

EXAMENSARBETE

Utveckling av datorprogram  
rörande stomstabilisering

Institution:

Byggnadsteknik II

Utfört av:

Peter Rubin

## FÖRORD

Följande examensarbete redovisar två datorprogram för plan knäckning av ramsystem, utan respektive med pendelpelare. Programmen som beskrivs i /1/, har överförts från HP-basic till Nord-10-basic, och justeringar har gjorts då så föreläggat mellan språken.

Därefter har vidareutveckling skett i avsikt att öka dess användbarhet och förkorta beräkningstiden.

Dessa förändringar redovisas på följande sidor samt programmen beskrivs med exempel och komplett lista.

Examensarbetet har utförts i ämnet Bärande Konstruktioner FK III, institutionen för Byggnadsteknik II.

Handledare har varit universitetslektor Sture Åkerlund, till vilken jag härmed vill framföra mitt tack.

Lund augusti 1979

Peter Rubin

## INNEHÅLLSFÖRTECKNING

### 1. Ramknäckning

#### 1.1 Inledning

#### 1.2 Att bestämma knäckningsvärdet-subprogram 7000

#### 1.3 Övrigt ramknäckning

#### 1.4 Exempel på ramknäckning

### 2 Stabilitetsknäckning

#### 2.1 Inledning

#### 2.2 Gruppering av ramar och pendelpelare

#### 2.3 Framtagning av k-faktorn

#### 2.4 Övrigt stabilitetsknäckning

#### 2.5 Exempel på stabilitetsknäckning

## APPENDIX

### 1 Datorprogrammen

## 1 RAMKNÄCKNING

### 1.1 Inledning

Programmet ramknäckning bygger på standardprogram 3 i /1/. Det beräknar knäckningssäkerheten i ett plant pelar-balksystem med deformationsmetoden. Programmet har ändrats främst i framtagningen av  $\alpha$ -värdet ( i datorutskriften = ALFA ), som sker automatiskt.

$\alpha$ -värdet ingår i formeln  $P_{kn} = \alpha^2 EI/L^2$  som bestämmer konstruktionens knäckningsvärde.

Dels har ett par frågor tillförts som gör att  $\alpha$ -värdet kan erhållas med högre noggrannhet, och nya segmentsdata kan tillföras utan att transformationsmatrisen behövs läsas in på nytt. De i den fortsatta redovisningen använda beteckningar är identiska med beteckningar i programmen.

### 1.2 Att bestämma knäckningsvärdet-subprogram 7000

Problemet att bestämma  $P=P_{kn}$  för konstruktionen, att få strukturstyvhetsmatrisen SS positivt semidefinit, sker på följande sätt.

$\alpha=A$  tilldelas värdet 1 som startvärde, och intervallet B3 som bestämmer nästa A-värde är också 1. SS-matrisen beräknas i subprogrammet 5000 och den reducerade SS-matrisen i subprogrammet 6000. I steget 7035 sker sedan en sortering av diagonalelementen i den reducerade SS-matrisen, och det minsta elementet=MIN blir vägledande för val av nytt A-värde.

Det finns nu primärt fyra vägar att fortsätta på.

1) Exekveringen avbryts då MIN är noll eller nästan noll.

Som kriterium på detta har jag valt att stanna i en första omgång då  $0 \leq \text{MIN} \leq 0.01$ .

2) MIN antar ett positivt värde  $\geq 0.01$ , och därefter följs av positiva värden. A ökar nu med startintervallet  $B3=1$  och antar värdet  $A=2,3,4,\dots$

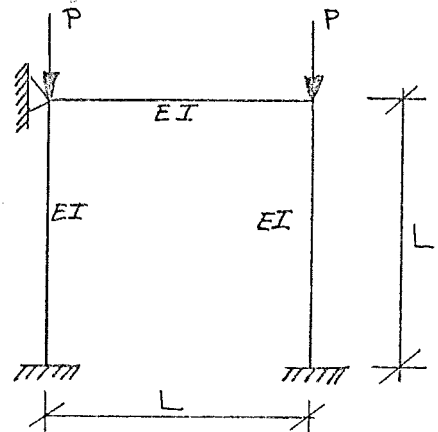
3) MIN antar ett negativt värde.  $A=A-B3/2$  och intervallet  $B3=B3/2$ .

4) MIN har antagit ett negativt värde och blir åter positivt.  $A=A+B3/2$  och  $B3=B3/2$ .

På detta sätt ringas aktuellt  $\alpha$ -värde in relativt snabbt genom att antal steg, som jag i utskriften låtit stå inom parantes efter  $\alpha$ -värdet.

Ett exempel illustrerar principen:

Bestäm  $P_{kn} = \alpha \pi^2 EI / L^2$  för figuren.



| ANTAL STEG | A=ALFA  | MIN          | B3          |
|------------|---------|--------------|-------------|
| 1          | 1       | 5.84892      | 1           |
| 2          | 2       | 3.17728      | 1           |
| 3          | 3       | -1.03193     | 1           |
| 4          | 2.5     | 4.72517E-01  | 0.5         |
| 5          | 2.75    | -3.64313     | 0.25        |
| 6          | 2.625   | -8.56132E-01 | 0.125       |
| 7          | 2.5625  | -1.12201E-01 | 0.0625      |
| 8          | 2.53125 | 1.95243E-01  | 0.03125     |
| 9          | 2.54687 | 4.57563E-02  | 1.5625E-02  |
| 10         | 2.55469 | -3.2096E-02  | 7.8125E-03  |
| 11         | 2.55078 | 7.10275E-03  | 3.90625E-03 |

ALFA= 2.55078 ( 11 )

=====

DIAGONALELEMENTEN I DEN REDUCERADE MATRISEN AER

2.00355 7.10275E-03

Som en kontroll på den reducerade strukturstyvhetsmatrisen diagonalelement, för erhållit  $\alpha$ -värde, sker därefter en utskrift av dessa.

Om man inte är nöjd med precisionen på  $\alpha$  kan en upprepning ske av ovanstående förlopp på frågan: VILL DU HA ETT BÄTTRE VÄRDE PÅ ALFA?. Detta leder till att MIN kommer att stanna vid  $0 \leq \text{MIN} \leq 0.0001$ , och en ny utskrift sker av ALFA och diagonalelementen.

$\alpha$ -värdet kan i en första omgång beräknas 25 gånger, varefter exekveringen avbryts. Detta för att förhindra en oändlig upprepning vid fel i indata eller dylikt. Skulle  $\alpha$ -värdet överstiga 25, kan man upprepa beräkningen med högre precision enligt ovan, eller göra en ändring av steg 7075 i programmet.

### 1.3 Övrigt ramknäckning

Om man efter beräknat  $\alpha$ -värde inte är nöjd med resultatet utan vill pröva konstruktionen med andra segmentsdata kan man svara ja på frågan: VILL DU ÄNDRA PÅ KONSTRUKTIONENS SEGMENTSDATA?.

Detta betyder att nya indata för varje segment kan göras (L,I,A,ALFA-MULT) utan att transformationsmatrisen behövs upprepas. Segmentsindata sker i samma ordning som tidigare.

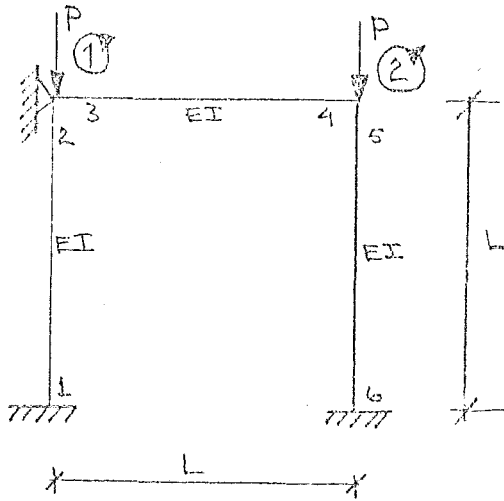
1.4 Exempel på ramknäckning

EXEMPEL 2.1

BERÄKNA  $P_{KN}$  FÖR KONSTRUKTIONEN:

INDATA

TRANSFORMATIONSMATRISEN:



$$B = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

$$P_{KN} = 2.55 \pi^2 \frac{EI}{L^2}$$

```

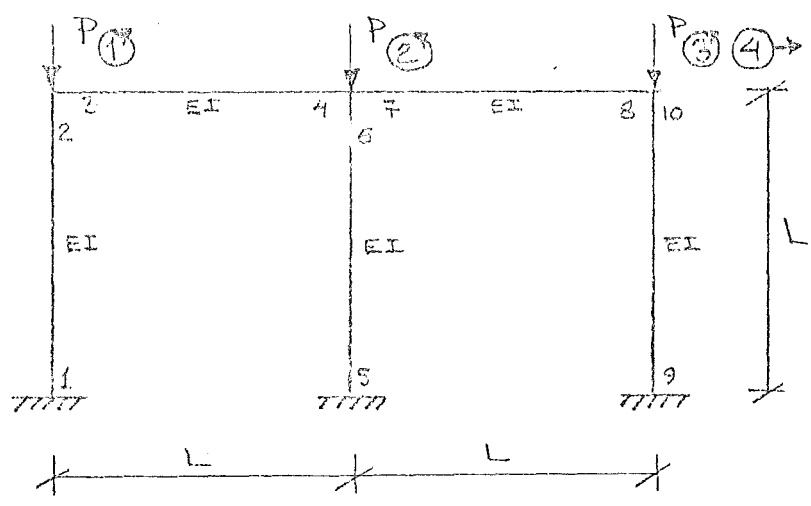
RUN
0  R A M K N A E C K N I N G
*****
10
11  PÅA FRÅGOR, SKRIV J FÖR JA. N FÖR NEJ.
12
13  INLASHING AV VARIABLER
14
15  ANGE TOTALA ANTALET YTTRE FRIHETSGRADER?2
16  ANGE TOTALA ANTALET SEGMENT?3
17  ANGE E-MODULEN?1
18
19  INLASHING AV SEGMENTDATA
20
21  ANGE FÖR VARJE SEGMENT:
22  ANTAL INRE SEGMENTFRIHETSGRADER, L, I, A, ALFA-MULT.
23  ?2,1,1,1,1
24  ?2,1,1,1,0
25  ?2,1,1,1,1
26
27  INLASHING AV TRANSFORMATIONSMATRISEN
28
29  ANGE ANTALET +1 I MATRISEN?4
30  ANGE RADNUMMER OCH KOLONNUMMER FÖR VARJE +1 SOM R,K
31  ?2,1
32  ?3,1
33  ?4,2
34  ?5,2
35  ANGE ANTALET -1 I MATRISEN?0
36
37
38  ALFA= 2.55078      ( 11 )
=====
39  DIAGONALELEMENTEN I DEN REDUCERADE MATRISEN ÄR
40
41  2.00355  7.10275E-03
    
```

EXEMPEL 1.2

BESTÄM  $P_{KN}$  FÖR KONSTRUKTIONEN!

INDATA

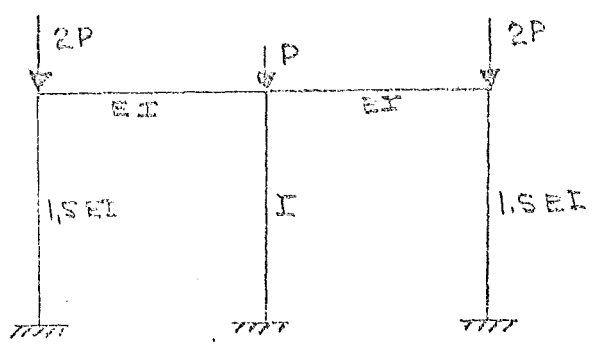
TRANSFORMATIONS MATRISEN



$$B = \begin{matrix} & \begin{matrix} \textcircled{1} & \textcircled{2} & \textcircled{3} & \textcircled{4} \end{matrix} \\ \begin{matrix} 1 \\ 2 \\ 3 \\ 4 \\ 5 \\ 6 \\ 7 \\ 8 \\ 9 \\ 10 \end{matrix} & \begin{bmatrix} 1 & & & \\ & 1 & & \\ & & 1 & \\ & & & 1 \\ & & & & 1 \\ & & & & & 1 \\ & & & & & & 1 \\ & & & & & & & 1 \\ & & & & & & & & 1 \\ & & & & & & & & & 1 \end{bmatrix} \end{matrix}$$

$$P_{KN} = 0,77 \cdot \pi^2 \frac{EI}{L^2}$$

ALTERNATIVT: ÄNDRING AV SEGMENTS DATA



$$P_{KN} = 0,395 \cdot \pi^2 \frac{EI}{L^2}$$



RUN

RANKNAECKNING

\*\*\*\*\*

6

PAA FRAAGOR, SKRIV J FOER JA. N FOER NEJ.

INLASNING AV VARIABLER

ANGE TOTALA ANTALET YTTRE FRIHETSGRADER?4

ANGE TOTALA ANTALET SEGMENT?5

ANGE E-MODULEN?1

INLASNING AV SEGMENTDATA

ANGE FOR VARJE SEGMENT:

ANTAL INRE SEGMENTFRIHETSGRADER, L, I, A, ALFA-MULT.

?3,1,1,1,1

?2,1,1,1,0

?3,1,1,1,1

?2,1,1,1,0

?3,1,1,1,1

INLASNING AV TRANSFORMATIONSMATRISEN

ANGE ANTALET +1 I MATRISEN?10

ANGE RADNUMMER OCH KOLONNUMMER FOR VARJE +1 SOM R,K

?2,1

?3,4

?4,1

?5,2

?7,2

?8,4

?9,2

?10,3

?12,3

?13,4

ANGE ANTALET -1 I MATRISEN?0

ALFA= 7.70508E-01

( 11 )

DIAGONALELEMENTEN I DEN REDUCERADE MATRISEN AER

6.8652 10.2825 6.47619 7.62077E-03

VILL DU HA ETT BAETTRE VAERDE PAA ALFA?N

VILL DU AENDRA PAA KONSTRUKTIONENS SEGMENTDATA?J

ANGE E-MODULEN?1

ANGE FOER VARJE SEGMENT:

L,I,A,ALFA-MULT.

?1,1.5,1,2

?1,1,1,0

?1,1,1,1

?1,1,1,0

?1,1.5,1,2

ALFA= 3.95264E-01

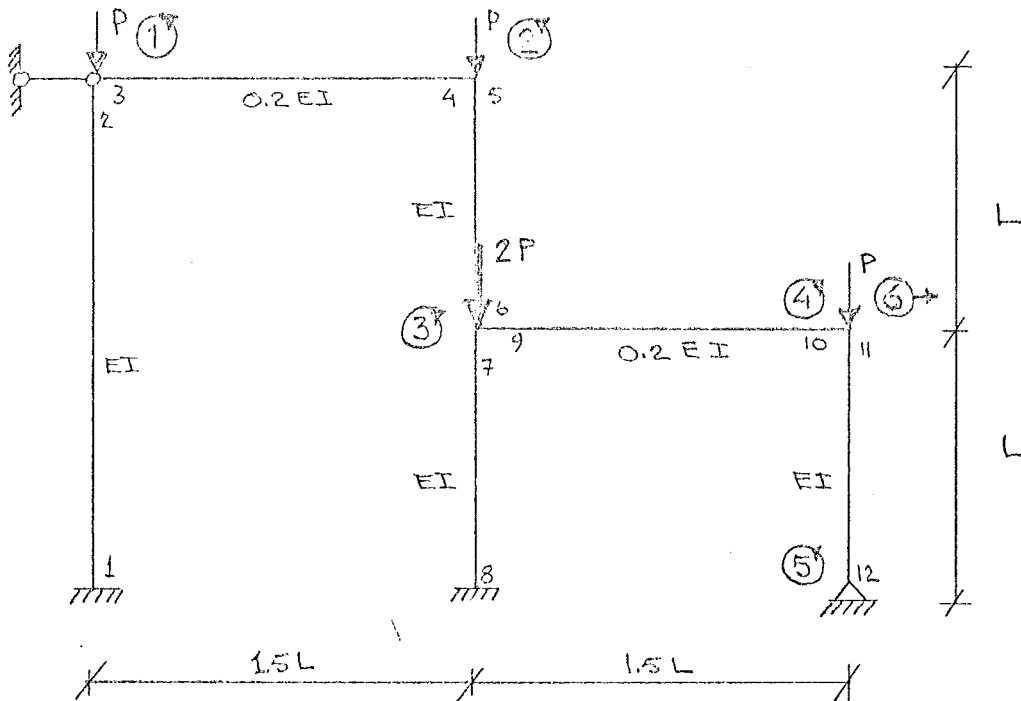
( 13 )

DIAGONALELEMENTEN I DEN REDUCERADE MATRISEN AER

8.24773 10.9659 7.88296 5.17805E-03

EXEMPEL 1.3

BERÄKNA  $P_{KN}$  FÖR KONSTRUKTIONEN:



IN DATA

TRANSFORMATIONS MATRISEN

$$B = \begin{matrix} & \textcircled{1} & \textcircled{2} & \textcircled{3} & \textcircled{4} & \textcircled{5} & \textcircled{6} \\ \begin{matrix} 1 \\ 2 \\ 3 \\ 4 \\ 5 \\ 6 \\ 7 \\ 8 \\ 9 \\ 10 \\ 11 \\ 12 \end{matrix} & \begin{bmatrix} 1 & & & & & & \\ & 1 & & & & & \\ & & 1 & & & & \\ & & & 1 & & & \\ & & & & -1 & & \\ & & & & & 1 & \\ & & & & & & 1 \\ & & & & & & & 1 \\ & & & & & & & & 1 \\ & & & & & & & & & 1 \\ & & & & & & & & & & 1 \\ & & & & & & & & & & & 1 \end{bmatrix} \end{matrix}$$

$$P_{KN} = 0.273 \pi^2 \frac{EI}{L^2}$$

RUN

R A M K N A E C K N I N G

\*\*\*\*\*

8

PAA FRAAGOR, SKRIV J FOER JA. N FOER NEJ.

INLASHING AV VARIABLER

ANGE TOTALA ANTALET YTTRE FRIHETSGRADER?6

ANGE TOTALA ANTALET SEGMENT?6

ANGE E-MODULEN?1

INLASHING AV SEGMENTDATA

ANGE FOR VARJE SEGMENT:

ANTAL INRE SEGMENTFRIHETSGRADER, L, I, A, ALFA-MULT.

?2,2,1,1,1

?2,1.5,0.2,1,0

?3,1,1,1,1

?3,1,1,1,3

?2,1.5,0.2,1,0

?3,1,1,1,1

INLASHING AV TRANSFORMATIONSMATRISEN

ANGE ANTALET +1 I MATRISEN?12

ANGE RADNUMMER OCH KOLONNUMMER FOR VARJE +1 SOM R,K

?2,1

?3,1

?4,2

?5,2

?6,3

?8,3

?10,6

?11,3

?12,4

?13,4

?14,5

?15,6

ANGE ANTALET -1 I MATRISEN?1

ANGE RADNUMMER OCH KOLONNUMMER FOR VARJE -1 SOM R,K

?7,6

ALFA= 2.72949E-01 ( 12 )

=====

DIAGONALELEMENTEN I DEN REDUCERADE MATRISEN AER

2.34702 4.1304 5.87934 4.14861 2.56649 6.37467E-03

VILL DU HA ETT BAETTRE VAERDE PAA ALFA?J

ALFA= 2.73058E-01 ( 9 )

=====

DIAGONALELEMENTEN I DEN REDUCERADE MATRISEN AER

2.34694 4.13025 5.87855 4.14845 2.56625 5.65769E-05

VILL DU HA ETT BAETTRE VAERDE PAA ALFA?N

VILL DU AENDRA PAA KONSTRUKTIONENS SEGMENTDATA?N

VILL DU RAEKNA ETT NYTT EXEMPEL?N

STOP IN LINE 980

## 2 STABILITETSKNÄCKNING

### 2.1 Inledning

Programmet stabilitetsknäckning bygger på standardprogram 4 i /1/, som beaktar endast ett stabiliserande element och en eller flera identiska pendelpelare. I det nu utvidgade programmet kommer den stabiliserande delen att kunna vara en eller flera godtyckliga ramar. Pendelsystemet skall kunna ha godtyckliga laster och längder.

### 2.2 Gruppering av ramar och pendelpelare

I en större konstruktion med flera stabiliserande element och pendelpelare kommer mängden av indata att bli omfattande. Detta undviks genom ett antal frågor i programmet, som ställs på basis av frågan: ANGE ANTAL STABILISERANDE ELEMENT alternativt PENDELPELARE?. Denna fråga leder till följdfrågor (se figur 1) och ger som resultat att identiska element sammanförs i grupper. Grupperna behandlas sedan som ett element i fråga om indata, och dess reducerade styvhetsmatris eller pendelpelarematris multipliceras med antal angivna element.

### 2.3 Framtagning av k-faktorn

Delarna antingen i grupper eller som separata delar, summeras sedan till en total reducerad styvhetsmatris  $= S_{ZA}$  eller pendelpelarematris  $= S_{ZB}$ . Knäckningslasten för konstruktionen är  $P_{kn} = k EI/L^2$ ; där k-faktorn bestäms genom att sambandet  $S_Z = S_{ZA} + S_{ZB}$  är positivt semidefinit. K-faktorn tas fram i programmet på samma sätt som i programmet ramknäckning med start av  $k=1$ .

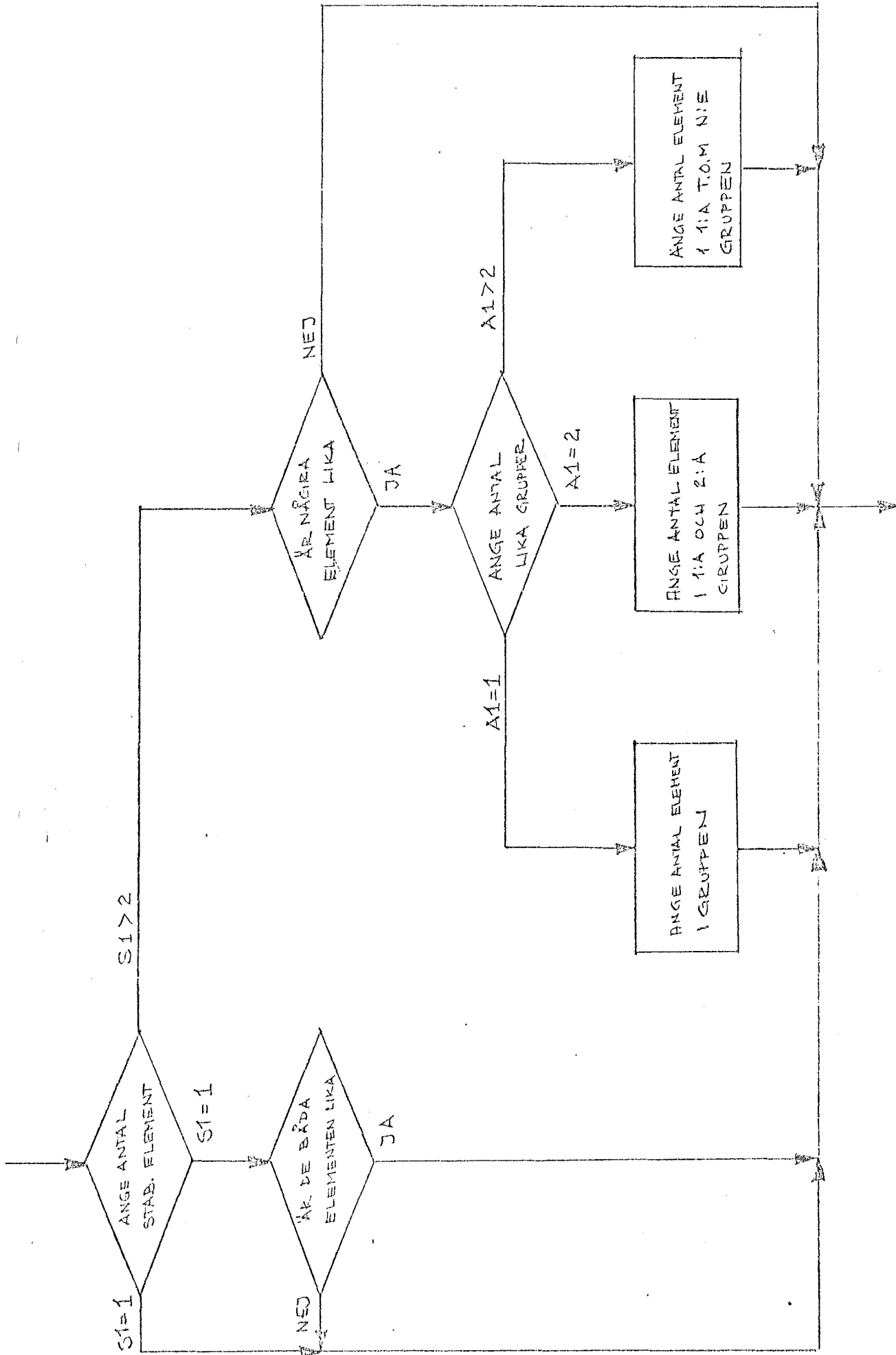


FIG 1: FLÖDESCHEMA FÖR GRUPP-  
INDELNING AV DE  
STABILISERANDE ELEMENTEN

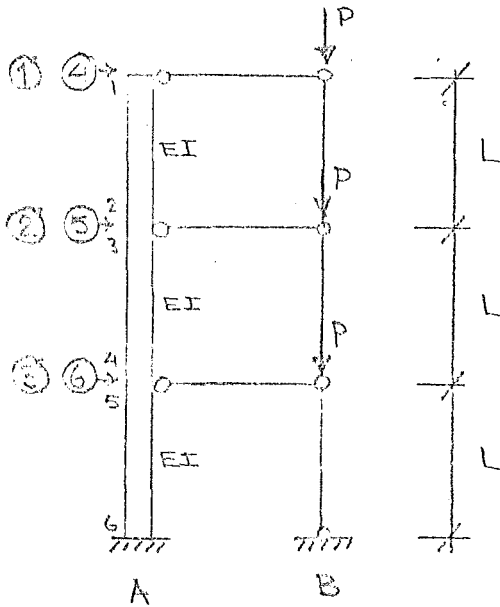
#### 2.4 Övrigt stabilitetsknäckning

När man erhållit  $k$ -faktorn och har konstruktionens knäckningsvärde  $P_{kn}$  kan man på frågan: VILL DU HA NYA PENDELPELAREVARIABLER?, ersätta de gamla pendelpelarna med nya, samtidigt som den stabiliserande står oförändrad.

2.5 Exempel på stabilitetsknäckning

EXEMPEL 2.1

BERÄKNA  $P_{KN}$  FÖR KONSTRUKTIONEN:



INDATA

TRANSFORMATIONS MATRISEN  
FÖR A:

$$B = \begin{bmatrix} \textcircled{1} & \textcircled{2} & \textcircled{3} & \textcircled{4} & \textcircled{5} & \textcircled{6} \\ 1 & & & & & \\ & 1 & & & & \\ & & 1 & -1 & & \\ & & & 1 & & \\ & & & & 1 & -1 \\ & & & & & 1 \end{bmatrix} \begin{matrix} 1 \\ 2 \\ t \\ 3 \\ 4 \\ t \\ 5 \\ 6 \\ t \end{matrix}$$

$$P_{KN} = 0,194 \frac{EI}{L^2}$$

RUN

---

9 STABILITETSKNÄCKNING  
\*\*\*\*\*

10 PÅ FRAÅGOR: SKRIV J FÖR JA. N FÖR NEJ.

11 VILL DU HA UTSKRIFTER AV DELMATRISER?N

---

12 ANGE MAXIMALT ANTAL VAANINGAR, SAHT ANTAL STAB. ELEMENT  
?3,1

13 INDATA TILL DEN 1:A STABILISERANDE DELEN  
-----

---

14 ANGE TOTALA ANTALET YTTRE FRIHETSGRADER OCH ANTALET SEGMENT  
?6,3

15 ANGE E-MODULEN OCH ANTALET VAANINGAR  
?1,3

---

16 INLÄSNING AV SEGMENTS DATA

17 ANGE FÖR VARJE SEGMENT  
ANTAL INRE SEGMENTS FRIHETSGRADER, L, I, A  
?3,1,1,1  
?3,1,1,1  
?3,1,1,1

ANGE ANTALET +1 I MATRISEN?B

ANGE RADNUMMER OCH KOLONNUMMER FOER VARJE +1 SOM R,K

81 71,1

72,2

82 73,4

74,2

83 75,3

76,5

84 77,3

79,6

ANGE ANTALET -1 I MATRISEN?2

ANGE RADNUMMER OCH KOLONNUMMER FOER VARJE -1 SOM R,K

85 73,5

76,6

90

DEN TOTALA REDUCERADE STYVHETSMATRISEN BLIR

=====

1.61538 -3.69231 2.76923

-3.69231 10.1538 -10.6154

2.76923 -10.6154 18.4615

93

ANGE TOTALA ANTALET PENDELPELARE?1

94

INDATA TILL DEN 1:A PELAREN

95

96 ANGE ANTAL SEGMENT

73

97 ANGE P-LAST OCH LAENGD UPPIFRAAN RAEKNAT

71,1

98 71,1

71,1

20

DEN TOTALA PENDELPELAREMATRISEN BLIR

21

=====

22 -1 1 0

1 -3 2

23 0 2 -5

24

25 K-FAKTORN= 1.93604E-01 ( 13 )

=====

26

DIAGONALELEMENTEN I DEN REDUCERADE MATRISEN AER

27

1.42178 9.63461E-01 4.65289E-03

28

VILL DU HA ETT BAETTRE VAERDE PAA K-FAKTORN?N

29

VILL DU HA NYA PENDELPELAREVARIABLER?N

30

VILL DU RAEKNA ETT NYTT EXEMPEL?N

31

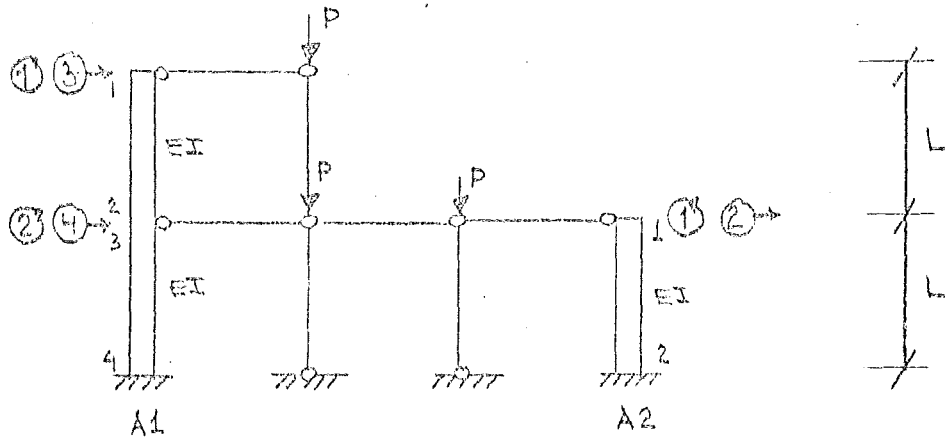
STOP IN LINE 1980

32



EXEMPEL 2.2

BERÄKNA  $P_{KN}$  FÖR KONSTRUKTIONEN:



INDATA

TRANSFORMATIONSMATRISEN  
FÖR A1:

$$B = \begin{bmatrix} \textcircled{1} & \textcircled{2} & \textcircled{3} & \textcircled{4} \\ 1 & & & \\ & 1 & & \\ & & 1 & -1 \\ & & & 1 \\ & & & & t \\ & & & & & t \end{bmatrix}$$

TRANSFORMATIONSMATRISEN  
FÖR A2:

$$B = \begin{bmatrix} \textcircled{1} & \textcircled{2} \\ 1 & \\ & 1 \\ & & t \\ & & & t \end{bmatrix}$$

$$P_{KN} = 0.920 \frac{EI}{L^2}$$

PAA FRAAGOR: SKRIV J FOER JA. N FOER NEJ.

VILL DU HA UTSKRIFTER AV DELMATRISER?N

ANGE MAXIMALT ANTAL VAANINGAR, SAHT ANTAL STAB. ELEMENT  
?2,2

AER DE BAADA STABILISERANDE ELEMENTEN IDENTISKA?N

INDATA TILL DEN 1:A STABILISERANDE DELEN

ANGE TOTALA ANTALET YTTRE FRIHETSGRADER OCH ANTALET SEGMENT  
?4,2

ANGE E-MODULEN OCH ANTALET VAANINGAR  
?1,2

INLAESNING AV SEGMENTSDATA

ANGE FOER VARJE SEGMENT

ANTAL INRE SEGMENTSFRIHETSGRADER, L, I, A  
?3,1,1,1

?3,1,1,1

INLAESNING AV TRANSFORMATIONSMAITISEN

ANGE ANTALET +1 I MATRISEN?5

ANGE RADNUMMER OCH KOLDNUMMER FOER VARJE +1 SOM R,K

?1,1

?2,2

?3,3

?4,2

?6,4

ANGE ANTALET -1 I MATRISEN?1

ANGE RADNUMMER OCH KOLONNUMMER FOER VARJE -1 SOM R,K

?3,4

INDATA TILL DEN 2:A STABILISERANDE DELEN

ANGE TOTALA ANTALET YTTRE FRIHETSGRADER OCH ANTALET SEGMENT  
?2,1

ANGE E-MODULEN OCH ANTALET VAANINGAR  
?1,1

INLAESNING AV SEGMENTSDATA

ANGE FOER VARJE SEGMENT

ANTAL INRE SEGMENTSFRIHETSGRADER, L, I, A

?3,1,1,1

INLAESNING AV TRANSFORMATIONSMAITISEN

ANGE ANTALET +1 I MATRISEN?2

ANGE RADNUMMER OCH KOLONNUMMER FOER VARJE +1 SOM R,K

?1,1

?3,2

ANGE ANTALET -1 I MATRISEN?0

DEN TOTALA REDUCERADE STYVHETSMATRISEN BLIR

ANGE TOTALA ANTALET PENDELPELARE?2  
AER DE BAADA PENDELPELARNA IDENTISKA?N

INDATA TILL DEN 1:A PELAREN

ANGE ANTAL SEGMENT

?2

ANGE P-LAST OCH LAENGD UPPIFRAAN RAEKNAT

?1,1

?1,1

INDATA TILL DEN 2:A PELAREN

ANGE ANTAL SEGMENT

?1

ANGE P-LAST OCH LAENGD UPPIFRAAN RAEKNAT

?1,1

DEN TOTALA PENDELPELAREMATRISEN BLIR

=====

-1 1

1 -4

K-FAKTORN= 8.19824E-01 ( 12 )

=====

DIAGONALELEMENTEN I DEN REDUCERADE MATRISEN AER

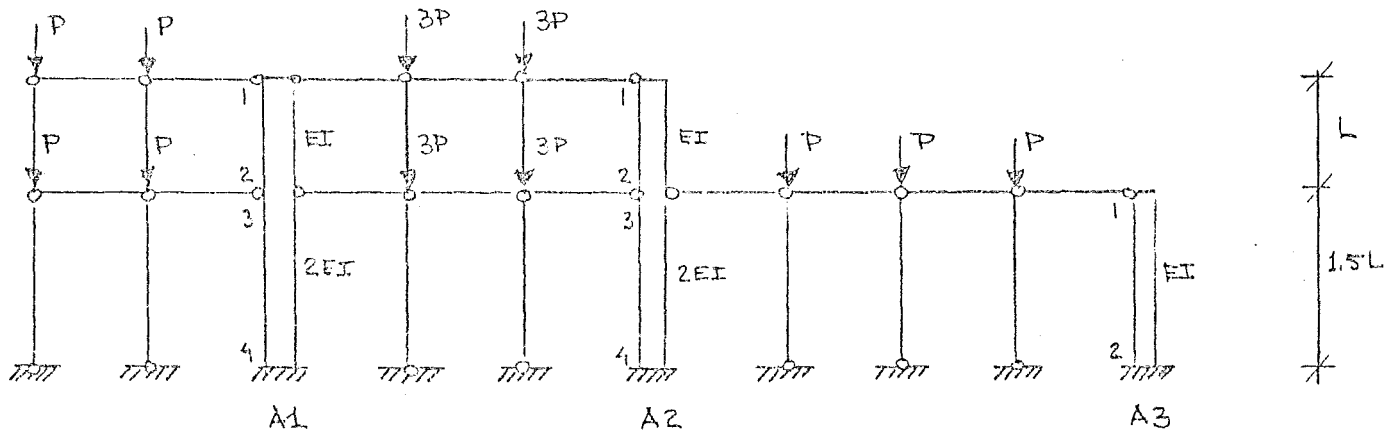
8.94461E-01 5.23911E-03

VILL DU HA ETT BAETTRE VAERDE PAA K-FAKTORN?N

VILL DU HA NYA PENDELPELAREVARIABLER?N

VILL DU RAEKNA ETT NYTT EXEMPEL?N

STOP IN LINE 1980

EXEMPEL 2.3BERÄKNA  $P_{KN}$  FÖR KONSTRUKTIONEN:INDATA

TRANSFORMATIONS MATRISEN  
FÖR A1 OCH A2. SE EX. 2.2 A1

TRANSFORMATIONS MATRISEN  
FÖR A3. SE EX 2.2 A2

$$P_{KN} = 0,126 \frac{EI}{L^2}$$

RUN

STABILITETSKNAECKNING

\*\*\*\*\*

PAA FRAAGOR: SKRIV J FOER JA. N FOER NEJ.

VILL DU HA UTSKRIFTER AV DELMTRISER?N

ANGE MAXIMALT ANTAL VAANINGAR, SAKT ANTAL STAD. ELEMEN

?2,3

AER RAAGRA AV DE STABILISERANDE ELEMENTEN LIKA?J

ANGE ANTALET IDENTISKA GRUPPER?1

ANGA ANTALET STABILISERANDE ELEMEN I GRUPPEN?2

INDATA TILL DEN 1:A STABILISERANDE GRUPPEN

ANGE TOTALA ANTALET YTTRE FRIHETSGRADER OCH ANTALET SEGMENT

?4,2

ANGE E-MODULEN OCH ANTALET VAANINGAR

?1,2

INLAESNING AV SEGMENTSDATA

ANGE FOER VARJE SEGMENT

ANTAL INRE SEGMENTSFRIHETSGRADER, L, I, A

?3,1,1,1

?3,1.5,2,1

INLAESNING AV TRANSFORMATIONSMATRISEN

ANGE ANTALET +1 I MATRISEN?5

ANGE RADNUMMER OCH KOLONNUMMER FOER VARJE +1 SOM R,K

?1,1

?2,2

?3,3

?4,2

?6,4

ANGE ANTALET -1 I MATRISEN?1

ANGE RADNUMMER OCH KOLONNUMMER FOER VARJE -1 SOM R,K

?3,4

INDATA TILL DEN 2:A STABILISERANDE DELEN

ANGE TOTALA ANTALET YTTRE FRIHETSGRADER OCH ANTALET SEGMENT

?2,1

ANGE E-MODULEN OCH ANTALET VAANINGAR

?1,1

INLAESNING AV SEGMENTSDATA

ANGE FOER VARJE SEGMENT

ANTAL INRE SEGMENTSFRIHETSGRADER, L, I, A

?3,1.5,1,1

INLAESNING AV TRANSFORMATIONSMATRISEN

ANGE ANTALET +1 I MATRISEN?2

ANGE RADNUMMER OCH KOLONNUMMER FOER VARJE +1 SOM R,K

?1,1

?3,2

ANGE ANTALET -1 I MATRISEN?0

DEN TOTALA REDUCERADE STYVHETSMATRISEN BLIR

=====

3.84 -7.68

-7.68 19.8044

ANGE TOTALA ANTALET PENDELPELARE?7

AER NAAGRA PENDELPELARE IDENTISKA?J

ANGE ANTALET IDENTISKA GRUPPER

?3

ANGE ANTALET PENDELPELARE I 1:A T.O.M. 3:E GRUPPEN

?2

?2

?3

INDATA TILL DEN 1:A OCH 2:A PELAREN

ANGE ANTAL SEGMENT

?2

ANGE P-LAST OCH LAENGD UPPIFRAAN RAEKNAT

?1,1

?1,1.5

INDATA TILL DEN 3:E OCH 4:E PELAREN

ANGE ANTAL SEGMENT

?2

ANGE P-LAST OCH LAENGD UPPIFRAAN RAEKNAT

?3,1

?3,1.5

INDATA TILL DEN 5:E T.O.M. 7:E PELARNA

ANGE ANTAL SEGMENT

?1

ANGE P-LAST OCH LAENGD UPPIFRAAN RAEKNAT

?1,1.5

DEN TOTALA PENDELPELAREMATRISEN BLIR

=====

-8 8

8 -20.6667

K-FAKTORN= 1.75537E-01 ( .13 )

=====

DIAGONALELEMENTEN I DEN REDUCERADE MATRISEN AER

2.4357 7.03466E-03

VILL DU HA ETT BAETTRE VAERDE PAA K-FAKTORN?N

VILL DU HA NYA PENDELPELAREVARIABLER?N

VILL DU RAEKNA ETT NYTT EXEMPEL?N

STOP IN LINE 1980

## Litteratur

- /1/ Sentler L: Datorprogram för stomstabilisering, TLTH/VBV/1976
- /2/ Åkerlund S: Stabilisering av byggnader, TLTH/VBV/1978
- /3/ Handboken BYGG, Stockholm 1971, huvuddel 1A, Kap. 157

APPENDIX

1 Datorprogrammen



```

10 REM *****
20 REM ** RANKNAECKNING 79032B **
30 REM *****
100 REM DIMENSIONERING AV MATRISER
105 DIM AA(4,4),ZZ(4,4)
110 DIM BB(40,15),CC(4,15),DD(15,4),EE(4,15),FF(15,15)
115 DIM GG(20,5),PP(15)
120 DIM SS(15,15)
190 REM *****
195 IF NY=1 THEN 220
200 PRINT"R A N K N A E C K N I N G "
205 PRINT"*****"
210 PRINT
215 PRINT"PAA FRAAGOR, SKRIV J FOER JA. N FOER NEJ."
220 PRINT
250 GOSUB 2000
255 GOSUB 2100
260 GOSUB 2200
290 REM *****
300 REM DYNAMISK DIMENSIONERING AV MATRISER
305 MAT SS=ZER(N,N)
325 MAT ZZ=ZER
490 REM *****
500 REM GENERERING AV STYVHETSMATRISEN
505 GOSUB 7000
525 PRINT"VILL DU AENDRA PAA KONSTRUKTIONENS SEGMENTDATA";
530 INPUT F$
535 IF F$="J" THEN 700
540 IF F$="N" THEN 545
545 PRINT"VILL DU RAEKNA ETT NYTT EXEMPEL";
550 INPUT F$
555 IF F$="J" THEN 565
560 IF F$="N" THEN 980
565 LET NY=1
570 GOTO 100
700 PRINT
705 PRINT"ANGE E-MODULEN";
710 INPUT E
715 PRINT
720 PRINT"ANGE FOER VARJE SEGMENT:"
725 PRINT"L,I,A,ALFA-MULT."
730 FOR I=1 TO S
735 INPUT GG(I,2),GG(I,3),GG(I,4),GG(I,5)
740 NEXT I
745 PRINT
750 GOTO 505
980 STOP
990 REM *****
2000 REM SUBPROGRAM VARIABLER
2005 PRINT "INLASNING AV VARIABLER"
2010 PRINT
2015 LET R1=0
2020 PRINT "ANGE TOTALA ANTALET YTTRE FRIHETSGRADER";
2025 INPUT N
2030 PRINT "ANGE TOTALA ANTALET SEGMENT";
2035 INPUT S
2040 PRINT "ANGE E-MODULEN";
2045 INPUT E
2050 PRINT
2055 PRINT
2060 RETURN
2100 REM SUBPROGRAM SEGMENTDATA
2105 PRINT "INLASNING AV SEGMENTDATA"
2110 PRINT
2115 PRINT "ANGE FOR VARJE SEGMENT:"
2120 PRINT "ANTAL INRE SEGMENTFRIHETSGRADER, L, I, A, ALFA-MULT."
2125 FOR I=1 TO S

```

08 12 76 10 00 10 00

```

130V INPUT BB(1,1),BB(1,2),BB(1,3),BB(1,4),BB(1,5)
2135 LET R1=R1+GG(I,1)
2140 NEXT I
2145 PRINT
2150 PRINT
2155 RETURN
2200 REM SUBPROGRAM TRANSFORM. MATRIS
2205 MAT BB=ZER(R1,N)
2210 PRINT "INLASNING AV TRANSFORMATIONS MATRISEN"
2215 PRINT
2220 PRINT "ANGE ANTALET +1 I MATRISEN";
2225 INPUT P
2230 PRINT "ANGE RADNUMMER OCH KOLONNUMMER FOR VARJE +1 SOM R,K"
2235 FOR I=1 TO P
2240 INPUT R,K
2245 LET BB(R,K)=1
2250 NEXT I
2255 PRINT "ANGE ANTALET -1 I MATRISEN";
2260 INPUT P
2265 IF P=0 THEN 2295
2270 PRINT "ANGE RADNUMMER OCH KOLONNUMMER FOR VARJE -1 SOM R,K"
2275 FOR I=1 TO P
2280 INPUT R,K
2285 LET BB(R,K)=-1
2290 NEXT I
2295 PRINT
2300 PRINT
2305 RETURN
5000 REM SUBPROGRAM GLOBAL STYVHETSMATRIS
5005 LET R2=0
5010 MAT SS=ZER(N,N)
5100 FOR I=1 TO 5
5105 MAT CC=ZER(GG(I,1),N)
5110 MAT DD=ZER(N,GG(I,1))
5115 MAT EE=ZER(GG(I,1),N)
5120 MAT FF=ZER(N,N)
5125 MAT AA=ZER(GG(I,1),GG(I,1))
5150 FOR J=1 TO GG(I,1)
5155 FOR K=1 TO N
5160 LET CC(J,K)=DD(K,J)=BB(R2+J,K)
5165 NEXT K
5170 NEXT J
5175 IF GG(I,5) <> 0 THEN 5190
5180 GOSUB 5500
5185 GOTO 5200
5190 GOSUB 5600
5200 MAT EE=AA*CC
5205 MAT FF=DD+EE
5210 MAT SS=SS+FF
5250 LET R2=R2+GG(I,1)
5255 NEXT I
5260 RETURN
5500 REM SUBPROGRAM SEGMENTSTYVHET
5505 LET ZZ(1,1)=ZZ(2,2)=4
5510 LET ZZ(1,2)=ZZ(2,1)=2
5515 LET ZZ(1,3)=ZZ(2,3)=ZZ(3,2)=ZZ(3,1)=6/GG(I,2)
5520 LET ZZ(3,3)=12/GG(I,2)**2
5525 LET ZZ(4,4)=GG(I,4)/GG(I,3)
5530 MAT ZZ=(E*GG(I,3)/GG(I,2))*ZZ
5550 FOR J=1 TO GG(I,1)
5555 FOR K=1 TO GG(I,1)
5560 LET AA(J,K)=ZZ(J,K)
5565 NEXT K
5570 NEXT J
5575 RETURN
5600 REM SUBPROGRAM REDUCERADE SEGMENTSTYVHETER
5605 LET U1=3.14159/2*SQR(A+GG(I,5))
5610 LET U2=U1**2/(1-U1/TAN(U1))

```

```

5815 LET U3=IAR(U1)
5825 LET ZZ(1,1)=ZZ(2,2)=U2+U1/U3
5830 LET ZZ(1,2)=ZZ(2,1)=U2-U1/U3
5835 LET ZZ(1,3)=ZZ(2,3)=ZZ(3,2)=ZZ(3,1)=2*U1**2*U3/((U3-U1)*GG(I,2))
5840 LET ZZ(3,3)=4*U1**3/((U3-U1)*GG(I,2)**2)
5845 LET ZZ(4,4)=GG(I,4)/GG(I,3)
5850 MAT ZZ=(E*GG(I,3)/GG(I,2))*ZZ
5855 FOR J=1 TO GG(I,1)
5860 FOR K=1 TO GG(I,1)
5865 LET AA(J,K)=ZZ(J,K)
5870 NEXT K
5875 NEXT J
5880 RETURN
6000 REM SUBPROGRAM DEFINIT
6005 FOR I=1 TO N-1
6010 FOR J=I+1 TO N
6015 LET D=SS(J,I)/SS(I,I)
6020 FOR K=I TO N
6025 LET SS(J,K)=SS(J,K)-D*SS(I,K)
6030 NEXT K
6035 NEXT J
6040 LET PP(I)=SS(I,I)
6045 NEXT I
6050 LET PP(N)=SS(N,N)
6055 RETURN
7000 REM SUBPROGRAM KNAECKVAERDE
7005 LET A=B3=1
7010 LET E3=0.01
7015 LET C3=N3=0
7020 LET D3=0
7025 GOSUB 5000
7030 GOSUB 6000
7035 LET MIN=10
7040 FOR I=1 TO N
7045 LET M3=PP(I)
7050 IF M3 < MIN THEN 7060
7055 GOTO 7065
7060 LET MIN=M3
7065 NEXT I
7070 LET D3=D3+1
7075 IF D3 > 25 THEN 7150
7080 IF MIN > E3 THEN 7110
7085 IF MIN >= 0 THEN 7150
7090 LET C3=1
7095 LET B3=B3/2
7100 LET A=A-B3
7105 GOTO 7025
7110 IF C3=1 THEN 7125
7115 LET A=A+B3
7120 GOTO 7025
7125 LET B3=B3/2
7130 LET A=A+B3
7135 GOTO 7025
7150 PRINT
7155 PRINT"ALFA=";A;TAB(30);"(";D3;")"
7160 PRINT"======"
7165 PRINT
7170 PRINT"DIAGONALELEMENTEN I DEN REDUCERADE MATRISEN AER"
7175 PRINT
7180 FOR I=1 TO N
7185 PRINT PP(I);
7190 NEXT I
7195 PRINT
7197 PRINT
7200 PRINT"VILL DU HA ETT BAETTRE VAERDE PAA ALFA";
7205 INPUT F$
7210 IF F$="J" THEN 7225
7215 IF F$="N" THEN 7235

```

10 12 78 31000 A

7225 LET E3=E3+0.01

7230 GOTO 7020

7235 RETURN

9999 END

\*

08 12 28 31363 A

```
L1,$
10 REM *****
20 REM *      STABILITETSKNAECKNING 790328      *
80 REM *****
100 REM DIMENSIONERING AV MATRISER
105 DIM AA(4,4),ZZ(4,4),GG(20,4)
110 DIM BB(40,15),CC(4,15),DD(15,4),EE(4,15),FF(15,15)
115 DIM LL(7,7),SS(15,15),TT(7,7),EL(7),SZB(7,7),UU(7,7)
120 DIM RR(7),HH(8,8),NN(8,7),OO(7,8),PP(7,7),QQ(8,8)
125 DIM GRP(7),ABC(7,7),BCD(7,7),AB(7)
130 REM*****
135 LET A$=":A"
140 LET B$=":E"
145 LET C$="GRUPPEN"
150 LET D$="DELEN"
155 LET F$="ANGE ANTALET STABILISERANDE ELEMENT I 1:A T.O.N.-H:E GRUPPEN"
160 LET R$="INDATA TILL DEN-H<H STABILISERANDE <HHHHHH"
165 LET R$="ANGE ANTALET PENDELPELARE I 1:A T.O.N.-H:E GRUPPEN"
170 LET S$="INDATA TILL DEN-H<H OCH-H<H PELAREN"
175 LET T$="INDATA TILL DEN-H<H T.O.N.-H<H PELARNA"
180 LET U$="INDATA TILL DEN-H<H PELAREN"
185 LET V$="DEN-H<H REDUCERADE STYVHETSMATRISEN"
190 LET X$="DEN-H<H PENDELPELAREMATRISEN"
195 IF NY=1 THEN 255
215 PRINT"STABILITETSKNAECKNING "
220 PRINT"***** "
225 PRINT
230 PRINT"FAA FRAAGOR: SKRIV J FOER JA. N FOER NEJ."
235 PRINT
255 LET B=C=0
260 PRINT"VILL DU HA UTSKRIFTER AV DELMATRISER";
265 INPUT F$
270 IF F$="J" THEN 280
275 IF F$="N" THEN 285
280 LET UTS=1
285 PRINT
290 PRINT"ANGE MAXIMALT ANTAL VAANINGAR,SAHT ANTAL STAB. ELEMENT"
295 INPUT V1,S1
300 MAT TT=ZER(V1,V1)
305 MAT UU=ZER(V1,V1)
310 MAT LL=ZER(V1,V1)
315 MAT RR=ZER(V1)
320 FOR I=1 TO S1
325 LET AB(I)=1
330 NEXT I
335 IF S1=1 THEN 490
340 IF S1 <> 2 THEN 365
345 PRINT"AER DE BAADA STABILISERANDE ELEMENTEN IDENTISKA";
350 INPUT F$
355 IF F$="J" THEN 480
360 IF F$="N" THEN 490
365 PRINT"AER MAAGRA AV DE STABILISERANDE ELEMENTEN LIKA";
370 INPUT F$
375 IF F$="J" THEN 385
380 IF F$="N" THEN 490
385 PRINT"ANGE ANTALET IDENTISKA GRUPPER";
390 INPUT A1
395 IF A1=1 THEN 455
400 IF A1 > 2 THEN 415
405 PRINT"ANGE ANTALET STABILISERANDE ELEMENT I 1:A OCH 2:A GRUPPEN"
410 GOTO 420
415 PRINT USING P$,A1
420 FOR I=1 TO A1
425 INPUT AB(I)
430 LET C=C+AB(I)
435 NEXT I
440 LET R=S1-C
445 LET S1=A1+B
```

```

450 GOTO 490
455 PRINT"ANCA ANTALET STABILISERANDE ELEMENT I GRUPPEN";
460 INPUT R1
465 LET AB(1)=B1
470 LET S1=S1-B1+A1
475 GOTO 490
480 LET S1=1
485 LET AB(1)=2
490 FOR J1=1 TO S1
495 LET D5=J1
500 GOSUB 9900
505 GOSUB 9945
510 PRINT
515 PRINT USING 0$,J1,I$,J$
520 PRINT"-----"
525 GOSUB 2000
530 GOSUB 2100
535 GOSUB 2200
600 REM *****
605 REM DYNAMISK DIMENSIONERING AV MATRISER
610 MAT MM=ZER(N-V,N-V)
615 MAT NN=ZER(N-V,V)
620 MAT OO=ZER(V,N-V)
625 MAT PP=ZER(V,V)
630 MAT QQ=ZER(N-V,N-V)
635 MAT SS=ZER(N,N)
640 MAT ZZ=ZER
700 REM *****
705 REM GENERERING AV STYVHETSMATRISEN
710 GOSUB 5000
715 GOSUB 5300
720 LET D7=AB(J1)
725 MAT PP=(D7)*PP
730 IF UTS <> 1 THEN 760
735 GOSUB 9900
740 PRINT USING V$,J1,I$
745 PRINT"-----"
750 PRINT
755 MAT PRINT PP;
760 GOSUB 9000
765 NEXT J1
770 PRINT"DEN TOTALA REDUCERADE STYVHETSMATRISEN BLIR"
775 PRINT"-----"
780 PRINT
785 MAT PRINT TT;
790 PRINT
1000 REM *****
1005 REM PENDELPELARESYSTEMET
1010 LET A5=B5=C5=D5=E5=0
1015 PRINT"ANGE TOTALA ANTALET PENDELPELARE";
1020 INPUT A5
1025 IF A5=1 THEN 1190
1030 IF A5 <> 2 THEN 1055
1035 PRINT"AER DE BAADA PENDELPELARNA IDENTISKA";
1040 INPUT F$
1045 IF F$="J" THEN 1135
1050 IF F$="N" THEN 1160
1055 PRINT"AER NAAGRA PENDELPELARE IDENTISKA";
1060 INPUT F$
1065 IF F$="J" THEN 1075
1070 IF F$="N" THEN 1160
1075 PRINT"ANGE ANTALET IDENTISKA GRUPPER"
1080 INPUT B5
1085 IF B5=1 THEN 1145
1090 IF B5 > 2 THEN 1105
1095 PRINT"ANGE ANTALET PENDELPELARE I 1:A OCH 2:A GRUPPEN"
1100 GOTO 1110
1105 PRINT USING R$,B5

```

02 12 0 01 003 A

23  
30  
3  
7  
9  
11  
12  
14  
20  
23  
25  
29  
33  
35  
39  
43  
47  
49  
53  
57  
61  
65  
69  
73  
77  
81  
85  
89  
93  
97  
101  
105  
109  
113  
117  
121  
125  
129  
133  
137  
141  
145  
149  
153  
157  
161  
165  
169  
173  
177  
181  
185  
189  
193  
197  
201  
205  
209  
213  
217  
221  
225  
229  
233  
237  
241  
245  
249  
253  
257  
261  
265  
269  
273  
277  
281  
285  
289  
293  
297  
301  
305  
309  
313  
317  
321  
325  
329  
333  
337  
341  
345  
349  
353  
357  
361  
365  
369  
373  
377  
381  
385  
389  
393  
397  
401  
405  
409  
413  
417  
421  
425  
429  
433  
437  
441  
445  
449  
453  
457  
461  
465  
469  
473  
477  
481  
485  
489  
493  
497  
501  
505  
509  
513  
517  
521  
525  
529  
533  
537  
541  
545  
549  
553  
557  
561  
565  
569  
573  
577  
581  
585  
589  
593  
597  
601  
605  
609  
613  
617  
621  
625  
629  
633  
637  
641  
645  
649  
653  
657  
661  
665  
669  
673  
677  
681  
685  
689  
693  
697  
701  
705  
709  
713  
717  
721  
725  
729  
733  
737  
741  
745  
749  
753  
757  
761  
765  
769  
773  
777  
781  
785  
789  
793  
797  
801  
805  
809  
813  
817  
821  
825  
829  
833  
837  
841  
845  
849  
853  
857  
861  
865  
869  
873  
877  
881  
885  
889  
893  
897  
901  
905  
909  
913  
917  
921  
925  
929  
933  
937  
941  
945  
949  
953  
957  
961  
965  
969  
973  
977  
981  
985  
989  
993  
997

```

1110 FOR I=1 TO B5
1115 INPUT GRP(I)
1120 LET C5=C5+GRP(I)
1125 NEXT I
1130 GOTO 1140
1135 LET E5=2
1140 GOTO 1155
1145 PRINT"ANGE ANTAL PENDELPELARE I GRUPPEN"
1150 INPUT E5
1155 LET GRP(1)=C5=E5
1160 LET D5=A5-C5
1165 FOR I=1 TO D5
1170 LET GRP(B5+I)=1
1175 NEXT I
1180 LET A5=B5+D5
1185 GOTO 1195
1190 LET GRP(1)=1
1195 LET B5=C5=D5=0
1200 FOR I5=1 TO A5
1205 GOSUB 8000
1210 GOSUB 8500
1215 GOSUB 9500
1220 NEXT I5
1225 PRINT
1230 PRINT"DEN TOTALA PENDELPELAREMATTRISEN BLIR"
1235 PRINT"===== "
1240 PRINT
1245 MAT PRINT LL;
1250 PRINT
1255 GOSUB 6000
1260 PRINT
1265 PRINT"VILL DU HA NYA PENDELPELAREVARIABLER";
1270 INPUT F$
1275 IF F$="J" THEN 1325
1280 IF F$="N" THEN 1285
1285 PRINT"VILL DU RAEKNA ETT NYTT EXEMPEL";
1290 INPUT F$
1295 IF F$="J" THEN 1305
1300 IF F$="N" THEN 1980
1305 LET NY=1
1310 LET UTS=0
1315 PRINT"*****"
1320 GOTO 80
1325 MAT LL=ZER(V1,V1)
1330 PRINT
1355 GOTO 1000
1980 STOP
1990 REM *****
2000 REM SUBPROGRAM VARIABLER STABILISERANDE DEL
2010 PRINT
2015 LET R1=0
2020 PRINT"ANGE TOTALA ANTALET YTTRE FRIHETSGRADER OCH ANTALET SEGMENT"
2025 INPUT N,S
2040 PRINT"ANGE E-MODULEN OCH ANTALET VAANINGAR"
2045 INPUT E,V
2060 PRINT
2065 RETURN
2100 REM SUBPROGRAM SEGMENTSDATA
2105 PRINT"INLAESNING AV SEGMENTSDATA"
2110 PRINT
2115 PRINT"ANGE FOER VARJE SEGMENT"
2120 PRINT"ANTAL INRE SEGMENTSFRIHETSGRADER,L,I,A"
2125 FOR I=1 TO 5
2130 INPUT GG(I,1),GG(I,2),GG(I,3),GG(I,4)
2135 LET R1=R1+GG(I,1)
2140 NEXT I
2145 PRINT
2155 RETURN

```

01 11 0 001 001 A

```

2200 REM SUBPROGRAM TRANSFORM. MATRIS
2205 MAT BB=ZER(R1,N)
2210 PRINT"INLAESNING AV TRANSFORMATIONS MATRISEN"
2215 PRINT
2220 PRINT"ANGE ANTALET +1 I MATRISER";
2225 INPUT P
2230 PRINT"ANGE RADNUMMER OCH KOLONNUMMER FOER VARJE +1 SOM R,K"
2235 FOR I=1 TO P
2240 INPUT R,K
2245 LET BB(R,K)=1
2250 NEXT I
2255 PRINT"ANGE ANTALET -1 I MATRISEN";
2260 INPUT P
2265 IF P=0 THEN 2295
2270 PRINT"ANGE RADNUMMER OCH KOLONNUMMER FOER VARJE -1 SOM R,K"
2275 FOR I=1 TO P
2280 INPUT R,K
2285 LET BB(R,K)=-1
2290 NEXT I
2295 PRINT
2300 PRINT
2305 RETURN
5000 REM SUBPROGRAM GLOBAL STYVHETSMATRIS
5005 LET R2=0
5100 FOR I=1 TO S
5105 MAT CC=ZER(GG(I,1),N)
5110 MAT DD=ZER(N,GG(I,1))
5115 MAT EE=ZER(GG(I,1),N)
5120 MAT FF=ZER(N,N)
5125 MAT AA=ZER(GG(I,1),GG(I,1))
5150 FOR J=1 TO GG(I,1)
5155 FOR K=1 TO N
5160 LET CC(J,K)=DD(K,J)=BB(R2+J,K)
5165 NEXT K
5170 NEXT J
5200 GOSUB 5500
5205 MAT EE=AA*CC
5210 MAT FF=DD*EE
5215 MAT SS=SS+FF
5250 LET R2=R2+GG(I,1)
5255 NEXT I
5260 RETURN
5300 REM SUBPROGRAM STATISK KONDENSERING
5350 FOR I=1 TO N
5355 FOR J=1 TO N
5360 IF I > N-V THEN 5390
5365 IF J > N-V THEN 5380
5370 LET MN(I,J)=SS(I,J)
5375 GOTO 5410
5380 LET MN(I,J-N+V)=SS(I,J)
5385 GOTO 5410
5390 IF J > N-V THEN 5405
5395 LET OO(I-N+V,J)=SS(I,J)
5400 GOTO 5410
5405 LET PP(I-N+V,J-N+V)=SS(I,J)
5410 NEXT J
5415 NEXT I
5425 MAT QQ=INV(MN)
5430 MAT KH=ZER(V,N-V)
5435 MAT KN=OO*QQ
5440 MAT QQ=ZER(V,V)
5445 MAT QQ=KN*KN
5450 MAT PP=PP-OO
5455 RETURN
5500 REM SUBPROGRAM SEGMENTSTYVNET
5505 LET ZZ(1,1)=ZZ(2,2)=4
5510 LET ZZ(1,2)=ZZ(2,1)=2
5515 LET ZZ(1,3)=ZZ(2,3)=ZZ(3,2)=ZZ(3,1)=6/66(I,2)

```



```

5525 LET ZZ(4,4)=GG(I,4)/GG(I,3)
5530 MAT ZZ=(E+GG(I,3)/GG(I,2))*ZZ
5550 FOR J=1 TO GG(I,1)
5555 FOR K=1 TO GG(I,1)
5560 LET AA(J,K)=ZZ(J,K)
5565 NEXT K
5570 NEXT J
5575 RETURN
6000 REM SUBPROGRAM KNAECKVAERDE
6005 LET A3=B3=1
6010 LET E3=0.01
6015 LET C3=N3=0
6020 LET D3=0
6025 MAT UU=(A3)*LL
6030 MAT UU=TT+UU
6035 GOSUB 7000
6040 LET MIN=10
6045 FOR I=1 TO V1
6050 LET N3=RR(I)
6055 IF N3 < MIN THEN 6065
6060 GOTO 6070
6065 LET MIN=N3
6070 NEXT I
6075 LET D3=D3+1
6080 IF D3 > 24 THEN 6145
6085 IF MIN > E3 THEN 6115
6090 IF MIN >= 0 THEN 6145
6095 LET C3=1
6100 LET B3=B3/2
6105 LET A3=A3-B3
6110 GOTO 6025
6115 IF C3=1 THEN 6130
6120 LET A3=A3+B3
6125 GOTO 6025
6130 LET B3=B3/2
6135 LET A3=A3+B3
6140 GOTO 6025
6145 PRINT
6150 PRINT"K-FAKTORN=";A3;TAB(30);"(";D3;")"
6155 PRINT"=====
6160 PRINT
6200 PRINT"DIAGONALELEKENTER I DEN REDUCERADE MATRISEN AER"
6205 PRINT
6210 FOR I=1 TO V1
6215 PRINT RR(I);
6220 NEXT I
6225 PRINT
6230 PRINT
6235 PRINT"VILL DU HA ETT BAETTRE VAERDE PAA K-FAKTORN";
6240 INPUT F$
6245 IF F$="J" THEN 6255
6250 IF F$="N" THEN 6270
6255 LET E3=E3*0.01
6260 PRINT
6265 GOTO 6020
6270 RETURN
7000 REM SUBPROGRAM DEFINIT
7100 FOR I=1 TO V1-I
7105 FOR J=I+1 TO V1
7110 LET D=UU(J,I)/UU(I,I)
7115 FOR K=1 TO V1
7120 LET UU(J,K)=UU(J,K)-D*UU(I,K)
7125 NEXT K
7130 NEXT J
7135 LET RR(I)=UU(I,I)
7140 NEXT I
7145 LET RR(V1)=UU(V1,V1)

```

```

7150 RETURN
8000 REM *****
8005 LET B5=B5+GRP(I5)
8010 LET C5=GRP(I5)-1
8015 LET D5=B5-C5
8020 PRINT
8025 IF C5=0 THEN 8060
8030 GOSUB 9800
8035 IF C5 > 1 THEN 8050
8040 PRINT USING S#,D5,I#,B5,J#
8045 GOTO 8070
8050 PRINT USING T#,D5,I#,B5,J#
8055 GOTO 8070
8060 GOSUB 9900
8065 PRINT USING U#,D5,I#
8070 PRINT"-----"
8075 PRINT
8080 PRINT"ANGE ANTAL SEGMENT"
8085 INPUT SEG
8090 PRINT"ANGE P-LAST OCH LAENGD UPPIFRAAN RAEKNAT"
8095 LET LAST=0
8100 FOR I=1 TO SEG
8105 INPUT P4,L4
8110 LET LAST=LAST+P4
8115 LET EL(I)=LAST/L4
8120 NEXT I
8125 RETURN
8500 REM RUTINER SOM SKAPAR SZB FOER PELARNA
8505 MAT SZB=ZER(SEG,SEG)
8510 FOR I=1 TO SEG
8515 FOR J=1 TO SEG
8520 IF I <> J THEN 8570
8525 LET A6=-EL(I)
8530 IF I=1 THEN 8550
8535 LET B6=-EL(I-1)
8540 LET SZB(I,J)=A6+B6
8545 GOTO 8555
8550 LET SZB(I,J)=A6
8555 IF I=SEG THEN 8580
8560 LET SZB(I,J+1)=-A6
8565 LET SZB(I+1,J)=-A6
8570 NEXT J
8575 NEXT I
8580 LET C6=GRP(I5)
8585 MAT SZB=(C6)*SZB
8595 IF UTS <> 1 THEN 8625
8600 GOSUB 9900
8605 PRINT USING X#,I5,I#
8610 PRINT"-----"
8615 PRINT
8620 MAT PRINT SZB;
8625 RETURN
9000 REM SUMNERING AV SZB
9005 MAT BCD=ZER(V1,V1)
9010 IF V1=V THEN 9050
9015 LET K=V1-V
9020 FOR I=1 TO V
9025 FOR J=1 TO V
9030 LET BCD(K+I,K+J)=PP(I,J)
9035 NEXT J
9040 NEXT I
9045 GOTO 9060
9050 MAT TT=TT+PP
9055 RETURN
9060 MAT TT=TT+BCD
9065 RETURN
9500 REM SUMNERING AV SZB
9505 MAT ABC=ZER(V1,V1)

```

```

9510 IF V1=SEG THEN 9550
9515 LET K=V1-SEG
9520 FOR I=1 TO SEG
9525 FOR J=1 TO SEG
9530 LET ABC(K+I,K+J)=SZB(I,J)
9535 NEXT J
9540 NEXT I
9545 GOTO 9560
9550 MAT LL=LL+SZB
9555 RETURN
9560 MAT LL=LL+ABC
9565 RETURN
9900 REM STRAENGRUTIN 1
9805 IF D5 > 2 THEN 9830
9810 LET I#=A#
9815 IF D5 > 2 THEN 9835
9820 LET J#=A#
9825 RETURN
9830 LET I#=B#
9835 LET J#=B#
9840 RETURN
9900 REM STRAENGRUTIN 2
9905 IF D5 >= 3 THEN 9920
9910 LET I#=A#
9915 RETURN
9920 LET I#=D#
9925 RETURN
9945 REM STRAENGRUTIN 3
9950 IF AB(J1)=1 THEN 9965
9955 LET J#=C#
9960 RETURN
9965 LET J#=D#
9970 RETURN
9999 END

```

\*