

- decentralizacji kartotek (potrzeba scalenia kilku kartotek w jedną),
- dublowania informacji w źródłowych dokumentach.
- określenia dodatkowych potrzeb informacyjnych wynikłych z wymogów systemów skomputeryzowanych,
- przydatności istniejącej struktury i systemu informacyjnego dla systemu komputerowego. Wyniki analizy można przedstawiać w postaci graficznej na odpowiednich formularzach - standardach, których przykłady przedstawiane są na rysunkach.

Wyciągnięte na podstawie takich analiz wnioski są podstawą do podjęcia decyzji o kontynuowaniu dalszych etapów projektowania lub o zarzuceniu prac po etapie Przegląd.

3.3.2. Projektowanie wstępne (studia)

Zadaniem tej fazy jest szczegółowe zdefiniowanie problemu, ustalenie wymagań i ograniczeń dotyczących rozwiązań, wymyślenie możliwych systemów, które rozwiązują rozpoznane problemy oraz szkiecowe przedstawienie jednego lub więcej wariantowych rozwiązań, a następnie oszacowanie korzyści, wad oraz kosztów związanych z każdym wariantowym rozwiązaniem.

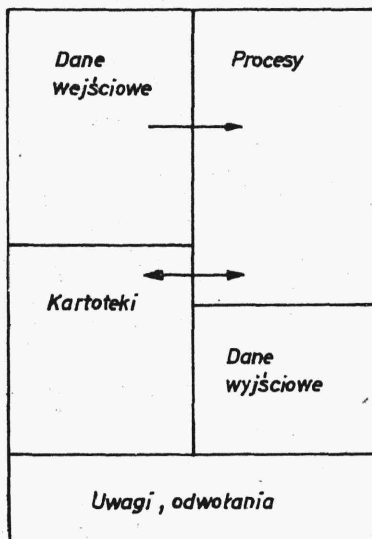
Projektowanie wstępne - to druga faza projektowania SI. W fazie tej wyróżnić można następujące etapy:

- określenie problemu,
- generacja wariantowych rozwiązań spełniających warunki i ograniczenia,
- wybór rozwiązania (rozwiązań) aplikacyjnego,
- opracowanie założeń techniczno-ekonomicznych projektowanego systemu.

3.3.2.1. Określenie problemu

Określenie problemu zazwyczaj dokonuje się dla dwóch stopni szczegółowości. Najpierw dokonuje się ogólnego sformułowa-

nia problemu projektowego bez wdawania się w szczegóły. Takie ogólne sformułowanie może być dokonane za pomocą "czarnych skrzynek", dla których określamy wejścia i wyjścia oraz cele



działania. Innym sposobem jest sporządzenie szkiców poszczególnych fragmentów systemu w postaci formularzy, jak na rysunku 3.7.

Po dokonaniu takiego wstępnego określenia zadania projektowego (celu działania SI) następuje analiza i szczegółowe sformułowanie problemu. Ten etap pracy jest bardzo istotny dla całego procesu. Omówiony on zostanie dokładnie.

W oparciu o dotychczasowe informacje i dokumenty (zebrane w poprzednim stadium) wykonuje się następujące kroki:

Rys.3.7. Formularz szkicu systemu

a) sporządza się aktualny schemat organizacyjny instytucji, dla której projektuje się system, z za-

znaczeniem podporządkowania służbowego poszczególnych komórek organizacyjnych,

b) opracowuje się komentarz do schematu organizacyjnego zawierający krótkie jego omówienie, zwracając szczególną uwagę na funkcje realizowane przez konkretne komórki organizacyjne,

c) opracowuje się opis podstawowych czynności i zdarzeń odbywających się w komórkach wraz z przepływem informacji,

d) opracowuje się analizę dokumentów krążących w sieciach informacyjnych. Podział ich na źródłowe, robocze, wynikowe, ewidencyjne i kartoteki,

e) wyszczególnia się częstotliwości sporządzania, ilość kopii, przeznaczenie, sposób wykorzystania, liczbę zapisów w dokumentach itp.,

f) opracowuje się analizę strumieni informacyjnych:

- opisy pól dokumentu (liczba znaków),
- określenie liczby kopii,

- ocenę najczęściej występujących błędów w wypełnianiu,

g) dokonuje się oszacowania natężeń strumieni informacyjnych w głównych ogniwach systemu. (natężenie strumienia informacyjnego mierzy się liczbą przepływających na dokumentach znaków w jednostkowym czasie),

h) dokonuje się oszacowania czasu koniecznego do ręcznego przetwarzania danych z dokumentów.

Projektując system automatycznego przetwarzania informacji, trzeba mieć na uwadze istotne ograniczenia wynikające np. z przepisów w zakresie planowania, sprawozdawczości i funkcjonowania organizmów przemysłowych i handlowych. Przepisy te w sposób bezpośredni wpływają na postać dokumentów, częstotliwość ich sporządzania itp. Projektując, nie można też abstrahować od istniejącej bazy informatycznej, zarówno w zakresie sprzętu, oprogramowania, jak i liczebności i kwalifikacji ludzi.

Prawidłowo sformułowany problem projektowy w dziedzinie SI musi zawierać założenia projektowe, do których należą:

- podział przedmiotowy zakresu objętego systemem informatycznym;
- współdziałanie sfery skomputeryzowanej i urzędniczej w systemie informacyjnym przedsiębiorstwa;
- podstawowe funkcje i zadania całego systemu informatycznego oraz poszczególnych jego składników;
- wspólna baza danych będąca czynnikiem integrującym cały system;
- szacunkowy czas trwania prac studialnych, projektowych i wdrażania;
- szacunkowy koszt projektu i przybliżone efekty z uruchomienia systemu informatycznego;
- potrzeby kadrowe.

Wyszczególnione tutaj założenia projektowe należy sprawdzić czy są one kompletne i czy obejmują przewidziany zakres automatyzacji i mechanizacji przetwarzania danych. Dla każdej wyodrębnionej części systemu trzeba sformułować przedmiot, funkcję, wymagania i ograniczenia oraz, o ile jest to możliwe, kryterium oceny. Taki podział i wyszczególnienie powodują, że każda z funkcjonalnych części systemu jest pra-

widniowo określona. Ułatwia to przydział poszczególnym podmiotom projektującym, czyli projektantom w pełni sformułowanych zadań oraz jest pomocne przy ustalaniu kolejności prac, hierarchii ich ważności i rozłożenie ich w czasie.

3.3.2.2. Generacja rozwiązań wariantowych

Następny etap projektowania polega na wymyślaniu i przedstawianiu możliwych do przyjęcia rozwiązań systemu informatycznego. Działalność ta jest działalnością par excellence twórczą i trudno jest tutaj podawać jakieś określone reguły i metody postępowania. Każdy doświadczony projektant systemu dysponuje swoim własnym zestawem reguł, będących wypadkową jego studiów i wieloletniego doświadczenia. Każde proponowane rozwiązanie musi mieć odpowiednią formę. Najczęściej są to odpowiednie schematy i sieci działań, które są informatycznymi odpowiednikami dokumentacji w postaci rysunków technicznych przy projektowaniu w innych dziedzinach techniki.

Prezentowane niżej rysunki 3.8, 3.9, 3.10, 3.11, 3.12 przedstawiają sposoby dokumentowania koncepcji systemów informatycznych lub ich fragmentów.

Stosowane są tutaj takie formy, jak:

- diagramy zależności;
- schematy przepływowe (blokowe);
- tablice decyzyjne.

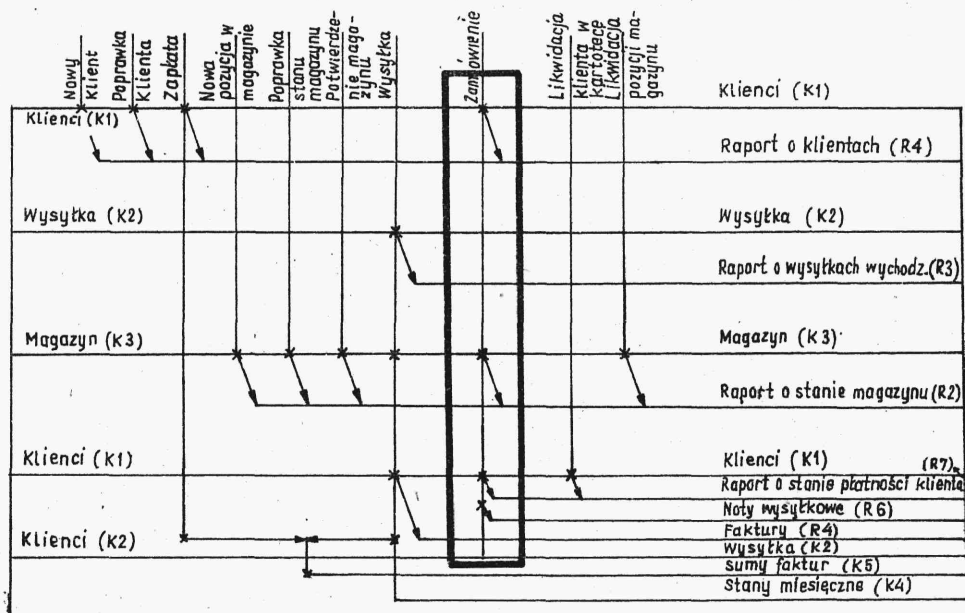
Pokazany na rys.3.8 logiczny diagram zależności, dla wybranego fragmentu systemu, przedstawia przepływ informacji dla niektórych wejść systemu. Ponieważ takie diagramy są w Polsce rzadko używane (brak tego typu sposobu w opracowaniach ORRI [28], [29].), niżej podano krótkie objaśnienie.

Linie pionowe są używane do przedstawienia ścieżki tworzonej przez każdy oddzielny typ wejścia. Kolejność operacji jest z góry na dół. Linie poziome przedstawiają wykorzystywane w przetwarzaniu kartoteki lub nazwy wydruków wyjściowych (raporty). Krzyżyk (*) jest wstawiany wszędzie tam, gdzie pionowe i poziome linie oddziałują na siebie, co oznacza, że

występuje przetwarzanie danych lub następuje generacja raportu lub wejście do kartoteki. A oto krótki opis zakreślonej czarną obwódką procedury przetwarzania informacji, spowodowanej pojawieniem się na wejściu nowego zamówienia.

Zamówienie klienta (jego numer ewidencyjny) jest sprawdzane w kartotece KLIENCI (K1), (*). Jeżeli numer klienta nie został znaleziony, to drukowany jest komunikat o zaistniałym błędzie, na odpowiednim formularzu, zwanym KONTROLA KLIENTÓW (R1). Gdy klient znajduje się w kartotece KLIENCI, to przetwarzanie postępuje do sprawdzania kartoteki MAGAZYN (*), w której następuje sprawdzanie, czy wymienione w zamówieniu towary znajdują się na składzie. Jeżeli tak, to następuje ich wycena i sumowanie kolejnych pozycji. W przypadku, gdy brakuje jakiejś pozycji z zamówienia w magazynie, to oczywiście nie zostanie ona wyceniona i zsumowana z pozostałymi towarami. Równocześnie nastąpi wydruk w raporcie BRAKI MAGAZYNOWE (R.2).

Otrzymana wartość zamówienia jest następnie (trzecia gwiazdka *) sprawdzana z odpowiednim polem kartoteki KLIENCI (K1), w którym umieszczona jest informacja o wielkości jego kredytu (o stanie konta). Gdy wielkość zamówienia przekracza



Rys.3.8. Logiczny diagram zależności dla poszczególnych rutyn w systemie

stan konta klienta, to drukowany jest odpowiedni komunikat w raporcie SPRAWDZANIE KREDYTU KLIENTA, który wysyła się do klienta, ale jego zamówienie jest dalej realizowane. Dalsze przetwarzanie polega na sporządzeniu dokumentu wysyłkowego (raport NOTY WYSYŁKOWE) oraz umieszczeniu zamówienia w karcie WYSYŁKA, w której znajdują się wszystkie zaakceptowane, ale jeszcze nie wysłane zamówienia.

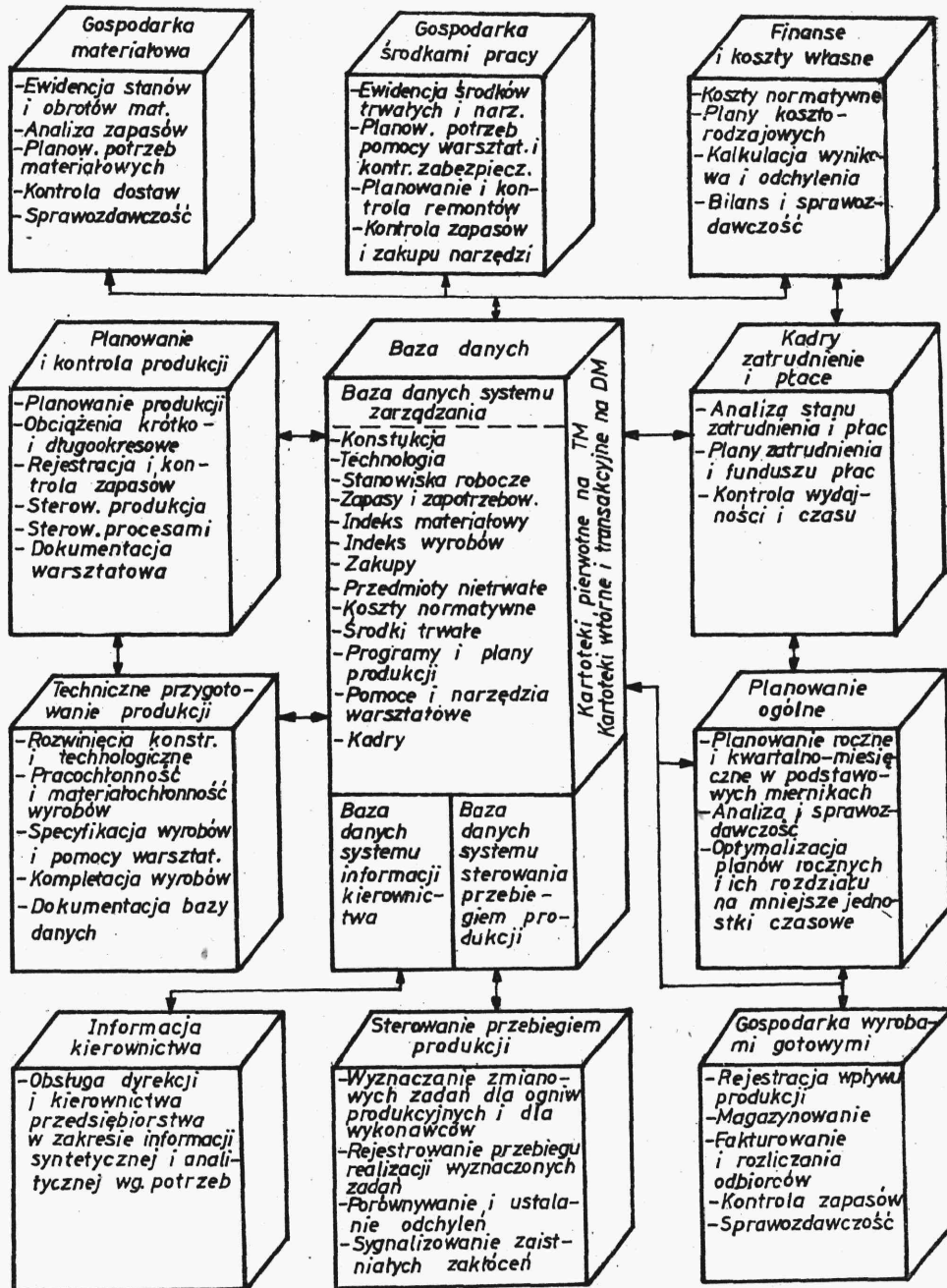
Schematy blokowe - to następna forma dokumentowania powstających koncepcji systemów lub podsystemów informatycznych. Stopień szczegółowości takich schematów może być różny. Z ich pomocą przedstawia się konfigurację i sposoby połączeń podsystemów w systemie (rys.3.9) powiązania dokumentów i zbiorów danych w podsystemach (rys.3.10). Obrazują one również logikę programów komputerowych.

Schematy blokowe są powszechnie znane jako forma dokumentowania powstających koncepcji systemów i nie będą one w tym skrypcie omawiane bardziej szczegółowo.

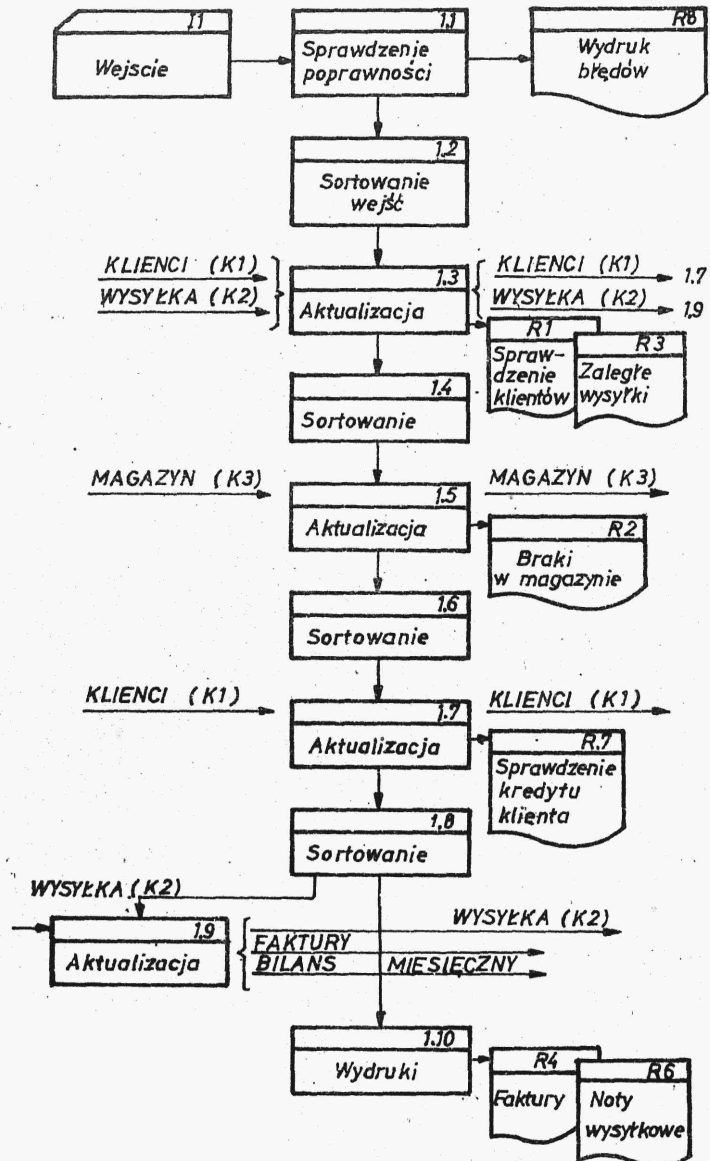
Coraz szerzej - choć nie bez oporów - stosowaną formą dokumentacji systemów informatycznych w różnych fazach projektowania stają się tablice decyzyjne. Tablice takie w zwężonej formie (na standardowych formularzach) są w stanie odzwierciedlić logikę złożonego systemu. Jak wykazują doświadczenia amerykańskich firm software'owych, możliwości takich nie dają konwencjonalne techniki dokumentacyjne (schematy blokowe, formularze, opisy słowne). Pierwsze prace nad tablicami decyzyjnymi były podjęte przez koncern "General Electric" w latach pięćdziesiątych przy opracowywaniu tematu pt. "Projekt Systemu Zintegrowanego", zadaniem którego była analiza systemu produkcyjno-zbytowego, poczynając od wpływu zamówień, a kończąc na wysyłce gotowych wyrobów. Analiza ta służyć miała badaniu możliwości wykorzystania komputerów w tym systemie. Te pierwsze doświadczenia były owocne, ale nie doprowadziły one do szerszej aplikacji tablic decyzyjnych.

Przyczyną takiego stanu rzeczy był brak efektywnych pre-translatorów, czyli programów tłumaczących tablice decyzyjne na języki programowania. Tablice decyzyjne (TD) musiały być każdorazowo tłumaczone na języki dostępne dla komputerów.

STRUKTURA SYSTEMU



Rys.3.9. Struktura systemu



Rys.3.10. Schemat przetwarzania dla typowej transakcji zamawiania towarów

Dopiero opracowanie takich efektywnie działających programów w latach sześćdziesiątych w USA pozwoliło na szerszą popularyzację tablic decyzyjnych przy projektowaniu systemów informatycznych. Zaczęły być one stosowane przy definiowaniu, analizowaniu oraz rozwiązywaniu problemów występujących w trakcie projektowania.

Dzięki istnieniu pretranslatorów TD są wykorzystywane nie tylko do dokumentowania powstających koncepcji systemu informatycznego, czy całego systemu, lecz również służą one jako programy komputerowe wyższego rzędu.

Tablice decyzyjne stanowią pewną standaryzowaną organizację toku myślenia, wyjaśnienia warunków powodujących różne czynności. Przedstawiają one sobą związki przyczynowo-skutkowe, które zapisuje się w postaci zdań warunkowych typu: jeżeli - to, w tablicach o specjalnym formacie. TD charakteryzują się ścisłością konstrukcyjną, przez co przekazywanie logiki podejmowania decyzji innym osobom staje się niezwykle komunikatywne. Poniższy rysunek przedstawia schematycznie postać formularza TD.

Warunki	Reguły decyzyjne					
	Reguła 1	R2	R3	R4	R5	INNE
Jeżeli spełnione są:						
warunek 1	T	N	-	N	T	
warunek 2	-	T	T	N	N	
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
warunek m	N	-	T	-	T	
wykonać:						
działanie 1	X	-	-	X		X
działanie 2	-	X	X	-	X	-

Rys.3.11. Ogólna postać tablicy decyzyjnej

TD podzielona jest na cztery sektory. Wszystkie występujące w danym problemie warunki przedstawia się w lewym górnym sektorze tablicy. Warunki te mogą być spełnione lub nie. Po-

szczególne kombinacje prawdy (warunek spełniony) i fałszu tworzą sektor reguł wyboru i jest on umieszczony w prawej górnej części formularza. Poszczególne ciągi działań odpowiadające konkretnym regułom przedstawione są w prawym dolnym sektorze. W lewym dolnym sektorze znajdują się nazwy lub numery tych działań.

Sektory oddzielone są podwójnymi liniami.

- T - oznacza "tak" i wskazuje konieczność spełnienia odpowiedniego warunku,
- N - oznacza "nie" i wskazuje, że warunek na tej pozycji nie może być spełniony.
- - w sektorze reguł oznacza, że warunek może być prawdziwy lub fałszywy i nie ma to wpływu na podjętą akcję,
- X - oznacza podjęcie danej akcji,
- - w sektorze akcji oznacza pominięcie danej akcji.

Niżej podano przykład jak z opisu słownego dokonanego przez analityka systemów - można przejść do dokumentacji w postaci TD.

Jeżeli zamówiona ilość pewnego asortymentu nie przekracza limitu i konto zamawiającego jest wystarczające na realizację zamówienia, to należy przesłać zamówioną ilość towaru z magazynu do działu spedycji, przygotować potrzebne dokumenty przewozowe i towary te należy zdjąć ze stanu magazynu oraz przygotować przelew. Stan magazynu musi oczywiście przekraczać zamówioną ilość towaru.

Jeżeli zamówiona ilość przekracza limit zamówień, to należy przejść do działań, które są wykonywane, gdy zamówienie jest odrzucane. To samo należy zrobić, jeżeli konto klienta jest niewystarczające, aby opłacić zamawianą partię towaru.

W przypadkach gdy zamawiana ilość nie przekracza limitu, konto klienta jest wystarczające, ale posiadana ilość danego asortymentu w magazynie nie jest wystarczająca, aby to zamówienie zrealizować, to należy odłożyć to zamówienie do karteoteki nie zrealizowanych zamówień.

A oto tablica decyzyjna odpowiadająca opisanej wyżej sytuacji.

Reguły Warunki	Reguła 1	Reguła 2	Reguła 3	Reguła 4
Ilość zam. limit zamów.	T	N	T	T
Konto wystarczające	T	-	N	T
Ilość posiad. ilość zam.	T	-	-	N
Akcje-działania				
Akcja 1	X	-	-	-
Akcja 2	X	-	-	-
Akcja 3	X	-	-	-
Akcja 4	X	-	-	-
Akcja 5	-	X	X	-
Akcja 6	-	-	-	X

Rys.3.12. Tablica decyzyjna dla załatwiania zamówień

Akcja 1 - przesłać zamówioną ilość towaru z magazynu do działu spedycji,

Akcja 2 - przygotować dokumenty przewozowe,

Akcja 3 - zdjąć wysyłane towary ze stanu magazynów,

Akcja 4 - przygotować przelew,

Akcja 5 - odrzucić zamówienie, przejść do odpowiedniej TD,

Akcja 6 - umieścić zamówienie w kartotece nie zrealizowanych zamówień, przejść do odpowiedniej TD.

Tworząc podobne TD dla poszczególnych działalności występujących w systemie, otrzymamy obraz tych działalności wraz z powiązaniami i uwarunkowaniami występującymi między poszczególnymi obiektami systemu w postaci powiązanych ze sobą TD.

Przedstawione formy dokumentowania projektów systemów informatycznych pozostawia się do uznania projektantom, zależnie od zawodowych nawyków, tradycji dokumentowania wypracowanych w danym ośrodku itp.

Jednakże istnieją pewne wytyczne [23] wskazujące na najlepsze formy dokumentowania prac w zależności od warunków projektowych, czyli innymi słowy, od skali złożoności projektowanego systemu informatycznego. Istotne jest, aby dokumen-

tacja była kompletna i zrozumiała dla osób o kwalifikacjach projektanta systemów informatycznych i programisty.

Przedstawiona niżej tablica 3.3 prezentuje metodę wyboru najwłaściwszej formy dokumentacji.

Niezależnie od formy dokumentowania generowane w tej fazie projektowania koncepcje przetwarzania informacji w systemie (podsystemie) muszą zawierać:

- projekt wprowadzania danych wejściowych;
- projekt wyprowadzania informacji wynikowych;
- ogólną organizację procesu przetwarzania;

Tablica 3.3

Charakterystyka Problemu	Skala wartości		
	0	3	6
Całkowita liczba wzajemnie niezależnych operacji przetwarzaniowych w programie	$n < 6$	$6 < n < 12$	$n > 12$
Liczba głównych równoległych ścieżek przetwarzania	$n < 3$	$3 < n < 5$	$n > 5$
Liczba strumieni danych lub kartotek użytych jako wejścia lub wyjścia	0	$1 < n < 3$	$n > 3$
Liczba poziomów, na których dane są wykorzystywane w systemie zarządzania	$n < 3$	$3 < n < 5$	$n > 5$
Liczba wyjątkowych przypadków, które należy rozpatrzyć	$n < 3$	$3 < n < 7$	$n > 7$
Procentowa zawartość działań arytmetycznych	$f > 6\%$	$2\% < f < 6\%$	$f < 2\%$
Proporcjonalna (szacunkowa) wielkość czasu przebiegów w pętlach	$f > 60\%$	$25\% < f < 60\%$	$f < 25\%$
Liczba zmiennych określająca sekwencję programu sterującego	$3 < n$	$3 < n < 5$	$n > 5$
Prawdopodobna potrzeba zmian algorytmów w ciągu jednego roku związana ze zmianą wymagań wejścia lub wyjścia	Nieprawdopodobna	Prawdopodobna	Bardzo prawdopodobna

Wzory matematyczne	0 - 16 pkt,
Schematy blokowe	20 - 36 pkt,
Tablice decyzyjne	40 - 48 pkt.

Wybór metody przedstawiania problemu:

- powiązania zbiorów podsystemu z innymi systemami (podsystemami);

- specyfikacji środków technicznych (sprzęt - hardware)

niezbędnych dla działania systemu informatycznego;

- specyfikacji środków programowych (software);

- oszacowania kosztów projektowanego systemu;

- oszacowania kosztów eksploatacji.

Projekt wprowadzania danych wejściowych będzie zawierał:

- wzory dokumentów źródłowych (wzór taki przedstawiony jest na rys.3.13),

- opisy dokumentów, a w tym: rolę dokumentu w systemie (podsystemie), zawartość informacyjną poszczególnych pól dokumentu, częstotliwość powstawania, aktualizacji, przesyłania i kasacji dokumentów oraz natężenie strumieni informacyjnych.

KARTA SAMOCHODU

Nr. filii	Nr. rejestracyjny	Data wypożyczenia skierowania do innej filii	Stan licznika km przy wyjeździe	Data zwrotu skierowania do kasacji naprawy	Godz. zwrotu	Koszt naprawy		Imię nazwisko wypożyczającego
						Materiał	Robocizna	
1	2	3	4	5	6	7	8	9
XX	XXXXXXXX	XX.XX.XX	XXXXXX	XX.XX.XX	XX:XX	XX.XX	XX.XX	*(nie perforować)

☐ XXX perforować przy wypożyczaniu
☐ XXX perforować przy zwrocie

Rys.3.13. Postać dokumentu źródłowego

Projekt wprowadzania musi precyzować rodzaj urządzeń do wprowadzania danych do systemu.

Projekt wyprowadzania informacji wynikowych będzie określał sposób wyprowadzania wyników przetwarzania oraz ich formę.

Obecnie najczęściej stosowanymi urządzeniami do wyprowadzania wyników są:

- drukarka wierszowa;
- taśma papierowa;
- monitor ekranowy;
- urządzenia piszące.

Forma wyprowadzanych wyników zależy w dużym stopniu od typu urządzenia wyjściowego i tak np. byłoby niecelowe, choć możliwe, wyświetlanie na monitorach ekranowych wyników w postaci tabelarycznej. Do tego celu służą przede wszystkim drukarki wierszowe, choć przy ich pomocy można otrzymywać wyniki również w postaci wykresów. Takie urządzenia jak pisaki X-y (Grapfplotter, Digigrapf) służą wyłącznie do wyprowadzania wyników przetwarzania w postaci rysunków i wykresów.

Jeżeli chodzi o projekt tabulogramów (raportów), to winien on zawierać wzór tabulogramu oraz jego opis, w którym powinny znaleźć się: określenie ogólnej zawartości informacyjnej tabulogramu, zastosowanie tabulogramu, częstotliwość pojawiania się itp.

Dobór systemu cyfrowego ma bezpośredni wpływ na parametry użytkowe i funkcjonowanie systemu informatycznego. Często się jednak zdarza, że projektant nie ma pod tym względem wolnej ręki, ponieważ zestaw komputerowy, a przynajmniej jego część centralna jest narzucona. Dobór środków technicznych powinien być dokonany w oparciu o następujące czynniki:

- analizę i ocenę cech charakterystycznych poszczególnych urządzeń,
- analizę aspektów niezawodnościowych,
- analizę metod ochrony danych,
- stopień zaspokojenia wymagań i ograniczeń,
- parametry kosztowe poszczególnych konfiguracji,
- wyposażenie programowe maszyny,
- dostępność usług serwisowych itd.

Analizę porównawczą zarówno całych zestawów komputerowych czy minikomputerowych, jak również poszczególnych ich elemen-

tów, dokonuje się wg różnych metod, których opis można znaleźć w dostępnej literaturze [27], [11], [9].

W omawianej fazie projektu, tzn. przy projektowaniu wstępnym, należy dokonać analizy przydatności i dostępności oraz kosztów "inwestycyjnych" i eksploatacyjnych związanych z wykorzystaniem i adaptacją do wymagań użytkownika pakietów programowych typu BOMP, NIMS, DMS, IMS, MARK IV itp. Należy również określić jaki procent całego oprogramowania systemu informatycznego stanowić będą programy specjalizowane, pisane tylko dla tego szczególnego projektu. Wszystko to pozwoli podjąć decyzję, czy oprogramowanie systemu tworzone będzie od początku do końca dla tego szczególnego systemu informacyjnego, czy też wykorzystywane będą firmowe pakiety programowe.

Na wybór środków technicznych (hardware'u) oraz oprogramowania (software'u) dla generowanych wariantów rozwiązań mają wpływ również następujące czynniki:

- pomoc wytwórcy systemu cyfrowego w zainstalowaniu, naprawach i konserwacji sprzętu;
- pomoc przy wprowadzaniu do zakupionej instalacji i oprogramowania zmian, poprawek, i uzupełnień;
- wielkość dostępnej biblioteki programów użytkowych;
- zakres i formy szkolenia konserwatorów sprzętu, operatorów systemu i programistów u wytwórcy;
- opinie innych użytkowników (zrzeszonych w tzw. klubach użytkowników);
- ankiety i wypowiedzi o danym sprzęcie i oprogramowaniu drukowane w fachowych periodykach.

3.3.2.3. Porównanie wariantów i wybór rozwiązania aplikacyjnego

Efektem wykonania wszystkich wymienionych wyżej czynności jest zbiór dopuszczalnych projektów systemu informatycznego. Projekty te mogą różnić się znacznie między sobą we wszystkich aspektach, z wyjątkiem oczywiście narzuconych ograniczeń (np. na wykorzystywane formy we/wy, sprzęt, oprogramowanie bazowe itd.). Spośród tych propozycji należy wybrać roz-

wiązanie, które najpełniej spełnia założenia projektowe. Często się zdarza, że wynikiem fazy "studia" jest jedna koncepcja, gdyż ani możliwości kadrowe, ani finansowe lub czasowe nie pozwalają na pracę wielu zespołów projektantów lub jednego zespołu przez zbyt długi okres czasu.

Dlatego też następny krok projektowy, np. wybór rozwiązania aplikacyjnego, ma w obu ww. przypadkach inny przebieg.

Gdy rozwiązań jest wiele, ma on charakter rzeczywistego wyboru, natomiast gdy efektem jest jedno rozwiązanie, to w tym kroku następuje poprawianie poszczególnych ogniw projektu.

Proces wyboru rozwiązania aplikacyjnego można podzielić na następujące podetapy:

- wyspecyfikowanie przewidywanych cech poszczególnych projektów ze względu na podane uprzednio kryteria,
- porównanie rozwiązań na podstawie ich przewidywanych cech,
- wybór ostatecznego rozwiązania.

Ostatecznie wybrany wariant rozwiązania systemu informacyjnego wraz z odpowiednim systemem cyfrowym stanowi podstawę do opracowania założeń techniczno-ekonomicznych systemu informatycznego.

3.3.2.4. Założenia techniczno-ekonomiczne systemu

Celem opracowywania założeń techniczno-ekonomicznych wybranego wariantu rozwiązania jest dostarczenie informacji o przedsięwzięciu ludziom, którzy na ich podstawie podejmą decyzję czy prace będą kontynuowane, czy też w wyniku niekorzystnych wskaźników należy zaniechać wykonywania dalszych etapów.

W przypadku, gdy koncepcja systemu wykorzystuje sprawdzone u innego użytkownika rozwiązania organizacyjne, sprzętowe i programowe, a zespół projektujący dysponuje ich dokumentacją, to wtedy założenia techniczno-ekonomiczne można przedstawić w formie zwięzłego opisu systemu, specyfikacji hardware'u i software'u, harmonogramu i kosztorysu dalszych prac projektowych.

Jeżeli rozwiązanie jest koncepcją oryginalną i w dużej mierze bazuje na własnym, specyficznym oprogramowaniu, to dokumentacja założeń techniczno-ekonomicznych winna obejmować następujące elementy:

- opis zadania projektowego,
- opis i model ikonograficzny działania dotychczasowego, nieskomputeryzowanego systemu,
- założenia projektowe wyodrębnionych jednostek funkcjonalnych systemu,
- wyszczególnienie występujących w systemie dokumentów źródłowych i wynikowych, zbiorów oraz schematów obiegu informacji, jak również schematy przetwarzania,
- harmonogram dalszych prac projektowych,
- przewidywany koszt dalszego przedsięwzięcia,
- specyfikacja konfiguracji sprzętowej, z uwzględnieniem obciążeń poszczególnych urządzeń i jednostek.

Z wymienionych tutaj elementów niektóre były już poprzednio przedstawione, natomiast pozostałe zostaną omówione poniżej.

Harmonogram prac projektowych i wdrożeniowych

Harmonogramy takie trzeba wykonywać tak szczegółowo, jak to jest tylko możliwe. Nie zawsze jest to łatwe. Można się spotkać czasami z argumentacją, że opracowanie harmonogramu omawianych tu typów przedsięwzięć wymaga określenia czasu trwania działań, których dotychczas nie wykonywano. Mimo takich obiekcji w odpowiednich harmonogramach należy uwzględniać ważne dla przedsięwzięcia zdarzenia i ustalenia z podaniem terminów - rozpoczęcia i zakończenia, pracochłonność, form zakończenia - w rozbiciu na zadania dla użytkownika i wykonawcy. Harmonogramy muszą uwzględniać kolejność opracowywania i wdrażania w życie elementów (modułów, podsystemów itp.) systemu informatycznego. Winny one być bezwzględnie aktualizowane w trakcie realizacji. W pracach projektowych i wdrożeniowych nad systemami informatycznymi występuje nieprzyjemna prawidłowość. Mianowicie, jeżeli projekt jest opóźniony w stosunku do harmonogramu pod koniec pierwszego etapu, to istnieje

je uzasadnione przypuszczenie, że opóźnienie będzie się powiększało w ciągu dalszych prac.

Dla projektów bardziej złożonych systemów informatycznych zaleca się sporządzać harmonogramy za pomocą metod sieciowych (PERT, GERT, CPM).

Na kolejność wykonywania i wdrażania poszczególnych elementów systemu ma wpływ wiele czynników. Można tu podać jak w pozycji [28] te czynniki, których wpływ trzeba uwzględniać przy opracowywaniu harmonogramów:

- priorytet; najpierw trzeba projektować i wdrażać te elementy systemu, które mają decydujące znaczenie dla sukcesu przedsięwzięcia, choćby miałyby to być tylko efekt psychologiczny pozyskania aprobaty kierownictwa firmy zlecającej,
- stopień przygotowania obiektu (przedsiębiorstwa),
- wzajemne powiązania między elementami systemu,
- możliwość wykorzystania gotowego oprogramowania,
- możliwości sprzętowe,
- możliwości kadrowe,
- możliwość uzyskania wymiernych korzyści.

Przewidywany koszt dalszego przedsięwzięcia

Znając już (po opracowaniu harmonogramu) rozkład w czasie prac projektowych i wdrożeniowych oraz szacunkowe koszty poszczególnych prac, można z pomocą wykresów Gantta sporządzić przybliżone kosztorysy całego przedsięwzięcia. Harmonogramy i wykresy Gantta mogą być wykonywane łącznie dla wszystkich prac lub w rozbiću na poszczególne rodzaje prac np.: szkolenie, programowanie, uruchamianie itd.

Oszacowanie ilości danych i czasu przetwarzania

Szacunki te są niezbędne przy wyborze konfiguracji sprzętowej i wyznaczaniu obciążeń elementów systemu cyfrowego. Ponieważ sprawy te nie były omawiane uprzednio, przeto nie od rzeczy będzie poruszyć je teraz.

Sprecyzowanie rodzaju i liczby środków technicznych koniecznych do zrealizowania wybranego wariantu rozwiązania systemu informatycznego nie jest rzeczą trywialną.

Zasadniczo można podać zgodnie z pozycją [27], że istnieją trzy metody umożliwiające dokonanie ilościowej oceny mocy obliczeniowej systemu cyfrowego, jego czasu reakcji, jak również oceny "obciążenia" zadaniami poszczególnych elementów tego systemu:

- modelowanie matematyczne,
- symulacja,
- wzory empiryczne, reguły oraz obliczenia oparte na zdrowym rozsądku.

Przed przystąpieniem do omawiania tych metod warto przyrzeć się tym obszarom systemu cyfrowego, które stanowią jego wąskie gardła.

Najczęściej spotykanym wąskim gardłem systemu cyfrowego jest procesor centralny komputera (CPU - central processor unit). Gdy procesor jest zbyt wolny, nadchodząca transakcja może nie zostać obsłużona, ponieważ nie zakończyło się jeszcze przetwarzanie transakcji poprzedniej. Dlatego projektant powinien starannie oszacować średnie i szczytowe wartości liczby transakcji obsługiwane przez system informatyczny, aby wybrać odpowiedni zestaw komputerowy (z dość szybkim CPU). W pewnych przypadkach trudno jest jednakże dokonać wyboru, ponieważ:

- szybkość nadchodzenia transakcji nie jest znana (w systemie informatycznym dla nowej organizacji),
- szybkość przetwarzania nie jest znana.

Poważnym wąskim gardłem systemu cyfrowego jest pamięć operacyjna maszyny. Braki pamięci mogą być spowodowane przez następujące przyczyny:

- system operacyjny jest zbyt obszerny i obszar przeznaczony na programy użytkowe i dane jest niewystarczający,
- programy użytkowe są większe niż zakładano,
- zła organizacja współdziałania programów użytkowych.

System operacyjny nie jest wtedy w stanie zapewnić odpowiedniego obszaru dla obsługi oczekujących do obsługi programów.

Innym wąskim gardłem jest obszar urządzeń we/wy wraz z kanałami łączącymi.

Istotnym parametrem projektowym w obszarze we/wy jest szybkość:

- urządzeń do wprowadzania i wyprowadzania informacji,
- urządzeń, na których zapisane są zbiory systemu,
- kanałów.

Trzeba tutaj pamiętać, że wybór niewłaściwej struktury zbiorów może w bardzo znacznym stopniu wpłynąć na efektywną szybkość dostępu do zbiorów. Uwaga ta dotyczy urządzeń pamięci zewnętrznych o bezpośrednim dostępie, tzn. dysków i bębnow magnetycznych. Wpływ struktur zbiorów na czas dostępu i zajętość pamięci masowej omawiane są szczegółowo w następujących pozycjach literaturowych [7], [12].

Niedostateczna pojemność pamięci masowych może spowodować, że nie wszystkie zbiory systemu zmieszczą się. Należy więc starannie oszacować rozmiary zbiorów w bazie danych oraz przeciętne długości rekordów.

Kanały łączące urządzenia we/wy z procesorem centralnym i pamięcią operacyjną mogą również stać się przyczyną "zatkania" systemu. W niektórych systemach cyfrowych przeznaczają się oddzielny kanał do obsługi jednego szybkiego urządzenia zewnętrznego, tzn. jednostki dyskowej, co rozwiązuje problem. Zazwyczaj jednak jeden kanał obsługuje kilka dysków lub dysk i kilka pamięci taśmowych.

W systemach z teleprzetwarzaniem wąskie gardła mogą wystąpić na łączach transmisji, w końcówkach i w multipleksorze.

Jeżeli każda końcówka posiada oddzielną linię łączności, to problem łączy znika. Jest to jednakże rozwiązanie dość drogie i projektant systemu winien zaprojektować bardziej oszczędny system sieci telekomunikacyjnych, z uwzględnieniem aktywności poszczególnych końcówek w różnych porach dnia.

Końcówka dalekopisowa może stać się elementem, który bardzo hamuje działanie systemu. Po prostu szybkość działania końcówki może być za mała do wprowadzania i wyprowadzania dużej ilości danych. Zdarza się też, że końcówka jest źle zaprojektowana, np. niewłaściwe rozmieszczenie klawiszy, nieczytelny ekran monitora itp.

Modelowanie matematyczne

Jedną z technik oceny systemu jest modelowanie matematyczne. Jak wynika z literatury [27], większość opracowanych modeli matematycznych dotyczyła systemów naukowo-technicznych z podziałem czasu. Modelowanie matematyczne, czyli opis działania systemu informatycznego za pomocą analitycznych zależności ma bardzo istotne ograniczenia. Tę technikę można stosować albo do przypadków niezwykle prostych, w których wszystkie elementy, tzn. parametry systemu cyfrowego i systemu informacyjnego są doskonale znane, albo do systemów złożonych co wymaga przyjęcia tak daleko idących założeń upraszczających, że wyniki takiego modelowania stają się problematyczne.

Wypada wymienić tutaj te elementy, które powodują istotne niedogodności posługiwania się modelowaniem matematycznym przy projektowaniu systemów informatycznych:

- szybkości nadchodzenia informacji wejściowych są często trudno opisywalne matematycznie. Przyjęcie np. jakiegoś znanego rozkładu prawdopodobieństwa byłoby wtedy grubym nieporozumieniem,
- szybkość nadchodzenia informacji i szybkość obsługi zwykle nie są od siebie niezależne,
- szybkość obsługi zwykle nie daje się opisać za pomocą wyrażeń matematycznych,
- modele matematyczne rzadko uwzględniają wszystkie zasoby systemu,
- zachowanie się systemów operacyjnych oraz programów użytkowych jest z natury rzeczy mało znane, a skomplikowany aparat matematyczny, służący do opisu bardzo prostych programów, odstrasza skutecznie chyba wszystkich projektantów od ich analizy.

Symulacja

Następną stosowaną metodą oceny systemu w celu uzyskania największej jego efektywności jest symulacja. Stosowanie tej metody zależne jest od przyjętej techniki symulacji.

Rozróżnia się zasadniczo trzy rodzaje technik symulacyjnych wykorzystywanych w projektowaniu:

- pakiety firmowe. Pakiet taki opracowany przez wyspecjalizowaną firmę wytwarzającą oprogramowanie ma zakodowane informacje o parametrach systemu cyfrowego (czasy cyklu pamięci, szybkość wykonywania poszczególnych operacji arytmetycznych i logicznych, czasy dostępu do zbiorów itp.). Projektant musi określić szybkość nadchodzenia transakcji, rodzaje dostępu do zbiorów, ich organizację, szybkość obsługi itd. Wynikiem działania takich pakietów są informacje w postaci wydruków podających stopień wyzyskania poszczególnych zasobów systemu, długości kolejek, prawdopodobne punkty wystąpienia wąskich gardeł itp.;

- języki symulacyjne. Stosowanie języków symulacyjnych do opisu działania systemu daje projektantowi większe możliwości niż pakiety firmowe, ponieważ ma on możliwość elastycznego tworzenia modeli symulacyjnych, łatwość modyfikacji przebiegów symulacyjnych itd. Innymi słowy, języki te oferują projektantom wszystkie zalety języków wyższego rzędu. Do najbardziej rozpowszechnionych języków symulacyjnych należą: GPSS, SIMSCRIPT, SIMULA, DYNAMO, a w Polsce CEMMA i SCOP;

- programowanie w językach symbolicznych. Pisanie programów symulacyjnych w językach symbolicznych (assemblerach) lub w języku wewnętrznym maszyny cyfrowej jest wielokrotnie trudniejsze niż używanie języków symulacyjnych lub w FORTRAN'ie, COBOL'u czy ALGOL'u. Sposób ten ma jednak swoje niezaprzeczalne zalety związane ze stosowaniem języków niskiego poziomu. Symulacyjny program, który wiernie odwzorowuje system projektowany może dać bardziej wiarygodną odpowiedź na pytanie czy system będzie zachowywał się zgodnie z oczekiwaniami - niż przy użyciu innych wymienionych tutaj technik.

Największą zaletą technik symulacyjnych jest możliwość szybkiej weryfikacji modelu i wprowadzania różnych zmian. Zmiany te mogą dotyczyć między innymi takich wielkości, jak:

- sposoby organizacji i dostępu do zbiorów,
- wielkości pamięci,
- czas przetwarzania,
- zwiększenie liczby kanałów.

Największym problemem przy stosowaniu technik symulacyjnych, podobnie zresztą jak przy modelowaniu matematycznym, jest zagadnienie wiernego odwzorowania rzeczywistości.

Wzory empiryczne, reguły oraz obliczenia
oparte na zdrowym rozsądku

Projektując system informatyczny nie powinno pomijać się wzorów i reguł wyprowadzonych na podstawie obserwacji dotychczasowych systemów. Obserwacje te wygodnie jest zapisywać w odpowiednich formularzach, których przykład podany jest w pozycji [10] i w tablicy 3.4.

Niezbędne do wypełnienia takiego formularza dane określa się w oparciu o wszystkie krążące w systemie informacyjnym dokumenty oraz wszystkie tworzone i wykorzystywane zbiory danych. Trzeba też wziąć pod uwagę wszystkie źródła informacyjne, czyli miejsca powstawania informacji oraz punkty spływu informacji przetwarzanych.

Całkowita liczba danych krążących w systemie jest wyjściem do szacunkowego obliczenia niezbędnego czasu pracy poszczególnych urządzeń systemu, czasu przetwarzania informacji oraz pojemności kanałów przesyłowych. Zebrane w ten sposób dane posłużą również do określenia pojemności informacyjnej zbiorów danych przechowywanych w poszczególnych urządzeniach pamięci zewnętrznych, co posłuży do wyboru typów tych urządzeń. Całość dokumentów tworzących założenia techniczno-ekonomiczne wraz z wnioskami należy przedłożyć do zatwierdzenia przez zlecniodawcę. Wnioski powinny ujmować w sposób syntetyczny zalety i wady projektu, zwracać uwagę na ewentualne słabe ogniwa i wąskie gardła oraz przede wszystkim wskazywać na korzyści wynikłe dla zlecniodawcy z wprowadzenia systemu informatycznego lub na ewentualne straty z tytułu niewdrożenia. W zależności od wyniku postanowienia decydenta(ów) reprezentującego zlecniodawcę, przystępuje się do dalszych prac projektowych lub w przypadku decyzji negatywnej następuje zawieszenie realizacji przedsięwzięcia, w celu uzyskania miarodajnych opinii o projekcie lub całkowite wstrzymanie dalszych prac. Kolejną fazą prezentowanej tutaj metodologii jest projektowanie techniczne.