



Cofinanțat de
Uniunea Europeană



APEL PR/NE/2024/P1/RSO1.1.4/1 - Vinnovate

Anexa 2

Raport TRL¹ (model orientativ)

Raportul de demonstrare a nivelului de maturitate tehnologică inițial trebuie să furnizeze o imagine detaliată și concludentă a stadiului actual al tehnologiei dezvoltate la începutul proiectului.

Acest raport constituie o anexă obligatorie la depunerea cererii de finanțare și trebuie să conțină informații specifice care demonstrează că tehnologia se află la nivelul de maturitate corespunzător, specificat în Ghidul solicitantului, pentru a justifica finanțarea solicitată.

Raportul va fi evaluat în etapa de evaluare tehnico-financiară, iar punctarea cu 0 a criteriului corespunzător va conduce la respingerea proiectului.

Este esențial ca raportul să fie clar, concis și să ofere o înțelegere detaliată a tehnologiei care constituie punctul de plecare al proiectului ținând cont de specificațiile din Anexa de mai jos (descriere TRL, documentația justificativă și tranziția de la o etapă la alta).

Pentru o abordare cât mai precisă recomandăm și consultarea [Ghidului de evaluare TRL](#) - instrument ce analizează cu exemple TRL-ul în funcție de soluția vizată.

Raportul trebuie să conțină următoarele secțiuni și argumentarea trebuie să fie punctuală pentru fiecare TRL parcurs.

1. Introducere

- Prezentarea generală a tehnologiei, scopului său și beneficiilor asociate.
- Specificarea obiectivelor tehnologice și a problemelor pe care tehnologia urmărește să le rezolve.
- Comparatii cu orice alte tehnologii (model conceptual sau prototip unde este cazul) similare existente și testările deja efectuate.
- Aplicabilitate și limitări.

¹ „Technology Readiness Level (TRL)/nivelul de maturitate tehnologică” este o metodă de definire a maturității unui produs (sau proces) și a relației acestuia cu piața.

2. Descrierea detaliată a stadiului actual al tehnologiei care constituie punctul de plecare al proiectului

- Se vor evidenția funcționalitățile și caracteristicile cheie, inclusiv principiul de funcționare, componente, compoziție, design etc.
- Se vor descrie pașii parcurși pentru atingerea TRL actual cu prezentarea și argumentarea individuală a fiecărui TRL atins anterior ținând cont de specificațiile din Anexa de mai jos, coloana Justificare.

De ex. dacă punctul de plecare al proiectului este de la TRL6² se vor prezenta informații despre TRL1, TRL2, TRL3, TRL4, TRL5.

3. Documente suport

- Orice documente, imagini sau date suplimentare care sprijină și completează informațiile prezentate în raport.

ATENȚIE!

- Raportul TRL inițial **trebuie validat** de către un expert cu cunoștințe aprofundate în domeniul /domeniile proiectului. Acest expert poate fi un cercetător, un inginer, un consultant sau un alt specialist recunoscut în domeniu. Expertul validator ar trebui să revizuiască cu atenție Raportul TRL și să confirme acuratețea și completitudinea informațiilor prezentate.
- Odată ce Raportul TRL a fost validat, acesta **trebuie semnat** de către:
 - Solicitantul finanțării: Confirmă responsabilitatea pentru conținutul Raportului TRL.
 - Expertul validator: Confirmă validitatea informațiilor prezentate.
- Raportul TRL **trebuie să fie însoțit** de următoarele documente:
 - CV-ul expertului validator și diplome care dovedesc experiența / expertiza în domeniul /domeniile proiectului, sau adeverința de doctorand pentru anul universitar în curs /diploma de doctor;
 - **(dacă este cazul) contractul de cercetare încheiat cu organizația de cercetare** dacă solicitantul a încheiat un contract de cercetare cu o organizație de cercetare pentru a dezvolta conceptul până la nivelul TRL 6;
 - **(dacă este cazul) documentele prin care a fost achiziționat conceptul tehnologic (contract de vânzare – cumpărare etc.)** dacă solicitantul a cumpărat dreptul de utilizare al tehnologiei aflată la nivelul de maturitate TRL 6;
 - **(dacă este cazul) alte documente aferente obținerii dreptului de utilizare al rezultatelor** cercetării la nivelul TRL 6.

² Deși acesta nu este ținta principală, activitățile de la TRL5 pot fi potențial eligibile pentru finanțare într-un proiect Vinnovate dacă o parte substanțială a activităților proiectului (mai mult de 50% din costurile proiectului) sunt asociate activităților cu TRL mai mare (TRL7 și / sau TRL8).

Recomandări (se vor lua în considerare specificațiile privind TRL aplicabile prezentului apel)

Trecerea de la nivelul de maturitate tehnologică TRL 1 la TRL 9 presupune un proces complex și progresiv, de la faza conceptuală la implementarea operațională a tehnologiei sau produsului în cauză. Este important ca fiecare etapă a procesului să fie documentată și să ofere dovezi clare pentru fiecare tranziție de la un nivel de maturitate la altul. Implicarea părților interesate și feedback-ul continuu joacă, de asemenea, un rol crucial în succesul acestui demers.

TRL este un sistem utilizat pentru a evalua stadiul de dezvoltare al unei tehnologii, variind de la nivelul inițial (TRL 1) până la nivelul complet operațional (TRL 9).

Definirea acestor nivele de maturitate tehnologice, documentația justificativă și demonstrarea tranziției de la o etapă la alta este detaliată în tabelul de mai jos.

TRL	Descriere	Justificare
TRL 1 Principii de bază observate	<ul style="list-style-type: none">• Cercetarea științifică începe cu proprietățile unei tehnologii potențiale observate în lumea fizică. Aceste proprietăți de bază sunt raportate în literatură.• Au fost efectuate activități de cercetare de bază și au fost definite principiile de bază.	<u>Justificare nivel TRL, în funcție de specific, se poate face prin:</u> <ul style="list-style-type: none">• Prezentarea principiilor de bază ale tehnologiei, sau observații ale realității fizice (inclusiv “discovery experiments”).
<u>Definirea Conceptului și Identificarea Oportunității (TRL 1 → TRL 2):</u> <ul style="list-style-type: none">• Descrierea conceptului inițial al tehnologiei sau produsului, clarificând principiile de bază și oportunitățile asociate.• Efectuarea de cercetări preliminare și stabilirea primelor concepte teoretice.• Identificarea potențialelor beneficii și nevoi ale pieței sau ale utilizatorilor.• Trecerea de la TRL 1 la TRL 2 reprezintă transferul ideilor pur teoretice spre cercetarea aplicată.		
TRL 2 Formularea conceptului tehnologic	<ul style="list-style-type: none">• Conceptul tehnologic și/sau cererea este formulată.• Sunt identificate aplicații inițiale practice. Se confirmă potențialul materialului sau al procesului pentru satisfacerea unei necesități tehnologice.• Odată stabilite principiile de bază, se începe tranziția spre aplicații practice. Aplicațiile pot fi reale (identificate independent) sau speculative, prin urmare nu se	<u>Justificare nivel TRL, în funcție de specific, se poate face prin:</u> <ul style="list-style-type: none">• Publicații sau alte documente care prezintă și argumentează modelul conceptual inclusiv din perspectiva fezabilității implementării acestuia.• Majoritatea lucrărilor sunt studii analitice sau pe hârtie, cu accent pe

	așteaptă o analiză/argumentare detaliată a viitoarelor aplicații. Exemplele pot fi limitate la studii teoretice.	înțelegerea mai bună a științei. Lucrările experimentale au rolul de a corobora observațiile științifice fundamentale identificate în TRL 1.
<u>Evaluarea Preliminară a Fezabilității (TRL 2 → TRL 3):</u> <ul style="list-style-type: none"> • Descrierea conceptului tehnologic în detaliu și definirea cerințelor inițiale. • Realizarea unei evaluări inițiale a fezabilității tehnologice. • Identificarea riscurilor și provocărilor potențiale. 		
TRL 3 Demonstrarea conceptului privind funcționalitățile critice sau caracteristicile la nivel analitic sau experimental	<ul style="list-style-type: none"> • Demersul trebuie să demonstreze trecerea de la faza teoretică ("pe hârtie") la cea experimentală, pentru a verifica funcționalitatea conceptului. • Modelarea și simularea numerică pot fi utilizate pentru a completa experimentul fizic. • Cercetarea aplicată este continuată și începe dezvoltarea. Include studii și măsurători inițiale de laborator pentru a valida predicțiile analitice ale elementelor separate ale tehnologiei. 	<u>Justificare nivel TRL, în funcție de specific, se poate face prin:</u> <ul style="list-style-type: none"> • Prezentarea ipotezelor cercetării și a rezultatelor ce se așteaptă a fi obținute; • Studii analitice și experimentale la scară de laborator; • Rezultatele testelor de laborator pentru determinarea parametrilor de interes și compararea cu predicțiile teoretice pentru sub-sistemele critice.
<u>Definirea și Rafinarea Conceptului (TRL 3 → TRL 4):</u> <ul style="list-style-type: none"> • Conceptul este dezvoltat și testat în medii controlate pentru a valida fezabilitatea acestuia • Dezvoltarea unei scheme conceptuale a tehnologiei și identificarea principalelor componente și funcționalități. • Identificarea principalelor riscuri și provocări tehnice. 		
TRL 4 Validarea componentelor și/sau a ansamblului în condiții de laborator	<ul style="list-style-type: none"> • Principalele componente ale tehnologiei sunt integrate și testate în laborator în condiții similare cu cele de operare pentru a se stabili funcționalitatea ansamblului. • Realizarea unei demonstrații de laborator care integrează toate elementele cheie necesare pentru a rezolva problemele identificate și prezintă aspecte 	<u>Justificare nivel TRL, în funcție de specific, se poate face prin:</u> <ul style="list-style-type: none"> • Descrierea modului de desfășurare a demonstrației (ex. principalele etape ale demonstrației de laborator, valorile de referință avute în vedere, etc.); • Descrierea funcționalității componentelor ca un sistem;

	<p>funcționale ale conceptului operat în funcție de cerințele pieței</p> <ul style="list-style-type: none"> • Acest demers poate avea un grad relativ scăzut de fidelitate în raport cu sistemul real. Spre exemplu, se integrează componente separate în laborator și se efectuează teste într-un domeniu de condiții de operare. • TRL 4 este primul pas în a determina dacă componentele individuale vor funcționa împreună ca sistem. • Scopul TRL 4 ar trebui să fie reducerea opțiunilor posibile în întregul sistem. 	<ul style="list-style-type: none"> • Rezultatele testelor pentru ansamblul de componente, cu evidențierea similitudinii (sau diferențelor) în raport cu funcționalitatea și performanțele așteptate
<p><u>Evaluarea Fezabilității Tehnice și Finalizarea Designului Detaliat (TRL 4 → TRL 5):</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Dezvoltarea și finalizarea designului detaliat al tehnologiei pe baza conceptelor validate la TRL 4. • Realizarea studiilor de fezabilitate pentru a evalua posibilitatea implementării tehnologiei. • Identificarea soluțiilor tehnice pentru obstacolele identificate. • Documentarea completă a specificațiilor tehnice și a arhitecturii sistemului. 		
<p>TRL 5</p> <p>Validarea componentelor și/sau a ansamblului în condiții relevante de funcționare (mediul industrial)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Validarea modelului de laborator, la scară redusă sau mărită, după caz, cu reproducerea prin similitudine a condițiilor reale de funcționare. • Toate componentele tehnologiei sunt asamblate astfel încât configurația sistemului este similară aplicației finale în aproape toate aspectele. • Diferența principală între TRL 4 și TRL 5 este creșterea fidelității testelor de laborator în raport cu sistemul real, respectiv cu condițiile reale de operare. Sistemul testat este foarte apropiat de prototip. 	<p><u>Justificare nivel TRL, în funcție de specific, se poate face prin:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Rezultatele testelor de laborator, • Analiza diferențelor între condițiile de laborator, analiza semnificației testelor de laborator pentru funcționarea sistemului real.
<p><u>Construcția Prototipului Avansat și Dezvoltarea Preliminară (TRL 5 → TRL 6):</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Construirea unui prototip care să reflecte designul detaliat și să includă caracteristicile majore ale tehnologiei. • Testarea prototipului într-un mediu de laborator sau de simulare pentru a valida funcționalitățile cheie. 		

• Realizarea de teste pentru a evalua performanța, fiabilitatea și adaptabilitatea tehnologiei în mediul prevăzut.		
TRL 6 Demonstrarea funcționalității modelului în condiții relevante de funcționare (mediul industrial)	<ul style="list-style-type: none"> • Demonstrația prototipului de sistem / proces într-un mediu operațional • Modelul la scara reală (prototipul) este testat într-un mediu relevant pentru condițiile reale de funcționare. Aceasta reprezintă un pas important în demonstrarea disponibilității unei tehnologii. Exemplele includ fabricarea dispozitivului pe o linie pilot de inginerie. • Diferența majoră dintre TRL 5 și 6 este intensificarea de la scară de laborator la cea de inginerie și determinarea factorilor de scalare care vor permite proiectarea sistemului final. • Demonstrația ar trebui să fie capabilă să îndeplinească toate funcțiile care vor fi necesare unui sistem de fabricație complet. • Mediul de funcționare pentru testare trebuie să reprezinte îndeaproape mediul de operare real. • Scopul în TRL 6 este de a reduce riscul de proiectare. Rezultatele prezentate ar trebui să fie relevante din punct de vedere statistic. 	<u>Justificare nivel TRL, în funcție de specific, se poate face prin:</u> <ul style="list-style-type: none"> • Rezultatele obținute prin testarea pe scară industrială și analiza diferențelor dintre scara de inginerie, sistemul / mediul prototipic și analiza a ceea ce înseamnă rezultatele experimentale pentru eventualul sistem / mediu de operare.
<u>Optimizare, perfecționare și rafinare a prototipului (TRL 6 → TRL 7):</u> <ul style="list-style-type: none"> • Demonstrarea îmbunătățirii și optimizării prototipului pe baza aplicării feedback-ului și a constatărilor din testele anterioare • Evidențierea modului în care au fost abordate problemele identificate în etapele anterioare. • Adresarea problemelor de design și îmbunătățirea eficienței. • Demonstrarea stabilității și fiabilității prototipului în condiții de testare variate. • Demonstrarea faptului că tehnologia poate funcționa în mod consecvent și fără erori semnificative. 		
TRL 7 Demonstrarea funcționalității	<ul style="list-style-type: none"> • Sistem pilot integrat demonstrat. • Demonstrarea prototipului sistemului/procesului în mediu operațional (nivel pilot integrat). 	<u>Justificare nivel TRL, în funcție de specific, se poate face prin:</u>

prototipului în condiții relevante de funcționare	<ul style="list-style-type: none"> • Aceasta reprezintă un pas major de la TRL 6, care necesită demonstrarea unui prototip real al sistemului într-un mediu relevant. Designul final este practic complet. • Scopul acestei etape este de a elimina riscurile de inginerie și de producție. Pentru a realiza în mod credibil acest obiectiv și pentru a ieși din TRL 7, este necesară o scalare a cât mai multor aspecte semnificative de inginerie și de fabricație care pot apărea în timpul tranziției între TRL 6 și 7. 	<ul style="list-style-type: none"> • Rezultatele testelor la scară reală, analiza diferențelor dintre mediul de testare și mediul real, interpretarea rezultatelor experimentale și extrapolarea lor pentru funcționarea în mediul real.
<u>Teste Avansate și Validare (TRL 7 → TRL 8):</u> <ul style="list-style-type: none"> • Încorporarea și demonstrarea faptului că prototipul a fost supus unor teste extinse, într-un mediu relevant pentru a evalua performanța în condiții apropiate de cele reale. • Realizarea de teste avansate pentru validarea performanței tehnologice și fiabilității în medii variate (medii extreme, condiții de utilizare intensivă și scenarii de utilizare realiste). • Efectuarea de teste de verificare a funcționalității și de identificare a limitărilor. • Asigurarea faptului că tehnologia îndeplinește cerințele de performanță și siguranță. 		
TRL 8 Sisteme finalizate și calificate	<ul style="list-style-type: none"> • Sistem încorporat în design comercial. • Sistemul / procesul a fost actualizat și calificat prin testare și demonstrație (demonstrație pre- comercială). • Tehnologia s-a dovedit a funcționa în forma sa finală și în condițiile preconizate. • În aproape toate cazurile, acest TRL reprezintă sfârșitul dezvoltării sistemului real. 	<u>Justificare nivel TRL, în funcție de specific, se poate face prin:</u> <ul style="list-style-type: none"> • Procedurile de operare/utilizare finale. • Dovada ca Certificarea Operațională (Operational Readiness Review) a fost trecută cu succes înainte de prima pornire.
<u>Conformitate cu Standardele și Reglementările în vigoare (TRL 8 → TRL 9):</u> <ul style="list-style-type: none"> • Asigurarea faptului că tehnologia respectă standardele industriale și reglementările relevante. • Obținerea de aprobări sau certificări necesare pentru implementare și utilizare pe scară largă. 		
TRL 9	<ul style="list-style-type: none"> • Sistem dovedit și pregătit pentru implementarea comercială completă. 	<u>Justificare nivel TRL, în funcție de specific, se poate face prin:</u>

Sisteme a căror funcționalitate a fost demonstrată în mediul operațional	<ul style="list-style-type: none"> • Sistemul real dovedit prin operațiuni de succes în mediul de operare și pregătit pentru desfășurarea comercială completă. 	<ul style="list-style-type: none"> • detalii privind implementarea tehnologiei la scară largă în mediul de operare prevăzut (costul, randamentul, rezultatele de producție la starea de echilibru 24/7 etc.) • Finalizarea rapoartelor operaționale, de testare și de evaluare
<p><u>Implementarea la Scară Largă și Operaționalizarea (TRL 9):</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Implementarea tehnologiei la scară largă în mediul de operare prevăzut. • Asigurarea că toate sistemele și procesele sunt operaționale și interconectate. <p><u>Monitorizare, Întreținere și Îmbunătățiri Continue (TRL 9):</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Stabilește un sistem de monitorizare și întreținere pentru a asigura funcționarea continuă. • Răspunde la orice probleme sau solicitări de service. • Implementează îmbunătățiri continue pe baza feedback-ului utilizatorilor și a evoluțiilor tehnologice. 		

Referințe:

- POR 2014-2020 - Axa 1 – PROOF OF CONCEPT: Dezvoltarea unui model conceptual inovativ (Proof-of-Concept)
- UEFISCI: https://uefiscdi.gov.ro/resource-868770-definitii_trl.pdf
- Agenția Națională pentru Cercetare și Dezvoltare:
<https://ancd.gov.md/sites/default/files/document/attachments/TRL.pdf>
- <https://www.upt.ro/img/files/2015-2016/cercetare/pncdi3/TRL-definitie-descriere.pdf>
- <https://ised-isde.canada.ca/site/clean-growth-hub/en/technology-readiness-level-trl-assessment-tool>
- Project Result Maturity Diagram:
https://ec.europa.eu/info/funding-tenders/opportunities/portal/assets/images/sedia/project_results/trl.jpg

Exemple:

- NASA: <https://esto.nasa.gov/trl/>
- Horizon Europe: <https://horizoneuropencpportal.eu/sites/default/files/2022-12/trl-assessment-tool-guide-final.pdf>