

Mirosław ZABOROWSKI
Wyższa Szkoła Biznesu w Dąbrowie Górniczej

ASPEKTY STRUKTURALNE AGREGACJI INFORMACJI W SYSTEMACH STEROWANIA PROCESAMI BIZNESOWYMI PRZEDSIĘBIORSTW

Streszczenie. Praca dotyczy związków agregacyjnych między rodzajami zasobów i ich kategoriami, rodzajami czynności i ich grupami organizacyjnymi, zbiorczymi zamówieniami zakupu i pozycjami tych zamówień, transakcjami złożonymi i ich transakcjami składowymi itp. Omówiono strukturę tabel zawierających informacje o tych związkach w informatycznych systemach zarządzania i pokazano, że wiele z nich można zapisać jako zależności funkcyjne w tabelach bytów agregowanych.

Słowa kluczowe: zintegrowane systemy zarządzania, modele referencyjne, relacyjne bazy danych, teoria EPC II

STRUCTURAL ASPECTS OF INFORMATION AGGREGATION IN SYSTEMS OF ENTERPRISE BUSINESS PROCESS CONTROL

Summary. The paper deals with aggregation relationships between resource kinds and their categories, activity kinds and their organizational groups, purchase orders and their items, complex and component transactions and the like. The structure of the tables containing information on these relationships in computer management systems has been discussed. It was shown that many of such relationships may be recorded as function dependencies in the tables of the aggregated entities.

Keywords: integrated management systems, reference models, relational databases, EPC II theory

1. Struktura informacji w systemach sterowania procesami biznesowymi przedsiębiorstw

1.1. Główne rodzaje informacji

Mimo wielkiej różnorodności zastosowań rzeczywiste informatyczne systemy zarządzania, a także systemy sterowania procesami biznesowymi na niższych poziomach organizacyjnych przedsiębiorstw, wykazują wiele podobieństw zarówno w sposobach działania, jak i w strukturach funkcjonalnej i informacyjnej. Dlatego możliwe jest opracowanie ogólnej teorii sterowania procesami w przedsiębiorstwach, którą w skrócie nazwano teorią EPC II (Enterprise Process Control) [5 – 9]. Zgodnie z tezą o ogólności teorii EPC II, każdy system zarządzania lub sterowania w dowolnym przedsiębiorstwie może być zastąpiony, z zachowaniem wszystkich jego funkcji i danych, przez odpowiedni system EPC II o strukturze zgodnej ze strukturą szkieletowego systemu EPC II.

Rozwój teorii EPC II polega na analizie faktów z obszaru zarządzania i sterowania procesami biznesowymi. Wyniki tej analizy prowadzą do definiowania kolejnych pojęć teorii EPC II i związków między nimi oraz do porządkowania sprzężeń między elementami systemów sterowania procesami. Klasy elementów tych systemów i klasy sprzężeń między nimi odpowiadają pojęciom i związkom między pojęciami teorii EPC II. Co więcej, same te związki są także pojęciami teorii EPC II, dlatego jest ważne, że wszystkie pojęcia teorii EPC II odpowiadają określonym tabelom relacyjnej bazy danych szkieletowego systemu EPC II [5], a desygnaty tych pojęć – wierszom tych tabel.

Wszystkie tabele występujące w systemach EPC II nazywane są **rodzajami informacji**, a ich wiersze – **elementami informacji**. **Administracyjne rodzaje informacji** to tabele zawierające dane potrzebne do zarządzania i sterowania procesami. Wśród nich wyróżnia się **główne rodzaje informacji**, które, jako zbiory swoich wierszy, nie są podklasami ani złączeniami naturalnymi innych tabel [8]. Do podklas zaliczono formalnie także podklasy równoliczne, czyli tabele otrzymywane z rodzajów informacji przez dodanie nowych kolumn niekluczowych i ewentualne usunięcie innych kolumn niekluczowych. Złączenia naturalne nie muszą być trwale pamiętane, ponieważ mogą być automatycznie odtworzone na podstawie głównych rodzajów informacji bądź ich podklas. Wynika stąd, że w zakresie struktury informacji dowód zgodności z teorią EPC II dla każdego rzeczywistego systemu zarządzania polega na pokazaniu związków jeden do jeden między jego tabelami i odpowiednimi głównymi rodzajami informacji szkieletowego systemu EPC II lub złączeniami naturalnymi jego rodzajów informacji.

W rzeczywistych informatycznych systemach zarządzania są tysiące tabel, a tabele te są różne w różnych systemach. Mimo to liczba głównych rodzajów informacji jest skończona i stosunkowo niewielka. W aktualnym stanie rozwoju teorii EPC II znanych jest 227 głów-

nych rodzajów informacji, a ich atrybutów kluczowych, czyli **atrybutów strukturalnych**, jest łącznie 29. Są to liczby zbliżone do liczb 220 i 25, które podano przed rokiem przy pierwszej prezentacji wykazu głównych rodzajów informacji [4]. Nie zmienił się także sens tego wykazu i jego praktyczne znaczenie, lecz sam wykaz ewoluował w kolejnych publikacjach na temat teorii EPC II. Z jednej strony, aby uprościć opis struktury związków między pojęciami, zastępowano te atrybuty strukturalne, które są numerami krotek innych atrybutów, przez ich atrybuty składowe, co zwiększyło liczbę atrybutów strukturalnych. Ponadto, w trakcie weryfikacji zgodności szkieletowego systemu EPC II z kolejnymi systemami rzeczywistymi (np. z systemami rachunkowości) zauważono, że potrzebne są nowe główne rodzaje informacji [8, 9, 10]. Z drugiej strony, zwiększenie przejrzystości opisu związków umożliwiło spostrzeżenie, że niektóre tabele, które pierwotnie zaliczono do głównych rodzajów informacji, są złączeniami naturalnymi innych tabel, a niektóre atrybuty, które pierwotnie zaliczono do atrybutów kluczowych określonych tabel, są funkcyjnie zależne od innych atrybutów kluczowych tych tabel. To zmniejszyło liczby głównych rodzajów informacji i atrybutów strukturalnych.

Niżej omówiono te główne rodzaje informacji i te atrybuty strukturalne, które dotyczą związków agregacyjnych między desygnatami pojęć teorii EPC II, np. między rodzajami zasobów i ich kategoriami, między rodzajami czynności i ich grupami organizacyjnymi, między zamówieniami zbiorczymi i pozycjami tych zamówień, między transakcjami złożonymi i ich transakcjami składowymi itp.

1.2. Atrybuty strukturalne rodzajów informacji

Dla wszystkich tabel wszystkich systemów zarządzania i sterowania procesami w przedsiębiorstwach można określić klucze (główne lub kandydujące), których atrybuty należą do przedstawionego niżej zbioru 18 atrybutów wymiarowych. Atrybuty pochodne są drugimi wystąpieniami atrybutów wymiarowych w kluczach tych tabel, które opisują związki między tabelami o tych samych atrybutach kluczowych, np. w tabeli indeksowanej przez pary (czynność poprzednia, czynność następna).

Wymiarowe atrybuty strukturalne

a –	numer rodzajów czynności,	$a \in A$;
r –	numer rodzajów zasobów,	$r \in R$;
q –	numer parametrów czynności i zasobów,	$q \in Q$;
o –	numer opcji (wartości) określonych parametrów wyliczeniowych,	$o \in O$;
f –	numer procedur w bibliotece procedur transakcyjnych,	$f \in F$;
i –	numer rodzajów informacji,	$i \in I$;
b –	numer atrybutów informacji określonego rodzaju,	$b \in B$;

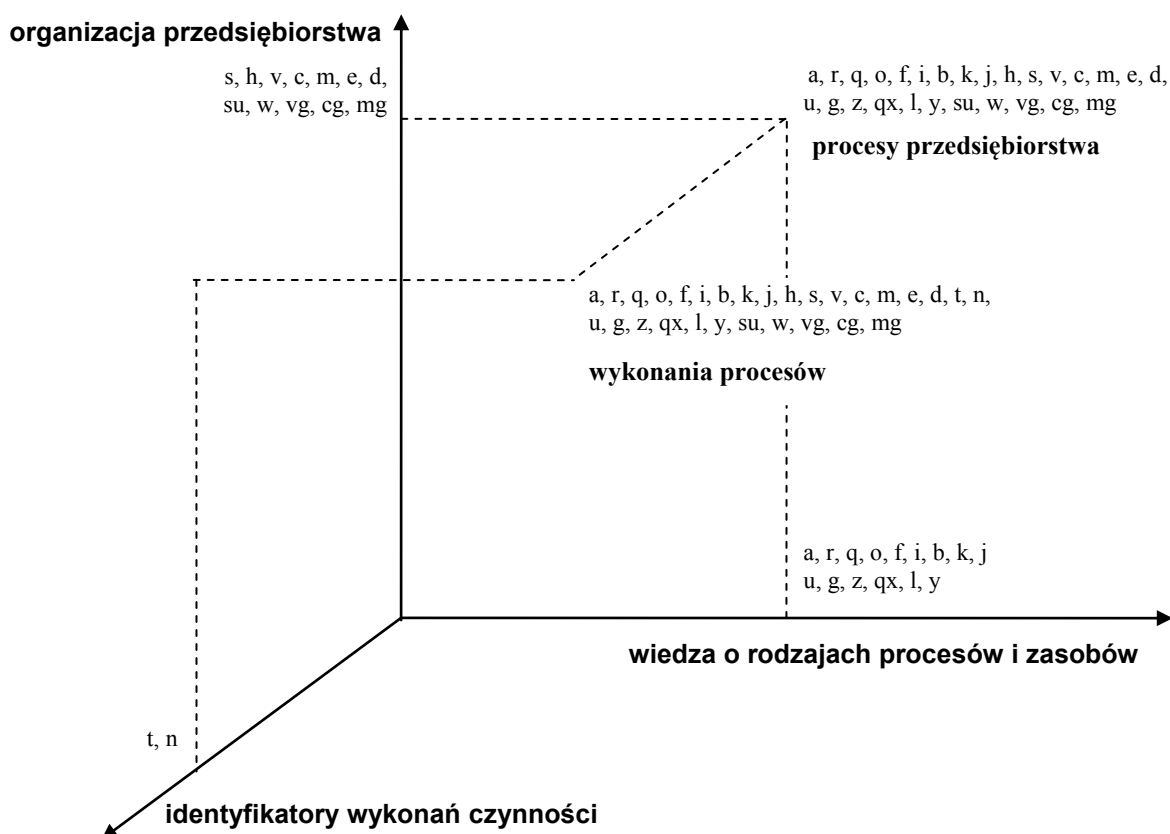
k –	numer tranzycji rodzajowych dla czynności określonego rodzaju,	$k \in K$;
j –	numer faz przetwarzania danych w chwilach czasu dyskretnego,	$j \in J$;
s –	numer jednostek organizacyjnych,	$s \in S$;
h –	numer skal czasu i poziomów organizacyjnych,	$h \in H$;
v –	numer umiejscowień zasobów wewnątrz systemów organizacyjnych,	$v \in V$;
c –	numer kont księgowych,	$c \in C$;
m –	numer miejsc informacji,	$m \in M$;
e –	numer egzemplarzy bądź partii zasobów określonego rodzaju,	$e \in E$;
d –	numer elementów informacji określonego rodzaju,	$d \in D$;
t –	czas, np. w notacji (rok-miesiąc-dzień-godzina-minuta-sekunda-0,1 s),	$t \in T$;
n –	numer zleceń lub transakcji oraz innych, chronologicznie występujących zdarzeń określonego typu,	$n \in N$.

Pochodne atrybuty strukturalne

u –	numer rodzajów czynności nadrzędnych (w tym procesów „p”),	$u \in U \subset A$;
g –	numer rodzajów czynności występujących w skojarzeniach z innymi rodzajami czynności, w tym grup rodzajów czynności oraz czynności następujących po innych czynnościach w określonych procesach,	$g \in G \subset A$;
z –	numer grup rodzajów zasobów, w tym kategorii zasobów, rodzajów umiejscowień zasobów i rodzajów zasobów złożonych,	$z \in Z \subset R$;
qx –	numer parametrów określonych opcji parametrów wyliczeniowych, w tym parametrów opcji parametrów skojarzeniowych,	$qx \in QX \subset Q$;
l –	numer tranzycji rodzajowych sprzężonych z innymi tranzycjami rodzajowymi albo numer tranzycji złożonych z innych tranzycji,	$l \in L \subset K$;
y –	numer faz przetwarzania danych w jednostkach sterujących,	$y \in Y \subset J$;
su –	numer nadrzędnych jednostek organizacyjnych,	$su \in SU \subset S$;
w –	numer jednostek organizacyjnych występujących w skojarzeniach z innymi jednostkami,	$w \in W \subset S$;
vg –	numer zagregowanych umiejscowień zasobów,	$w \in W \subset M$;
cg –	numer zagregowanych kont księgowych,	$z \in Z \subset E$;
mg –	numer zagregowanych miejsc informacji,	$mg \in MG \subset M$.

Każdy atrybut strukturalny może być zaliczony do jednego z trzech wymiarów ogólnej struktury systemów EPC II:

- wiedza o rodzajach procesów i zasobów,
- organizacja przedsiębiorstwa,
- identyfikatory wykonań określonych czynności i związanych z nimi zdarzeń.



Rys. 1. Wymiary struktury systemów sterowania procesami w przedsiębiorstwach
 Fig. 1. Dimensions of the structure of Enterprise Process Control systems

Wszystkie rodzaje informacji należące do wiedzy, którą można wykorzystać bez zmian w różnych przedsiębiorstwach, mają atrybuty kluczowe należące do zbioru:

$\{a, r, q, o, f, i, b, k, j, u, g, z, qx, l, y\}$.

Elementy informacji o organizacji konkretnego przedsiębiorstwa są identyfikowane przez atrybuty:

$\{h, s, v, c, m, e, d, su, w, vg, cg, mg\}$,

a elementy informacji o procesach w konkretnych systemach organizacyjnych i o czynnościach w ich podsystemach funkcjonalnych – przez atrybuty kluczowe należące do obu tych zbiorów. Identyfikatorami wykonań określonych czynności i związanych z nimi zdarzeń są atrybuty $\{t, n\}$.

2. Związki między rodzajami informacji agregowanych i zagregowanych

2.1. Agregacja rodzajów zasobów i jej model relacyjny

Grupa rodzajów zasobów $z \in Z$ jest zbiorem rodzajów zasobów $r \in R$, utworzonym według określonego kryterium. Grupy rodzajów zasobów dzielą się na kategorie zasobów, rodzaje umiejscowień zasobów i rodzaje zasobów złożonych, $Z = ZK \cup ZZ \cup ZC$. **Kategoria zasobów** $z \in ZK$ jest to zbiór rodzajów zasobów utworzony dla celów statystycznych. **Rodzaj umiejscowień zasobów** $z \in ZZ$ jest to zbiór wszystkich rodzajów zasobów, które mogą być składowane w umiejscowieniach (np. w magazynach) tego rodzaju. **Rodzaj zasobu złożonego** $z \in ZC$ jest to zbiór rodzajów zasobów, których egzemplarze są zasobami składowymi egzemplarza danego zasobu złożonego.

Związki przynależności rodzajów zasobów do grup zasobów zapisujemy formalnie jako skojarzenia ich atrybutów kluczowych $(r, z) \in ZR \subset R \times Z$. Tabela skojarzeń jest potrzebna, ponieważ jest możliwe, że dany rodzaj zasobów należy do różnych grup zasobów. Na przykład, różne egzemplarze śrub tego samego rodzaju mogą być równocześnie użyte do montażu wyrobów różnych rodzajów. Związki przynależności rodzajów zasobów do grup zasobów $(r, z) \in ZR \subset R \times Z$ dzieli się, podobnie jak te grupy, na asocjacje rodzajów zasobów:

- z ich kategoriami $(r, z) \in ZKR$,
- z rodzajami ich umiejscowień $(r, z) \in ZZR$,
- z rodzajami zasobów złożonych $(r, z) \in ZCR$,

a więc $ZR = ZKR \cup ZZR \cup ZCR$.

Tabele skojarzeń bytów agregowanych z bytami zagregowanymi nie zawsze są potrzebne do formalnego opisu związków agregacyjnych. Na przykład, różne egzemplarze zasobów składowych tego samego rodzaju $(r, e) \in ER \subset R \times E$ mogą należeć do egzemplarzy zasobów złożonych różnych rodzajów $(z, ez) \in EZ \subset Z \times EZ$, ale określony egzemplarz zasobu składowego nie może równocześnie należeć do różnych egzemplarzy zasobów złożonych. Dlatego w czwórkach $(r, e, z, ez) \in R \times E \times Z \times EZ$, reprezentujących odpowiednie związki przynależności, obowiązują zależności funkcyjne $z(r, e), ez(r, e)$, dzięki czemu związki te mogą być zapisane w tabeli ER , której kolumny „z”, „ez” są kolumnami niekluczowymi.

Grupy rodzajów zasobów są formalnie zaliczane do rodzajów zasobów, $z \in Z \subset R$, $(r, z) \in ZR \subset R \times R$. Jest to przykład często stosowanego założenia, dzięki któremu dwa atrybuty strukturalne – wymiarowy i pochodny – wystarczają do indeksacji bytów zagregowanych i ich związków z bytami agregowanymi dla dowolnej liczby poziomów agregacji, np.:

- określony rodzaj tokarek $r \in R$ należy do kategorii „tokarki”, $rt \in Z \subset R$, $(r, rt) \in ZR$;
- rodzaj zasobów „tokarki” należy do kategorii „obrabiarki”, $ro \in Z \subset R$, $(rt, ro) \in ZR$;

- rodzaj zasobów „obrabiarki” należy do kategorii „maszyny”, $rm \in Z \subset R$, $(r_0, rm) \in ZR$;
- rodzaj zasobów „maszyny” należy do kategorii „środki trwałe”, $rm \in Z \subset R$, $(rm, r_s) \in ZR$.

2.2. Agregacja rodzajów czynności

Grupa rodzajów czynności $g \in GA$ jest zbiorem rodzajów czynności $a \in A$, utworzonym według określonego kryterium. Grupy rodzajów czynności, analogicznie do grup rodzajów zasobów, są formalnie zaliczane do rodzajów czynności, $g \in GA \subset A$. Grupami rodzajów czynności są rodziny czynności i czynności grupowe, $GA = GF \cup GG$. **Rodzina czynności** $g \in GF$ jest to zbiór rodzajów czynności utworzony dla celów statystycznych. **Rodzaj jednostek organizacyjnych** $g \in GS \subset GG \subset GA$ jest to zbiór wszystkich rodzajów czynności, które mogą być wykonywane w jednostkach organizacyjnych tego rodzaju. **Czynność grupowa** $g \in GG$ jest to organizacyjna grupa rodzajów czynności. Może to być określony rodzaj jednostek organizacyjnych albo taki podzbiór rodzaju jednostek organizacyjnych, w którym przejście między czynnościami różnych rodzajów nie wymaga wykonania czynności przygotowawczych. Związki przynależności rodzajów czynności do rodzin czynności i do czynności grupowych zapisujemy odpowiednio jako skojarzenia ich atrybutów kluczowych:

$$(a, g) \in AG \subset A \times GA \subset A \times A,$$

$$(a, g) \in AGF \subset A \times GF \subset A \times A,$$

$$(a, g) \in AGG \subset A \times GG \subset A \times A,$$

przy czym:

$$AG = AGF \cup AGG.$$

Grupami rodzajów czynności są także role zasobów odnawialnych. **Rola zasobów** jest to grupa czynności $g \in GL$, do których wykonania są potrzebne zasoby odnawialne określonego rodzaju $r \in RR \subset R$ w określonej roli $(r, gl) \in RL \subset RR \times GL \subset R \times GA$. W przypadku zagregowanych zasobów odnawialnych role są identyfikowane przez pary $(z, gz) \in ZL \subset Z \times GZ$, przy czym $GZ \subset GL$. Jeśli dla danego zasobu zagregowanego role nie są rozróżniane, np. dla kategorii, której zasoby składowe mogą występować w różnych rolach, to dla tego zasobu określone są tylko takie związki agregacyjne, w których zasoby składowe występują bez określonych ról. Role zasobów odnawialnych określonego rodzaju mogą być agregowane, a możliwe związki ról zagregowanych z rolami składowymi zapisuje się jako skojarzenia:

$$(r, gl, glg) \in RLG \subset R \times GL \times GLG.$$

Grup rodzajów czynności nie należy mylić z rodzajami procesów. Wprawdzie proces biznesowy jest zbiorem czynności (wykonywanych w określonym porządku i rozdzielonych przez zasoby [5]), ale istotą związków czynności z procesami są sprzężenia między jednostką sterującą czynnościami danego procesu i czynnościowymi jednostkami funkcjonalnymi [6],

a nie grupowanie czynności o podobnych funkcjach lub o tej samej przynależności organizacyjnej. Mówiąc obrazowo, w przypadku procesów mamy do czynienia z agregacją „pionową”, a w przypadku grup rodzajów czynności – z agregacją „poziomą”. Dlatego związki przynależności czynności do procesów $p \in P \subset U \subset A$ są zapisywane oddzielnie, jako szczególnie przypadek skojarzeń czynności $a \in A$ z czynnościami nadrzędnymi $u \in U \subset A$:

$$(a, p) \in AP \subset A \times P \subset A \times U, \quad (a, p) \in AP \subset AU \subset A \times U \subset A \times A.$$

2.3. Agregacja jednostek organizacyjnych i czynności umiejscowionych

Różne jednostki organizacyjne otoczenia danego przedsiębiorstwa, a także jego jednostki wewnętrzne, mogą być rozmaicie grupowane dla celów statystycznych. Każda jednostka organizacyjna $s \in S$ jest umiejscowieniem organizacyjnej grupy czynności, obejmującej wszystkie rodzaje czynności, które mogą być w tej jednostce wykonywane, $gs(s) \in GS \subset A$. Zatem **grupy jednostek organizacyjnych** można uważać za zagregowane jednostki organizacyjne $w \in W \subset S$, których rodzaje są zbiorami wszystkich rodzajów czynności, jakie mogą być wykonywane w jednostkach składowych. Związki przynależności jednostek organizacyjnych do ich grup są pamiętane jako skojarzenia ich atrybutów kluczowych:

$$(s, w) \in SW \subset S \times W \subset S \times S.$$

Grupy jednostek organizacyjnych nie są nadrzędnymi jednostkami organizacyjnymi $su \in SU \subset S$, których związki z jednostkami podrzędnymi są zapisywane jako skojarzenia $(s, su) \in SSU \subset S \times SU \subset S \times S$. Z powodu strukturalnych różnic między agregacją pionową i poziomą, związki jednostek organizacyjnych z ich jednostkami nadrzędnymi i z ich grupami są zapisywane jako elementy różnych głównych rodzajów informacji – SSU i SW.

Czynności umiejscowione $(s, a) \in SA \subset S \times A$ są agregowane analogicznie do rodzajów czynności i jednostek organizacyjnych. Przynależność czynności umiejscowionych do **zagregowanych czynności umiejscowionych** $(w, g) \in WG \subset W \times GA \subset S \times A$ zapisuje się jako asocjacje:

$$(s, a, w, g) \in SAWG \subset S \times A \times W \times GA \subset S \times A \times S \times A.$$

Skojarzenia podsystemów funkcjonalnych z nadrzędnymi podsystemami funkcjonalnymi oraz czynności funkcjonalnych z nadrzędnymi czynnościami funkcjonalnymi są zapisywane w innych tabelach głównych rodzajów informacji:

$$(s, j, su, y) \in SJU \subset S \times J \times SU \times Y \subset S \times J \times S \times J,$$

$$(s, j, a, su, y, u) \in SJAU \subset S \times J \times A \times W \times Y \times U \subset S \times J \times A \times S \times J \times A,$$

które dotyczą „pionowych” sprzężeń podsystemów funkcjonalnych i czynności funkcjonalnych z ich jednostkami sterującymi [6].

2.4. Agregacja umiejscowień zasobów i zasobów umiejscowionych

Miejsca informacji o zasobach $m \in MR \subset M$ [5] mogą być identyfikowane nie tylko przez swoje numery „m”, lecz także przez czwórki:

$$(sm, v, h, j) \in VJ \subset SMV \times H \times J \subset S \times V \times H \times J,$$

w których $(sm, v) \in SMV \subset SM \times V \subset S \times V$ są **umiejscowieniami zasobów**, natomiast:

sm – numer jednostki organizacyjnej rozpatrywanej jako system organizacyjny, $sm \in SM \subset S$,

v – numer umiejscowień zasobów wewnątrz określonej jednostki organizacyjnej „sm”, nie-
leżących wewnątrz żadnej jednostki podrzędnej względem jednostki „sm”,

h – numer skal czasu i poziomów organizacyjnych w miejscach informacji o zasobach na-
leżących do umiejscowienia (sm, v) ,

j – numer warstw informacyjnych o skali czasu „h” w miejscach informacji należących do
umiejscowienia $(sm, v) \in SMV$.

Dzięki szczegółowej indeksacji zasobowych miejsc informacji można zastąpić problem
ich agregacji przez prostszy problem agregacji umiejscowień zasobów.

Przynależność umiejscowień zasobów do **zagregowanych umiejscowień zasobów**
 $(wm, vg) \in WVG \subset WM \times VG \subset S \times V$ zapisuje się jako asocjacje:

$$(sm, v, wm, vg) \in VVG \subset SM \times V \times WM \times VG \subset S \times V \times S \times V.$$

Zasoby umiejscowione $(sm, v, r) \in RV \subset SM \times V \times R$ są agregowane analogicznie do
rodzajów zasobów i umiejscowień zasobów. Ich przynależność do **zagregowanych zasobów**
umiejscowionych $(wm, vg, z) \in ZVG \subset WM \times VG \times Z \subset S \times V \times R$ zapisuje się jako asocjacje:

$$(sm, v, r, wm, vg, z) \in RVZVG \subset SM \times V \times R \times WM \times VG \times Z \subset S \times V \times R \times S \times V \times R.$$

Przynależność **egzemplarzy zasobów umiejscowionych**:

$$(sm, v, r, e) \in ERV \subset SM \times V \times R \times E$$

do określonych egzemplarzy złożonych zasobów umiejscowionych:

$$(wm, vg, z, ez) \in EZVG \subset WM \times VG \times Z \times EZ$$

może być zapisana w tabeli ERV, w której kolumny niekluczowe (wm, vg, z, ez) reprezentują
zależności funkcyjne atrybutów kluczowych egzemplarzy zasobów złożonych od atrybutów
kluczowych egzemplarzy zasobów składowych (sm, v, r, e) .

2.5. Agregacja wejść i wyjść zasobów z czynności i jednostek organizacyjnych

Agregować można nie tylko zasoby i czynności, lecz także rodzajowe wejścia i wyjścia
zasobów z czynności:

$$(a, r) \in URA \subset A \times R,$$

$$(a, r) \in YRA \subset A \times R,$$

przydziały zasobów odnawialnych w określonych rolach do czynności:

$$(a, r, gl) \in URLA \subset A \times R \times G$$

oraz analogiczne wejścia i wyjścia umiejscowień zasobów z jednostek organizacyjnych:

$$(s, sm, v) \in US \subset S \times SM \times V,$$

$$(s, sm, v) \in YS \subset S \times SM \times V,$$

a także wejścia, wyjścia i przydziały zasobów umiejscowionych do jednostek organizacyjnych:

$$(s, sm, v, r) \in URS \subset S \times SM \times V \times R,$$

$$(s, sm, v, r) \in YRS \subset S \times SM \times V \times R,$$

$$(s, sm, v, r, gl) \in URLS \subset S \times SM \times V \times R \times GL$$

i do czynności umiejscowionych:

$$(s, a, sm, v, r) \in URSA \subset S \times SM \times V \times R,$$

$$(s, a, sm, v, r) \in YRSA \subset S \times SM \times V \times R,$$

$$(s, a, sm, v, r, gl) \in URLSA \subset S \times SM \times V \times R \times GL.$$

Tabele związków agregacyjnych:

- wejść zasobów do czynności, URAG
- wyjść zasobów do czynności, YRAG
- przydziałów zasobów odnawialnych w określonych rolach do czynności, URLAG
- wejść umiejscowień zasobów do jednostek organizacyjnych, USW
- wyjść umiejscowień zasobów z jednostek organizacyjnych, YSW
- wejść zasobów umiejscowionych do jednostek organizacyjnych, URSZW
- wyjść zasobów umiejscowionych z jednostek organizacyjnych, YRSZW
- przydziałów umiejscowionych zasobów odnawialnych
w określonych rolach do jednostek organizacyjnych, URLSZW
- wejść zasobów umiejscowionych do czynności umiejscowionych, URSAZWG
- wyjść zasobów umiejscowionych z czynności umiejscowionych, YRSAZWG
- przydziałów umiejscowionych zasobów odnawialnych
w określonych rolach do czynności umiejscowionych, URLSAZWG

nie są głównymi rodzajami informacji, ponieważ można je wygenerować jako złączenia naturalne według następujących wzorów:

$$URAG = \{(a, r, g, z) \in URA \times UZG \mid (a, g) \in AG \wedge (r, z) \in ZR\}$$

$$YRAG = \{(a, r, g, z) \in YRA \times YZG \mid (a, g) \in AG \wedge (r, z) \in ZR\}$$

$$URLAG = \{(a, r, gl, g, z, gz) \in URLA \times UZLG \\ \mid (a, g) \in AG \wedge (r, z) \in ZR \wedge (r, gl, z, gz) \in ZRL\}$$

$$USW = \{(s, sm, v, w, wm, vg) \in US \times UW \\ \mid (s, w) \in SW \wedge (sm, v, wm, vg) \in SVVG\}$$

$$YSW = \{(s, sm, v, w, wm, vg) \in YS \times YW \\ \mid (s, w) \in SW \wedge (sm, v, wm, vg) \in SVVG\}$$

$$\text{URSZW} = \{(s, sm, v, r, w, wm, vg, z) \in \text{URS} \times \text{UZW} \\ | (s, w) \in \text{SW} \wedge (sm, v, r, wm, vg, z) \in \text{RVZVG} \}$$

$$\text{YRSZW} = \{(s, sm, v, r, w, wm, vg, z) \in \text{YRS} \times \text{YZW} \\ | (s, w) \in \text{SW} \wedge (sm, v, r, wm, vg, z) \in \text{RVZVG} \}$$

$$\text{URLSZW} = \{(s, sm, v, r, gl, w, wm, vg, z, gz) \in \text{URLS} \times \text{UZLW} \\ | (s, w) \in \text{SW} \wedge (sm, v, r, wm, vg, z) \in \text{RVZVG} \wedge (r, gl, z, gz) \in \text{ZRL} \}$$

$$\text{URSAZWG} = \{(s, a, sm, v, r, w, g, wm, vg, z) \in \text{URSA} \times \text{UZWG} \\ | (s, a, w, g) \in \text{SAWG} \wedge (sm, v, r, wm, vg, z) \in \text{RVZVG} \}$$

$$\text{YRSAZWG} = \{(s, a, sm, v, r, w, g, wm, vg, z) \in \text{YRSA} \times \text{YZWG} \\ | (s, a, w, g) \in \text{SAWG} \wedge (sm, v, r, wm, vg, z) \in \text{RVZVG} \}$$

$$\text{URLSAZWG} = \{(s, a, sm, v, r, gl, w, g, wm, vg, z, gz) \in \text{URLSA} \times \text{UZLWG} \\ | (s, a, w, g) \in \text{SAWG} \wedge (sm, v, r, wm, vg, z) \in \text{RVZVG} \wedge (r, gl, z, gz) \in \text{ZRL} \}$$

Związki agregacyjne z tabel URLAG, URLSZW, URLSAZWG dotyczą przypadków, gdy zarówno zasoby składowe, jak i zasoby zagregowane mogą być używane w różnych rolach.

2.6. Agregacja kont księgowych i miejsc informacji

Większość kont księgowych to konta analityczne, z których każde ma jednoznacznie określone konto syntetyczne oraz konto bezpośrednio nadrzędne w drzewiastej strukturze planu kont. W [10] pokazano, że konta syntetyczne, będące korzeniami poszczególnych drzew tej struktury, odpowiadają czynnościowym bądź zasobowym miejscom informacji, a konta analityczne klastrom informacji, w których rozgałęzienia poszczególnych drzew odpowiadają różnym wartościom atrybutów kluczowych. W takiej strukturze informacji agregacja nie wymaga odrębnego definiowania skojarzeń kont księgowych z ich kontami zagregowanymi.

Skojarzenia z alternatywnymi kontami agregującymi, zapisywane w dodatkowej tabeli asocjacji $\text{CCG} \subset \text{C} \times \text{CG}$, są potrzebne tylko wtedy, gdy agregacja kont wynika z alternatywnych agregacji jednostek organizacyjnych, czynności umiejscowionych, umiejscowień zasobów lub zasobów umiejscowionych, o strukturze opisywanej przez omawiane wyżej asocjacje agregacyjne ze zbiorów

$$\text{SW} \subset \text{S} \times \text{W}, \quad \text{SAWG} \subset \text{S} \times \text{A} \times \text{W} \times \text{G}, \quad \text{VG} \subset \text{V} \times \text{VG}, \quad \text{RVZVG} \subset \text{V} \times \text{R} \times \text{VG} \times \text{Z}.$$

Podstawowa struktura informacji w systemach EPC II opiera się na strukturze procesów biznesowych i na strukturze hierarchicznych systemów sterowania tymi procesami [8]. Konta księgowe i miejsca informacji są elementami innych struktur informacji pamiętanych i przetwarzanych w systemach zarządzania i sterowania procesami. Konta księgowe gromadzą część informacji w sposób ułatwiający kontrolę majątku przypisanego do zasobów przedsiębiorstwa. Miejsca informacji służą do gromadzenia informacji w sposób ułatwiający ich wyszukiwanie i zapisywanie przez transakcje systemu sterowania procesami biznesowymi. Informacje z miejsc informacji, podobnie jak informacje z kont księgowych, są agregowane na

podstawie ich wewnętrznej struktury informacyjnej, która odzwierciedla strukturę procesów biznesowych i ich systemów sterowania [5]. Jednak w pewnych przypadkach potrzebna też jest agregacja informacji pochodzących z wielu różnych miejsc informacji $m \in M$, przy czym wyniki agregacji dokonywanej według różnych reguł są pamiętane w wielu różnych miejscach zagregowanych $mg \in MG$ [8]. Dopuszczalne skojarzenia agregacyjne $(m, mg) \in MMG \subset M \times MG$ są zapisywane w tabeli MMG, należącej do głównych rodzajów informacji.

2.7. Agregacja zamówień

Z punktu widzenia teorii EPC II zamówienia zakupu są zleceniami splotu produkcji zasobów z zakładów dostawców do miejsc odbioru zaopatrzenia. Należą zatem do zleceń wykonawczych ($j = 3$ [5]) splotu lub zwrotu zasobów umiejscowionych przez podsystemy funkcjonalne:

$$(s, 3, sm, v, r, n) \in YRSJN \subset S \times J \times SM \times V \times R \times N.$$

W przypadku zamówień klientów numer „s” odnosi się do zakładów danego przedsiębiorstwa, pary (sm, v) identyfikują umiejscowienia odbioru produktów przez klientów, a numer jednostek organizacyjnych klientów jest niekluczowym atrybutem tych zamówień.

W praktyce dane zlecenie zakupu (lub zlecenie sprzedaży) $(s, 3, sm, v, r, n) \in YRSJN$ nie nazywa się „zamówieniem”, lecz „pozycją zamówienia” (w żargonie „linią zamówienia”), podczas gdy nazwa „zamówienie” odnosi się do zamówienia zbiorczego $(w, 3, wm, vg, z, nn) \in YZWJN$, które jest wysyłane do dostawcy $w = s$ i którego specyfikacja zawiera zamówienia na poszczególne produkty „r”, które dostawca powinien dostarczyć do punktu odbioru (sm, v) . Zagregowane miejsce zasobów (wm, vg) reprezentuje grupę punktów odbioru. Na przykład, może być użyte do odróżnienia miejsc odbioru dostaw zaopatrzeniowych od miejsc odbioru zamówień klientów, a zatem do rozróżnienia zamówień sprzedaży i zakupu. Rodzaj zasobów „z” jest kategorią zasobów, w której mieszczą się wszystkie rodzaje „r” zasobów zamawianych w danym zamówieniu zbiorczym, a „nn” jest numerem zamówienia zbiorczego. Jeśli zamówienie zbiorcze zawiera różne zlecenia splotu różnych partii tego samego zasobu umiejscowionego (sm, v, r) , to można rozróżnić je jako podzlecenia $(s, 3, sm, v, r, n)$. Zlecenia zbiorcze są pamiętane w tej samej tabeli, co zlecenia składowe: $YZWJN \subset YRSJN$.

Dane zlecenie splotu produkcji lub zwrotu zasobów umiejscowionych $(s, j, sm, v, r, n) \in YRSJN$ (np. zamówienie składowe) nie może równocześnie należeć do różnych zleceń zagregowanych $(w, j, wm, vg, z, nn) \in YZWJN$ (np. zamówień zbiorczych), dlatego atrybuty kluczowe zleceń zagregowanych są funkcjami atrybutów kluczowych odpowiednich zleceń składowych, przy czym zapis tabelaryczny tych funkcji można przedstawić, dopisując atrybuty (w, j, wm, vg, z, nn) w kolumnach niekluczowych tabeli YRSJN. Jeśli dane zlecenie nie ma nadrzędnego zlecenia zbiorczego, to w tych kolumnach wpisuje się zera.

Z zależności funkcyjnej atrybutów kluczowych wynika zależność funkcyjna wszystkich atrybutów zleceń zagregowanych od atrybutów kluczowych odpowiednich zleceń składowych. Inaczej mówiąc, zagregowane zlecenia spływu lub zwrotu zasobów umiejscowionych przez podsystemy funkcjonalne są funkcją swoich zleceń składowych YZWJN(YRSJN). Stąd wniosek, że odpowiednia tabela związków przynależności nie jest potrzebna, a numer zleceń nadrzędnych „nn” nie jest atrybutem strukturalnym.

2.8. Agregacja planów i zleceń

Tabela 1

Zlecenia i raporty o wykonaniach zleceń

ia	nazwa	s	j	a	sm	v	r	e	g	n	opis
200	WJN(SJN)	s	j							n	zlecenia obciążenia podsystemów funkcjonalnych
201	UWJN(USJN)	s	j		s	v				n	zlecenia poboru lub obciążenia organizacyjnych grup zasobów z określonych umiejscowień przez podsystemy funkcjonalne
202	YWJN(YSJN)	s	j		s	v				n	zlecenia spływu lub zwrotu organizacyjnych grup zasobów do określonych umiejscowień przez podsystemy funkcjonalne
203	UZWJN(URSJN)	s	j		s	v	r			n	zlecenia poboru lub obciążenia zasobów umiejscowionych przez podsystemy funkcjonalne
204	YZWJN(YRSJN)	s	j		s	v	r			n	zlecenia spływu lub zwrotu zasobów umiejscowionych przez podsystemy funkcjonalne
210	WJGN(SJAN)	s	j	a						n	zlecenia wykonania czynności funkcjonalnych
211	UZWJGN(URSJAN)	s	j	a	s	v	r			n	zlecenia poboru lub obciążenia zasobów umiejscowionych przez czynności funkcjonalne
212	YZWJGN(YRSJAN)	s	j	a	s	v	r			n	zlecenia spływu lub zwrotu zasobów umiejscowionych przez czynności funkcjonalne
207	UZWJN(URLSJN)	s	j		s	v	r		a	n	zlecenia obciążenia zasobów odnawialnych w określonych rolach przez podsystemy funkcjonalne
215	UZWJGN(URLSJAN)	s	j	a	s	v	r		a	n	zlecenia obciążenia zasobów odnawialnych w określonych rolach przez czynności funkcjonalne
205	UEZWJN(UERSJN)	s	j		s	v	r	e		n	zlecenia poboru lub obciążenia partii lub egzemplarzy zasobów umiejscowionych przez podsystemy funkcjonalne
210	WJGN(SJAN)	s	j	a						n	zlecenia wykonania czynności funkcjonalnych
211	UZWJGN(URSJAN)	s	j	a	s	v	r			n	zlecenia poboru lub obciążenia zasobów umiejscowionych przez czynności funkcjonalne
212	YZWJGN(YRSJAN)	s	j	a	s	v	r			n	zlecenia spływu lub zwrotu zasobów umiejscowionych przez czynności funkcjonalne
207	UZWJN(URLSJN)	s	j		s	v	r		a	n	zlecenia obciążenia zasobów odnawialnych w określonych rolach przez podsystemy funkcjonalne
215	UZWJGN(URLSJAN)	s	j	a	s	v	r		a	n	zlecenia obciążenia zasobów odnawialnych w określonych rolach przez czynności funkcjonalne

Tak samo jak dla zbiorczych zamówień zakupu i zbiorczych zamówień klientów, można pokazać, że żadne tabele związków przynależności zleceń lub planów do odpowiednich zleceń i planów zagregowanych nie są potrzebne, ponieważ związki te można zapisać jako zależności funkcyjne w tabelach zleceń i planów składowych. W tabeli 1 przedstawiono wykaz tych zależności dla zleceń wraz z ich atrybutami kluczowymi. Podobny wykaz, utworzony analogicznie na podstawie fragmentu wykazu głównych rodzajów informacji [8], można opracować dla planów i raportów okresowych.

2.9. Agregacja transakcji

W systemach EPC II transakcje $(s, j, a, k, n) \in \text{TRN} \subset \text{S} \times \text{J} \times \text{A} \times \text{K} \times \text{N}$ są wykonaniami tranzycji $(s, j, a, k) \in \text{TR} \subset \text{S} \times \text{J} \times \text{A} \times \text{K}$, które są przypisane do określonych czynności funkcjonalnych $(s, j, a) \in \text{SJA} \subset \text{S} \times \text{J} \times \text{A}$, w tym do czynności grupowych reprezentujących obciążenie podsystemów funkcjonalnych $(s, j, \text{gs}(s)) \in \text{SJA} \mid (s, j) \in \text{SJ}$ [6]. Transakcje złożone, analogicznie do zleceń zagregowanych, należą do tego samego zbioru transakcji co transakcje składowe i są od nich funkcyjnie zależne:

$$(s, j, a, l, nn) \in \text{TGN} \subset \text{TRN}, \quad l = l(s, j, a, k, n), \quad nn = nn(s, j, a, k, n).$$

Zatem dla transakcji, podobnie jak dla zleceń, tabele związków przynależności transakcji składowych do transakcji złożonych nie są potrzebne. Przy tym, inaczej niż dla zleceń, transakcje złożone muszą być związane z tą samą czynnością funkcjonalną (s, j, a) co wszystkie transakcje składowe. Co więcej, muszą należeć do tej samej jednostki tranzycyjnej, decyzyjnej $(s, j, a) \in \text{TJAD} \sim \text{SJA}$ albo informacyjnej $(s, j, a) \in \text{TJAI} \sim \text{SJA}$.

Przykładem transakcji złożonych są transakcje księgowe [10], zmieniające stan więcej niż dwóch kont [2]. Zapisy tych transakcji mogą być przedstawione jako zbiory zapisów transakcji prostych, z jednym kontem po stronie kredytu i jednym po stronie debetu [3].

3. Wnioski

Informacje przetwarzane w informatycznych systemach sterowania procesami biznesowymi są w rozmaity sposób agregowane. Dotyczy to wiedzy o procesach i zasobach, informacji o organizacji konkretnego przedsiębiorstwa, a także wszelkich planów, zleceń oraz transakcji i innych zdarzeń występujących w przedsiębiorstwach. W pracy pokazano, że byty zagregowane mogą być uważane za elementy tych samych zbiorów co byty podlegające agregacji. Dzięki temu nawet w przypadku agregacji wielopiętrowej związku przynależności bytów agregowanych do bytów zagregowanych można przedstawić formalnie za pomocą skojarzeń zestawów wymiarowych atrybutów kluczowych i odpowiednich pochodnych atrybutów strukturalnych. Co więcej, w wielu przypadkach tabele skojarzeń agregacyjnych nie są potrzebne, ponieważ atrybuty kluczowe bytów zagregowanych często są funkcyjnie zależne od atrybutów kluczowych bytów składowych.

BIBLIOGRAFIA

1. Beynon-Davis P.: Systemy baz danych. WNT, Warszawa 2003.
2. Eskew R.K., Jensen D.L.: Financial Accounting. Random House, Inc. New York 1989.

3. Podręcznik użytkownika systemu Comarch OPT!MA. Moduł Księga Handlowa. Wyd. Comarch, Kraków 2010.
4. Zaborowski M.: Rodzaje informacji w systemach sterowania procesami przedsiębiorstw, *Studia Informatica*, Vol. 32, No. 2B (97), Wydawnictwo Politechniki Śląskiej, Gliwice 2011, s. 619÷635.
5. Zaborowski M.: The EPC theory. Basic Notions of Enterprise Process Control, Management and Production Engineering Review, Vol. 1, No 3, September 2010, s. 75÷96, <http://www.review.univtech.eu/images/archiwum/nr3/8-zaborowski.pdf>
6. Zaborowski M.: The EPC theory. Couplings between Transitions in Enterprise Process Control Systems, Management and Production Engineering Review, Vol. 1, No. 4, December 2010, s. 77÷92. <http://www.review.univtech.eu/images/archiwum/nr4/9-zaborowski.pdf>
7. Zaborowski M.: The EPC II theory. The Structure of Business Process Control Systems, Management and Production Engineering Review, Vol. 2, No 1, March 2011, s. 61÷77, <http://www.review.univtech.eu/images/archiwum/2011/nr1/9-zaborowski.pdf>
8. Zaborowski M.: The EPC II theory. Data Structure in Enterprise Process Control Systems, Management and Production Engineering Review, Vol. 2, No. 2, June 2011, s. 53÷70, <http://www.review.univtech.eu/images/archiwum/2011/nr2/7-zaborowski.pdf>
9. Zaborowski M.: The EPC II theory. Review of Basic Concepts, Obtained Results and Problems to Discuss, Management and Production Engineering Review, Vol. 2, No. 4, December 2011, s. 66÷89, <http://www.review.univtech.eu/images/archiwum/2011/nr4/7-zaborowski.pdf>
10. Zaborowski M.: Rachunkowość w systemach sterowania procesami biznesowymi przedsiębiorstw, [w:] Knosala R. (red.): *Innowacje w zarządzaniu i inżynierii produkcji*. Oficyna Wyd. Polskiego Towarzystwa Zarządzania Produkcją, Opole 2012, s. 177÷188.

Wpłynęło do Redakcji 22 stycznia 2012 r.

Abstract

All information from any integrated management and business process control system may be recorded in about 200 tables, whose keys attributes are known. These attributes belong to the set of 29 structural attributes, which may be split into three general dimensions:

- knowledge on kinds of processes and resources,
- enterprise organization,

- labels of executions of definite processes.

Analyzing those tables, called “the main information kinds”, one can discuss all problems of information structure in any computer management system. The paper presents such an analyze for structural problems of information aggregation.

The paper deals with aggregation relationships between

- resource kinds and their categories or kinds of complex resources,
- activity kinds and their families or organizational groups,
- activity kinds and the roles of reusable resources,
- organizational units and their statistical groups,
- located activities and organizational groups of them,
- located resources and organizational groups of them,
- inputs or outputs of resources from organizational units or from located activities and their aggregated equivalents,
- bookkeeping accounts and corresponding aggregated accounts,
- information places and aggregated information places,
- purchase orders or customer orders and their items,
- other orders or plans and their aggregated equivalents,
- complex business transactions, including accounting transactions, and corresponding component transactions.

It was shown that many of those relationships may be recorded as function dependencies in the tables of the aggregated entities. For the others the tables of associations of the kinds of aggregate and component entities have been presented.

Adres

Mirosław Zaborowski: Wyższa Szkoła Biznesu, Cieplaka 1c, 41-300 Dąbrowa Górnicza, Polska, zaborowski.miroslaw@gmail.com.