

*Krzysztof Paczeński**

OPROGRAMOWANIE HERKULES DO OBLICZANIA PARAMETRÓW WYTRZYMAŁOŚCIOWYCH ELEMENTÓW OBUDOWY GÓRNICZEJ

Streszczenie

Przedstawiono założenia, opis oraz sposób posługiwania się programami komputerowymi zawartymi w pakiecie Herkules, które są przeznaczone do obliczania parametrów wytrzymałościowych elementów obudów górniczych, na podstawie wyników badań stanowiskowych.

The packet Herkules of software for calculation results of strength tests of mining support units

Abstract

Assumptions, description, as well as the way of use of computer programmes contained in Herkules packet were presented, which are designed for calculation of strength parameters of mining support units, on the basis of results of stand tests.

1. WPROWADZENIE

Oprogramowanie współczesnych maszyn wytrzymałościowych (np. Bluehill firmy Instron) służy zarówno do sterowania maszyną, jak i do przetwarzania danych pomiarowych, zgodnie z określonymi normami lub ustalonym przez użytkownika sposobem. Oprogramowanie to jest integralną częścią maszyny wytrzymałościowej i praktycznie nie ma możliwości wprowadzania do niego danych pomiarowych pochodzących z zewnętrznych źródeł. Aby przetworzyć dane pomiarowe w postaci tekstowej (ASCII), otrzymywane ze wzmacniaczy pomiarowych, trzeba zastosować uniwersalne, a tym samym rozbudowane programy fabryczne, na przykład Matlab, lub napisać własne, proste programy realizujące obliczenia, zgodnie z wymaganiami zawartymi w odpowiednich normach i procedurach.

W Laboratorium Badań Urządzeń Mechanicznych GIG, ze względu na nietypowość badanych elementów obudowy górniczej, większość stanowisk badawczych to konstrukcje, które zostały zbudowane w jednym egzemplarzu. Są to sztywne, stalowe ramy o różnej konstrukcji, w których umieszczono jeden lub więcej specjalnie przygotowanych siłowników hydraulicznych zasilanych z agregatu, który umożliwia sterowanie. Stanowiska te są wyposażone w czujniki siły i przemieszczenia, które są podłączone do wzmacniacza pomiarowego. Wzmacniacze te służą do zbierania danych z czujników pomiarowych z określoną częstotliwością, przetwarzania ich na postać

* Główny Instytut Górnictwa

cyfrową, jak również do archiwizowania ich w komputerze, który również jest wykorzystywany do sterowania.

W takiej sytuacji, na początku lat 90. XX wieku, zdecydowano się na opracowanie własnych programów komputerowych, które pozwoliłyby na przetwarzanie danych pomiarowych, uzyskiwanych podczas badań, na gotowe raporty tekstowe.

2. PAKIET PROGRAMÓW KOMPUTEROWYCH KAMELEON

W 1992 roku powstał pierwszy program „Złącze”, który pozwalał na obliczanie, zgodnych z normą PN-G-15000-11:1991, parametrów pracy złącza ciernego. W miarę potrzeb w laboratorium powstawały nowe programy, które były kodowane w Basiku lub Pascalu, w związku z tym połączenie ich w jeden spójny system było praktycznie niemożliwe. Początkowo programy nie zawierały algorytmów do kontroli poprawności danych wprowadzanych z klawiatury oraz czytanych z pliku. Każdy program czytał tylko jeden format danych pomiarowych, a więc był związany z konkretnym typem wzmacniacza pomiarowego. Otrzymywane z tych programów wyniki wymagały „ręcznego” przeniesienia do edytora tekstu, w którym sporządzano sprawozdanie, co było procesem czasochłonnym i przyczyną błędów. Kolejne wersje programów pakietu wzbogacono o algorytmy do kontroli poprawności danych wprowadzanych z klawiatury, a algorytmy obliczeniowe charakteryzowały się większą odpornością na błędy w danych pomiarowych. Wyniki obliczeń były prezentowane w postaci raportów, które można było wydrukować i dołączyć do dokumentacji badań. Kolejne wersje programów uzupełniono o możliwość czytania plików tekstowych o dowolnej strukturze, w tym również z nagłówkami. Sposób detekcji początku i końca badania można było zmieniać w arkuszu ustawienia, co pozwalało na przeprowadzanie obliczeń według norm zagranicznych lub w warunkach określonych przez użytkownika.

W kolejnych latach istniejące programy były aktualizowane, ale powstawały też nowe. Wszystkie programy były pisane już tylko w Pascalu i stawały się podobne do siebie pod względem wyglądu interfejsów użytkownika, sposobu ich obsługi, jak również struktury wewnętrznej. Tak powstała pierwsza wersja prostego pakietu programów komputerowych Herkules. W 2004 roku wszystkie programy pakietu zostały zaktualizowane oraz powtórnie napisane w języku Visual Basic dla programu Excel (Pacześniowski i in. 2004). Kolejna aktualizacja została wykonana w 2009 roku (Pacześniowski, Pytlik, Taborek 2009). Obecnie pakiet składa się z sześciu programów, a dwa kolejne są opracowywane.

Wprowadzenie tego pakietu programów komputerowych do praktyki laboratorium pozwoliło na znaczne skrócenie procesu opracowywania sprawozdań z badań oraz znacznie zmniejszyło prawdopodobieństwo powstawania błędów w raportach, które stanowią zasadniczą część tych sprawozdań.

3. ZAŁOŻENIA DO PROGRAMÓW PAKIETU HERKULES

Pakiet Herkules jest rozbudowywany od początku lat 90. Istniejące programy są na bieżąco aktualizowane, ale również powstają nowe w miarę potrzeb badawczych laboratorium. Podobnie, założenia do tych programów ulegają uzupełnieniom i zmia-

nom, chociaż podstawowe, przyjęte na początku, pozostały bez zmian. Przy powstawaniu pierwszej wersji programów (program Zsuv – 1992 r.) przyjęto następujące podstawowe założenia:

- każdy program pakietu ma sporządzać raport tylko dla jednego rodzaju badań,
- dane pomiarowe są zapisywane w kodzie ASCII (część całkowita od ułamkowej jest rozdzielona kropką), w dwóch kolumnach oddzielonych od siebie znakiem tabulacji,
- wyniki mają być prezentowane na ekranie monitora w postaci tekstowej,
- poszczególne programy muszą się charakteryzować maksymalną prostotą obsługi i powinny być tak zaprojektowane, aby ilość informacji wprowadzanych przez użytkownika była ograniczona do minimum,
- programy muszą dawać możliwość wstępnej obróbki danych zawartych w plikach pomiarowych,
- kodowanie poszczególnych programów ma być proste i zaopatrzone komentarzami, co pozwoli na ich łatwą konserwację (Van Tassel 1998),
- programy mogą być kodowane w dowolnym języku programowania (Basic, Pascal, Fortran).

Na podstawie doświadczeń z użytkowania programów, opisów i instrukcji fabrycznych programów oraz rozmów przeprowadzanych z ich użytkownikami (głównie pracownikami laboratorium), przy opracowywaniu kolejnych wersji istniejących lub nowych programów przyjmowano dodatkowe założenia, a mianowicie:

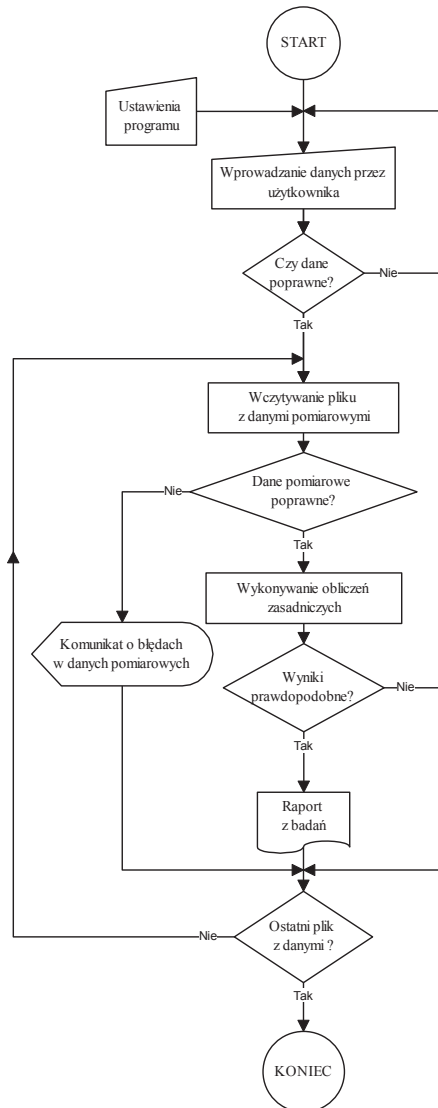
- programy muszą pozwalać na wczytywanie dwóch kolumn danych tekstowych ASCII o różnej strukturze (z nagłówkiem lub bez, o różnym separatorze oddzielającym kolumny i część całkowitą liczby od ułamkowej i itp.),
- programy muszą prezentować wyniki badań w postaci graficznej i tekstowej na ekranie monitora oraz w postaci drukowanych raportów tak, aby mogły stanowić osobny dokument,
- numer próbki musi być zgodny z numerem zlecenia,
- raporty można kopiować w całości lub częściowo do programów Word, Power Point itp.,
- programy muszą być wyposażone w mechanizmy pozwalające na sprawdzanie poprawności danych wprowadzanych przez użytkownika oraz zawartych w plikach pomiarowych,
- wygląd poszczególnych arkuszy w programach pakietu, sposób ich obsługi oraz postać raportów muszą być ujednolicone.

4. STRUKTURA PROGRAMÓW

Wszystkie aktualne programy pakietu Herkules mają podobną strukturę wewnętrzną, którą przedstawiono na rysunku 1 w postaci schematu blokowego. W skład tej struktury wchodzi następujące podstawowe moduły:

- wprowadzania danych o badaniu,
- ustawień programu,

- wczytywania danych pomiarowych,
- sprawdzania poprawności wprowadzanych danych,
- wykonywania zasadniczych obliczeń,
- sprawdzania wyników obliczeń,
- generowania raportu z badań.



Rys. 1. Podstawowa struktura programów pakietu Herkules

Fig. 1. Basic structure of programmes of Herkules packet

Moduł wprowadzania danych przez użytkownika (arkusz „Dane wejściowe badania”) – umożliwia wprowadzenie numeru badanej próbki oraz danych dotyczących badanego obiektu niezbędnych w procesie obliczeniowym (np. wymiary geometryczne). Do arkusza wprowadza się również informacje o wielkości przesunięcia wykresów względem siebie, numeru raportu itp. Wprowadzane wielkości liczbowe są kontrolowane pod kątem przynależności do określonego zakresu za pomocą dostępnego w programie Excel mechanizmu „sprawdzania poprawności danych”. Wygląd arkusza „Dane wejściowe badania” oraz sposób wprowadzania danych do niego jest podobny w poszczególnych programach pakietu, natomiast występują pewne różnice dotyczące wprowadzanych do arkusza informacji (patrz opis programów).

Moduł ustawień (arkusz „Ustawienia”) – umożliwia użytkownikowi wprowadzanie do programu, przed rozpoczęciem zasadniczych obliczeń, wartości istotnych parametrów mających wpływ na przebieg obliczeń, na przykład sposobu detekcji początku i końca badania, wartości wskaźników obliczeniowych itd. Domyślnie wartości te są ustalane na podstawie norm i procedur badawczych. Moduł ten zawiera również informacje dotyczące charakterystycznych zależności między wprowadzanymi przez użytkownika informacjami, co pozwala na identyfikację błędnie wprowadzonych informacji. W module podaje się również ścieżkę dojścia do plików z danymi pomiarowymi.

Moduł sprawdzający poprawność wprowadzonych danych – sprawdzane są w nim dane wprowadzone na arkuszu „Dane wejściowe badania” pod kątem ich współzależności. Moduł ten wykorzystuje informacje z „Modułu ustawień”.

Moduł wczytywania danych z plików tekstowych – wczytywane są w nim do programu kolejno dane pomiarowe z tekstowych plików. Wczytywane są one w stanie surowym, bez żadnych modyfikacji. Zastosowany algorytm automatycznie rozpoznaje znak oddzielający część całkowitą liczby od ułamkowej (kropka lub przecinek) w odczytywanych liczbach z pliku tekstowego, jak również pomija linie nagłówka, o ile występują w pliku. We wszystkich programach moduł ten jest praktycznie identyczny.

Moduł wstępnego przetwarzania i sprawdzania poprawności danych pomiarowych – uprzednio wczytane dane pomiarowe są w nim wstępnie przetwarzane (detekcja początku i końca badania, filtrowanie danych itp.) oraz jest sprawdzana ich poprawność pod kątem zgodności z wymaganiami zawartymi w normach lub w ustawieniach.

Moduł obliczeń zasadniczych – dane pomiarowe są przetwarzane w nim zgodnie z algorytmami opracowanymi na podstawie norm, metodyki i procedur badawczych. Naturalnie zawartość tego modułu jest inna w każdym programie obliczeniowym, aczkolwiek wiele funkcji i procedur jest wspólnych, na przykład dotyczących detekcji początku i końca badania, obliczania wartości szczytowej itp.

Moduł sprawdzający poprawność wyników – na podstawie informacji wprowadzonych przez użytkownika do arkusza „Dane wejściowe badania”, zawartych w arkuszu „Ustawienia” oraz wyników otrzymanych z modułu obliczeń zasadniczych szacuje on poprawność tych wyników. W przypadku stwierdzenia zbyt dużej różnicy między otrzymanymi wynikami a przewidywanymi, wyświetla odpowiedni komunikat na ekranie monitora.

Moduł generowania wykresów i zestawień tabelarycznych (arkusz „Wyniki badań”) – generowane są w nim raporty zawierające informacje identyfikujące badany obiekt, wykresy oraz tablice z wynikami obliczonymi w module obliczeń zasadniczych. Forma graficzna modułów, w poszczególnych programach, jest podobna, ale ich zawartość różni się istotnie.

5. OPIS PROGRAMÓW PAKIETU HERKULES I ICH OBSŁUGA

Obecne wersje wszystkich programów pakietu Herkules są napisane w języku Visual Basic, działającym w środowisku programu Excel (Bullen, Boverly, Green 2006). W związku z tym sposób ich uruchamiania, zamykania, nawigacji w poszczególnych arkuszach, jak i między nimi, jest taki sam jak w programie Excel.

W celu ułatwienia korzystania z tych programów do niektórych pól edycyjnych dodano komentarz (informuje o tym czerwony trójkącik w prawym górnym rogu okienka), który zostaje wyświetlony na ekranie w chwili naprowadzenia kursora na to pole. Wszystkie pola do wprowadzania danych są zabezpieczone, naturalnie w pewnym zakresie, przed wprowadzeniem niewłaściwej informacji.

We wszystkich programach pakietu Herkules są dostępne trzy arkusze robocze, a mianowicie: „Dane o badaniu”, „Raport z badań” oraz „Ustawienia”. W niektórych programach występuje dodatkowy arkusz „Dane pomiarowe”, w którym są zamieszczane bieżące cyfrowe dane pomiarowe po procesie obróbki. Dane te można wykorzystywać do tworzenia wykresów, na przykład do publikacji, zestawienia wyników z różnych badań, statystyk itp. Można je również przekopiować do innych programów.

Przemieszczanie się między arkuszami następuje w wyniku wybrania odpowiedniej zakładki (Arkusza). Wszystkie obliczenia w poszczególnych arkuszach są dla użytkownika „niewidoczne”, bowiem są wykonywane przez komputer w chwili uaktywnienia jednego z nich.

Arkusz „Dane wejściowe badania” pozwala na wprowadzenie do programu informacji niezbędnych do przeprowadzania obliczeń oraz określonych danych organizacyjnych dotyczących sporządzanego raportu. W celu ułatwienia wprowadzenia danych i zmniejszenia możliwości pomyłki, tam gdzie to jest możliwe, pola edycji mają rozwijaną listę, z której można wybrać żadaną wartość. Pola te w większości są opatrzone komentarzami.

We wszystkich programach pakietu do arkusza „Dane wejściowe badania” wprowadza się następujące informacje:

- numer zlecenia, według numeracji przyjętej w Zakładzie Badań Urządzeń Mechanicznych GIG (dwie ostatnie cyfry roku i kolejny numer zlecenia oddzielone myślnikiem, np. 10–161),
- typ badanego elementu,
- numer próbki (bez początkowego numeru identyfikującego zlecenie),
- przesunięcia kolejnych wykresów względem siebie, w przypadku gdy występuje ich więcej niż jeden,
- numer raportu.

Arkusz „Raport z badań” przedstawia w postaci gotowej do wydruku lub skopiowania do schowka, kompletne zestawienie wyników w postaci tabelarycznej i graficznej. Wyniki z raportu można wydrukować, skopiować w całości lub ich wybrany fragment, na przykład wykres, tablicę z wynikami itd.

W arkuszu „Ustawienia” definiuje się ścieżkę do plików z danymi pomiarowymi oraz rozszerzenie nazw tych plików. Wprowadza się również informacje, które rzadko ulegają zmianie, na przykład parametry detekcji początku i końca badania, współczynniki obliczeniowe itp. W niektórych programach arkusz ten zawiera dodatkowo informacje dotyczące typowych wymiarów badanych elementów, kryterialnych wartości obliczanych parametrów itp. Informacje te są wykorzystywane w procesie sprawdzania przez program poprawności wyników obliczeń.

W związku z tym, że wygląd poszczególnych arkuszy w programach pakietu („Dane do programu”, „Raport” oraz „Ustawienia”), sposób ich obsługi i wprowadzanie danych z listy wyboru, rodzaje wyświetlanych przez programy komunikatów są podobne, opisano je na przykładzie programu Betonit. Dla większej wyrazistości na rysunkach pokazano tylko obszary robocze tych arkuszy.

5.1. Program Betonit

Program Betonit służy do sporządzania raportu z wytrzymałościowych badań górniczych okładzin żelbetowych, które są stosowane jako opinka w obudowie wyrobisk chodnikowych. Badanie, które polega na statycznym zginaniu okładziny odpowiednio podpartej, jest wykonywane w specjalnym stanowisku, które służy przede wszystkim do badania okładzin siatkowych. W trakcie badania są rejestrowane w postaci cyfrowej, wartości obciążenia okładziny oraz odpowiadające im wartości jej ugięcia. Zasadnicze obliczenia w tym programie są wykonywane zgodnie z wymaganiami zawartymi w PN-G-06021:1997.

Do arkusza „Dane o badaniu” (rys. 2), oprócz opisanych wcześniej, wprowadza się następujące informacje:

- typ okładziny (wybór z rozwijanej listy),
- szerokość obliczeniową okładziny, która zależy od sposobu jej ułożenia na podporach maszyny wytrzymałościowej (na płasko i rębem),
- informację o wystąpieniu pęknięcia pręta zbrojeniowego w próbie deformacyjności (wybór z listy: Tak i Nie),
- odstęp między podporami w maszynie wytrzymałościowej.

Pola edycyjne dotyczące typu okładziny oraz deformacyjności zawierają listę wyboru. Przykład takiej listy, dotyczącej wyboru typu okładziny, przedstawiono na rysunku 3. Listę można uzupełniać o nowe typy okładzin w arkuszu „Ustawienia”.

Na podstawie informacji pobranych z arkuszy „Dane do programu” oraz „Ustawienia” oraz zawartych w plikach pomiarowych, program wyznacza następujące wielkości:

- maksymalną wartość siły F_{\max} zarejestrowaną podczas badania, która z reguły poprzedza moment pęknięcia okładziny,

- wartość obciążenia P szerokości okładziny, wyrażanego jako stosunek wartości siły F_{\max} do szerokości obliczeniowej, która zależy od jej wymiarów i sposobu ułożenia na podporach maszyny wytrzymałościowej (rębem lub na płasko).

HERKULES - BETONIT ver. 3.0, 2010
(Badanie wytrzymałości okładzin żelbetonowych wg normy PN-G-06021)
DANE O BADANIU

Numer zlecenia: Typ okładziny:

	Numer próbki	Szerokość obliczeniowa betonitu, mm	Deformacyjność
1	6	60	tak
2	7	60	tak
3	8	60	tak
4	9	60	tak
5	10	60	tak

Rozstaw podpor: mm
Przesunięcie wykresow: mm
Numer raportu:

☰ ☱ Dane o badaniu / Raport z badań / Ustawienia / Dane pomiarowe /

Rys. 2. Arkusz „Dane wejściowe badania” w programie Betonit

Fig. 2. "Test input data" sheet in Betonit programme

Typ okładziny:

Deformacyjność:

- A120
- A95
- A70
- B125
- B100
- B75**
- Nietypowy

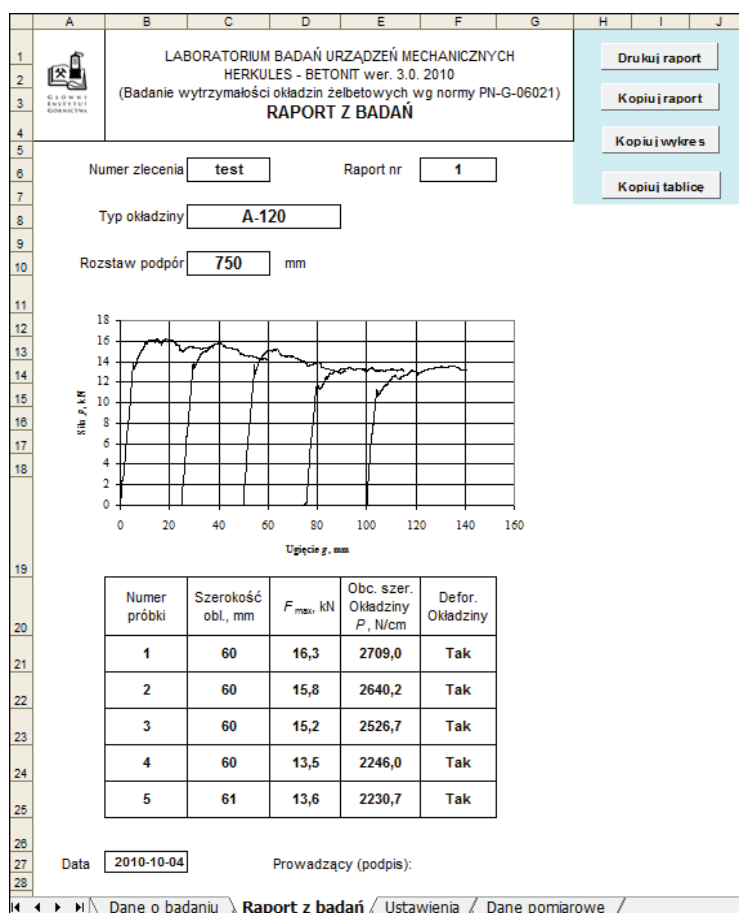
Rys. 3. Lista wyboru typu okładziny w programie Betonit

Fig. 3. List of choice of lining type in Betonit programme

Istotne informacje zawarte w arkuszu „Dane do programu” oraz obliczone przez program wartości są przedstawiane w arkuszu „Raport”, który automatycznie jest tworzony po uaktywnieniu. Wyniki obliczeń zostają zapisane w tablicy, a dla każdej próbki jest sporządzany również wykres wartości obciążenia w funkcji strzałki ugięcia próbki. Wszystkie przebiegi, przesunięte względem siebie o zdefiniowany odstęp, są pokazane na jednym wykresie.

Wygląd raportu (arkusz „Raport z badań”) generowanego przez ten program, przedstawiono na rysunku 4. Raport można wydrukować, skopiować w całości lub

fragmentami do schowka i wkleić, na przykład do dokumentu Worda. Czynności te ułatwiają przyciski umieszczone na arkuszu, obok raportu z badań.



Rys. 4. Raport z programu Betonit

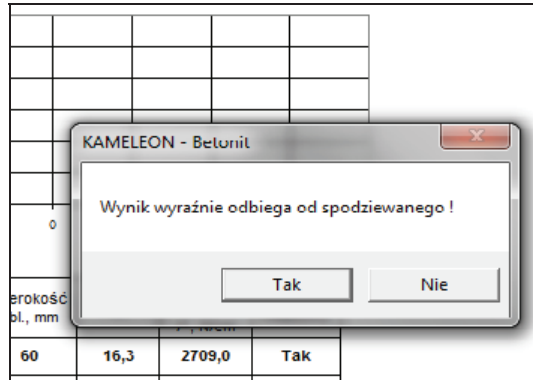
Fig. 4. Report from Betonit programme

W przypadku, gdy jedna z obliczonych przez program wielkości znacznie odbiega od typowej, zdefiniowanej w arkuszu „Ustawienia”, program zgłasza na ekranie komunikat (rys. 5) i czeka na reakcję użytkownika, który ma do wyboru pominięcie w raporcie wyników dla tej próbki lub potwierdzenie poprawności tego wyniku. Naturalnie zawsze można wrócić do arkusza „Dane wejściowe badania” i poprawić błędnie wprowadzone dane dla tej próbki.

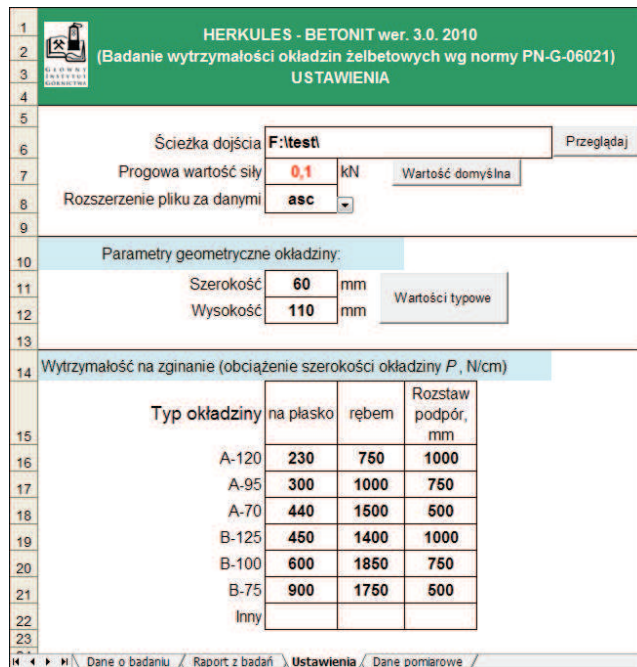
Do arkusza „Ustawienia”, który pokazano na rysunku 6, wprowadza się następujące informacje:

- wartość siły początkowej, która jest potrzebna przy detekcji początku badania (z reguły stosuje się wartość domyślną),

- nominalną szerokość i wysokość typowej okładziny żelbetowej, która służy do obliczania obciążenia szerokości okładziny P ,
- kryterialne wartości obciążenia szerokości okładziny P dla poszczególnych typów (lista może być uzupełniana o nowe typy okładzin).



Rys. 5. Komunikat programu o znacznym przekroczeniu wartości obliczonego parametru
 Fig. 5. Programme announcement about considerable overflowing of counted parameter value



Rys. 6. Arkusz „Ustawienia” w programie Betonit
 Fig. 6. Sheet "Settings" in Betonit programme

5.2. Program Zginanie

Program Zginanie służy do obliczania wyników badań z prób statycznego zginania kształtowników górniczych (np. V), używanych do wykonywania elementów stalowej obudowy górniczej (odrzwia obudowy ŁP, stojaki podporowe itp.). Program ten może również służyć do obliczania parametrów wytrzymałościowych dowolnych elementów konstrukcyjnych lub materiałów, na przykład stropnic, wsporników stalowych, o ile zakres realizowanych obliczeń jest wystarczający dla użytkownika. Obliczenia wykonywane w tym programie są zgodne z wymaganiami zawartymi w normach PN-G-15000-9:1998 oraz PN-G-15541:1997 (z wyjątkiem wartości granicy proporcjonalności, która jest wyznaczana za pomocą innego programu).

Próbie statycznego zginania przeprowadza się w typowych maszynach wytrzymałościowych, wyposażonych w ławę z dwoma podporami oraz zestawem elementów obciążających. Podczas badania rejestruje się wartość siły działającej na kształtownik oraz odpowiadające jej ugięcia tego kształtownika (strzałka ugięcia).

Do arkusza „Dane do programu” wprowadza się, oprócz tych, o których była mowa wcześniej, następujące informacje:

- typ kształtownika (wybierany z listy),
- odległość między podporami w maszynie wytrzymałościowej.

Arkusz „Raport” zawiera wszystkie istotne informacje pochodzące z arkusza „Dane o badaniu” oraz obliczone dla każdej próbki następujące wielkości:

- maksymalną P_{\max} i końcową P_k wartość obciążenia oraz odpowiadające im wartości strzałki ugięcia f_{\max} i f_k ,
- wartości prac A_{\max} i A_k ,
- wartość maksymalnego momentu zginającego $M_{g \max}$,
- wartość wytrzymałości na zginanie R_{gu} .

Program dla każdej próbki sporządza wykres wartości obciążenia w funkcji strzałki ugięcia próbki (wszystkie przebiegi na jednym wykresie).

Arkusz „Ustawienia” programu Zginanie zawiera następujące informacje:

- kryterialną wartość procentowego zmniejszenia siły P_k w stosunku do wartości siły maksymalnej (w PN-G-15000-9:1998 – 80%, a w PN-G-15541:1997 – 85%),
- typ kształtownika oraz wartość wskaźnika wytrzymałości przekroju na zginanie W_x (na podstawie tych danych jest wyświetlana lista w arkuszu „Dane wejściowe badania”).

5.3. Program Okładziny

Program Okładziny służy do obliczania wyników wytrzymałościowych badań górniczych siatek okładzinowych. Badania okładzin są wykonywane w specjalnie zbudowanym stanowisku. Badanie polega na obciążaniu okładziny zamocowanej do ramy stanowiska zgodnie z wymaganiami zawartymi w normie, za pomocą obciążnika o określonych wymiarach. Podczas badania jest rejestrowana wartość siły działającej na okładzinę oraz wartość jej ugięcia. Okładzina jest obciążana aż do momentu uży-

skania strzałki ugięcia wynoszącej 100 mm (wg normy) lub innej wartości ugięcia, określonej przez użytkownika. Obliczenia w tym programie są wykonywane według normy PN-G-15050:1996.

Do arkusza „Danych wejściowych” wprowadza się następujące informacje:

- zmierzoną długość oraz szerokość badanych okładzin (maksymalnie dla pięciu okładzin),
- wyniki oględzin okładzin po osiągnięciu ugięcia 100 mm (lub innej wartości ugięcia określonej w „Ustawieniach”).

Arkusze „Raport” zawiera wszystkie istotne informacje dotyczące badanych okładzin oraz następujące obliczone wielkości:

- wytrzymałość siatki okładzinowej, wyrażaną jako iloczyn maksymalnej wartości obciążenia F_{100} okładziny występującego w zakresie jej ugięcia do 100 mm i długości okładziny, dzielony przez cztery,
- wskaźnik nośności opinki (N_o), obliczany jako stosunek maksymalnej wartości obciążenia F_{100} okładziny do wartości pola powierzchni całej okładziny (ten parametr nie jest określony w normie PN-G-15050:1996).

Arkusze „Ustawienia” zawiera jedynie wartość minimalnej siły przy detekcji początku badania.

5.4. Program Rozpory

Program Rozpory służy do sporządzania raportu z wytrzymałościowych badań stalowych rozpór dwustronnego działania. Badania rozpór są wykonywane w specjalnie skonstruowanym stanowisku. Rozpora zabudowana na dwóch prostych odcinkach kształtownika jest rozciągana lub ściskana aż do jej zniszczenia (wyraźnego zmniejszenia wartości siły). Obliczenia w programie Rozpory są wykonywane zgodnie z wymaganiami zawartymi w normie PN-G-15000-7:1996. Do arkusza „Dane o badaniu” wprowadza się zmierzone długości robocze badanych rozpór (maksymalnie pięciu próbek). Raport z tego programu zawiera istotne informacje z arkusza „Dane o badaniu” oraz obliczone wielkości:

- wartość wzdłużnej nośności rozpory na rozciąganie oraz odpowiadające jej wydłużenie,
- wartość wzdłużnej nośności rozpory na ściskanie oraz odpowiadające jej skrócenie.

Dla każdej rozpory jest sporządzany wykres zależności siły rozciągającej (ściskającej) w funkcji jej wydłużenia (skrócenia).

Arkusze „Ustawienia” zawiera tylko informacje, o których jest mowa w opisie programu Betonit.

5.5. Program Jarzma

Program Jarzma służy do sporządzania raportu z próby zginania dolnych i górnych jarzm strzemion górniczych (dwujarzmowych i kabłąkowych). Badanie wykonuje się w typowej maszynie wytrzymałościowej, która musi być jednak wypo-

sażona w specjalne oprzyrządowanie, którego konstrukcja jest przedstawiona w normie PN-G-15000-10:1987. Badanie polega na obciążaniu jarzma zamocowanego w stanowisku aż do uzyskania obciążenia próbnego. Obliczenia w tym programie są wykonywane zgodnie z wymaganiami zawartymi w normie PN-G-15000-10:1987.

Do arkusza „Dane wejściowe badania” wprowadza się następujące dane:

- typ jarzma,
- wartość obciążenia próbnego,
- informację o stanie jarzma po badaniu (np. naderwaniu lub pęknięciu elementu).

Raport z tego programu zawiera istotne informacje z arkusza „Dane o badaniu” oraz:

- uzyskaną wartości obciążenia próbnego,
- wartości ugięcia jarzma odpowiadające obciążeniu próbnemu.

Dla każdego jarzma jest sporządzany wykres zależności obciążenia w funkcji ugięcia jarzma.

5.6. Program Złącze

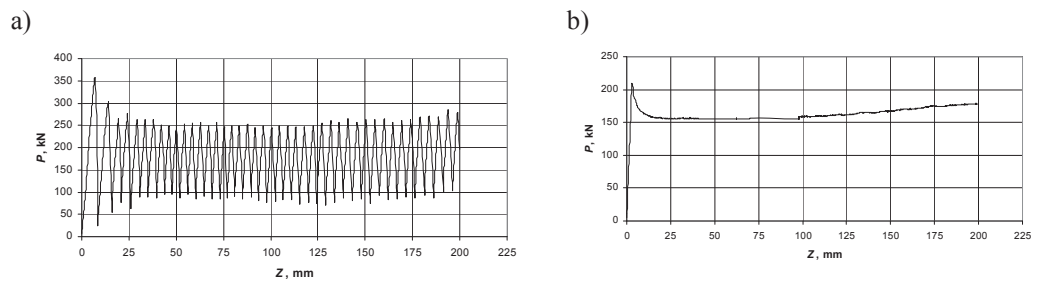
Pierwsza wersja programu Złącze powstała w 1992 roku. Jest to program, który stał się załącznikiem dzisiejszego pakietu Herkules. Jednocześnie algorytm tego programu jest najbardziej złożony ze wszystkich programów pakietu.

Badanie polega na osiowym ściskaniu w maszynie wytrzymałościowej złącza kształowników o określonej długości, w którym nakrętki śrub strzemion są dokręcone określonym momentem.

W czasie badania są rejestrowane wartości obciążenia oraz całkowita długość zsuwu. Algorytm programu powstał na podstawie normy PN-G-15000-11:1991, która zawiera opis sposobu wyznaczania parametrów pracy złącza raczej w przypadku charakterystyki jego pracy zarejestrowanej w postaci analogowej (wykres na papierze z naniesioną podziałką). Obliczanie parametrów pracy złącza na podstawie charakterystyki zapisanej w postaci cyfrowej wymagało przyjęcia dodatkowych, ustalonych na podstawie doświadczenia i analiz, założeń zarówno dla zsuwów skokowych (rys. 8a), ciągłych (rys. 8b), jak i w przypadku, gdy oba rodzaje zsuwów występują w charakterystyce pracy złącza. Program Złącze oblicza tylko wybrane parametry zawarte w normie PN-G-15000-11:1991.

Do arkusza „Dane o badaniu” wprowadza się, oprócz tych, o których była mowa wcześniej, następujące informacje:

- typ strzemion,
- liczba strzemion w złączu,
- moment dokręcenia nakrętek śrub strzemion,
- typ kształownika (z listy).



Rys. 8. Typowe charakterystyki pracy złącza ciernego: a – skokowa, b – ciągła
Fig. 8. Typical performance characteristics of friction joint: a – with a jump, b - continuous

Arkusze „Raport” zawiera informacje wprowadzone do arkusza „Dane o badaniu” oraz obliczone wielkości:

- nośność złącza N_{z1} , przy której wystąpił pierwszy zsuw w złączu,
- średnią nośność złącza N_{zsr} ,
- liczbę zsuwów skokowych.

Do arkusza „Ustawienia” wprowadza się następujące informacje:

- całkowita długość zsuwu, która jest analizowana przez program (200 mm wg PN-G-15000-11),
- minimalna długość zsuwu przyjmowana jako zsuw ciągły,
- progowa wartość siły podczas wczytywania danych pomiarowych.

Parametry domyślne umożliwiają przywrócenie parametrów, które przyjęto na podstawie dotychczasowych doświadczeń.

6. TESTOWANIE OPROGRAMOWANIA

Programy pakietu Herkules testowano na podstawie niektórych uwag zawartych w publikacji (Van Tassel 1998). Poszczególne procedury i funkcje w programach były testowane wstępnie podczas uruchamiania poszczególnych modułów programów. Proces testowania tak ułożono, aby każda instrukcja i każda możliwość przebiegu obliczeń, wykonywana w modułach, była realizowana przynajmniej raz.

Do testowania programów używano specjalnie przygotowanych plików z danymi pomiarowymi, na podstawie których obliczono, w sposób tradycyjny, wymagane wartości i porównano je z wartościami tych wielkości obliczonymi za pomocą testowanego programu. Wyniki obliczeń wykonywane przez nowe wersje programów, w których zmianie uległy procedury obliczeniowe, porównywano z wynikami uzyskanymi z programów używanych dotychczas, które były już przetestowane w ramach prac statutowych (Pacześniowski i in. 2004; Pacześniowski, Pytlik, Taborek 2009) oraz akredytacji procedur badawczych.

PODSUMOWANIE

Obecnie pakiet Herkules jest wykorzystywany zarówno w pracach naukowo-badawczych związanych z badaniem nowych konstrukcji elementów obudowy górniczej, jak i w ramach procedur akredytowanych – dla potrzeb certyfikacji wyrobów. Kolejne wersje programów są coraz wygodniejsze w użyciu, a ciągle rozwijane algorytmy zwiększają dokładność uzyskiwanych wyników lub rozszerzają ich zakres.

Realizowane są prace związane z integracją programów pakietu Herkules z edytorem tekstu Word. Kompletne i dopracowane sprawozdanie będzie zachowane jako plik szablonowy, do którego będą przesyłane wykresy i tablice z programu obliczeniowego. Opracowywane są również skuteczniejsze metody wykrywania błędnych wyników obliczeń spowodowanych wprowadzeniem niewłaściwych danych wejściowych lub wystąpieniem nietypowych błędów w plikach pomiarowych. Rozważana jest możliwość tworzenia w programach pakietu Herkules prostych baz danych, zawierających wyniki badań, co pozwoliłoby na analizę statystyczną tych danych za pomocą innych programów i stanowiłoby podstawę do opracowywania metod wykrywania błędnych wyników badań.

Literatura

1. Bullen S., Boverly R., Green J. (2006): Excel Programowanie dla profesjonalistów. Głwice, Wydaw. Helion.
2. Paczeński K., Pytlik A., Nowak H. i inni (2004): Program wspomagający opracowywanie wyników badań wytrzymałościowych. Dokumentacja pracy statutowej o symbolu komputerowym: 11041004-182. Katowice, Główny Instytut Górnictwa.
3. Paczeński K., Pytlik A., Taborek W. (2009): Opracowanie nowego i aktualizacja obecnego oprogramowania komputerowego wspomagającego wytrzymałościowe badania obudów górniczych w Laboratorium Badań Urządzeń Mechanicznych GIG. Dokumentacja pracy statutowej o symbolu komputerowym: 18514019-182. Katowice, Główny Instytut Górnictwa.
4. PN-G-15000-10:1987 Obudowa chodników odrzwiami podatnymi z kształtowników korytkowych – Strzemiona – Badania wytrzymałościowe.
5. PN-G-06021:1997 Obudowa górniczych wyrobisk korytarzowych – Okładziny żelbetowe.
6. PN-G-15000-11:1991 Obudowa chodników odrzwiami podatnymi z kształtowników korytkowych – Kształtowniki korytkowe proste – Badanie złącz.
7. PN-G-15000-7:1996 Obudowa chodników odrzwiami podatnymi z kształtowników korytkowych – Rozpory stalowe dwustronnego działania – Wymagania i badania.
8. PN-G-15000-9:1998 Obudowa chodników odrzwiami podatnymi z kształtowników korytkowych – Kształtowniki korytkowe proste – Próba statyczna zginania.
9. PN-G-15050:1996 Obudowa wyrobisk górniczych – Siatki okładzinowe zgrzewane.
10. PN-G-15541:1997 Górnicza obudowa indywidualna – Stropnice zwykłe SZG.
11. Van Tassel D. (1998): Praktyka programowania. Warszawa, Wydaw. Naukowo-Techniczne.

Recenzent: dr inż. Marek Rotkegel