social

Infrastructurile de cercetare joacă un rol important în construirea capitalului uman și social. Facilitățile de cercetare funcționează ca un magnet pentru cercetătorii cu pregătire, influențând mobilitatea studenților și a oamenilor de știință, acesta fiind un

L 4.1 - Document de strategie privind principalele direcții și acțiuni de asigurare a viabilității pe termen lung a infrastructurii de cercetare ALFRED



mecanism cu rol major în realizarea schimbului de cunoștințe/informații și care contribuie la consolidarea abilităților prin formare și învățare. Capitalul social promovează învățarea activă și sustenabilă. O definiție generală a acestuia este ”instuțiile, relațiile, atitudinile și valorile care guvernează interacția dintre oameni și contribuie la dezvoltarea economică și socială”, și se referă la beneficiile care reies din rețelele sociale, relații și încredere reciprocă.

Exemple ale impactului pozitiv al infrastructurii de cercetare asupra capitalului social includ beneficiile rezultate din fluxul de capital uman, prin vizite ale oamenilor de știință străini și, în particular, schimbul de cunoștințe care stimulează diversitatea și creativitatea și conduce la idei creative și inovative. Infrastructura de cercetare oferă și „puncte de intrare” pentru studenți și tineri cercetători în rețelele științifice sau de educație și formare profesională.

Infrastructura de cercetare va conduce la o schimbare de percepție, în special la nivel internațional, asupra unor regiuni și a ceea ce au ele de oferit. Va stimula factorii de decizie care vor să se implice și să investească în comunitate în domeniul educațional, sănătate și dezvoltare de infrastructură. Impactul unui acces deschis va conduce la o creștere a reputației regiunii din punct de vedere al nivelului științific, calității vieții și a relațiilor dintre membrii comunității.

Pe de altă parte, va avea loc un schimb cultural între localnici și cercetători din diferite țări. De exemplu, România în acest moment exportă forță de muncă în diferite țări din Europa. Prin găzduirea cercetătorilor și tehnicienilor din străinătate, comunitatea locală va beneficia de o mai bună și realistă înțelegere a contextului local. În mod indirect, acest efect va contribui la creșterea activităților din turism în regiune și în împrejurimi.

4.3. ALFRED – posibil prototip pentru un SMR răcit cu plumb

Experiențele recente privind construcția unor centrale nucleare de mari dimensiuni au arătat costuri și timp de construcție mult peste așteptări, ridicând preocupări în rândul investitorilor și a factorilor de decizie. În consecință, atenția asupra segmentului de reactori modulari de mici dimensiuni (SMR) este în creștere la nivel global, acestia demonstrând aspecte favorabile din punct de vedere al investițiilor inițiale mai mici și al potențialului de construcție în termen scurt (până în a doua jumătate a anilor 2030).

În acest context, caracteristicile intrinseci și cele de securitate pasivă oferite de tehnologia LFR fac din aceasta un candidat credibil pentru implementarea ca SMR, oferind în același timp oportunitatea pentru simplificarea proiectului ceea ce permite creșterea competitivității acestuia și atingerea mai rapidă a unui nivel tehnologic înalt.

L 4.1 - Document de strategie privind principalele direcții și acțiuni de asigurare a viabilității pe termen lung a infrastructurii de cercetare ALFRED



În orice caz, înainte de a trece la o implementare industrială, foaia de parcurs a dezvoltării tehnologiei necesită o etapă intermediară pentru a face față provocărilor procesului de licențiere și lipsei de experiență operațională. ALFRED poate reprezenta candidatul optim pentru a învinge aceste bariere datorită marjelor înalte de securitate nucleară, design robust și dimensiune scalabilă.

Definirea unui candidat pentru tehnologia SMR conduce la provocări incontenstabile, care pot fi grupate în cinci domenii principale:

- Design;
- Securitate;
- Operaționalitate;
- Licențiere;
- Finanțare.

Acestea conduc la cerințe de cel mai înalt nivel privind:

- Proiectarea – definirea conceptului de referință pentru tehnologia SMR și stabilirea obiectivelor strategice;
- Securitate și Operaționalitate – pentru a viza și optimiza cele mai promițătoare soluții cu privire la aspectele de securitate și operare inclusiv, dar fără a se limita la doar la acestea:
 - controlul și oprirea reactorului, precum și manipularea combustibilului și managementul combustibilului uzat;
 - sistemul de îndepărtare a căldurii, orientat pentru a păstra integritatea limitelor de proiectare, exploatând în același timp caracteristicile intrinseci (avantajele) ale lichidului de răcire (plumb);
 - limitele de securitate privind confinarea/reținerea pe baza termenului sursă al reactorului de tip SMR cu plumb și pe baza consecințelor rezultate în urma unei eliberări accidentale.
- Licențiere și Finanțare – evaluarea orientării către tehnologia SMR și nivelul de pregătire pentru licențiere, în baza prevederilor de mai sus, precum și definirea nevoilor conexe de cercetare – dezvoltare cu scopul de a ușura procesul de licențiere și de a crește atractivitatea economică.

Având în vedere puterea țintă a unui SMR (250 – 300 Mwe), pentru a îndeplini obiectivele de sustenabilitate stabilite de Generația – IV, un demonstrator răcit cu plumb cu o putere termică de câteva sute de MWth poate fi proiectat astfel încât să poată fi reprodus/scalat cu ușurință până la dimensiunea comercială. În acest context,

un proiect tip ALFRED reprezintă opțiunea ideală pentru a răspunde tuturor acestor cerințe.

În general, acest lucru se datorează următoarelor aspecte:

- Definiția obiectivelor de proiectare pentru ALFRED include, ca obiectiv fundamental de demonstrare (FDO), scopul de a fi un prototip pentru un reactor modular de mici dimensiuni (SMR) cu implementare pe termen scurt (20 de ani);
- În ceea ce privește criteriile de proiectare de nivel superior (HDC), ALFRED aplică o abordare cuprinzătoare de tip sus-jos (top-down), care include criteriile domeniilor principale menționate mai sus. Unul din criteriile ce au stat la baza proiectării demonstratorului constă în reprezentativitatea puterii și a dimensiunii, afirmând că ALFRED trebuie să fie proiectat pentru o putere și dimensiune maximă precum cea corespunzătoare unei flote comerciale de tip SMR.
- Caracteristicile deosebite ale demonstratorului ALFRED fac din acesta un candidat valoros al tehnologiei SMR cu plumb deoarece:
 - ALFRED implementează soluții tehnologice și componente prototip;
 - Utilizarea de soluții tehnologice existente permite decuplarea (cel puțin parțială) activităților de proiectare de activitățile de cercetare – dezvoltare, reducând astfel riscurile;
 - ALFRED va opera în mai multe etape, pornind de la condiții de temperatură și putere mai scăzute și continuând progresiv cu creșterea performanțelor în baza experienței de operare câștigată;
 - ALFRED are o putere termică rezonabilă ceea ce reduce/simplifică problemele și incertitudinile privind securitatea nucleară prin intermediul unui design robust și valori adecvate ale limitelor de securitate;
 - Activitățile de cercetare – dezvoltare sunt definite pentru a progresa în paralel, contribuind la programul demonstrativ cu opțiuni tehnologice și de proiectare avansate;
 - ALFRED și facilitățile de cercetare aferente, reprezintă o platformă pentru demonstrarea într-un mediu reprezentativ a soluțiilor de proiectare viitoare, permițând îmbunătățiri suplimentare pentru implementarea competitivă a tehnologiei LFR;
 - Cu privire la licențiere, abordarea pas cu pas conduce la dobândirea încrederii necesare asupra opțiunilor tehnice selectate;
 - Demonstratorul poate fi folosit ca un mijloc pentru a îmbunătăți cadrul de reglementare cu privire la reactoare comerciale viitoare;

L 4.1 - Document de strategie privind principalele direcții și acțiuni de asigurare a viabilității pe termen lung a infrastructurii de cercetare ALFRED



- Punerea în funcțiune, testarea și operarea în etape a reactorului ALFRED oferă experiența de operare necesară într-un mediu reprezentativ, caracterizat de margini de securitate foarte înalte;
- Oportunitatea pe termen scurt bazată pe tehnologii cu nivel ridicat de pregătire (TRL) poate să atragă investiții suplimentare, datorită riscurilor inițiale scăzute, flexibilității și obținerii în termen scurt a experienței operaționale. Investitorii din domeniu privat, care împărtășesc viziunea unei tehnologii SMR răcit cu plumb, vor fi atrași de timpul scurt de comercializare și vor juca un rol important la nivel național și european, întărind sinergiile și ducând la crearea unor oportunități pentru parteneriate de tip public - privat.

În plus, dacă intrăm mai mult în detalii, cerințele de cel mai înalt nivel privind tehnologia SMR cu plumb sunt îndeplinite de proiectul ALFRED, și astfel:

- Specificațiile tehnice ale principalilor parametri ai conceptului SMR cu plumb sunt evaluate prin designul ALFRED;
- În ceea ce privește orientările strategice, următoarele aspecte sunt considerate:
 - Respectarea obiectivelor de nivel înalt de interes pentru un LFR de tip SMR;
 - Satisfacerea nevoilor pieței energetice europene și evoluția preconizată a acesteia, inclusiv integrarea cu sursele regenerabile intermitente;
 - Aplicabilitate pentru co-generare, dincolo de generarea electricității (de exemplu căldura și/sau producerea hidrogenului);
 - Atingerea obiectivelor de siguranță stabilite în articolul 8a al Nuclear Safety Directives [10]. Orientările și evaluările strategice sunt considerate/aplicate și în alte etape ale ciclului de viață al reactorului, de exemplu, amplasarea, construcția, punerea în funcțiune, operarea și dezafectarea;
 - Implementarea soluțiilor tehnologice disponibile cu scopul de a simplifica procesul de proiectare, de a-l optimiza și prin urmare, de a reduce costurile unui SMR cu plumb.
- Obiectivele de securitate nucleară, caracteristicile inerente de securitate și parametri/soluțiile de proiectare, sunt evaluate în ALFRED, conducând la creșterea gradului de securitate și simplificarea proiectului, rezultând în același timp, și un grad de competitivitate ridicat. Sunt incluse caracteristicile de proiectare și soluții pentru:

L 4.1 - Document de strategie privind principalele direcții și acțiuni de asigurare a viabilității pe termen lung a infrastructurii de cercetare ALFRED



- Îmbunătățirea rezistenței la evenimente naturale externe (construcții subterane, posibilitatea de a evita izolatoarele seismice pentru o dimensiune redusă a reactorului);
- Îmbunătățirea prevenirii accidentelor și detectarea defectărilor;
- Îmbunătățirea prevenirii și atenuării accidentelor severe;
- Îmbunătățirea soluțiilor privind controlul și oprirea reactorului, considerând:
 - a) Coeficientii de reactivitate
 - identificarea opțiunilor de proiectare cu impact asupra îmbunătățirii feedback-ului de reactivitate (îmbunătățirea reactivității Doppler prin reducerea gradului de îmbogățire),
 - evaluarea impactului (îmbunătățirea feedback-ului în reactivitate versus deteriorarea performanței)
 - b) Mijloace de control / oprire
 - identificarea opțiunilor de proiectare specifice SMR,
 - evaluarea eficacității lor;
 - c) Manipularea și managementul combustibilului uzat
 - identificarea opțiunilor alternative specifice segmentului SMR,
 - indicații preliminare privind siguranța critică a unor astfel de soluții;
 - d) Sustenabilitate
 - identificarea dimensiunii minime a reactorului pentru a permite o operare adiabatică (de exemplu, adoptarea unui ciclu închis de combustibil)
 - evaluarea conformității cu domeniile de viabilitate a tuturor prevederilor investigate anterior.
- Îmbunătățirea soluțiilor de răcire a reactorului, considerând:
 - Simulări/calculare preliminare suport pentru evaluările de fezabilitate și evaluări calitative în timpul procesului de optimizare,
 - identificarea celor mai promițătoare soluții pentru evaluări ulterioare, în baza următoarelor criterii, dar nu numai:
 - eficiența în păstrarea integrității barierelor de securitate;
 - categoria de sisteme pasive de securitate;
 - prevenirea solidificării agentului de răcire;
 - impactul asupra dimensiunii sistemului de răcire al reactorului, costuri ale sistemului și componentelor cheie;
 - nivelul de pregătire tehnologică (TRL).

L 4.1 - Document de strategie privind principalele direcții și acțiuni de asigurare a viabilității pe termen lung a infrastructurii de cercetare ALFRED



- Îmbunătățirea soluțiilor confinare/retenție, considerând:
 - un set adecvat de scenarii de accident care să fie folosit pentru evaluarea eliberărilor ulterioare de natură radiologică;
 - efectul agentului de răcire asupra eliberării radiologice în mediul înconjurător conform scenariilor de accident selectate.

Prin urmare, ALFRED poate fi considerat opțiunea ideală pentru a îndeplini obiectivele unei tehnologii SMR cu plumb până în 2035 – 2040, în condițiile unui program adecvat de dezvoltare, datorită respectării cerințelor de putere impuse de tehnologia SMR. Proiectul reactorului ALFRED este, în fapt, bazat pe opțiuni tehnice robuste cu un nivel tehnologic înalt, precum și pe cerințe/margini de securitate crescute pentru a ușura procesul de licențiere și pentru a scurta programul de implementare. Această oportunitate poate conduce la creșterea sustenabilității cât și a competitivității. De asemenea, poate conduce la facilitarea tranziției de la SMR la stadiul de reactor comercial.

Concluzii

Principalele direcții strategice de asigurare a sustenabilității unei infrastructuri de cercetare-dezvoltare recomandate de organizațiile internaționale referitoare la: menținerea unui nivel înalt de competitivitate, configurarea și asigurarea fiabilității pe termen lung, eficacitatea unei infrastructuri de cercetare, proiectare și planificare, managementul resursei umane, managementul datelor pe întreaga durată de viață a infrastructurilor, exploatarea pe deplin a potențialului infrastructurilor de cercetare, atragerea și păstrarea oamenilor de știință și a personalului calificat, statut juridic și guvernanta, evaluarea impactului socio – economic, inovare și transfer de tehnologie, finanțarea și accesarea fondurilor, provocări și riscuri, optimizarea costurilor, etc., sunt analizate în contextul aplicării lor la infrastructura ALFRED atât în cadrul Pachetului de Lucru 4 („Managementul științific al infrastructurii ALFRED”) prin abordarea unor aspecte precum integrarea în infrastructura europeană, asigurarea excelenței în cercetare-dezvoltare, creșterea valorii socio-economice sau guvernanta, precum și în Pachetul de Lucru 5 („Strategia de creare a competențelor necesare implementării și operării infrastructurii ALFRED”) dedicat gestionării resursei umane sau în Pachetul de Lucru 6 (“Evaluarea tehnico-economică a LFR din perspectiva viitoarei piețe naționale de energie”) care abordează finanțarea și accesarea fondurilor, provocări și riscuri, optimizarea costurilor, etc.

Analiza necesităților, a problemelor rămase deschise în domeniul LFR a reprezentat fundamentul pentru definirea clară a scopului, a obiectivelor, a limitelor de funcționare și a caracteristicilor tehnice ale infrastructurilor HELENA -2, ELF, Hands-On și Meltin’Pot (Cap. 3); această abordare conduce la asigurarea flexibilității acestora în soluționarea atât a necesităților curente identificate dar și a noilor aspecte generate de evoluția tehnologiei LFR și de progresul științific, în general.

Infrastructura de cercetare ALFRED combină nevoile de cercetare – dezvoltare cu strategii de proiectare, exploatând soluții tehnologice și cunoștințe cu un nivel semnificativ de dezvoltare. În acest fel, infrastructura ALFRED este capabilă să completeze golurile din domeniul tehnologiilor avansate, precum și să ofere opțiuni tehnice și strategii pentru a preveni și atenua riscurile asociate.

În plus, caracteristicile intrinseci și cele de securitate pasivă oferite de tehnologia LFR fac din aceasta un candidat credibil pentru implementarea ca SMR, ALFRED putând fi considerat opțiunea ideală pentru a îndeplini obiectivele unei tehnologii SMR cu plumb pe baza unui program adecvat de cercetare – dezvoltare.

În consecință infrastructura de cercetare ALFRED susținută de un program de cercetare – dezvoltare adecvat (ce va fi definit în cadrul Pachetului de Lucru 4) este

L 4.1 - Document de strategie privind principalele direcții și acțiuni de asigurare a viabilității pe termen lung a infrastructurii de cercetare ALFRED



capabilă să facă față provocărilor și nevoilor tehnologiei LFR, reprezentând o opțiune potrivită și sustenabilă ce conferă beneficii semnificative din punctul de vedere al progresul științific într-un domeniu inovativ de înaltă tehnologie și al impactului socio- economic la nivel național, regional și european.

Referințe

1. INPRO Methology for Sustainability Assessment of Nuclear Energy Systems, IAEA Nuclear Energy Series NG-T-3.12, 2014;
2. Milestones in the Development of a National Infrastructure for Nuclear Power, IAEA Nuclear Energy Series NG-G-3.1, 2015;
3. International Distributed Research Infrastructures: Issues and Options, OECD, 2014;
4. Strengthening the Effectiveness and Sustainability of International Research Infrastructures, OECD Science, Technology and Industry Policy Papers, No. 48, 2017;
5. Building a National Position for a New Nuclear power Programme, IAEA Nuclear Energy Series NG-T-3.14, 2016;
6. ALFRED-PRO-REP-002 Rev. 0 – ALFRED Demonstrator: Design and Licensing Elements, PRO-ALFRED (2019);
7. Handbook on Lead-bismuth Eutectic Alloy and Lead Properties, Materials Compatibility, Thermalhydraulics and Technologies, OECD/NEA No. 7268 (2015).
8. SUSEN project, www.susen2020.cz;
9. Strategia Locala de Dezvoltare a Orasului Mioveni, www.primariamioveni.ro/pages/strategie_orasul_mioveni.html.
10. Article 8a of the EU Nuclear Safety Directive: “Timely Implementation of Reasonably Practicable Safety Improvements to Existing Nuclear Power Plants, WENRA Guidance (2017).