30. Badania empiryczne w inżynierii oprogramowania – rodzaje badań, przykładowe obszary badawcze

**Czym są badania empiryczne - eksperymenty?**

Badanie empiryczne (eksperyment) jest to powtarzalny zabieg polegający na planowej zmianie przez badacza pewnych czynników w badanej sytuacji, przy równoczesnej kontroli innych czynników, podjęty w celu uzyskania w drodze obserwacji odpowiedzi na pytanie o skutki tej zmiany. Badania empiryczne (eksperyment) mają na celu głównie weryfikację hipotez wysuwanych przez twórców nowych narzędzi czy też technologii. Bardzo ważnym warunkiem jest możliwość kontrolowanej manipulacji daną zmienną przy niezmienności innych czynników.

Badania empiryczne, w tym eksperymenty stanowiące systematyczny, zdyscyplinowany, wymierny i kontrolowany sposób oceny nowych rozwiązań stają się fundamentalną składową badań w IO. Badanie empiryczne najprościej ujmując jest testem naszych przekonań do rzeczywistych obserwacji.

* Empiryczna ocena musi być integralną częścią dyscypliny IO a rezultaty badawcze muszą zawierać dowody empiryczne.
* Badania muszą być powtarzane (by były godne zaufania) i różnorodne (by poszerzać ich zakres).
* Indywidualne dowody empiryczne (obserwacje) powinny być agregowane, by odkrywać prawa rządzące w IO.
* Panele ekspertów mogą decydować o uznaniu dowodów empirycznych za prawo.

**Czym jest model eksperymentalny i do czego służy?**

Mówiąc o eksperymentach w nauce nie sposób nie wspomnieć o modelu eksperymentalnym:

Najpierw definicja zmiennej zależnej i niezależnej – zmienna zależna określa to co chcemy zbadać – to na nią wpływamy zmienną niezależną aby określić korelację (zależność wyrażona za pomocą liczby w skali od [-1,1])

**Model eksperymentalny** - to taki model sprawdzania hipotez o zależności miedzy zmienna (zmiennymi) zależna i niezależna, który zakłada:

1. manipulacje co najmniej jedna zmienna niezależna,

2. kontrolowanie pozostałych zmiennych ubocznych i zakłócających uznawanych przez badacza za istotne dla zmiennej zależnej

3. dokonywanie pomiaru zmienności zmiennej (zmiennych) zależnej, spowodowanej

zamierzonym przez badacza oddziaływaniem na nią (na nie) zmiennej (zmiennych)

niezależnej.

Manipulacja zmienna niezależna to przydzielenie różnych jej wartości poszczególnym

badanym obiektom z próbki. Musi sie ono odbywać z respektowaniem zasady

randomizacji, czyli na zasadach losowania. Niedopełnienie tego warunku sprawia, ze

możemy mówić jedynie o modelu *quasi-eksperymentalnym*.

**Jakie są klasy badań empirycznych?**

1. **ILOŚCIOWE** - mierzą efekt zjawiska za pomocą zestawu metryk (eksperymenty kontrolowane, przeglądy, studium przypadku)

* Polegają na ilościowym opisie i analizie faktów, zjawisk i procesów
* Obiektem badań są ściśle zdefiniowane zmienne, które w procesie badawczym są liczone i mierzalne.
* Pomocą w celu dokonywania pomiaru zmiennych służą narzędzia badawcze uprzednio zaplanowane i wystandaryzowane.
* Standaryzacji poddaje się maksymalną ilość składników sytuacji badawczej
* W organizowaniu procesu badawczego z góry uwzględnia się potrzeby metod statystycznych **( losowy dobór próby)**

Przykładami tych badań są:

*•* **Eksperyment kontrolowany** (ang. *controlled experiment*) – metoda zapewniająca

największy stopień poprawności wyników. Podczas tego typu eksperymentu

badacz próbuje kontrolować wszystkie zmienne oprócz badanej. Aby zwiększyć

istotność wniosków i zmniejszyć ryzyko błędu, eksperyment kontrolowany najczęściej

jest wykonywany na większej grupie obiektów.

*•* **Studium przypadku** (ang. *case study*) – metoda obserwacji określonych pewnego

obiektu (rzeczywistego lub wygenerowanego na potrzeby badania). Na podstawie

analizy metryk obserwowanego atrybutu można wyciągnąć pewne wnioski dotyczące

obiektu, lecz nie generalizuje sie ich.

*•* **Przegląd** (ang. *survey*) – metoda polegająca na kompilacji danych literaturowych

oraz ankiet wypełnionych przez ekspertów.

*•* **Meta-analiza** (ang. *meta-studies*) – metoda analizy innych badan pozwalająca

na uzyskiwanie wiedzy poprzez porównywanie różnych podejść.

1. **JAKOŚCIOWE** - starają się wytłumaczyć przyczynę i skutki zjawiska

* Teoria w tego typu badaniach jest wykorzystywana w rozumieniu tego, co zostało zaobserwowane. Duża rola osób badanych-, których należy traktować podmiotowo- bezpośredni kontakt na zasadzie równego z równym.
* Powołanie się w interpretacji wyników badań na możliwie jak najwięcej osób badanych- także ich prace, dane obserwacyjne
* Współcześnie są przeciwieństwem badań empirycznych ilościowych. Mają odkrywać sens, interpretacje, czynnik subiektywny. Istotą jest wyjaśnienie badanych zjawisk, czyli wyjaśnieniu powiązań przyczynowo- skutkowych a także pomóc w rozumieniu i interpretacji interesujących badacza zjawisk.

### Badania empiryczne przyjmują wiele form

* Formalne eksperymenty
* Analiza przypadków
* Ankiety
* Prototypowanie
* Ćwiczenia

### Badania empiryczne w IO

Eksperymentowanie w dziedzinie inżynierii oprogramowania jest utrudnione, ponieważ

oprócz aspektów technicznych należy brać pod uwagę czynnik ludzki. Szczególne

wyzwanie stanowią czynniki psychologiczne, które są najtrudniejsze do prognozowania

Agencje prowadzące największe badania w dziedzinie IO na świecie:

* National Science Foundation – agencja rządowa Stanów Zjednoczonych, prowadzą badania w wielu dziedzinach, w tym w IO. Jest to ogromna agencja finansowana przez rząd USA. Prowadzą badania w naukach biologicznych, IO, inżynierii (wszelakiej – chemia, systemy cywilne, transport, elektronika), geologii, matematyczne, społeczne, edukacyjne (zasoby ludzkie).
* Networking and Information Technology Research and Development (NITRD) – grupa federalnych agencji prowadzących badania dotyczące technologii informatycznych. Badania te także dotyczą wpływu technologii na wzmocnienie gospodarki.

### Paradygmaty badań

* **Goal/Question/Metric Paradigm (GQM)**

Nieraz wyznaczone cele bywają zbyt abstrakcyjne czy ogólne (np. „jaka jest

przydatność narzędzia X”), by móc je zrealizować mierząc konkretna metrykę. W tym

celu należy ustalić pytania dotyczące celu oraz metryki, które pozwolą na te pytania odpowiedzieć. Zależności miedzy celem, pytaniami i metrykami zostały przedstawione na Rysunku 1.



Rys. 1. Zależność miedzy składowymi GQM (na podstawie: [Bas94])

Na podejście GQM składają sie trzy fazy:

*• Faza definicji* (ang. *The Definition phase*), podczas której określa się cele, pytania

oraz metryki;

*• Faza zbierania danych* (ang. *The Data collection phase*), podczas której nastepuje

kolekcjonowanie danych z narzędzi obliczających metryki;

*• Faza interpretacji danych* (ang. *The Interpretation phase*), podczas której analizuje

sie dane zebrane podczas wcześniejszej fazy, próbuje sie udzielić odpowiedzi

na postawione pytania i określić czy dany cel został osiągnięty.

Przykład badania GQM przedstawiono na Rysunku 2. Widać na nim, ze pewne metryki bywają wspólne dla kilku pytań, a osiągniecie jednego celu może wymagać odpowiedzi na więcej niż jedno pytanie. Można również zauważyć, iż fazy *Definicji* oraz *Interpretacji* sa symetryczne względem siebie, gdyż wszystkie niewiadome definiowane w fazie pierwszej sa juz znane w fazie trzeciej.

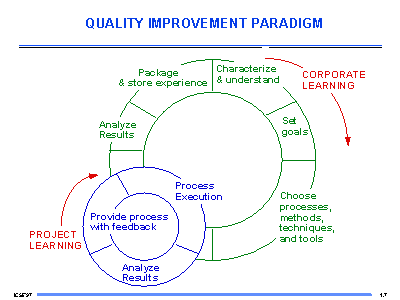


Rys. 4.2. Struktura paradygmatu GQM wraz z przykładem

* **Experience Factory (EF)** – zarządzanie doświadczeniem. Dotyczy problemu ponownego wykorzystania doświadczeń w zakresie tworzenia projektów IT. Podczas realizacji projektu stale wykorzystywane jest doświadczenie i wiedza zaczerpnięta z projektów już zrealizowanych.
* **Quality Improvement Paradigm (QIP)**

Paradygmat ten składa się z sześciu podstawowych kroków:

1. Scharakteryzuj aktualny projekt i jego otoczenie w odniesieniu do odpowiednich modeli i metryk
2. Ustaw mierzalne cele dla pomyślnej realizacji projektu
3. Wybierz model procesu oraz narzędzia wspierające.
4. Wykonaj omawiane procesy w rzeczywistości i sprawdź jakie problemy mogą cię spotkać
5. Przeanalizuj dane, określ problemy, sformułuj przyszłe ulepszenia produktu.
6. Zapamiętaj co zrobiłeś, żeby móc to wykorzystać w przyszłości.



### Przykładowe obszary badawcze

* Modele predykcji
* Generalne heurystyki
* Integracja danych – modele komunikacji,
* Rozwój i ocena architektury oprogramowania
* Interfejs użytkownika pod względem adaptacyjności, użyteczności
* Przetwarzanie równoległe
* Systemy wbudowane
* Pomiary oprogramowania

Dodatkowe:

* Poprawa jakości kształcenia z wykorzystaniem systemów edukacyjnych
* Interakcja człowiek – komputer
* Zarządzanie konfiguracją oprogramowania

W każdym z wymienionych wyżej punktów są prowadzone aktualnie jakieś badania, ale tego można naprawdę wymienić dużo… Myślę, że na obronę tyle starczy.