

LASTHANTERINGSPROGRAM FÖR SJÄLVLOSSANDE MALMFARTYG

PER-ARNE NILSSON

INSTITUTIONEN FÖR REGLERTEKNIK
LUNDS TEKNISKA HÖGSKOLA
AUGUSTI 1981

Organization LUND INSTITUTE OF TECHNOLOGY Department of Automatic Control Box 725 S-220 07 LUND 7 SWEDEN	Document name MASTER THESIS
	Date of issue August 1981
	CODEN: LUTFD2/(TFRT-5253)/0-059/(1981)
Author(s) Per-Arne Nilsson	Sponsoring organization

Title and subtitle Lasthanteringsprogram för självlossande Malmfartyg (Cargo-loading program for self-loading ore-vessels)	A4	A5
----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----	----

Abstract <p>When loading large ships, necessary consideration must be taken concerning the distribution of the cargo in order to avoid that hazardous shear-forces and bending moments occur.</p> <p>The problem to find the distribution of the cargo will be relatively easy when loading tankers, on the other hand if we consider bulk ships with long cargo holds with more than one hatch in each, it becomes necessary to make a deeper analysis.</p> <p>This paper consists of such an analysis and in addition, programs written in FORTRAN which calculate the weight and the longitudinal centre of gravity of the cargo. These programs are intended to be incorporated in an existing program package for calculations of shear-forces and bending moments.</p>	A4	A5
---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----	----

Key words	A4	A5
-----------	----	----

Classification system and/or index terms (if any)

Supplementary bibliographical information	Language Swedish
-------------------------------------------	---------------------

ISSN and key title	ISBN
--------------------	------

Recipient's notes	Number of pages 59	Price
	Security classification	

Distribution by (name and address)

DOKUMENTATABLAD enl SIS 61 41 21

Examensarbete utfört vid
inst. för reglerteknik,
LTH 1981.

LASTHANTERINGSPROGRAM FÖR SJÄLVLOSSANDE MALMFARTYG

AV

PER-ARNE NILSSON

Handledare: Christer Bengtsson
Kockumation AB

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

	Sid
1.	<u>Inledning</u> 1
2.	<u>Teori</u> 2
2.1	Förutsättningar 2
2.2	Beräkning av snittytan 4
2.3	Numerisk integration 15
2.4	Beräkning av vikt och tyngdpunkt 17
3.	<u>Programmet</u> 23
3.1	Huvudprogram 23
3.2	Indata 25
3.3	COMMON-lista 26
4.	<u>Resultat</u> 28
4.1	Testkörning 28
4.2	Inverkan av fel indata 32

Appendix Källkod

1 INLEDNING

Vid lastning av stora fartyg måste hänsyn tagas till lastens fördelning, för att undvika att farliga spänningar och böjmoment uppkommer.

Vid lastning av tankfartyg blir problemet att söka lastens fördelning relativt lätt. Om det däremot är fråga om malmfartyg, som har långa lastrum med flera luckor i varje, blir det nödvändigt med en närmare analys av lastens fördelning.

Denna rapport innehåller en sådan analys, samt program skrivna i FORTRAN, som beräknar vikt och tyngdpunkt för lasten. Programmet ska sedan infogas i Kockumations LOADMASTER C30, där beräkningen av böjmoment och skärkrafter görs.

2 TEORI

2.1 Förutsättningar

De stora malmfartyg som trafikerar de Stora sjöarna i Nordamerika, har långa grunda lastrum med flera lastluckor i varje. Detta utseende har de på grund av att sjöarna är relativt grunda. I figur 2.1 ses en skiss över mv "H Gott", vilken jag använt som exempel i programmet.

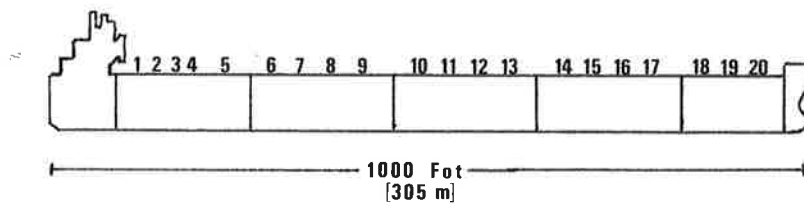


Fig 2.1 Siffrorna i figuren anger lastluckorna.

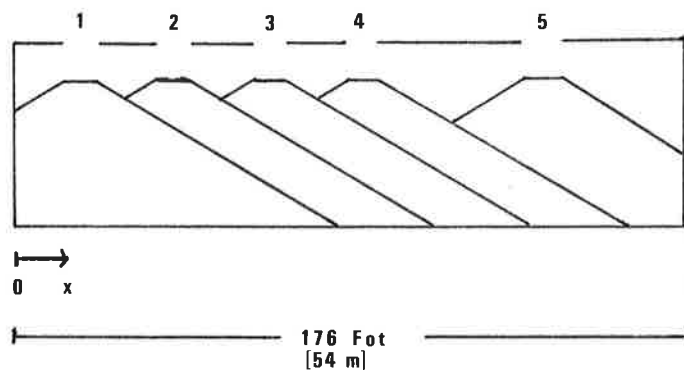


Fig 2.2 Det första lastrummet lastat enligt sekvensen 1, 2, 3, 4 och 5.

För att kunna beräkna lastens fördelning görs följande tre antaganden:

- 1) Lasten lägger sig som stympade koner
- 2) Malmen har en definierad rasvinkel
- 3) Malmens densitet är känd

När fartyget lastas lucka för lucka kan man under antaganden ovan räkna med att lasten hamnar som i fig 2.2. Konerna är stympade av intilliggande koner och av lastrumsväggarna. Volymen för lasten i Fig 2.2 blir:

$$V = \int_0^L A(x) dx$$

$A(x)$ = snittytan i punkten x (se fig 2.4, 2.5).

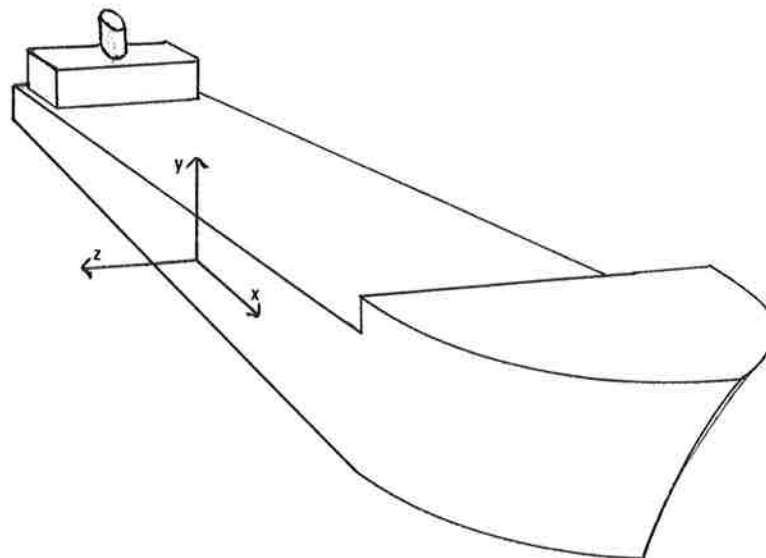


Fig 2.3 Figuren visar hur koordinatsystemet är orienterat i båten.

2.2 Beräkning av snittytan

Snittas en cirkulär kon blir snittytan hyperbolisk, se fig 2.4.

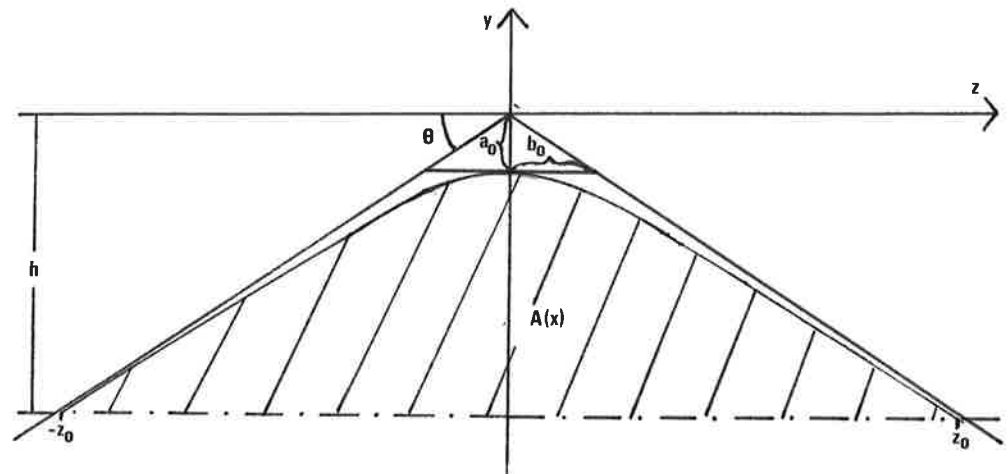


Fig 2.4 Snittytan i punkten x .

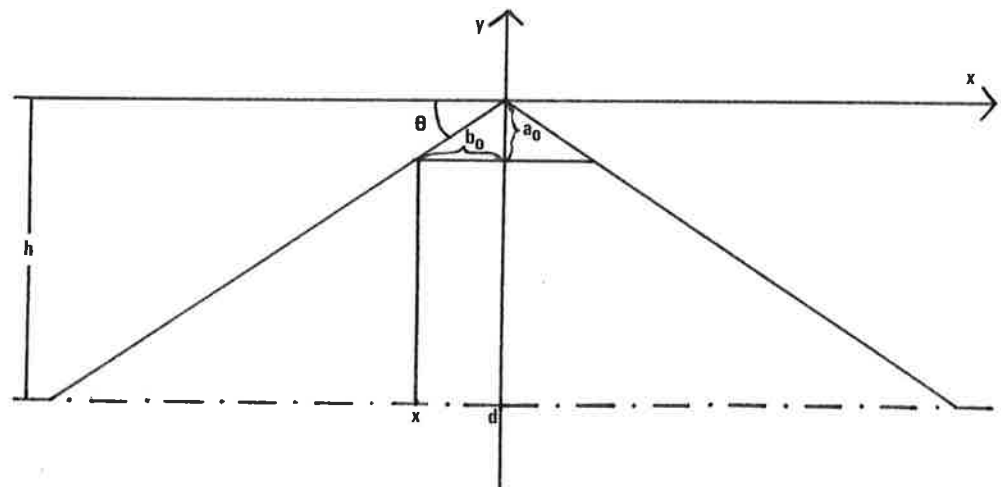


Fig 2.5 Snittpunktens läge. Origo beläget i konens topp.

Beteckningar till Fig 2.4, 2.5

- h = konens topphöjd över botten
 θ = malmens rasvinkel
 z_0 = hyperbelkurvans skärning med $y = -h$
 d = toppens x-koordinat
 a_0 = $|x - d| \cdot \tan\theta$
 b_0 = $|x - d|$

Med dessa beteckningar gäller:

$$\frac{y^2}{a_0^2} - \frac{z^2}{b_0^2} = 1 \quad (\text{hyperbelekv})$$

$$y = a_0 \sqrt{1 + \left(\frac{z}{b_0}\right)^2}$$

Arean $A(x)$ erhålles genom integration från 0 till z_0 .

$$1/2 A(x) = \int_0^{z_0} h - a_0 \sqrt{1 + \left(\frac{z}{b_0}\right)^2} dz = \left[\frac{z}{b_0} = q \right] =$$

$$= h z_0 - a_0 b_0 \int_0^{z_0} \sqrt{1 + q^2} dq = \left[\sqrt{1 + q^2} = t - q \right] =$$

$$= h z_0 - a_0 b_0 \int_1^{\sqrt{\left(\frac{z_0}{b_0}\right)^2 + 1} + \frac{z_0}{b_0}} \left(\frac{t}{4} + \frac{1}{2t} + \frac{1}{4t^3} \right) dt =$$

$$\begin{aligned}
&= h z_0 - a_0 b_0 \left[\frac{t^2}{8} + \frac{1}{2} \ln t - \frac{1}{8t^2} \right]_1^{\sqrt{\left(\frac{z_0}{b_0}\right)^2 + 1} + \frac{z_0}{b_0}} = \\
&= h z_0 - \frac{a_0 b_0}{8} \left[\left(\sqrt{\left(\frac{z_0}{b_0}\right)^2 + 1} + \frac{z_0}{b_0} \right)^2 + 4 \ln \left(\sqrt{\left(\frac{z_0}{b_0}\right)^2 + 1} + \frac{z_0}{b_0} \right) \right. \\
&\quad \left. - \frac{1}{\left(\sqrt{\left(\frac{z_0}{b_0}\right)^2 + 1} + \frac{z_0}{b_0} \right)^2} \right] \quad (1)
\end{aligned}$$

Eftersom malmen faller från stor höjd blir toppen något tillplattad, se fig 2.6.

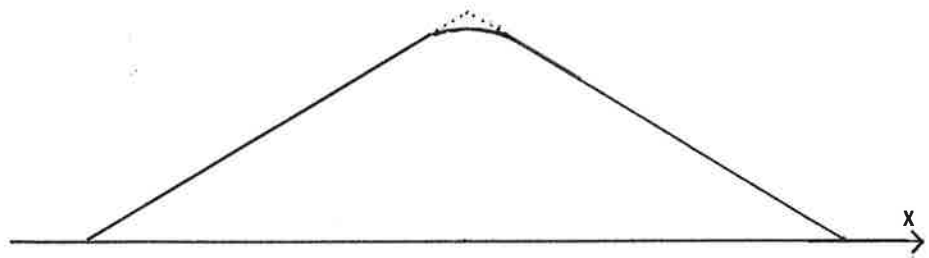


Fig 2.6

Approximativt kan man ersätta fig 2.6 med fig 2.7.

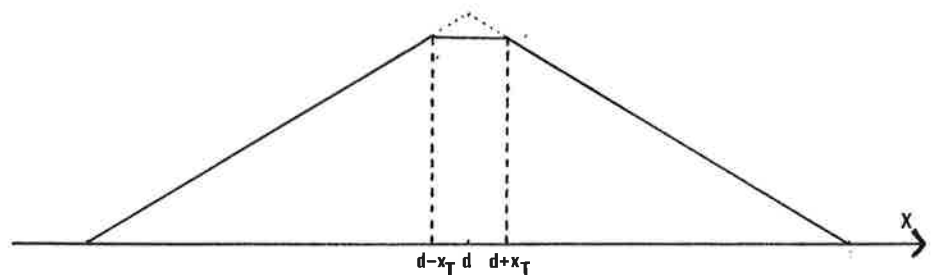


Fig 2.7

För att erhålla en mer korrekt snittyta inom intervallet $d-x_T$ till $d+x_T$ ska den streckade arean i fig 2.8 subtraheras.

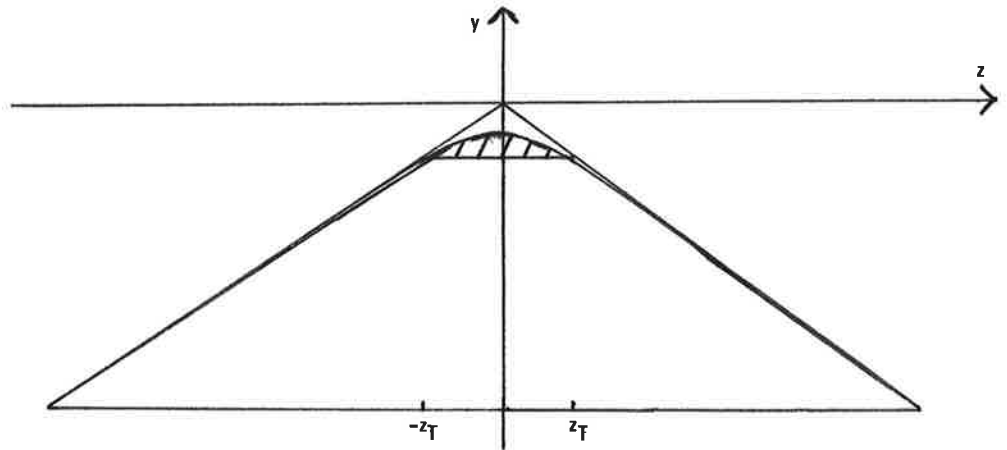


Fig 2.8 $z_T = x_T$.

Lastrummen på malmfartyg antas ha en tvärsnittssektion enligt fig 2.9.

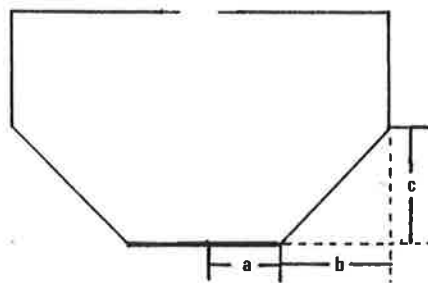


Fig 2.9 Lastrummets tvärsektion.

Snittytans utseende kan nu delas in i tre olika fall, beroende på var snittpunkten är belägen i förhållande till toppen.

Fall 1

Den flata bottenen är synlig.

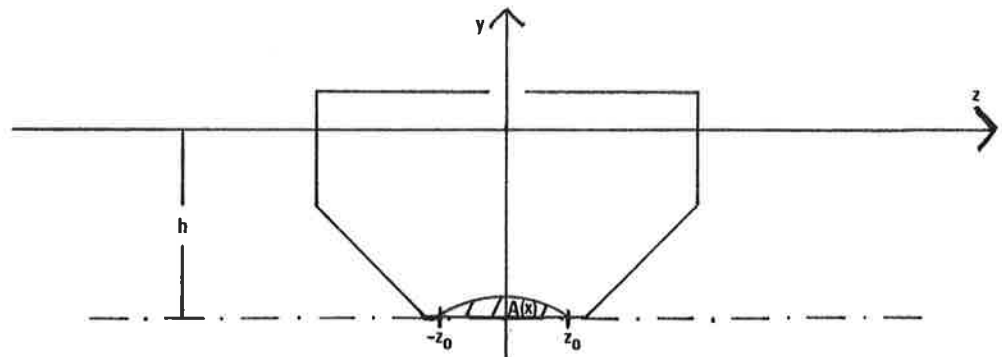


Fig 2.10 Snittytans utseende i fall 1.

Enligt fig 2.10 erhålles z_0 som skärningspunkten mellan hyperbelekvationen och linjen $y = -h$.

$$h^2 = a_0^2 + \left(\frac{a_0}{b_0}\right)^2 z_0^2$$

$$\Leftrightarrow$$

$$z_0 = b_0 \sqrt{\left(\frac{h}{a_0}\right)^2 - 1} \quad (2)$$

Fall 2

Endast den sneda bottnen är synlig.

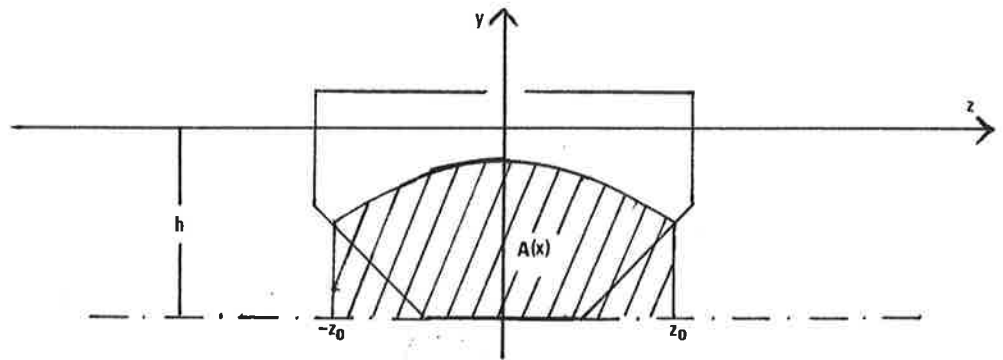


Fig 2.11 Snittytans utseende i fall 2.

Med beteckningar enligt fig 2.11 erhålles z_0 som skärningspunkten mellan hyperbelekvationen och den sneda bottens ekvation.

$$y_{sb} = -h + \frac{c}{b} (z - a) = \frac{c}{b} z - h - \frac{ac}{b}$$

$$y_{sb} = y_h$$

$$\Leftrightarrow \frac{c}{b} z_0 - h - \frac{ac}{b} = a_0 \sqrt{1 + \left(\frac{z_0}{b_0}\right)^2}$$

Kvadrering av båda leden ger:

$$\left(\frac{c^2}{b^2} - \frac{a_0^2}{b_0^2}\right) z_0^2 - 2\left(\frac{hc}{b} + \frac{ac^2}{b^2}\right) z_0 + h^2 + 2\frac{hac}{b} + \frac{a^2 c^2}{b^2} - a_0^2 = 0$$

När $\left| \frac{c^2}{b^2} - \frac{a_0^2}{b_0^2} \right| \ll \frac{hc}{b} + \frac{ac^2}{b^2}$ gäller:

$$z_0 = \frac{h^2 + 2 \frac{hac}{b} + \frac{a^2 c^2}{b^2} - a_0^2}{2 \left(\frac{hc}{b} + \frac{ac^2}{b^2} \right)} \quad (3)$$

Allmänt erhålles efter kvadratkomplettering:

$$z_0 = \frac{\frac{ac^2}{b^2} + \frac{hc}{b}}{\frac{c^2}{b^2} - \frac{a_0^2}{b_0^2}} \pm \sqrt{\left(\frac{\frac{ac^2}{b^2} + \frac{hc}{b}}{\frac{c^2}{b^2} - \frac{a_0^2}{b_0^2}} \right)^2 - \frac{\frac{a^2 c^2}{b^2} + 2 \frac{hac}{b} + h^2 - a_0^2}{\frac{c^2}{b^2} - \frac{a_0^2}{b_0^2}}} \quad (4)$$

$$+ \text{ om } \frac{c^2}{b^2} - \frac{a_0^2}{b_0^2} < 0$$

$$- \text{ om } \frac{c^2}{b^2} - \frac{a_0^2}{b_0^2} > 0$$

Fall 3

Även den sneda botten är täckt.

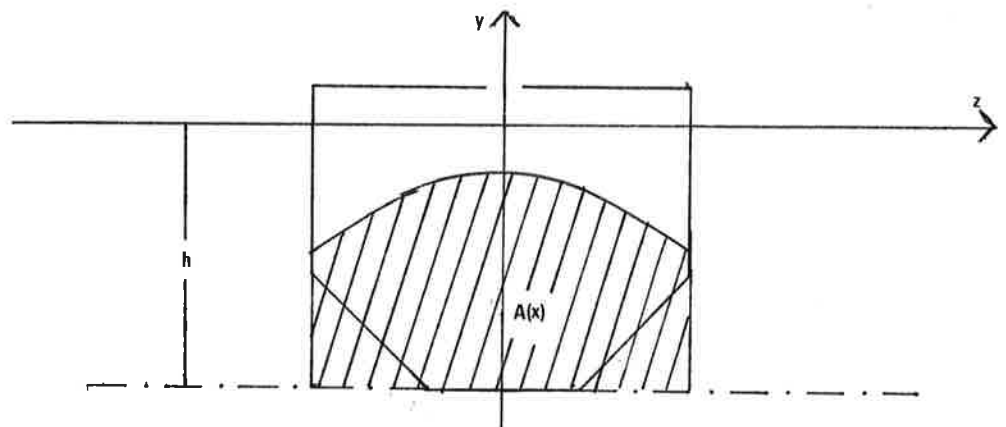


Fig 2.12 Snittytans utseende i fall 3.

z_0 erhålles som lastrummets bredd.

$$z_0 = a + b \quad (5)$$

Genom insättning av a_0 , b_0 och z_0 i (1) kan $A(x)$ erhållas. I fall 2 och 3 måste dock ytan mellan den sneda botten och linjen $y = -h$ subtraheras, för att önskad yta ska erhållas. Dessa trianglars yta blir:

$$\text{Fall 2: } \frac{c}{b} (z_0 - b)^2$$

$$\text{Fall 3: } cb$$

För att erhålla korrekt snittyta måste rätt fall tillämpas, alltså måste gränserna för de olika områdena beräknas. Låt gränserna betecknas enligt fig 2.13.

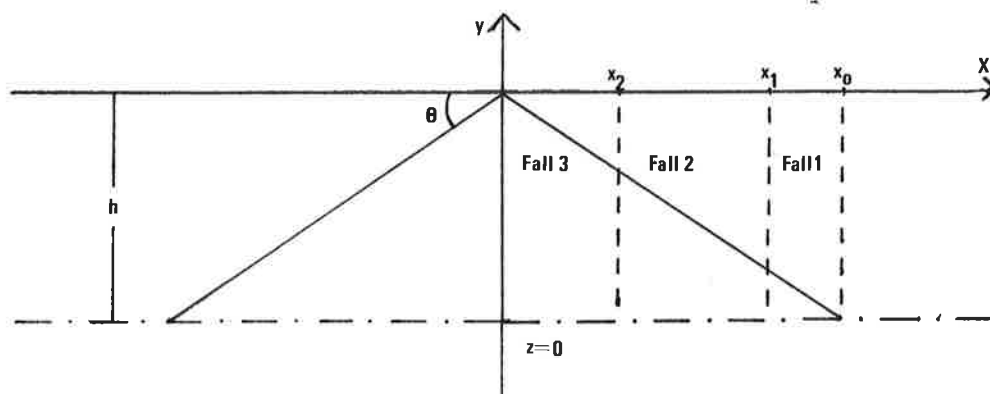


Fig 2.13 Beteckningar för de olika områdenas gränser.

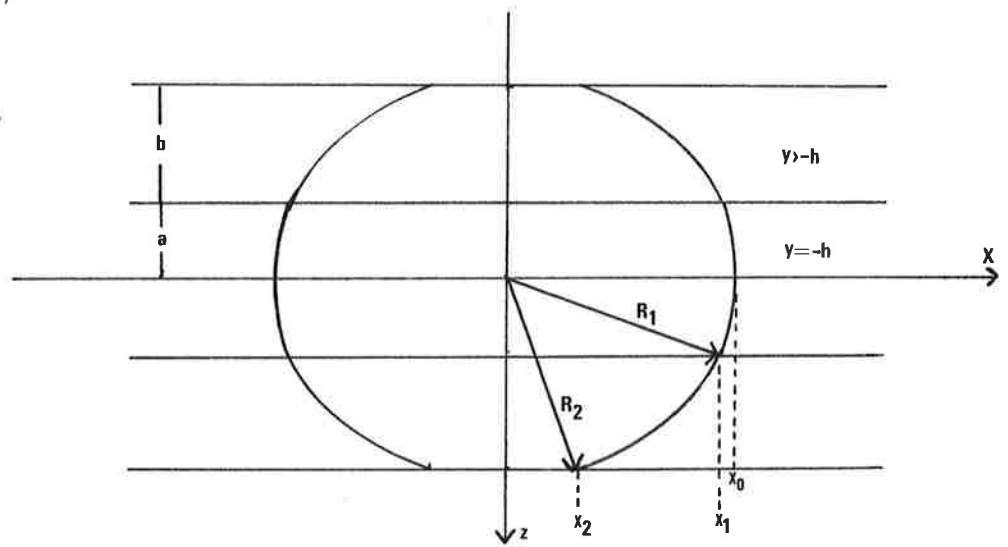


Fig 2.14 Situationen sedd uppifrån.

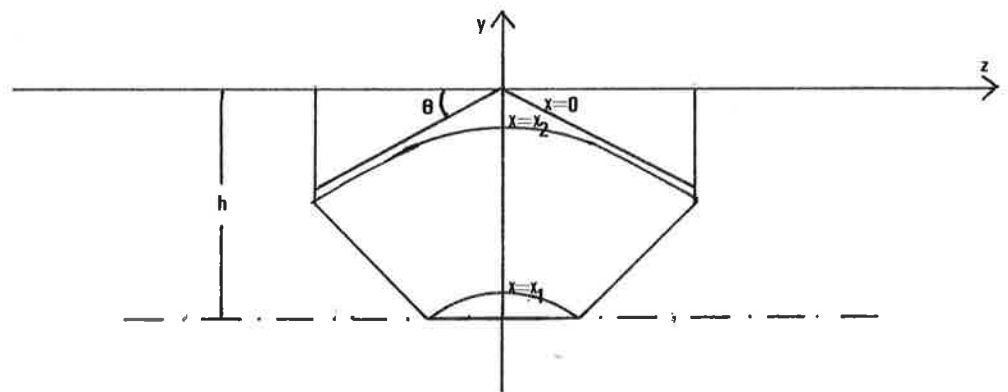
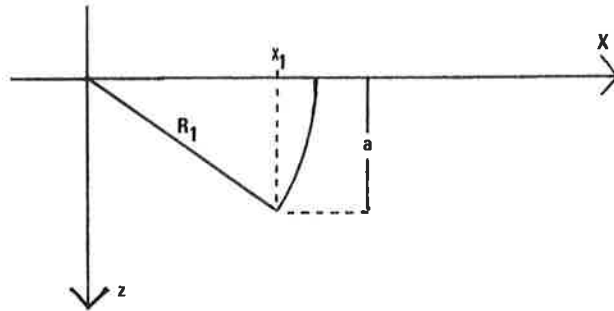


Fig 2.15 Situationen sedd bakifrån.

Med beteckningar enligt fig 2.13-2.15 erhålles:

$$x_0 = R_1 = \frac{h}{\tan\theta} \quad (6)$$

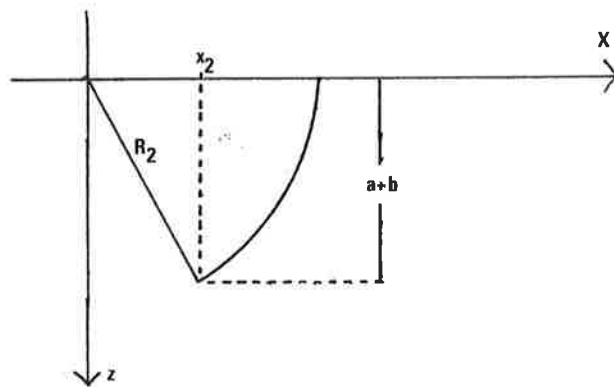
Fig 2.16 $y = -h$.

x_1 erhålles ur fig 2.16.

$$x_1^2 + a^2 = R_1^2$$

$$\Leftrightarrow x_1 = \sqrt{\left(\frac{h}{\tan\theta}\right)^2 - a^2} \quad (7)$$

När $h \leq a \cdot \tan\theta$ sätts $x_1 = 0$

Fig 2.17 $y = -h + c$.

x_2 erhålles ur fig 2.17.

$$R_2 = \frac{|y|}{\tan\theta} = \frac{(h - c)}{\tan\theta}$$

$$x_2^2 + (a + b)^2 = \left(\frac{h - c}{\tan\theta}\right)^2$$

\Leftrightarrow

$$x_2^2 = \sqrt{\left(\frac{h - c}{\tan\theta}\right)^2 - (a + b)^2} \quad (8)$$

När $h \leq (a + b) \tan\theta + c$ sätts $x_2 = 0$.

Med hjälp av dessa gränser kan nu snittytan för varje x -koordinat erhållas, och därmed kan volymen beräknas. På grund av det besvärliga utseendet på integranden (1) måste integrationen ske numeriskt. Den numeriska integrationen beskrivs i kap 2.3.

2.3 Numerisk integration

Här har jag använt Rombergs metod, som är särskilt lämplig vid integration på dator.

Integralens värde enligt trapetsformeln beräknas för ett antal intervallhalveringar.

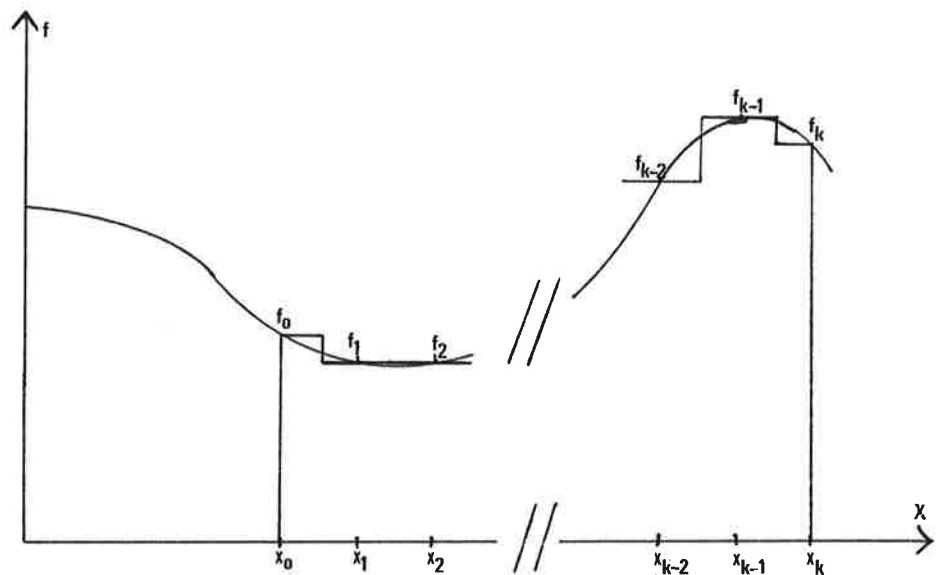


Fig 2.18 Illustration av trapetsformeln. k jämnt.

$$R_{0,k-1} = \frac{x_k - x_0}{2k} (f_0 + 2f_1 + \dots + f_k) \quad (\text{trapetsformeln})$$

Rombergs metod kan sammanfattas med formel (9).

$$R_{nm} = R_{n-1,m+1} + \frac{R_{n-1,m+1} - R_{n-1,m}}{2^{2(n+1)} - 1} \quad (9)$$

Man erhåller räkneschemat nedan:

$$\begin{array}{cccccc} R_{0,1} & & & & & \\ R_{0,2} & R_{1,1} & & & & \\ R_{0,3} & R_{1,2} & R_{2,1} & & & \\ R_{0,4} & R_{1,3} & R_{2,2} & R_{3,1} & & \\ R_{0,5} & R_{1,4} & R_{2,3} & R_{3,2} & R_{4,1} & \end{array}$$

Division med:

3 15 63 255

$$\text{Ex: } R_{2,2} = R_{1,3} + \frac{R_{1,3} - R_{1,2}}{63}$$

Intervallhalveringen stoppas när täljarens värde i (9) är mindre än den begärda noggrannheten.

2.4 Beräkning av lastens vikt och tyngdpunkt

För att få en uppfattning om hur stora påkänningar ett fartyg utsätts för, beräknas skärkraft SF (eng Shear Force) och böjmoment BM (eng Bending Moment) i ett antal intressanta punkter, se fig 2.19.

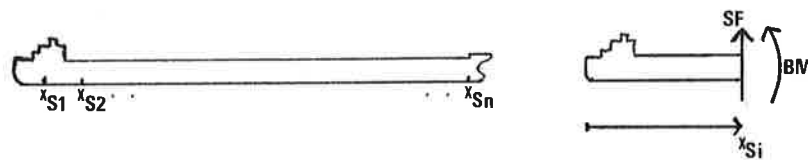


Fig 2.19 x_{Si} anger de punkter fartyget snittas i.

Genom att beräkna vikt och tyngdpunkt för alla sektioner (sektion = området mellan två snittpunkter), kan BM och SF beräknas för alla snittpunkter. Vilka punkter som fartyget ska snittas i bestäms av sk klassificeringssällskap, t ex Det Norske Veritas och Lloyd's Register of Shipping.

Nu är det inte bara lasten som påverkar fartyget utan dess egen vikt, bränslet i tankarna och vattnet i ballasttankarna måste också tas med i beräkningarna.

Här är vi dock bara intresserade av lasten, och för att få fram dess vikt och tyngdpunkt för en sektion som har en höjdprofil enligt fig 2.20, erhålles två integraler (10) och (11).

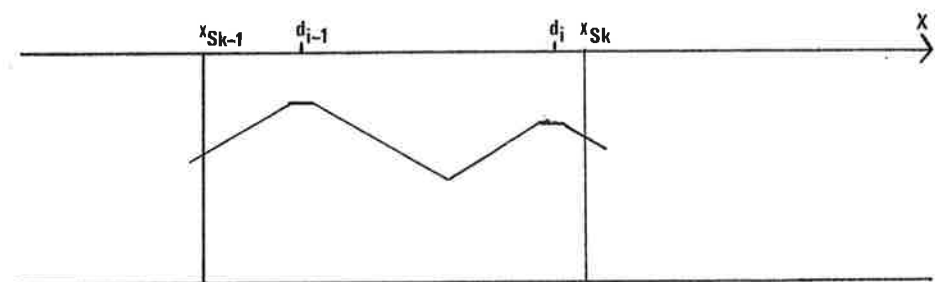


Fig 2.20 Höjdprofil för en sektion. $z = 0$.

$$V = \frac{1}{V_{sp}} \int_{x_{sk-1}}^{x_{sk}} A(x) dx \quad (10)$$

$$M_{tp} = \int_{x_{sk-1}}^{x_{sk}} A(x)(x-x_{tp}) dx = 0 \quad (11)$$

V = Vikt i sektionen
 V_{sp} = Specifik volym
 $A(x)$ = Snittyta
 M_{tp} = Momentet i tyngdpunkten
 x_{tp} = Tyngdpunktens x-koordinat

När flera luckor är fylld måste den punkt mellan två koner där deras snittytor är lika, bestämmas för att få en bra approximation på den punkt där övergång från ena konen till den andra ska ske.

Är konerna lika höga blir skärningspunkten medelpunkten mellan luckorna, men när höjderna är olika blir skärningspunkten förskjuten mot den lägre konen. En första approximation blir att använda formel (12).

$$x_{sa} = \frac{d_1 + d_2}{2} + \frac{h_1 - h_2}{2 \tan \theta} \quad (12)$$

Beteckningar enligt Fig 2.21.

Låt $y_1(x)$, $y_2(x)$ beteckna snittytan som funktion av x för kon 1 resp kon 2. Då erhålls ett diagram enligt fig 2.22.

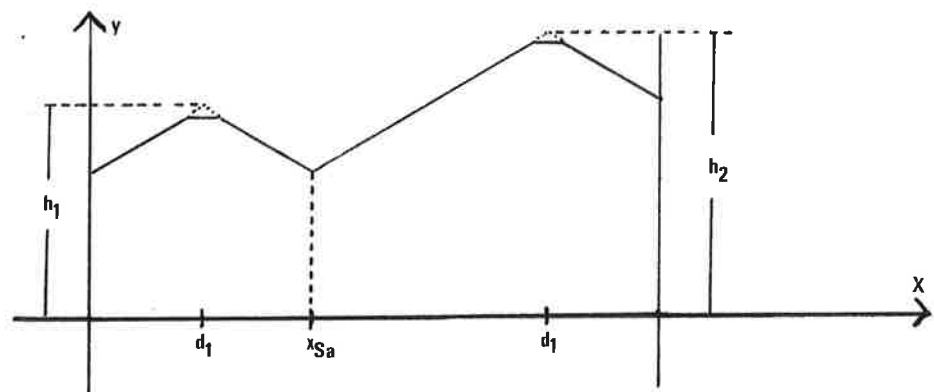


Fig 2.21

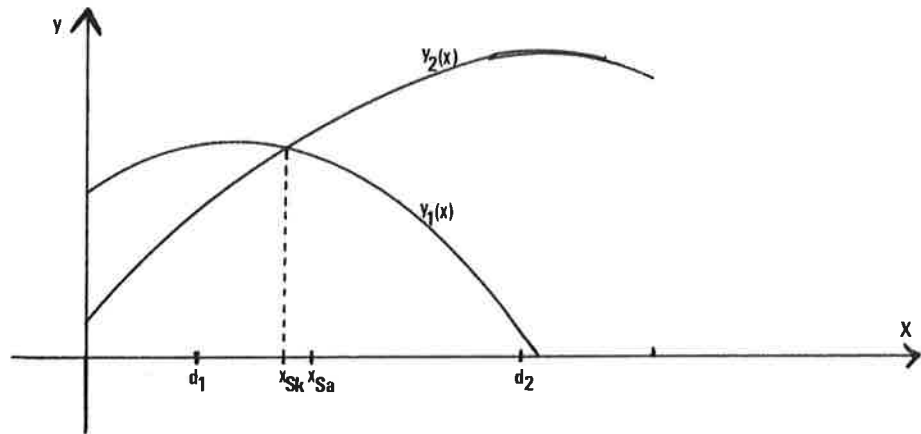


Fig 2.22

Genom att jämföra y_1 och y_2 kan man anpassa sig fram till den punkt där relativa felet är tillräckligt litet.

För att kunna beräkna integralerna 9 och 10 krävs att höjden på varje kon är känd. I allmänhet är så inte fallet, utan det är vikten som är känd. Lastningen går till så att en bestämd mängd lastas i varje lastlucka, enligt en viss sekvens. Eftersom det inte går att analytiskt erhålla höjden ur vikten får andra metoder tillgripas. Den metod som jag använt illustreras nedan.

Lastrummet i fig 2.23 lastas enligt sekvensen 1, 2, 3, 4, 5 med vikterna V_1, V_2, V_3, V_4, V_5 .

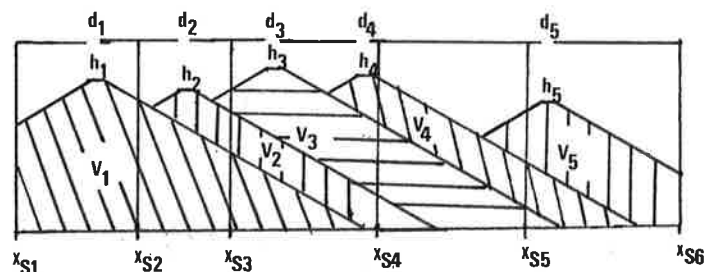
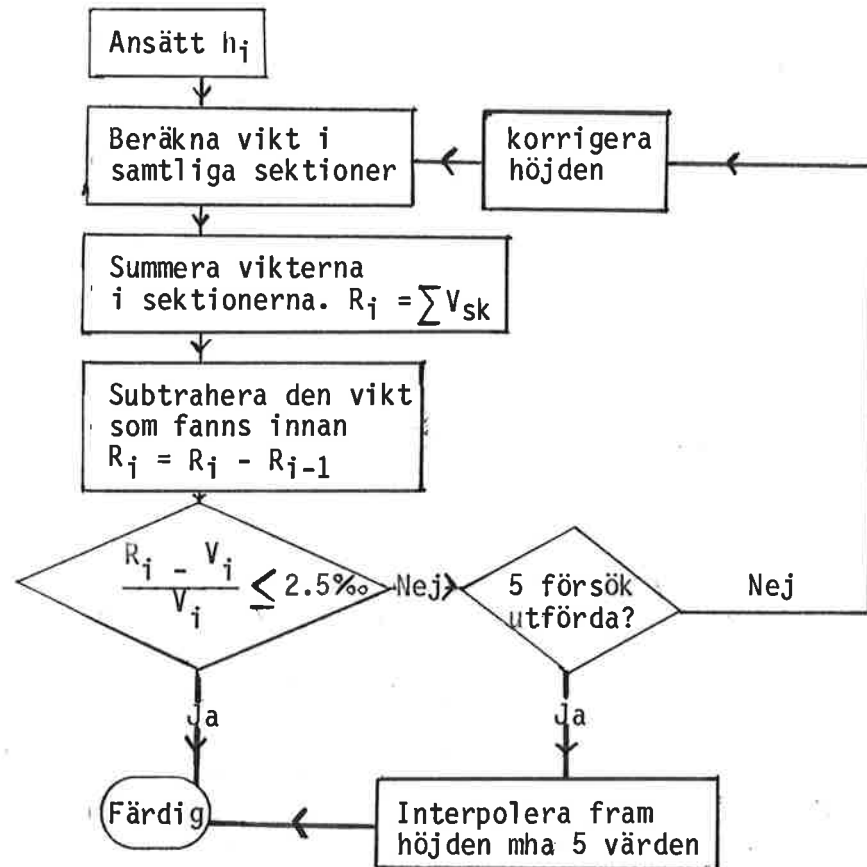


Fig 2.23 Lastprofilen för lastrummet efter lastning.

Beteckningar till fig 2.23:

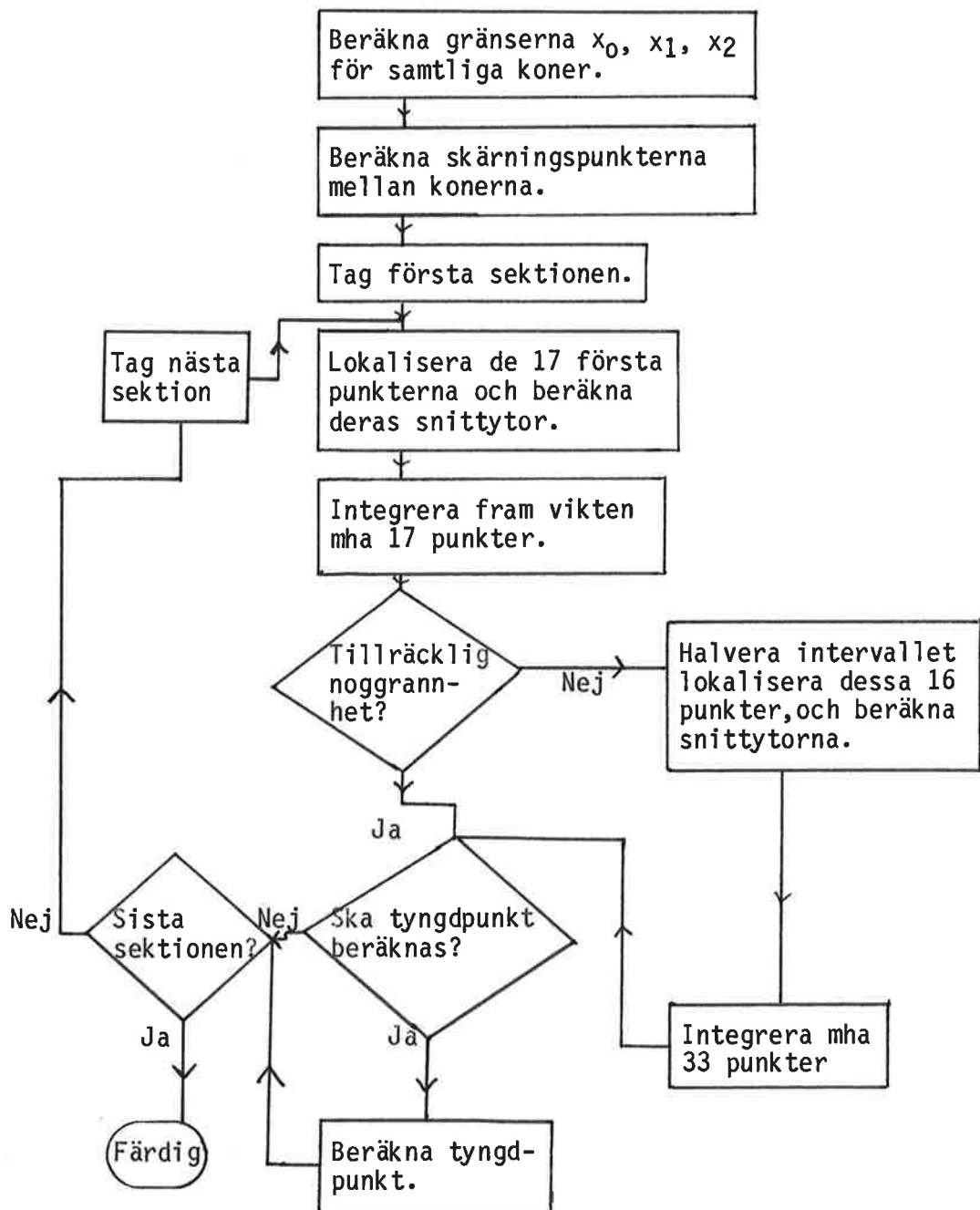
d_j = lastluckornas x-koordinater
 x_{sj} = snittpunkternas x-koordinater
 h_j = konernas topphöjder

Flödesschemat nedan beskriver beräkningsgången när i:te luckan lastas.



Flödesschema 1: Beräkningsgången vid lastning av en lucka.
 V_j enligt fig 2.23.
 V_{sj} = Vikten i en sektion.
 Motsvarar subrutin LUCKA i programmet.

När vikten i en sektion beräknas används 17 eller 33 punkter vid integrationen, beroende på krävd noggrannhet. Beräkningsgången när vikten för samtliga sektioner inom ett lastrum beräknas åskådliggörs på följande sida.



Flödesschema 2: Beräkningsgången i subrutin SNITT.

Vid tyngdpunksberäkningen används samma $A(x)$ som vid viktberäkningen och går till på så sätt att utgående från mittpunkten i sektionen anpassa sig fram till den punkt som är momentfri. Eftersom malmfartyg sällan har problem med stabilitet beräknas bara tyngdpunktens läge i x -led.

Ofta eftersträvas att alla koner inom ett lastrum har ungefär samma höjd. Man kan då låta ett program ta hand om fördelningen av lasten på de olika luckorna. Operatören behöver då bara bestämma sig för en lastsekvens.

Om man vet vikten för två olika höjder, t ex maximala höjden och halva maximala höjden, kan man interpolera fram höjden för en aktuell last. Genom att göra den approximationen att lastprofilens yta för $z = 0$ är proportionell mot lastens vikt, erhålles approximativt samma höjder på konerna. Se fig 2.24.

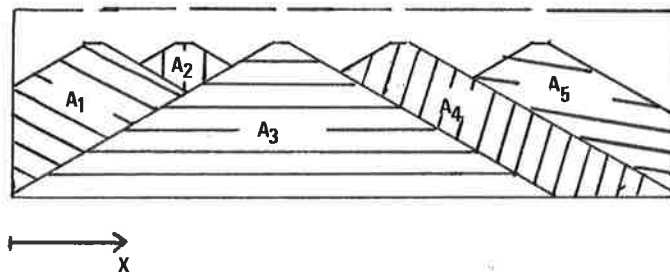


Fig 2.24

De olika ytorna $A_1 \dots A_5$ beräknas, och om V_{tot} betecknar den totala vikten, blir vikten för varje enskild lucka V_n .

$$V_n = \frac{A_n}{\sum_{k=1}^5 A_k} V_{tot} \quad (13)$$

Höjderna blir efter påfyllning approximativt lika. Operatören kan om han/hon så vill ändra vikterna i luckorna, och alltså bara se programmets uppdelning som en vägledning. I programmet måste sedan finnas en kontroll på att inte maxhöjden överskrides eller att en situation som i Fig 2.25 uppstår.

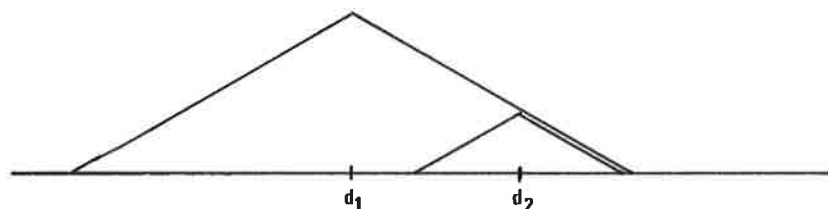


Fig 2.25

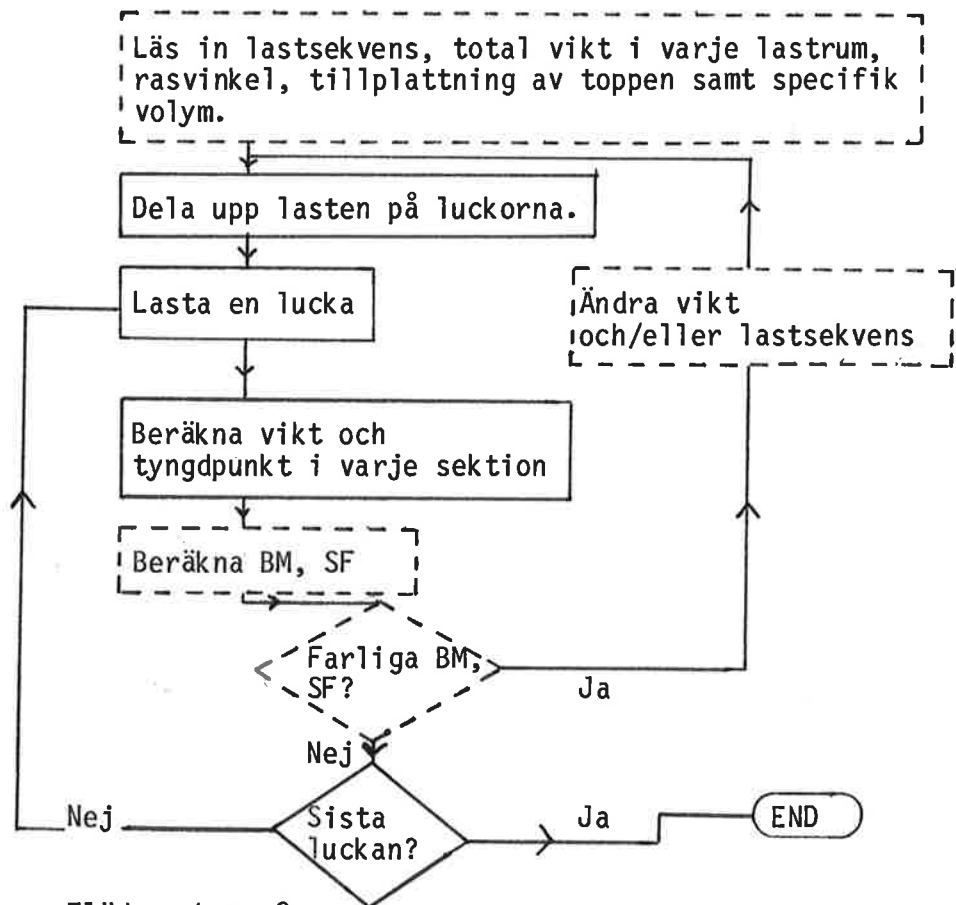
3 PROGRAMMET

3.1 Huvudprogram

När lastningen simuleras med hjälp av programmet kan man tänka sig att olika operatörer vill arbeta på olika sätt. Programmen är avsedda att klara av följande två flödesschema, vilka bör vara de två troligaste. De programbitar som Kockumations LOADMASTER C30 tillhandahåller är streckade (operatörkommunikation och BM- SF-beräkningar).

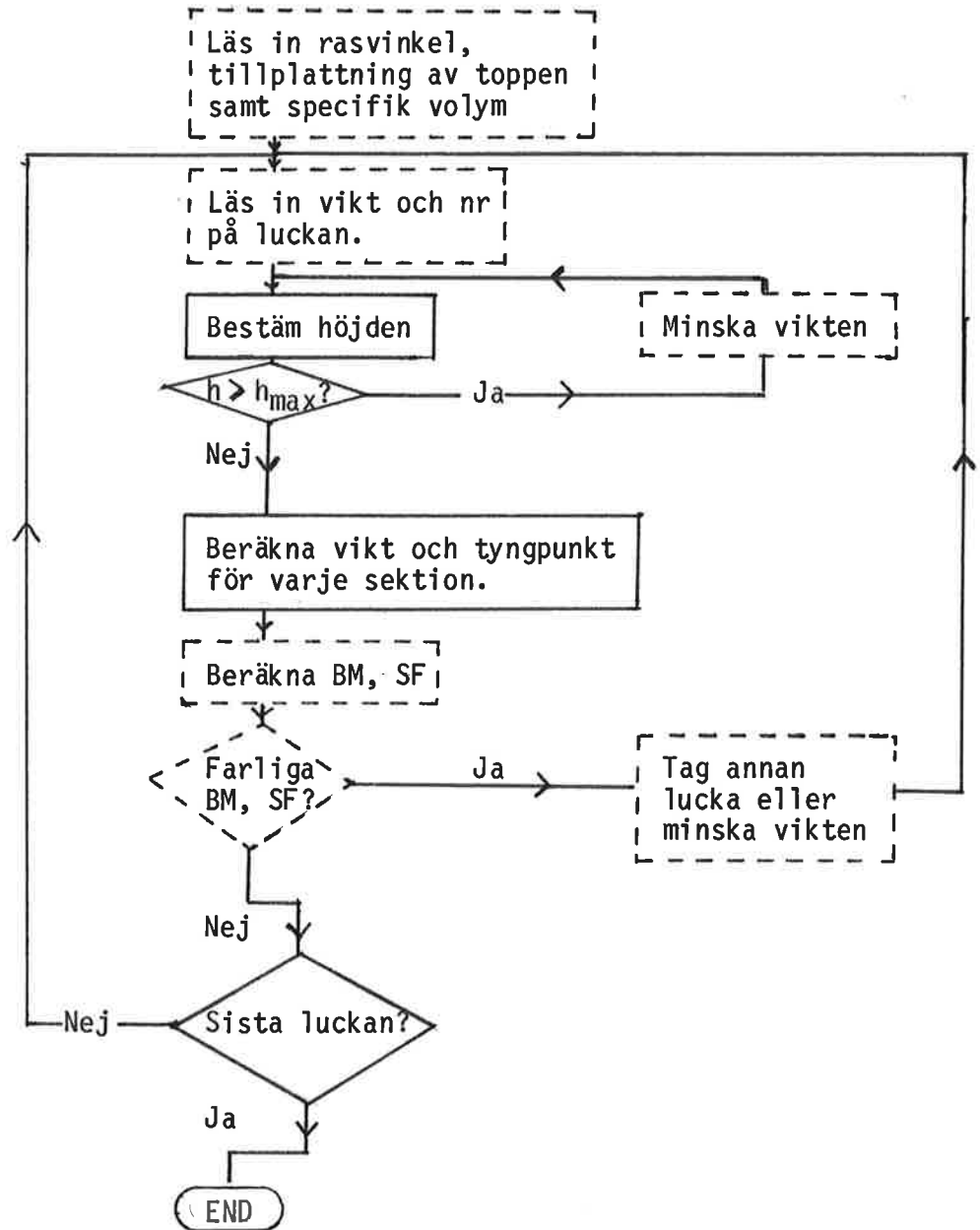
Program 1

Programmet delar upp en given last på luckorna vid given lastsekvens.



Program 2

Operatören anger önskad vikt för varje lucka.
Lastsekvensen är inte bestämd i förväg.



Flödesschema 4.

De olika programmens funktion framgår av kommentarer i källkoden. Utskrift av samtliga rutiners källkod återfinns i appendix.

3.2 Indata

Övriga indata än de som är upptagna i flödesscheman är konstanter och ges värden genom DATA-satser. De är tillsammans med arbetsareor samlade i en COMMON-area. Listan i kap 3.3 är en förteckning över COMMON-fältet. De konstanter som måste ges värden är markerade med asterisk (*). De erforderliga dimensionerna på fälten är också angivna. Parametrarna PP, PII väljs så att höjdanpassningen går så fort som möjligt. Kontroll av höjdanpassningen kan göras genom att sätta IHUT = 1, vilket medför att höjden skrivs ut efter varje iteration. Huvudprogrammet i appendix innehåller erforderliga data för m/v "H Gott".

3.3 COMMON-lista

- * A: Se fig 2.9 $A = a$
- A2: $A2 = A^2$
- * B: Se fig 2.9 $B = b$
- * C: Se fig 2.9 $C = c$
- C5: $C5 = A/B$
- C6: $C6 = C/B$
- C71: $C71 = C6^2$
- C81: $C81 = C71 \cdot A$
- C82: $C82 = C5 \cdot C \cdot 2$
- * D: Vektor där lastluckornas x-koordinater lagras
Dimension = LANT
- D1: Arbetsarea
Dimension = Maximala antalet luckor i ett lastrum
- F: $F = A + B$
- F2: $F2 = F^2$
- H: Vektor där konernas topphöjder lagras.
Dimension = LANT
- H1: Se D1
- HA: Ansättningshöjd vid anpassning av höjden.
Dimension = IRANT
- HB: Mått på toppens tillplattning. Se fig 2.7
 $HB = x_T$
- * HLA: Vektor där de olika lastrummens längder lagras.
Dimension = IRANT
- * HMAX: Den maximala höjden i lastrummen
- IANTL: Vektor som anger hur många luckor inom ett lastrum som är lastade.
Dimension = IRANT
- IHERR: Flagga för överskriden maxhöjd
- * IHH: Vektor där nr på de luckor som ligger längst till höger i varje lastrum lagras
Dimension = IRANT
- IHUT: Flagga för höjdustrukt
- * IRANT: Antal lastrum
- * ISH: Vektor där nr på snittpunkterna längst till höger i varje lastrum lagras.
Dimension = IRANT
- * ISNANT: Antal sektioner = Antal snittpunkter -1
- * ISV: Vektor där nr på snittpunkterna längst till vänster i varje lastrum lagras.
Dimension = IRANT.
- * IVV: Vektor där nr på de luckor som ligger längst till vänster i varje lastrum lagras.
Dimension = IRANT
- * LANT: Antal luckor
- LS: Vektor där lastsekvensen lagras.
Dimension = LANT
- * ON: Hur stor noggrannhet som krävs i viktsberäkningen. Anges i volym.

- * PP: Parameter vid höjdanpassningen
- * PII: Se PP
- SPV: Specifik volym
- T: Logisk vektor som anger om en lucka är lastad eller ej.
Dimension = LANT
- TH: $TH = \tan(\text{THETA})$
- THETA: Malmers rasvinkel (grader)
- THI: $THI = TH^{-1}$
- TH2: $TH2 = TH^2$
- THI2: $THI2 = THI^2$
- VMT: Vektor som anger maximala lasten för varje lastrum.
Dimension = IRANT
- VMTH: Vektor som anger lasten för halva maximala höjden.
Dimension = IRANT
- VOLT: Arbetsarea
Dimension = IRANT
- VS: Vektor där vikten för varje sektion lagras.
Dimension = ISNANT
- VSA: Arbetsarea
Dimension = ISNANT
- VTOT: Vektor där totala vikten för varje lastrum lagras.
Dimension = IRANT
- VV: Vektor där vikterna för de olika luckorna lagras.
Dimension = LANT
- XK: Arbetsarea
Dimension = Maximala antalet luckor inom ett lastrum + 1
- * XS: Vektor där snittpunkternas x-koordinater lagras.
Dimension = ISNANT + 1
- XST: Area där koordinater för ytberäkningen lagras.
Dimension = XST (ISNANT, 16)
- XT: Se XST
Dimension = XT(ISNANT, 17)
- XTP: Vektor där sektionernas tyngdpunkter lagras.
Dimension = ISNANT
- * XV: Vektor där lastrummens vänstra gränser lagras.
Måste sammanfalla med en snittpunkt.
Dimension = IRANT
- X11: Arbetsarea
Dimension = maximala antalet luckor i ett rum
- X21: Se X11
- X12: Se X11
- X22: Se X11
- X13: Se X11
- X23: Se X11

4 RESULTAT

4.1 Testkörning

Jag har vid testning av programmet använt mv "H Gott" som exempel, se fig 2.1. Sidorna 30 och 31 är en del av utskriften för en körning av huvudprogrammet vars källkod finns i appendix. Programmet arbetar enligt exempel 1 i kap 3. Utdata är vikt och tyngdpunkt för alla sektioner. Alla längdmått är angivna i fot (1 fot = 0.305 m) och vikterna är angivna i Long Tons (1 Long Ton = 1016 kg). Fig 4.1 - 4.5 visar lastprofilen och lastsekvens för alla lastrummen efter fullbordad lastning.

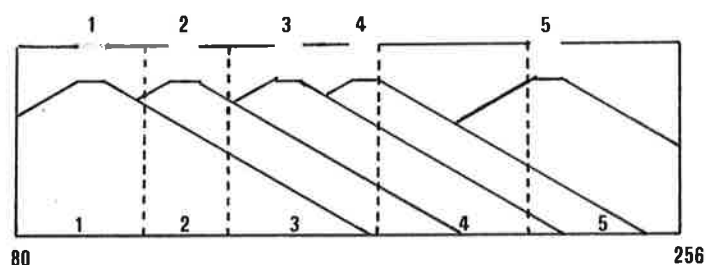


Fig 4.1 Lastrum 1. Lastsekvens 1, 2, 3, 4, 5.

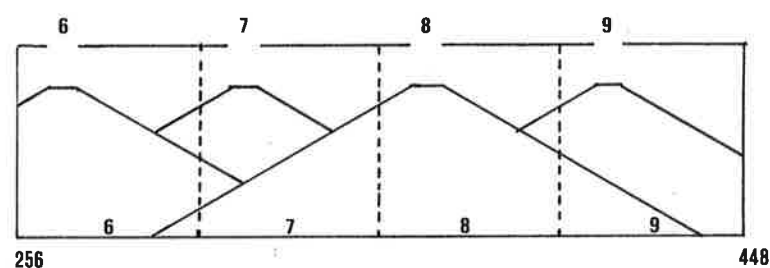


Fig 4.2 Lastrum 2. Lastsekvens 8, 6, 9, 7.

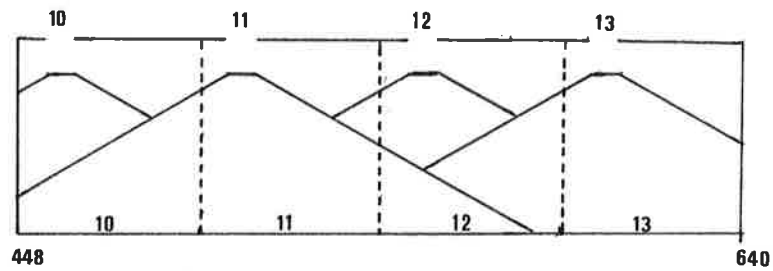


Fig 4.3 Lastrum 3. Lastsekvens 11, 13, 10, 12.

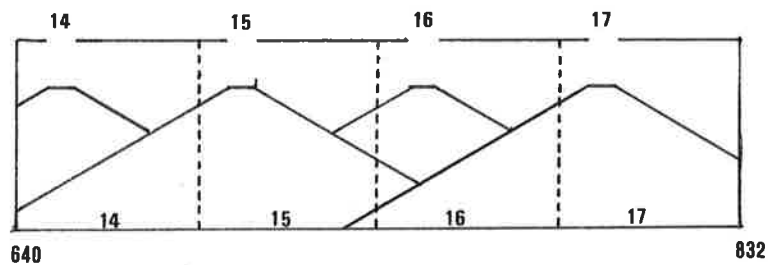


Fig 4.4 Lastrum 4. Lastsekvens 17, 15, 16, 14.

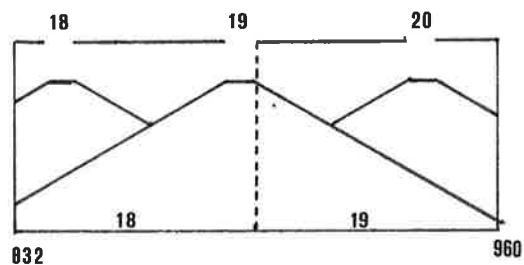


Fig 4.5 Lastrum 5. Lastsekvens 19, 20, 18.

Som framgår av utskriften blir tyngdpunkten starkt förskjuten från mittpunkten i sektioner med osymmetrisk lastfördelning. T ex sektion nr 9, 13 och 17 där förskjutningen uppgår till ca 3 fot.

LASTRUM	VIKT
1	12122.
2	13394.
3	13394.
4	13394.
5	9092.

LASTADE LUCKOR AKTUELL LUCKA VIKT I AKTUELL LUCKA

5 ST.	NR. 5	2634.
SEKTION	VIKT	TYNGDPUNKT
80.- 114.	2566.	97.445
114.- 136.	1708.	124.929
136.- 176.	3050.	156.068
176.- 216.	2541.	195.658
216.- 256.	2258.	232.908
256.- 304.	0.	280.000
304.- 352.	0.	328.000
352.- 400.	0.	376.000
400.- 448.	0.	424.000
448.- 496.	0.	472.000
496.- 544.	0.	520.000
544.- 592.	0.	568.000
592.- 640.	0.	616.000
640.- 688.	0.	664.000
688.- 736.	0.	712.000
736.- 784.	0.	760.000
784.- 832.	0.	808.000
832.- 896.	0.	864.000
896.- 960.	0.	928.000

LASTADE LUCKOR AKTUELL LUCKA VIKT I AKTUELL LUCKA

10 ST.	NR. 13	1434.
SEKTION	VIKT	TYNGDPUNKT
80.- 114.	2566.	97.445
114.- 136.	1708.	124.929
136.- 176.	3050.	156.068
176.- 216.	2541.	195.658
216.- 256.	2258.	232.908
256.- 304.	0.	280.000
304.- 352.	0.	328.000
352.- 400.	0.	376.000
400.- 448.	0.	424.000
448.- 496.	1890.	479.642
496.- 544.	3424.	517.249
544.- 592.	1956.	572.972
592.- 640.	3239.	613.115
640.- 688.	0.	664.000
688.- 736.	0.	712.000
736.- 784.	0.	760.000
784.- 832.	0.	808.000
832.- 896.	4635.	864.882
896.- 960.	4448.	927.451

LASTADE LUCKOR AKTUELL LUCKA VIKT I AKTUELL LUCKA

15 ST,	NR. 9	5305.
SEKTION	VIKT	TYNGDPUNKT
80.- 114.	2566.	97.445
114.- 136.	1708.	124.929
136.- 176.	3050.	156.068
176.- 216.	2541.	195.658
216.- 256.	2258.	232.908
256.- 304.	3219.	277.100
304.- 352.	2049.	333.558
352.- 400.	3599.	374.332
400.- 448.	3081.	420.995
448.- 496.	3324.	471.356
496.- 544.	3562.	518.156
544.- 592.	3250.	567.084
592.- 640.	3239.	613.115
640.- 688.	0.	664.000
688.- 736.	0.	712.000
736.- 784.	0.	760.000
784.- 832.	0.	808.000
832.- 896.	4635.	864.882
896.- 960.	4448.	927.451

LASTADE LUCKOR AKTUELL LUCKA VIKT I AKTUELL LUCKA

20 ST,	NR. 14	1906.
SEKTION	VIKT	TYNGDPUNKT
80.- 114.	2566.	97.445
114.- 136.	1708.	124.929
136.- 176.	3050.	156.068
176.- 216.	2541.	195.658
216.- 256.	2258.	232.908
256.- 304.	3393.	278.293
304.- 352.	3307.	327.409
352.- 400.	3599.	374.332
400.- 448.	3081.	420.995
448.- 496.	3324.	471.356
496.- 544.	3562.	518.156
544.- 592.	3250.	567.084
592.- 640.	3239.	613.115
640.- 688.	3249.	663.297
688.- 736.	3487.	710.229
736.- 784.	3293.	759.271
784.- 832.	3359.	805.202
832.- 896.	4635.	864.882
896.- 960.	4448.	927.451

4.2 Inverkan av fel i indata

Genom att ändra rasvinkel och specifik volym i programmet erhålls följande resultat:

Rasvinkeln för järnmalm ligger vanligtvis kring 30 och felet i resultatet blev maximalt 1.4%/grad för vikten, och ca 0.2 fot/grad för tyngpunkten. Noggrannheten i värdet på rasvinkeln bör alltså hållas inom en grad. De flesta sektionerna hade fel i storleksordningen 0.5%/grad. De stora felen uppträder i sektioner med starkt osymmetrisk lastprofil.

Specifika volymen för järnmalm uppges vara 16.5 Ft³/LT. Ett fel på 0.5 Ft²/LT (3%) gav försumbara effekter på resultatet. Den märkbara effekten av fel specifik volym är att hela höjdnivån i lastrummet blir fel, och att maximal lastkapacitet ändras med samma relativa fel.

REFERENSER

1. Bengtsson, Ekman: Numerisk analys AK.
Studentlitteratur, Lund 1974.
2. Persson: Föreläsningar i endimensionell analys.
Studentlitteratur, Lund 1972.
3. R.A. Stearn Inc: Ritningar till m/v "H Gott"
4. Digital Equipment Co: Fortran IV, Language Reference
Manual

4

```

6      C      *****
      C      *
8      C      *   Huvudprogram som delar upp en last paa de olika luckorna *
      C      *   vid siven lastsekvens.Vikt och tyngdpunkt foer sektionerna *
10     C      *   beræknas efter varje lastad lucka. *
      C      *
12     C      *****
      C
14     C
      C
16     COMMON C,TH,THI,C5,C6,C71,C72,TH2,THI2,C81,C82
      1 ,HB,F,A2,F2,A,B,ON,ISNANT,
18     1 IRANT,LANT,LS(20),ISV(5),ISH(5),XS(21),IVV(5),
      1 IHH(5),T(20),D(20),D1(5),H(20),H1(5),XV(5),
20     1 XT(20,17),XST(20,16),X11(5),X21(5),X12(5),X22(5),
      1 X13(5),X23(5),IP(6),XK(6),HLA(5),HA(5),VS(20),
22     1 VTOT(5),VV(20),XTP(20),PP,P11,IANTL(5),
      1 VMT(5),VMTH(5),HMAX,VOLT(5),VSA(20),THETA
24     1 ,SPV,IHERR,IHUT
      LOGICAL T
26     C
      C
28     C      Datasatser
      C
30     C
      DATA XS/80.,114.,136.,176.,216.,256.,
32     1 304.,352.,400.,448.,496.,544.,592.,640.,
      1 688.,736.,784.,832.,896.,960.,1000./
34     DATA ISV/1,6,10,14,18/
      DATA ISH/6,10,14,18,20/
36     DATA D/100.,124.,148.,172.,220.,268.,316.,364.,412.,
      1 460.,508.,556.,604.,652.,700.,748.,796.,844.,892.,940./
38     DATA IVV/1,6,10,14,18/
      DATA IHH/5,9,13,17,20/
40     DATA HLA/176.,192.,192.,192.,128./
      DATA XV/80.,256.,448.,640.,832./
42     DATA IRANT,ISNANT,LANT/5,19,20/
      DATA A,B,C/1.75,28.25,19.78/
44     DATA HB,ON/5.5,100./
      DATA PP,P11/8.0,.4/
46     DATA LS/1,2,3,4,5,19,20,18,11,13,10,12,8,6,9,7,17,15,16,14/
      DATA THETA,HMAX/30.,50./
48     DATA VTOT/12121.,13393.,13393.,13393.,9091./
      DATA SPV/16.5/
50     C
      C
52     C      Beræknas konstanter
      C
54     C
      CALL KONSTB
56     C
      C
58     C      Initiera
      C
60     C
      DO 30 I=1,LANT
62         T(I)=.FALSE.
      30 CONTINUE
64     DO 40 I=1,IRANT
          VTOT(I)=VTOT(I)*SPV
66
68
70

```

```

4
6      IANTL(I)=0
8      40  CONTINUE
9          CALL INITIA
10     C
11     C
12     C      Dela upp lasten paa luckorna
13     C
14     C      CALL LASTF
15     C      DO 50 I=1,ISNANT
16     C          XTP(I)=(XS(I+1)+XS(I))*0.5
17     C      50  CONTINUE
18     C      WRITE (7,100)
19     C      WRITE (7,200) (K,VTOT(K)/SPV+0.5,K=1,IRANT)
20     C
21     C
22     C      Lasta luckorna och beräkna vikt och tyngdpunkter
23     C
24     C
25     C      IHUT=0
26     C      51  DO 60 I=1,LANT
27     C          53  IHERR=0
28     C              CALL LUCKA(LS(I))
29     C              IF(IHERR.EQ.0) GO TO 55
30     C              VV(LS(I))=VV(LS(I))*0.9
31     C              GO TO 53
32     C          55  WRITE (7,700)
33     C              WRITE (7,300)
34     C              WRITE (7,700)
35     C              WRITE (7,400) I,LS(I),VV(I)/SPV+0.5
36     C              WRITE (7,700)
37     C              WRITE (7,500)
38     C              WRITE (7,700)
39     C              WRITE (7,600) (XS(J),XS(J+1),VS(J)/SPV+0.5,XTP(J),J=1,ISNANT)
40     C      60  CONTINUE
41     C
42     C
43     C      100  FORMAT ('      LASTRUM          VIKT')
44     C      200  FORMAT ('          'I3'          'F10.0)
45     C      300  FORMAT(' LASTADE LUCKOR  AKTUELL LUCKA  VIKT I AKTUELL LUCKA')
46     C      400  FORMAT('          'I3' ST.          NR.'I3'          'F10.0)
47     C      500  FORMAT('      SEKTION          VIKT          TYNGDPUNKT')
48     C      600  FORMAT(' 'F6.0'-'F6.0' 'F10.0' 'F10.3)
49     C      700  FORMAT(' ')
50     C      STOP
51     C      END
52
53
54
55
56
57
58
59
60
61
62
63
64
65
66
67
68
69
70

```

```

6      SUBROUTINE INITIA
      C      *****
8      C      *
      C      * Rutinen berekner maximale lastvolymen foer varje last- *
10     C      * rum, samt lastvolymen foer halva maximale hoejden. *
      C      * Anropas vid oppstart samt naer rasvinkel och/eller *
12     C      * toppens tillflattnings aendras. *
      C      *
14     C      *****
      C      *
16     C      * Anropar foeljande rutiner: *
      C      * SNITT *
18     C      *
      C      * Anvaender foeljande COMMON-variabler: *
20     C      * D *
      C      * D1 *
22     C      * HMAX *
      C      * H1 *
24     C      * IHH *
      C      * IRANT *
26     C      * ISH *
      C      * ISV *
28     C      * IVV *
      C      * VMT *
30     C      * VMTH *
      C      * VS *
32     C      * VSA *
      C      *
34     C      *****

```

```

36     C
38     C

```

```

38     COMMON C,TH,THI,C5,C6,C71,C72,TH2,THI2,C81,C82
39     1 ,HB,F,A2,F2,A,B,ON,ISNANT,
40     1 IRANT,LANT,LS(20),ISV(5),ISH(5),XS(21),IVV(5),
41     1 IHH(5),T(20),D(20),D1(5),H(20),H1(5),XV(5),
42     1 XT(20,17),XST(20,16),X11(5),X21(5),X12(5),X22(5),
43     1 X13(5),X23(5),IP(6),XK(6),HLA(5),HA(5),VS(20),
44     1 VTOT(5),VV(20),XTP(20),PP,PII,IANTL(5),
45     1 VMT(5),VMTH(5),HMAX,VOLT(5),VSA(20),THETA,
46     1 SPV,IHERR,IHUT

```

```

47     LOGICAL T
48     DO 50 I=1,IRANT
49         VMT(I)=0.
50         VMTH(I)=0.

```

```

52     C
53     C      Berekna volymen vid maximal hoejd
54     C
55     C

```

```

56         DO 10 K=IVV(I),IHH(I)
57             KK=K-IVV(I)+1
58             H1(KK)=HMAX
59             D1(KK)=D(K)

```

```

60     10     CONTINUE
61         CALL SNITT(IHH(I)-IVV(I)+1,IA,I,1)
62         DO 20 J=ISV(I),ISH(I)-1
63             VMT(I)=VMT(I)+VS(J)
64     20     CONTINUE

```

```

65     C

```

```

66
68
70

```


4
6
8
10
12
14
16
18
20
22
24
26
28
30
32
34
36
38
40
42
44
46
48
50
52
54
56
58
60
62
64
66
68
70

C
C
C
C

Bereakna volumen vid halva maximala hoejden

```
DO 30 K=IVV(I),IHH(I)
    KK=K-IVV(I)+1
    H1(KK)=HMAX*.5
    D1(KK)=D(K)
30 CONTINUE
CALL SNITT(IHH(I)-IVV(I)+1,IA,I,1)
DO 40 J=ISV(I),ISH(I)-1
    VMTH(I)=VMTH(I)+VS(J)
    VS(J)=0.
    VSA(J)=0.
40 CONTINUE
50 CONTINUE
RETURN
END
```

```

6      SUBROUTINE KONSTB
      C      *****
      C      *
      C      * Rutinen beræknar de konstanter som behoevs i programmet *
10     C      * Anropas vid ændrad rasvinkel och/eller tillplattning *
      C      * av konen. *
12     C      *
      C      *****
14     C      *
      C      * Anropar insa subrutiner *
16     C      *
      C      * Anvaender foeljande COMMON-variabler: *
18     C      *      A *
      C      *      A2 *
20     C      *      B *
      C      *      C5 *
22     C      *      C6 *
      C      *      C71 *
24     C      *      C72 *
      C      *      C81 *
26     C      *      C82 *
      C      *      F *
28     C      *      F2 *
      C      *      HB *
30     C      *      HMAX *
      C      *      ISNANT *
32     C      *      TH *
      C      *      THETA *
34     C      *      THI *
      C      *      THI2 *
36     C      *      TH2 *
      C      *      XS *
38     C      *      XST *
      C      *      XT *
40     C      *
      C      *****
42     C
44     C
      COMMON C,TH,THI,C5,C6,C71,C72,TH2,THI2,C81,C82
46     1 ,HB,F,A2,F2,A,B,ON,ISNANT,
      1 IRANT,LANT,LS(20),ISV(5),ISH(5),XS(21),IVV(5),
48     1 IHH(5),T(20),D(20),D1(5),H(20),H1(5),XV(5),
      1 XT(20,17),XST(20,16),X11(5),X21(5),X12(5),X22(5),
50     1 X13(5),X23(5),IP(6),XK(6),HLA(5),HA(5),VS(20),
      1 VTOT(5),VV(20),XTP(20),PP,PII,IANTL(5),
52     1 VMT(5),VMTH(5),HMAX,VOLT(5),VSA(20),THETA,
      1 SPV,IHERR,IHUT
54     LOGICAL T
      C
56     C
      C      Beræknæ Tan(THETA)
58     C
      C
60     THETR=(THETA*3.1416)/180.
      TH=SIN(THETR)/COS(THETR)
62     C
      F=A+B
64     F2=F**2
      A2=A**2
66
68
70

```

4

6 C5=A/B
C6=C/B
8 C71=C5*C6*C
C72=C6**2
10 TH2=TH**2
THI=1./TH
12 THI2=THI**2
C81=C71*A
14 C82=C5*C*2.

16 C
18 C
C Korrисera maxhoejden foer tillplattningen

20 C
22 C
HMAX=HMAX+HB*TH

24 C
26 C
C Beraekna x-koordinaterna foer 33 punkter inom sektionerna

28 C
30 C
32 C
DO 20 I=1,ISNANT
X=XS(I+1)-XS(I)
X16=X*0.0625
X32=X16*.5
DO 10 K=1,16
XT(I,K)=XS(I)+(K-1)*X16
XST(I,K)=XT(I,K)+X32

34 10 CONTINUE
XT(I,17)=XS(I+1)

36 20 CONTINUE
38 RETURN
END

40

42

44

46

48

50

52

54

56

58

60

62

64

66

68

70

4
6
8
10
12
14
16
18
20
22
24
26
28
30
32
34
36
38
40
42
44
46
48
50
52
54
56
58
60
62
64
66
68
70

SUBROUTINE LASTF

* Rutinen foerdelar ansiven lastvolym paa de olika luckorna *
* inom ett last rum. Anropas vid aendrad lastsekvens *
* och/eller lastvolym. *

* Anropar insa subrutiner *
* Anvaender foeljande COMMON-variabler: *
* D1 *
* HA *
* HLA *
* IHH *
* IRANT *
* IVV *
* LANT *
* LS *
* TH *
* THI *
* VTOT *
* VV *
* XV *
* X11 *
* X21 *

COMMON C,TH,THI,C5,C6,C71,C72,TH2,THI2,C81,C82,
1 HB,F,A2,F2,A,B,ON,ISNANT,
1 IRANT,LANT,LS(20),ISV(5),ISH(5),XS(21),IVV(5),
1 IHH(5),T(20),D(20),D1(5),H(20),H1(5),XV(5),
1 XT(20,17),XST(20,16),X11(5),X21(5),X12(5),X22(5),
1 X13(5),X23(5),IP(6),XK(6),HLA(5),HA(5),VS(20),
1 VTOT(5),VV(20),XTP(20),PP,PII,IANTL(5),
1 VMT(5),VMTH(5),HMAX,VOLT(5),USA(20),THETA,
1 SPV,IHERR,IHUT
LOGICAL T,TP(5)
DIMENSION LSI(5),AY(5)

Tag varje lastrum foer sis

DO 500 JK=1,IRANT

Interpolera fram konhoeJden i lastrummet

HA(JK)=(VTOT(JK)-2.*VMTH(JK)+VMT(JK))/(2.*(VMT(JK)-VMTH(JK)))
1 *HMAX

N=Antal luckor i lastrummet

4

6 N=IHH(JK)-IVV(JK)+1

IHTV=1

8 IHTH=N

C

10 C

C Bestaem luckornas læese och læstsekvensen inom lastrummet

12 C

C

14 DO 5 KK=IVV(JK),IHH(JK)

D1(KK-IVV(JK)+1)=D(KK)

16 5 CONTINUE

IK=0

18 DO 6 KK=1,LANT

IF ((LS(KK).LT.IVV(JK)).OR.(LS(KK).GT.IHH(JK))) GO TO 6

20 IK=IK+1

LSI(IK)=LS(KK)-IVV(JK)+1

22 6 CONTINUE

DO 7 KK=1,N

24 TP(KK)=.FALSE.

26 7 CONTINUE

Y=0.0

DB=HA(JK)*THI

28 C

C

30 C Beraekna læstprofilens yta foer varje lucka

C

32 C

C

DO 300 I=1,N

34 IH=LSI(I)

X11(IH)=D1(IH)-DB

36 X21(IH)=D1(IH)+DB

IF(I.GT.1) GO TO 20

38 IC=0

XK1=XV(JK)

40 XK2=XV(JK)+HLA(JK)

GO TO 110

42 C

C

44 C Leta upp de redan læstade luckorna och beraekna skaernings-

C

46 C

20 K=1

48 30 IF ((IH+K).GT.IHTH) GO TO 50

IF (TP(IH+K)) GO TO 40

50 K=K+1

GO TO 30

52 40 L=1

45 IF((IH-L).LT.IHTV) GO TO 70

54 IF (TP(IH-L)) GO TO 90

L=L+1

56 GO TO 45

50 L=1

58 60 IF (TP(IH-L)) GO TO 100

L=L+1

60 GO TO 60

70 XK1=XV(JK)

62 IC=2

80 XK2=(D1(IH+K)+D1(IH))*0.5

64 GO TO 110

90 XK1=(D1(IH-L)+D1(IH))*0.5

66

68

70

4

```

6          IC=3
          GO TO 80
8          100      XK1=(D1(IH-L)+D1(IH))*0.5
          IC=1
10         XK2=XV(JK)+HLA(JK)

```

```

12        C
13        C
14        C      Bereakna utan foer luckans lastprofil
15        C
16        C

```

```

16        110      AY(IH)=HA(JK)*DB
          IF (X11(IH).LT.XK1) GO TO 130
18        120      IF (X21(IH).GT.XK2) GO TO 150
          GO TO 200
20        130      IF ((IC.EQ.1).OR.(IC.EQ.3)) GO TO 140
          AY(IH)=AY(IH)-(XK1-X11(IH))*2*TH*0.5
22        GO TO 120
          140      AY(IH)=AY(IH)-(XK1-X11(IH))*2*TH
24        GO TO 120
          150      IF ((IC.EQ.2).OR.(IC.EQ.3)) GO TO 160
26        AY(IH)=AY(IH)-(X21(IH)-XK2)*2*TH*0.5
          IF (IC.EQ.0) GO TO 200
28        GO TO 170
          160      AY(IH)=AY(IH)-(X21(IH)-XK2)*2*TH
30        170      IF (IC.EQ.1) GO TO 180
          IF (IC.EQ.2) GO TO 190
32        IF (X21(IH-L).LT.X11(IH-K)) GO TO 200
          AY(IH)=AY(IH)+((D1(IH+K)+D1(IH-L))*0.5
34        -X11(IH+K))*2*TH
          180      IF (X21(IH-L).GT.(XV(JK)+HLA(JK))) AY(IH)=AY(IH)+
36        1      (X21(IH-L)-(XV(JK)+HLA(JK)))*2*TH*0.5
          GO TO 200
38        190      IF (X11(IH+K).LT.XV(JK)) AY(IH)=AY(IH)+
40        1      (X11(IH+K)-XV(JK))*2*TH*0.5
          Y=Y+AY(IH)
          TP(IH)=.TRUE.
42        300      CONTINUE

```

```

44        C
45        C
46        C      Foerdela lasten
47        C
48        C

```

```

48        DO 400 IL=1,N
          VV(IVV(JK)+IL-1)=VTOT(JK)*AY(IL)/Y
50        400      CONTINUE
51        500      CONTINUE
52        RETURN
53        END

```

54
56
58
60
62
64
66
68
70

```

6      SUBROUTINE LUCKA(IAL)
      C      *****
      C      *
      C      * Rutinen fyller en lucka med given volym och beräknar
10     C      * konens höjd
      C      *
12     C      * Inparametrar:
      C      *     IAL = Nr. på aktuell lucka
14     C      *
      C      *****
16     C      *
      C      * Anropar följande rutiner:
18     C      *     VOLYM
      C      *     LININT
20     C      *     SNITT
      C      *
22     C      * Använder följande COMMON-variabler:
      C      *     D
24     C      *     D1
      C      *     H
26     C      *     H1
      C      *     HA
28     C      *     IANTL
      C      *     IHERR
30     C      *     IHH
      C      *     IHUT
32     C      *     ISH
      C      *     ISV
34     C      *     IVV
      C      *     PII
36     C      *     PP
      C      *     T
38     C      *     VOLT
      C      *     VS
40     C      *     VV
      C      *
42     C      *****
      C
44     C
      C

```

```

46     COMMON C,TH,THI,C5,C6,C71,C72,TH2,
1     TH12,C81,C82,HB,F,A2,F2,A,B,ON,ISNANT,
48     1 IRANT,LANT,LS(20),ISV(5),ISH(5),XS(21),IVV(5),
1     IHH(5),T(20),D(20),D1(5),H(20),H1(5),XV(5),
50     1 XT(20,17),XST(20,16),X11(5),X21(5),X12(5),X22(5),
1     X13(5),X23(5),IP(6),XK(6),HLA(5),HA(5),VS(20),
52     1 VTOT(5),VV(20),XTP(20),PP,PII, IANTL(5)
1     ,VMT(5),VMTH(5),HMAX,VOLT(5),VSA(20)
54     1 ,THETA,SPV,IHERR,IHUT
      DIMENSION HT(5),HZ(5),VT(5)
56     LOGICAL T

```

```

58     C
59     C
60     C      Vilket lastrum ?
61     C
62     C      IAR=1
63     10  IF((IAL.GE.IVV(IAR)).AND.(IAL.LE.IHH(IAR))) GO TO 20
64     IAR=IAR+1
65     GO TO 10
66
67
68
69
70

```

```

6      20  IVVI=IVV(IAR)
        IHHI=IHH(IAR)
8      C
        C
10     C   Aktuella vaerde foer D1,H1
        C
12     C
        T(IAL)=.TRUE.
14     KK=0
        DO 30 K=IVVI,IHHI
16         IF (.NOT.T(K)) GO TO 30
            KK=KK+1
18         IF(K.EQ.IAL) IA=KK
            H1(KK)=H(K)
20         D1(KK)=D(K)
30     CONTINUE
22     C
        C
24     C   BoerJa med en hoejd
        C
26     C
        H1(IA)=HA(IAR)
28     IER=1
        VH=VV(IAL)
30     C
        C
32     C   Beraekna aktuell volym foer en hoejd
        C
34     C
50     CALL VOLYM(IA,IAR,VT(IER))
36     HT(IER)=H1(IA)
        IF(IHUT.EQ.1) WRITE (7,500) HT(IER)
38     VK=(VH-VT(IER))/VH
        C
40     C
        C   Tillraecklis nosgrannhet?
42     C
        C
44     IF (ABS(VK).LT.0.0025) GO TO 70
46     C
        C   5 itererinsar utfoerda?
48     C
        C
50     IF (IER.EQ.5) GO TO 60
52     C
        C   Korrisera hoejden och foersoek igen
54     C
        C
56     RK=PP*(1.+PII*(IER-1))
        IER=IER+1
58     H1(IA)=H1(IA)+RK*VK
        GO TO 50
60     C
        C
62     C   Anpassa hoejden till aktuell volym
        C
64     C
60     CALL LININT(HT,VT,VH,HV)
66
68
70

```


4

6 C
C
8 C
C
10 C

Luckan fylld. Beräkna sektionernas volym och tyngdpunkt

12 H(IAL)=HV
GO TO 75
14 70 H(IAL)=H1(IA)
75 IF (H(IAL).GT.HMAX) GO TO 100
IANTL(IAR)=IANTL(IAR)+1
16 CALL SNITT(KK,IA,IAR,0)

18 C
C
20 C
C
C
22

Beräkna totala volymen i lästrummet

VOLT(IAR)=0.
DO 90 I=ISV(IAR),ISH(IAR)-1
24 VOLT(IAR)=VOLT(IAR)+VS(I)
90 CONTINUE
26 RETURN
100 IHERR=1
28 RETURN
500 FORMAT (' 'F10.2)
30 END

32

34

36

38

40

42

44

46

48

50

52

54

56

58

60

62

64

66

68

70

4
6
8
10
12
14
16
18
20
22
24
26
28
30
32
34
36
38
40
42
44
46
48
50
52
54
56
58
60
62
64
66
68
70

```
SUBROUTINE VOLYM(IA,IAR,VOL)
*****
*
* Rutinen berekner volumen av den aktuelle konen
*
* Inparametrar:
*   IA = Nr. paa aktuell lucka inom lastrummet
*   IAR = Nr. paa aktuellt lastrum
*
* Utparametrar:
*   VOL = Volumen av den aktuelle konen
*
*****
*
* Anropar foeljande rutiner:
*   SNITT
*
* Anvaender foeljande COMMON-variabler:
*   IANTL
*   ISH
*   ISV
*   VOLT
*   VSA
*
*****
COMMON C,TH,THI,C5,C6,C71,C72,TH2,THI2,C81,C82
1 ,HB,F,A2,F2,A,B,ON,ISNANT,
1 IRANT,LANT,LS(20),ISV(5),ISH(5),XS(21),IVV(5),
1 IHH(5),T(20),D(20),D1(5),H(20),H1(5),XV(5),
1 XT(20,17),XST(20,16),X11(5),X21(5),X12(5),X22(5),
1 X13(5),X23(5),IP(6),XK(6),HLA(5),HA(5),VS(20),
1 VTOT(5),VV(20),XTP(20),PF,PII,IANTL(5),
1 VMT(5),VMTH(5),HMAX,VOLT(5),VSA(20)
1 ,THETA,SPV,IHERR,IHUT
LOGICAL T
IF (IANTL(IAR).EQ.0) VOLT(IAR)=0.
VOLTA=0.
C
C
C Berekna nye volumen
C
CALL SNITT(IANTL(IAR)+1,IA,IAR,2)
DO 10 J=ISV(IAR),ISH(IAR)-1
VOLTA=VOLTA+VSA(J)
10 CONTINUE
C
C Subtrahera samle volumen
C
VOL=VOLTA-VOLT(IAR)
RETURN
END
```

4

6

8 SUBROUTINE SNITT(N,IA,IAR,IZ)

```

*****
*
* Rutinen beräknar volym och tyngdpunkt foer samtliga
* sektioner inom ett lastrum
*
* Inparametrar:
*   N   = Antal fyllda luckor i det aktuella lastrummet
*   IA  = Nr. pa aktuellt lucka 1,..,N
*   IAR = Nr. pa aktuellt lastrum
*   IZ  = 0;Baade volym och tyngdpunkt beräknas
*         1;Alla luckor fyllda, endast volym beräknas
*         2;Endast volym beräknas
*
*****
*
* Anropar foeljande rutiner:
*   YTA
*   ROMB1
*   TP2
*   LININT
*
* Anvaender foeljande COMMON-variabler:
*   A2
*   C
*   D1
*   F2
*   H1
*   ISH
*   ISV
*   THI
*   THI2
*   VS
*   VSA
*   XK
*   XS
*   XST
*   XT
*   XV
*   X11
*   X21
*   X12
*   X22
*   X13
*   X23
*
*****

```

```

COMMON C,TH,THI,C5,C6,C71,C72,TH2,THI2,C81,C82,
1 HB,F,A2,F2,A,B,ON,ISNANT,
1 IRANT,LANT,LS(20),ISV(5),ISH(5),XS(21),IUV(5),
1 IHH(5),T(20),D(20),D1(5),H(20),H1(5),XV(5),
1 XT(20,17),XST(20,16),X11(5),X21(5),X12(5),X22(5),
1 X13(5),X23(5),IP(6),XK(6),HLA(5),HA(5),VS(20),
1 VTOT(5),VU(20),XTP(20),PP,PII,IANTL(5)
1 ,VMT(5),VMTH(5),HMAX,VOLT(5),VSA(20)
1 ,THETA,SPV,IHERR,IHUT

```

```

6      DIMENSION TR(17),XTL(16),XSY(17),XSY2(16),
1     XSM(17),XSM2(16),XP(5),XM(5)
8      LOGICAL T

```

```

C
C
C
C

```

```

10     Beraekna approximativa skaerningspunkter

```

```

14     XK(1)=XV(IAR)
15     XK(N+1)=HLA(IAR)+XK(1)
16     IF(N.EQ.1) GO TO 20
17     DO 10 I=2,N
18         XK(I)=((H1(I-1)-H1(I))*THI+D1(I-1)+D1(I))*0.5

```

```

10     CONTINUE

```

```

C
C
C
C

```

```

22     Beraekna graenser foer de olika omraadena

```

```

20     DO 30 K=1,N

```

```

26         C21=(H1(K)-C)**2*THI2-F2
27         IF(C21.LT.0.0) C21=0.0
28         IF(H1(K).LE.(F*TH+C)) C21=0.0
29         C21=SQRT(C21)
30         C22=H1(K)**2*THI2-A2
31         IF(C22.LT.0.0) C22=0.0
32         C22=SQRT(C22)
33         C23=H1(K)*THI
34         X11(K)=D1(K)-C21
35         X21(K)=D1(K)+C21
36         X12(K)=D1(K)-C22
37         X22(K)=D1(K)+C22
38         X13(K)=D1(K)-C23
39         X23(K)=D1(K)+C23

```

```

30     CONTINUE

```

```

IF(N.EQ.1) GO TO 95

```

```

C
C
C
C

```

```

44     Anpassa skaerningspunkterna

```

```

DO 90 K=2,N

```

```

48     IT=0
49     DD1=D1(K-1)
50     DD2=D1(K)
51     HH1=H1(K-1)
52     HH2=H1(K)
53     DIFF=HH1-HH2
54     IF(X23(K-1).LT.X13(K)) GO TO 90
55     IF(ABS(DIFF).LT..2) GO TO 90
56     XK(K)=XK(K)+DIFF*0.2
57     IF (XK(K).LE.X21(K-1)) GO TO 40
58     IF (XK(K).LE.X22(K-1)) GO TO 45
59     IFALL=1
60     GO TO 50
61     IFALL=3
62     GO TO 50
63     IFALL=2
64     YTA1=YTA(DD1,HH1,XK(K),IFALL)
65     IF(XK(K).GE.X11(K)) GO TO 55

```

```

35

```

```

40

```

```

45

```

```

50

```

```

6          IF(XK(K).GE.X12(K)) GO TO 60
          IFALL=1
8          GO TO 65
          55    IFALL=3
10         GO TO 65
          60    IFALL=2
12         65    PAR=0.02
          IF(IT.EQ.0) RDIFF=1.E5
14         YTA2=YTA(DD2,HH2,XK(K),IFALL)
          DIFF=YTA1-YTA2
16         IF(ABS(DIFF).GT.ABS(RDIFF)) PAR=PAR/2.
          IF(ABS(DIFF/YTA1).LT.0.005) GO TO 90
18         XK(K)=XK(K)+DIFF*PAR
          RDIFF=DIFF
20         IT=IT+1
          GO TO 35
22         90    CONTINUE
          C
24         C
          C      Beraekna volym och ev. tyngdpunkt foer sektionen
26         C
          C
28         ) 95    DO 190 JK=ISV(IAR),ISH(IAR)-1
          IF((N.EQ.1).OR.(IZ.EQ.1)) GO TO 100
30         C
          C
32         C      Sektionen paaverkad?
          C
34         C
          IF((XS(JK+1).LT.XK(IA)).OR.(XS(JK).GT.XK(IA+1)))
36         1    GO TO 190
          C
38         C
          C      Deverfoer aktuella koordinater
40         C
          C
42         100   DO 110 L=1,17
          XSY(L)=0.0
44         TR(L)=XT(JK,L)
          110   CONTINUE
46         C
          C
48         C      Raekna ut 17 funtionsvaerden och intesrera fram volymen
          C
50         C
          IN=2
52         CALL TP2(N,17,TR,XSY)
          X=XS(JK+1)-XS(JK)
54         CALL ROMB1(X,XSY,XSY2,2,VSH,RST)
          IF (IZ.EQ.2) GO TO 115
56         VSA(JK)=VSH
          GO TO 116
58         115   VSA(JK)=VSH
          C
60         C
          C      Tillraecklis noggrannhet?
62         C
          C
64         116   IF (RST.LE.ON) GO TO 140
          C
66
68
70

```

4

```

6      C
      C      Halvera intervallet och oeverfoer nya koordinater
8      C
      C
10     DO 120 L=1,16
      XSY2(L)=0.0
12     XTL(L)=XST(JK,L)
      120    CONTINUE
14     C
      C
16     C      Raekna ut 16 funktionsvaerden och intesrera fram volymen
      C      med 33 funktionsvaerden
18     C
      IN=3
20     CALL TP2(N,16,XTL,XSY2)
      CALL ROMB1(X,XSY,XSY2,3,VSH,RST)
22     IF (IZ.EQ.2) GO TO 130
      VS(JK)=VSH
24     GO TO 140
      130    VSA(JK)=VSH
26     140    IF (IZ.EQ.1) GO TO 190
      IF (IZ.EQ.2) GO TO 190
28     IF (VS(JK).LT.0.1) GO TO 180
      C
30     C
      C      Beraekna tyngdpunkten genom att anpassa till momentet=0
32     C
      C
34     J=1
      XP(J)=XT(JK,9)
36     143    IF (IN.EQ.3) GO TO 155
      145    DO 150 L=1,17
      XSM(L)=XSY(L)*(XT(JK,L)-XP(J))
38     150    CONTINUE
40     CALL ROMB1(X,XSM,XSM2,IN,XM(J),RST)
      IF (ABS(XM(J)).LT.1.E3) GO TO 160
42     IF (J.EQ.5) GO TO 165
      J=J+1
44     XP(J)=XP(J-1)+1.E-4*XM(J-1)
      GO TO 143
46     155    DO 156 L=1,16
      XSM2(L)=XSY2(L)*(XST(JK,L)-XP(J))
48     156    CONTINUE
      GO TO 145
50     160    XTP(JK)=XP(J)
      GO TO 190
52     165    CALL LININT(XP,XM,0.0,VSH)
      XTP(JK)=VSH
54     GO TO 190
      180    XTP(JK)=(XS(JK)+XS(JK+1))*0.5
56     190    CONTINUE
      RETURN
58     END

```

60

62

64

66

68

70

```

6      SUBROUTINE ROMB1(AB,TR,TR2,IA,FI,RT)
      C      *****
8      C      *
      C      *   Rutinen berekner en integral enlist Rombergs metod
10     C      *
      C      *   Inparametrar:
12     C      *       AB       = Omraadets laensd
      C      *       TR(17)    = 17 punkters funktionsvaerde
14     C      *       TR2(16)  = 16 punkters funktionsvaerde
      C      *       IA       = 0; 5 punkter anvænds
16     C      *
      C      *       = 1; 9 punkter anvænds
      C      *       = 2; 17 punkter anvænds
18     C      *       = 3; 33 punkter anvænds
      C      *       = 4; 33 punkter anvænds, men hopp direkt till
20     C      *           læse 115
      C      *
22     C      *   Utparametrar:
      C      *       FI=Integralens vaerde
24     C      *       RT=Nosrrannheten i integralens vaerde
      C      *
26     C      *****
      C      *
28     C      *   Anropar insa subrutiner
      C      *
30     C      *   Anvænder insa COMMON-variabler
      C      *
32     C      *****
      C
34     C
36     DIMENSION TR(17),R(5),R1(4),R2(3),R3(2),TR2(16)
      IF (IA.EQ.4) GO TO 115
38     C
      C
40     C   Intesrera oever 5 punkter
      C
42     C
      SUM1=TR(1)+TR(17)
44     R(1)=AB*.5*SUM1
      R(2)=AB*.25*(SUM1+2.0*TR(9))
46     R(3)=AB*.125*(SUM1+2.0*(TR(5)+TR(9)+TR(13)))
      R1(1)=(R(2)-R(1))* .33333+R(2)
48     R1(2)=(R(3)-R(2))* .33333+R(3)
      R2(1)=(R1(2)-R1(1))* .06667+R1(2)
50     RT=ABS(R1(2)-R1(1))
      FI=R2(1)
52     IF (IA.EQ.0) RETURN
      C
54     C
      C   Intesrera oever 9 punkter
56     C
      C
58     SUM=SUM1
      DO 50 K=3,15,2
60         SUM=SUM+2.0*TR(K)
50     CONTINUE
62     R(4)=AB*.0625*SUM
      R1(3)=(R(4)-R(3))* .33333+R(4)
64     R2(2)=(R1(3)-R1(2))* .06667+R1(3)
      R3(1)=(R2(2)-R2(1))* .01587+R2(2)
66
68
70

```

4
6
8
10
12
14
16
18
20
22
24
26
28
30
32
34
36
38
40
42
44
46
48
50
52
54
56
58
60
62
64
66
68
70

```
RT=ABS(R2(2)-R2(1))  
FI=R3(1)  
IF(IA,EQ.1) RETURN
```

C
C
C
C

Intesrera oever 17 punkter

```
SUM=SUM1  
DO 110 K=2,16  
SUM=SUM+2.0*TR(K)
```

```
110 CONTINUE
```

```
R(5)=AB*.03125*SUM  
R1(4)=(R(5)-R(4))*0.33333+R(5)  
R2(3)=(R1(4)-R1(3))*0.06667+R1(4)  
R3(2)=(R2(3)-R2(2))*0.01587+R2(3)  
R4=(R3(2)-R3(1))*0.00392+R3(2)  
RT=ABS(R3(2)-R3(1))
```

```
FI=R4  
IF(IA,EQ.2) RETURN
```

C
C
C
C

Intesrera oever 33 punkter

```
115 DO 120 K=1,16  
SUM=SUM+TR2(K)*2.0
```

```
120 CONTINUE
```

```
R6=AB*.01563*SUM  
R15=(R6-R(5))*0.33333+R6  
R24=(R15-R1(4))*0.06667+R15  
R33=(R24-R2(3))*0.01587+R24  
R41=(R33-R3(2))*0.00392+R33  
FI=R41  
RT=ABS(R41-R4)  
RETURN  
END
```


4
6
8
10
12
14
16
18
20
22
24
26
28
30
32
34
36
38
40
42
44
46
48
50
52
54
56
58
60
62
64
66
68
70

```
FUNCTION YTA(DH,HH,X,IFALL)
*****
*
* Rutinen berekner snittytan av en kon i en punkt
*
* Inparametrer:
*   DH   = Toppens x-koordinat
*   HH   = Konens topphoejd
*   X    = Punktens x-koordinat
*   IFALL = Anger vilket fall som ska tillaempas
*****
*
* Anropar insa subrutiner
*
* Anvaender foeljande COMMON-variabler
*   A
*   B
*   C
*   C6
*   C71
*   C72
*   C81
*   C82
*   HB
*   TH
*   TH12
*   TH2
*****
COMMON C,TH,TH1,C5,C6,C71,C72,TH2,TH12,C81,C82,HB
1 ,F,A2,F2,A,B,ON,ISNANT,
1 IRANT,LANT,LS(20),ISV(5),ISH(5),XS(21),IVV(5),
1 IHH(5),T(20),D(20),D1(5),H(20),H1(5),XV(5),
1 XT(20,17),XST(20,16),X11(5),X21(5),X12(5),X22(5),
1 X13(5),X23(5),IP(5),XK(6),HLA(5),HA(5),VS(20),
1 VTOT(5),VV(20),XTP(20),PP,PII,IANTL(5)
1 ,VMT(5),VMTH(5),HMAX,VOLT,VSA(20),THETA,
1 SPV,IHERR,IHUT
48 C1=ABS(X-DH)
49 C13=C1**2
50 CH=HH**2
51 IF (IFALL,EQ.3) GO TO 20
52 IF (IFALL,EQ.2) GO TO 10
53
54
55
56
57
58 Z01=CH*TH12-C13
59 IF (Z01,LT,0.0) Z01=0.0
60 Z0=SQRT(Z01)
61 RKONST=0.0
62 GO TO 25
63
64
65
66
67
68
69
70
```

4

```

6      C
      C
8      10  C7=(C71+HH*C6)/(C72-TH2)
          C8=C81+C82*HH+CH
10     IF (ABS(C72-TH2).GT.1.0E-3) GO TO 14
          Z0=(C8-C13*TH2)/(2*(C71+C6*HH))
12     GO TO 16
      14  IF (C6.LT.TH) GO TO 15
          Z0=C7-SQRT(C7**2-(C8-C13*TH2)/(C72-TH2))
          GO TO 16
16     15  Z0=C7+SQRT(C7**2-(C8-C13*TH2)/(C72-TH2))
      16  RKONST=(Z0-A)*(Z0-A)*C6
18     GO TO 25

```

```

      C
20     C
      C      Fall 3
22     C
      C

```

```

24     20  Z0=A+B
          RKONST=B*C

```

```

26     C
      C
28     C      Bereakna utan
      C
30     C

```

```

      25  Z02=Z0**2
32     IF (ABS(C1).LT.1.0E-3) GO TO 30
          C2=SQRT(Z02/C13+1.0)+Z0/C1
34     C3=SQRT(Z02+C13)+Z0
          YTA=(HH*Z0-TH*((C3**2)*.125+C13*(ALOG(C2)*.5
36     1 -1.0/(C2**2*8.0))))*2.0-RKONST
          IF (C1.LE.HB) GO TO 28
38     RETURN

```

```

      C
40     C
      C      Raekna bort tillflattningnen
42     C
      C

```

```

44     28  HTOP=HB*TH
          Z01=HTOP**2*THI2-C13
46     IF (Z01.LT.0.0) Z01=0.0
          Z0=SQRT(Z01)
48     C2=SQRT(Z01/C13+1.0)+Z0/C1
          C3=SQRT(Z01+C13)+Z0
50     YTA=YTA-(HTOP*Z0-TH*((C3**2)*.125+C13*(ALOG(C2)*.5
52     1 -1.0/(C2**2*8.0))))*2.0
          RETURN

```

```

      C
54     C
      C      Ytan vid smaa C1
56     C
      C

```

```

58     30  YTA=2.0*HH*Z0-Z0**2*TH-RKONST-HB**2*TH
          RETURN
60     END

```

62
64
66
68
70

```

6      SUBROUTINE TP2(N,IN,XXT,XXSY)
      C      *****
8      C      *
      C      * Rutinen beräknar snittytan i ett antal punkter
10     C      *
      C      * Inparametrar:
12     C      *      N      = Antal fyllda luckor i det aktuella last-
      C      *      rummet
14     C      *      IN     = Antal punkter
      C      *      XXT(IN) = Punkternas x-koordinater
16     C      *
      C      * Utparametrar:
18     C      *      XXSY(IN) = Snittytorna i punkterna
      C      *
20     C      *****
      C      *
22     C      * Anropar foeljande rutiner:
      C      *      YTA
24     C      *
      C      * Anvaender foeljande COMMON-variabler:
26     C      *      D1
      C      *      H1
28     C      *      XK
      C      *      X11
30     C      *      X21
      C      *      X12
32     C      *      X22
      C      *      X13
34     C      *      X23
      C      *
36     C      *****
      C
38     C
      COMMON C,TH,TH1,C5,C6,C71,C72,TH2,
40     1 TH12,C81,C82,HB,F,A2,F2,A,B,ON,ISNANT,
      1 IRANT,LANT,LS(20),ISV(5),ISH(5),XS(21),IVV(5),
42     1 IHH(5),T(20),D(20),D1(5),H(20),H1(5),XV(5),
      1 XT(20,17),XST(20,16),X11(5),X21(5),X12(5),X22(5),
44     1 X13(5),X23(5),IP(6),XK(6),HLA(5),HA(5),VS(20),
      1 VTOT(5),VV(20),XTP(20),PP,PII,IANTL(5),
46     1 VMT(5),VMTH(5),HMAX,VOLT(5),VSA(20),THETA,
      1 SPV,IHERR,IHUT
48     DIMENSION XXT(IN),XXSY(IN)
      K=1
50     I=1
      C
52     C
      C      Lokalisera foersta punkten
54     C
      C
56     5      IF(XXT(1).LT.D1(I)) GO TO 7
      IF(XXT(1).LT.XK(I+1)) GO TO 50
58     I=I+1
      GO TO 5
60     C
62     C
      C      Lokalisera varje punkt och beräkna ytan i punkten
      C      Aterhopp daa IN punkter beräknats
64     C
      7      DD1=D1(I)
66
68
70

```

```
6      HH1=H1(I)
      IF(XK(I).GE.X11(I)) GO TO 40
8      IF(XK(I).GE.X12(I)) GO TO 30
      IF(XK(I).GE.X13(I)) GO TO 20
10     10  IF (XXT(K).GE.X13(I)) GO TO 20
      K=K+1
12     IF(K.LE.IN) GO TO 10
      RETURN
14     20  IF (XXT(K).GE.X12(I)) GO TO 30
      XSY(K)=YTA(DD1,HH1,XXT(K),1)
16     K=K+1
      IF(K.LE.IN) GO TO 20
      RETURN
18     30  IF (XXT(K).GE.X11(I)) GO TO 40
20     XSY(K)=YTA(DD1,HH1,XXT(K),2)
      K=K+1
22     IF (K.LE.IN) GO TO 30
      RETURN
24     40  IF (XXT(K).GE.D1(I)) GO TO 50
      XSY(K)=YTA(DD1,HH1,XXT(K),3)
26     K=K+1
      IF (K.LE.IN) GO TO 40
      RETURN
28     50  DD1=D1(I)
30     HH1=H1(I)
      IF (XK(I+1).LE.X21(I)) GO TO 130
32     60  IF (XXT(K).GE.X21(I)) GO TO 70
      XSY(K)=YTA(DD1,HH1,XXT(K),3)
34     K=K+1
      IF (K.LE.IN) GO TO 60
      RETURN
36     70  IF (XK(I+1).LE.X22(I)) GO TO 120
38     80  IF (XXT(K).GE.X22(I)) GO TO 90
      XSY(K)=YTA(DD1,HH1,XXT(K),2)
40     K=K+1
      IF (K.LE.IN) GO TO 80
      RETURN
42     90  IF (XK(I+1).LE.X23(I)) GO TO 110
44     100 IF (XXT(K).GE.X23(I)) GO TO 200
      XSY(K)=YTA(DD1,HH1,XXT(K),1)
46     K=K+1
      IF (K.LE.IN) GO TO 100
      RETURN
48     110 IF (XXT(K).GT.XK(I+1)) GO TO 200
50     XSY(K)=YTA(DD1,HH1,XXT(K),1)
      K=K+1
52     IF (K.LE.IN) GO TO 110
      RETURN
54     120 IF (XXT(K).GT.XK(I+1)) GO TO 200
      XSY(K)=YTA(DD1,HH1,XXT(K),2)
56     K=K+1
      IF (K.LE.IN) GO TO 120
      RETURN
58     130 IF (XXT(K).GT.XK(I+1)) GO TO 200
60     XSY(K)=YTA(DD1,HH1,XXT(K),3)
      K=K+1
62     IF (K.LE.IN) GO TO 130
      RETURN
```

```
64     C
66     C
```

4

6 C Om inte slut paa lastrummet tag naesta kon

C

8 C

200 I=I+1

10 IF (I.GT.N) RETURN

GO TO 7

12 C

END

14

16

18

20

22

24

26

28

30

32

34

36

38

40

42

44

46

48

50

52

54

56

58

60

62

64

66

68

70

```

6      SUBROUTINE LININT(XK,FK,UO,X)
7      C      *****
8      C      *
9      C      * Rutinen anpassar en raet linje till 5 punkter enligt
10     C      * MK-metoden
11     C      *
12     C      * Inparametrar:
13     C      *      XK(5) = x-vaerden
14     C      *      FK(5) = Funktionsvaerden
15     C      *      UO      = Oenskat funktionsvaerde
16     C      *
17     C      * Utparametrar:
18     C      *      X      = x-vaerdet foer den punkt paa linjen vars
19     C      *      funktionsvaerde ar UO
20     C      *
21     C      *****
22     C      *
23     C      * Anropar inga subrutiner
24     C      *
25     C      * Anvaender inga COMMON-variabler
26     C      *
27     C      *****
28     C
29     C
30     C

```

```

31     DIMENSION XK(1),FK(1)
32     C10=0.0
33     C11=0.0
34     C12=0.0
35     C13=0.0

```

```

36     C
37     C
38     C      Transformera x-koordinaterna
39     C
40     C

```

```

41     XK3=XK(3)
42     DO 5 K=1,5
43         XK(K)=XK(K)-XK3
44     5 CONTINUE

```

```

45     C
46     C
47     C      Summerna
48     C
49     C

```

```

50     DO 10 I=1,5
51         C10=C10+XK(I)
52         C11=C11+XK(I)*XK(I)
53         C12=C12+FK(I)
54         C13=C13+XK(I)*FK(I)
55     10 CONTINUE

```

```

56     C
57     C
58     C      Bestaem linjens ekvation Y=C1(X-XK3)+C0
59     C

```

```

60     C
61     C1=(C12*C10-5.0*C13)/(C10*C10-5.0*C11)
62     C0=(C12-C10*C1)/5.0

```

```

63     C
64     C
65     C      Berakna X(UO)

```

4
6
8
10
12
14
16
18
20
22
24
26
28
30
32
34
36
38
40
42
44
46
48
50
52
54
56
58
60
62
64
66
68
70

C
C

```
X=(V0-C0)/C1+XK3  
RETURN  
END
```