

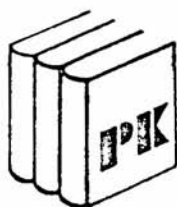
POLITECHNIKA KRAKOWSKA
im. Tadeusza Kościuszki

Praca zbiorowa pod redakcją
STEFANA PIECHNIKA

WYTRZYMAŁOŚĆ MATERIAŁÓW

KOMPUTEROWE PROGRAMY DYDAKTYCZNE

SKRYPT DLA STUDENTÓW WYŻSZYCH SZKÓŁ TECHNICZNYCH



Kraków 1988

PRZEWODNICZĄCY KOLEGIUM REDAKCYJNEGO
WYDAWNICTW POLITECHNIKI KRAKOWSKIEJ

Władysław Hejmo

KIEROWNIK SEKCJI SKRYPTÓW I SKRYPTOWYCH
POMOCY DYDAKTYCZNYCH

Zbigniew Polański

REDAKTOR SERII "L"

Zbigniew Pieniążek

SEKRETARZ SEKCJI

Jolanta Wyznakiewicz

RECENZENT

Marek Witkowski

ADRES REDAKCJI

31-155 Kraków

ul. Warszawska 24

Skrypt opracowali pracownicy Zakładu
Wytrzymałości Materiałów IMB PK :

Jacek Bączek
Jerzy Białkiewicz
Adam Bodnar
Czesław Cichon
Leszek Chodor
Marcin Chrzanowski
Leszek Demkowicz
Janusz German
Andrzej Kamiński
Alfred Krzystanek
Paweł Latus
Jerzy Madej
Marek Matyjaszek
Maciej Nadybski
Paweł Piechnik
Stefan Piechnik
Janusz Słup
Adam Zaborski

Z dostarczonego maszynopisu druk i oprawę wykonano w Zakładzie Graficznym Politechniki Krakowskiej w Krakowie. Nakład 300+25+65 egz. Ark.wyd. 11,0. Ark.druk.16,25. Oddano do druku 9.05.1988 r.

KRATOWNICE STATYCZNIE WYZNACZALNE

Autorzy programu
Leszek Chodor
Alfred Krzystanek

KRATOWNICE STATYCZNIE WYZNACZALNE**A. OPIS PROGRAMU****1. Zadanie programu, idea dydaktyczna**

W programie "KRATA" obliczane są siły w prętach statycznie wyznaczalnych, dowolnie podpartych, kratownic płaskich. Celem programu jest zaprezentowanie zmian w pracy układu kratowego wywołanych zmianami sposobu wykratowania, punktów podparcia ustroju lub obciążenia. Zastosowana grafika umożliwia interpretację geometryczną wyników obliczeń.

Dzięki zastosowaniu algorytmów obliczeń czas oczekiwania na rozwiązanie jest bardzo krótki.

Program, dostosowany do pracy na mikrokomputerze SPECTRUM 48k plus, można również wykorzystać w praktycznych obliczeniach inżynierskich.

2. Sformułowanie zadania, sposób rozwiązania

Program analizuje kratownicę płaską, wewnątrz i zewnątrz statycznie wyznaczalną i która może być rozwiązana metodą równoważenia kolejnych węzłów. Siły osiowe w prętach kratownicy przy różnych warunkach podparcia, obciążenia lub sposobie wykratowania wyznaczane są metodą, która polega na wykorzystaniu lokalnych warunków równowagi węzła. Sposób więc rozwiązania całego ustroju sprowadza się do kolejnego równoważenia węzłów z dwoma niewiadomymi i rozwiązaniu na każdym etapie układu dwóch równań liniowych.

W procedurze roboczej nie generuje się globalnej macierzy równowagi konstrukcji i nie rozwiązuje powstałego w ten sposób dużego układu równań. Jest to zaletą stosowanej metody, pozwala na zmniejszenie wymagań pamięciowych komputera oraz w wielu przypadkach znacznie zmniejsza czas obliczeń, dzieje się to jednak kosztem ograniczenia zbioru kratownic statycznie wyznaczalnych, które mogą być rozwiązane

"KRATA"

proponowanym programem. Dydaktyczny charakter programu objawia się szczególnie przez szerokie wykorzystanie grafiki na każdym etapie obliczeń. Na głównej planszy, kończącej obliczanie ustroju przy danych ograniczeniach, odróżniono kolorami typ wyteżonego pręta /ściskany, rozciągany/ oraz pokazano pręty zerowe.

3. Uwagi i ograniczenia

Przed przystąpieniem do rozwiązywania ustroju, sprawdzany jest warunek konieczny geometrycznej niezmienności i statycznej wyznaczalności. Negatywny wynik takiego sprawdzenia sygnalizowany jest komunikatem "Kratownica geometrycznie zmienna" lub "Kratownica statycznie niewyznaczalna".

Jeżeli w trakcie obliczeń wystąpi komunikat "Kratownicy nie można rozwiązać metodą równoważenia węzłów", to kratownica jest:

- 1/ lokalnie geometrycznie zmienna, lokalnie przesztynwiona lub
- 2/ nierozwiązalna przy użyciu metody równoważenia węzłów nawet w przypadku statycznej wyznaczalności.

Ograniczenia rozmiaru rozwiązywanej kratownicy ustalono w programie na: $lww=100$ węzłów, $lwp=200$ prętów, $lwz=200$ obciążeń zewnętrznych /po 100 składowych poziomych i pionowych/. Przy większych wartościach ograniczeń należy wprowadzić modyfikację do programu przez zapis w procedurze "KRATA":

30 LET lww=lww, gdzie za lww po prawej stronie równości należy podstawić żadaną wartość liczbową.

Uruchomienie programu następuje automatycznie po wczytaniu z taśmy.

4. Wprowadzenie danych

Wykonanie programu rozpoczyna się od ogólnej tablicy informacyjnej /główne menu/. Przyciśnięcie wybranego /wyróżnionego na ekranie monitora/ klawisza powoduje przejście do wykonywania odpowiedniej opcji programu. Zakończenie wykonywania wybranej opcji programu powoduje każdorazowo powrót do głównego menu. Zastosowano dynamiczny sposób wprowadzania danych. Możliwa jest ciągła modyfikacja warunków brzegowych. Szczególnie istotne dla użytkownika są ułatwienia związane z wprowadzaniem listy węzłów i prętów. W programie wymagane jest zadanie współrzędnych liczbowych tylko węzłów obrysu, natomiast współrzędne innych węzłów generowane są automatycznie.

"KRATA"

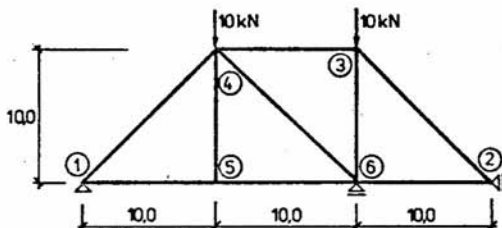
Program zabezpieczony jest przed błędami typu wprowadzonych danych przez zastosowanie pętli logicznych. Ilość węzłów obrysu, węzłów pośrednich oraz prętów obliczana jest automatycznie, po sygnalizowaniu końca wprowadzania danych przez przyciśnięcie klawisza EDIT. Inne uwagi o wprowadzaniu danych podawane są na bieżąco na ekranie monitora w trakcie egzekucji programu.

"KRATA"

KRATOWNICE STATYCZNIE WYZNACZALNE

B. PRZYKŁAD

Wyznaczyć siły osiowe w prętach kratownicy o geometrii i obciążeniu jak na rysunku



Dane wprowadzamy w trybie konwersacyjnym

RUN

POCZĄTEK OBLICZEŃ

ZMIANA WYKRATOWANIA PRZY ZACHOWANIU WĘZŁÓW

- TYLKO GŁÓWNYCH
- GŁÓWNYCH I POŚREDNICH

ZMIANA WĘZŁÓW PODPOROWYCH;

- PRZY ZACHOWANIU OBCIĄŻENIA
- ZE ZMIANĄ OBCIĄŻENIA

KOLEJNY WARIANT OBCIĄŻENIA

WYNIKI: LICZBOWE, GRAFIKA

"KRATA"

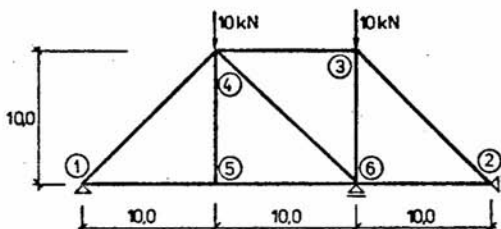
Program zabezpieczony jest przed błędami typu wprowadzonych danych przez zastosowanie pętli logicznych. Ilość węzłów obrysu, węzłów pośrednich oraz prętów obliczana jest automatycznie, po sygnalizowaniu końca wprowadzania danych przez przyciśnięcie klawisza EDIT. Inne uwagi o wprowadzaniu danych podawane są na bieżąco na ekranie monitora w trakcie egzekucji programu.

"KRATA"

KRATOWNICE STATYCZNIE WYZNACZALNE

B. PRZYKŁAD

Wyznaczyć siły osiowe w prętach kratownicy o geometrii i obciążeniu jak na rysunku



Dane wprowadzamy w trybie konwersacyjnym

RUN

POCZĄTEK OBLICZEŃ

ZMIANA WYKRATOWANIA PRZY ZACHOWANIU WĘZŁÓW

- TYLKO GŁÓWNYCH

- GŁÓWNYCH I POŚREDNICH

ZMIANA WIĘZÓW PODPOROWYCH;

- PRZY ZACHOWANIU OBCIĄŻENIA

- ZE ZMIANĄ OBCIĄŻENIA

KOLEJNY WARIANT OBCIĄŻENIA

WYNIKI: LICZBOWE, GRAFIKA

"KRATA"

WĘZŁY OBRYSU

WĘZŁ	X (m)	Y (m)
1	0	0
2	30	0
3	20	10
4	10	10

EDIT = koniec danych

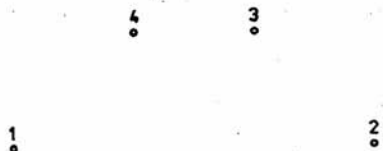
WSZYSTKIE WĘZŁY OBRYSU T/N ?

T

CZY DOBRZE T/N ?

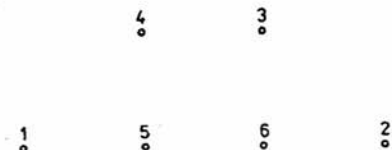
T

PODZIAŁ OBRYSU NA ODCINKI



WĘZŁY: 1 - 2

ODCINKÓW 3



CZY DOBRZE T/N ?

T

EDIT - koniec danych

WSZYSTKIE WĘZŁY KRATOWNICY

CZY DOBRZE T/N ?

"KRATA"

T

SPOSÓB WYKRATOWANIA

WĘZEL 1 = 1

WĘZEL j = 5

CZY DOBRZE T/N ?

T

WĘZEL 1 = 5

WĘZEL j = 6

CZY DOBRZE T/N ?

T

WĘZEL 1 = 6

WĘZEL j = 2

CZY DOBRZE T/N ?

T

WĘZEL 1 = 2

WĘZEL j = 3

CZY DOBRZE T/N ?

T

WĘZEL 1 = 3

WĘZEL j = 4

CZY DOBRZE T/N ?

T

WĘZEL 1 = 4

WĘZEL j = 1

CZY DOBRZE T/N ?

T

WĘZEL 1 = 4

WĘZEL j = 5

CZY DOBRZE T/N ?

T

WĘZEL 1 = 4

WĘZEL j = 6

CZY DOBRZE T/N ?

T

WĘZEL 1 = 6

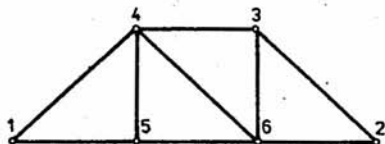
WĘZEL j = 3

CZY DOBRZE T/N ?

T

EDIT = koniec danych

"KRATA"



WSZYSTKIE PRĘTY WYKRATOWANIA
CZY DOBRZE T/N ?

T

WIĘZY PODPOROWE

WIĘZY 1 WĘZEL 1 $A = 0^\circ$
CZY DOBRZE T/N ?

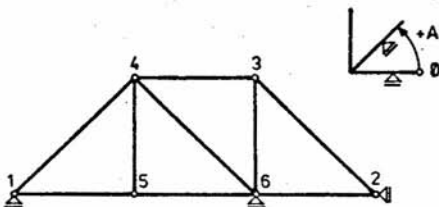
T

WIĘZY 2 WĘZEL = 6 $A = 0^\circ$
CZY DOBRZE T/N ?

T

WIĘZY 3 WĘZEL 2 $A = 90^\circ$
CZY DOBRZE T/N ?

T



WSZYSTKIE WIĘZY PODPOROWE
CZY DOBRZE T/N ?

T

"KRATA"

OBCIĄŻENIA

GRUPA OBCIĄŻEŃ 1

Px = 0 Py = -10

CZY DOBRZE T/N ?

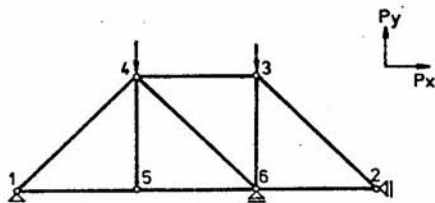
T

WĘZEL = 4

WĘZEL = 3

EDIT = koniec danych

EDIT = koniec danych



CAŁKOWITE OBCIĄŻENIE

CZY DOBRZE T/N ?

T

OBLICZONE

Y - dowolny klawisz

POCZĄTEK OBLICZEŃ

ZMIANA WYKRATOWANIA PRZY

ZACHOWANIU WĘZŁÓW

- TYLKO GŁÓWNYCH,

- GŁÓWNYCH I POŚREDNICH

ZMIANA WIĘZÓW PODPOROWYCH:

- PRZY ZACHOWANYM OBCIĄŻENIU,

- ZE ZMIANĄ OBCIĄŻENIA

KOLEJNY WARIANT OBCIĄŻENIA

WYNIKI: LICZBOWE, GRAFIKA

"KRATA"

L

WYNIKI	LICZBOWE
PRĘT	SILA
1-5	5
5-6	5
6-2	0
2-3	0
3-4	0
4-1	-7,08
4-5	0
4-6	-7,08
6-3	-10

Y - dowolny klawisz

WIĘZY	KĄT A	REAKCJA
W WĘZLE	/deg/	
1	0	5
6	0	15
2	90	0

Y - dowolny klawisz

"KRATA"

```

400 LET det=a1ka4-a3ka2:IF det=0 THEN GO SUB 2110:LET zz=1:GO TO 60
405 LET s(r1)=(-b1ka4+b2ka2)/det: LET s(r2)=(-a1kb2+a3kb1)/det
410 LET i=r1: GO SUB 520: LET i=r2: GO SUB 520
420 NEXT j
423 IF lw=i+1 THEN GO TO 470
424 IF a$="t" THEN GO SUB 2120: GO TO 60
425 GO TO 300
430 IF a1=0 AND a3=0 THEN GO SUB 2110: GO TO 60
435 IF a1=0 THEN LFT s(r1)=-b2/a3: GO TO 460
450 LET s(r1)=-b1/a1
460 LET i=r1: GO SUB 520
465 LET zz=4: RETURN
470 FOR i=1 TO 3: LET w=w(i): LET a1=w(i): LFT c(w)=c(w)+e(i)*SIN a1: LET d(w)
=d(w)+e(i)*COS a1: NEXT i
480 GO SUB 570
490 BEEP .7,4: PRINT #0:AT 0,0: FLASH 1;"?":AT 1,8;" obliczone ": PAUSE 0:
GO TO 60
520 IF ABS (s(i))<.01 THEN LET s(i)=0: LET Pa=7
530 IF s(i)>0 THEN LET Pa=1
540 IF s(i)<0 THEN LET Pa=2
550 GO SUB 1600: RETURN
560 CLS : BORDER 4: FOR i=0 TO 21: BEEP .005,i: PRINT PAPER 4:AT i,0;"
": NEXT i: PAPER 4: INK 0: INPUT "
": RETURN
570 PRINT AT 19,10: INK 1;"-----"; INK 0;" rozcia9amy"
580 PRINT AT 20,2: INK 7;"-----"; INK 0;"zerowy";AT 20,17: INK 2;"-----";
INK 0;" sciskany"
590 RETURN
610 REM LISTA WZELOW
620 LET j=1: LET i=1
630 GO SUB 2200: PRINT AT 0,0: PAPER 5: INK 0;" WZELY OBRYSU
640 PRINT AT 2,1:"Wzela x[m] y[m] ": GO SUB 2350
650 LET u=200: LET v=75: GO SUB 2170: PRINT AT 9,25;"y": PRINT AT 12,28;"x"
660 LET i=j+1: IF j=14 THEN LET j=1: GO TO 630
670 LET x=3+i: PRINT AT x,3;i: LET y=R: GO SUB 2220: IF c=7 THEN GO TO 710
680 LET x(i)=a
690 LET y=16: GO SUB 2220: IF c=7 THEN GO TO 710
700 LFT x(i)=a: LET i=i+1: IF i>lw THEN LET zz=0: GO SUB 2360: GO TO 60
705 GO TO 650
710 PRINT AT x,3;" ": LET lw=j-1: PRINT #0:AT 1,0;"Wszystkie wzely
obrysu (t/n)": FLASH 1;"?": PAUSE 0: IF INKEY$="n" THEN GO SUB 2350: GO TO 67
0
720 PRINT AT x,1;"-----": LFT x=x+1
730 PAPER 5: INK 0: GO SUB 2340: IF c$("<") THEN GO TO 780
740 PRINT #0:AT 1,0;"Podaj poprawne wspolrzedne wzela": LET x=x+1: IF x=19 THE
N LET x=5
750 PRINT AT x,i;" ": PRINT AT x+1,1;"
": LFT y=3: GO SUB 2220: IF c=7 THEN GO TO 750
755 LET i=INT (a): IF i<0 OR i<1 OR i>lw THEN GO TO 750
760 LET y=8: GO SUB 2220: IF c=7 THEN GO TO 760
762 LET x(i)=a
765 LET y=16: GO SUB 2220: IF c=7 THEN GO TO 765
767 LET x(i)=a
770 GO TO 730
780 IF lw<3 THEN LET zz=0: GO SUB 2110: GO TO 60
785 PAPER 1: INK 7: LET a=1: LET max=-99999: LET max=y: LET miy=99999: LET mi
x=miy: FOR i=1 TO lw
790 IF max<x(i) THEN LET max=x(i)
800 IF max<y(i) THEN LET max=y(i)
810 IF miy>x(i) THEN LET miy=x(i)
820 IF miy>y(i) THEN LET miy=y(i)
822 IF i=1 THEN GO TO 830
825 LET y=ABS (x(i)-y(i)): LET x=ABS (x(i)-x(i)): IF x=0 THEN LET kk=9999: GO
TO 827
826 LET kk=y/x: IF i=2 THEN LET ka=kk

```


"KRATA"

```

827>IF 1=0 THEN LET k=1
828 IF k<=4 THEN LET a=0
829 NEXT i
835 IF a=1 THEN LET z=0: GO SUB 2110: GO TO 60
840 LET max=ABS (max-mix): LET min=ABS (max-mix)
845 LET s=174/max: LET c=100/max: IF s<=y THEN LET s=sy
850 LET z=1: LET mix=127-s*x*(max/2+mix): LET miw=90-s*x*(max/2+miw)
860 GO SUB 2200: LET i=1: LET i=1w9: GO SUB 1550: LET i=0: PRINT AT 0,0;"
PODZIAL DRYSU NA ODCINKI "
870 PRINT AT 20,1:"wz=14 ? - ? odcinkow ? "
880 PLOT 0,20: DRAW 255,0: PLOT 135,0: DRAW 0,20: GO SUB 2350
890 LET x=20: LET y=8: PRINT AT x,y:" ": GO SUB 2220: IF c=7 THEN GO TO 11
0
900 LET i=INT (a): IF i<>a OR i<1 OR i>1w THEN GO TO 890
910 LET y=13: PRINT AT x,y:" ": GO SUB 2220: IF c=7 THEN GO TO 1000
920 LET i=INT (a): IF i<>a OR i<1 OR i>1w OR i=i2 THEN GO TO 910
930 LET y=28: PRINT AT x,y:" ": GO SUB 2220: IF c=7 THEN GO TO 1000
940 LET p=INT (a): IF p<>a THEN GO TO 930
945 IF p<2 THEN GO TO 870
950 IF i+p>1w THEN GO SUB 2360: GO TO 930
960 LET d=y-(i2)-y(i1)-p: LET d=(y(i2)-y(i1))/p: GO SUB 1560
970 GO SUB 2340: GO SUB 2350: IF c="n" THEN GO SUB 1560: GO TO 870
975 LET i=i+p-1: LET i=i+p-1w
980 GO TO 870
1000 PLOT 135,0: DRAW OVER 1,0,19: PRINT AT 20,1:" wszystkie wezly kratowia
": GO SUB 2340: IF c="n" THEN GO TO 860
1010 REH SPOSOB WYKRATOWANIA
1020 GO SUB 2215: IF c="s" THEN GO SUB 2200: GO SUB 1550: GO SUB 1610: GO S
1700
1030 PRINT AT 0,0: INK 0: PAPER 6:" SPOSOB WYKRATOWANIA ": PLOT 0,2
DRAW 255,0
1050 GO SUB 2350: LET p=7: LET i=1
1060 PRINT AT 20,1:"wezyl j=" ": PLOT 123,0: DRAW 0,20
1065 LET y=20: LET y=10: PRINT AT x,y:" ": PLOT 123,0: DRAW 0,20: GO SUB
20: IF c=7 THEN GO TO 1120
1070 LET i=INT (a): IF i<>a OR i<1 OR i>1w THEN GO TO 1060
1080 LET y=26: PRINT AT x,y:" ": GO SUB 2220: IF c=7 THEN GO TO 1120
1090 LET p=INT (a): IF p<>a OR (p<1) OR (p<1w) OR (p<1) THEN GO
0 1080
1100 GO SUB 1600: GO SUB 2340: GO SUB 2350: IF c="n" THEN GO SUB 1600: GO TO
0 0
1110 LET i=i+1: IF i>1w THEN LET z=1: GO SUB 2360: GO TO 60
1115 GO TO 1060
1120 LET i=i-1: PLOT 123,0: DRAW OVER 1,0,19: PRINT AT 20,1:" wszystkie Prof
uskratowania ": GO SUB 2340: GO SUB 2350: IF c="n" THEN GO SUB 1590: GO TO
0
1122 IF i=2+1w-3 THEN GO TO 1130
1125 IF i<2+1w-3 THEN GO SUB 2110
1126 IF i>2+1w-3 THEN GO SUB 2100
1127 LET z=1: GO TO 00
1130 LET z=2: RETURN
1140 LET p=7: IF c="b" OR c="c" THEN GO SUB 2200: GO SUB 1550: GO SUB 159
PLOT 0,20: DRAW 255,0
1150 PRINT AT 0,0:" WIEZY PODPOROWE ": PRINT AT 1,0:"
": IF c="h" THEN GO SUB 1700
1160 LET h=20: LET v=12: PLOT 0-32,v: DRAW -32,0: DRAW 0,20: PLOT 0,v: DRAW
3-20: PRINT AT 0,20:"0": AT 4,20:"4": DRAW 11-20,-PI/4: CIRCLE 0+32,v,1.5: F
h+23,v+23: DRAW 0,-3: DRAW 0,3: DRAW 0,0: FOR i=0 TO 1: LET a=45+PI/180
T=90+204000 a: LET v=2045 SIN a: GO SUB 1650: NEXT i
1170 FOR i=1 TO 3: LET o=0
1180 PRINT AT 20,1:"Wizya" INVERSE I,i, INVERSE 0," wezyl w A=EdesT
1190 PLOT 0,0: DRAW 0,20: PLOT 160,0: DRAW 0,20
1200 LET x=0: LET y=15: PRINT AT x,y:" ": PLOT 160,0: DRAW 0,20: GO SUB
20: IF c=7 THEN GO TO 1200
1210 LET w=INT (a): LET w=w(i): IF w<>a OR w<1 OR w>1w THEN GO TO 1200

```

```

1220 LFT w=25: PRINT AT x,24: " " : GO SUB 2220: IF c=7 THEN GO TO 1220
1230 LET al=0: LET w(i)=a1*PI/180
1240 LET al=0: LET a(1,1)=SIN al: LET a(2,1)=COS al: LET a(3,1)=w(i)*SIN
al+w(i)*COS al: GO SUB 1640
1250 GO SUB 2340: IF c#="n" THEN LFT wv=1: GO SUB 1640: LET wv=0: GO TO 1180
1255 NEXT i
1270 PLOT 65,0: DRAW OVER 1,0,19: PLOT 160,0: DRAW OVER 1,0,19: PRINT AT 20,1:
" " : wzestkie wiezya Podporowe " " : GO SUB 2340: IF c#="n" THEN GO SUB 1630: GO T
O 1170
1280 LET de1=a(1,1)*a(2,2)+a(3,3)+a(1,2)*a(2,3)+a(3,1)+a(1,3)*a(2,1)+a(3,2)+a(1
,3)*a(2,2)+a(3,1)+a(1,1)*a(2,3)+a(3,2)+a(1,2)*a(2,1)+a(3,3): IF ABS(de1)*e-10
THEN GO SUB 2110: LET zz=2: GO TO 60
1290 PRINT AT 2,25: " " : AT 3,25: " " : AT 4,25: " " : AT 5,25: " " :
AT 6,25: " " : AT 7,25: " " " " "
1300 LET zz=3: RETURN
1310 REM LISTA OBRAZEN
1320 LET Pa=7: IF c#="o" THEN GO SUB 2200: GO SUB 1550: GO SUB 1590: GO SUB 161
0
1330 LET wv=1: LFT Pa=6: PRINT PAPER 5: INK 0: AT 0,0: " " : OBRAZENIA
1340 LET wv=1: FOR i=1 TO lm: LET c(i)=0: LET d(i)=0: NEXT i
1350 LET wv=220: LET v=123: GO SUB 2170: PRINT AT 3,27: "Py": PRINT AT 7,29: "Px":
PRINT AT 7,2
1360 PLOT 0,20: DRAW 255,0
1370 GO SUB 2350: LET j=1: LFT k=0
1375 LET k=k+1
1380 PRINT AT 19,0: PAPER 7: INK 2: " " : Grupa obrazow " " : PRINT AT 19,19: PAP
ER 7: " " : PRINT AT 20,1: "Px=" " Py="
1390 PLOT 0,0: DRAW 0,15: PLOT 175,0: DRAW 0,20: GO SUB 2350
1395 LET wv=20: LET wv=4: GO SUB 2220: LET Px=a: IF c=7 THEN GO TO 1500
1400 LET wv=15: GO SUB 2220: LET Py=a: IF c=7 THEN GO TO 1500
1410 GO SUB 2340: IF c#="n" THEN GO TO 1385
1420 GO SUB 2200: PRINT AT 20,22: " wzel=" " : LET x=20: LET y=29: GO SUB 2220:
IF c=7 THEN GO TO 1485
1470 LET i=INT (a): LET s(i)=i: IF i(>) OR i(<) OR i(>) THEN GO TO 1460
1475 FOR a=1 TO j-1: IF i=s(a) THEN PRINT AT 20,22: " ***** " : FLASH 1: "?": P
APER 0: GO TO 1460
1477 NEXT a: LET c(i)=Px: GO SUB 1720: LET d(i)=Py: GO SUB 1780
1480 LET j=j+1: GO TO 1460
1485 GO TO 1375
1500 LET i=j-1: PRINT AT 19,0: " " : PLOT 0,20: DRAW 255,0:
PLOT 80,0: DRAW OVER 1,0,15: PLOT 175,0: DRAW OVER 1,0,15: PRINT AT 20,1: "
" : wyznaczenie obrazow " " : GO SUB 2340
1510 IF c#="w" THEN GO SUB 1700: GO TO 1340
1512 LET zz=4: LFT h(1)=0: LFT h(2)=0: LFT b(3)=0: FOR j=1 TO low
1515 LET j=c(i): LET b(1)=h(1)+c(i): LET h(2)=b(2)+d(i)
1517 LET b(3)=b(3)+c(i)*x(i)+d(i)*x(j): NEXT j
1520 RETURN
1530 REM GRAFIKA
1540 REM wzly kratownicy
1550 FOR i=1 TO lm: GO SUB 1570: NEXT i: RETURN
1560 FOR k=1 TO p-1: LFT i=lm+lm+k: LET x(j)=x(i)+k*dx: LET y(j)=y(i)+k*dy:
GO SUB 1570: NEXT k: RETURN
1570 LET b=c(i)*x+mix: LFT a=x(i)*x+mix: IF o#(<)"x" THEN PRINT OVER ov: AT 21
-h,0,y:z:j
1575 CIRCLE OVER ov:a,h,1.5: RETURN
1580 REM Przek
1590 FOR i=1 TO 1p: GO SUB 1600: NEXT i: RETURN
1600 LET x=c(i): LET y=c(i): LET x1=x(p(i)): LET y1=y(p(i)): LET a=x*sx+mi
x: LET b=y1+sx*y: PLOT OVER ov:a,b: DRAW OVER ov: INK Pa:(x1-x)*sx,(y1-y)*sx:
RETURN
1610 REM GRAFIKA - wiezya Podporowe
1620 FOR i=1 TO 3: GO SUB 1640: NEXT i: RETURN
1630 FOR i=1 TO 3: LET wv=1: GO SUB 1640: NEXT i: RETURN
1640 LET wv=c(i): LFT al=w(i): LET x=sx*x(w)+mix: LET y=mi+y(w): IF i=1 THEN
GO TO 1660
1643 IF w(>w(1)) THEN GO TO 1650

```

"KRATA"

```

1644)IF a1<=0 THEN LET a1=0 GO TO 1670
1647 GO TO 1665
1650 IF i=2 OR a1<=0 THEN GO TO 1660
1654 IF a1<=0 THEN LET a1=a1/2 GO TO 1670
1656 GO TO 1665
1659 GO SUB 1680
1665 RETURN
1670 LET ov=1 GO SUB 1690 LET ov=0 RETURN
1680 LET cs=COS(a1) LET ss=SIN(a1) PLOT OVER ov;x,y: DRAW OVER ov;5*cs+5*
ss;5*cs-5*cs: DRAW OVER ov;-10*cs,-10*cs: DRAW OVER ov;-5*cs+5*cs,5*cs+5*cs
1690 LET cs=COS(a1) LET ss=SIN(a1) PLOT OVER ov;x+6*cs+8*ss,y+6*ss-8*cs: D
RAW OVER ov;-12*cs,-12*ss: RETURN
1700 REM GRAFIKA sila zwnetrzna
1710 FOR i=1 TO 10: GO SUB 1720: NEXT i: RETURN
1720 LET a=x(i)*sx+miy: LET b=y(i)*sy+miy
1730 IF a(i)=0 THEN GO TO 1770
1740 IF a(i)>0 THEN GO TO 1760
1750 PLOT INK Pa: OVER ov;a+20,b+5: DRAW INK Pa: OVER ov;-15,0: DRAW INK Pa:
OVER ov;5,3: GO TO 1770
1760 PLOT INK Pa: OVER ov;a+5,b+5: DRAW INK Pa: OVER ov;15,0: DRAW INK Pa: O
VER ov;-5,3
1770 RETURN
1780 LET a=x(i)*sx+miy: LET b=y(i)*sy+miy
1790 IF a(i)=0 THEN GO TO 1830
1800 IF a(i)>0 THEN GO TO 1820
1810 PLOT INK Pa: OVER ov;a+5,b+20: DRAW INK Pa: OVER ov;0,-15: DRAW INK Pa:
OVER ov;3,5: GO TO 1830
1820 PLOT INK Pa: OVER ov;a+5,h+5: DRAW INK Pa: OVER ov;0,15: DRAW INK Pa: O
VER ov;3,-5
1830 RETURN
1840 REM Rysunek calej kratownicy
1850 LET Pa=0 GO SUB 560 GO SUB 2210 GO SUR 1550 GO SUB 1590 GO SUB 1610
GO SUB 1700 RETURN
1860 REM GRAFIKA - ilustracja wynkow obliczen
1870 LET ov=0 GO SUB 560 GO SUB 2210
1880 PRINT PAPER 0, INK 7: AT 0,0: " ILUSTRACJA WYNIKOW OBLICZEN "
1882 IF z=0 THEN GO SUB 1550
1884 FOR i=1 TO 10: IF z>1 THEN GO SUR 520
1886 NEXT i: LET Pa=0: IF z>2 THEN GO SUR 1610
1890 LET Pa=1: IF z=4 THEN GO SUB 1700
1892 IF z>1 THEN GO SUB 570
1900 LET Pa=0 GO TO 2130
1910 REM WYNIKI LICZBOWE
1920 CLS: PAPER 5: CLS: PAPER 5: INK 0: BORDER 5: LET j=3: LET i=1
1935 GO SUB 2200: PRINT " WYNIKI LICZBOWE "
1940 PRINT AT 2,1: BRIGHT 1: " Pret Sila "
1950 PRINT AT 1,5,10: " - ,P(i): AT 1,19: CINT (a(i)*100+1)/100
1955 LET j=j+1: LET i=i+1: IF j=18 THEN LET j=3: PRINT #0: FLASH 1: AT 1,0: " "
PAUSE 0: GO TO 1955
1965 IF i=18 THEN GO TO 1980
1970 PRINT #0: FLASH 1: AT 1,0: " " PAUSE 0
1980 GO SUB 2200: PRINT AT 1,1: " Wiesz Kat a Peakcja "
1990 PRINT AT 2,1: " Wiesz Kat a Peakcja "
2000 FOR i=1 TO 3: PRINT AT i+4,3: CINT (i) AT i+4,12: CINT (i)*180/PI: AT i+4,22: INT (a(i)
*100+1)/100: NEXT i
2010 GO SUB 2130 GO TO 60
2020 REM STATYSTYKA WYCHODZAJACA
2030 GO SUB 2200 PRINT AT 10,12: PAPER 0: INK 7: "KRATOWNICA": AT 11,4: "STATYSTYK
E NIEWYCHODZAJACA": GO TO 2130
2110 GO SUB 2200 PRINT AT 10,0: PAPER 0: INK 7: "UKLAD JEST GEOMETRYCZNIE ZMIEN
NY": GO TO 2130
2130 GO SUB 2200 PRINT AT 10,11: PAPER 0: INK 7: "KRATOWNICY": AT 11,7: "NIE MOZE
POWIATAC": AT 12,3: "METODA POMIAROWA WZGLOW"
2130 PRINT #0: AT 1,0: FLASH 1: " " FLASH 0: " " PAU
0: RETURN

```

"KRATA"

```

140)FOR i=1TO 16 LET a(i)=(4*(i))-y(p(i))/SQRT((x*(i))-x(p(i)))*(x*(i))-x(p
150 PRINT ASN (a(i))*180/PI: NEXT i: RETURN
150 PLOT a,b: DRAW (x1-y)*sx,(y1-y)*sx: NEXT i: RETURN
170 REM GPAPIKA - układ współrzędnych
180 PLOT u,v: DRAW 0,20: DRAW -2,-4: PLOT u,v+20: DRAW 2,-4: PLOT u,v: DRAW 20,
190 DRAW -4,-2: PLOT u+20,v: DRAW -4,2
190 RETURN
200 CLS: GO SUB 2215
210 PLOT 0,175: DRAW 255,0: DRAW 0,-175: DRAW -255,0: DRAW 0,175: RETURN
215 FOR k=0 TO 10: BEEP .005,k: NEXT k: RETURN
220 REM czytanie liczby
230 LET i$="": LET c1=1: LET c2=1
240 BEEP .03,30: PRINT AT x,y: FLASH 1;"?"
250 PAUSE 0: LET c$=INKEY$: LET c=CODE c$: IF c=7 THEN PRINT CHR$ 8; " ": RETU
260 IF c=12 THEN FOR k=1 TO c1: PRINT " ";CHR$ 8;CHR$ 8: NEXT k: GO TO 2230
270 IF c1>1 AND (c=13 OR c=32) THEN GO TO 2330
280 IF c<43 OR c>57 THEN GO TO 2250
290 LET c1=c1+1: IF (c1>2 AND (c=45 OR c=43)) OR (c2=2 AND (c=44 OR c=46)) TH
300 IF c=44 OR c=46 THEN LET c$=" ": LET c2=2
310 BEEP .005,15: PRINT CHR$ 8;c$: FLASH 1;"?"
320 LET i=i+c$: GO TO 2250
330 LET x=VAL (i$): PRINT CHR$ 8; " ": RETURN
340 PRINT #0;AT 1,0:"Czy dobrze (t/n) "; FLASH 1;"?"; FLASH 0;"
350 PAUSE 0: LET c$=INKEY$: PRINT #0;AT 1,0;" " : RE
360 PRINT #0;AT 1,0:"EDIT = koniec danych " : RETURN
360 PRINT #0;AT 1,0;" zbyt duża liczba danych " ; FLASH 1;"?"; PAUSE 0: PRINT
370 RETURN

```