

Jak poprawnie planować projekty B+R (agenda badawcza, TRL, kamienie milowe)

dr Urszula Mikiewicz
Centrum Projektów Badawczych UE, Instytut Podstawowych Problemów
Techniki PAN

26.06.2026



dr Urszula Mikiewicz

Centrum Projektów Badawczych UE IPPT PAN

Urszula.Mikiewicz@cpbue.pl

Tel. 501301420

- Ponad 20 lat doświadczenia w projektach B+R
- Współpraca przy sporządzaniu agend badawczych dla Delloite , KPMG, Dentons, BSK Legal
- Współpraca przy sporządzaniu raportów z badań do rozliczenia projektów
- Wieloletnia współpraca z zespołami naukowymi przy sporządzaniu dokumentacji aplikacyjnej

Podczas prezentacji będzie omawiany projekt dot. opracowania nowej gamy produktów sanitarnych o n/w cechach:

- nowa baza materiałowa
- właściwości przeciwdrobnoustrojowe
- brak zawartości kobaltu
- ograniczona zawartość styrenu
- grubość ścianki produktu 6mm
- produkt lżejszy o 50% od obecnych produktów
- zachowane parametry wytrzymałościowe

Wniosek był składany w latach 2023,2024,2025

Rola agendy badawczej w planowaniu i uzasadnieniu projektu B+R

Czym jest agenda badawcza?

Agenda badawcza to **logiczna mapa problemów badawczych**, które:

- ✓ wynikają z realnej luki technologicznej,
- ✓ muszą zostać rozwiązane, aby osiągnąć cel projektu,
- ✓ wskazuje, **co jest nowością** i gdzie znajduje się element **niepewności badawczej**.
- ✓ umożliwia wykazanie, że projekt nie jest rutynowym wdrożeniem, lecz rzeczywistym przedsięwzięciem B+R.

👉 To **kręgosłup merytoryczny projektu**, nawet jeśli formalnie nie jest tak nazwana we wniosku.

Funkcje agendy badawczej w projekcie

Agenda badawcza:

- ✓ uzasadnia **innowacyjność** (dlaczego rozwiązania nie da się kupić / skopiować),
- ✓ pokazuje **ryzyko technologiczne**,
- ✓ tłumaczy **dlaczego potrzebne są badania**, a nie tylko prace inżynierskie,
- ✓ spina **cel projektu** → **zadania** → **kamienie milowe** → **rezultaty**.

Bez agendy projekt:

- wygląda na „wdrożeniowy”,
- ma sztuczne lub niespójne kamienie milowe,
- ma problemy z uzasadnieniem kosztów.



Jak budować agendę badawczą

Problem / bariera technologiczna

- czego obecnie nie da się zrobić?
- gdzie kończy się dostępna wiedza / technologia?

Pytania badawcze

- „jakie parametry wpływają na...?”
- „czy możliwe jest osiągnięcie X przy Y?”

Hipotezy badawcze

- zakładane zależności / mechanizmy
- możliwe scenariusze niepowodzenia

Zakres badań

- eksperymenty, testy, modele, prototypy
- iteracyjność (błędy są wpisane w projekt!)



Agenda badawcza ≠ lista zadań



Agenda badawcza = **logika dochodzenia do wiedzy**

Poziomy TRL – jak określić stan wyjściowy i cel projektu

Czym jest skala TRL?

TRL (Technology Readiness Level)
to 9-stopniowa skala dojrzałości technologii, która opisuje:

- na ile technologia jest sprawdzona,
- w jakim środowisku,
- z jakim poziomem ryzyka.

Poziomy gotowości technologicznej (TRL)

TRL	Opis poziomu	Dominujący rodzaj prac
TRL 1	obserwacja podstawowych zjawisk i identyfikacja zasad naukowych	badania podstawowe
TRL 2	sformułowanie koncepcji technologii i możliwych zastosowań	badania podstawowe
TRL 3	wstępne potwierdzenie koncepcji poprzez analizy i eksperymenty	badania przemysłowe
TRL 4	walidacja technologii w warunkach laboratoryjnych	badania przemysłowe
TRL 5	walidacja technologii w warunkach zbliżonych do rzeczywistych	badania przemysłowe / prace rozwojowe
TRL 6	demonstracja prototypu lub modelu w warunkach zbliżonych do rzeczywistych	prace rozwojowe
TRL 7	demonstracja prototypu systemu w środowisku operacyjnym	prace rozwojowe
TRL 8	ukończony system gotowy do zastosowania i potwierdzony w testach	prace rozwojowe
TRL 9	technologia sprawdzona w rzeczywistej eksploatacji	wdrożenie / eksploatacja

TRL 4 – zbudowano prototyp czujnika i przeprowadzono testy integracyjne w laboratorium, które potwierdziły działanie całości

TRL 6 – zainstalowano prototyp w oczyszczalni ścieków i przetestowano w rzeczywistym dopływie wody

Jak rozróżnić badania przemysłowe od prac rozwojowych (praktycznie)?

Badania przemysłowe (TRL 3–5)

Cel: zdobycie nowej wiedzy

- identyfikacja zależności,
- testowanie hipotez,
- porównywanie wariantów,
- brak pewności co do wyniku.

Typowe działania:

- eksperymenty laboratoryjne,
- testy parametrów,
- modelowanie,
- badania porównawcze,
- proof of concept.

Słowa-klucze: „zbadanie wpływu”, „określenie zależności”, „weryfikacja hipotezy”, „analiza wariantów”



Jak rozróżnić badania przemysłowe od prac rozwojowych (praktycznie)?

Prace rozwojowe (TRL 5–7/8)

Cel: zastosowanie wiedzy w praktyce

- integracja komponentów,
- budowa prototypu,
- skalowanie,
- testy funkcjonalne.

Typowe działania:

- budowa i modyfikacja prototypu,
- integracja systemów,
- testy w środowisku operacyjnym,
- optymalizacja rozwiązania.

Słowa-klucze: „opracowanie prototypu”, „integracja”, „walidacja w warunkach rzeczywistych”, „demonstrator”



Jak to zapisać we wniosku (żeby ekspert to „kupił”)?

✓ Dobra praktyka

„W ramach badań przemysłowych (TRL 3–5) zostanie pozyskana nowa wiedza dotycząca wpływu parametrów X na Y. Następnie, w ramach prac rozwojowych (TRL 5–6), wiedza ta zostanie wykorzystana do opracowania i walidacji prototypu...”

✗ Zła praktyka

„Projekt obejmuje badania przemysłowe i prace rozwojowe polegające na stworzeniu innowacyjnego rozwiązania.”

(brak TRL, brak logiki, brak ryzyka)

Typowe błędy w określaniu TRL

Zawyżanie TRL początkowego, aby projekt wyglądał na bardziej zaawansowany.

Zaniżanie TRL docelowego, aby zmniejszyć ryzyko – co obniża innowacyjność projektu.

Brak dowodów na deklarowany TRL (np. brak dokumentacji prototypu).

Mylenie TRL z gotowością biznesową lub rynkową.

TRL a zakres prac B+R

Zakres prac powinien:

- odpowiadać przejściom między poziomami TRL,
- zawierać element niepewności i testowania,
- kończyć się walidacją (nie deklaracją).

Przykład:

✗ „Opracowanie prototypu”

✓ „Opracowanie i walidacja prototypu w warunkach X przy parametrach Y”

Kamienie milowe jako „bramy TRL”

Dobre kamienie milowe:

- ✓ są momentami decyzyjnymi (go/no-go)?
- ✓ odpowiadają konkretnemu poziomowi TRL,
- ✓ zawierają kryteria sukcesu.

Kamienie milowe powinny **odzwierciedlać przekroczenie kolejnych poziomów TRL**.

Przykład:

Kamień 1: „Opracowanie modelu funkcjonalnego” → TRL 3

Kamień 2: „Prototyp zweryfikowany w laboratorium” → TRL 4

Kamień 3: „Prototyp przetestowany w warunkach zbliżonych do rzeczywistych”
→ TRL 5–6

Panel ekspertów – uwagi dotyczące wskaźników

Wskaźnik: "Wartość emisji styrenu przy jednoczesnym użyciu do produkcji materiałów bez zawartości kobaltu" **nie odzwierciedla precyzyjnie** oczekiwanych rezultatów modułu, gdyż samo zastosowanie innego składu mieszanki nie gwarantuje zmniejszenia wartości emisji styrenu np. przy wzroście ilości przetwarzanych surowców. Ponadto monitorowanie i wyliczenie na etapie produkcji styrenu nie jest wystarczające do pomiaru emisji styrenu. Rekomendujemy wprowadzenie **dwóch wskaźników**, odrębnie **dla zmniejszenia emisji styrenu oraz zmniejszenia zawartości kobaltu**. Rekomendujemy także przyjęcie wartości bazowych i docelowych w miarach bezwzględnych **a nie w procentach**.

Wskaźnik „Produkt o obniżonej zawartości styrenu pokryty warstwą przeciwdrobnoustrojową” nie odnosi się **bezpośrednio do cech/funkcjonalności produktu**. Analogicznie wskaźnik „Nowatorska metoda wytwarzania zlewów i umywalek o podwyższonych parametrach” nie odnosi się bezpośrednio do cech/funkcjonalności innowacyjnej technologii (procesu).

Jak zmieniał się wskaźnik: zawartość kobaltu / eliminacja kobaltu

Wersja pierwotna: „technologia wytwarzania produktów z nowych kompozycji żywic poliestrowych o obniżonej zawartości styrenu oraz kobaltu”

Na tym etapie: nie było wartości bazowej, nie było wartości docelowej, nie było metodologii pomiaru, nie było sposobu weryfikacji.

Był to jedynie: opis jakościowy,

Wersja po pierwszym panelu – listopad 2023 – „nowych kompozycji mieszanek na bazie żywic poliestrowych cechujących się brakiem zawartości kobaltu oraz ograniczoną emisją styrenu”

Dodano:

wyraźny zapis o „braku zawartości kobaltu”, silniejsze powiązanie z efektem środowiskowym, bardziej techniczne sformułowanie.

Ale nadal brakowało: KPI, procentów, metodologii, sposobu walidacji.

Wersja ostateczna – 2024 – „Zawartość kobaltu w produkcie” – wskaźnik został już całkowicie przebudowany i sformalizowany.

Parametry wskaźnika: jednostka miary „%”, wartość bazowa „2.00”, wartość docelowa „0.00”

Metodologia: „Dzięki planowanemu do opracowania rozwiązaniu Wnioskodawca planuje wyeliminować kobalt z kompozycji żywicy, co będzie monitorowane i wyliczane na etapie przygotowania materiału do produkcji.”

Co nowego: mierzalność, wartości bazowe, wartości docelowe, metodologię wyliczania, etap monitorowania, logikę weryfikacji.

Panel ekspertów – uwagi dotyczące kamieni milowych

Kamień milowy „Opracowanie kompozycji z przyspieszaczem bezkobaltowym z zminimalizowaną zawartością styrenu oraz uzyskaniem powłoki żelkotowej o działaniu przeciwdrobnoustrojowym” **nie ma określonych parametrów dotyczących działania przeciwdrobnoustrojowego.**

Opis sposobu weryfikacji osiągnięcia kamienia milowego jest niewystarczający, ponieważ **nie wskazano sposobu weryfikacji** uzyskanego kamienia, np. za pomocą raportu. Ponadto, **nie wskazano wszystkich norm i parametrów**, które powinny zostać zweryfikowane względem zadeklarowanych parametrów kamienia milowego np. brakuje weryfikacji parametru redukcji emisji styrenu czy działania przeciwdrobnoustrojowego.

W żadnym z opisów wpływu nieosiągnięcia kamienia milowego na realizację projektu **nie wskazano** kiedy projekt zostanie przerwany, ani nie przewidziano co spowoduje wydłużenie czasu trwania zadania.

Panel ekspertów – uwagi dotyczące problemu badawczego/opisu innowacji

Wnioskodawca wskazał, że celem modułu będzie "zaprojektowanie i wykonanie linii technologicznej innowacyjnych wyrobów w technologii kwarcowej", jednakże w opisie problemu badawczego/technologicznego ten aspekt nie został precyzyjnie przedstawiony. Rekomendujemy uzupełnienie tego opisu **poprzez zdefiniowanie i uzasadnienie problemów badawczych, wyzwań technologicznych dotyczących ww. linii technologicznej i nowej technologii produkcji opartej na natrysku cienkiej warstwy**".

Opis problemu badawczo/technologicznego jest niewystarczający, ponieważ nie zostały sformułowane precyzyjnie problemy badawcze/technologiczne, które mogłyby stanowić trudność/wyzwanie w trakcie realizowanego przedsięwzięcia. Rekomendujemy jego uzupełnienie w wyżej wymienionym zakresie poprzez np. wskazanie jaka trudność/problem tkwi w otrzymaniu jak najcieńszej warstwy powłoki czy obniżeniu masy w odniesieniu do obecnych produktów.

Opis innowacji produktowej/innowacji w procesie biznesowym jest nieprecyzyjny, ponieważ brakuje mierzalnych przewag proponowanego rozwiązania na tle konkretnych, dostępnych rozwiązań. Rekomendujemy jego uzupełnienie, np. poprzez wykazanie mierzalnych parametrów, które będą stanowiły o przewadze proponowanego rozwiązania na tle rozwiązań dostępnych na rynku.

Spójność, której oczekują eksperci

Ekspert ocenia projekt pytając:

„Czy to, co robią, musiało być B+R, żeby dojść do tego efektu?”

Dlatego:

agenda badawcza → uzasadnia B+R,
TRL → pokazuje ryzyko i ambicję,
kamienie milowe → dowodzą postępu,
rezultaty → zamykają logikę projektu.

TRL początkowy → zakres prac → kamienie milowe →
rezultaty → TRL końcowy

Case study 1 – projekt źle zaprojektowany (częsty w praktyce)

Opis projektu

Firma planuje: „Opracowanie innowacyjnej platformy do automatycznej analizy danych użytkowników z wykorzystaniem AI.”

Cel projektu

Stworzenie innowacyjnej platformy AI do analizy danych.

TRL początkowy – TRL 4 – technologia została przetestowana.

TRL końcowy – TRL 8 – gotowość do wdrożenia.

Zakres prac B+R

- ✓ zaprojektowanie architektury systemu,
- ✓ implementacja algorytmów AI,
- ✓ budowa prototypu,
- ✓ testy systemu.

Kamienie milowe

KM1: Opracowanie koncepcji,
KM2: Stworzenie prototypu,
KM3: Testy końcowe.

Case study 1 – projekt źle zaprojektowany (częsty w praktyce)

Co tu nie działa (analiza ekspercka)?

Brak agendy badawczej

- nie ma problemu badawczego,
- nie ma pytań ani hipotez,
- nie wiadomo, co i dlaczego jest badane.

TRL „z kosmosu”

- brak dowodów na TRL 4 na starcie,
- TRL 8 nie wynika z zakresu prac,
- brak testów w środowisku operacyjnym.

Kamienie milowe = checklisty

- brak kryteriów sukcesu,
- brak powiązania z TRL,
- brak momentów decyzyjnych.

Ocena projektu

Projekt wygląda na wdrożeniowy, a nie
B+R → wysokie ryzyko odrzucenia.

Case study 2 – ten sam pomysł, ale dobrze zaprojektowany

Opis projektu (ten sam obszar)

Opracowanie i walidacja adaptacyjnego modelu AI do predykcji zachowań użytkowników w warunkach niepełnych i zaszumionych danych.

Agenda badawcza (rdzeń projektu)

Problem badawczy

Dostępne modele AI:

tracą skuteczność przy niepełnych danych,
nie adaptują się do dynamicznych zmian zachowań użytkowników.

Pytania badawcze

Jakie cechy danych mają kluczowy wpływ na stabilność predykcji?

Czy możliwe jest dynamiczne dostrajanie modelu bez utraty trafności?

Hipotezy badawcze

Zastosowanie hybrydowego modelu (ML + reguły adaptacyjne) zwiększy stabilność predykcji o min. 20%.

Model będzie utrzymywał skuteczność przy utracie $\geq 30\%$ danych wejściowych.

Case study 2 – ten sam pomysł, ale dobrze zaprojektowany

TRL początkowy: 3

istnieje koncepcja modelu,
przeprowadzono testy na danych historycznych.

TRL końcowy: 6

zwalidowany prototyp w środowisku operacyjnym (pilotaż u użytkownika).

👉 Realistyczny przeskok: TRL 3 → TRL 6

Zakres prac B+R (powiązany z TRL)

Badania nad wpływem jakości danych na skuteczność predykcji (TRL 3→4)

Opracowanie i testy wariantów architektury modelu (TRL 4)

Budowa prototypu adaptacyjnego modelu AI (TRL 5)

Walidacja prototypu w środowisku operacyjnym (TRL 6)

Case study 2 – ten sam pomysł, ale dobrze zaprojektowany

Kamień milowy	Opis	Kryterium
KM1	Zweryfikowany model koncepcyjny	$\geq 15\%$ poprawy trafności
KM2	Prototyp lab.	stabilność przy 20% braków danych
KM3	Walidacja pilotażowa	stabilność ≥ 200 h pracy

Ocena projektu

Projekt:

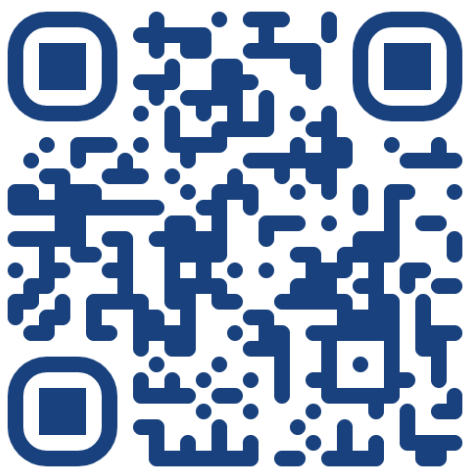
- ma jasną agendę badawczą,
- realnie uzasadnia B+R,
- logicznie podnosi TRL,
- jest spójny kosztowo i merytorycznie.



dr Urszula Mikiewicz

Email:
urszula.Mikiewicz@cpbue.pl

Tel: 501 301 420



Skontaktuj się z nami



cpbue@ippt.pan.pl



www.cpbue.ippt.pan.pl



IPPT PAN, Pawińskiego 5b
Warszawa