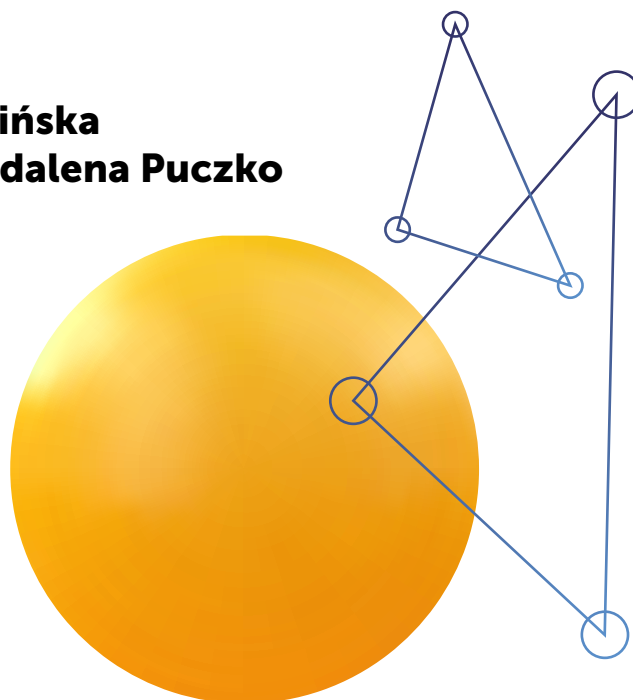


# Scenariusz metodyczny

---

## Scenariusz przeznaczony dla nauczycieli i edukatorów

**Autorka: Maja Gawryłek-Osińska**  
**Redakcja merytoryczna: Magdalena Puczeko**



---

# Wstęp

## **Nauczycielu! Nauczycielko!**

Masz przed sobą scenariusz metodyczny stworzony w ramach projektu „Kampanie edukacyjno-informacyjne na rzecz upowszechniania korzyści z wykorzystywania technologii cyfrowych”. Opisuje metodę, którą można wykorzystać do pracy z uczniami i uczennicami oraz stanowi inspirację do realizacji lekcji, spotkań czy warsztatów pogłębiających tematykę związaną z wyzwaniem, jakie stawia przed nami rozwój nowych technologii, w tym sztucznej inteligencji.

### **Celem ogólnym użytej w scenariuszu metody studium przypadku**

(ang. *case study*) jest rozwijanie u uczestników warsztatów kompetencji ułatwiających rozwiązywanie problemów, w tym kompetencji w zakresie myślenia krytycznego – tj. umiejętności takich jak kategoryzowanie pojęć i problematyki, analizowanie danych, odróżnianie faktów od opinii – a także, ze względu na dialogowy charakter scenariusza, kompetencji komunikacyjnych takich jak umiejętność formułowania własnych sądów i komunikowania ich w dyskusji z innymi uczestnikami spotkania. Metoda ta umożliwia również transfer wiedzy (wyników badań naukowych, teorii) do szkoły. Uczniowie mogą skorzystać ze źródeł i samodzielnie przeanalizować oraz ocenić problem, co jest szczególnie istotne w kontekście współczesnego zalewu informacji, w tym informacji fałszywych (ang. *fake news*) i zmanipulowanych komputerowo obrazów (ang. *deepfakes*). Pracę metodą analizy przypadku rozpoczyna się od postawienia pytań badawczych (*Ile? Kiedy? Jak? Gdzie? Pod jakim względem? Co się stanie, gdy...?* etc.) oraz poszukiwania informacji źródłowych, wyników badań naukowych i argumentów, a dopiero w kolejnych etapach przechodzi się do stawiania pytań problemowych (*Dlaczego?*), czyli takich, które wymagają syntezy wcześniej zdobytych informacji.

### **Najważniejsze cechy pracy metodą studium przypadku**

1. Analizowany jest przypadek realny – taki, który faktycznie się wydarzył bądź występuje w świecie realnym i którego bohaterem (lub bohaterami) jest postać rzeczywista, a nie fikcyjna.
2. Sekwencja wydarzeń będąca przedmiotem analizy w ramach konkretnego przypadku podana jest w formie narracji fabularyzowanej.

3. Szczegółowość opisu bohatera (lub bohaterów) oraz wydarzeń będących przedmiotem analizy w ramach danego przypadku, tj. zawarcie w nim jak największej liczby faktów i rzetelnych informacji dotyczących bohatera i wydarzeń.

Źródła:

- [„Casebook. Metodologia tworzenia case study”](#) (publikacja online)
- [„The right question at the right time”](#) (artykuł online w języku angielskim)

---

## Informacje organizacyjne

**Rekomendowana liczba uczestników/uczestniczek:** 20–30 osób

**Czas warsztatów:** ok. 120 min (w tym przerwa)

**Prowadzący:** 2 osoby (w tym nauczyciel/edukator/uczeń lub zaproszony ekspert – występujący w roli moderatora)

**Organizacja przestrzeni:** uczestnicy (w tym prowadzący i moderator) siedzą w kole

---

## Wprowadzenie do warsztatów

**Czas trwania aktywności:** 10 min

Jeśli pracujemy z grupą po raz pierwszy albo uczniowie nie znają się, spotkanie rozpoczynamy od części zapoznawczej. Wszyscy uczestnicy (w tym prowadzący oraz moderator) przedstawiają się kolejno na forum.

Następnie moderator wprowadza uczestników w tematykę warsztatów. Będziemy pracować nad konkretnym wydarzeniem/realną sytuacją. Naszym studium przypadku będzie analiza raportu z pierwszej w Polsce

operacji wykonanej na odległość za pośrednictwem robota Robin Heart. Proponujemy, aby uczestnicy wcielili się w rolę komisji etyków, której zadaniem będzie przeanalizowanie możliwości dopuszczenia takiego robota do codziennej pracy w szpitalach w Polsce.

W załącznikach (Załączniki 1 i 2) zamieszczonych na końcu scenariusza prezentujemy dwa inne tematy do wykorzystania w pracy z uczniami metodą analizy przypadku. Pierwszy temat dotyczy wypadku drogowego z udziałem autonomicznego pojazdu, drugi – słynnego pojedynku szachowego superkomputera z człowiekiem.

---

## Karty metaforyczne

**Czas trwania:** 15 min

Uczestnicy rozpoczynają tę część spotkania od wybrania jednej z kart metaforycznych (lub jednego z wydrukowanych zdjęć). Wybierają tę kartę, która najbardziej kojarzy im się z tematyką warsztatów. W naszym scenariuszu chodzi o robota wykonującego zabiegi i operacje medyczne (w ramach automatyzacji medycyny). Zadajemy uczestnikom pytanie: „Która z kart, według Ciebie, najbardziej odzwierciedla to, czym jest robot?”. Następnie każdy uczestnik prezentuje wybraną przez siebie kartę (przypominając jednocześnie swoje imię, jeśli grupa zna się słabo) i wyjaśnia, dlaczego dokonał takiego wyboru.

Przykładowe karty



Karty metaforyczne mają przybliżyć uczestnikom tematykę spotkania, a także uruchomić w nich myślenie abstrakcyjne i giętkość myślenia. Różne zestawy takich kart są dostępne na rynku. Zamiast gotowych kart możemy wykorzystać wydrukowane wcześniej zdjęcia pasujące do tematu zajęć (do pobrania z darmowych banków zdjęć).

Przykładowe darmowe banki zdjęć

- [Pixabay](#)
- [Pexels](#)
- [Unsplash](#) (ANG)

---

# Wstęp do analizy przypadku i podział na grupy

**Czas trwania:** 5 min

Prowadzący lub moderator wykonuje kolejno wymienione poniżej czynności.

- Przedstawia uczestnikom bohatera i ogólny zarys przypadku:

*Za chwilę wcielicie się w rolę etyków, którzy mają za zadanie przeanalizować raport dotyczący pierwszej w Polsce udanej operacji wykonanej na odległość za pośrednictwem robota Robin Heart. Niestety, jak to się często dzieje, otrzymacie niepoukładane dokumenty – przypadkowe fragmenty raportu.*

- Przydziela każdej grupie inny fragment raportu.
- Dzieli uczestników na grupy (podział na grupy odbywa się wedle uznania prowadzącego – może być losowy lub grupę mogą utworzyć osoby, które lubią ze sobą współpracować).

---

# Analiza historii

**Czas trwania:** 25 min

Członkowie poszczególnych grup zapoznają się z otrzymanymi materiałami, a następnie zapisują na flipcharcie (każda grupa na osobnym) wszystkie informacje, jakie znaleźli w trakcie analizy fragmentów raportu.

Dobór materiałów do zbudowania historii w ramach pracy metodą analizy przypadku zależy od celu warsztatów. Możemy wyróżnić kilka głównych typów historii.

1. Sytuacje typowe i powtarzalne
2. Sytuacje nietypowe, unikalne
3. Aktualne, ciekawe wydarzenia
4. Sytuacje/wydarzenia z obszaru własnych zainteresowań i kompetencji

Materiałem do zbudowania historii może być każde wiarygodne źródło zawierające rzetelne informacje przydatne do przeprowadzenia dyskusji, np. dzienniki, kroniki, wywiady, eseje, dokumenty, opowiadania, wywiady, notatki.

W doborze materiału do naszego scenariusza kierowaliśmy się kryterium sytuacji nietypowej i unikalnej – operacja wykonana na odległość za pośrednictwem robota Robin Heart to wydarzenie przełomowe dla polskiej medycyny. Ponieważ jednak od jej czasu stan medycyny opartej na technologii wykorzystującej roboty bardzo się rozwinął, szczególnie ważne będzie zadbanie o to, aby po analizie tego konkretnego przypadku uczniowie mieli możliwość dotarcia do informacji dodatkowych, aktualnych, uzupełniających ich wiedzę.

## Wybrane fragmenty raportu

Poniżej prezentujemy fragmenty raportu z pierwszej operacji wykonanej na odległość dzięki wykorzystaniu robota Robin Heart. Operacja miała miejsce w 2010 r. i stanowiła przełomowe wydarzenie dla rozwoju chirurgii w Polsce.

*Robot chirurgiczny jest manipulatorem kopiającym, telemanipulatorem, który składa się z dwóch lub więcej ramion narzędziowych i jednego trzymającego kamerę oraz układu zadawania ruchu wraz z układem*

*sterowania. Operator wykonuje różne zadania, sterując ruchem końcówki roboczej przymocowanej do ramienia narzędzia pracującego jako chwytak, nożyczki lub nóż koagulujący. [...]*

*Od grudnia 2010 r. jest i pierwszy robot w Polsce (w Wojewódzkim Szpitalu Specjalistycznym we Wrocławiu) dzięki staraniom prof. W. Witkiewicza. Wg informacji prasowych robot będzie wykorzystywany na oddziałach chirurgii ogólnej, naczyniowej i onkologicznej, a także urologii, ginekologii i kardiologii. Czteroramienny robot może być sterowany przez dwóch chirurgów z dwóch niezależnych konsol. Robot wraz z kompletem narzędzi, wystarczających na 30 operacji, kosztował 8,6 mln zł. Koszt operacji, według obliczeń dyrektora szpitala, waha się w granicach 18–24 tys. zł. [...]*

*W ramach rodziny polskich robotów Robin Heart przeznaczonych do operacji na sercu i w układzie sercowo-naczyniowym powstały do tej pory modele: Robin Heart 0, Robin Heart 1 i Robin Heart 2, Robin Heart 3 oraz Robin Heart Vision różniące się m.in. koncepcją sterowania i mocowania. Zgodnie z założeniami autorów Robin Heart Vision – zrobotyzowane ramię służące do sterowania położeniem toru wizyjnego – ma być pierwszym wdrożonym klinicznie robotem z rodziny Robin Heart. [...]*

*Proces wdrożenia zrobotyzowanych narzędzi chirurgicznych obejmuje:*

- eksperymenty laboratoryjne na stanowiskach komputerowych (wirtualna sala operacyjna),*
- laboratoryjne testy funkcjonalne i techniczne robotów,*
- laboratoryjne eksperymenty i trening na modelach zawierających tkanki naturalne (np. serca wieprzowe),*
- eksperymenty na żywych zwierzętach.*

*Ze względów etycznych i praktycznych ostatnia faza eksperymentalna powinna obejmować minimalną liczbę zwierząt, być doskonale zaplanowana i przeprowadzona przez fachowy, wyćwiczony w innowacyjnym charakterze eksperymentu zespół.*

Wszystkie typy robotów poddano ocenie podczas trzech eksperymentów na zwierzętach. Eksperymenty zostały zaplanowane jako test techniczny zastosowania opracowywanych robotów podczas elementów najbardziej typowych operacji na „szlaku kroków milowych medycyny”: usunięcie woreczka żółciowego, naprawa zastawek serca oraz wszczepienie pomostu naczyniowego wieńcowego. Robin Heart Vision jako robot toru wizyjnego uzyskał pełną akceptację funkcjonalną operujących chirurgów już podczas pierwszych eksperymentów.

W styczniu 2009 r. poddano testom wszystkie roboty w eksperymencie na zwierzętach. Operację przeprowadzono na świniach w Centrum Medycyny Doświadczalnej Śląskiego Uniwersytetu Medycznego w Katowicach przy udziale znakomitych kardiochirurgów (Romuald Cichoń, Joanna Śliwka, Grzegorz Religa, Michał Zembala). W czasie eksperymentu wykonano z powodzeniem zadania chirurgiczne w przestrzeni brzucha: operację wycięcia pęcherzyka żółciowego oraz w przestrzeni klatki piersiowej i serca: elementy naprawy zastawek serca (ta operacja z krążeniem pozaustrojowym). Zgromadzone doświadczenie stanowiło podstawę dla wytyczonych prac konstrukcyjnych i wykonawczych robotów. [...]

Operację w krążeniu pozaustrojowym wykonano w klasyczny sposób, zabezpieczając stan kliniczny operowanego zwierzęcia. Anestezja została wykonana przez Jerzego Stojko (CMD SUM). Perfuzja została zabezpieczona przez Adama Smołkę (SUM). W pierwszej fazie ustawiono środkowe ramię robota z platformą. Chirurgzy: Michał Zembala i Joanna Śliwka (ŚCCS) wybrali lokalizację ustawienia przejścia przez powłoki ciała, tak by umożliwić pobranie tętnicy piersiowej jako graftu do pomostowania naczyń wieńcowych. Po ujawnieniu prawidłowej pozycji otworów za pomocą toru wizyjnego osadzono troakary i pozycję ramienia robota. Na platformie roboczej zamontowano tor wizyjny HD oraz dwa narzędzia: zmodyfikowany nóż do elektrokoagulacji firmy EMED (dodano jednej stopień swobody: przegub umożliwiający odchylenie końcówki w kształcie haka) oraz chwytak. Chirurg zasiadł w konsoli i zaczął wykonywać kolejne elementy procedury. Następnie ustawiono robota do operacji wszczepienia graftu naczyniowego w serce. Tym razem zdemontowano platformę i wykonano elementy operacji w systemie klasycznym ustawienia ramion robota: dwa narzędzia oraz tor wizyjny w środku. Wszystkie elementy operacji zarejestrowano za pomocą kilku kamer.



*Przeanalizowano opinie chirurgów oraz wykonane elementy operacji.  
[...]*

Źródło: [„Pierwszy eksperyment \*in vivo\* robota chirurgicznego Robin Heart mc<sup>2</sup> – raport”](#)  
(artykuł online)

---

## **Dyskusja nad omawianym przypadkiem**

**Czas trwania:** 45 min

Po zapoznaniu się z przypadkiem uczestnicy analizują wspólnie jego znaczenie i konsekwencje (szanse, zagrożenia, kwestie prawne i etyczne etc.). W zależności od tematyki i celu spotkania możemy dobrać takie metody jak:

- dyskusja moderowana
- debata „za” i „przeciw”
- dyskusja metodą „akwarium”
- dyskusja sokratejska
- dyskusja z zaproszonym ekspertem

Prowadzący lub moderator cały czas czuwa nad przebiegiem spotkania. W tej części warsztatów ważne jest również zadbanie o to, by wszystkie wątki podjęte w dyskusji nad omawianym przypadkiem zostały zebrane i spisane w jednym miejscu.

### **Proponowane pytania do dyskusji**

- Czy zgadzacie się, aby w pierwszej fazie testów badania medyczne przeprowadzane były na zwierzętach?

- Jakie szanse oraz zagrożenia dostrzegacie w operacjach/zabiegach przeprowadzonych zdalnie (takich, w których lekarz sterujący robotem znajduje się w innym miejscu niż operujący robot i operowany pacjent)?
- Czy roboty medyczne powinny być nadzorowane przez lekarzy na miejscu?
- Czy możemy pozwolić na wdrożenie do codziennej praktyki medycznej operacji/zabiegów zdalnych?
- Kto byłby odpowiedzialny za błąd robota medycznego?

## **Proponowane techniki pracy zespołowej**

**Praca w grupach** (do wykorzystania np. na etapie tworzenia i opisu bohaterów studium przypadku)

Prowadzący dzieli uczniów na grupy. Każda z nich ma za zadanie opracować (narysować bądź skonstruować z prostych materiałów plastycznych) prototyp robota przydatnego w praktyce medycznej. Uczniowie rozpoczynają pracę od analizy cech, jakie tego typu robot musiałby spełniać, oraz roli, jaką mógłby odgrywać w medycynie.

**Odgrywanie ról** (do wykorzystania np. na etapie analizy znaczenia i konsekwencji omawianego przypadku)

Uczestnicy spotkania odgrywają role, jakie pojawiają się w analizowanych materiałach źródłowych (dziennikach, wywiadach, esejach, dokumentach itp.). W tym przypadku wcielają się w rolę ekspertów oceniających badania nad robotem medycznym takim jak Robin Heart. Część z nich przyjmuje rolę naukowców, którzy taką maszynę skonstruowali. Ich zadaniem jest przedstawienie korzyści wynikających z użycia robota w stosunku do tradycyjnych metod przeprowadzania operacji (np. jak zastosowanie tego wynalazku może wpłynąć na rozwój medycyny, jak jego potencjalne wykorzystanie ma się do potrzeb i emocji ludzi oraz ich zaufania do medycyny). Tymczasem druga część grupy ma za zadanie przeanalizować krytycznie argumenty naukowców pod kątem etycznym (czy jest to zgodne z obowiązującym prawem, wyznawanymi przez społeczeństwo wartościami etycznymi, aktualną wiedzą naukową).

**Burza mózgów** (do wykorzystania np. na etapie tworzenia i opisu bohaterów studium przypadku lub na etapie analizy jego znaczenia i konsekwencji)

Burzę mózgów można zainicjować, stawiając uczestnikom np. takie pytania:

- Jakie warunki powinien spełnić robot medyczny, abyśmy mogli dopuścić go do wykonywania operacji?
- Jaki byłby najlepszy robot medyczny?

**Odwrócona burza mózgów** (jak wyżej)

Odwróconą burzę mózgów (od problemu do rozwiązania) można zainicjować, stawiając uczestnikom np. takie pytania:

- Jaki byłby najgorszy robot medyczny?
- Co by robił?
- Jakie by popełniał błędy?

Po zidentyfikowaniu cech potencjalnie najgorszego robota medycznego uczestnicy opracowują – odnosząc się do nich punkt po punkcie – pozytywną wersję maszyny.

## **Dodatkowe materiały i inspiracje**

Syntetyczne informacje na temat metod pracy opartych na dialogu/dyskusji

- [„Debatowanie jako metoda pracy z uczniami”](#) (publikacja online)
- [„Dyskusja plenarna”](#) (artykuł online)
- [„Metoda World Cafe w edukacji”](#) (artykuł online)

---

# Wprowadzenie do tematu

**Czas trwania:** 3 min

W poprzednich częściach warsztatów uczestnicy spotkania przeanalizowali i przedyskutowali konkretny przypadek ilustrujący szersze zjawisko – zastosowanie robota Robin Heart do przeprowadzenia pierwszej w Polsce udanej operacji zdalnej.

W części podsumowującej spotkanie prowadzący zadaje uczestnikom pytanie problemowe. Uczniowie ustosunkowują się do niego, wychodząc od omówionego wcześniej wspólnie przypadku.

Proponowane pytanie problemowe

- Dlaczego chcecie / nie chcecie, aby roboty wykonywały operacje / zabiegi medyczne?

---

## Informacja zwrotna i ewaluacja

**Czas trwania:** 5 min

Każdy uczeń otrzymuje trzy karteczki samoprzylepne (Post-it) – każdą w innym kolorze (np. żółtą, niebieską i zieloną) – na których zapisuje swoje wrażenia i wnioski z zajęć.

### Pytania pomocnicze dla uczniów

#### Żółta karteczka

- Co Ci się najbardziej podobało na zajęciach?
- Czego nowego się na nich dowiedziateś(-aś)?
- Co Cię szczególnie zainteresowało lub zaskoczyło?

## Niebieska karteczka

- Co Ci się w zajęciach nie podobało?
- Co było trudne?
- Z czego byś zrezygnował(a)?

## Zielona karteczka

- Czego Ci na zajęciach zabrakło?
- Co można by w nich zmodyfikować lub zupełnie zmienić?

Na koniec uczestnicy przykleją karteczki w porządku kolorystycznym na tablicy, flipcharcie bądź w wybranym miejscu na ścianie.

## Materiały dodatkowe

### Filmy na YouTube

[„Edukacja”](#), film o zastosowaniach sztucznej inteligencji w edukacji

[„Teatr cieni”](#), wypowiedź eksperta na temat śladów cyfrowych, jakie zostawiamy w internecie

[„Społeczne roboty”](#), film przedstawiający istniejące już rozwiązania – roboty społeczne pomagające ludziom

[„Samochody autonomiczne”](#), film ukazujący dylematy etyczne i prawne związane z powszechną obecnością samochodów autonomicznych na drogach, a także potencjalne korzyści takiego rozwiązania

[„Zaufanie”](#), wypowiedź ekspertki na temat zaufania ludzi do nowych technologii

[„Jak sztuczna inteligencja zmieni nasze życia?”](#), film ukazujący stojące przed ludźmi wyzwania związane z powstającymi dzisiaj rozwiązaniami bazującymi na sztucznej inteligencji i jednocześnie krótki przegląd

eksponatów z wystawy *Przyszłość jest dziś. Cyfrowy mózg?* w Centrum Nauki Kopernik

[„Wirtualny spacer po wystawie \*Przyszłość jest dziś. Cyfrowy mózg?\*”](#),  
po wystawie oprowadzają jej twórcy i kuratorzy

[„Wirtualny spacer”](#), po wystawie „Przyszłość jest dziś. Cyfrowy mózg?”  
oprowadza youtuberka Emce

---

# Załącznik 1. Pierwszy śmiertelny wypadek spowodowany przez samochód autonomiczny

W niedzielę 18 marca 2018 r., na dwie minuty przed godziną 22.00, pojazd testowy Uber Technologies, oparty na zmodyfikowanym Volvo XC90 i działający z systemem autonomicznej jazdy w trybie sterowania komputerowego, uderzył w przechodnia na Mill Avenue w Tempe w Arizonie. W samochodzie nie było pasażerów, przebywała w nim tylko 44-letnia operatorka pojazdu.

W miejscu zdarzenia jezdnia miała dwa pasy dla pojazdów skręcających w lewo, dwa pasy przelotowe i ścieżkę dla rowerów (wypadek wydarzył się przed utworzeniem pasa dla pojazdów skręcających w prawo). Jezdnia była oświetlona. Ograniczenie prędkości wynosiło na tym odcinku 45 mil na godzinę (ok. 72 km/h).

Do wypadku doszło, gdy 49-letnia kobieta przechodziła przez Mill Avenue w kierunku wschodnim, prowadząc obok siebie rower. Pojazd testowy Uber jechał prawym pasem w chwili, gdy uderzył przodem w pieszą (patrz Rysunki 1 i 2). W wyniku zderzenia piesza zginęła. Operatorka auta nie odniosła obrażeń.

Cztery znaki ustawione na krańcach dwóch skrzyżowanych ceglanych pasów, stanowiących element architektury krajobrazu w przestrzeni rozdzielającej dwie strony Mill Avenue, ostrzegają pieszych przed przechodzeniem przez jezdnię w miejscu niedozwolonym. Najbliższe przejście dla pieszych znajduje się na skrzyżowaniu Mill Avenue i Curry Road, ok. 360 stóp (ok. 110 m) na północ od miejsca, w którym miał miejsce wypadek.



Rysunek 1. Lokalizacja wypadku przy Mill Avenue (jezdnia w kierunku północnym) z zaznaczonymi trajektoriami ruchu: pieszej na pomarańczowo i pojazdu testowego Uber na zielono (źródło: [„Preliminary Report Highway: HWY18MH010”](#))



Rysunek 2. Widok pojazdu testowego Uber z uszkodzeniami prawej części przodu po zderzeniu (źródło: [„Preliminary Report Highway: HWY18MH010”](#))

Uber wyposażył swój pojazd testowy w rozwojowy system autonomicznej jazdy, składający się z kamer skierowanych do przodu i na boki, radarów, lidarów, czujników nawigacyjnych oraz zintegrowanej z pojazdem jednostki obliczeniowej i przechowującej dane<sup>1</sup>. W aucie, na przedniej i tylnej szybie, zamontowano także pochodzący z rynku wtórnego system kamer rejestrujących obraz z przodu i z tyłu samochodu, a także wewnątrz pojazdu. W sumie podczas całej podróży kamery zarejestrowały 10 obrazów.

System autonomicznej jazdy opiera się na mapie bazowej, która określa ograniczenia prędkości i dozwolone pasy ruchu. System ma dwa różne tryby sterowania: sterowanie komputerowe i sterowanie ręczne. Operator może przejść od sterowania komputerowego do ręcznego, manewrując kierownicą, dotykając pedału hamulca bądź pedału przyspieszenia lub wciskając przycisk wyłączający sterowanie komputerowe.

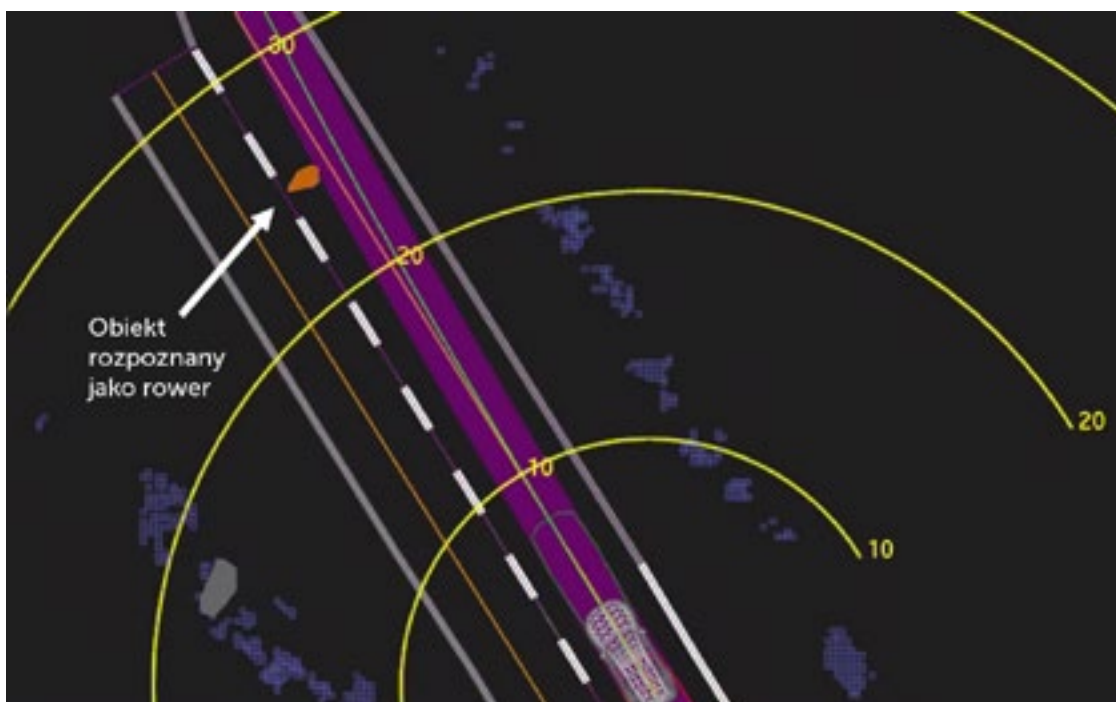
Pojazd był fabrycznie wyposażony przez Volvo Cars, oryginalnego producenta auta, w kilka zaawansowanych funkcji wspomagających kierowcę, m.in. funkcję unikania kolizji z automatycznym hamowaniem awaryjnym (znaną jako City Safety), funkcję kontroli czujności kierowcy oraz informacji o znakach drogowych. Wszystkie te funkcje są wyłączone, gdy pojazd testowy sterowany jest komputerowo, ale działają, gdy kierowca steruje pojazdem ręcznie.

Według Ubera rozwojowy system samojezdny opiera się na uważnym operatorze, który interweniuje, jeśli system nie zadziała prawidłowo podczas testów. Ponadto operator jest odpowiedzialny za monitorowanie komunikatów diagnostycznych, które pojawiają się na interfejsie w środkowej części deski rozdzielczej pojazdu i oznaczanie istotnych zdarzeń do późniejszego przeglądu.



W noc wypadku operatorka opuściła warsztat Ubera o godzinie 21.14, aby przetestować pojazd na ustalonej trasie. W chwili zderzenia samochód poruszał się po drugiej pętli trasy testowej i był sterowany komputerowo od godziny 21.39 (tj. przez ostatnie 19 minut).

System autonomicznej jazdy zarejestrował dane radarowe i lidarowe, sygnalizujące obecność pieszej, po raz pierwszy na ok. 6 sekund przed kolizją, gdy pojazd poruszał się z prędkością 70 mil na godzinę (ok. 113 km/h). W miarę zbiegania się trajektorii ruchu samochodu i pieszej oprogramowanie systemu samojezdnego klasyfikowało przechodzącą przez jezdnię kobietę kolejno jako nieznaną obiekt, pojazd, a następnie rower – z różnymi przewidywaniami co do przyszłej trasy podróży każdego z tych obiektów. Na 1,3 sekundy przed zderzeniem system jazdy autonomicznej ustalił, że do złagodzenia skutków kolizji niezbędny jest manewr hamowania awaryjnego (patrz Rysunek 3). Według firmy Uber dla zmniejszenia ryzyka nieprawidłowego zachowania pojazdu manewry hamowania awaryjnego nie są włączane, gdy samochód sterowany jest komputerowo. Producent liczy na to, że w takiej sytuacji zainterweniuje operator pojazdu, podejmując odpowiednie działania. W systemie nie zaprojektowano funkcji ostrzegania operatora o konieczności hamowania awaryjnego.



Rysunek 3. Widok odtwarzania danych z systemu autonomicznego na około 1,3 sekundy przed kolizją (w chwili gdy system ustalił konieczność wykonania manewru hamowania awaryjnego): żółte pasy – odległość od pojazdu w metrach, pomarańczowe linie – środek wyznaczonych pasów ruchu, zaciemniony na fioletowo obszar – tor ruchu samochodu, zielona linia – środek tego toru  
(źródło: [„Preliminary Report Highway: HWY18MH010”](#))

Dane z systemu autonomicznej jazdy wykazały, że operatorka pojazdu interweniowała – chwytając kierownicę – na niecałą sekundę przed zderzeniem. Prędkość auta w momencie kolizji wynosiła 39 mil na godzinę (ok. 63 km/h). Kobieta zaczęła hamować niecałą sekundę po zderzeniu. Dane wykazały również, że wszystkie elementy systemu autonomicznej jazdy działały normalnie w momencie kolizji i nie było żadnych usterek ani komunikatów diagnostycznych.

Zdarzenie to zostało uchwycone przez kilka kamer systemu samojezdnego Ubera. Nagrania z rejestratorów obrazu zostały przeanalizowane przez amerykańską Narodową Radę Bezpieczeństwa Transportu (NTSB) i strony dochodzenia. Na filmach pochodzących z kamer skierowanych przodem do kierunku jazdy widać pieszą pojawiającą się w polu widzenia i wchodzącą na tor ruchu pojazdu. Filmy pokazują również, że kobieta, gdy była już widoczna, nie patrzyła w stronę pojazdu aż do momentu tuż przed uderzeniem. Widać też na nich, że ubrana była w ciemną odzież, a rower nie miał żadnych bocznych świateł odblaskowych. Jednoślad miał przednie i tylne światła odblaskowe oraz przednią lampkę, ale wszystkie były skierowane prostopadle do toru nadjeżdżającego auta. Na nagraniach można też zobaczyć, że piesza przechodziła przez jezdnię na odcinku nieoświetlonym bezpośrednio przez lampy drogowe.

Z kolei na nagraniu z kamery skierowanej do wewnątrz samochodu widać, jak operatorka pojazdu na krótko przed zderzeniem spogląda kilkukrotnie w dół, ku środkowej części pojazdu. W rozmowie ze śledczymi NTSB przeprowadzonej po wypadku kobieta twierdziła, że monitorowała interfejs systemu autonomicznej jazdy. Oświadczyła ponadto, że w czasie jazdy nie używała leżących w aucie telefonów (prywatnego i służbowego), aż do momentu – już po wypadku – kiedy zadzwoniła pod numer 911.

Badanie toksykologiczne wykazało, że w chwili wypadku piesza miała w organizmie metamfetaminę i marihuanę.

Źródło: [„Preliminary Report Highway: HWY18MH010”](#) (artykuł online w języku angielskim)

<sup>1</sup> Lidar to aktywny system teledetekcyjny, służący do wykrywania i określania odległości światła. Działa podobnie jak radar, ale zamiast fal radiowych emituje impulsy światła podczerwonego i mierzy, ile czasu zajmuje im powrót po uderzeniu w pobliskie obiekty. Czujniki nawigacyjne monitorują globalny system pozycjonowania (GPS), bezwładność i prędkość kół.

---

# Załącznik 2. Pojedynek superkomputera Deep Blue

*To pojedynek między najlepszym na świecie szachistą i Garrim Kasparowem*

Louis Gerstner, dyrektor generalny IBM

Kiedy 11 maja 1997 r., w szóstej i decydującej rozgrywce pojedynku człowieka z maszyną, komputer IBM – Deep Blue pokonał Garriego Kasparowa, wydarzenie to poruszyło cały świat. Pisano o tym na pierwszych stronach gazet. Idealny news: „Skrzynka wygrywa w szachy z mistrzem świata!”. Rzeczywiście, komputer pokonał najlepszego wówczas szachistę na Ziemi – słynnego Kasparowa, który nie przegrał w całym swoim życiu ani jednego meczu.

Przy trzech remisach Deep Blue wygrał ostatecznie z Kasparowem 2:1. O wyniku tej partii rozstrzygnął banalny błąd popełniony przez mistrza w otwarciu – Kasparow pomylił kolejność ruchów (wykonując ruch dziewiąty w ruchu siódmym) i nie mógł już tego później naprawić.

O wszystkim zadecydował chwilowy zanik ludzkiej pamięci (większość otwarć przetestowano tyle razy, że zawodowi szachiści nie muszą w ogóle ich analizować – znają je na pamięć!). Takie potknięcie w starciu z Deep Blue kosztuje jednak wyjątkowo stono. Komputer przechowuje w swojej pamięci otwarcia wszystkich rozegranych kiedykolwiek przez arcymistrzów i zarejestrowanych partii szachowych. Deep Blue natychmiast zauważył transpozycję i rzucił się do kontrataku. Dwanaście posunięć później Kasparow się poddał.

Tego rodzaju pomyłki rozpalają emocje i stanowią nie lada sensację, ale nie są zbyt pouczające. Prawdziwą sensacją był mecz drugi Deep Blue z Kasparowem, rozegrany rok później w maju – takiej rozgrywki jeszcze nie widziano!

Tym, co okazało się w tym meczu nowe – tak nowe i przerażające, że Kasparow zmienił styl gry, przeszedł do defensywy i w końcu stracił ducha walki, było to, że maszyna grała jak człowiek. Obserwatorzy mówili potem, że gdyby nie wiedzieli, kto gra, to pomyśleliby, że Kasparow gra z jednym z najlepszych ówczesnych szachistów, może nawet z samym sobą. Maszyny nie powinny w ten sposób grać.

## Jak gra komputer

Zanim odpowiemy na pytanie, co zrobił Deep Blue i co znaczy grać jak człowiek, musimy zrozumieć, co znaczy grać jak komputer. Kiedy komputery grają w szachy lub wykonują jakąkolwiek inną operację, nie rozumują. Nie myślą. Po prostu kalkulują.

W szachach wygląda to mniej więcej tak – w dowolnej pozycji maszyna oblicza: *Jeśli ja zrobię A, a on zrobi B, a ja potem C, a on D... wtedy skończę na pozycji X. Z drugiej strony, jeśli zrobię A, a on zrobi B, a ja C, a on nie D, ale E... to skończę na pozycji Y.*

Deep Blue, najdoskonalszy kalkulator w dziejach, może wykonać tę operację logiczną 200 milionów razy na sekundę. Oznacza to, że średnio w ciągu trzech minut przeznaczonych na zbadanie pozycji rozważa w rzeczywistości 36 miliardów różnych wyników.

Każdy wynik to nowa pozycja – nowa konfiguracja figur na szachownicy – kilka ruchów do przodu (w naszym przykładzie: X i Y). Następnie maszyna sumuje plusy i minusy każdej pozycji końcowej (np. utracony hetman to duży minus, gońce unieruchomione za własnymi pionami to mniejszy minus), wybiera z 36 miliardów pozycji tę najkorzystniejszą i wykonuje ruch.

Nazywa się to obliczeniem metodą *brute force* lub kalkulacją siłową i tak właśnie działa Deep Blue i wszystkie dobre komputery. To nie jest sztuczna inteligencja – alternatywne rozwiązanie mające umożliwić komputerom grę w szachy i wykonywanie innych intelektualnych operacji. W przypadku sztucznej inteligencji człowiek usiłuje sprawić, by maszyna naśladowała ludzkie myślenie. Próbuje ją nauczyć rozróżniania, rozpoznawania wzorców itp. Niestety w grze w szachy maszyny obdarzone sztuczną inteligencją okazują się wielką klapą.

Maszyny odnoszące sukcesy po prostu dokonują obliczeń. I to właśnie dzięki tego rodzaju zdolnościom obliczeniowym Deep Blue pokonał Kasparowa rok wcześniej, w pierwszej rozgrywce ich dziewiczego meczu w Filadelfii. Po raz pierwszy w historii komputer wygrał wtedy partię z mistrzem świata, co naturalnie wywołało sensację!

A jak do tego doszło? W późnej fazie gry Kasparow ostro zaatakował króla Deep Blue. Jednak komputer zignorował chwilowo zagrożenie (utrata króla równającą się przegranej) i beztrąsko poświęcił dwa ruchy na pogoń za

skromnym zbitąnym pionem Kasparowa. Eksperci ostupieli. Żaden ludzki gracz nie odważyłby się tego zrobić. Dawanie Kasparowowi dwóch dodatkowych ruchów na forsowanie ataku w momencie, gdy własny król jest odstonięty, to samobójcza zagrywka.

Tymczasem Deep Blue – po obliczeniu każdego możliwego wyniku następnych 10 lub 15 ruchów – ustalił, że może najpierw zbić piona, a następnie sprowadzić swoje siły z powrotem do obrony króla tuż przed tym, jak Kasparow zdąży dać mata, i tym samym udaremnić Kasparowowi atak (niezależnie od tego, w jaki sposób ten będzie się starał go przypościć), po czym wygrać partię dzięki jeszcze jednemu pionowi zbitemu w budzącym grozę gambicie. Tak obliczył, a ponieważ obliczenie było bardzo precyzyjne, wygrał.

Żaden człowiek nie spróbowałby tego, bo nie byłby w stanie obliczyć tak skomplikowanej sekwencji. Deep Blue to zrobił, ponieważ do pewnego horyzontu (10–15 ruchów do przodu) jest wszechwiedzący.

Ten pierwszy filadelfijski mecz przeszedł do historii. Był hołdem złożonym potędze brutalnej kalkulacji taktycznej i mocno nadszarpnął dumę Kasparowa.

## **Jak gra człowiek**

Przejdźmy teraz do drugiego meczu, rozegranego przez Kasparowa i Deep Blue 4 maja 1997 r. Tym razem maszyna także wygrała, ale w zupełnie inny sposób.

Nie zastosowała wymyślnej taktyki – obliczania możliwych wariantów odparcia ataku i uderzenia, natarcia i odejścia, wetu za wet, rozpracowywania kolejnych posunięć: *Jeśli zrobię A, a ty zrobisz B, a ja zrobię C, to skończę na pozycji X*. W tym meczu nie było miejsca na żadną sprytną taktykę. Pozycja na szachownicy była zamknięta, co oznacza, że figury obu stron były dość mocno zablokowane i przeciwnicy dysponowali niewielkimi możliwościami taktycznymi i kombinacyjnymi.

Kasparow celowo doprowadził do takiego właśnie ustawienia figur na szachownicy. Wiedział (z pierwszego meczu), że kiedy wrogie armie są na otwartej przestrzeni i szybko wymieniają ogień, maszyna może go pokonać w obliczeniach. Rozumiał, że jego największą szansą jest gra w pozycjach

zamkniętych, gdzie nic nie dzieje się natychmiast – przeciwne armie rzadko się ze sobą stykają, z daleka nieufnie taksują się wzrokiem, manewrując własnymi oddziałami, dokonując subtelnych przegrupowań na linii frontu.

W takich strategicznych, strukturalnych pojedynkach człowiek jest na uprzywilejowanej pozycji. W końcu Kasparow nie ocenia 200 milionów pozycji na sekundę – najwyżej trzy na sekundę. Ale ma taką intuicję, takie wyczucie niuansów i subtelności tkwiących w samej strukturze dowolnej pozycji, że może instynktownie podążyć za kilkoma korzystnymi wariantami i odrzucić miliardy kombinacji, które Deep Blue musi uwzględnić. Kasparow wie z góry, które pozycje „wyglądają” i „wydają się” właściwe. A w strategicznych debiutach zamkniętych, takich jak w tym meczu, ogląd sytuacji i wyczucie są wszystkim.

Z drugiej strony strategia nie jest mocną stroną kalkulatorów. Dlatego w przeszłości, kiedy komputery – nawet wielki Deep Blue – nie dostawały żadnych taktycznych zadań do rozpracowania, żadnych kombinacji typu „wet za wet” do rozegrania, miały tendencję do wykonywania bezcelowych ruchów pozbawionych strategicznego sensu.

Ale nie tym razem. Ku zdumieniu wszystkich, nie tylko Kasparowa, w tej kompletnie wyzutej z taktyki grze wygrał Deep Blue. Zrobił to błyskotliwie, kreatywnie, jak człowiek. Grał w sposób finezyjny.

Kiedy było po wszystkim, zapytano jednego z komentatorów arcymistrzów, w którym momencie Kasparowi powinna się noga. Odpowiedział: „Nie wiem”. Kasparow nie zrobił nic niewłaściwego. Nie popełnił żadnych oczywistych błędów. Nie przeoczył jakiejś oszałamiającej kombinacji. Po prostu stopniowo, niepostrzeżenie był spychany do punktu bez wyjścia przez maszynę, która lepiej „wyczuwała” pozycje niż on.

Dlaczego ta wygrana ma tak wielkie znaczenie? Ano dlatego, że kiedy Deep Blue grał jak człowiek – dochodząc wprawdzie do swych wniosków w sposób kompletnie odmienny od ludzkiego – wydarzyło się coś niesamowitego: maszyna przeszła test Turinga.

## **Test Turinga**

W 1950 r. wielki matematyk i informatyk Alan Turing zaproponował eksperyment mający być testem na istnienie „sztucznej inteligencji”.

Eksperyment ten stał się znany jako test Turinga. Jest on genialnie prosty: umieszczamy maszynę i człowieka za zastoną i zadajemy im pytania. Jeśli nie potrafimy stwierdzić, które z nich jest człowiekiem, a które maszyną, to znaczy, że maszyna posiada sztuczną inteligencję.

To oczywiście mechanicystyczny i funkcjonalny sposób definiowania sztucznej inteligencji. W takim ujęciu nieważne jest to, jak maszyna – a nawet człowiek – dochodzi do swoich wniosków. Nieważne jest to, co dzieje się w czarnej skrzynce, tylko to, co z niej wychodzi – wyniki. Nie da się odróżnić człowieka od maszyny? Zatem nie ma logicznego powodu, by zaprzeczać, że maszyna sztucznie odtworzyła lub powtórzyła procesy ludzkiej inteligencji.

W tym drugim, majowym meczu Deep Blue przeszedł test Turinga. Tak, oczywiście, test dotyczył tylko szachów – to poważne zastrzeżenie. Ale, po pierwsze, nikt nigdy nie był do końca pewien, czy maszyna kiedykolwiek przejdzie nawet ten ograniczony test. Sam Kasparow był głęboko zaskoczony i wytrącony z równowagi z powodu ludzkiej jakości gry Deep Blue. Był tak zdenerwowany, że po zakończeniu drugiej partii mówił ponurym głosem o interwencji jakiejś „boskiej ręki”, co było niezbyt zawoalowaną aluzją do tego, że jakiś programista IBM musiał w środku gry zmienić instrukcje Deep Blue. Maszyny nie powinny przecież grać w taki sposób, w jaki Deep Blue rozegrał ten mecz! Cóż, Deep Blue to zrobił (nie ma absolutnie żadnych dowodów na ludzką ingerencję w trakcie gry).

Po drugie, jeśli komputer przeszedł test Turinga w szachach (choć to może zamknięty system logiczny), to być może z czasem komputery przejdą ten test także w innych dziedzinach.

Jednym z powodów pozwalających tak sądzić jest to, że sztuczną inteligencję Deep Blue, która przeszła test Turinga w szachach, uzyskano niechcący. Joe Hoane, jeden z programistów tego superkomputera, został zapytany: „Ile pracy włożyliście w sztuczną inteligencję naśladującą ludzkie myślenie?”. Odpowiedział: „Nie włożyliśmy w [to] żadnego wysiłku. To w żaden sposób nie jest projekt związany ze sztuczną inteligencją. To projekt, w którym gramy w szachy dzięki samej szybkości obliczeniowej – po prostu przechodzimy przez wszystkie możliwości i wybieramy jeden z wielu wariantów”.

Źródło: [„Be afraid”](#) (artykuł online)

---

# Bibliografia

Dostęp do źródeł online 12.08.2021

## Publikacje i artykuły online

Dańda A., Lubecka J., (2010), [„Casebook. Metodologia tworzenia case study”](#), Wyższa Szkoła Europejska im. ks. Józefa Tischnera, Kraków

[„Debatowanie jako metoda pracy z uczniami”](#), (2016), materiały opracowane w ramach programu Szkoła z klasą 2.0, dostępne online na stronie [szkolazklasa.org.pl](http://szkolazklasa.org.pl)

[„Dyskusja plenarna”](#), (2007), materiał opracowany w ramach programu „Free2choose – debaty dylematy”, dostępny online na stronie [samorzad.ceo.org.pl](http://samorzad.ceo.org.pl)

Elstgeest J., (1985), [„The right question at the right time”](#), in: Wynne Harlen. „Primary Science: Taking the Plunge”, Oxford, England: Heinemann Educational, s. 36–46

Krauthammer C., (1997), [„Be Afraid”](#), artykuł dostępny online na stronie [washingtonexaminer.com](http://washingtonexaminer.com)

Nawrat Z., (2011), [„Pierwszy eksperyment in vivo robota chirurgicznego Robin Heart mc<sup>2</sup> – raport”](#), „PAR – Pomiary Automatyka Robotyka”, nr 2, s. 613–618, dostępny online na stronie [par.pl](http://par.pl)

[„Preliminary Report Highway: HWY18MH010”](#), (2018), wstępny raport amerykańskiej Narodowej Rady Bezpieczeństwa Transportu (*National Transportation Safety Board – NTSB*) z wypadku, dostępny w języku angielskim na stronie [ntsb.gov](http://ntsb.gov)

Wika E., [„Metoda World Cafe w edukacji”](#), (2019), artykuł dostępny online na stronie [pedagogika-specjalna.edu.pl](http://pedagogika-specjalna.edu.pl)

## Filmy

Centrum Nauki Kopernik, (2021), [„Wirtualny spacer po wystawie Przyszłość jest dziś. Cyfrowy mózg?”](#), film dostępny na stronie [youtube.com](http://youtube.com)

Emce kwadrat, (2022), [„Edukacja”](#), film dostępny na stronie [youtube.com](http://youtube.com)



Emce kwadrat, (2022), „[Jak sztuczna inteligencja zmieni nasze życia?](#)”, film dostępny na stronie youtube.com

Emce kwadrat, (2022), „[Samochody autonomiczne](#)”, film dostępny na stronie youtube.com

Emce kwadrat, (2022), „[Społeczne roboty](#)”, film dostępny na stronie youtube.com

Emce kwadrat, (2022), „[Wirtualny spacer](#)”, film dostępny na stronie youtube.com

Kosiński M., (2022), „[Teatr cieni](#)”, film dostępny na stronie youtube.com

Przegalińska-Skierkowska A., (2022), „[Zaufanie](#)”, film dostępny na stronie youtube.com

Scenariusz powstał w ramach realizacji działań w projekcie „Kampanie edukacyjno-informacyjne na rzecz upowszechniania korzyści z wykorzystywania technologii cyfrowych”, który jest realizowany przez Kancelarię Prezesa Rady Ministrów, wspólnie z Państwowym Instytutem Badawczym NASK oraz Centrum Nauki Kopernik. Kampanie mają na celu promowanie wykorzystywania technologii w codziennym życiu przez osoby w różnym wieku, przełamywanie barier z tym związanych oraz wzrost cyfrowych kompetencji społeczeństwa. Projekt obejmuje pięć obszarów: jakość życia, e-usługi publiczne, bezpieczeństwo w sieci, programowanie i cyfrową przyszłość.

**CENTRUM  
NAUKI  
KOPERNIK**

 Fundusze  
Europejskie  
Polska Cyfrowa

 KPRM

**NASK**

Unia Europejska  
Europejski Fundusz  
Rozwoju Regionalnego

