

*Jacek Przybył, Mariusz Łoboda, Zbigniew Dworecki*  
*Instytut Inżynierii Rolniczej*  
*Akademia Rolnicza w Poznaniu*

## **SYSTEM INFORMATYCZNY WSPOMAGAJĄCY ZARZĄDZANIE PROCESEM PRODUKCJI BURAKA CUKROWEGO**

### **Streszczenie**

Opracowany system informatyczny umożliwia analizę wielu wariantów procesu produkcji buraka cukrowego i wybór najwłaściwszej technologii według kryterium dostępności środków produkcji i ponoszonych kosztów. System pozwala więc na zmniejszenie ryzyka podejmowanych decyzji i wzrost efektywności uprawy buraka. System informatyczny składa się z trzy części: bazy danych, interfejsu użytkownika i modułów obliczeniowych. System zarządzania bazą danych napisano w języku SQL. Narzędziem programistycznym w pozostałych dwóch częściach aplikacji jest wizualne środowisko Borland C++ Builder w wersji 6.0. Model produkcji buraka cukrowego powstał w języku UML.

**Słowa kluczowe:** burak cukrowy, model, programowanie wizualne, SQL

### **Wprowadzenie**

Reforma rynku cukru w Unii Europejskiej zakłada, że w okresie najbliższych czterech lat nastąpi ograniczenie produkcji cukru z 17,5 mln ton do 11-12 mln ton oraz obniżenie ceny za buraki cukrowe i cukier o ponad 36% [ZG KZPBC 2006]. Wprowadzenie tych założeń do praktyki rolniczej dla wielu plantatorów może oznaczać utratę zysku z uprawy buraka cukrowego. Konieczne jest więc poszukiwanie takich rozwiązań w procesie produkcji tej rośliny, które zmierzają do minimalizowania własnych kosztów, zamiast dotychczasowego dążenia do maksymalizacji plonu. Ograniczenie nakładów finansowych, oprócz zracjonalizowania nakładów na środki produkcji, można uzyskać poprzez wprowadzenie nowych technik i technologii. Nowoczesna technika pozwala na dokonanie istotnych zmian niemal w każdym zabiegu agrotechnicznym procesie produkcji buraka cukrowego. Z badań wynika, że największe oszczędności w nakładach materiałowo-energetycznych można uzyskać w procesie technologicznym uprawy roli i siewu,

pielęgnacji plantacji oraz zbiorze korzeni [Kowalik i in. 2003; Malec 2003; Przybył 1996a, 1996b, 1997a, 1997c; Przybył 2003; Przybył i in. 2004].

Podjęcie decyzji o wprowadzeniu zmian do stosowanego procesu produkcji, przy założeniu, że znane są ich skutki produkcyjne, powinno być poprzedzone analizą efektów finansowych. Szybkie przeanalizowanie kosztów zastosowania innowacji technologicznych jest możliwe tylko przy wykorzystaniu odpowiednio oprogramowanego komputera. Wobec braku takiego oprogramowania, uwzględniającego specyfikę uprawy buraka cukrowego, opracowano aplikację komputerową, która umożliwia beznakładową weryfikację różnych wariantów procesów technologicznych w produkcji tej rośliny.

### **Cel i zakres pracy**

Celem pracy było wytworzenie aplikacji komputerowej, która umożliwia ekonomiczną weryfikację różnych wariantów procesu produkcji buraka cukrowego. Zadaniem zaprojektowanego systemu o nazwie „*Model procesu produkcji buraka cukrowego*” jest wspomaganie plantatorów w podejmowaniu decyzji związanych z planowaniem uprawy buraka cukrowego. Program umożliwia analizę kosztów wybranych przez plantatora technologii uprawy gleby, nawożenia, pielęgnacji mechanicznej i chemicznej plantacji oraz zbioru buraków metodą jedno- lub dwuetapową. Dostępne są kreatory dla standardowej i uproszczonej technologii uprawy buraka oraz dla zbioru. Aplikacja została tak zaprojektowana, aby wspomagać użytkownika na każdym etapie projektowania technologii. Dla każdego zabiegu agrotechnicznego można wybrać najkorzystniejszy wariant realizacji, na podstawie oceny poprawności zestawiania agregatów według wartości współczynnika wykorzystania mocy ciągnika lub jednostkowego kosztu eksploatacji. Program działa w oparciu o bazę danych, co w zasadniczy sposób przyspiesza i ułatwia przeprowadzane na nim analizy. Dla ułatwienia obsługi jest wyposażony w obszerny system pomocy.

### **Metodyka pracy**

Do oprogramowania przyjęto model procesu produkcji buraka cukrowego opisany w pracy Przybyła [1997b] i jego wersją energooszczędną [Przybył i in. 2004]. W strukturze opisującej technologię uprawy roli i siew wykorzystano także schematy przedstawione w pracy Przybyła [1998], a w technologii zbioru buraka cukrowego wykorzystano model z pracy Przybyła i Rzeźnika [1996a]. W modelu zaimplementowano dwa algorytmy dotyczące prawidłowego zestawiania agregatów ciągnikowych [Sęk, Przybył, Dach 1997] oraz obliczania kosztów eksploatacji maszyn [Muzalewski 2003].

System informatyczny podzielono na trzy części: bazę danych, interfejs użytkownika i moduły obliczeniowe. Dla zrealizowania celu pracy istotne znaczenie miało dobranie platformy programistycznej, która decyduje o jakości wytworzonego oprogramowania i poprawności jego działania w środowisku Windows. Kierując się tymi wymogami wybrano oprogramowanie uznawane obecnie za obowiązujące standardy. Model produkcji buraka cukrowego powstał w języku UML, przy wykorzystaniu programu Rational Rose 2000 Enterprise [Gredy i in. 2000]. Serwer bazodanowy napisano w języku SQL, który jest standardem w komunikacji z relacyjnymi programami zarządzania bazą danych. Język ten spełnia wszystkie wymogi, jakie stawiają systemy relacyjne przed systemami baz danych [Coburn 2001]. Interfejs użytkownika i moduły obliczeniowe powstały w środowisku wizualnym Borland C++ Builder w wersji 6.0. Do powstania aplikacji zastosowane zostały jedynie standardowe komponenty zawarte w programie Borland C++ Builder z uwagi na problem pełnej kompatybilności w różnych systemach. Większa część, zwłaszcza specjalistycznych algorytmów, charakterystycznych dla produkcji rolniczej, została zaimplementowana samodzielnie. W czasie implementacji kodu stosowano zaawansowane funkcje testowania *debuggera* zawartego w środowisku Borland C++. Dzięki tej funkcji możliwe było obserwowanie wykonywania poszczególnych instrukcji programu i wyszukiwanie błędnych fragmentów kodu.

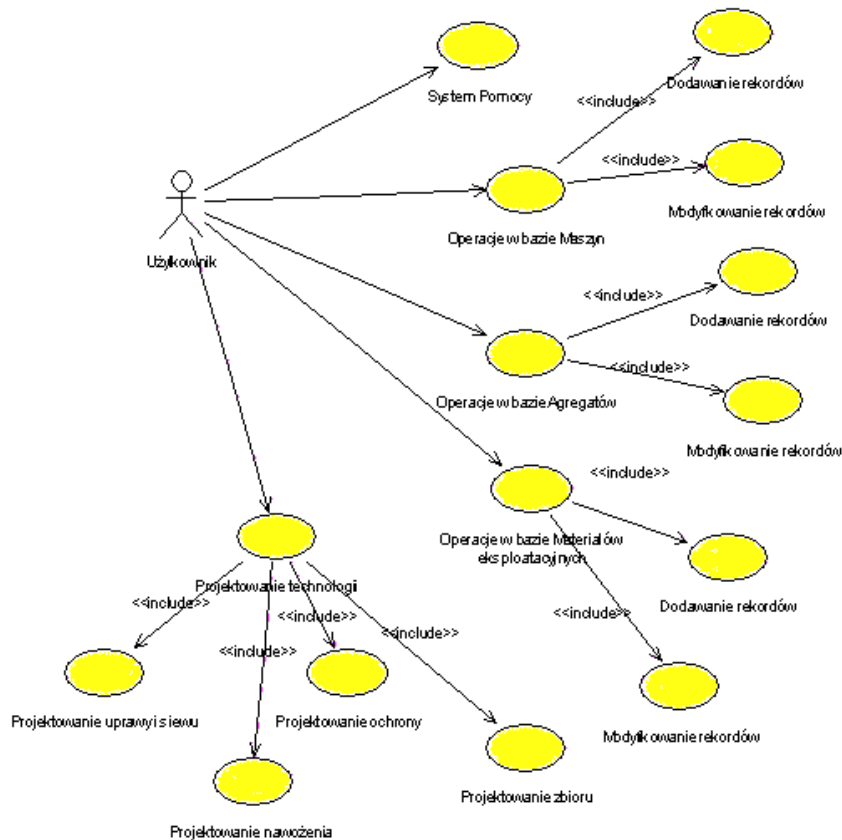
Wybór relacyjnej bazy w postaci systemu Paradox firmy Borland uzasadnia duża zgodność baz Paradox i pakietu Borland C++ Builder. System pomocy wykonany został w formie standardowego systemu pomocy Windows i skompilowany za pomocą programu Help Workshop 4.0 firmy Microsoft, dostarczany standardowo z pakietem Borland C++ Builder. Kompilacji programu instalacyjnego dokonano z wykorzystaniem programu Install Maker, wersja 1.2 firmy Clickteam. Program ten pozwolił na efektywne utworzenie standardowego programu instalacyjnego, łatwego i szybkiego w użytkowaniu.

### **Charakterystyka zaprojektowanego systemu**

Etapy poprzedzające implementację systemu obejmowały modelowanie obiektowe procesu produkcji buraka cukrowego w notacji UML, czego efektem są wielopoziomowe diagramy przypadków użycia (rys. 1) oraz diagramy klas (rys. 2). Model przypadków użycia ma na celu prawidłowe określenie wymagań funkcjonalnych opracowanego systemu, czyli liczby interakcji między użytkownikiem, a systemem. Odpowiednio do opracowanego modelu obiektowego zaprojektowano bazę danych. Po zakończeniu etapu projektowania i zaimplementowaniu kodu, utworzono poszczególne moduły programu. Podczas pierwszego uruchomienia program dokonuje aktualizacji ustawień i tworzy bazę danych. Główne okno aplikacji (rys. 3) umożliwia dostęp do wszystkich funkcji programu. Menu główne jest podzielone

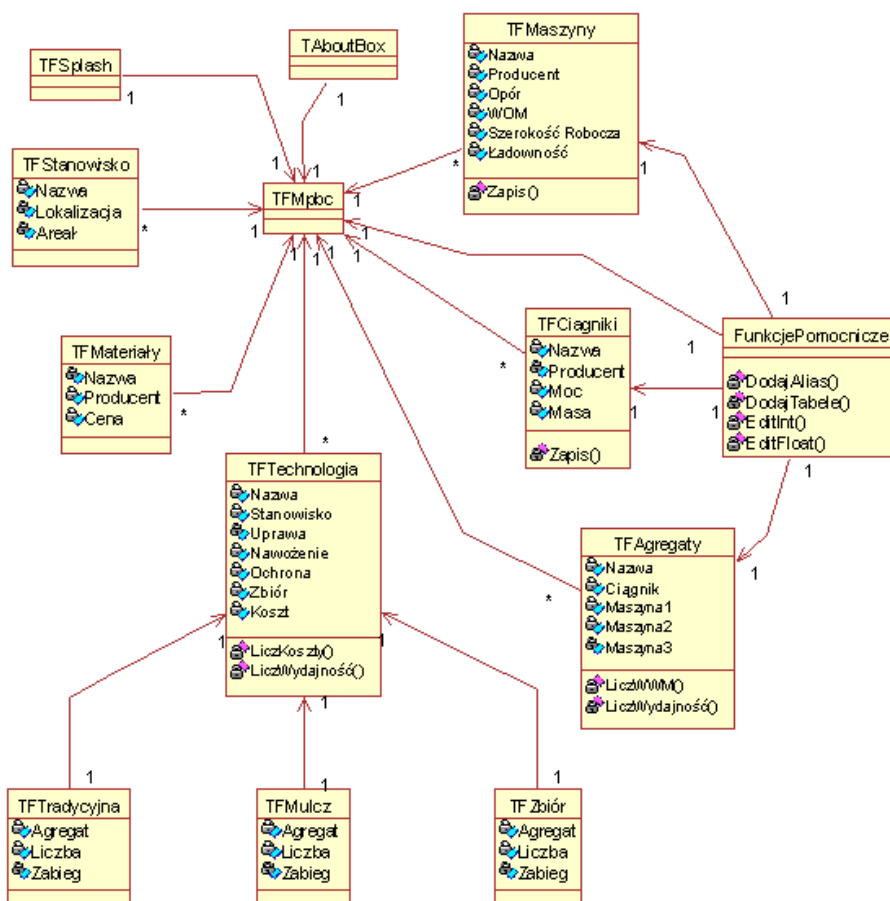
na następujące kategorie: *Stanowiska*, *Baza maszynowa*, *Agregaty*, *Materiały eksploatacyjne*, *Technologia*, *Pomoc*. Poszczególne kategorie odpowiedzialne są za kolejne fazy procesu produkcji buraka, od doboru odpowiedniego stanowiska, aż do analizy kosztów wybranej technologii.

Okno **Stanowiska** pozwala na określenie najważniejszych cech siedliska, które mają największy wpływ na efekty produkcji i ponoszone nakłady. Na zakładce *Ogólne* możliwe jest określenie: areалу plantacji, wielkości prognozowanego plonu, odległości od ujęcia wody i przyzmy z obornikiem. Zakładka *Zasobność* określa zawartość makro i mikrośladników w glebie oraz ewentualną konieczność wapnowania na podstawie pH gleby.



Rys. 1. Diagramy przypadków użycia  
Fig. 1. General use case diagram

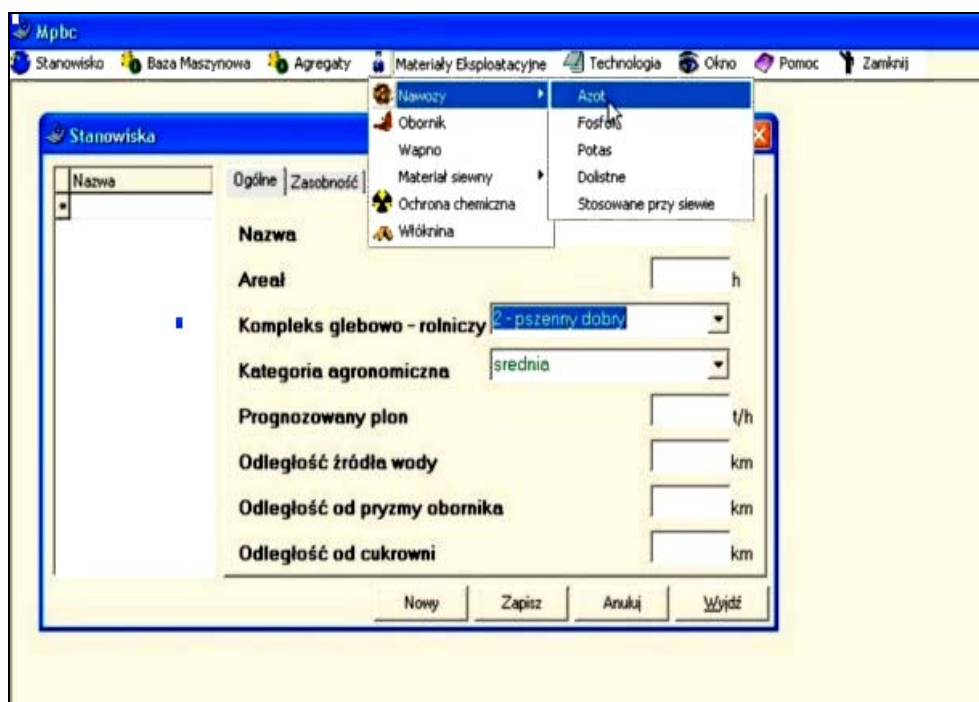
Okno **Ciągniki** służy do wprowadzania do bazy systemu ciągników rolniczych z uwzględnieniem ich parametrów eksploatacyjnych oraz ekonomicznych. W celu ułatwienia obsługi wszystkie pola okna, które muszą być wypełnione oznaczono gwiazdką. Zakładka *Parametry eksploatacyjne* pozwala na wprowadzanie i edycję danych, potrzebnych do prawidłowego zestawiania agregatów. Zakładka *Parametry ekonomiczne* służy do analizy kosztów eksploatacji. Okno **Maszyny** zarządza bazą maszyn systemu. Możliwe jest dodawanie nowych pozycji oraz modyfikowanie już istniejących. Parametry pracy maszyn są wykorzystywane do oceny poprawności zestawiania agregatów. **Maszyny** posiadają również zakładkę *Parametry ekonomiczne*.



Rys. 2. Diagram klas

Fig. 2. Detailed class diagram

Okno **Agregaty** (rys. 3) służy do zestawiania agregatów oraz do oceny poprawności dobrania ciągnika do maszyny. Na podstawie danych z bazy maszynowej następuje obliczenie prędkości roboczej, stopnia wykorzystania mocy, wydajności eksploatacyjnej, zużycia paliwa oraz kosztów eksploatacji.



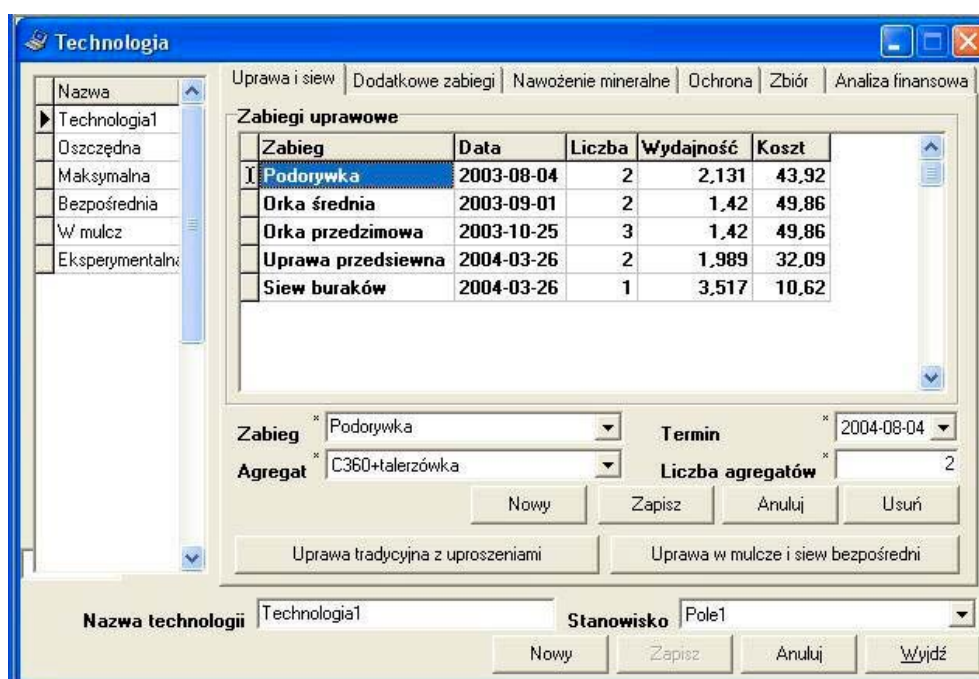
Rys. 3. Głównie okno programu  
Fig. 3. The program home page

Okno **Materiały eksploatacyjne** daje możliwość zarządzania bazą materiałów potrzebnych w procesie produkcji. Materiały dzielą się na następujące kategorie: wapno, nawozy mineralne, obornik, materiał siewny, środki ochrony roślin oraz włókninę do okrywania przyzmy korzeni.

Okno **Technologia** (rys. 4) służy do projektowania całej technologii produkcji w oparciu o dane zgromadzone w bazie danych. Technologię charakteryzuje nazwa, stanowisko oraz listy zabiegów prezentowane na kolejnych zakładkach: *Uprawa i siew*, *Dodatkowe zabiegi*, *Nawożenie mineralne*, *Ochrona*, *Zbiór*. Poszczególne zakładki pozwalają na modyfikację technologii przez zmianę wykonywanych zabiegów i wykorzystywanych w nich agregatów. Program dysponuje

trzema kreatorami: dla uprawy tradycyjnej, dla uprawy w mulczu oraz dla zbioru. Ich głównym celem jest ułatwienie planowania kolejności zabiegów i doboru agregatów do poszczególnych zabiegów.

Zakładka **Analiza finansowa** zawiera podsumowanie i podaje kalkulację kosztów dla wybranej technologii produkcji. Możliwość otwarcia kilku okien dla różnych technologii pozwala na kompleksowe porównanie wielu wariantów i wybór najkorzystniejszego dla danych warunków.



Rys. 4. Okno Technologia

Fig. 4. Window of Technology

## Wnioski

1. Utworzony system „Model procesu produkcji buraka cukrowego” spełnia postawione przed nim wymagania i umożliwia wielowariantową analizę technologii produkcji buraka cukrowego.
2. Wytworzony system może być z powodzeniem wykorzystywany przez planatorów i rolnicze służby doradcze w celu planowania procesu produkcji buraka cukrowego. Pozwoli to na zmniejszenie ryzyka związanego z procesem

podejmowania decyzji, w zakresie realizacji poszczególnych zabiegów agrotechnicznych i całego procesu uprawy buraka.

3. Tworzenie systemu informatycznego w oparciu o założenia nowoczesnej inżynierii oprogramowania w istotny sposób wpływa na jakość opracowanej aplikacji oraz porządkuje proces jej powstawania.

### **Bibliografia**

Coburn R. 2001. SQL dla każdego. Wydawnictwo HELION: Gliwice 2001.

Gredy B., Rumbach J., Jacobson I. 2000. Inżynieria oprogramowania: UML – przewodnik użytkownika. Wyd. Naukowo-Techniczne: W-wa.

Małec J. 2003. Produkcja buraków cukru w Polsce oraz w krajach Unii Europejskiej. Burak Cukrowy, nr 1: 1-3.

Muzalewski A. 2003. Koszty eksploatacji maszyn. IBMER, W-wa.

Przybył J., Rzeźnik C. 1996a. Modelowanie procesów maszynowych w rolnictwie. Roczniki AR w Poznaniu CCLXXXV, Rolnictwo 48: 67-73.

Przybył J. 1996b. Porównanie jakości pracy maszyn do zbioru buraków cukrowych. Roczniki Akademii Rolniczej w Poznaniu, CCLXXXVI, seria Rolnictwo z. 49: 179-189.

Sęk T., Przybył J., Dach J. 1997. Projektowanie technologii prac maszynowych dla produkcji roślinnej. Wyd. AR w Poznaniu.

Przybył J. 1997a. Koszty zbioru buraków cukrowych w gospodarstwach wielkoobszarowych. Biuletyn Informacyjny IHAR nr 202: 249-252.

Przybył J. 1997b. Perspektywy mechanizacji uprawy buraków cukrowych. Problemy Inżynierii Rolniczej nr 3: 81-88.

Przybył J. 1997c. Siew buraków cukrowych przy wyższych prędkościach siewników punktowych. Inżynieria Rolnicza nr 1: 85-92.

Przybył J. 1998. Wpływ technologii uprawy gleby i siewu na jakość plonu buraków cukrowych. Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych, z.454: 185-191.

Przybył J. 2003. Quality in post-harvest sugar beet crops. Acta Agrophisica 95, vol 2 (1): 151-160.



Kowalik I., Dach J., Przybył J., Michalski T. 2003. Możliwości zastosowania mechanicznej uprawy pielęgnacyjnej w rolnictwie. *Journal of Research and Applications in Agricultural Eng.*, Vol. 48 (2): 62-66.

Przybył J., Sęk T., Kowalik I., Dach J. 2004. Zintegrowana uprawa buraka cukrowego. *Journal of Research and Applications in Agricultural Engineering*”, Vol. 49(1): 78-83.

ZG KZPBC 2006. Reforma Europejskiego Rynku Cukru. Poradnik Plantatora Buraka Cukrowego, nr 1: 3-5.

## **INFORMATION SYSTEM APPLIED IN THE PROCESS OF MANAGEMENT IN SUGAR-BEET PRODUCTION**

### **Summary**

Formulated model and computer application leaning on this create the possibility of analysis of many variants of sugar-beet production process and make possible the choice of the most proper one from the point of view of the production means accessibility and carried costs. Consequently the system allows to decrease the risk of undertaken decisions and an increase of the efficiency of the sugar-beet tillage. The entire informatic system has been divided into 3 parts: database, user interface and computational modules analyzing the accepted factors. SQL answers for the efficient function of the database. Visual environment Borland C++ Builder in 6.0 version is accountable for the two remaining parts. The model of sugar-beet production was designed in UML language.

**Key words:** sugar beet, model, visual programming, SQL