

Ryszard Kurzyński*

SYSTEM PLANOWANIA I ROZLICZEŃ
OPARTY NA STRUKTURALNEJ BAZIE DANYCH NORMATYWNYCH

1. Znaczenie operatywnego planowania produkcji
i rozliczania zużycia materiałów w przedsiębiorstwie

Planowanie i rozliczanie produkcji oraz zużycia materiałów należy do podstawowych zadań kierownictwa każdego przedsiębiorstwa.

Pracochłonność planowania i rozliczania zależy od stopnia złożoności i powtarzalności produkcji. Dodatkowymi czynnikami podnoszącymi pracochłonność planowania są uwarunkowania zewnętrzne dotyczące struktury produkcji końcowej, zaopatrzenia, finansów. W przedsiębiorstwie produkującym wyroby o złożonej strukturze i zmiennym asortymencie liczba obliczeń niezbędnych dla operatywnego planowania rzeczowego produkcji i zaopatrzenia jest zbyt duża, aby mogły one być wykonane metodą tradycyjną w rozsądnie krótkim terminie. Rozliczenia zużycia materiałów i półproduktów są prowadzone dużym nakładem pracy, a ich wyniki są często opóźnione w stosunku do zaszłości, w stopniu uniemożliwiającym kontrolę zużycia i egzekucję jego norm. Jest to jedna z przyczyn drastycznie nadmiernego zużycia materiałów w budownictwie.

Wysoka pracochłonność precyzyjnego planowania operatywnego powoduje, że w miejsce wielkości ścisłych stosowane są dane szacunkowe, z natury obciążone pewnym błędem przybliżenia. Błędy in minus w operatywnym planowaniu produkcji poszczególnych podzespołów

*Mgr, st.asystent w Katedrze Informatyki UŁ.

i części powodują, w sytuacji pełnego wykorzystania rezerw, przestoje w montażu produktu końcowego i praktycznie spadek produkcji równy procentowi błędu w planie produkcji podzespołu lub elementu. Błędy w oszacowaniu zapotrzebowania na materiały prowadzą do przestojów z powodu braku chociażby jednego składnika. Ponieważ wyższe straty powoduje brak materiału niż jego nadmiar, przedsiębiorstwo z reguły szacuje swoje potrzeby z nadmiarem, co wywołuje napięcia na rynku materiałów nawet przy poprawnym w skali gospodarki narodowej bilansie materiałowym. W konsekwencji, przedsiębiorstwo ponosi straty zarówno z tytułu nadmiernych zapasów, jak i z powodu braku materiałów. Rzadko się zdarza, aby jedno przedsiębiorstwo posiadało wszystkie materiały w nadmiarze, a inne - w zbyt małej ilości; zwykle mamy do czynienia z oboma zjawiskami równocześnie, a możliwość ich wystąpienia jest w przybliżeniu proporcjonalna do liczby rodzajów materiałów i półproduktów surowych przez dane przedsiębiorstwo. Brak dostatecznych mocy obliczeniowych w przedsiębiorstwach można więc uznać za jedną z przyczyn złej koordynacji produkcji i zaopatrzenia w Polsce, a proces ten narastał wraz ze wzrostem komplikacji produkcji.

Zjawiska te były (i są nadal) szczególnie wyraźne i dotkliwie odczuwane w budownictwie. Łódzki Kombinat Budowlany "Zachód" (ZKBZ) nie stanowił pod tym względem wyjątku.

2. Planowanie produkcji i surowia materiałów oraz rozliczenia normatywne w ZKBZ

Produkcja kombinatu budownictwa mieszkaniowego wielkopłytowego ma charakter złożony. Wbrew pozorom struktura produkcji końcowej cechuje się wysoką zmiennością, a kolejność realizacji zadań (montażu poszczególnych budynków) może być zmieniana tylko w bardzo ograniczonym zakresie.

Plan produkcji końcowej nie jest i nie może być sporządzany przez przedsiębiorstwo, które nie jest kompetentne do tworzenia planów przestrzennego zagospodarowania miasta i osiedli. Plany te są sporządzane przez Miastoprojekt z uwzględnieniem długofalowego planu rozwoju aglomeracji, zapotrzebowania na poszczególne typy

mieszkań, planu rozwoju usług i handlu, służby zdrowia, szkolnictwa etc. Postulaty wykonawcy, np. dotyczące pożądanych proporcji pomiędzy budownictwem wysokim i niskim, stanowią jeden z wielu czynników uwzględnianych w projekcie osiedla, lecz nie najważniejszy.

Kombinat otrzymuje więc gotowy plan przestrzenny i rzeczowy osiedla i na jego podstawie sporządza tzw. harmonogram dyrektywny, który określa kolejność prac nad poszczególnymi obiektami. Harmonogram obejmuje prace przedmontażowe, montażowe i pomontażowe. Prace przedmontażowe obejmują roboty ziemne, wylwanie ław fundamentowych oraz wykonywanie przyłącz. Do prac pomontażowych zaliczane są wszystkie roboty wykończeniowe i instalacyjne.

Harmonogram dyrektywny musi uwzględniać szereg czynników ograniczających zakres dopuszczalnych rozwiązań oraz wpływających na stopień wykorzystania mocy produkcyjnych Kombinatu i jego wyniki finansowe. W szczególności należy wziąć pod uwagę:

- 1) stopień zaawansowania prac nad przygotowaniem terenu (wywłaszczenia, prace rozbiórkowe, uzbrojenie terenu, drogi dojazdowe etc.) - prace te wykonywane są przez podwykonawców, z reguły z dużym opóźnieniem w stosunku do pierwotnych założeń;

- 2) zdolności produkcyjne fabryki elementów - maksimum wydajności fabryki osiąga się przy pewnej strukturze produkcji, odpowiadającej stosunkowi liczby budynków niskich i wysokich jak 3:2; należy również unikać koincydencji montażu tego samego typu dzieł, np. dachów na kilku obiektach;

- 3) wymóg łączenia obiektów w ciągi technologiczne, montowane przy użyciu jednego dźwigu, przesuwanego sukcesywnie wzdłuż ciągu bez konieczności jego demontażu i ponownego montażu;

- 4) zadania rzeczowe i finansowe Kombinatu - znaczenie tego czynnika zmieniało się w zależności od aktualnych rozwiązań systemowych i tendencji w budownictwie i spółdzielczości mieszkaniowej;

- 5) stan zaopatrzenia w materiały;

- 6) możliwości kadrowe Kombinatu.

Wielość ograniczeń i trudność wyrażania ich w kategoriach operacyjnych praktycznie uniemożliwiają stworzenie systemu optymalizacji planowania produkcji. W połowie lat siedemdziesiątych podjęto próbę zaprojektowania systemu sporządzającego plany dopuszczalne, wewnętrznie niesprzeczne i suboptymalne, jednakże dotąd brak szerszych doświadczeń z jego eksploatacji.

Po rozpoznaniu problemu uznaliśmy, że prace nad takim systemem trwałyby zbyt długo, wymagałyby zaangażowania dodatkowych sił fachowych, np. specjalistów od badań operacyjnych, nie gwarantując przy tym powodzenia. Użytkownik nie podjął ryzyka inwestowania w przedsięwzięcie wysoce niepewne co do efektów, terminu wdrożenia i kosztów. Projekt harmonogramu dyrektywnego sporządzany jest więc ręcznie. Projekt ten musi następnie być poddany pracochłonnym obliczeniom dla sprawdzenia jego realności ze względu na moce produkcyjne fabryki elementów prefabrykowanych. W wypadku stwierdzenia nierealności lub możliwości wystąpienia napięć, harmonogram powinien być skorygowany, a prace obliczeniowe powtórzone. W ten sposób drogą kolejnych przybliżeń dochodzi się do planu realnego. Plan ten następnie można poprawiać dla zwiększenia stopnia wykorzystania mocy produkcyjnych fabryki elementów oraz lepszego zharmonizowania z możliwościami grup robót przed- i pomontażowych.

Istotnym ograniczeniem dla wielokrotności opracowywania harmonogramu, a więc i stopnia jego przybliżenia do optimum, są fizyczne możliwości personelu działu planowania. Obliczenia dla pierwszej wersji harmonogramu trwają kilka tygodni. Ze względu na późne terminy przekazywania Kombinatowi planów osiedla przez Miastoprojekt, możliwość terminowego opracowania realnego - z punktu widzenia możliwości produkcyjnych fabryki - harmonogramu montażu praktycznie nie istniała w systemie tradycyjnym. Plan nierealny powodował przestoje w montażu, a w związku z tym - zmniejszenie produkcji i straty finansowe.

Najważniejszą częścią harmonogramu robót jest harmonogram dyrektywny montażu. Stanowi on punkt wyjścia dla większości planów sporządzanych w Kombinacie. W odniesieniu do placu budowy, określając terminy rozpoczęcia i zakończenia prac montażowych na poszczególnych obiektach, determinuje harmonogram prac przedmontażowych. Montaż można rozpocząć po upływie określonego czasu od położenia łańcuchów fundamentowych oraz po wykonaniu prac przygotowawczych (położenie torów dla dźwigów, wykonanie dróg dojazdowych, doprowadzenie ciągów instalacyjnych etc.). Z kolei harmonogram robót instalacyjnych i wykonawczych stanowi pochodną harmonogramu montażu - prace te mogą być rozpoczęte po zakończeniu montażu obiektu.

Montaż budynków odbywa się według ściśle określonej technologii. Harmonogram oraz technologia montażu obiektów wyznaczają

spływ elementów na plac budowy, a więc - po uwzględnieniu stanu składowisk elementów - plan i harmonogram produkcji fabryki elementów. Z planu produkcji elementów wyprowadzany jest plan produkcji podzespołów siatek, detali-ślusarskich, siatek zbrojeniowych i betonów. Z tak sporządzonych planów produkcji wyliczyć można plan zużycia materiałów przez fabrykę elementów. Pełny plan zużycia materiałów oraz plan zaopatrzenia można sporządzić po dokonaniu podobnych obliczeń dla placu budowy, gdzie materiały zużywane są w toku robót przed- i pomontażowych, oraz po uwzględnieniu stanów zapasów.

Ręczne wykonanie wszystkich tych obliczeń nie jest możliwe w rozsądnym krótkim terminie, toteż nie wykonywano ich w systemie tradycyjnym, zastępując je szacunkami.

Podobne problemy są związane z koniecznością prowadzenia rozliczeń wydziałów produkcyjnych ze zużycia materiałów. Liczby typów wyrobów produkowanych w poszczególnych wydziałach są rzędu kilkuset w przypadku zbrojenia, kilkudziesięciu na wydziałach produkujących elementy prefabrykowane i teoretycznie nie skończone w betonowni. W tym ostatnim przypadku liczba produkowanych marek betonów jest niewielka (ok. 10), lecz z uwagi na wahania w parametrach określających jakość cementu oraz własności kruszyw, zależnych między innymi od czynników atmosferycznych, dla każdej marki istnieje kilka różnych recept, a dodatkowo do każdej recepty mogą być tworzone korekty. Faktycznie więc produkcja opiera się nie na sztywnych receptach, lecz na zmiennych, dostarczanych codziennie przez laboratorium, recepturach uwzględniających parametry aktualnie stosowanych surowców. Również technologia produkcji siatek musi być często zmieniana ze względu na brak określonych asortymentów materiałów hutniczych. W obu tych przypadkach w rozliczeniach powinny być uwzględnione aktualnie stosowane receptury jako strona normatywna. W okresie podlegającym rozliczeniu liczba stosowanych receptur dla jednego produktu może urastać do kilkunastu, co znacznie komplikuje rozliczenia. Oddzielny problem stanowią rozliczenia grup robót na placu budowy, jednakże na obecnym etapie nie są one objęte systemem i nie przeprowadzono dla nich szczegółowej analizy.

Pracochłonność obliczeń jest również poważnym problemem dla Działu Księgowości, a rachunek kosztów normatywnych należy do najbardziej trudnych. Koszty normatywne produkcji liczone są na pods-

tawie kalkulacji kosztów normatywnych elementów prefabrykowanych. Kalkulacja elementu obejmuje ponad 20 pozycji, przy czym niektóre z nich same w sobie stanowią jednostkę kalkulacyjną (siatka, beton). Łączenie dla betonowni, zbrojarni i linii produkcyjnych należy dokonać kalkulacji około 500 wyrobów, co trwa około 2 miesięcy. Zważywszy na duży ruch cen, płac i kursów procentowych, kalkulacja ta powinna być wykonywana co najmniej kilkanaście razy w roku, co w systemie tradycyjnym jest nierealne. W rezultacie, przedsiębiorstwo permanentnie stosowało nieaktualne kalkulacje.

Kalkulacje normatywne kosztów elementów, betonów i siatek używane są następnie do rozliczania produkcji wydziałów betonowni, zbrojarni i linii produkcyjnej. Ręczne sporządzanie odpowiednich zestawień wymaga znów wielkiej liczby, co prawda, prostych obliczeń. Wszystkie te trudności sprawiają, że rachunek kosztów normatywnych nie może być prowadzony poprawnie (a więc z wykorzystaniem w pełni aktualnych cenników materiałów i robocizny) w systemie tradycyjnym.

Wspólną cechą wszystkich opisanych tu problemów jest konieczność posługiwania się modelem struktury produktu dla ich rozwiązania. W systemie tradycyjnym nie jest niezbędne ścisłe sformułowanie postaci takiego modelu, aczkolwiek byłoby to pożyteczne. W praktyce więc były stosowane różne formy kart technologicznych, list składników, katalogi cen etc. Dla potrzeb systemu informatycznego zaistniała potrzeba zdefiniowania takiego modelu struktury produktu, który byłby uniwersalny dla wszystkich faz procesu produkcyjnego i dla wszystkich produktów. Warunki te spełnia sieć struktury w postaci grafu skierowanego jako zintegrowany model struktury produktu.

3. Sieć struktury produktu

Strukturę produktu można przedstawić w postaci listy składników:

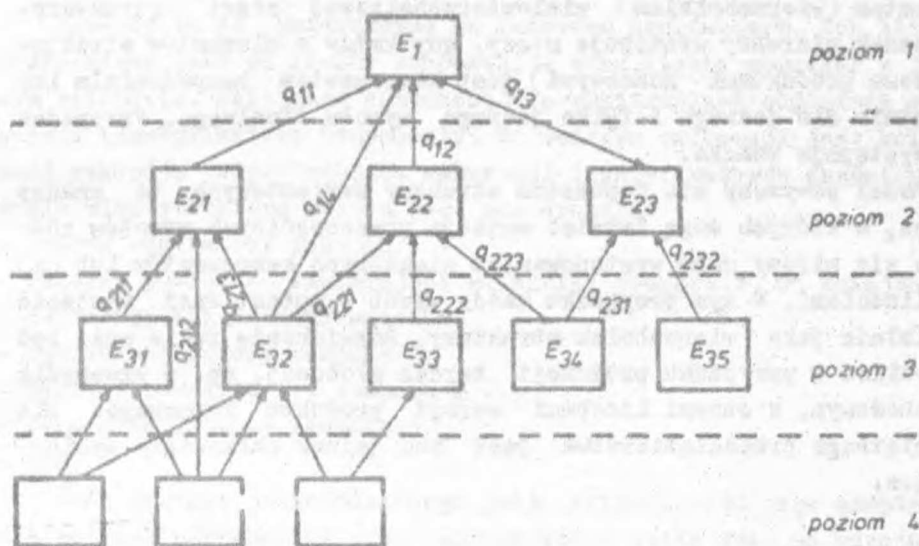
$$P = q_1 K_1, q_2 K_2, \dots, q_n K_n,$$

gdzie:

q_1 - ilość komponentu,

K_1 - rodzaj komponentu.

Ta prosta postać jest jednak niewystarczająca dla produktów o złożonej strukturze, tworzonych z większej liczby komponentów, które mogą być zarówno komponentami elementarnymi (surowce, części i podzespoły dostarczane z zewnątrz), jak również podzespołami, produkowanymi w poszczególnych wydziałach. Podzespoły te mogą być z kolei komponentami dla innych, wyższego stopnia podzespołów oraz dla produktu finalnego. Ilości podzespołów używanych jako komponenty mogą być oczywiście różne. Strukturę takiego złożonego produktu wygodnie jest przedstawić w postaci sieci struktury (rys. 1).



Rys. 1. Sieć struktury produktu

Wierzchołek sieci (E_1) jest produktem finalnym. Produkt ten składa się z elementów struktury E_{21} , E_{22} , E_{23} i E_{32} w ilościach odpowiednio: q_{11} , q_{12} , q_{13} i q_{14} . W tym wypadku te elementy struktury są komponentami. Równocześnie są one zespołami, składają się bowiem z elementów struktury niższego poziomu.

Poszczególne elementy struktury mogą być komponentami dla dowolnej liczby zespołów w dowolnych ilościach oraz niezależnie od różnicy poziomów pomiędzy komponentami a zespołem. Na przykład na rys. 2 element E_{32} jest komponentem zarówno dla elementów E_{21} i E_{22} , znajdujących się na bezpośrednio wyższym poziomie, jak i dla produktu E_1 , znajdującego się dwa poziomy wyżej. O miejscu elemen-

tu w sieci struktury decyduje najniższy poziom innego elementu, dla którego dany element jest komponentem. Element E_{32} nie może występować na poziomie 2, ponieważ jest komponentem dla elementów E_{21} i E_{22} poziomu 2. Tak więc sieć struktury musi być zbudowana w ten sposób, aby dla każdego powiązania, czyli przyporządkowania Z-q-K (zespoł - ilość - komponent), poziom zespołu był co najmniej o 1 wyższy od poziomu komponentu.

Jeżeli przedsiębiorstwo produkuje więcej niż jeden wyrób finalny, każdy z wyrobów może mieć oddzielną sieć struktury lub być elementem (wierzchołkiem) wielowierzchołkowej sieci struktury. Przypadek pierwszy występuje wtedy, gdy każdy z elementów struktury (poza produktami końcowymi) jest komponentem bezpośrednim lub pośrednim dla jednego i tylko jednego wyrobu finalnego. Przypadek ten występuje rzadko.

Model powyższy nie dopuszcza struktur wariantowych, tzn. takich, w których mogą istnieć mutacje poszczególnych wyrobów różniące się między sobą występowaniem niektórych komponentów lub (i) ich ilościami. W tym przypadku każdy wyrób - mutant musi wystąpić oddzielnie jako wierzchołek struktury. Rozwiązanie takie może być kłopotliwe w przypadku produkcji bardzo złożonej, np. w przemyśle samochodowym, z dużymi liczbami wersji produktu końcowego. Dla przeciętnego przedsiębiorstwa jest ono jednak całkowicie wystarczające.

4. Idea zbiorów strukturalnych

Informatyczna implementacja struktur omówionego wyżej typu polega na założeniu, utrzymywaniu i wykorzystaniu tzw. zbiorów strukturalnych. Dane, dotyczące produktu, mogą być zorganizowane w postaci jednego lub kilku zbiorów. W rozwiązaniu stosującym jeden zbiór występują dwa typy rekordów:

- 1) rekord opisu elementu struktury, tzw. rekord nagłówkowy,
- 2) rekord powiązań.

Rekord nagłówkowy zawiera identyfikator elementu struktury, dane opisowe (np. nazwa, jednostka miary, cena etc.) oraz dane dotyczące jego miejsca w sieci struktury (posiadanie komponentów i zespołów, kod najniższego poziomu).

Dla każdego elementu struktury tworzony jest jeden rekord nagłówekowy, niezależnie od miejsca elementu w strukturze i jego powiązań. Jeżeli dany element struktury posiada komponenty, tworzone są dla niego rekordy powiązań zawierające:

- identyfikator zespołu,
- dane organizacyjne (np. liczba powiązań w rekordzie),
- powiązania.

Każde powiązanie zawiera dwa pola:

- identyfikator komponentu,
- ilość komponentu.

Rekordy te są umieszczone za rekordem nagłówekowym. Ich liczba uzależniona jest od liczby komponentów oraz liczby powiązań w jednym rekordzie. Kolejność komponentów w powiązaniach odpowiada sekwencji identyfikatora komponentu. W zbiorze zachowana jest kolejność rekordów odpowiadająca sekwencji identyfikatorów zespołów. W sumie więc struktura zbioru jest następująca:

- rekord nagłówekowy zespołu 1
rekordy powiązań zawierające składniki zespołu 1 w kolejności sekwencji ich identyfikatorów
- rekord nagłówekowy zespołu 2
rekordy powiązań ... zespołu 2....
- rekord nagłówekowy zespołu 3
itd.

Wadą systemu jednozbiorowego jest kłopotliwość jego adaptacji dla potrzeb użytkownika oraz wprowadzenia zmian już po wdrożeniu systemu. O wiele bardziej elastyczne pod tym względem mogą być systemy wielozbiorowe. Wspólną ich cechą jest tworzenie kilku zbiorów przejmujących poszczególne funkcje zbioru strukturalnego. W systemach wielozbiorowych najczęściej stosuje się następujące rozwiązania:

1) tworzenie dodatkowego zbioru strukturalnego, przechowującego powiązania "komponent - zespół"; zbiór taki składa się z rekordów zawierających identyfikator komponentu i dane organizacyjne oraz pewną liczbę dwupolowych grup o postaci:

- identyfikator zespołu
- ilość komponentu wchodzącego w skład tego zespołu;

zbiór "komponent - zespół" umożliwia otrzymywanie informacji o

zastosowaniach poszczególnych komponentów oraz ułatwia utrzymanie bazy normatywnej, jaką stanowią zbiory strukturalne, w szczególności upraszcza on procedury związane z naprawą uszkodzonych zbiorów strukturalnych; najczęstszym uszkodzeniem jest zerwanie tzw. łańcucha, czyli wystąpienie braku jakiegoś elementu struktury w sekwencji wierszołek sieci - komponent elementarny;

2) przechowywanie danych opisujących poszczególne elementy struktury w postaci oddzielnego zbioru lub kilku zbiorów; rozwiązanie to ułatwia adaptację systemu do potrzeb użytkownika; użytkownik może dowolnie kształtować zakres i rodzaj opisów cech elementów struktury bez potrzeby wprowadzania zmian w programach aktualizacji zbiorów strukturalnych (zbiorów powiązań); programy te są zawsze bardzo obszerne (kilka tysięcy instrukcji) i dość skomplikowane; obsługa zbiorów słownikowych natomiast jest stosunkowo prosta i przeciętny użytkownik nie powinien mieć problemów z przygotowaniem programów autorskich dla zakładania i utrzymania takich zbiorów;

3) stosowanie wewnętrznego systemu identyfikacji w zbiorach strukturalnych; w tym rozwiązaniu system nadaje elementom struktury identyfikatory, które następnie są używane w zbiorach strukturalnych zamiast symboli użytkownika; daje to pewną oszczędność nośnika oraz uniezależnia użytkownika od projektanta systemu w zakresie stosowania określonej długości symboli; utrudnia natomiast utrzymanie bazy, czyniąc wydruki zawartości zbiorów strukturalnych mało czytelnymi, a naprawę zbiorów - kłopotliwą.

5. Pakiety standardowe strukturalnych baz danych

Z uwagi na uniwersalność problemu, systemy zakładania i utrzymywania normatywnych baz strukturalnych dostarczane są przez producentów maszyn cyfrowych i oprogramowania jako pakiety standardowe w postaci źródłowej lub binarnej.

W Polsce znane i stosowane (aczkolwiek niezbyt szeroko) są dwa pakiety o identycznej nazwie, lecz pochodzące od różnych producentów i stosujące zupełnie różne rozwiązania. Są to pakiety **BILL OF MATERIALS PROCESSOR (BOMP)** firm IBM i ICL.

Pakiet IBM wykorzystywany był w Fabryce Samochodów Osobowych w Warszawie na ems IBM 370. Jest to duży pakiet o różnorodnych możliwościach. Pozwala on na wygenerowanie systemu o stosownych dla użytkownika właściwościach i parametrach. Użytkownicy narzekali jednak na dużą kłopotliwość jego utrzymania.

Pakiet ICL dostarczany jest w postaci źródłowej dla małych i średnich mo serii 2900.

System ten jest znacznie uproszczony w porównaniu z systemem IBM, ma też mniejsze możliwości. Wynika to ze stałej struktury rekordów zbiorów przyjętej w systemie - użytkownik nie ma więc możliwości swobodnego kształtowania zakresu informacji słownikowych (opisowych) oraz rozmiarów poszczególnych pól. Maszyny cyfrowe serii ICL-2900 przeznaczone są jednak dla firm średniej wielkości, które na ogół nie mają warunków (ani potrzeb) dla eksploatacji tak złożonego systemu, jakim jest BOMP w wersji IBM. Nasze doświadczenia wykazały, że pakiet ICL jest całkowicie wystarczający dla przedsiębiorstw średniej wielkości, jakim jest Kombinat, a dzięki znacznym uproszczeniom może być wdrażany i eksploatowany przez przedsiębiorstwa nie dysponujące liczną i doświadczoną kadrą informatyczną. Postać źródłowa programów umożliwia ponadto poczynienie zmian adaptacyjnych, aczkolwiek wymaga to dobrej znajomości języka RPG2, który w Polsce jest bardzo słabo rozpowszechniony.

6. Pakiet ICL-2903 BILL OF MATERIALS PROCESSOR

Pakiet jest systemem przeznaczonym do zakładania, utrzymywania i wykorzystania bazy normatywnej w postaci zbiorów strukturalnych. Może być eksploatowany jako odrębny system lub jako część składowa systemów autorskich. Dla potrzeb samodzielnej eksploatacji pakiet posiada programy drukujące standardowe zestawienia wyników (wydruki z zawartości bazy).

Pakiet składa się z dwóch podsystemów, które mogą być eksploatowane niezależnie: podsystemu struktur i podsystemu operacji. Podsystem struktur można określić mianem systemu właściwego, podsystem operacji stanowi jego poszerzenie i ma w stosunku do niego znaczenie marginesowe. W toku analizy określono ten podsystem

jako nieprzydatny dla potrzeb Kombinatu i wszelkie dalsze prace dotyczyły wyłącznie podsystemu struktur. W dalszym ciągu tekstu pod pojęciami "pakiet", "system", "BOMP" rozumieć należy "podsystem struktur pakietu BOMP".

Pakiet BOMP służy do zakładania i utrzymywania normatywnej bazy danych strukturalnych w postaci dwóch zbiorów głównych: zbioru zespół-komponent (ACFILE) oraz zbioru komponent-zespół (CAFILE). System wymaga ponadto ośmiu oddzielnych fizycznie zbiorów seryjnych wykorzystywanych jako zbiory robocze i pośrednie. Wszystkie zbiory w pamięci zewnętrznej muszą być zbiorami dyskowymi.

Zbiory ACFILE i CAFILE mają organizację sekwencyjno-indeksową. Zbiorem podstawowym jest zbiór ACFILE zawierający rekordy nagłówkowe oraz rekordy powiązań typu zespół-komponent. Dla każdego elementu struktury tworzony jest jeden rekord nagłówkowy oraz $E\left(\frac{x-1}{5}\right)+1$ rekordów powiązań, gdzie x jest ilością komponentów dla danego zespołu oraz E - funkcją entier.

Rekord nagłówkowy zawiera następujące pola:

- symbol elementu struktury;
- numer sekwencyjny rekordu (numeracja w ramach grupy rekordów opisujących dany element struktury, dla rekordu nagłówkowego równy 0);
- wskaźnik powiązań określający, czy opisywany element struktury posiada komponenty i czy sam jest komponentem dla innych elementów struktury;
- data rozpoczęcia montażu;
- data zakończenia montażu;
- kod najniższego poziomu;
- typ elementu struktury;
- nazwa elementu struktury.

Pola "data rozpoczęcia montażu" i "data zakończenia montażu" nie znalazły zastosowania w Kombinacie i zostały usunięte. Pole "typ elementu struktury" wykorzystywane jest dla pomieszczenia jednostki miary i precyzji (liczba cyfr po kropce dziesiętnej) dla danego elementu struktury. Pole "kod najniższego poziomu" zawiera najniższy numer poziomu, na którym występuje dany element struktury jako komponent. W trakcie eksploatacji próbnej zaniechano wykorzystywania tego pola jako nieprzydatnego.

Rekord powiązań składa się z następujących pól:

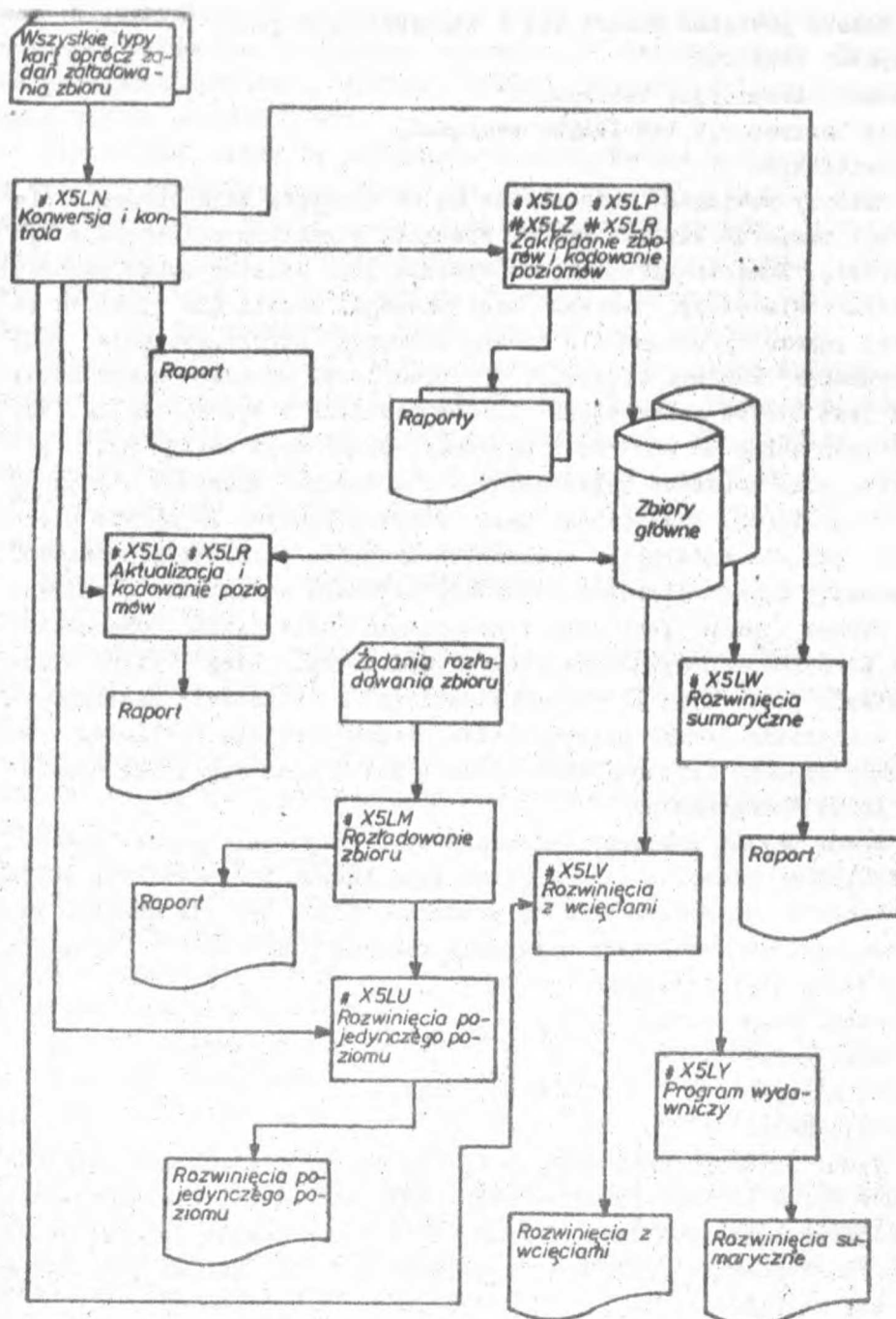
- symbol zespołu,
- numer sekwencyjny rekordu,
- kod kontynuacji lub liczba powiązań,
- powiązania.

Rekordy powiązań umieszczone są za rekordem nagłówkowym. Pole "symbol zespołu" zawiera symbol elementu struktury opisanego w tym rekordzie. Numerem sekwencyjnym rekordu jest kolejny numer rekordu powiązań dla danego rekordu nagłówkowego. Jeżeli nie jest to ostatni rekord powiązań dla danego elementu struktury, pole "kod kontynuacji" zawiera liczbę 0; w przeciwnym wypadku zawartością pola jest liczba określająca liczbę powiązań w tym rekordzie. Rekord może zawierać od 1 do 5 powiązań, przy czym mniej niż 5 powiązań może zawierać tylko ostatni dla danego elementu struktury rekord powiązań. Powiązanie jest polem grupowym i składa się z dwóch pól elementarnych: symbolu komponentu i ilości komponentu. Komponenty danego elementu struktury zapisane są zgodnie z sekwencją klucza, jakim jest symbol komponentu. Pole "ilość komponentu" może przechowywać wyłącznie liczby całkowite, lecz dzięki wykorzystaniu pola "typ elementu struktury" w rekordzie nagłówkowym dla pamiętania liczby pozycji dziesiętnych istnieje możliwość operowania zarówno liczbami całkowitymi, jak i ułamkowymi dla wyrażenia ilości komponentu.

Zbiór CAPILE zawiera powiązania typu komponent-zespół; stanowi on dokładne odwzorowanie struktur przechowywanych w zbiorze ACPILE, lecz o odwrotnym zwrocie powiązań. Zbiór ten nie zawiera rekordów nagłówkowych, lecz wyłącznie rekordy powiązań. Struktura rekordu jest następująca:

- symbol komponentu,
- numer sekwencyjny,
- kod kontynuacji lub liczba powiązań,
- powiązania.

Symbolem komponentu jest tu symbol elementu struktury wchodzącego w skład innych elementów struktury (zespołów). Powiązania zawierają symbole tych zespołów oraz ilości komponentu na jednostkę zespołu. Pozostałe pola wykorzystywane są w ten sam sposób, jak w zbiorze CAPILE.



Rys. 2. System BOMP - schemat przetwarzania

Dane do założenia i utrzymania (aktualizacji) bazy wprowadzane są z kart perforowanych wspólnego formatu i przetwarzane wstępnie za pomocą jednego programu konwersji i kontroli. Zakładania zbiorów AGFILE i CAFILE dokonują oddzielne programy, natomiast dla aktualizacji tych zbiorów istnieje jeden uniwersalny program.

Po założeniu bazy eras po każdej aktualizacji przeprowadza się kodowanie poziomów. Operacja ta jest jednak opcjonalna i w Kombinacie nie stosuje się jej.

Programy pakietu mogą drukować następujące zestawienia standardowe:

- rozwinięcia pojedynczego poziomu,
- rozwinięcia z wcięciami,
- tsw. rozładowanie zbioru,
- rozwinięcia sumaryczne.

Wydruki mogą być sperszadane w układzie zespół-komponent (rozwinięcia) lub komponent-zespół (zwinięcia). Zakres wydruków określa się za pomocą parametrów dostarczanych jako żądania rozwinięć.

W eksploatowanym w Kombinacie systemie zrezygnowano z wykorzystania standardowych zestawień. Uproszczony schemat pakietu BOMP przedstawia rys. 2.

7. Adaptacja pakietu BOMP

W celu dostosowania pakietu do potrzeb użytkownika dokonano w nim pewnych zmian adaptacyjnych. Przede wszystkim należało zastąpić polskimi tekstami wszelkie nagłówki angielskojęzyczne na tabulogramach użytkowych i raportach eras diagnostykę błędów. Zadania tego typu nie są trudne, ale zawsze są pracochłonne. Jak już powiedziano, zrezygnowano z wykorzystania podsystemu operacji pakietu BOMP. Ze struktury rekordu nagłówkowego usunięto zatem pola wykorzystywane przez ten podsystem, a w związku z tym - wszelkie deklaracje i procedury z nimi związane. Zmieniono też sposób wykorzystania pola "typ elementu struktury". Już w okresie wstępnej eksploatacji zrezygnowano z kodowania najniższych poziomów, a programy zestawień standardowych zastąpiono autorskimi. Cały pakiet stał się jądrem systemu, rozbudowanego o kolejne podsystemy wykorzystujące zbiór strukturalny AGFILE.

Już po wdrożeniu systemu okazało się, że zakres informacji opisowych zawartych w rekordach nagłówkowych jest zbyt mały, w związku z czym system rozbudowano o dodatkowy moduł cennika. W zbiorze głównym cennika BOMDEN przechowywane są ceny i numery sekcji zaopatrzenia dla materiałów i niektórych innych elementów struktury.

8. Struktura budynku jako produktu Kombinatu

Kombinat realizuje obiekty w ramach kilku tzw. sekcji. Sekcję można w uproszczeniu określić jako typ budynku; faktycznie sekcja stanowi zbiór typowych segmentów (pionów odpowiadających jednej klatce schodowej), z których jak z klocków mogą być komponowane budynki.

Budynek może mieć teoretycznie nieograniczoną liczbę segmentów, a każdy segment (oprócz szczytowych) może być powtórzony wielokrotnie. Teoretycznie więc liczba "asortymentów" zdefiniowanych jako budynek jest nieskończona.

Uznanie zatem budynku za produkt końcowy w sieci struktury oznaczałoby konieczność ciągłej rozbudowy zbiorów strukturalnych wraz ze stosowaniem coraz to innych kombinacji segmentów w budowanych obiektach. Ponadto wiele składników materialnych i niematerialnych (takich, jak: koszty płac bezpośrednich, zaangażowania sprzętu) przypisanych jest do segmentu, nie zaś do budynku. Każdy nowy budynek wymagałby więc przeprowadzenia ręcznych obliczeń w celu określenia dla niego normatywów materialnych i niematerialnych. Czynności te powinien realizować system.

W celu uniknięcia tych trudności zdecydowano uznać za produkt końcowy Kombinatu segment. Liczba typów segmentów jest niewielka, kształtuje się w granicach 20 do 25 i jest względnie stała. Mogą co prawda być wprowadzane do produkcji nowe sekcje, lecz jest to długotrwały proces. Ponadto struktura segmentu jest ściśle określona i nie podlega zmianom. Komponenty segmentu zostały zdefiniowane jako:

- 1) produkty fabryki elementów,
- 2) materiały bezpośrednie oraz koszty płac bezpośrednich i zaangażowania sprzętu,

3) dane techniczne i eksploatacyjne.

Z uwagi na technologię montażu, segment jest podzielony na działki. Działka jest to fragment segmentu odpowiadający danej kondygnacji, przy czym za kondygnacje uznaje się też piwnice i dach. Kilka spośród działek segmentu może posiadać jednakową strukturę.

Transport elementów prefabrykowanych z fabryki na plac budowy odbywa się tzw. pakietami, czyli jednorazowymi ładunkami o ściśle określonym składzie asortymentowym. Dla każdej działki określone są pakiety, które muszą być dostarczone dla jej zmontowania. Każdy pakiet przewożony jest ściśle określonym rodzajem środka transportu (paleta, stózek, kontener). Komponentami dla pakietu są elementy prefabrykowane.

Wszystkie roboty, realizowane na placu budowy, są podzielone na grupy robót. Podział ten zależy w pewnym stopniu od przyjętych rozwiązań organizacyjnych, zawsze jednak występować będą takie roboty, jak:

- roboty montażowe,
- stany zerowe,
- przyłącza wodno-kanalizacyjne,
- roboty instalacyjne,
- roboty wykończeniowe,
- roboty budowlane.

Dla każdej z grup robót określone są rodzaje i ilości normatywne materiałów, koszty robocizny i zaangażowania sprzętu. Normatywy te dotyczą segmentu. Ponieważ w pierwszym etapie prac systemem objęto fabrykę elementów, część struktury dotycząca placu budowy nie została jeszcze wprowadzona do zbiorów i nie zostały podjęte decyzje dotyczące ścisłej definicji tej części sieci struktury.

Element prefabrykowany jako produkt fabryki elementów posiada stałą, określoną w karcie technologicznej, strukturę.

Element składa się z:

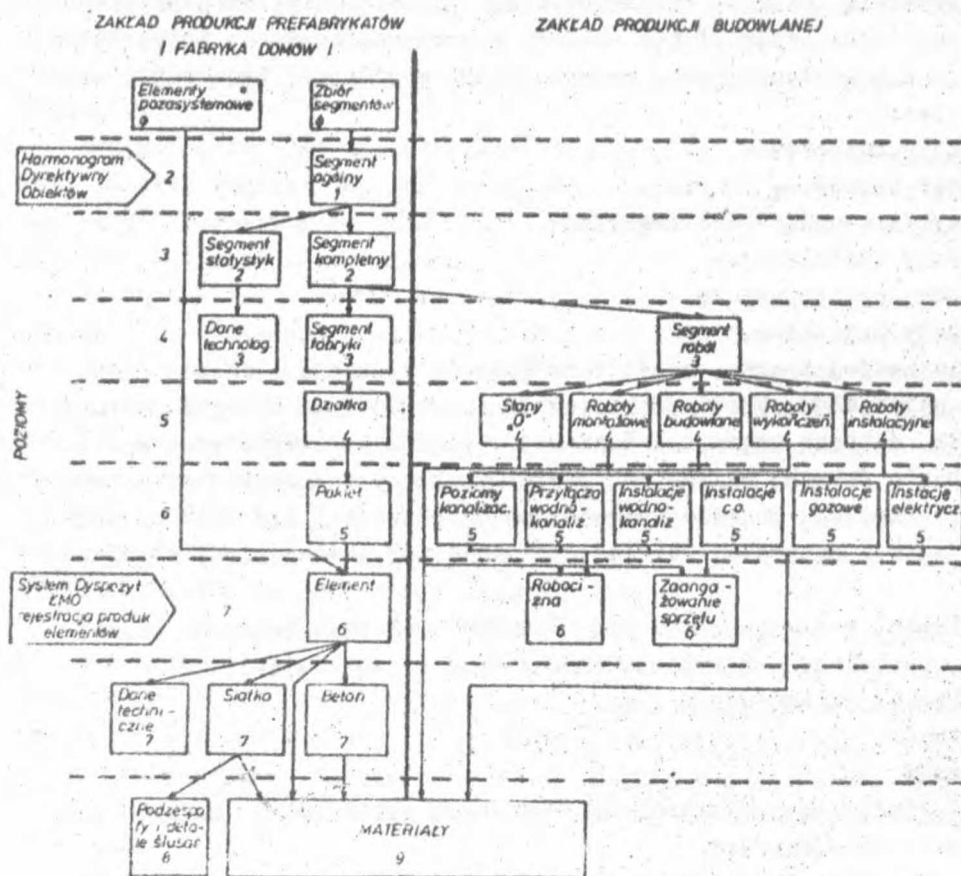
- betonów,
- siatki,
- materiałów bezpośrednich nie będących składnikami betonów ani siatki zbrojeniowej.

Betony składają się z materiałów, zaś dla siatek - z uwagi na

organizację procesu produkcyjnego - określono następujące komponenty:

- podzespoły siatek,
- detale ślusarskie,
- materiały.

Podzespoły siatki są to jej poszczególne fragmenty powstające na różnych stanowiskach produkcyjnych. Detale ślusarskie są produkowane przez ślusarnię lub kupowane z zewnątrz i dostarczane do zbrojarni jako półprodukty. Materiały obejmują tu wszystkie materiały hutnicze, zużywane do produkcji siatki. Ponadto dla elementów, betonów i siatek podane są pewne dane techniczno-ekonomiczne. Pełną sieć struktury przedstawia rys. 3.



Rys. 3. Sieć struktury dla segmentu

W części dotyczącej placu budowy jest to projekt, który może być jeszcze zmieniony.

9. Symbolika

System strukturalnej bazy danych wymaga zdefiniowania spójnego wewnętrznie systemu symboliki obejmującego wszystkie elementy struktury. System symboliki musi zapewniać identyfikację typu elementu struktury oraz powinien gwarantować sekwencję typów w zbiorze, zgodną z konstrukcją sieci struktury, np. elementy prefabrykowane jako komponenty pakietu powinny w zbiorze wystąpić po wszystkich pakietach, ale przed betonami i siatkami.

Można zaprojektować całkiem nowy system symboliki, lecz doświadczenie uczy, że w konfrontacji ze starym, tradycyjnym, ten nowy prawie zawsze przegrywa. Ponadto w Kombinacie eksploatowano już dwa inne systemy stosujące symbolikę, do której załoga była przyzwyczajona. Z tych względów przyjęto rozwiązanie kompromisowe polegające na zaadaptowaniu istniejącej symboliki poprzez poszerzenie jej w ten sposób, aby spełniała wymienione wyżej wymogi.

W zastosowanym rozwiązaniu 12-znakowe pole, przewidziane w systemie na symbol elementu struktury, podzielono na dwie części. Pierwsza część zawiera 3-znakowy (za wyjątkiem materiałów, dla których identyfikator jest 2-znakowy) identyfikator typu, nadawany w ten sposób, aby sekwencja alfabetyczna kodów zapewniała kolejność zgodną z miejscem każdego typu w strukturze produktu. Część druga zawiera tradycyjnie stosowany symbol. Rozmiar części drugiej nie jest stały, jako że symbolika stosowana dla niższych typów elementów struktury nie była jednolita. Na przykład dla elementów prefabrykowanych był stosowany 8-znakowy symbol alfanumeryczny, dla materiałów - 10-znakowy symbol numeryczny. Wolne znaki pozostawione są na końcu.

Dla potrzeb zestawień wynikowych pierwsza część symbolu jest usuwana i użytkownik nie musi wiedzieć o jej istnieniu. Pełny symbol drukowany jest tylko w raportach i wydrukach kontrolnych, służących bieżącej eksploatacji systemu i utrzymaniu zbiorów. Elementem struktury, które nie posiadały symboliki, nadano alfanumeryczne symbole mnemoniczne.

10. Podsystemy autorskie

Wdrożenie systemu strukturalnej bazy danych normatywnych umożliwia realizację szeregu podsystemów wykorzystujących dane zawarte w zbiorach strukturalnych. Dotąd zaprojektowano i wdrożono ostere podsystemy - wszystkie dla fabryki elementów. Projektowane są dalsze podsystemy dla placu budowy, jednakże ich realizacja uzależniona jest od uporządkowania katalogów normatywnych i cenników.

Podsystemy te współpracują z innym systemem eksploatowanym w LKBZ - Systemem Dyspozytorskim LMD. Jest to system operatywnego sterowania produkcją fabryki elementów i spedycją elementów na plac budowy. Współpraca polega na wykorzystaniu przez programy podsystemów zbiorów Systemu Dyspozytorskiego. Na przykład podsystem planowania i rozliczeń wykorzystuje zbiory zawierające operatywne plany produkcji siatek, cennik elementów oraz dane o rzeczywistej produkcji elementów prefabrykowanych i siatek sbrojenio-
wych.

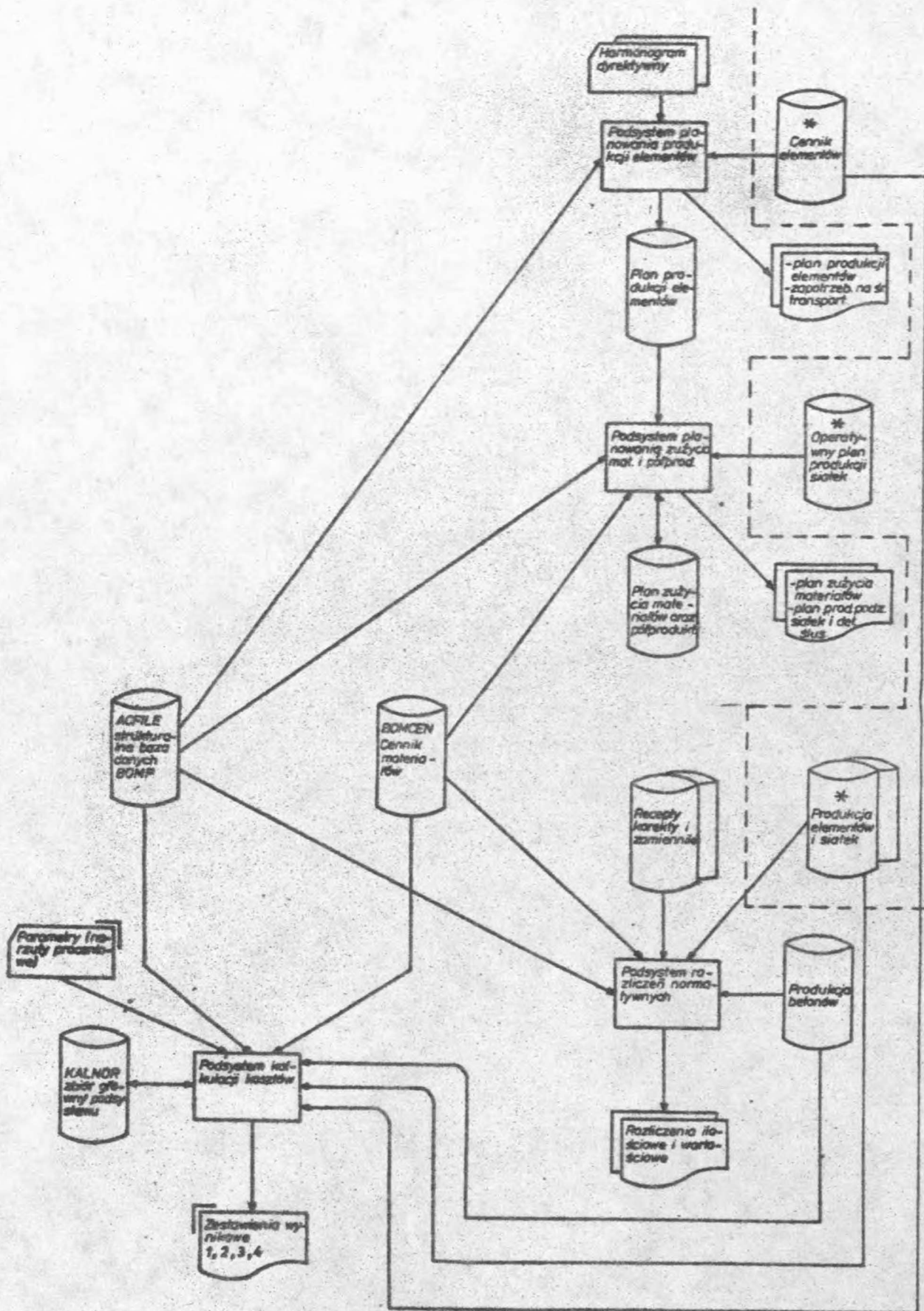
Rysunek 4 przedstawia schemat powiązań poszczególnych podsystemów autorskich.

10.1. Podsystem planowania produkcji elementów prefabrykowanych i zapotrzebowania na środki transportu

Dane wejściowe w podsystemie stanowi harmonogram dyrektywny montażu. Jest on tworzony ręcznie na podstawie planów zagospodarowania terenu, stanu zaawansowania uzbrojenia terenu oraz możliwości wykonawczych poszczególnych grup robót. Uwzględniane są ponadto wymagania dotyczące optymalizacji wykorzystania sprzętu.

Harmonogram montażu zawiera numery budynków z podaniem ich składu (typy segmentów od lewej do prawej) oraz liczbę działek montowanych w poszczególnych miesiącach roku, na który opiewa harmonogram, na trzy miesiące następnego roku i stan zaawansowania na koniec upływającego roku.

Na podstawie tych danych oraz struktur segmentów, przechowywanych w zbiorze strukturalnym ACPFILE, program generuje symbole



Rys. 4. Schemat powiązania podsystemów autorskich

Zbiory systemu Dyspozytorskiego LMD; 1 - koszty materiałów bezpośrednich; 2 - karty kalkulacji normatywnej; 3 - raporty produkcji w koszcie normatywnym; 4 - kwartalne rozliczenie kosztów produkcji.

działek montowanych w poszczególnych miesiącach oraz oblicza liczby zmontowanych izb. Dalsze programy podsystemu rozwijają działki w pakiety, co pozwala na określenie zapotrzebowania na środki transportu. W ostatnim etapie pakiety rozwijane są w elementy prefabrykowane. Dla każdego typu elementu wyszukiwane są ze zbioru IMDGENNIK systemu dyspozytorskiego ŁMD dane o objętości i cenie. Zestawienie końcowe zawiera planowane zużycie każdego elementu w poszczególnych miesiącach roku w sztukach, objętościowo i wartościowo. Elementy zgrupowane są według wydziałów produkcyjnych, w których są produkowane. Dla każdego wydziału oraz łącznie dla fabryki drukowane są wielkości produkcji w poszczególnych miesiącach objętościowo i wartościowo.

Plan zużycia elementów - po uwzględnieniu stanów zapasów na składowiskach oraz niezbędnego dla dojrzewania elementów okresu wyprzedzenia produkcji w stosunku do montażu - w konfrontacji z możliwościami produkcyjnymi fabryki stanowi podstawę oceny realności harmonogramu dyrektywnego montażu. W przypadku stwierdzenia nierealności harmonogramu montażu lub niepełnego wykorzystania mocy produkcyjnych fabryki powinien on być skorygowany, a całe przetwarzanie powtórzone.

Plan zapotrzebowania na środki transportu jest wykorzystywany do składania wstępnych zapotrzebowań w Transbudzie, z którego usług korzysta Kombinat. Plan ten pozwala na dokładne określenie potrzeb z dużym wyprzedzeniem i dzięki temu - uniknięcie składania zapotrzebowań na wyrost. Daje to wymierne oszczędności oraz wzmacnia pozycję Kombinatu jako solidnego klienta, dzięki czemu jest on w mniejszym stopniu narażony na ograniczenia ze strony firmy transportowej.

10.2. Podsystem planowania produkcji betonów i podzespołów siatek oraz zużycia detali ślusarskich i materiałów

Plany produkcji elementów prefabrykowanych sporządzane są na podstawie planów zużycia elementów oraz stanów ich zapasów na składowiskach. Miesięczny plan produkcji elementów określa minimalne ilości poszczególnych rodzajów elementów, jakie muszą być

wyprodukowane dla zapewnienia ciągłości montażu oraz utrzymania stanu zapasów w granicach zapasu minimalnego i maksymalnego dla danego typu elementu.

Elementy produkowane są w czterech wydziałach zwanych liniami produkcyjnymi. Każdy wydział może produkować pewną liczbę typów elementów, przy czym dany element może być produkowany tylko w jednym z wydziałów. Do produkcji elementów używane są formy, których każdy z wydziałów posiada pewną liczbę. W formie można wyprodukować w jednym cyklu od jednego do kilkunastu elementów, w zależności od ich rozmiarów, przy czym mogą to być elementy różnych typów. Zmiana asortymentu dla danej formy wymaga czasochłonnej operacji przebrojenia formy. Ponieważ zapotrzebowanie na poszczególne typy elementów jest zmienne w bardzo szerokim zakresie, istnieje konieczność kilkakrotnego przebrojenia form dla dostosowania produkcji do potrzeb montażu w każdym miesiącu. Możliwych rozwiązań jest wiele, a do rozwikłania tego problemu nie można zastosować żadnej ze znanych metod optymalizacji. Harmonogram produkcji, zawierający rozpisane w czasie zadania na poszczególne formy, sporządzany jest więc ręcznie - drogą kolejnych przybliżeń. Dość często zdarza się, że możliwości produkcyjne poszczególnych wydziałów pozwalają na wyprodukowanie większej liczby elementów, niż wymaga tego plan zużycia. W takich wypadkach produkowane są te elementy, których zapasy na składowiskach są najniższe w stosunku do zapasu normatywnego, a ich zużycie przewidziane jest w najbliższym czasie (plan zużycia sporządzany jest przez system na cały rok). Przeciętnie jednak produkcja elementów nie różni się wiele od planów ich zużycia i w związku z tym plany zużycia elementów można uznać za rzetelną podstawę do wyliczenia niezbędnej liczby składników elementów, które muszą być wyprodukowane lub zakupione. Funkcje te realizuje opisywany podsystem, rozwijając planowane wielkości zużycia elementów w:

- 1) plan produkcji betonów,
- 2) plan produkcji podzespołów siatek,
- 3) plan zużycia detali ślusarskich,
- 4) plan zużycia materiałów.

Plan produkcji betonów pozwala na ocenę realności planu produkcji elementów z punktu widzenia możliwości betonowni. Plan produkcji siatek nie jest sporządzany oddzielnie, jako że pokrywa się

on dokładnie z planem produkcji elementów, ponieważ każdemu elementowi odpowiada jedna siatka o tym samym symbolu.

Plan produkcji podzespołów siatek pozwala na sporządzanie harmonogramu ich produkcji zawierającego rozpisane w czasie zadania na poszczególne stanowiska produkcyjne, oraz na lepsze wykorzystanie materiałów hutniczych, których niedobór Kombinat odczuwał zawsze.

Zużycie detali ślusarskich jest w Kombinacie dosyć duże w stosunku do mocy produkcyjnych ślusarni. Znajomość planów zużycia z dużym wyprzedzeniem pozwala na uruchomienie produkcji tych detali, których zużycie skumulowane jest w jakimś okresie, odpowiednio wcześniej. W przypadku niemożliwości ich wyprodukowania, na przykład z powodu braku materiałów lub zbyt małych mocy produkcyjnych, jest możliwe odpowiednio wczesne złożenie zamówienia na potrzebne asortymenty u innych producentów.

Wśród materiałów wykorzystywanych w Kombinacie są takie, które są stosowane tylko w fabryce elementów i takie, które są stosowane wyłącznie na placu budowy oraz uniwersalne. Plany zużycia materiałów, tworzone przez system, dotyczą obecnie wyłącznie tej części materiałów, które są zużywane w fabryce. Plany te są pełnowartościowe w odniesieniu tylko do tych materiałów. W stosunku do pozostałych materiałów służby zaopatrzenia muszą uzupełnić plany o zużycie na placu budowy. Mimo to, system ułatwia pracę tym służbom wykonując część pracochłonnych obliczeń. Całość gospodarki materiałowej, w części dotyczącej zaopatrzenia, może być objęta komputeryzacją po rozbudowie systemu o część dotyczącą placu budowy.

10.3. Podsystem normatywnych rozliczeń zużycia materiałów i półproduktów

Bardzo poważnym problemem we wszystkich przedsiębiorstwach budowlanych jest nadmierne w stosunku do normatywnego zużycie materiałów. Przyczyną tego jest m.in. brak sprawnego systemu rozliczeń wydziałów produkcyjnych i grup robót ze zużycia materiałów. System taki wymaga ciągłego przeprowadzania wielu pracochłonnych, chociaż dość prostych obliczeń. Realizacja tego zadania metodami tradycyj-

nymi jest bardzo trudna i na ogół rozliczenia normatywne nie są prowadzone albo są prowadzone w niewłaściwy sposób.

System strukturalnej bazy danych umożliwia szybkie i sprawne przeprowadzenie rozliczeń za dowolny okres pod warunkiem regularnego i pełnego spływu dokumentacji dotyczącej produkcji i ruchu materiałów. Podsystem rozliczeń w Kombinacie prowadzi rozliczenia zużycia dla czterech linii produkcyjnych elementów prefabrykowanych, betonowni i zbrojarni.

Najprostsza do realizacji jest część dotycząca rozliczeń linii produkcyjnych. Struktura produktu jest tu stała, a ewentualne zmiany dotyczą wyłącznie stosowanych asortymentów bez zmian ilościowych (np. różnego typu wanny, baterie etc.). System rozliczeń wymusza bardziej oszczędne gospodarowanie takimi materiałami, jak: beton, szpachlówka, materiały uszczelniające oraz zapobiega zawyżaniu zużycia w celach przestępczych.

Rozliczenia zbrojarni są trudniejsze do prowadzenia z uwagi na możliwość stosowania zamienników. W przypadku braku określonego asortymentu materiałów hutniczych mogą być stosowane inne, przy czym ilość normatywna zamiennika z reguły jest inna niż materiału, który zamiennik zastępuje. Najczęściej jest to przypadek, gdy pręty stalowe zastąpione są grubszymi niż przewiduje technologia. Dział głównego technologa przygotowuje wtedy zmieniony projekt siatki o zwiększonych odległościach pomiędzy prętami. Zbrojarnia nie może być obciążona za wzrost zużycia stali i w rozliczeniach powinny być użyte normatywy zastępcze wynikające z zastosowania zamienników.

Projekt systemu przewidywał utrzymanie zbioru struktur zastępczych, przechowującego normatywy zużycia stali określone dla każdej zmienionej wersji projektowo-technologicznej siatki zbrojeniowej. W praktyce jednak okazało się to trudne do realizacji z przyczyn organizacyjnych i psychologicznych. Obecnie zbrojarnia rozliczana jest według sztywnych normatywów, a w przypadku stosowania zamienników sporządzane są odpowiednie raporty konieczności, stanowiące podstawę usprawiedliwienia zwiększonego zużycia materiałów.

Jeszcze trudniejszym problemem są rozliczenia betonowni. W przypadku tego wydziału chodzi nie tyle o oszczędność zużycia materiałów, co o przestrzeganie norm technologicznych. W interesie bowiem linii produkcyjnych, będących odbiorcami betonu, są od-

stępstwa od norm in minus, w wyniku czego otrzymuje się beton bardziej płynnej konsystencji, łatwiej wypełniający formy, lecz nie zapewniający odpowiednich parametrów wytrzymałości.

Rejestracja faktycznego zużycia materiałów przez betonownię jest obecnie niemożliwa, ponieważ materiały te są pobierane z silosów i hałd liniami półautomatycznymi. Betonownia posiada dozowniki półautomatyczne nie rejestrujące zużycia narastającego. Obowiązkiem personelu betonowni jest dozowanie składników betonów zgodnie z recepturami. Jednakże po fakcie nie ma żadnej możliwości stwierdzenia faktycznie zadozowanej ilości składników. Zespół zaprojektował system automatycznej rejestracji zużycia z wykorzystaniem krajowego sprzętu komputerowego, jednakże z powodu jego niedostępności i braku środków finansowych, nie został on zrealizowany.

Drugą trudność w prowadzeniu rozliczeń betonowni stanowi duża zmienność receptur na poszczególne marki betonu. Wynika ona z dużych wahań w parametrach cementu i kruszyw oraz wpływów atmosferycznych.

Dla każdej marki betonu istnieje podstawowa wzorcowa recepta oraz kilka lub kilkanaście recept wariantowych opracowanych dla kilku standardowych wersji własności materiałów. W przypadku gdy parametry materiałów odbiegają od przyjętych w standardach, laboratorium opracowuje korekty do recept. Większość produkcji betonowni opiera się na receptach korygowanych. W praktyce więc laboratorium określa codziennie lub nawet kilka razy dziennie dla każdej marki betonu numer recepty oraz korektę do recepty.

Projekt systemu umożliwił prowadzenie rozliczeń według tak określonych normatywów dzięki zastosowaniu dwóch uzupełniających zbiorów struktur zawierających recepty standardowe i bieżąco wprowadzane korekty. Ta jego część nie została jednak wdrożona z uwagi na niemożliwość rzetelnego ustalenia strony rzeczywistej rozliczeń, ponieważ nie został rozwiązany problem obiektywnej rejestracji zużycia. Zużycie rzeczywiste, zapisywane w dozowni, jest zawsze równe zużyciu normatywnemu; nie ma więc potrzeby porównywania tych dwóch wielkości. Obok rozliczeń ilościowych podsystem prowadzi również rozliczenia wartościowe.

Dane uzyskiwane w podsystemie mają dużą wartość dla kierownictwa przedsiębiorstwa oraz jego agend zajmujących się gospodarką materiałową i finansami, umożliwiając identyfikację miejsc powsta-

wania strat i ich wielkość. Sam fakt funkcjonowania takiego systemu ma dodatni wpływ na załogę przedsiębiorstwa (efekt "pańskiego oka"), aczkolwiek brak konsekwencji wobec winnych w dłuższym okresie może ten efekt zniwelować.

10.4. Podsystem kalkulacji normatywnej

Podsystem kalkulacji produkcji w kosztach normatywnych łączy Dział Księgowości od szkodliwych i czasochłonnych prac związanych z kalkulacją kosztów półproduktów i produktów (betony, siatki, elementy prefabrykowane) oraz rozliczaniem produkcji linii produkcyjnych i wydziałów. O znaczeniu tego problemu w całości zadań księgowości może świadczyć fakt, iż z inicjatywą opracowania informatycznego systemu kalkulacji normatywnej wystąpił główny księgowy Kombinat. On też przedstawił projekty zestawień wynikowych oraz algorytmy liczenia poszczególnych pozycji.

System generuje zbiór kalkulacji normatywnej elementów, betonów i siatek na podstawie zbioru strukturalnego ACPFILE, cennika materiałów BOMCEN oraz parametrów zawierających obowiązujące nakłady procentowe. Zbiór ten stanowi główne źródło danych do wydruków kart kalkulacji normatywnej. System pozwala otrzymać nowe kalkulacje już w kilka godzin po otrzymaniu informacji o zmianie ceny materiału lub innych danych o kosztach. System przeprowadza również rozliczenia linii produkcyjnych w kosztach normatywnych.

Prace, które trwały tygodniami, mogą być obecnie wykonane w ciągu jednego dnia. Jest to niezmiernie istotne w warunkach zmieniających się często cen, płac, przepisów i nierytmiczności produkcji.

11. Kierunki rozbudowy systemu

Rozwiązania zastosowane w systemie bazy strukturalnej umożliwiają poszerzenie systemu o części dotyczące placu budowy. Do zbiorów strukturalnych muszą być w tym celu wprowadzone dane o:

- strukturze robót przed- i pomontażowych,
- pracach wchodzących w zakres poszczególnych typów robót,
- normatywnym zużyciu materiałów w toku tych prac,
- normatywnych kosztach robocizny,
- zaangażowaniu sprzętu,
- kosztach zaangażowania sprzętu.

Umożliwi to:

1) poszerzenie systemu planowania zużycia materiałów o część dotyczącą placu budowy;

2) automatyzację gospodarki zaopatrzeniowej (co wymagać będzie stosowania dodatkowego podsystemu, obejmującego rejestrację stanów magazynowych, zamówień, potwierdzeń itd.);

3) automatyzację limitowania, czyli wydawania materiałów grupom robót według zużycia normatywnego dla prac, które mają być wykonane;

4) automatyzację normatywnych rozliczeń grup robót z pobranych materiałów;

5) planowanie zapotrzebowania na sprzęt;

6) planowanie kosztów według rodzajów;

7) kalkulację normatywną budynku;

8) stosowanie podsystemu płac dla pracowników akordowych.

Podjęcie prac projektowych i programowych nad tymi podsystemami będzie możliwe jednak dopiero po uporządkowaniu tradycyjnej bazy normatywnej, która w większości pozycji jest obecnie nieaktualna.

Innym kierunkiem prac prowadzonych obecnie jest przeniesienie systemu z emc ICL-2903/04 na emc ODRA-1305, gdzie będzie eksploatowany pod systemem operacyjnym GEORGE 3 oraz z zastosowaniem teletransmisji i mikrokomputera MERA 100 jako końcówki. Adaptacja systemu na bardziej w Polsce popularną maszynę cyfrową umożliwi jego rozpowszechnienie w innych kombinatach, które już wykazały zainteresowanie systemem.

Ryszard Kurzyński

SYSTEM OF PLANNING AND SETTLEMENTS BASED
ON STRUCTURAL BASE OF NORMATIVE DATA

Realization of planning and financial settlements functions in an enterprise producing goods with a complex but relatively stable structure involves a necessity of performing a big number of computations, which exceed possibilities of a traditional system.

In order to solve this problem, in Lodz Construction Company "West", there has been designed and introduced a system utilizing a standard package ICL - BILL OF MATERIALS PROCESSOR.

The article contains:

- diagnosis of difficulties and requirements of the above mentioned company in the field of implementing planning and settlements functions,
- basic ideas of a structural technological data base,
- concept of the product structure network in the company,
- short description of BOMP package,
- description of authors' subsystems utilizing structural data files of BOMP data base carried out in the above company.