

Krzysztof KNOP*

WYKORZYSTANIE IDEI DRZEWA CTQ DO IDENTYFIKACJI WYMAGAŃ KLIENTÓW KONTROLI JAKOŚCI

Celem artykułu było wykorzystanie drzewa wymagań krytycznych dla jakości CTQ, jednego z podstawowych narzędzi koncepcji Six Sigma, jako dekodera, który pozwoli przetłumaczyć język klientów kontroli jakości, ich potrzeby i oczekiwania na mierzalne wymogi. Celem badań było opracowanie zestawu miar, łatwych do pomiaru i oceny menedżerskiej, które będą podstawą do podjęcia działań doskonalących proces kontroli jakości. Przedstawiono ideę drzewa CTQ jako narzędzia dekodującego język klienta na specyfikację dla produktu, usługi czy procesu. Wykorzystano klasyczne drzewo CTQ do utworzenia autorskiego drzewa wymagań krytycznych dla kontroli jakości nazwanego drzewem CTQI. W ramach konstrukcji drzewa CTQI określono klientów procesu kontroli jakości oraz ich potrzeby. Odniesiono zidentyfikowane potrzeby typu „dobrze” i „szybko” do wymagań klientów związanych z wybranym aspektem działalności kontroli jakości tj. zarządzaniem nad wyrobem niezgodnym i niezgodnościami. Wykorzystano „dźwignie”, jako narzędzie drzewa CTQI, do wyszukania składowych zidentyfikowanych potrzeb, które w następnej kolejności posłużyły do wyróżnienia miar i wskaźników dla oceny kontroli jakości. Przedstawiono zestaw miar i wskaźników, których monitorowanie pozwoli zarządzającym procesem kontroli jakości określić aktualny poziom spełnienia potrzeb i wymagań ich klientów i na tej podstawie podjąć decyzje odnośnie doskonalenia procesu kontroli jakości.

Słowa kluczowe: Six Sigma, CTQ, kontrola jakości, identyfikacja wymagań klienta.

1. IDEA DRZEWA WYMAGAŃ KRYTYCZNYCH DLA JAKOŚCI CTQ W KONCEPCJI SIX SIGMA. POTRZEBA A WYMAGANIE KLIENTA

Drzewo CTQ (ang. Critical To Quality), czyli drzewo wymagań krytycznych dla jakości jest narzędziem opracowanym na potrzeby koncepcji Six Sigma w celu de-

* Instytut Inżynierii Produkcji, Wydział Zarządzania Politechniki Częstochowskiej.

kodowania „języka” klienta (tzn. jego ogólnych potrzeb, oczekiwań) na bardziej szczegółowe wymagania. Celem tego transferu jest przejście od pojęć ogólnych, trudnych do mierzenia, do elementów szczegółowych poddających się specyficznym miarom. Skrót CTQ wskazuje na kluczowe czynniki decydujące o zadowoleniu klienta [13] oraz na konieczność ich identyfikacji. Six Sigma jest właśnie koncepcją, która koncentruje się wyłącznie na cechach, które dla klientów mają kluczowe znaczenie. Zwykle dla jednego procesu obiera się od pięciu do siedmiu kluczowych czynników jakości tzw. CTQ - Critical To Quality [16].

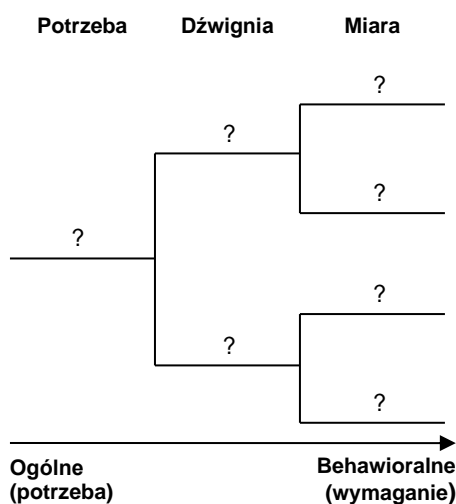
Istotne z punktu widzenia zastosowania drzewa CTQ jest różnicowanie pojęć „potrzeba” oraz „wymaganie” klienta. *Potrzeba* klienta to wynik lub wyniki procesu, które tworzą relację między dostawcą i klientem. *Wymagania* zaś to te cechy, od których zależy, czy klient będzie zadowolony z przedstawionego mu produktu lub usługi. Różnicowanie pomiędzy pojęciami potrzeba a wymaganie można odnaleźć w pozycji [7], gdzie autor podaje jako przykład potrzeby klienta „kawosza” - „chęć sięgnięcia po filiżankę kawy”, z kolei wymagania klienta to czynniki, które zdecydują o tym, czy będzie on zadowolony, czy też nie z wypitej kawy, np. kofeina, moc, smak, dodatki, naczynie, itp.

Praca nad poszukiwaniem wymagań (cech produktu), które są najważniejsze dla odbiorcy dóbr i usług nie jest prosta. W opinii większości praktyków jest to najtrudniejsze zagadnienie zarządzania jakością [15].

Koncepcja CTQ uważana jest za serce metodologii Six Sigma, za istotę zarządzania procesami. CTQ pozwala spojrzeć na każdy proces firmy z punktu widzenia klienta w bardzo konkretny sposób, tj. wskazuje, które elementy procesu (produktu/usługi) są dla klienta ważne oraz w jaki sposób są one dla niego ważne (value-added) [5], bo tylko za te elementy, klient będzie w stanie zapłacić. Etapy konstrukcji drzewa CTQ obejmują:

1. Określenie klienta.
2. Określenie potrzeb klientów wyrażonych właściwym dla nich językiem ogólnym.
3. Określenie zbioru wymagań związanych z daną potrzebą (dźwignie).
4. Określenie mierzalnych oraz realnych (tzn. możliwych do osiągnięcia) parametrów/cech tak, aby można było nimi zarządzać (miara).
5. Potwierdzenie wymagań klienta u źródła [5, 7].

Konstrukcja drzewa CTQ obejmuje przejście od „potrzeb”, poprzez „dźwignie” do „miar”. W miarę przesuwania się na diagramie drzewa CTQ od lewej od prawej strony następuje przesunięcie od stwierdzeń ogólnych do elementów wyspecyfikowanych. Lewa strona jest trudna do mierzenia a więc i do zarządzania, natomiast elementy z prawej strony drzewa (dźwignia, miara) są łatwe do pomiaru i do oceny menedżerskiej, kiedy spełniają lub nie spełniają oczekiwań klienta [5] (rys. 1).



Rys. 1. Konstrukcja drzewa CTQ. Oprac. własne na podst. [7]

Na podstawie informacji o potrzebach klientów, w wyniku zastosowania drzewa CTQ, powstaje zestaw miar i wskaźników dla oceny danego procesu, produktu lub usługi.

E. Deming podkreślał, że „jeśli nie mierzymy procesu, to nie możemy nim zarządzać”. Miary zajmują istotne funkcje w zarządzaniu procesem. Bez miar zarządzanie procesem jest zadaniem niewyobrażalnie trudnym. Jedną z funkcji jaką spełniają jest komunikowanie celów w zakresie podejmowanych działań pracownikom oraz wspomaganie rozliczania ich z osiągnięć [19]. Inną korzyścią, która przemawia za stosowanie miar jest umożliwienie przez nie kontrolowanie procesów. Miary służą zarządzającym procesem jako „oczy”, pozwalają na szybką orientację w procesie i stanowią punkt wyjścia do jego udoskonalenia. Pracownicy są zobligowani do tego, aby dążyć do „usatysfakcjonowania” używanych w ich systemie miar.

Wykorzystano narzędzie CTQ do identyfikacji miar i wskaźników dla procesu kontroli jakości, bazując na potrzebach i wymaganiach ich klientów, w następstwie których monitorowanie pozwoli określić stopień realizacji tych potrzeb i wymagań. Dla potrzeb celów badawczych drzewo CTQ nazwano drzewem wymagań krytycznych dla kontroli jakości i oznaczono jako CTQI (ang. *Critical to Quality Inspection*).

2. KONSTRUKCJA DRZEWA CTQI

2.1. Identyfikacja klientów procesu kontroli jakości

Pierwszym etapem w budowie *drzewa wymagań krytycznych dla kontroli jakości CTQI* jest identyfikacja klienta. W ramach tego etapu należy udzielić odpowiedź na pytanie: kto jest głównym klientem (rezultatu końcowego) procesu kontroli jakości? W przypadku procesu kontroli jakości należy wskazać zarówno na klientów zewnętrznych jak i wewnętrznych tego procesu. Klienci ci oceniają, czy założony cel procesu zostanie zrealizowany oraz czy spełnione zostaną wymogi co do stanu wyjściowego z procesu. Ogólna definicja klienta zewnętrznego wskazuje, że jest to osoba na którą oddziałuje produkt, nie będąca członkiem organizacji odpowiedzialnej za jego wytworzenie; może nim być nie tylko bezpośredni nabywca produktu, ale także, w niektórych przypadkach, organy władzy, społeczeństwo, środowisko naturalne, itd. Z kolei klient wewnętrzny to inaczej odbiorca produktu w organizacji (np. pomiędzy poszczególnymi działami lub osobami dostarczany jest dany produkt, są to właśnie klienci wewnętrzni) [10].

Procesy kontroli jakości zarządzane są i realizowane przez personel służb kontroli jakości (etatowych pracowników działu kontroli jakości oraz pracowników produkcyjnych, którym zostały przydzielone czynności kontrolne), wykonujący różnego rodzaju zadania i czynności kontrolne, przypisane do konkretnego stanowiska. Powiązania między tymi procesami (stanowiskami) stanowią łańcuch klientów wewnętrznych, w którym praktycznie każdy pracownik korzysta z wyników pracy dostarczanych przez pracowników służb kontroli jakości. Bezpośrednim (wewnętrznym) klientem procesu kontroli jakości może być zatem pracownik produkcyjny (operator) odpowiedzialny za dany etap procesu, znajdujący się bezpośrednio za danym punktem kontrolnym lub inny pracownik służb kontroli, pracownik laboratorium kontroli jakości czy magazynów i działu zaopatrzenia i zbytu. Klientami wewnętrznymi są także kierownicy poszczególnych komórek organizacyjnych. Osoby będące klientami wewnętrznymi procesu kontroli jakości występują w charakterze odbiorców działań, decyzji, zaleceń służb kontroli jakości.

Pośrednim (zewnętrznym) klientem procesu kontroli jakości jest odbiorca - użytkownik danego produktu. Wynika to z faktu, że kluczowym założeniem odnoszącym się do kontroli jakości jest przyjęcie zasady, że ostatecznym kontrolerem jest klient zewnętrzny. Optymalna forma kontroli jakości to taka, która ma na celu najlepsze usatysfakcjonowanie tego klienta.

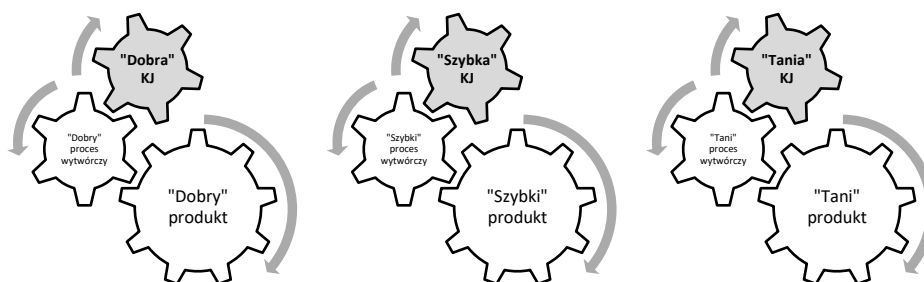
Właścicielem procesu kontroli jakości i osobą odpowiedzialną za poszczególne jego etapy jest najczęściej w firmie kierownik Działu Badań i Kontroli Jakości [18].

2.2. Określenie potrzeb klientów kontroli jakości

W kolejnym etapie budowy drzewa CTQI dokonano identyfikacji potrzeb i wymagań klientów kontroli jakości. Ważnym zadaniem zarządzających procesem kontroli jest słuchanie klienta, lub inaczej, słuchanie „głosu klienta” (*VOC – ang. Voice of Customer*). Nasuwa się pytanie: *czego chcą klienci (wewnętrzni i zewnętrzni) od procesu kontroli jakości? Jakie mają potrzeby, oczekiwania? Ze względu na to, że procesy kontroli jakości są podprocesami procesu wytwórczego [6], potrzeby klientów kontroli jakości są (powinny być) tożsame są z potrzebami klientów procesu wytwórczego - odbiorców finalnych produktu. Jakie są więc oczekiwania klientów w odniesieniu do produktu, który zakupują? Otóż każdy klient:*

- chce otrzymać „dobry” produkt,
- chce mieć go „szybko”,
- chce mieć go jak „najtaniej”.

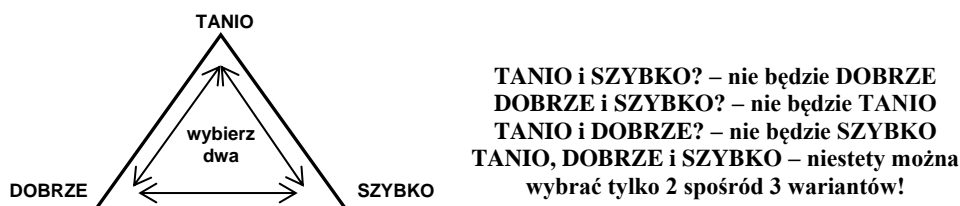
Wartości, które ceni klient najbardziej to poziom jakości (klasa, bezpieczeństwo, ekologia itd.), termin realizacji oraz koszty (cena). Potrzeby typu „dobrze”, „szybko” i „tanio”, które są podstawowymi potrzebami klientów produktu, powinny być także podstawowymi potrzebami dla procesów w ramach procesu wytwórczego, czyli również dla procesów kontroli jakości. Kontrola jakości bowiem może (w mniejszy lub większy sposób) napędzać (lub hamować) proces zaspokojenia tych potrzeb. „Dobra”, „szybka” i „tania” kontrola jakości determinuje „dobry”, „szybki” i „tani” proces wytwórczy, który to z kolei wpływa na „dobry”, „szybki” i „tani” produkt. Tą zależność przedstawia rys. 2.



Rys. 2. Zależność pomiędzy „dobrym”, „szybkim”, „tanim” produktem a „dobrą”, „szybką”, „tanią” kontrolą jakości (oprac. własne)

W rzeczywistości jednak klient rzadko otrzymuje produkt, który spełnia wszystkie jego potrzeby. Próba dostarczenia klientowi wysokiej jakości produktu, szybko i tanio, jest po prostu bardzo trudna, wręcz niewykonalna. Najczęściej klient w zakupionym produkcie otrzymuje jedną lub maksymalnie dwie ze składo-

wych swoich oczekiwań. Jedna z zasad mówi, że nie można produkować spełniając wszystkie kryteria tanio, szybko i dobrze. Z tej trójki tylko kombinacja dwóch potrzeb jest możliwa do zapewnienia, co przedstawia rys. 3.



Rys. 3. Kwadratura trójkąta dla oczekiwań klienta wobec produktu (bezpośrednio) i procesu kontroli jakości (pośrednio) (oprac. własne na podst. [21])

Doświadczenie praktyczne wykazują jednak, że zapewnienie realizacji nawet dwóch składowych oczekiwań klienta w produkcie jest zadaniem trudnym, stąd przedsiębiorstwa produkcyjne rywalizując na rynku globalnym operując swoją strategią produkcyjną skupiają się na tylko jednym z trzech czynników: czas, koszty, jakość [22].

Doskonaląc procesy i produkty z wykorzystaniem koncepcji „trójkąta” należy na początku określić, który z boków trójkąta jest niezmienny (krytyczny) w danym przypadku. Dzięki temu wie się, jakie pole manewru ma się przy pozostałych „bokach”. W przypadku kontroli jakości zdecydowanie najważniejszą potrzebą klienta jest jej *jakość* (kryterium „dobrze”), to kryterium powinno być niezmiennym (krytycznym). Jako drugie kryterium, potrzebę postanowiono wybrać kryterium „szybko”. Kontrola jakości bowiem może wpływać na długość cyklu produkcyjnego oraz stanowić ograniczenie dla szybkości realizowanego procesu (może być tzw. „wąskim gardłem” dla procesu), w szczególności jeśli jest „wbudowana” w proces (linie). Trzecią potrzebą klientów kontroli jakości jest potrzeba „tanio”. Klient wewnętrzny (zarządzający procesem) przez tanią kontrolę rozumie kontrolę efektywną (produktywną), czyli kontrolę z której „korzyści” (wyrażone finansowo) są większe od nakładów poniesionych na jej stosowanie. Jeżeli koszt kontroli jest większy od np. kosztu defektu, który w ramach tej kontroli jest wykrywany to kontrola staje się nieefektywna. Stwierdzenie „tania kontrola jakości” ma także konotacje ujemne - utożsamiana jest z niskimi nakładami na jej przeprowadzenie, z wykorzystaniem prostych i tanich urządzeń kontrolno-pomiarowych lub też z wykorzystaniem wyłącznie zmysłów człowieka podczas realizacji procesu kontroli.

Z racji tego, że nie można produkować, tym samym kontrolować spełniając wszystkie kryteria typu „dobrze”, „tanio”, „szybko” (z trzech składowych maksymalnie tylko dwa są możliwe do spełnienia), dokonano eliminacji jednej ze składowych. Zdecydowano się pominąć w analizie potrzebę „tanio”, z uwagi na porównywalnie najmniejsze znaczenie tego czynnika dla klientów kontroli jakości.

2.3. Składniki „dźwigni” w identyfikacji wymagań dla kontroli jakości

2.3.1. Składniki „dobrej” kontroli jakości

Co należy rozmieść przez „dobrą” kontrolę jakości? Żeby określić składowe „dobrej” kontroli jakości należy odnieść się do *celów i zadań kontroli jakości* oraz następnie określić czy z tych zadań kontrola jakości wywiązuje się prawidłowo (jest skuteczna).

Zakres działań i zadań (służb) nowoczesnej kontroli jakości jest obszerny. Dział kontroli jakości musi zarządzać elementami systemu kontroli, które można określić akronimem P.I.S.M.O.E.A (P – *Part* (część), I – *Instrument* (urządzenie pomiarowe i kontrolne), S – *Standard* (norma, standard, wzorzec), M – *Method* (metoda pomiaru/kontroli), O – *Operator* (kontroler), E – *Environment* (środowisko), A – *Assumptions* (założenia) [20], wyniki tego oddziaływania wpływają na wynikową skuteczność kontroli jakości.

Z uwagi na szeroki i różny zakres działalności służb kontroli jakości w przedsiębiorstwach produkcyjnych skupiono się w artykule na analizie i ocenie jedynie wybranego obszaru związanego z *zarządzaniem nad wyrobem niezgodnym i niezgodnościami*. Kontrola jakości to proces oceny zgodności wyrobu z wymaganiami, poprzez badania, pomiar, stosowanie sprawdzianów [17] oraz narzędzie za pomocą którego dochodzi do wykrywania niezgodności [2]. W przeszłości uważano, że kontrola jakości ma do spełnienia dwie podstawowe funkcje, tj. *prewencyjną* (ochronną, zabezpieczającą przed wysłaniem wyrobów niezgodnych do klienta) i *korygującą* (niwelującą skutki powstałych niezgodności). Początkowo funkcja ta była spełniana w sposób prosty przez stworzenie bariery niewypuszczającej do producenta wyrobów niezgodnych (opierała się na zasadzie „jakość przez sortowanie”) [13], odnosiła się głównie do kontroli pooperacyjnej lub kontroli poprodukcyjnej procesów realizowanej produkcji [8]. Z biegiem lat kontrola jakości przekształciła się w złożoną, aktywnie włączoną we wszystkie sfery powstawania i realizacji (wykonania), a nawet w sferę użytkową wyrobu. Istnieje obecnie pogląd, że wartość nowoczesnej kontroli jakości nie powinno się mierzyć wyłącznie liczbą wykrytych niezgodności, ale skalą działalności prewencyjnej, czyli liczbą niezgodności do której nie doszło z powodu skutecznej kontroli jakości. Nowoczesny system kontroli jakości, tak jak *system myśliwca*, nie powinien ograniczać się tylko do działań na już zaistniałych zdarzeniach, ale powinien pozwolić przewidywać zdarzenia i wskazywać nawet potencjalne problemy, zanim naprawdę się pojawią [9]. Jako priorytetową funkcją kontroli jakości traktuje się prewencję, a za najważniejszą zasadą - zdążyć przed błędem [12]. W nowoczesnie zarządzanym przedsiębiorstwie przemysłowym kontrola jakości stanowi podstawowe źródło

informacji zwrotnej o procesie produkcyjnym pozwalające doskonalić produkcję oraz ograniczać koszty [1].

Zadania kontroli jakości w zakresie zarządzania nad wyrobem niezgodnym i niezgodnościami można ująć do trzech zasadniczych grup:

- wykrywanie,
- ocena zgodności cech wyrobu z wymaganiami jakościowymi,
- korekcja, korygowanie, zapobieganie.

Wymagania w zakresie „wykrywania” niezgodności przez kontrolę jakości są odzwierciedleniem klasycznej zasady: „nie przyjmuj, nie produkuj, nie wypuszczaj” oraz można je określić za pomocą następujących stwierdzeń:

- wykrywa wszystkie niezgodności dostarczane do stanowiska,
- wykrywa wszystkie niezgodności jakie powstały na stanowisku,
- nie dopuszcza do przejścia żadnej niezgodności na kolejne stanowisko,
- nie dopuszcza do przedostania się żadnej niezgodności do klienta zewnętrznego.

Pierwsze trzy wymagania stanowią odzwierciedlenie wymagań klientów wewnętrznych, z kolei ostatnie wymaganie jest wymaganiem klienta zewnętrznego (tj. użytkownika wyrobu).

Żeby zrealizować te cele, kontrola jakości:

- kontroluje wszystkie wyroby,
- stosuje skuteczne metody w zakresie wykrywania niezgodności wyrobu.

Jedna z zasad pracy bezusterkowej głosi „rób dobrze wyroby dobre za pierwszym razem”. Jak stwierdził P. Crosby, twórca metody „0” defektów „jakość nic nie kosztuje. Nie jest prezentem - ale mamy ją za darmo. Kosztuje brak jakości - czyli działanie spowodowane niewykonaniem pracy dobrze za pierwszym razem”. Zasada ta została zaadaptowana przez twórców koncepcji Six Sigma i wykorzystana w programie redukcji kosztów złej jakości. W ramach tej koncepcji opracowano zestaw wskaźników, które mają na celu określenie poziomu jakości procesu z punktu widzenia jej skuteczności w produkcji wyrobów dobrych za pierwszym razem (FTY, RTY, NY) [4].

Celem kontroli jakości (dotyczy to w szczególności kontroli alternatywnej organoleptycznej czy ręcznej) jest dokonanie oceny zgodności wyrobów dobrze za pierwszym razem, czyli bez błędów oceny zgodności, tzw. błędów I i II rodzaju. Błędy I rodzaju polegają na odrzuceniu wyrobu dobrego, z kolei błędy II rodzaju na akceptacji wyrobu niezgodnego przez kontrolera wykonującego czynności kontrolne na stanowisku [3].

Z punktu widzenia zadań w zakresie „korekcji, korygowania, zapobiegania” wymagania dla kontroli jakości można określić następującymi stwierdzeniami:

- zapobiega ponownemu pojawieniu się niezgodności danego rodzaju ze względu na daną przyczynę,
- blokuje możliwości pojawienia się pomyłek, błędów ludzkich, które prowadzą do powstania niezgodności.

2.3.2. Składniki „szybkiej” kontroli jakości

W procesie wytwórczym „szybka” kontrola jakości nabiera szczególnego znaczenia w procesach wbudowanych w linię, gdzie tempo pracy kontroli wpływa na tempo pracy całej linii. Jeśli dodatkowo, taka kontrola wykonywana jest przez człowieka (i przyjmuje formę alternatywnej kontroli organoleptycznej, ręcznej), podatna jest ona na największe różnice w zakresie czasu jej trwania i przez to może stanowić istotne ograniczenie dla innych realizowanych procesów oraz wpływać na tempo realizacji całego procesu, np. gdy części spoczywają beczynn timer i nie przemieszają się przez proces produkcyjny lub transportowy, dlatego że kontrola musi być wykonana lub gdy istnieje konieczność kontroli przez operatora wszystkich wytworzonych produktów przed przekazaniem ich do następnej operacji.

W przypadku kontroli maszynowej lub automatycznej na liniach produkcyjnych pracujących z dużymi prędkościami kontrola jakości odbywa się przy udziale szybkich urządzeń detekcyjnych. Powtarzalność czasu wykonania kontroli jest większa. Tego typu urządzenia pozwalają na wykonywanie szybkich pomiarów bez konieczności zatrzymywania linii produkcyjnej, przez co taka kontrola nie ma wpływu na tempo realizacji procesu. Aplikacje tego typu są w stanie zapewnić stuprocentową kontrolę jakości bez konieczności udziału operatora. Do systemów takich zalicza się systemy wizyjne [23].

Jak zoptymalizować czas kontroli jakości online realizowanej przy dużym udziale człowieka (kontrolera), która to kontrola podatna jest na największe różnice w czasie trwania? Szybkość kontroli można mierzyć liczbą wyrobów skontrolowanych w jednostce czasu. Zwiększenie szybkości kontroli może mieć negatywny wpływ na jej jakość, nie zawsze jest to celowe. Celowe wydaje się być natomiast zoptymalizowanie czasu trwania kontroli. Żeby móc usprawnić kontrolę w tym zakresie należy w pierwszej kolejności określić, ile czasu w danych warunkach trwa kontrola jakości dla jednostki wyrobu a ile powinna trwać, czyli należy dokonać standaryzacji tej czynności. Standaryzacji możemy poddać wszystkie procesy, które spełniają dwa podstawowe warunki: są powtarzalne i dają się opisać [11]. W tym przypadku należy przyjąć, że kontrolę jakości należy skracać, ale tylko i wyłącznie ten czas, który niepotrzebnie przedłużył ów proces. Innymi słowy należy określić czas optymalny dla kontroli, np. 10 minut i jeśli się w nim kontroler się zmieści to jest dobrze i nie ma potrzeby podejmowania działań korygujących.

Procesy kontroli jakości realizowane przez kontrolerów, w miarę możliwości, powinny podlegać procesom standaryzacji w zakresie czasu jej trwania, który to czas powinien być także okresowo weryfikowany oraz w razie konieczności korygowany (np. w przypadku, gdy usprawniono sposób realizacji kontroli należy stworzyć kolejny standard w zakresie „czasu” trwania tej czynności).

Drugim ważnym składnikiem szybkiej kontroli jest *szybkie wykrywanie niezgodności w procesie* (liczy się czas od momentu pojawienia się niezgodności do momentu jej wykrycia), w tej kwestii panuje zasada, że „im wcześniej tym lepiej”. Idealna

kontrola jakości to taka, która jest w stanie wykryć niezgodność w miejscu jej powstania. Z kolei w przypadku, gdy kontrola przyjmuje formę kontroli maszynowej lub automatycznej przy wykryciu niezgodności taki system powinien szybko poinformować o tym fakcie pracownika, operatora, kontrolera, tj. właściciela danego obszaru produkcji czy kontroli, co umożliwi szybkie podjęcie działań korygujących. W tym celu maszyny powinny być wyposażone w inteligentne rozwiązania działające na zasadach kontroli wizualnej (zarządzania wizualnego), które są w stanie poinformować pracownika danego obszaru za pomocą sygnału świetlnego i/lub dźwiękowego (system andon w firmie Toyota) o wykrytym problemie jakościowym [14].

Szybka realizacja działań korygujących od momentu stwierdzenia niezgodności to kolejny składnik „szybkiej” kontroli. Ważne jest, aby źródłowa przyczyna niezgodności była szybko zidentyfikowana oraz usunięta, czego efektem powinno być niepowstanie się ponownie tej samej niezgodności (ze względu na daną zidentyfikowaną przyczynę). *Szybkość podejmowania działań zapobiegawczych* (doskonalących) też jest ważna, dlatego że liczy się szybka „odpowiedź” systemu kontroli jakości, tak aby zapobiec powstaniu nowych, potencjalnych niezgodności. W zakresie działań korygujących i zapobiegawczych istotne jest, aby działania te były zrealizowane w jak najkrótszym czasie od momentu stwierdzenia niezgodności oraz były przy tym skuteczne. W przypadku, gdy określono zakres czasu na zrealizowanie tych działań, to osoby za to odpowiedzialne powinny wdrożyć te działania w tym czasie.

Ostatecznie wymagania dla kontroli jakości w zakresie potrzeby „szybko” można sformułować za pomocą następujących stwierdzeń:

- dokonuje kontroli jakości w czasie standardowym,
- szybko wykrywa niezgodności,
- szybko przekazuje informacje o powstałej niezgodności,
- szybko (terminowo) podejmuje działania korygujące,
- szybko (terminowo) realizuje działania korygujące,
- szybko (terminowo) realizuje działania zapobiegawcze.

2.4. Wskaźniki dla oceny kontroli jakości

2.4.1. Wskaźniki oceny „dobrej” kontroli jakości

Drzewo wymagań krytycznych dla kontroli jakości CTQI zaprezentowano w postaci tablicowej w celu ułatwienia przełożenia potrzeb i wymagań klientów na miary (wskaźniki) dla oceny procesu kontroli jakości. Wyniki zastosowania drzewa CTQI w zakresie potrzeby „dobra” kontrola jakości przedstawia tabela 1.

Tabela 1. Drzewo CTQI dla potrzeby typu „dobra” kontrola jakości (oprac. własne)

POTRZEBA	DŹWIGNIA 1	DŹWIGNIA 2	MIARA/WSKAŹNIK	JM
„DOBRA” KONTROLA JAKOŚCI	Wykrywa wszystkie wady i niezgodności wyrobu	Stosuje najskuteczniejsze metody kontroli jakości w zakresie wykrywania niezgodności	Rodzaj prowadzonej kontroli	rodzaj
		Wykrywa wszystkie niezgodności (które powinna wykryć) jakie przeszły do stanowiska, gdzie kontrola jest przeprowadzana	Poziom skuteczności metod KJ w wykrywaniu niezgodności w procesie wg rankingu FMEA	1-10
		Wykrywa wszystkie niezgodności, jakie powstały na stanowisku roboczym, gdzie kontrola jest przeprowadzana	Wskaźnik skuteczności KJ w wykrywaniu niezgodności powstałych w poprzednich stanowiskach	%
		Nie dopuszcza do przejścia niezgodności ze stanowiska na stanowisko	Wskaźnik skuteczności KJ w wykrywaniu niezgodności w miejscach powstania	%
		Nie dopuszcza do przedostania się niezgodności do klienta	Wskaźnik skuteczności KJ w wykrywaniu ogółu możliwych do wykrycia niezgodności	%
		Kontroluje wszystkie wyroby opuszczające dane stanowisko kontrolne	Wskaźnik reklamacji	%
			Odsetek skontrolowanych wyrobów w partii produkcyjnej	%
	Ogranicza prawdopodobieństwo pojawienia się niezgodności	Zapobiega ponownemu pojawieniu się niezgodności danego rodzaju ze względu na daną przyczynę, która tą niezgodność spowodowała	Wskaźnik skuteczności KJ w zakresie podejmowanych działań korygujących	%
		Prowadzi do ogólnego zmniejszenia liczby niezgodności danego rodzaju	Wskaźnik spadku liczby niezgodności wewnętrznych	%
		Zapewnia blokowanie możliwości pomyłek, błędów prowadzących do powstania niezgodności	Wskaźnik udział rozwiązań Poka-Yoke w zakresie unikania niezgodności powstających na danym stanowisku	%
Dobrze ocenia zgodność wyrobów z wymaganiami jakościowymi	Dobrze klasyfikuje jakościowo wyroby za pierwszym razem	Wskaźnik udziału wyrobów dobrze skontrolowanych za pierwszym razem	%	
	Dobrze klasyfikuje jakościowo cechy wyrobu za pierwszym razem	Wskaźnik udziału decyzji dobrze podjętych za pierwszym razem	%	

Sposób obliczania poszczególnych wskaźników dla oceny kontroli jakości ze względu na kryterium „dobrze” przedstawiono w tabeli 2.

Tabela 2. Sposób kalkulacji wskaźników dla oceny kontroli jakości w zakresie kryterium „dobrze” (oprac. własne)

Element wzoru/wzór	Składowa wskaźnika/nazwa wskaźnika
A	Liczba niezgodności powstałych i wykrytych na danym stanowisku
B	Liczba niezgodności powstałych na danym stanowisku a wykrytych na późniejszych stanowiskach
C	Liczba niezgodności powstałych we wcześniejszych stanowiskach a wykrytych na danym stanowisku
D	Liczba niezgodności powstałych we wcześniejszych stanowiskach a wykrytych na późniejszych stanowiskach
E = (A+B+C+D)	Liczba niezgodności znajdująca się na danym stanowisku w określonym czasie
F = (A+B)	Liczba niezgodności powstałych na danym stanowisku (wykrytych i niewykrytych)
G = (C+D)	Liczba niezgodności powstałych we wcześniejszych stanowiskach (wykrytych i niewykrytych)
H = (B+D)	Liczba niezgodności niewykrytych na danym stanowisku
I	Liczba wyrobów reklamowanych przez klienta ze względu na niewłaściwe cechy jakościowe w okresie rozliczeniowym
J	Łączna liczba wyrobów wysłanych do klienta w okresie rozliczeniowym
K	Liczba skontrolowanych wyrobów w partii produkcyjnej
L	Liczba wszystkich wyrobów w partii produkcyjnej
M	Liczba powtórzonych niezgodności ze względu na daną przyczynę w okresie rozliczeniowym
N	Liczba wszystkich niezgodności w okresie rozliczeniowym
O	Liczba rozwiązań typu Poka-Yoke (urządzeń, narzędzi, itp.) (≥ 1) w zakresie unikania niezgodności na danym stanowisku (1 rozwiązanie = 1 niezgodność)
P	Liczba możliwych do wykrycia niezgodności na danym stanowisku
R	Liczba wszystkich niezgodności w okresie bieżącym <i>i</i>
S	Liczba wszystkich niezgodności w okresie poprzednim <i>i-1</i>
T	Liczba wyrobów dobrze skontrolowanych za pierwszym razem
U	Liczba wszystkich skontrolowanych wyrobów
W	Liczba decyzji dobrze podjętych za pierwszym razem odnośnie klasyfikacji jakościowej cech wyrobu
X	Liczba wszystkich wymaganych decyzji do podjęcia
OQIE = (A+C)/(A+B+C+D)	Wskaźnik skuteczności wykrywania ogółu możliwych do wykrycia niezgodności
QIE = C/(C+D)	Wskaźnik skuteczności wykrywania niezgodności powstałych na poprzednich stanowiskach
ZQIE = A/(A+B)	Wskaźnik skuteczności wykrywania niezgodności w miejscu ich powstania
QRI = I/J	Wskaźnik reklamacji jakościowych
CAE = M/N	Wskaźnik skuteczności KJ w zakresie podejmowanych działań korygujących
PYS = O/P	Wskaźnik udział rozwiązań Poka-Yoke w zakresie wykrywania niezgodności powstałych na danym stanowisku
DNN = [1-(S-R)/S]	Wskaźnik spadku ogólnej liczby niezgodności
FTQI = T/U	Wskaźnik udziału wyrobów dobrze skontrolowanych za pierwszym razem
FTQI = W/X	Wskaźnik udziału decyzji dobrze podjętych za pierwszym razem

2.4.2. Wskaźniki oceny „szybkiej” kontroli jakości

Wyniki zastosowania drzewa CTQI do identyfikacji miar w zakresie potrzeby „szybka” kontrola jakości przedstawia tabela 3.

Tabela 3. Drzewo CTQI dla potrzeby „szybka” kontrola jakości (oprac. własne)

POTRZEBA	DŹWIGNIA	MIARA/WSKAŹNIK	JM
„SZYBKA” KONTROLA JAKOŚCI	Szybko wykrywa niezgodności	Obecność narzędzi Poka-Yoke na stanowisku, które wykrywają niezgodności	T/N
		Wskaźnik skuteczności KJ w wykrywaniu niezgodności w miejscu ich powstania	%
	Szybko wykrywa błędy, pomyłki, które prowadzą do powstania niezgodności	Obecność narzędzi Poka-Yoke na stanowisku, które wykrywają błędy, pomyłki ludzkie	T/N
	Szybko informuje o powstaniu niezgodności	Obecność narzędzi kontroli wizualnej na stanowisku, które poinformują o powstaniu niezgodności	T/N
	Szybko podejmuje działania korygujące w odniesieniu do niezgodności	Wskaźnik udziału otwartych na czas raportów działań korygujących (np. G8D)	%
	Realizuje terminowo podjęte działania korygujące i zapobiegawcze w odniesieniu do niezgodności	Wskaźnik udziału zamkniętych na czas raportów działań korygujących/zapobiegawczych	%
	Ocenia wyrób w czasie standardowym (jeśli taki zdefiniowano)	Wskaźnik wykorzystania standardowego czasu kontroli	%

Sposób obliczania poszczególnych wskaźników dla oceny kontroli jakości ze względu na kryterium „szybko” przedstawia tabela 4.

Tabela 4. Sposób kalkulacji wskaźników dla oceny kontroli jakości w zakresie kryterium „szybko” (oprac. własne)

Element wzoru/wzór	Składowa wskaźnika/wskaźnik
A	Liczba otwartych na czas raportów działań korygujących
B	Liczba zamkniętych na czas raportów działań korygujących
C	Liczba zamkniętych na czas raportów działań zapobiegawczych
D	Liczba wszystkich raportów działań korygujących
E	Liczba wszystkich raportów działań zapobiegawczych
F	Standardowy czas kontroli
G	Rzeczywisty czas kontroli
TOCA = A/D	Wskaźnik udziału otwartych na czas raportów działań korygujących
TCCA = B/D	Wskaźnik udziału zamkniętych na czas raportów działań korygujących
TCPA = C/E	Wskaźnik udziału zamkniętych na czas raportów działań zapobiegawczych
UQIST = F/G	Wskaźnik wykorzystania standardowego czasu kontroli

2.5. Potwierdzenie wymagań u klienta

Po skonstruowaniu drzewa CTQI ostatnim etapem badań jest potwierdzenie rodzaju zaproponowanych miar i wskaźników dla oceny procesu kontroli jakości u klientów (wewnętrznych i zewnętrznych). Oprócz klientów kontroli jakości w tej kwestii powinni wypowiedzieć się właściciele procesów kontroli jakości (kierownik działu kontroli jakości) w przedsiębiorstwie produkcyjnym. W tym momencie drzewo CTQI jest rezultatem burzy mózgów. Wszelkie założenia, możliwość i sposób wyliczania poszczególnych wskaźników należy potwierdzić, ewentualnie zmodyfikować celem dostosowania do specyfiki obszaru działalności i charakterystycznego systemu kontroli jakości w firmie. Klienci mogą zupełnie inaczej postrzegać priorytet poszczególnych potrzeb. Jest wiele sposobów na sprawdzenie preferencji klientów w tym zakresie. Formę, którą zastosowano w tym przypadku, było wcielenie się w rolę klientów procesu kontroli jakości.

3. PODSUMOWANIE I WNIOSKI

Kontrola jakości tak jak każdy inny proces powinna być doskonała. Żeby udoskonalić proces kontroli jakości, należy w pierwszej kolejności określić na jakim poziomie doskonałości jest on obecnie. W tym celu można zastosować miary i wskaźniki. Stworzony system miar i wskaźników powinien mierzyć to, co jest istotne z punktu widzenia klientów danego procesum, stąd potrzeba zastosowania narzędzia, które pozwoli stworzyć system miar w odpowiedzi na potrzeby i wymagania klientów. Ważne, aby kontrola jakości była ukierunkowana na spełnienie pod-

stawowych potrzeb klientów oraz żeby była odpowiedzią na nie. W tym celu w pracy wykorzystano narzędzie o nazwie drzewo CTQ, zapożyczone z koncepcji Six Sigma. Za pomocą zmodyfikowanego drzewa CTQI zwrócono uwagę na podstawowe potrzeby klientów kontroli jakości typu dobrze, szybko i tanio, następnie w odniesieniu do dwóch z nich (tj. dobrze i szybko) stworzono zestaw wymagań oraz w odpowiedzi na nie – miary i wskaźniki, które pozwolą ocenić stopień spełnienia tych wymagań.

Drzewo CTQ, zapożyczone z koncepcji Six Sigma, okazało się być bardzo przydatnym narzędziem poszukiwań wymagań dla kontroli jakości. Niewątpliwą zaletą zastosowania tego narzędzia jest fakt bezpośredniego powiązania potrzeb klientów kontroli jakości z miarami, co gwarantuje, że wskazane miary dla procesu kontroli jakości nie będą „oderwane“ od oczekiwań ich klientów.

Reasumując, doskonalenie procesu kontroli jakości z wykorzystaniem koncepcji CTQ wymaga:

- identyfikacji klientów kontroli jakości,
- poznania potrzeb i oczekiwań klientów,
- przekodowania często ogólnych potrzeb i oczekiwań na bardziej wyspecyfikowane (konkretne) wymagania,
- opracowania systemu miar i wskaźników, które pozwolą w łatwy i szybki sposób oceniać stopień spełnienia tych potrzeb i wymagań klientów,
- potwierdzenia założeń oraz wyników analizy u źródła (klientów).

Opracowanie zestawu wskaźników dla oceny procesu kontroli jakości jest dopiero pierwszym etapem w jego doskonaleniu. Ten etap wymaga dalszego uszczegółowienia. Planowane jest ustalenie dla każdego ze wskaźników określonej wagi, następnie tzw. targetu (tj. wartości wymaganej), terminu realizacji (tj. terminu rozliczeniowego), wskazanie osób odpowiedzialnych za gromadzenie danych oraz osoby odpowiedzialnej za ich weryfikację i ocenę. To pozwoli jeszcze lepiej wykorzystać potencjał tkwiący we wskaźnikach.

LITERATURA

- [1] Bienkowska A., Kral Z., Kontroling jakości jako nowoczesna metoda wspomaganie i koordynacji wspomaganie jakością. „Problemy jakości” 1998, nr 10, s. 10.
- [2] Borkowski S., Ulewicz R., Zarządzanie produkcją. Systemy produkcyjne. Oficyna Wydawnicza Humanitas. Sosnowiec 2008.
- [3] Borkowski S., Knop K., Measurement and Analysis of Errors in Alternative Control with the Use of the Signal Detection Method. Chapter 5, [w:] Toyotarity. Control in Organizations. Red. S. Borkowski, A. Czajkowska. Yurii V. Makovetsky. Dnipropetrovsk 2011, s. 73-88.
- [4] Borkowski S., Knop K., Mielczarek K., The Use of Six Sigma indicators for Measurement the Process Quality of Products' Conformity Assessment in the Alternative

- Control. Chapter 8, [w:] Quality Control as Process Improvement Factor, (red.) S. Borkowski, M. Konstanciak. Ofic. Wydaw. Stowarzyszenia Menedżerów Jakości i Produkcji (SMJiP). Częstochowa, s. 116-131.
- [5] Drozd K., Dekoder oczekiwań klienta na parametry produktu czy usługi czyli narzędzie CTQ (Critical-To-Quality), <http://www.4pm.pl/artykuly/dekoder-oczekiwanklienta-na-parametry-produktu-czy-uslugi-czyli-narzedzie-ctq-critical-to-quality> (2008-08-07).
- [6] Durlik I., Inżynieria zarządzania cz. I. Strategie i projektowanie systemów produkcyjnych. Agencja Wydawnicza Placet, Warszawa 2007.
- [7] Eckes G., Rewolucja Six Sigma. MT Biznes, Warszawa 2009, s. 86-90.
- [8] Hamrol A., Mantura W., Zarządzanie jakością. Teoria i praktyka. Wydawnictwo Naukowe PWN. Warszawa 2002, s. 268.
- [9] Herod M., Kontrola wagi w linii (Checkweigher) a kontrola wagi netto. „Ważenie, Dozowanie, Pakowanie” 2007 (3). Wydawnictwo DRUK-ART S.C. Racibórz.
- [10] Iwasiewicz A., Zarządzanie jakością. Podstawowe problemy i metody, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 1999.
- [11] Kosieradzka A., Krupa A., Wdrażanie standaryzacji pracy w przedsiębiorstwach produkcyjnych. „Zarządzanie przedsiębiorstwem” 2009, nr 1, s. 39-40.
- [12] Kuc B.R., Kontrola jako funkcja zarządzania. Difin, Warszawa 2006, s. 330-340.
- [13] Lisiecka K., Kreowanie Jakości. Wydawnictwo Uczelniane Akademii Ekonomicznej w Katowicach. Katowice 2002, s. 106.
- [14] Łuczak J., Metody i techniki zarządzania jakością: kompendium wiedzy. „Quality Progress”, Poznań 2007, s. 103-104.
- [15] Moszczyński W., Zrozumieć potrzebę kompleksowego zarządzania jakością, <http://manager.nf.pl/zrozumiec-potrzebe-kompleksowego-zarzadzania-jakoscia>, 1066 3,6 (2009.03.10).
- [16] Moszczyński W., Mity i fakty na temat metod kompleksowego zarządzania jakością, <http://manager.nf.pl/mity-i-fakty-na-temat-metod-kompleksowego-zarzadzania-jakoscia>, 10739,6 (2009.04.06).
- [17] PN-EN ISO 9000:2006. System zarządzania jakością. Podstawy i terminologia.
- [18] Podadowski M., Organizacja służb kontroli jakości. Materiały szkoleniowe, 15-16.09.2011. TQMSoft. Kraków 2011.
- [19] Reinfuss R., MBO – prosta i skuteczna technika zarządzania Twoją firmą. Helion. Gliwice 2011.
- [20] Stokłosa P., Poczuj PISMOEA nosem, czyli elementy systemu pomiarowego, <http://www.pronost.pl/artykuly/46-spc-msa-metrologia/189-poczuj-pismoea-nosem-czyli-elementy-systemu-pomiarowego>
- [21] Sójka A., Tanio, dobrze i szybko – wybierz dwa, <http://artursojka.pl/tanio-dobrze-i-szybko-wybierz-dwa/>
- [22] Trojanowska J., Koliński A., Strategia efektywnego zarządzania przedsiębiorstwem poprzez adaptacyjne sterowanie produkcją, Zeszyty Naukowe Politechniki Poznańskiej, Seria: Budowa Maszyn i Zarządzanie Produkcją, Nr 2(16), 2011, s. 225-235.
- [23] Żabicki D., Systemy wizyjne w kontroli jakości. „Inżynieria i Utrzymanie Ruchu Zakładów Przemysłowych”, <http://www.utrzymanieruchu.pl/menu-gorne/artykul/article/systemy-wizyjne-w-kontroli-jakosci/>

USING THE CTQ TREE TO IDENTIFY REQUIREMENTS OF QUALITY INSPECTION CUSTOMERS

Summary

The aim of this article is to use the Critical To Quality (CTQ) tree, one of the basic tool of Six Sigma concepts, as a decoder that will translate the customers' quality inspection language, their needs and requirements for measurable requirements. The aim of the research was to develop a set of metrics that will be easy to measure and evaluate by managers and which will be the basis to take improving action of quality inspection processes. The paper described the idea of the CTQ tree as a tool for decoding customer language specification for the product, service or process. The procedure of the CTQ elaboration tree was used to create the critical to quality inspection tree, marked as CTQI. Customers of quality inspection process were specified. Their main needs were recalled in relation to quality inspection process ("good", "fast", "cheap") and two of these needs ("good" and "fast") were referenced to the basic inspection tasks related to the management of nonconforming products and nonconformities. It was used the "levers" as tool of CTQ tree to find elements of identified requirements, which was used in the next step to identify the measures and indicators for the quality inspection assessment. The set of indicators were elaborated which allow to determine by quality inspection managers the current level of fulfillment customers' needs and requirements, and based on this analysis take the decisions about the improvement of quality inspection process.

Keywords: Six Sigma, CTQ, quality inspection, identification of customer requirements