

mgr inż. Łukasz Gola, e-mail: lugola@gmail.com

Politechnika Krakowska, Wydział Mechaniczny, Instytut Technologii Maszyn i Automatyzacji Produkcji

Baza danych wielowariantowych procesów technologicznych obróbki skrawaniem

Streszczenie:

W artykule przedstawiono koncepcję budowy bazy danych do zapisu wielowariantowych struktur procesów technologicznych obróbki skrawaniem. W bazie danych zapisywane są dane wynikowe działania prototypu systemu CAPP opracowanego w ITMiAP Politechniki Krakowskiej. Baza danych została zaimplementowana w MS Access 2010 oraz SQL Server 2008.

1. Wprowadzenie

Proces przygotowania produkcji uległ w ostatnim czasie zasadniczym zmianom wynikającym z konieczności sprostania rosnącej konkurencji, obniżania cen wyrobów oraz bardzo szybkiego reagowania na potrzeby rynku poprzez zwiększenie elastyczności produkcji. Postęp w przygotowaniu produkcji dokonuje się w głównej mierze w komputerowym wspomaganie czynności projektowych.

W świetle stosowania strategii projektowania współbieżnego (ang. CE - Concurrent Engineering)[1][2], gdzie zespoły różnych specjalistów (konstruktorzy, technolodzy, metrologi itp.) prowadzą równoległe prace nad wdrażaniem nowego wyrobu, prowadzone są badania związane z problematyką generowania procesów wytwarzania (procesów technologicznych). Komputerowe systemy wspomagające projektowanie procesów technologicznych (ang. CAPP – Computer Aided Process Planning) są najściślej rozwiniętym obszarem systemów komputerowego wspomaganie CAx (ang. Computer Aided). Wynika to z faktu, iż w przypadku automatyzacji czynności projektowych występuje niepełna identyfikacja ogólnych reguł projektowania procesów technologicznych w aspekcie różnorodności wyrobów i systemów wytwarzania. W związku z powyższym podejmuje się w tym zakresie szereg badań związanych z odpowiednim przygotowaniem produkcji, które skupiają się na takich zagadnieniach jak: jakość i prędkość wykonania planu operacji, dobór właściwych środków produkcji, prawidłowy podział naddatku obróbkowego oraz właściwa (optymalna) kolejność wszystkich czynności wykonywanych w trakcie operacji. Z uwagi na współbieżny rozwój wyrobu, stawia się określone wymagania dla systemów projektowania procesów technologicznych obróbki [3]. Są to:

- zdolność do projektowania procesów technologicznych obróbki dla szerokiego spektrum typowych części maszyn, elementów składowych wyrobów,
- zdolność do projektowania procesów technologicznych obróbki przy uwzględnieniu dysponowanych możliwości systemu wytwarzania, uwzględniających również aktualną sytuację w systemie wytwarzania (awarie obrabiarek, braki narzędzi, itd.),
- zdolność do generowania szeregu wariantów procesu technologicznego z różnym stopniem szczegółowości opracowania.

O ile współczesne systemy CAPP spełniają dwa pierwsze z powyższych wymagań, tak wciąż brak jest metod i algorytmów dla budowy systemów generujących wariantowe procesy technologiczne obróbki.

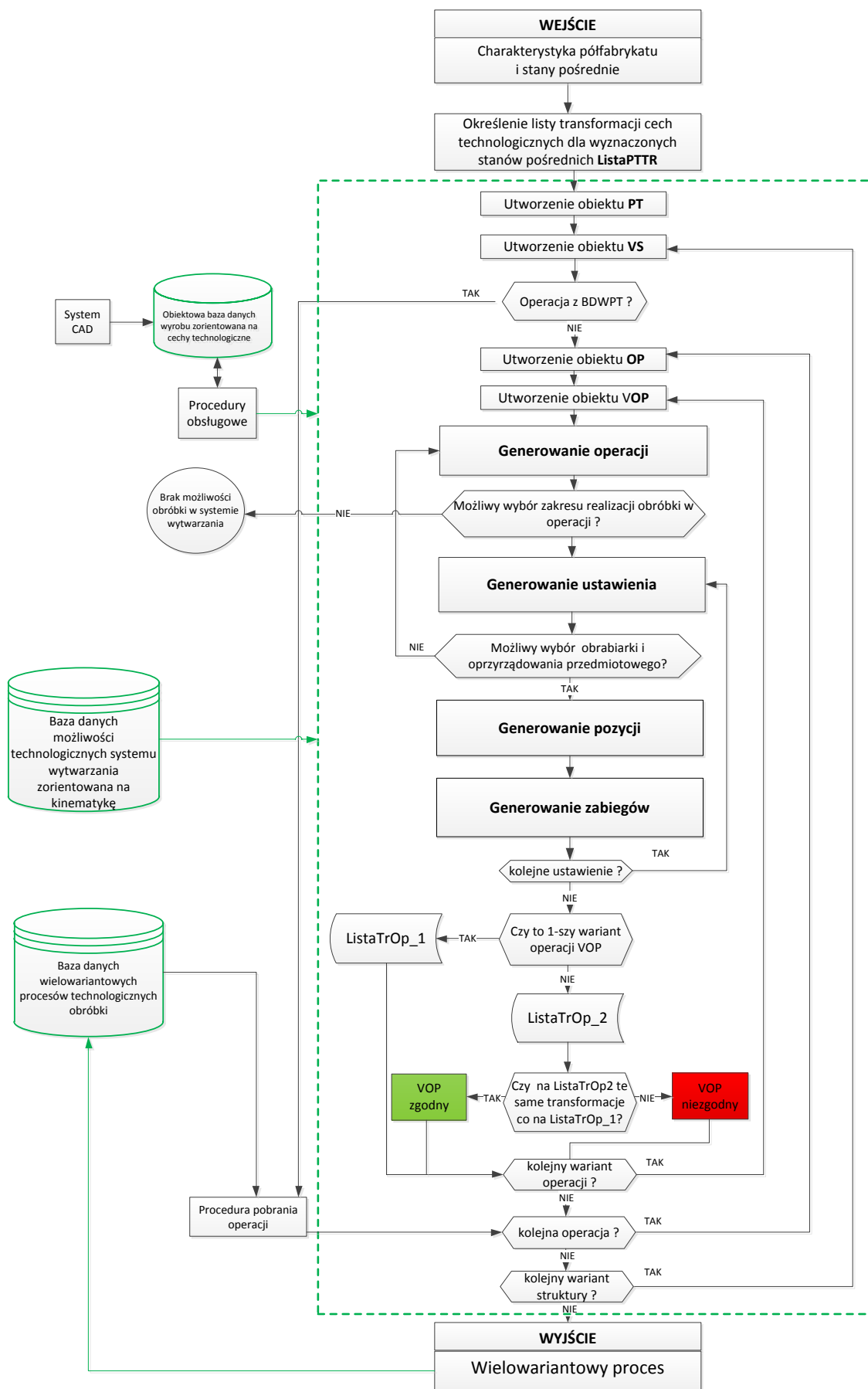
W artykule przedstawiono koncepcję budowy bazy danych do zapisu wielowariantowych struktur procesów technologicznych obróbki skrawaniem. W bazie danych zapisywane są dane wynikowe działania prototypu systemu CAPP opracowanego w ITMiAP Politechniki Krakowskiej.

2. Algorytm generowania wielowariantowych procesów technologicznych

Bazując na podstawowej strukturze procesu technologicznego obróbki (1), zdefiniowano miejsca występowania wariantów procesu technologicznego [4].

$$PT = [OP\text{-operacja} [US\text{-ustawienie} [PZ\text{-pozycja} [ZB\text{-Zabieg}]]]] \quad (1)$$

Zdefiniowane miejsca występowania wariantów procesu technologicznego, były podstawą do opracowania *Algorytmu generowania wielowariantowego procesu technologicznego obróbki* [rys. 1]. Algorytm realizowany jest na kolejnych poziomach szczegółowości, obejmujących generowanie: operacji, ustawienia, pozycji i zabiegów. W pierwszym kroku projektowym następuje określenie listy transformacji cech technologicznych ListaPTTR w generowanym procesie technologicznym obróbki dla każdego stanu pośredniego. Tworzenie i zapis kolejnych wariantów procesu uzyskuje się przez kolejne przejścia przez algorytm z możliwością identyfikacji *wariantów struktury procesu* i *wariantów operacji* (decyzje: *kolejny wariant operacji*, *kolejny wariant struktury*), czyli ponowne rozpatrzenie zadania na poszczególnych etapach. Po wygenerowaniu pierwszego wariantu operacji VOP (dla danej operacji OP) na liście ListaTrOp_1 zapisywane są wszystkie transformacje realizowalne w wygenerowanym wariacie operacji. Realizowalne transformacje z kolejnego wariantu operacji (tej samej operacji) zapisywane są na ListaTrOp_2. Porównanie tych dwóch list, pozwala stwierdzić, czy w wyniku realizacji procesu, w wygenerowanych kolejnych wariantach operacji uzyskamy taki sam stan pośredni (po operacji) przedmiotu obrabianego. Jeżeli listy nie są identyczne, to wygenerowany wariant nie może być wariantem rozpatrywanej operacji i nie zostaje zachowany (*VOP niezgodny*).



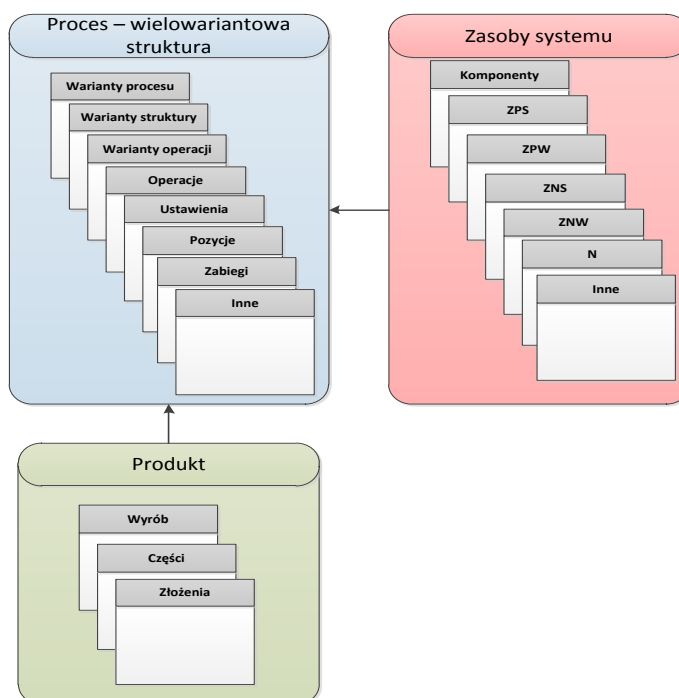
rys. 1 Algorytm generowania wielowariantowego procesu technologicznego obróbki

3. Baza danych wielowariantowych procesów technologicznych obróbki

Wygenerowany proces technologiczny zapisywany jest do *Bazy danych wielowariantowych procesów technologicznych obróbki* (BDWPT). Konieczność zapisu wielowariantowych struktur procesów technologicznych obróbki oraz możliwość wykorzystania takiej bazy np. przez PPC (Production Planning Control), spowodowała zaprojektowanie i budowę takiej bazy od podstaw.

Wysoki poziom integracji w tak rozbudowanych systemach jakimi są m.in. systemy CAPP, uzyskuje się poprzez zastosowanie wspólnego modelu danych PPR (*ang. Product, Process, Resources*), który umożliwia wymianę danych pomiędzy modułami wykorzystywanymi w procesie projektowym [5]. Stąd też bazę danych podzielono na trzy części (obszary) [rys. 2]:

- Proces – wielowariantowa struktura,
- Zasoby systemu,
- Produkt.



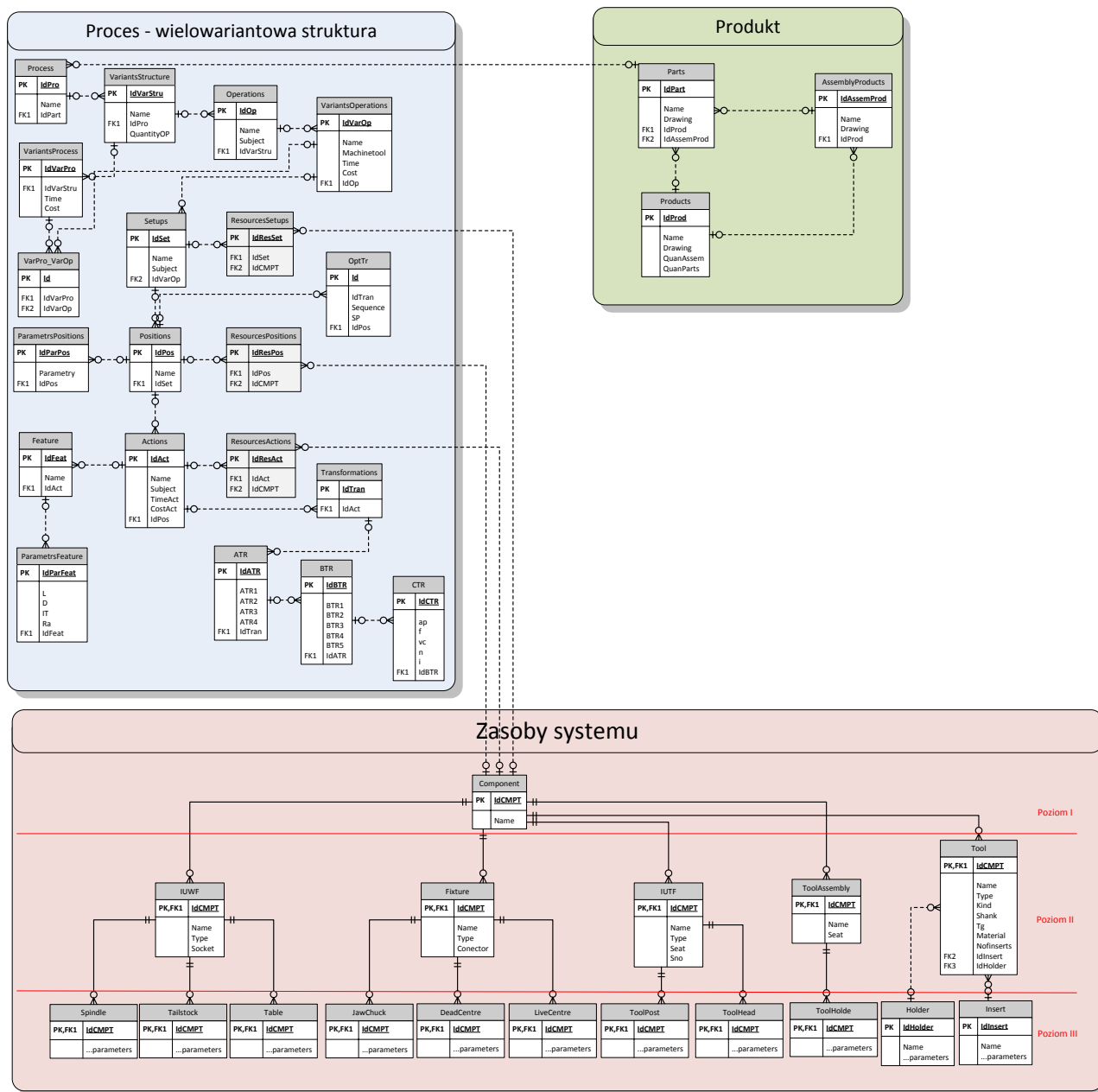
rys. 2 BDWPT - schemat koncepcyjny

Do zapisu informacji o procesie technologicznym obróbki konieczne jest odwzorowanie struktury procesu. Informacje te zapisane są w części *Proces-wielowariantowa struktura*, gdzie zapisywane są informacje o procesie technologicznym, wariacie struktury procesu, wariacie operacji, wariacie procesu, operacjach, ustawieniach, pozycjach, zabiegach, transformacjach, cechach technologicznych....

W części *Zasoby* zapisywane są informacje o zasobach systemu (obrabiarki, oprzyrządowanie przedmiotowe i narzędziowe, narzędzia,...) w którym realizowany jest proces technologiczny.

W części *Produkt* zapisywane są informacje o wyrobach, dla których zaprojektowano proces technologiczny.

Na schemacie [rys. 3] przedstawiono model logiczny *Bazy danych wielowariantowych procesów technologicznych*. Do opisu relacji pomiędzy poszczególnymi tabelami zastosowano notację „kurzej łapki”.



rys. 3 Schemat logiczny BDWPT

3.1. Implementacja

Bazę danych zbudowano w środowisku MS Access 2010. W celu sprawdzenia poprawności zaprojektowanej i zbudowanej bazy, wprowadzono do niej wariantowy proces technologiczny obróbki wału maszynowego (18 wariantów) [rys. 4].

IdPro	Nazwa	IdPart	Kliknij, aby dodać		
01	PT Wału maszynowego	001			
IdVarStru	Name	Kliknij, aby c			
0101	VS1				
IdOp	NumberOp	Name	Subject	Kliknij, aby c	
010101	10	Planowanie powierzchni czołowych. Wykonanie nakie			
010102	20	Obróbka zgrubna powierzchni zewnętrznych cylindryc			
IdVarOp	Name	MachineTool	Time	Cost	Kliknij, aby c
01010201	V1_OP20	T1:TKX50SN1	70,4	0	
01010202	V2_OP20	T1:TKX50SN1	159,7	0	
01010203	V3_OP20	T1:TKX50SN1	55,28	0	
01010204	V4_OP20	T1:TRP-93/110	90,55	0	
*					
010103	30	Obróbka kształtująca powierzchni zewnętrznych cylin			
010104	40	Wykonanie rowków wpustowych			
010105	50	Szlifowanie powierzchni cylindrycznych			
010106	60	Kontrola jakości			
*					
0102	VS2				
IdOp	NumberOp	Name	Subject	Kliknij, aby c	
010201	10	Planowanie powierzchni czołowych. Wykonanie nakie			
010202	20	Obróbka zgrubna i kształtująca powierzchni zewnętrz			
010203	30	Wykonanie rowków wpustowych			
010204	40	Szlifowanie powierzchni cylindrycznych			
010205	50	Kontrola jakości			
*					

rys. 4 BDWPT - przykładowy proces technologiczny w postaci struktury wielowariantowej

Po wprowadzeniu dokonano testu przeszukiwania bazy. Sformułowano w tym celu kilka zapytań w języku SQL. Poniżej przedstawiono przykładowe zapytanie i wynik jaki uzyskano:

Zapytanie 1

Pokaż te warianty procesu VPT, których czas TP jest mniejszy od 200 [min]

```
SELECT VariantsProcess.[IdVarPro], VariantsProcess.[Time]
FROM VariantsProcess
WHERE (((VariantsProcess.[Time])<"200"));
```

Odpowiedź:

12 z 18 wariantów procesu spełnia zadane kryterium

Po sprawdzeniu poprawności działania BDWPT, wyeksportowano bazę do środowiska SQL Server 2008, będącym częścią prototypu systemu CAPP.

4. Podsumowanie

Wygenerowane i zapisane warianty procesu technologicznego w *Bazie danych wielowariantowych procesów technologicznych obróbki* mogą być wykorzystane w następnym etapie tzw. „technicznego przygotowania produkcji”. Kolejnym etapem po opracowaniu planu procesu, jest etap związany z organizacją produkcji (np. opracowanie harmonogramów pracy). Technolog opracowujący harmonogram produkcji i mający do dyspozycji warianty procesu jest w stanie kształtować optymalny harmonogram.

5. Literatura

- [1] **Abdalla, Hassan S.** 1998: *Concurrent engineering constraint-based system. Computers and Industrial Engineering*. Volume: 35, Issue: 3-4, December, 1998, pp. 459-462.
- [2] **Dias A., da Silva A. J.** 2000: *Aspects of concurrent engineering implementation in the CAD/CAM systems environment*, Proceedings of FAIM 2000, vol. II, Maryland, USA, 2000.
- [3] **Duda J.** 2003: *Wspomagane komputerowo generowanie procesu obróbki w technologii mechanicznej*. Wydawnictwo Politechniki Krakowskiej, seria mechanika, monografia 286. Kraków 2003.
- [4] **Duda J., Habel J., Gola Ł.**: *Koncepcja generowania wielowariantowych procesów technologicznych obróbki*. New ways in manufacturing engineering'2008, Prešov, Slovak Republic 2008, str. 19–21.
- [5] **Duda J.**: *Computer Aided Generating Manufacturing Process Plan In The Concurrent Engineering Environment*. Flexible Automation and Intelligent Manufacturing, FAIM2006.