

Rozdział 13. Human Reliability Analysis

Human Reliability Analysis służy do uporządkowanej oceny, gdzie w sekwencji zadań człowiek może popełnić błąd i jakie warunki wpływają na możliwość jego wykrycia. Liczba przypisana prawdopodobieństwu błędu jest wynikiem modelu i przyjętych danych, a nie trwałą właściwością osoby. Rozdział pokazuje, jak używać dekompozycji zadania i szacowania ryzyka bez tworzenia pozoru pewności tam, gdzie dane są ograniczone. [6] [7]

Mechanizm i znaczenie

Analizę zaczyna się od podziału zadania na kroki o odrębnych decyzjach i skutkach. Zbyt gruby podział ukryje punkt pomyłki, zbyt drobny stworzy wiele liczb bez praktycznego znaczenia. Dla każdego krytycznego kroku opisuje się zamierzony rezultat, możliwe odchylenie i to, czy system pozwala zauważyć je przed kolejnym etapem. Taki zapis daje podstawę do rozmowy z wykonawcami oraz doboru barier. [6] [7]

Human Error Probability bywa szacowana z obserwacji lub z wybranej metody, ale jej wartość zależy od definicji próby i warunków pracy. Przeniesienie jednej liczby z innego procesu bez sprawdzenia podobieństwa zadania jest ryzykowne. Jeśli dostępne są tylko nieliczne zdarzenia, należy pokazać niepewność i źródło założenia. Liczba ma wspierać porównanie wariantów oraz wybór

dodatkowych kontroli, a nie zastępować oceny konkretnej sytuacji. [7] [8]

Przy ręcznym montażu pomyłka wyboru części może być następnie wykryta przez operatora, kontrolę w toku albo test końcowy. W analizie nie wystarczy policzyć prawdopodobieństwa pierwszej pomyłki, trzeba określić możliwość jej odzyskania na każdym etapie. Jeśli w dwóch wariantach stanowiska częstość wyboru jest podobna, lecz jeden ujawnia błąd natychmiast, ryzyko ucieczki do klienta jest inne. To rozróżnienie wskazuje miejsce inwestycji. [6]

Prawdopodobieństwa błędów w kolejnych krokach nie zawsze są niezależne. To samo zakłócenie, na przykład utrata informacji o wariancie, może wpływać na wybór części i na późniejszą kontrolę. Proste mnożenie liczb mogłoby wtedy zaniżyć ryzyko łącznego niepowodzenia. Analiza powinna jasno opisać zależności, nawet jeśli nie pozwalają na precyzyjne obliczenie. [8]

Wskazówka praktyczna — Dekomponuj zadanie do punktów o odmiennym błędzie i skutku, nie do arbitralnej liczby mikroczynności.

Pomiar i obserwacja

Jednostką obserwacji może być operacja, decyzja lub ekspozycja na określony błąd. Przed obliczeniem HEP trzeba

ustalić, która z nich znajduje się w mianowniku. Na przykład siedem błędów w 2 500 prób daje $7/2\ 500 = 0,0028$, lecz ten wynik opisuje wyłącznie zdefiniowane próby i okres. Gdy zmieniają się warianty, osoba lub metoda detekcji, porównanie wymaga dodatkowego uzasadnienia. [6] [7]

Dekompozycja powinna być sprawdzona w obserwacji, bo dokumentacja często pomija kroki nieformalne i sposoby radzenia sobie z wyjątkiem. Zespół notuje PSF: presję czasu, doświadczenie, interfejs, hałas czy dostępność pomocy. Nie każdy czynnik musi zostać zamieniony w sztuczny mnożnik. Czasem opis warunku i ocena kierunku wpływu lepiej wspierają decyzję niż liczba obliczona z niepewnych założeń. [7] [8]

W danych historycznych może być widoczna tylko część pomyłek, ponieważ skuteczna samokontrola usuwa je przed formalnym rejestrem. To nie powód, by ignorować odzyskiwanie, lecz sygnał do oddzielnego pomiaru zdarzeń pierwotnych i tych, które przeszły dalej. Porównywanie wyłącznie końcowych wad może zawyżać skuteczność bariery lub ukryć wzrost liczby okazji do błędu. Rejestr powinien wskazywać punkt wykrycia. [6]

W rzadkim zadaniu awaryjnym brak incydentów nie dowodzi bardzo małego HEP. Próbę można wesprzeć bezpieczną symulacją, analizą kroków i oceną dostępności sygnałów. Wyniki symulacji nie są automatycznie częstością dla realnej awarii, różnią się presją,

obciążeniem i konsekwencjami. Takie ograniczenie należy ujawnić w raporcie, zamiast przedstawiać liczbę z wieloma miejscami po przecinku jako fakt. [8]

Wskazówka praktyczna — Podaj mianownik HEP, warunki próby i punkt wykrycia, nie przenoś wartości bez porównania zadań.

Projektowanie pracy i decyzja

Projektowanie zmiany powinno koncentrować się na krokach o dużym skutku i słabej wykrywalności. Można uprościć sekwencję, poprawić identyfikację, dodać niezależne potwierdzenie albo zapewnić bezpieczny powrót po błędzie. Nie zawsze należy mnożyć kontrole: dodatkowa czynność może sama stać się nową okazją do pomyłki. Analiza wariantów wskazuje oczekiwany mechanizm redukcji ryzyka dla każdej opcji. [6] [7]

Przed pilotem zapisuje się założenia liczbowe, niepewność i regułę reakcji na zdarzenie krytyczne. Jeśli zmiana procesu wpłynie na PSF, poprzedni szacunek może nie obowiązywać. W teście sprawdza się wykonalność nowych barier i ich wpływ na pracę, a nie tylko nową wartość HEP z arkusza. Właściciel jakości ma prawo przerwać próbę, gdy pojawi się ryzyko niekontrolowanej ucieczki. [7] [8]

Po wdrożeniu porównuje się rzeczywiste zdarzenia z przewidywanymi trybami błędu. Jeśli wystąpił nieopisany wyjątek, należy wrócić do dekompozycji i zaktualizować model. Nie wystarczy dostroić jednego parametru tak, by pasował do danych, trzeba sprawdzić, czy zmienił się przebieg zadania. Plan kontroli zachowuje zarówno wersję modelu, jak i decyzje, które na niej oparto. [6]

HRA jest najbardziej użyteczna jako mapa pytań o zadanie, warunki i odzyskiwanie, a dopiero potem jako rachunek. Wniosek powinien podawać zakres stosowalności szacunku i wskazywać, jaka decyzja zmieni się przy innej wartości. Jeśli żadna, dalsze doprecyzowanie liczby nie wnosi wartości. Taka dyscyplina chroni organizację przed traktowaniem człowieka jak elementu o stałej awaryjności. [8]

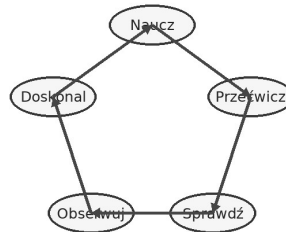
Wskazówka praktyczna — Testuj najpierw barierę dla kroku o dużym skutku i słabej wykrywalności.

Tabela 13. Podsumowanie rozdziału 13

Element	Zastosowanie
Główna decyzja	Systematyczna ocena prawdopodobieństwa i warunków błędu
Narzędzia	HRA, task decomposition, HEP, PSF

Element	Zastosowanie
Mierniki	HEP, critical task count, recovery probability, error opportunity
Stratyfikacja	zadanie, typ błędu i PSF
Pułapka	traktowania wyliczonego HEP jako stałej własności człowieka

Pętla kwalifikacji pracy



Rysunek 7. Pętla kwalifikacji pracy. Opracowanie własne.

Pytania kontrolne

- Jaka jednostka znajduje się w mianowniku szacowanego HEP?
- Które kroki zadania wymagają osobnych trybów błędu?
- Jak uwzględniś możliwość odzyskania poprawnego stanu?
- Kiedy liczba z innego procesu nie powinna być przenoszona?

Rozdział 19. Studium przypadku: projekt integrujący metodykę

Studium dotyczy wyłącznie fikcyjnego procesu montażu, w którym dwa podobne komponenty bywają mylone mimo prawidłowych numerów w instrukcji. Jednostką analizy jest jedna kompletowana sztuka, a zdarzeniem jest błędny wybór części przed jej zamontowaniem. Zespół definiuje punkt wykrycia i oddzielnie rejestruje przypadki wychwycone przy stanowisku oraz te, które docierają do późniejszej kontroli. Nie przypisuje winy osobom na podstawie samego wyniku. [1] [2]

W Define właściciel procesu uzgadnia cel jakościowy, zakres jednego stanowiska oraz warunek bezpieczeństwa: żadna sztuka z niepotwierdzoną częścią nie może zostać świadomie zwolniona do dalszego etapu. Wspólnie z wykonawcami opisuje przebieg pobrania, identyfikacji i montażu. Rozmowa pokazuje, że operator korzysta z oznaczenia na pojemniku, ale przy wymianie partii bywa ono zasłonięte. Jest to hipoteza o warunkach błędu, którą trzeba sprawdzić obserwacją.

W Measure zespół ustala regułę liczenia: jeden błędny wybór przypada najwyżej raz na jedną okazję pobrania, nawet gdy został poprawiony przed montażem. Przegląda zapisy zmian i obserwuje cykle z różnymi wariantami, notując dostępność etykiety, przerwania zadania i moment wykrycia. Wyniki odnosi do liczby

porównywalnych pobrań, aby nie pomylić większej produkcji z większym ryzykiem jednostkowym. Rozbieżności w klasyfikacji są wyjaśniane przed wyznaczeniem stanu bazowego.

W Analizie rozpatruje się co najmniej trzy wyjaśnienia: podobieństwo części, umiejscowienie pojemników i przerwanie zadania. Zespół szuka zarówno błędnych, jak i poprawnych wyborów przy zasłoniętej etykiecie, aby nie uznać pojedynczego śladu za dowód przyczynowy. Ocenia też, czy obecna kontrola wykrywa pomyłkę w miejscu powstania, czy dopiero po wykonaniu montażu. Wybrana hipoteza dotyczy dostępności właściwego wariantu w punkcie pobrania.

W Improve powstaje odwracalny prototyp: pojemniki są fizycznie rozdzielone, oznaczenie wariantu widoczne z pozycji pracy, a przed montażem dodano krótkie potwierdzenie przy zmianie partii. Wykonawcy testują zwykły cykl oraz przerwanie i wznowienie pracy. Zespół mierzy błędne wybory i FPY, a równocześnie czas cyklu, liczbę dodatkowych ruchów i łatwość sięgania. Jeśli zabezpieczenie zwiększa przeciążenie lub utrudnia obsługę wyjątku, trzeba poprawić układ przed wdrożeniem.

Pilot ma z góry określone granice, punkt oceny i uprawnienie funkcji jakości do zatrzymania próby. Zespół nie wyprowadza z krótkiego testu wniosku, że każde przyszłe zamówienie będzie bezbłędne. Gdy wynik poprawia się po pakiecie zmian, nie da się

przypisać całego efektu samej etykietce lub samemu rozdzielaniu pojemników. Raport podaje, jakie elementy wprowadzono razem, jakie warianty obserwowano i które warunki pracy pozostały poza próbą.

W Control aktualizuje się standard, szkolenie przy przebrojeniu i plan reakcji na brak albo zasłonięcie oznaczenia. Właściciel stanowiska sprawdza, czy po zmianie pojemników i dostaw materiału zachowano funkcję zabezpieczenia. Dalszy pomiar stosuje tę samą definicję okazji do błędu oraz punktu wykrycia. Przy nawrocie pomyłek zespół wraca do śladów zadania, nie dopisuje automatycznie kolejnego szkolenia. Studium ilustruje połączenie jakości, ergonomii i decyzji o pracy. [1] [2]

Tabela 19. Logika decyzji w studium przypadku

Etap	Dowód	Decyzja
DEFINE	zdefiniowany problem i właściciel	uruchomić / zawęzić
MEASURE	wiarygodny baseline	kontynuować pomiar / poprawić dane
ANALYZE	zweryfikowany mechanizm	wybrać rozwiązanie
IMPROVE	wynik pilota	wdrożyć / zmienić / odrzuć
CONTROL	stabilny wynik i reakcja	przekazać właścicielowi

Ćwiczenie 5. Taksonomia

Sklasyfikuj pięć opisanych przez siebie zdarzeń jako slip, lapse, mistake lub violation i dobierz różne typy działania.

Dane i założenia:

Tok rozumowania:

Wynik / decyzja:

Ryzyko błędnej interpretacji:

Rozwiązanie 5. Taksonomia

Przykładowy autorski zestaw zdarzeń: (1) sięgnięcie do sąsiedniego pojemnika mimo właściwego zamiaru — slip, zmienić rozróżnialność; (2) pominięcie potwierdzenia po przerwaniu — lapse, dać sygnał wznowienia; (3) użycie reguły dla starej wersji wyrobu — mistake, poprawić wybór wersji; (4) świadome wyłączenie uciążliwego alarmu — violation, usunąć fałszywe sygnały i określić nienaruszalne bariery; (5) przestawienie cyfr przy przepisywaniu — slip, usunąć ręczny transfer lub potwierdzać ID. Klasyfikację należy zweryfikować z rzeczywistym zamiarem i warunkami, których tu nie obserwujemy.

Interpretacja: identyczny skutek może wynikać z innego zamiaru i przebiegu zadania. Kategoria jest hipotezą, którą koryguje się po obserwacji oraz rozmowie.

Formularz 10. Rejestr ryzyka projektu

Tabela 29. Rejestr ryzyka projektu

Pole	Wpis
Cel / pytanie decyzyjne	
Zakres / populacja	
Dane / źródło	
Właściciel	
Kryterium decyzji	
Ryzyko / ograniczenie	
Działanie i termin	
Dowód zamknięcia	

Sposób użycia: uzupełniaj ryzyka w każdej bramce DMAIC.
Zapisuj wpływ na klienta i wykonawcę, istniejące bariery, właściciela oraz datę ponownej oceny.