

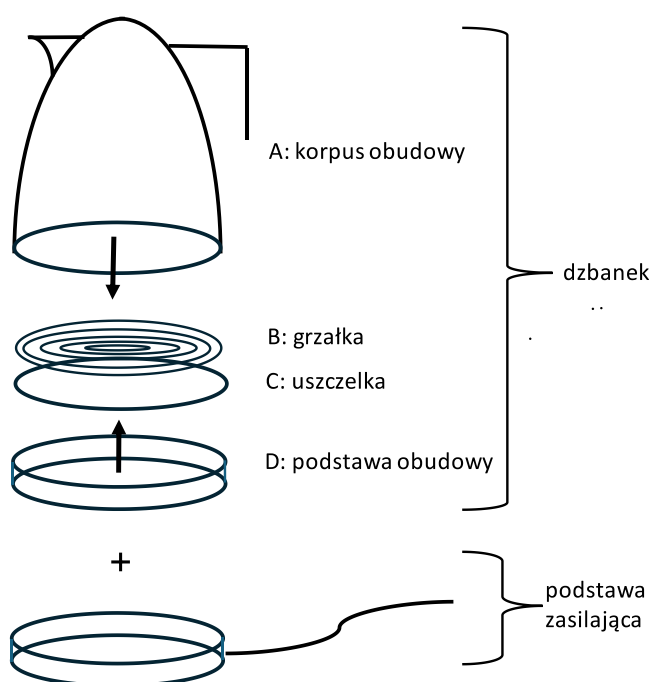
INFORMACJE WSTĘPNE I CEL EKSPERYMENTU

Producent małego AGD miał epidemię reklamacji ciekących czajników. Problem był na tyle poważny, że aż **35% urządzeń trafiało z powrotem do firmy już po kilku miesiącach użytkowania**. Co ciekawe, czajniki po montażu są poddawane 100% kontroli pod kątem ewentualnych wycieków.

W związku z tym powołano zespół specjalistów, złożony z technologów produkcji i inżynierów jakości, którego zadaniem było znalezienie źródła problemu. Pojawiło się kilka hipotez:

- **Niewłaściwe wymiary elementów**, a dokładniej dolna średnica korpusu obudowy i średnica jej podstawy (patrz Rys. 1). Faktycznie, pomiary wykazały, że część ciekących czajników miała odchylenia od specyfikacji, ale wśród reklamowanych towarów by również te w pełni zgodne z wymaganiami.
- **Wady elementów dostarczanych przez zewnętrznych dostawców**, takich jak grzałka czy uszczelki. Tu także znaleziono pewne nieprawidłowości wymiarowe, ale żadna z nich nie powtarzała się we wszystkich wadliwych egzemplarzach.

W odpowiedzi na te ustalenia wdrożono bardziej rygorystyczne kontrole: sprawdzano 100% elementów dopuszczając do montażu jedynie te, które spełniały wszystkie specyfikacje. Efekt? **Wzrosła liczba odrzuconych części**, ale liczba reklamacji z rynku **nie drgnęła**.



Rys 1. Konstrukcja czajnika

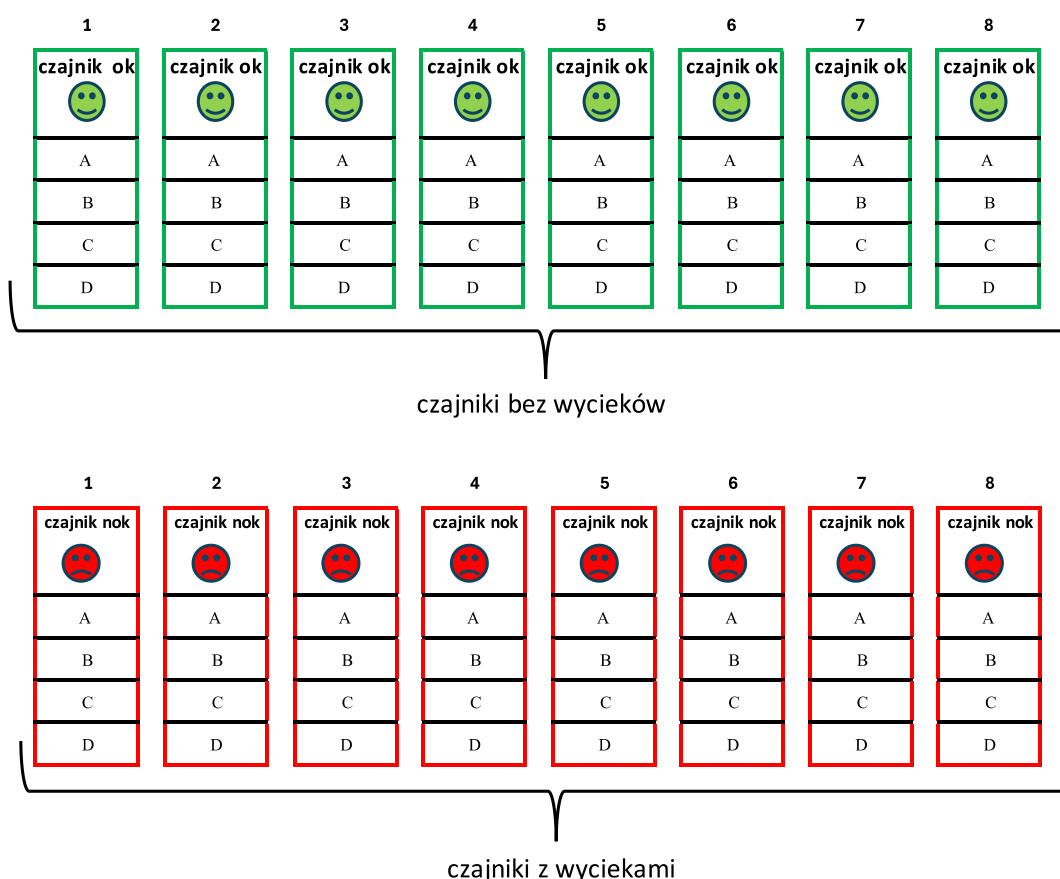
CZAS NA BARDZIEJ UPORZĄDKOWANE PODEJŚCIE

Ponieważ wcześniejsze działania nie przyniosły rezultatów, do rozwiązania problemu zaproszono zespół konsultantów OpEx Group. Jako narzędzie uczenia się zastosowaliśmy **DOE (Design of Eksperyment)**, a jego celem była odpowiedź na następujące pytania:

1. Czy za wycieki odpowiada proces montażu? Jeśli tak, to jakie czynniki w procesie montażu powodują powstawanie wycieków?
2. Jeśli to nie montaż, to który konkretny komponent powoduje problem?

CZY WINNY JEST MONTAŻ?

Aby to sprawdzić, wybraliśmy 8 czajników z wyciekami i 8 w pełni szczelnych. Wszystkie urządzenia zostały rozłożone na komponenty — oznaczone jako A, B, C i D (zgodnie z Rys.1) — i ponownie zmontowane z **dokładnie tych samych komponentów**.



Wynik? Szczelne czajniki nadal były szczelne, a ciekące nadal przeciekały. Oznacza to, że **problem nie leży w sposobie montażu**, tylko w którymś z samych komponentów.

KTÓRY KOMPONENT PSUJE CAŁOŚĆ?

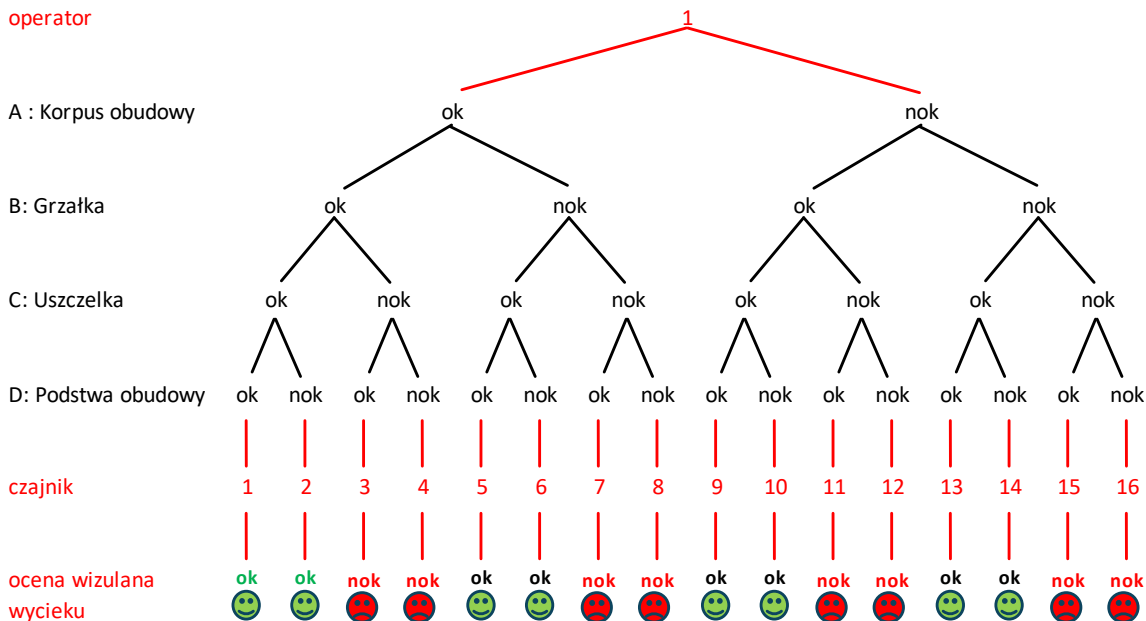
Ponownie rozłożyliśmy wszystkie zdemontowaliśmy te czajniki do poziomu komponentów.

A ok.	A ok.	A ok.	A ok.	A ok.	A ok.	A ok.	A ok.	A: Korpusy obudowy 16 sztuk
A nok	A nok	A nok	A nok	A nok	A nok	A nok	A nok	
B ok.	B ok.	B ok.	B ok.	B ok.	B ok.	B ok.	B ok.	B: Grzałki 16 sztuk
B nok	B nok	B nok	B nok	B nok	B nok	B nok	B nok	
C ok.	C ok.	C ok.	C ok.	C ok.	C ok.	C ok.	C ok.	C: Uszczelki 16 sztuk
C nok	C nok	C nok	C nok	C nok	C nok	C nok	C nok	
D ok.	D ok.	D ok.	D ok.	D ok.	D ok.	D ok.	D ok.	D: Podstawy obudowy 16 sztuk
D nok	D nok	D nok	D nok	D nok	D nok	D nok	D nok	

!!! Ważne: **oznaczenie "ok" i "nok"** nie oznacza, że część jest dobra albo zła – tylko to, z jakiego czajnika pochodzi (szczelnego czy ciekącego).

Żeby znaleźć odpowiedź na pytanie, który komponent powoduje wycieki użyliśmy eksperymentu pełno-czynnikowego $2^4=16$, w którym czynnikami były komponenty od A do D testowane na dwóch poziomach ok i nok. Poziomy ok i nok odpowiednio określają czy dany komponent został wymontowany z dobrego czy ciekącego czajnika.

W ten sposób zmontowaliśmy 16 nowych czajników, które przetestowaliśmy pod kątem wycieków. Schemat montażu (doboru komponentów) oraz ocenę wycieku na wyrobie gotowym przedstawia diagram poniżej.



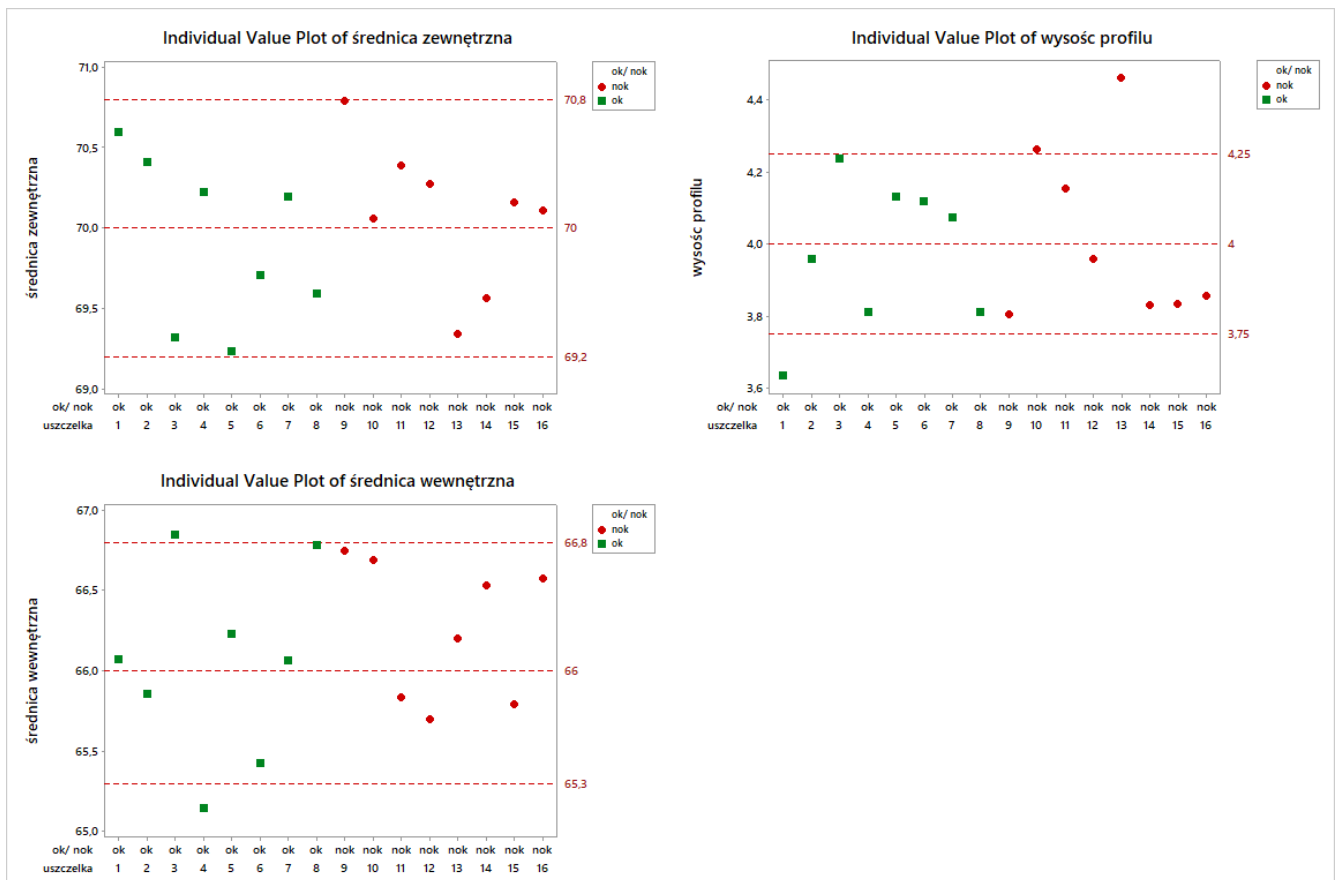
Wyniki były jednoznaczne: **to uszczelka (komponent C) odpowiada za wycieki**. Niezależnie od tego, z jakich pozostałych komponentów składał się czajnik — jeśli uszczelka pochodziła z wadliwego urządzenia, czajnik przeciekał. W celu ostatecznego potwierdzenia, jeszcze raz zamieniliśmy ciekące i szczelne czajniki uszczelkami, co potwierdziło powyższe wnioski. Pozostało nam odpowiedzieć na ostatnie pytanie:

CZYM RÓŻNIĄ SIĘ DOBRE I ZŁE USZCZELKI (TERAZ MOŻEMY JE TAK NAZWAĆ 😊)?

Skoro już wiadomo, że problem tkwi w uszczelkach, trzeba było ustalić, czym **konkretnie** różnią się te dobre od złych.

Zbadano trzy kluczowe wymiary, które na co dzień kontrolowane są przy dostawach:

- średnicę wewnętrzną,
- średnicę zewnętrzną,
- wysokość uszczelki.



Ale niespodzianka! **Żadna z tych charakterystyk nie odróżniała dobrych uszczeltek od tych powodujących wycieki.** Potwierdza to słowa W. Edwardsa Deminga: *Nie można uznać komponentu za zły tylko dlatego, że nie spełnia specyfikacji, dopóki nie udowodnimy, że wpływa negatywnie na wyrób gotowy.* Pomimo, że udowodniliśmy, że winę za przecieki ponoszą uszczelki, to nie ich wymiary są przyczyną problemu.

Skoro nie chodziło o wymiary, przyjrzelśmy się **powierzchni uszczeltek.** Okazało się, że:

- **dobre uszczelki** były gładkie, błyszczące, wręcz szklawione,
- **wadliwe** miały powierzchnię matową, czasem lekko szorstką, z delikatnym nalotem.

Śledztwo u dostawcy wykazało, że od pewnego momentu zaczął on używać **tańszego silikonu**, który, mimo że spełniał wymagania specyfikacji miał niższą czystość chemiczną, która jak się okazało spowodowała mniejszą odporność uszczeltek na temperaturę i parę wodną a co za tym idzie mniejszą żywotność.

Jak widać posiadanie komponentów zgodnych ze specyfikacjami, nie gwarantuje braku kłopotów z wyrobami gotowymi.

Po zidentyfikowaniu źródła problemu:

- zaktualizowano specyfikację materiałową,
- wycofano z użycia tańszy silikon u dostawców,
- **problem ciekających czajników zniknął całkowicie.**

Zrezygnowano również z rygorystycznej kontroli elementów wtryskowych oraz wymiarów uszczelek i grzałek na wejściu, co zmniejszyło odpad wewnętrzny i ilość reklamacji u dostawców.

Przykład ciekących czajników jest sprytnym wykorzystaniem DoE do zdefiniowania który komponent odpowiada za wadę w wyrobie gotowym. Warunkiem koniecznym, aby to podejście zastosować jest możliwość wielokrotnego montażu i demontażu wyrobu gotowego z tych samych komponentów. Jeżeli takiej możliwości nie ma w ogóle, pozostaje klasyczne wykorzystanie Doe do znalezienia przyczyny źródłowej.

PYTANIA:

- Co, jeżeli wyrób gotowy jest demontowany tylko pewnego poziomu?
- Czajnik to prosty wyrób, jak postąpić w sytuacji, kiedy wyrób gotowy składa się z kilkunastu lub nawet kilkudziesięciu komponentów?

AUTOR

Katarzyna Kornicka

OpEx Six Sigma Master Black Belt