Kr. 6,00

FAGLIG REGNING

for

BÅDEBYGGERE, SKIBSBYGGERE OG SKIBSTØMRERE

TEKNISK SKOLEFORENINGS FORLAG 1949

FAGLIG REGNING

for

BÅDEBYGGERE, SKIBSBYGGERE OG SKIBSTØMRERE

Autoriseret af statens tilsyn med håndværkerundervisningen

TEKNISK SKOLEFORENINGS FORLAG
1949

FYENS STIFTSBOGTRYKKERI
40587

INDHOLDSFORTEGNELSE

Brugen af dette hæfte til »Faglig regning« forudsætter, at det af Teknisk Skoleforening udgivne hæfte i »Forberedende regning« forud er gennemgået.

De i nærværende hæfte medtagne opgaver tilsigter at uddybe elevernes forståelse af de simple regneregler og ophjælpe regnefærdigheden gennem løsning af opgaver af mere fagligt tilsnit.

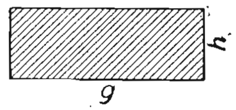
Vægt- og tyngdepunktsberegninger er gennemgået grundigt, da de er grundlæggende for al teoretisk beregning, for prisudregninger og akkordberegninger samt for korrekt placering og transport af arbejdsstykkerne på arbejdspladsen. Brugen af simpsonreglen er medtaget for at give eleverne nogen forståelse af de til grund for konstruktionen — og prisberegningen — liggende principper. Endelig er et afsnit om procentregning og et om akkordberegninger medtaget for at sætte eleverne i stand til på arbejdspladsen at udføre sådanne beregninger på hurtigste og letteste måde.

Da hæftet er beregnet til brug for både skibsbyggere, bådebyggere og skibstømrere, har det ikke kunnet undgås, at en del opgaver er medtaget, som kun en af de nævnte kategorier har interesse af. En del af stoffet kan derfor overspringes efter lærerens anvisning; f. eks. kan skibsbyggere overspringe adskillige opgaver vedrørende trækonstruktioner, og bådebyggerne og skibstømrerne adskillige vedrørende jernkonstruktioner og svejsning.

Hæftet er udarbejdet under redaktion af skoleforeningens forretningsfører, mens en stor del af opgaverne er blevet stillet til rådighed af faglærere ved de tekniske skoler i København, Odense og Helsingør, Som udgangspunkt for udarbejdelsen har været brugt et opgavehæfte udgivet af Det tekniske Selskabs Skoler, København.

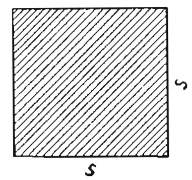
Arealberegning I.

Formler for arealet:



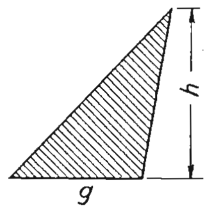
Rektangel: $A = g \cdot h$ (arealet lig grundlinien gange højden).

Eks.: Et fladjern med rektangulært tværsnit har tykkelsen 2 cm og bredden 8 cm. Tværsnitsarealet $A = 8 \cdot 2 = \underline{16 \text{ cm}^2}$.



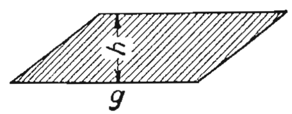
Kvadrat med sidelængde s: $A = s \cdot s = s^2$.

Eks.: En bjælkes højde og bredde er begge 12 tommer. Tværsnitsarealet er da $A = 12^2 = \underline{144 \text{ kvadrattommer}}$.

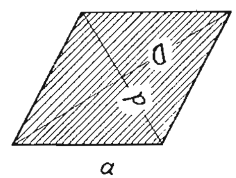


Trekant: $A = \frac{1}{2}g \cdot h$ (den halve grundlinie gange højden).

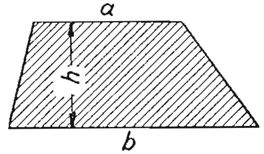
Eks.: Et trekantet spidssejl har 3,2 m grundlinie og 4,5 m højde. Sejlarealet er $A = \frac{1}{2} \cdot 3{,}2 \cdot 4{,}5 = \underline{7{,}2 \text{ m}^2}$.



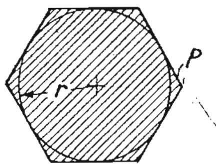
Parallellogram: $A = g \cdot h$.

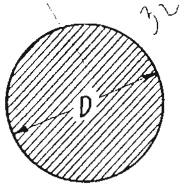


Rombe (d. v. s. et parallellogram med fire lige store sider). Arealet kan findes ved, at man betragter romben som et parallellogram: $A = g \cdot h$
— eller som to symmetriske trekanter, idet rombens areal så bliver $A = \frac{1}{2} D \cdot d$,
hvor D og d er henholdsvis den største og den mindste diagonal.



Trapez med de parallelle sider a og b: $A = \frac{1}{2}(a + b) \cdot h$.





Regelmæssig polygon (d. v. s. mangekant): $A = \frac{1}{2} \cdot p \cdot r$, hvor p er polygonens perimeter (omkreds), og r den indskrevne cirkels radius.

Cirkel: $A = \frac{\pi}{4} \cdot d^2$, hvor π er afrundet 3,14. (Undertiden sættes π til $\frac{22}{7}$, og sommetider skrives formlen som $A = \pi \cdot r^2$).

Eks.: En beholder med cirkulært tværsnit har 50 cm indvendig diameter. Tværsnitsarealet $A = \frac{3{,}14}{4} \cdot 50^2 = 3{,}14 \cdot 625 =$ $\underline{1962{,}5 \text{ cm}^2}$.

(Cirklens omkreds — periferi — er $p = \pi \cdot d = 2 \cdot \pi \cdot r$).

Eks.: Diameteren er 7 m. Periferien er da $\pi \cdot 7 = 22$ m.
Hvis periferien forøges med 44 cm, forøges diameteren med $\frac{44}{\pi} = 14$ cm.

Måleenheder:

1) Længdemål.

Indenfor skibs- og bådebyggeriet forekommer fire forskellige målesystemer:

a. metersystemet,
b. engelsk mål,
c. gammelt dansk mål og
d. gammelt svensk mål.

a. Metersystemet er langt det letteste at bruge. (Det indførtes i Frankrig i år 1800 og her i Danmark i 1907.) Før eller senere vil metersystemet derfor sikkert også blive enerådende. Men der vil gå mange år, før specielt de engelske fod og tommer forsvinder.

1 m = 10 dm = 100 cm = 1000 mm
1 dm = 10 cm = 100 mm
1 cm = 10 mm.

b. Engelsk mål. Plader, profiljern og lign. angives dels efter metersystemet og dels i engelsk mål.

1 yard (udtales jard) = 3 ft. bruges sjældent på arbejdspladsen.
Feet (udtales fiit og skrives ft. — i ental food, udtales fuud) og inches (udtales insjids og skrives ins. — i ental inch).

1 ft. = 12 ins.

Feet skrives ligesom danske fod ofte ' og inches som ".

1' = 30,5 cm
1" = 2,54 cm. 1 m = 3,281' = 3' $3\frac{3}{8}$".

c. Gammelt dansk mål omfatter alen (°), fod (') og tommer ("). En dansk alen er 2 danske fod (mens 1 yard er 3 feet), men bruges sjældent på arbejdspladsen.

1' = 12".

1 dansk fod = 31,4 cm
1 dansk tomme = 2,62 cm. 1 m = 3,186' = 3' $2\frac{1}{4}$".

En dansk fod og tomme er altså ca. 3 % større end det tilsvarende engelske mål.

I den danske skibsliste angives skibenes dimensioner i danske fod og decimaler heraf, ligesom den officielle opmåling af skibet sker i gammelt dansk mål.

d. Gammelt svensk mål bruges ikke ved jern- og stålkonstruktioner. Men ved indkøb af tømmer fra Sverige afregner man oftest i disse mål. (Iøvrigt angives de fleste træsorters dimensioner i engelsk mål, idet visse oversøiske træsorter som mahogni og teak dog afregnes i metermål.)

1 svensk fod = 29,7 cm
1 svensk tomme = 2,47 cm. 1 m = 3,368' = 3' $4\frac{7}{10}$".

En svensk fod og tomme er altså ca. 2,6% mindre end det tilsvarende engelske mål.

2) Flademål.

a. Metersystemet:

$1 \text{ m}^2 = 100 \text{ dm}^2 = 10\,000 \text{ cm}^2 = 1\,000\,000 \text{ mm}^2$
$1 \text{ dm}^2 = 100 \text{ cm}^2 = 10\,000 \text{ mm}^2$
$1 \text{ cm}^2 = 100 \text{ mm}^2$.

(m^2 betyder meter gange meter, meter i anden potens eller kvadratmeter.)

b. Engelsk mål:

Engelske kvadratfod hedder sq. ft. (square-feet, udtales skwæærfiit). Kvadrattommer hedder sq. ins. (square-inches, udtales skwæærinsjids).

1 sq. ft. = 144 sq. ins.	
1 sq. ft. = 929 cm^2	1 m^2 = 10,76 sq. ft.
1 sq. inch = 6,45 cm^2.	1 cm^2 = 0,155 sq. inch.

c. Gammelt dansk mål:

(1 kvadratalen = 4 kvf.).
1 kvf. = 144 kv.tommer.
Kvadratfod skrives ofte □' og kvadrattommer □'',

1□' = 985 cm^2	1 m^2 = 10,15□'
1□'' = 6,87 cm^2.	1 cm^2 = 0,146□''.

d. Gammelt svensk mål:

1□' = 882 cm^2	1 m^2 = 11,45□'
1□'' = 6,12 cm^2.	1 cm^2 = 0,163□''.

Et stykke tømmer eller en stålplade måles ofte med længden i ' og bredden i ''. Arealet kan derfor findes i □' således:

$$\text{areal} = \frac{\text{bredde ('')} \cdot \text{længde (')}}{12} \quad (□')$$

Måles en stålplade i metriske mål, angives i reglen alle dimensioner i mm (og ikke i cm eller m). Arealet angives desuagtet i cm^2 eller m^2.

Opgaver.

Samtlige opgaveløsninger må forsynes med en skitse, hvorpå de opgivne mål etc. indføres.

Resultat udregnes så nøjagtigt som muligt, men afrundes til slut således, at man højst angiver 3 betydende cifre.

Får man f. Eks. resultatet 7,326598 mm^2, opgiver man 7,33 mm^2. Får man 6513321 m^2 opgiver man 6 510 000 m^2.

Er det første ciffer et 1-tal, opgiver man dog resultatet med ialt 4 betydende cifre.

Er nogle af eleverne i stand til at bruge en regnestok, er det valg frit, om man vil bruge den eller ej.

Find arealet af følgende figurer:

1) En trekant med grundlinie 2' 3'' og højde 4' 6''.
2) En trekant med g = 4,20 m og h = 5,72 m.
3) Et kvadrat med sidelinie s = 7' 6''.
4) Et kvadrat med s = 5,2 mm.
5) Et rektangel med g = 5' 3'' og h = 3' 9''.
6) Et rektangel med g = 55,2 cm og h = 4,23 m.
7) Et parallellogram med g = 4' 9'' og h = 3' 6''.
8) Et parallellogram med g = 42,1 cm og h = 2,6 cm.
9) En rombe med g = 2' 6'' og h = 3' 3''.
10) En rombe med den ene diagonal D = 52,4 cm og den anden d = 25,6 cm.
11) Et trapez med de parallelle sider 4' 0'' og 3' 6'' samt højden 2' 6''.
12) Et trapez med a = 3,21 m, b = 2,41 m og h = 15 cm.
13) En regelmæssig sekskant med kantlængden $\frac{p}{6}$ = 8' 8'' og r = 7' 6''.
14) En regelmæssig sekskant med den omskrevne cirkels radius R = 26,0 cm. (Den indskrevne cirkels radius bliver så $r = \frac{1}{2}R \cdot \sqrt{3} = 22{,}5$ cm, og kantlængden $\frac{p}{6} = R = 26{,}0$ cm.)
15) En cirkel med radius 3''.
16) En cirkel (fladen af en 1-krone) med diameter d = 25 mm.
17) En cirkel, hvis periferi er p = 4,40 m.
18) En kasse af form som en terning med kantlængden 1,9 m skal males udvendig. Arbejdslønnen er 51 øre pr. m^2. Find den samlede arbejdsløn.

(Særlige stål-opgaver):

19) Hvad koster 1 m^2 stålplade, når 1 sq. ft. koster 16,14 kr.?
20) Hvad koster 26 sq. ft. stålplade, når 1 m^2 koster 185,80 kr.?
21) En trekantet plade er 398 cm^2 stor. Dens højde er 20 cm. Find bredden (grundlinien).

22) En rektangulær plade er 750 mm bred. Dens areal skal være 3 m².
Hvor lang skal pladen være?

23) Et cirkelformet dæksel af stålplade har diameteren 8''.
Find arealet i sq. ins. og i cm².

24) Dørken i et rum skal dækkes med stålplade. Den rektangulære flade er 2,08 · 3,46 m.
Hvor mange m² plade skal man bruge?

25) Find tværsnittet af et sekskantjern med kantmålet 2R = 37 mm og nøglevidden 2r = 32 mm. (Sekskantens sidelængde er radius R.)

26) Af stålplade skal laves en foroven åben beholder af form som en cylinder med 1,54 m diameter og 0,88 m højde. Til samlinger etc. må regnes med et tillæg på 12 %.
Hvor mange m² plade medgår til beholderen?

27) En skorsten til et dampskib har form som en åben cylinder med 4' 2'' diameter og 5' 8'' højde.
Find plade-arealet i sq. ft. og i m².

(Særlige træ-opgaver):

28) Hvad koster 1 m² træ, når 1 dansk kvf. koster 0,90 kr.?

29) Hvad koster 1 sq. ft. træ, når 1 m² koster 18,60 kr.?

30) 1'' · 8'' fyr koster 0,45 kr. pr. dansk fod.
Hvad er prisen pr. dansk kvf. og pr. m²?

31) 2'' · 6'' træ koster 0,68 kr. pr. svensk fod.
Hvad koster 1 svensk kvf., og hvad koster 26 m²?

32) Et stykke kalmarfyr er 8'' · 14'.
Hvor mange kvf. er det?

33) Et stykke tømmer måler 16'' · 9'.
Hvor mange kvf. måler det?

34) En båd vejer 3000 kg. Den skal på land stå på to strøer, og trykket på strøerne må ikke overstige 75 kg pr. cm². Kølens bredde er 5 cm.
Hvor brede skal strøerne være?

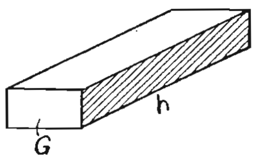
35) Et parti 1'' · 8'' · 12' 0'' brædder koster 60 øre pr. kvf. Regningen lyder på 38,40 kr.
Hvor mange brædder er der i partiet?

36) Et skot skal beklædes med (vandrette) høvlede og pløjede brædder, som hver dækker $5\frac{1}{2}$''. Skottet er 7' 4'' højt og 16' 0'' bredt.
Træet koster 44 øre pr. alen. Der må regnes med 20 % tillæg af hensyn til spild.
Hvad koster materialet?

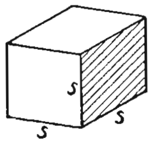
37) En træ-køl måler 10'' · 14'' · 82' 0''. Laskerne måler 7 gange køltømmerets bredde. Materialet kan kun fås i længder på 34' 0''.
Hvor mange stykker træ medgår til kølen?
Hvor langt bliver det mindste stykke, når de andre er så lange som muligt?

Rumfangsberegning.

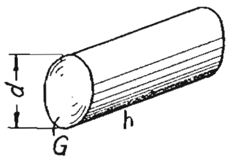
Formler for rumfanget:



Ret prisme: $R = G \cdot h$, hvor G er grundfladen.

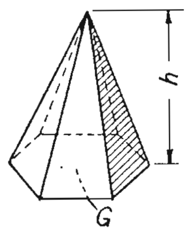


Terning: $R = s^2 \cdot s = s^3$.

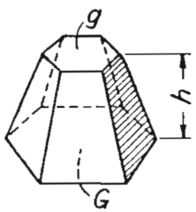


Cylinder: $R = G \cdot h = \frac{\pi}{4} \cdot d^2 \cdot h$.

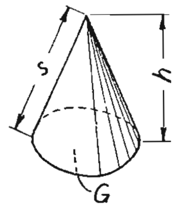
(Grundfladens omkreds (periferi) er $\pi \cdot d$, og cylinderens krumme overflade er derfor $A = \pi \cdot d \cdot h$.)



Pyramide: $R = \frac{1}{3} \cdot G \cdot h$.

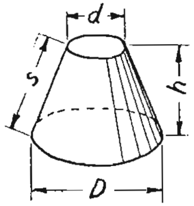


Pyramidestub med grundfladen G og topfladen g: $R = \frac{1}{3}(G + \sqrt{G \cdot g} + g) \cdot h$.

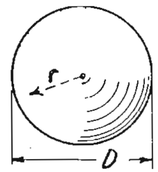


Kegle: $R = \frac{1}{3} \cdot G \cdot h = \frac{\pi}{12} \cdot d^2 \cdot h$.

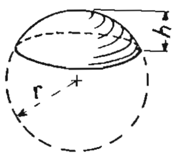
(Keglens krumme overflade er $A = \frac{1}{2}\pi \cdot d \cdot s$, hvor s er sidelinien.)



Keglestub med endefladernes diametre D og d:
$R = \frac{\pi}{12} \cdot (D^2 + D \cdot d + d^2) \cdot h$.
(Keglestubbens krumme overflade er $A = \frac{1}{2}\pi \cdot (D + d) \cdot s$).



Kugle: $R = \frac{4}{3} \cdot \pi \cdot r^3 = \frac{\pi}{6} \cdot d^3$.
(Kuglens overflade $A = \pi \cdot d^2$).



Kugleafsnit (kuglekalot): $R = \pi \cdot (r - \frac{h}{3}) \cdot h^2$.
(Kugleafsnittets krumme overflade er $A = \pi \cdot d \cdot h$.)
r og d betyder hele kuglens radius og diameter, h afsnittets højde.

Måleenheder for rumfang:

a. Metersystemet:

$1\ m^3 = 1\,000\ l = 1\,000\,000\ cm^3 = 1\,000\,000\,000\ mm^3$

$1\ l = 1\,000\ cm^3 = 1\,000\,000\ mm^3$

$1\ cm^3 = 1\,000\ mm^3$.

1 l (liter) er det samme som 1 dm^3 (kubikdecimeter).
1 hl (hektoliter) er 100 liter, altså 0,1 m^3.

(m^3 betyder meter gange meter gange meter, meter i tredie potens eller kubikmeter.)

b. Engelsk mål:

Engelske kubikfod hedder cub. ft. (cubic-feet, udt. kjuubikfiit.)
Engelske kubiktommer hedder cub. ins. (cubic-inches, udt. kjuubikinsjids).

1 cub. ft. = 1728 cub. ins.
1 cub. ft. = 0,0283 m^3 = 28,3 l
1 cub. inch. = 16,39 cm^3.
1 l = 0,0353 cub. ft. = 61,0 cub. ins.
1 cm^3 = 0,061 cub. ins.

c. Gammelt dansk mål:

1 kubikfod = 1728 kubiktommer.
1 kubikfod = 30,9 l   1 m^3 = 32,3 kbf.
1 kubiktomme = 18,0 cm^3. 1 cm^3 = 0,0555 kubiktomme.

Både i dansk og engelsk mål er 1 kbf. lig med 1728 kubiktommer.

d. Svensk mål:

1 kubikfod = 26,2 l   1 m^3 = 38,2 kbf.
1 kubiktomme = 15,1 cm^3.   1 cm^3 = 0,0662 kubiktomme.

Når et stykke tømmers tykkelse og bredde måles i " og længden i ', kan rumfanget i kbf. findes således:

$$\text{Antal kbf.} = \frac{\text{tykkelse i "} \cdot \text{bredde i "} \cdot \text{længde i '}}{144}.$$

Ved opmåling af tømmer eller plader på værfterne angives dimensionerne ofte i rækkefølgen: længde, bredde, tykkelse. Men der er tendes til at gå over til den af grossister og fabrikanter brugte rækkefølge: tykkelse, bredde, længde, og denne rækkefølge er brugt her i bogen.

Når man køber træ i tykkelsen 1", angives prisen ofte pr. *kvadratfod*. Er træets tykkelse over eller under 1", angives prisen ofte pr. *kvadratfod pr. 1"*, d. v. s. at man i stedet for at angive rumfanget i kbf. angiver arealet i kvf. af træet, når det tænkes omdannet til en flade med 1" tykkelse.

Måles en ret, prismeformet bjælkes dimensioner på alle tre leder i fod, og ganges disse tre tal med hinanden, får man rumfanget i kbf. Vil man finde antallet af *kvadratfod pr. 1"*, må man måle den ene dimension (tykkelsen) i tommer.

Antallet af kvf. pr. 1" er altså lig med rumfanget i kbf. gange 12 — eller:

$$\text{Antal kvf. pr. 1"} = \frac{\text{tykkelse i "} \cdot \text{bredde i "} \cdot \text{længde i '}}{12}.$$

Opgaver.

Find rumfanget af følgende legemer:

38) En 2,6 m lang bjælke med 17,2 cm^2 tværsnit.

39) En 1,86 m lang cylindrisk stang med 1" diameter. (Find først tværsnitsarealet i cm^2).

40) En rang, som er 1" tyk, 12" bred og 12' 0" lang. (Find først den ene flades areal i sq. ft.)

41) En planke, som er 3" · 12" · 16' 0".

42) En cylindrisk tank med 80 cm diameter og 1,8 m længde.

43) En kubus (terning) med 381 mm kantlængde.

44) Et 5,12 m højt prisme, hvis grundflade er et kvadrat med sidelængden 1,57 m.

45) En prismeformet beholder med 2,2 m indvendig højde og med en rektangulær 3,4 · 4,2 m grundflade.
Hvor mange m^3 vand kan den rumme?

46) En flydedok, som indvendig måler 10' · 50' · 184'.
Find rumfanget i cub. ft. og i m^3.

47) En tank med form som en terning med 7' 6" sidelængde.

48) En cylindrisk olietank med 1,52 m diameter og 2,40 m længde.

49) En spand med højden 30 cm og diameteren 35 cm foroven og 25 cm forneden.
Find rumfanget i liter.

50) Hvor mange liter udgør 1,73 m^3?

51) Hvor mange cub. ft. udgør 28 m^3?

52) Hvor mange m^3 udgør 1200 danske kbf.?

(Særlige stål-opgaver):

53) Et ligesidet 80 · 80 · 18 mm vinkeljern har tværsnitsarealet 15,1 cm^2. Der skal bruges 27 m vinkeljern.
Hvor mange dm^3 er det?

54) Et centerkølsvin består af to bulbvinkler med hver 30 cm^2 tværsnit, og det er 18' 0" langt. Stålet koster 1 øre pr. cm^3. Find materialets pris.

55) I et lastrum findes på klædningens inderside ialt 112' 0" profiljern med tværsnittet 20 cm^2.
Find med hvor mange cub. ft. og dm^3 jernene formindsker rummet.

56) En drager sammenbygges af en 10,5 mm tyk og 600 mm høj plade, som forsynes med 4 vinkeljern med hver 18 cm^2 tværsnit. Drageren er 6,2 m lang.
Find det samlede rumfang jern i dm^3.

(Særlige træ-opgaver):

57) En bådebygger køber 56 stk. 2" · 8" planker, hver 15' 0" lange.
Hvor mange kbf. køber han?

58) Der modtages et parti træ på ialt 768 kvf. pr. 1" dansk mål.
Hvor mange m^3 omfatter partiet?

59) En egekævle med 74 cm diameter og 3,75 m længde købes for 80 kr. pr. m^3.
Hvad koster kævlen?

60) En 7 m lang egekævle har diameteren 0,60 m ved roden og 0.30 m ved toppen. Prisen er 40 kr. pr. m^3.
Hvad koster kævlen? (Der regnes med middeltværsnittet.)

61) En $4\frac{1}{2}$" · 24" · 3' 6" egeplanke betales med 6,25 kr. pr. cub. ft.
Hvad koster planken?

62) Et dæk er 20 m^2 stort og 50 mm tykt.
Hvor mange m^3 er det?
Plankerne er 65 mm brede og koster 35 øre pr. løbende meter.
Hvor mange løbende meter (helt tal) skal bruges?
Hvad koster plankerne ialt?

63) Et 39' 0" langt og 22' 1" bredt dæk skal dækkes med 2" · 5" planker.
Hvor mange cub. ft. indeholder dækket?
Der må regnes med 10 % tillæg for spild.
Hvor mange løbende feet skal bruges?

Oregon Pine koster 7,20 kr. pr. cub. ft. og teak 475,00 kr. pr. m^3.
Hvad koster materialet, hvis dækket udføres i Oregon Pine?
Hvor stor bliver merudgiften, hvis man bruger teak?

64) Stævnen til en redningsbåd er 3" tyk. Bredden er ved dækket 6" og ved kølen 8", og længden er 6' 6". Stævnen udskæres af en planke af krumtømmer. Der må regnes med 50 % affald (altså 100 % tillæg).
Find denne plankes rumfang i cub. ft.

65) En pram skal klædes op med 2" · 5" egeplanker. Der regnes med et svind på 25 % (altså et $33\frac{1}{3}$ % tillæg). Afstanden langs klædningen fra køl til dæk er 9' 7", og længden langs dækket er *ialt* 52' 0".
Hvor mange range bliver der?
Hvor mange cub. ft. træ skal man bruge?
Hvad er udgiften til materialet, når man betaler 8,50 kr. pr. cub. ft.?

66) Et lastrums sider og skodder skal beklædes med 2" planker. Rummet er 39' 0" langt, 21' 6" bredt og 15' 0" højt. Materialeprisen er 4,60 kr. pr. cub. ft.
Hvad koster materialet ialt?

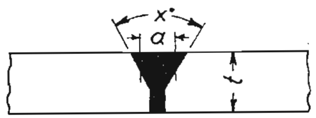
67) Et dæk har ialt arealet 98 m^2. Det skal dækkes med $1\frac{1}{2}$ · 3" teaktræsplanker, som koster 525,00 kr. pr. m^3. Der må regnes med 10 % svind (d. v. s. $\frac{1}{9}$ tillæg).
Hvor mange løbende ft. planker skal man bruge?
Hvor mange cub. ft. træ medgår hertil?
Hvad koster træet?

68) Stævnen til et fartøj udskæres af et stykke krumtømmer, som måler 10" · 20" ved roden og 8" · 16" ved toppen samt har længden 13' 0".
Stævnen har 8" · 10" tværsnit og 12' 0" længde.
Hvor mange procent andrager affaldet?
Hvor mange cub. ft. indeholder stævnen?
Hvad koster tømmeret, når der betales 6,75 kr. pr. cub. ft.?

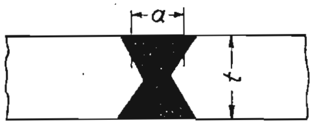
Svejsning.

Ved beregninger af svejsearbejder har det især interesse at udregne mængden af det nedsmeltede svejsemateriale. Man begynder derfor med at udregne svejsesømmens tværsnit, og her har man brug for sømmens »a-mål« som vist nedenfor:

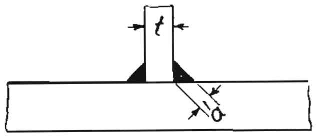
I-stød
a · t



V-stød
a · t



X-stød
a · t



T-stød
$2 \cdot \frac{a^2}{2} = a^2$

Summens tværsnit i mm^2 angiver samtidig det fornødne nedsmeltede materiale i cm^3 pr. løbende meter. Tværsnittet kan nemlig opfattes som rumfanget i mm^3/mm eller $1000\ mm^3/1000\ mm$, d. v. s. cm^3/m.

Stuksvejsning eller stumpsvejsning (I-stød) bruges for plader på indtil 4 mm tykkelse. Sømmens tværsnit bliver $a \cdot t\ mm^2 = a \cdot t\ cm^3/m$ (når a og t måles i mm).

V-skærpning bruges ved pladetykkelser på 4-15 mm. Fugevinklen kan være fra 30^0 til 70^0, men er oftest omkring 60^0. Sømmens areal er middelbredden a gange pladetykkelsen t, altså $a \cdot t$. (Ofte bruges et lige stykke på 0-2 mm ved fugens bund for at forhindre, at der brændes hul i den skærpede kant, og for at lette påsvejsning af en bagstreng.)

X-skærpning, d. v. s. dobbelt V-skærpning, bruges ved mere end 15 mm tykke plader. Forbruget af elektrodemateriale er ca. halvt så stort ved en X-skærpning som ved en V-skærpning. Sømmens areal findes stadig som $a \cdot t$.

Hjørnesamlinger (vinkelsamlinger og T-stød) udføres med en svejsesøm med en ligebenet, retvinklet trekant som tværsnit. a er almindeligvis ca. 0,7 gange den mindste pladetykkelse, og sømmens tværsnit regnes som a^2.

Ved svejsning langs omkredsen af en cylinder udregnes svejsesømmens længde som π gange cylinderens diameter. Diameteren måles til midt i svejsesømmens tværsnit. Kaldes cylinderens indvendige diameter d, fås sømmens længde $\pi \cdot (d + t)$.

Ved særlige tværsnitsformer for svejsesømmen kan man tegne tværsnittet i skala 1:1, lægge et stykke millimeterpapir over tegningen og således optælle antallet af mm^2, hvorved man samtidig finder materialeforbruget i cm^3/m sømlængde.

Opgaver:

69) To 4 mm stålplader skal på 1,25 m længde sammensvejses. Der bruges $3{,}25 \cdot 450$ mm elektroder, og det nyttigt nedsmeltede rumfang er 2,5 cm^3 pr. elektrode. $a = 2$ mm.
Hvor mange elektroder medgår til arbejdet?
Hvor mange procent andrager elektrodeaffaldet?

70) Selve nedsmeltningen af 5 mm elektroder varer $2\frac{1}{4}$ minut pr. elektrode. Afslagning og elektrodeskiftning varer 21 minutter, og til opstilling m. m. medgår 12 minutter.
Hvor mange 5 mm elektroder kan så nedsmeltes pr. time af een svejser?

71) En flaske acetylengas indeholder 6 m^3 og koster 14 kr. Der bruges 40 liter gas pr. løbende meter svejsning af 2 mm plade.
Hvor mange løbende meter kan så svejses ved hjælp af een flaske, og hvor meget koster gassen pr. m svejsning?

72) Til et svejsearbejde bruges 290 stk. $4 \cdot 450$ mm elektroder. Elektricitetsprisen er 11 øre/kWh (øre pr. kilowatt-time). En elektrode bruger gennemsnitlig (tomgang medregnet) 190 Wh = 0,19 kWh.
Hvor meget andrager udgiften til elektricitet ved det nævnte arbejde?

73) En svejser har afsluttet akkord på et stykke svejsearbejde til en pris af 31,50 kr. Han nedsmelter ialt 225 elektroder og bruger gennemsnitlig 1,8 minut til hver elektrode og desuden til afslagning og elektrodeskiftning ialt $5\frac{1}{4}$ time samt til retning m. m. 3 timer.
Hvor stor bliver hans fortjeneste i timen?

74) En 1,4 m lang og 20 mm tyk stålplade skal skæres igennem med en autogenbrænder. Der medgår 25 l gas og 200 l ilt pr. løbende meter. Prisen for gas og ilt er henholdsvis 0,3 øre/l og 0,13 øre/l.
Find udgiften til gas og ilt.

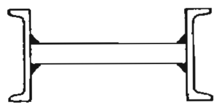
75) En 6 mm elektrode bruger til sin nedsmeltning for 3,5 øre elektricitet ved prisen 10 øre/kWh. Prisen stiger nu til 13 øre/kWh.
Hvor meget bruges så til nedsmeltning af een elektrode?

76) Til et svejsearbejde er brugt elektroder af forskellige dimensioner:

124	stk.	2,5 · 350	mm af	8,25	kr. pr. 100 stk.,
56	-	4,0 · 450	- -	12,30	- - - -
108	-	5,0 · 450	- -	15,85	- - - -
88	-	6,0 · 450	- -	19,35	- - - -

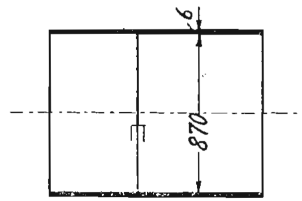
Find den samlede udgift til elektroder.

77) En 3,3 m lang søjle med det viste tværsnit (altså med 4 sømme) skal svejses med 5 · 450 mm elektroder. a = 10 mm.



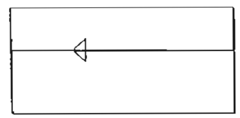
a = 10

Find det samlede sømtværsnit.
Af hver elektrode nedsmeltes nyttigt 6,45 cm³.
Hvor mange elektroder (helt tal) medgår til arbejdet?
Prisen for elektroderne er 20 kr./100 stk.
Hvad koster ialt elektroderne til det nævnte arbejde?
Det varer 2 minutter at nedsmelte een elektrode, og den effektive svejsetid er $\frac{5}{12}$ af den samlede arbejdstid, idet andre arbejder optager $\frac{7}{12}$ af tiden.
Hvor lang tid varer arbejdet?



78) To cylindre som vist i snit på figuren skal sammensvejses autogent. Der kansvejses 41 mm svejsesøm pr. minut.
Hvor lang tid varer svejsningen?

79) I et værksted skal en del 50 mm plader autogenskæres, og hertil bruges 532 l ilt pr. løbende meter. Iltflasken indeholder ved skæringens begyndelse 6 m³; men af hensyn til det fornødne skæretryk må flasken udskiftes, når der er 148 l ilt tilbage i den.
Hvor mange meter plade kan skæres pr. flaske ilt?



80) To 2 m lange jernplader med tykkelsen 20 mm skal sammensvejses med en V-søm. I bunden af fugen nedsmeltes 5 stk. 4 · 450 mm elektroder med et nyttigt nedsmeltningsrumfang på 4,2 cm³ pr. elektrode. Resten af svejsningen udføres med 6 · 450 mm elektroder, hvis nyttige nedsmeltningsrumfang er 9,25 cm³ pr. elektrode. a er 13 mm.
Hvor mange 6 mm elektroder skal man bruge?

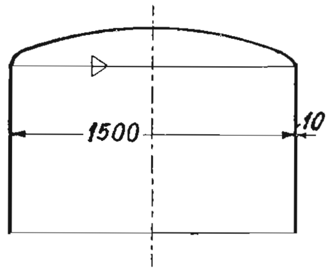
81) I et skibsdæk af 20 mm plade skal der autogenskæres 5 stk. cirkulære huller med diameter 630 mm. Svejseren bruger $3\frac{1}{2}$ minut pr. m snit samt 10 minutter ialt til opstilling og flytning. Han vil tjene 2,20 kr. pr. time.
Hvilken akkordpris skal han så forlange pr. hul?

82) Til et svejsearbejde er brugt
125 stk. 4 mm elektroder,
55 stk. 5 mm elektroder og
28 stk. 6 mm elektroder.
Strømforbruget for en 4, 5 og 6 mm elektrode er henholdsvis 0,19, 0,32 og 0,46 kWh, og desuden har omformeren løbet i tomgang i ialt 15 timer af 1,40 kWh. Elektricitetsprisen er 11 øre/kWh.
Find den samlede udgift til elektricitet.

83) En autogensvejser kan i løbet af 38 minutter svejse en løbende meter 10 mm plade.
Hvor lang tid bruger han til at svejse 1250 mm?

84) En flaske acetylengas, som indeholder 6,4 kg gas, koster 17,30 kr. 1000 liter vejer 1,1 kg.
Hvad koster en liter gas?

85) En 6 mm elektrode bruger til sin nedsmeltning effekten 14,7 kW, og der medgår 1,86 minut til nedsmeltningen.
Hvor mange kWh bruges?
Hvad koster forbruget af elektricitet, når prisen er 11 øre/kWh?



86) En endebund til en beholder skal svejses til den cylindriske del med 7 · 450 mm elektroder. Pr. elektrode nedsmeltes et nyttigt rumfang på 12,8 cm^3 ($a = 8$ mm).
Hvor mange elektroder medgår så til arbejdet?

87) To 30 mm, 2,5 m lange plader med X-skærpning ($a = 12$ mm) skal sammensvejses med 6 mm elektroder. Det nyttigt nedsmeltede rumfang er 9,4 cm^3/elektrode.
Hvor mange elektroder medgår til arbejdet?
Nedsmeltningstiden er 1,87 minut pr. elektrode, og afslagning og elektrodeskiftning tager lige så lang tid som nedsmeltningen.
Hvor lang tid varer så hele arbejdet?

88) Der skal udføres et T-stød med to fuger af $a = 5$ mm. Længden er 2 m. Der bruges 4 mm elektroder, som giver et nyttigt nedsmeltningsrumfang på 4,2 cm^3/elektrode. Men da svejsningen skal udføres lodret, må man regne med et tab på 15 %.
Find elektrodeforbruget.

89) En 15 m lang hjørnesvejsning med een søm ($a = 5$ mm) skal udføres under-op, hvorfor der må regnes med 25 % tab af elektrodematerialet. Der bruges 4 · 450 mm elektroder med et nedsmeltningsrumfang på 4,2 cm^3/elektrode.
Hvor mange elektroder medgår til arbejdet?

90) En svejseomformer har i indkøb kostet 2350,00 kr. Den bruges på 1 år i 250 arbejdsdage af 8 timer og skal forrentes og afskrives med ialt 15 % p. a. (pro anno = om året).
Find beløbet pr. time.

91) En svejsetransformer har i indkøb kostet 1550 kr. Den bruges i 250 arbejdsdage af 8 timer og skal forrentes og afskrives med 16 % p. a.
Find beløbet pr. time.

92) En svejser kunne, hvis han arbejdede uden ophør, svejse 13 løbende meter 10 mm plade på en 8 timers arbejdsdag. Men den effektive svejsetid udgør 70 %.
Hvor mange løbende meter plade kan han så svejse på en 8 timers arbejdsdag?

93) Med et wattmeter konstateres det, at der til nedsmeltning af en 6 mm elektrode bruges 6,16 kW (6160 W), og nedsmeltningstiden er 2,6 minut. Omformerens virkningsgrad er 55 %.
Hvor mange kWh har omformeren så brugt?
Elværket forlanger 10 øre/kWh.
Hvad koster så strømforbruget til nedsmeltning af en elektrode?

94) Til fastspænding af en 6 · 450 mm elektrode i holderen medgår 40 mm elektrode, og 15 % af det øvrige materiale tabes på grund af uundgåelig stænkning m. m.
Hvor stort et nyttigt nedsmeltningsrumfang kan så opnås?

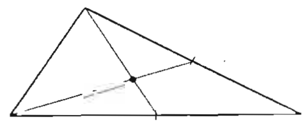
Tyngdepunktsberegning I.

En plan figurs tyngdepunkt kan findes på flere måder:

1) Har figuren en symmetriakse, ligger tyngdepunktet et sted på denne. Har figuren flere symmetriakser, er skæringspunktet mellem dem netop figurens tyngdepunkt.

Tyngdepunktets beliggenhed kan også *udregnes matematisk*. For de almindeligst forekommende figurer har man på denne måde opstillet formler for tyngdepunktets beliggenhed.

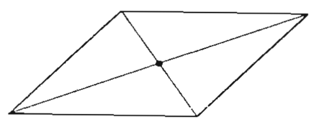
Trekant: Tyngdepunktet ligger i medianernes skæringspunkt. (En median er en ret linie fra en af trekantens vinkelspidser til den overfor liggende sides midtpunkt). Trekantens tyngdepunkt ligger i afstanden $\frac{1}{3}$ højde over grundlinien. Man kan altså finde tyngdepunktet ved



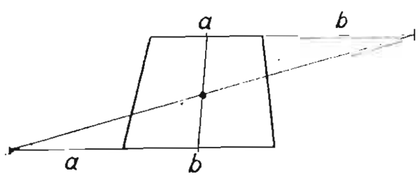
a) at tegne to medianer og bestemme deres skæringspunkt,

b) at tegne en median og en linie parallel med grundlinien, men i $\frac{1}{3}$ højde over denne, eller

c) at tegne en linie parallel med hver af to trekantsider, og hver af disse to linier i $\frac{1}{3}$ højde over den pågældende side.



Rektangel og parallellogram: Tyngdepunktet ligger i diagonalernes skæringspunkt, altså i $\frac{1}{2}$ højde over grundlinien.



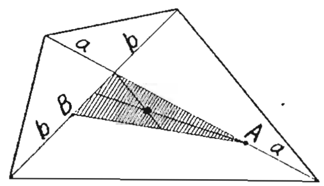
Trapez: Mellem de to parallelle siders midtpunkter kan trækkes en ret linie. Man kan derefter med en diagonal dele trapezet i to trekanter, hvis

tyngdepunkter findes og forbindes med en anden ret linie. Hvor de to nævnte, rette linier skærer hinanden, er trapezets tyngdepunkt. (Kaldes de parallelle sider a og b, kan man afsætte $\frac{1}{2}$a i forlængelse af b til den ene side og $\frac{1}{2}$b i forlængelse af a til den anden side. Forbindes nu de to fremkomne punkter med en ret linie, kan denne erstatte linien mellem trekanternes tyngdepunkter).

Vilkårlig firkant: Man kan med en diagonal dele firkanten i to trekanter, hvis tyngdepunkter findes og forbindes med en ret linie. Derefter deles firkanten med en anden diagonal i to nye trekanter, hvis tyngdepunkter ligeledes findes og forbindes med en ret linie. I de to liniers skæringspunkt ligger firkantens tyngdepunkt.

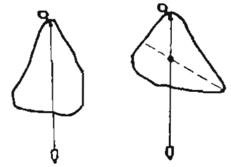
(På lignende måde kan man gå frem ved bestemmelsen af tyngdepunktets beliggenhed i mere indviklede figurer, som er begrænset af rette linier.)

Ved en firkant er den på hosstående figur viste fremgangsmåde dog lettere: Indtegn diagonalerne.



Afsæt på hver diagonal det mindste stykke fra skæringspunktet til top (a og b) fra diagonalens anden ende. Indtegn fra de to fremkomne punkter (A og B) en trekant som vist skraveret. Denne trekants tyngdepunkt er også firkantens tyngdepunkt.

2) En plan figurs tyngdepunkts beliggenhed kan også findes *ved forsøg*. Denne metode bruges ofte i praksis.



Den pågældende plade (eller en model af den udført i karton af ensartet tykkelse) ophænges i et hjørne, så at pladen hænger frit. Ethvert legeme vil søge at anbringe sig i en sådan stilling, at tyngdepunktet kommer så lavt som muligt. Pladens tyngdepunkt må derfor nu befinde sig et sted lodret under ophængningspunktet, og ved hjælp af en kridtet snor afmærkes en lodret linie, en såkaldt tyngdelinie.

Derefter ophænges pladen i et andet hjørne, og man afmærker en ny tyngdelinie.
I de to tyngdeliniers skæringspunkt ligger tyngdepunktet.

3) Man kan endelig i mange tilfælde finde tyngdepunktet *ved momentberegning.*

Ved et moment forstår man en kraft gange dens arm, idet armen måles fra det pågældende legemes omdrejningspunkt vinkelret ud på kraften.

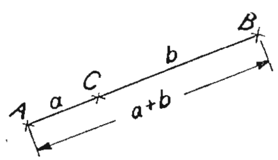
Når man trykker på skaftet af en skruenøgle, påvirker man den skrue, som nøglen sidder på, med et vist drejningsmoment, som måles ved kraften gange skruenøglens længde.

Når man drejer på et håndsving, frembringer man et moment, som er kraften gange svingets radius.

Måler man kraften i kg og armen i m, finder man momentet i kgm (kilogrammeter — kilogram gange meter).

Står en svømmer, som vejer 70 kg, yderst på en 2 m lang udspringsvippe, påvirkes vippens inderste ende med et bøjningsmoment på $70 \cdot 2 = 140$ kgm.

Deler man et legeme, hvis tyngdepunkt skal findes, op i f. eks. to dele, hvis tyngdepunkter og vægte kendes, kan man finde det samlede legemes tyngdepunkt. Det samlede legemes moment m. h. t. et tilfældigt omdrejningspunkt må nemlig være lig med summen af de to deles momenter m. h. t. samme punkt.



I figuren viser A og B de to deles tyngdepunkter. Det samlede legemes tyngdepunkt C må ligge et sted på den rette linie, som forbinder A og B.

Kaldes delenes vægt A og B, må den samlede vægt være A + B. Og vælger man A som omdrejningspunkt, må det samlede legemes moment være $(A + B) \cdot a$, mens de to deles momenter er:

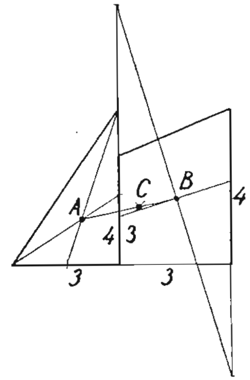
$A \cdot 0 = 0$ og
$B \cdot (a + b)$.

Man får altså formlen $(A + B) \cdot a = B \cdot (a + b)$

$$a = \frac{B}{A + B} \cdot (a + b).$$

(På tilsvarende måde kan man finde $b = \frac{A}{A + B} \cdot (a + b)$.)

Når man skal finde tyngdepunktet for en tynd plade ved hjælp af momentberegning, bruger man ikke vægtmomentet (altså kraft gange arm), men derimod arealets moment (d. v. s. areal gange arm).



Eks.: På figuren er vist et areal bestående af en trekant og et trapez. Man skal finde det samlede areals tyngdepunkt. De to deles tyngdepunkter bestemmes lettest ved konstruktion som vist.

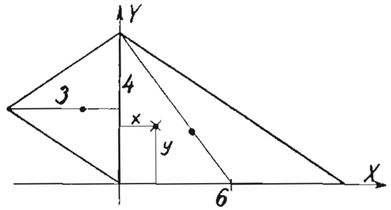
De to tyngdepunkter forbindes med en ret linie, hvis længde på tegningen måles til 2,6 cm.

De to arealer er: $A = \frac{1}{2} \cdot 3 \cdot 4 = 6.$

$B = \frac{1}{2} \cdot (3 + 4) \cdot 3 = 10{,}5.$

Man har så: $a = \frac{B}{A + B} \cdot (a + b) = \frac{10{,}5}{16{,}5} \cdot 2{,}6 = 1{,}656$ cm.

Dette mål afsættes fra A til C, hvis beliggenhed dermed er bestemt.



Den næste figur viser et andet eksempel. Man vil finde det samlede tyngdepunkts beliggenhed i forhold til de to linier mærket X og Y (X-aksen og Y-aksen) og vil udelukkende bruge beregning. De to søgte tyngdepunktsafstande kaldes x og y.

Den venstre del af figuren er en trekant med arealet $\frac{1}{2} \cdot 3 \cdot 4 = 6$. Dens tyngdepunkt må ligge i afstanden 2 over X-aksen og 1 ($\frac{1}{3}$ af højden) til venstre for Y-aksen.

Den højre del af figuren er en trekant med arealet $\frac{1}{2} \cdot 4 \cdot 6 = 12$. Dens tyngdepunkt må ligge i afstanden $1\frac{1}{3}$ over X-aksen og 2 til højre for Y-aksen.

I stedet for at finde momenterne m. h. t. et punkt, finder man dem m. h. t. en ret linie.*) Først findes momenterne m. h. t. Y-aksen.

$x \cdot 18 = 2 \cdot 12 - 1 \cdot 6$ (Den venstre dels moment skal trækkes fra, fordi det virker på den anden side af Y-aksen.)
$18x = 18$
$x = \underline{1.}$

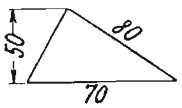
*) At man kan gøre dette, indses idet man tænker sig en plade som den afbildede anbragt vandret ovenpå en skarp kant (f. eks. Y-aksen).

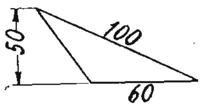
Derpå findes momenterne m. h. t. X-aksen:

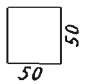
$$y \cdot 18 = 2 \cdot 6 + 1\tfrac{1}{3} \cdot 12$$
$$y \cdot 18 = 12 + 16$$
$$y \cdot 18 = 28$$
$$y = \tfrac{28}{18}$$
$$y = 1\tfrac{5}{9} = \underline{1{,}556.}$$

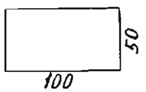
Opgaver:

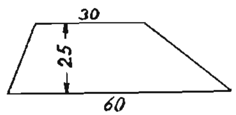
Tegn figurerne og find deres tyngdepunkts beliggenhed samt arealerne (alle ubenævnte måltal er mm):

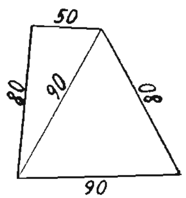
95) 

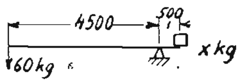
96) 

97) 

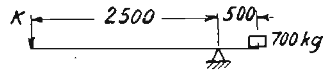
98) 

99) 

100) 

101) 

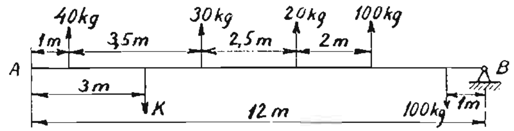
Hvor stor en vægt (x kg) kan løftes med den viste løftestang, når man i venstre side trykker nedad med kraften 60 kg?

102) 

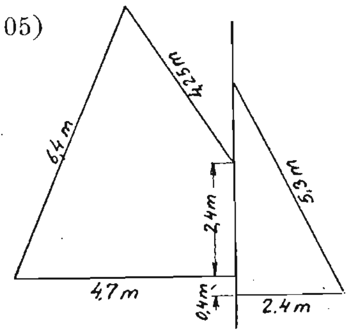
En byrde B = 700 kg skal løftes med den viste løftestang. Find den nødvendige kraft (K kg) i stangens anden ende.

103) I en båd anbringes en vægt A = 20 kg 0,85 m agten for midten og en anden vægt B = 30 kg 1,35 m agten for midten. Båden kan tænkes at vippe omkring middelspantet. En tredie vægt C = 70 kg skal derfor placeres således, at den skaffer balance med A og B omkring middelspantet.

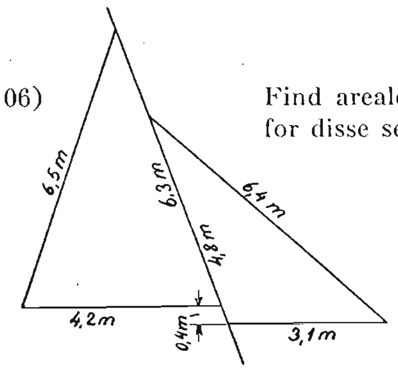
104) Hvor stor skal kraften K være, for at armen AB er i ligevægt omkring drejningspunktet B?



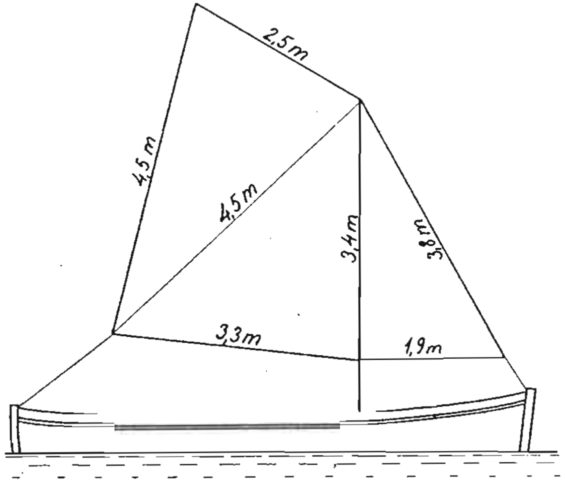
(særlige sejl-opgaver):

105) 

Find arealet af de viste sejl samt beliggenheden af hvert sejls tyngdepunkt og af det samlede areals tyngdepunkt.
Den enkelte sejlflades tyngdepunkt kaldes sejlcentret S, og den samlede sejlflades tyngdepunkt kaldes det samlede sejlcentrum (betegnes med S i en cirkel).

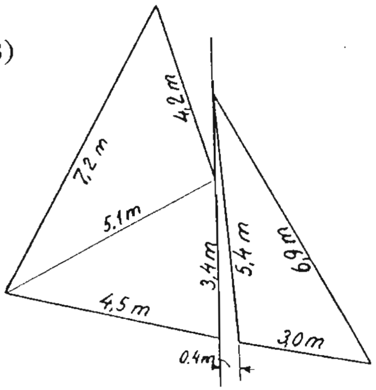
106) 

Find arealer og tyngdepunktsbeliggenhed for disse sejl:



107) Tegn skitsen i skala 1:50 og find areal og samlet sejlcentrum.

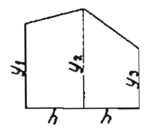
108)



Find arealer, tyngdepunkter og sejlcentrum.
Denne rig skal erstattes med en Bermudarig med samme areal og sejlcentrum i langskibs retning. Fokken bibeholdes uændret. (D. v. s. det firkantede sejl agter skal erstattes med et trekantet storsejl med samme areal og tyngdepunktsbeliggenhed).
Det nye sejls underkant skal have samme beliggenhed som det gamles.

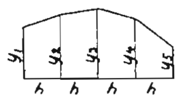
Arealberegning II.

Den viste figur består af to trapezer med samme grundlinie og de parallelle sider henholdsvis y_1 og y_2 samt y_2 og y_3. Det samlede areal er derfor lig summen af de to trapezers arealer:



$$\begin{aligned} A &= \tfrac{1}{2}(y_1 + y_2)h + \tfrac{1}{2}(y_2 + y_3)h. \\ &= \tfrac{1}{2}(y_1 + y_2 + y_2 + y_3)h. \\ &= \tfrac{1}{2}(y_1 + 2y_2 + y_3)h. \\ &= (\tfrac{1}{2}y_1 + y_2 + \tfrac{1}{2}y_3) \cdot h. \end{aligned}$$

Eks.: Er på figuren $y_1 = 2{,}5$ cm,
$y_2 = 3{,}5$ cm,
$y_3 = 1{,}5$ cm og
$h = 3$ cm,
bliver $A = (\tfrac{1}{2} \cdot 2{,}5 + 3{,}5 + \tfrac{1}{2} \cdot 1{,}5) \cdot 3 = 5{,}5 \cdot 3 = \underline{16{,}5\ \text{cm}^2}$.



Trapezformlen kan udvides til at omfatte et hvilket som helst antal trapezer, som er anbragt ved siden af hinanden og stadig har samme grundlinie.

Det samlede areal af den viste figur er lig med summen af fire trapezers areal, altså:

$$A = \tfrac{1}{2}(y_1 + y_2)h + \tfrac{1}{2}(y_2 + y_3)h + \tfrac{1}{2}(y_3 + y_4)h + \tfrac{1}{2}(y_4 + y_5)h = \underline{(\tfrac{1}{2}y_1 + y_2 + y_3 + y_4 + \tfrac{1}{2}y_5) \cdot h.}$$

De lodrette sider (y) kaldes ordinater og de vandrette mellemrum mellem dem (h) intervaller.

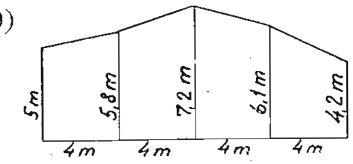
Man ser, at *trapezformlen* siger, at arealet kan findes som intervallet gange den halve sum af den første og sidste ordinat samt summen af de øvrige ordinater.

Eks.: $y_1 = 4$ cm $\qquad h = 3$ cm
$y_2 = 5$ cm
$y_3 = 5{,}5$ cm
$y_4 = 4{,}7$ cm
$y_5 = 2{,}4$ cm
$A = (\tfrac{1}{2} \cdot 4 + 5 + 5{,}5 + 4{,}7 + \tfrac{1}{2} \cdot 2{,}4) \cdot 3 = 18{,}4 \cdot 3 = \underline{55{,}2\ \text{cm}^2}$.

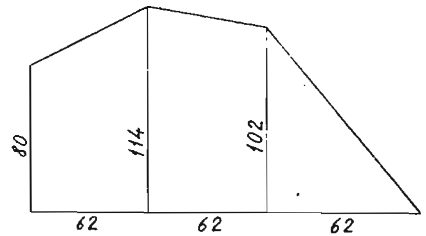
Opgaver:

Find ved hjælp af trapezformlen følgende figurers arealer:

109)



110) Målene er mm.



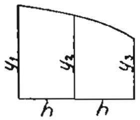
Hvis afstanden (intervallet) mellem ordinaterne er ganske lille, vil trapezformlen tilnærmelsesvis give det rigtige areal, selv om figurens øverste kant ikke er en brudt, ret linie, men en jævnt forløbende kurve.

Trapezformlen bruges hyppigt ved arealberegninger, hvor der kke kræves alt for stor nøjagtighed.

Simpsons Regel.

Der findes 3 Simpson-regler; men den her gennemgåede (Simpsons første regel) er den almindeligst brugte.

Simpsons første regel er en formel, som på lignende måde som trapezformlen bruges til beregning af arealet af en figur, som foroven begrænses af en jævnt forløbende kurve. Simpsons første regel er matematisk udledt under den forudsætning, at denne kurve er en parabel (og ikke som ved trapezformlen en brudt, ret linie). Men selv om kurven ikke nøjagtigt følger parabelformen, giver reglen almindeligvis alligevel et forholdsvis nøjagtigt resultat, og den bruges derfor i udstrakt grad ved skibsberegninger. Nøjagtigheden blever selvsagt større, når intervallet h vælges lille.



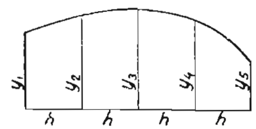
Arealet af den viste figur er ifølge Simpsons første regel:

$$A = \tfrac{1}{3} \cdot h \cdot (y_1 + 4y_2 + y_3).$$

Eks.: Er $y_1 = 2{,}5$ cm, $y_2 = 3{,}5$, cm, $y_3 = 1{,}5$ cm, og intervallet $h = 3$ cm, fås $A = \frac{1}{3} \cdot 3 \cdot (2{,}5 + 4 \cdot 3{,}5 + 1{,}5) = \underline{18 \text{ cm}^2}$.
Havde man brugt trapezformlen, vilde det fundne areal blive lidt for småt, fordi kurven på figuren er opadhvælvet:
$A = (\frac{1}{2} \cdot 2{,}5 + 3{,}5 + \frac{1}{2} \cdot 1{,}5) \cdot 3 = 5{,}5 \cdot 3 = 16{,}5 \text{ cm}^2$.

Simpsons regel kan udvides til at gælde for arealet af en figur med et vilkårligt *ulige* antal ordinater med konstant interval.

Vil man bruge Simpsons regel, skal arealet altså deles et lige antal gange, så at man får et ulige antal ordinater. I praksis bruger man ofte at dele arealet i 10 dele (altså med 11 ordinater).



Den viste figur med 5 ordinater kan tænkes delt i to figurer med hver 3 ordinater, og man får:

$$A = \tfrac{1}{3} \cdot h \cdot (y_1 + 4y_2 + y_3) + \tfrac{1}{3} \cdot h \cdot (y_3 + 4y_4 + y_5) =$$
$$\underline{\tfrac{1}{3} \cdot h \cdot (y_1 + 4y_2 + 2y_3 + 4y_4 + y_5)}.$$

Eks.: $y_1 = 4$ cm $\quad h = 3$ cm
$y_2 = 5$ cm
$y_3 = 5{,}5$ cm
$y_4 = 4{,}7$ cm
$y_5 = 2{,}4$ cm
$A = \frac{1}{3} \cdot 3 \cdot (4 + 4 \cdot 5 + 2 \cdot 5{,}5 + 4 \cdot 4{,}7 + 2{,}4) =$
$4 + 20 + 11 + 18{,}8 + 2{,}4 = \underline{56{,}2 \text{ cm}^2}$

For en figur med 7 ordinater kan Simpsons første regel på tilsvarende måde findes, og formlen bliver da:

$A = \frac{1}{3} \cdot h \cdot (y_1 + 4y_2 + 2y_3 + 4y_4 + 2y_5 + 4y_6 + y_7)$.

Man ser, at formlen kan skrives som $\frac{1}{3} \cdot h \cdot (y_1 + 4y_2 + 2y_3 + \ldots + 2y_{17} + 4y_{18} + y_{19})$.

Simpsons regel bruges som nævnt overordentlig meget ved skibsberegninger. F. eks. er vandlinie- og spanteplaner netop sådanne figurer, som begrænses af en krum linie, og deres arealer findes derfor ved brug af de nævnte formler. Vandlinieplaner er vandrette og spanteplaner lodrette snit gennem skibet. Ved areal-beregningen nøjes man med at betragte arealet på den ene side af skibets langskibs midterplan og ganger derefter med 2 for at få det samlede areal, idet skibet er symmetrisk om centerplanet.

Ved disse beregninger opstiller man i praksis altid en tabel som vist her nedenfor, — selv om der er nok så få ordinater.

Faktorerne til de enkelte ordinater (altså de tal, som de enkelte ordinater ifølge formlen skal ganges med) kåldes *Simpsons faktorer*, og det fremgår af det foregående, at de har følgende værdier:

3 ordinater: 1 - 4 - 1

5 ordinater: 1 - 4 - 2 - 4 - 1

7 ordinater: 1 - 4 - 2 - 4 - 2 - 4 - 1

9 ordinater: 1 - 4 - 2 - 4 - 2 - 4 - 2 - 4 - 1

11 ordinater: 1 - 4 - 2 - 4 - 2 - 4 - 2 - 4 - 2 - 4 - 1.

Faktoren udenfor parentesen er stadig $\frac{1}{3} \cdot h$.

Udregningen af arealet sker i praksis i tabelform som vist:

En Figur tænkes delt med 7 ordinater: 4, 5, 5,5, 4,7, 3,4, 2 og 1 cm og med intervallet 3 cm. Arealet findes da ved følgende opstilling:

Ordinat nr.	Ordinat længde cm	S. f.	Produkt
1	4,0	1	4,0
2	5,0	4	20,0
3	5,5	2	11,0
4	4,7	4	18,8
5	3,4	2	6,8
6	2,0	4	8,0
7	1,0	1	1,0
			69,6

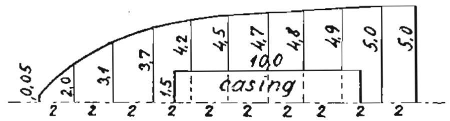
$A = \frac{1}{3} \cdot 3 \cdot 69{,}6$
$= \underline{69{,}6 \text{ cm}^2}$

Opgaver:

111) Find ved hjælp af Simpsons regel arealet af et rør, som er 4,8 m højt. Det er delt i 4 lige brede dele, således at man får ordinaterne 0,15, 1,5, 1,6, 1,4 og 0,6 m.

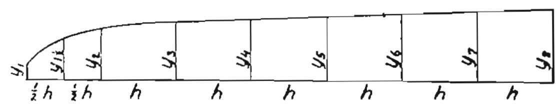
112) Find arealet af et skod, som er 3,6 m højt. Det halve skod er delt i 6 lige brede dele, og derved fås ordinaterne 1,5, 2,0, 2,7, 3,5, 4,3, 4,8 og 5,0 m. (Husk at gange det halve skods areal med 2.)

113) Find arealet af det dæk, hvoraf halvdelen er vist. Alle mål er meter. Casingens areal trækkes fra til slut.
Hvor mange løbende meter 130 mm brede dæksplanker medgår til beklædningen?



Ofte er kurven særlig krum ved enderne af figuren, og man indlægger så, når man skal bruge Simpsons regel, en ekstra ordinat midt imellem den første og anden normale ordinat (eventuelt for begge ender). Derved opnås et nøjagtigere resultat. Intervallet bliver ved de ekstra ordinater det halve af det normale, og disse ekstra ordinater kaldes derfor ofte i praksis (noget misvisende) »halve ordinater«.

I nedenstående figur er indtegnet en ekstra ordinat til venstre.

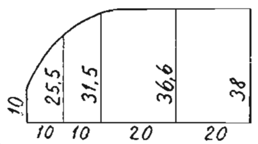


Man kan dele figuren i to arealer, nemlig det der begrænses af y_1 og y_2 og det der begrænses af y_2 og y_8 — altså et areal med 3 ordinater plus et med 7 ordinater.

Ifølge Simpsons 1. regel får man:

$$A = \frac{1}{3} \cdot \frac{1}{2}h \cdot (y_1 + 4y_{1\frac{1}{2}} + y_2) +$$
$$\frac{1}{3} \cdot h \cdot (y_2 + 4y_3 + 2y_4 + 4y_5 + 2y_6 + 4y_7 + y_8) =$$
$$\underline{\frac{1}{3} \cdot h \cdot (\tfrac{1}{2}y_1 + 2y_{1\frac{1}{2}} + 1\tfrac{1}{2} \cdot y_2 + 4y_3 + 2y_4 + 4y_5 + 2y_6 + 4y_7 + y_8)}.$$

I stedet for de oprindelige simpsonfaktorer: 1 - 4 - 2 - 4 - 2 - 4 - 2 - 4 - 1 (hvis der havde været *ni* ordinater med normalt interval), får man altså nu faktorerne: $\frac{1}{2}$ - 2 - $1\frac{1}{2}$ - 4 - 2 - 4 - 2 - 4 - 1.



Eks.: Alle mål er cm.
Iflg. reglen er Simpsons faktorer ved 5 ordinater med normalt interval. 1-4-2-4-1. Her bliver de: $\frac{1}{2}$-2-$1\frac{1}{2}$-4-1, og arealet findes således:

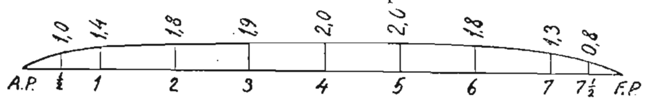
Ordinat nr.	Ordinat længde	S.f.	Produkt
1	10,0	$\frac{1}{2}$	5,00
$1\frac{1}{2}$	25,5	2	51,00
2	31,5	$1\frac{1}{2}$	47,25
3	36,6	4	146,40
4	38,0	1	38,00
			287,65

$A = \frac{1}{3} \cdot 20 \cdot 287,65$
$= \underline{1917,7 \text{ cm}^2}$

Opgaver:

114) I en figur som ovenstående er ordinaterne 1,5, 3,0, 3,2, 3,0 og 2,6 m, mens det normale interval er h = 3,0 m. Find arealet.

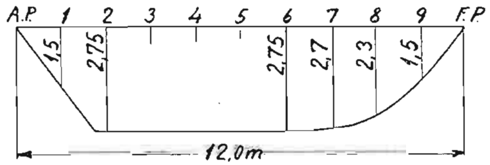
115) På figuren er vist det halve af et vandlinieplan. Ordinaterne er mærket med spantenumrene mellem A. F. og F. P. (agterste og forreste perpendikulær). Målene er meter. Normal afstand mellem konstruktionsspanterne er her 5 m.



Find arealet af vandlinieplanet (husk at gange med 2). Ifølge Simpsons regel er faktorerne: $\frac{1}{2}$-2-$1\frac{1}{2}$-4-2-4-2-4-$1\frac{1}{2}$-2-$\frac{1}{2}$.

Ved et skibs *lateralplan* forstås dets langskibs diametralplan (midterplan) under vandlinien. Lateralplanet står altså vinkelret på både spanteplaner og vandlinieplaner.

116) På nedenstående figur er vist en båds lateralplan. Find dettes areal, når bådens længde fra A. P. til F. P. er 12,0 m.

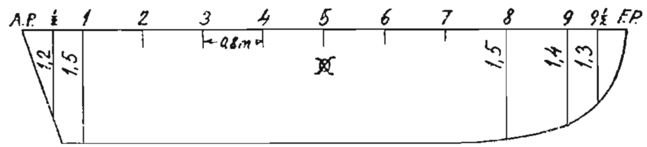


Tyngdepunktsberegning II.

Under tyngdepunktsberegning I blev gennemgået, hvordan man kunde finde et areals tyngdepunkt ved hjælp af momentberegning, når man var i stand til at opdele arealet i mindre figurer, hvis areal og tyngdepunkt kunne findes.

I praksis beskæftiger man sig ofte med arealer af udseende som de i det foregående viste vandlinieplaner, spanteplaner, lateralplaner ect. Man finder da tyngdepunktsafstanden ved hjælp af momentberegning med Simpsons faktorer, og opstillingen foretages i tabelform som vist her:

Eks.: Find det viste lateralplans areal og tyngdepunktets (lateralcentrets) beliggenhed i langskibs retning.



Ordinat nr.	Ordinat længde m	S.f.	Produkt f. areal	Arm f. tyngdepkt.moment om m	Tyngdepunktsmoment	
0	0	$\frac{1}{2}$	0	4,0		
$\frac{1}{2}$	1,2	2	2,40	3,6	8,64	
1	1,5	$1\frac{1}{2}$	2,25	3,2	7,20	
2	1,5	4	6,00	2,4	14,40	
3	1,5	2	3,00	1,6	4,80	
4	1,5	4	6,00	0,8	4,80	39,84
5	1,5	2	3,00	0	0	
6	1,5	4	6,00	0,8	4,80	
7	1,5	2	3,00	1,6	4,80	
8	1,5	4	6,00	2,4	14,40	
9	1,4	$1\frac{1}{2}$	2,10	3,2	6,72	
$9\frac{1}{2}$	1,3	2	2,60	3,6	9,36	40,08
10	0	$\frac{1}{2}$	0	4,0	0	
			42,35			

Udregningen i de fire første kolonner er arealudregningen som tidligere gennemgået. Arealet findes som

$$A = \tfrac{1}{3} \cdot 0{,}8 \cdot 42{,}35 = \underline{11{,}29\ m^2}.$$

Tyngdepunktets langskibs beliggenhed findes ved, at man opsummerer arealmomenterne m. h. t. middelspantet, d. v. s. ordinat nr. 5. Det ses, at i ovenstående eksempel bliver summen af momenterne foran m. sp. 40,08 og agten for m. sp. 39,84. Det resulterende moment, 40,08 — 39,84 = 0,24, virker altså foran middelspantet.

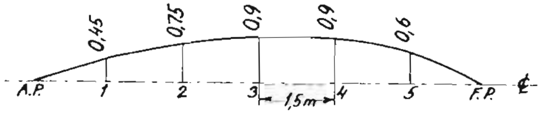
Kaldes tyngdepunktsafstanden foran m. sp. for ⊙ (læses: nulprik) må man have:

$$11{,}29 \cdot \odot = 0{,}24$$

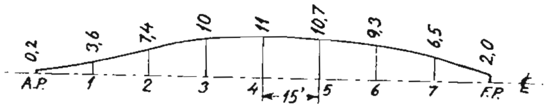
$$\odot = \frac{0{,}24}{11{,}29} = \underline{0{,}022\ m.}$$

Find følgende figurers areal og tyngdepunktets beliggenhed i længderetningen: (Hvor figuren er et halvt V. L. areal el. lign. ganges med 2).

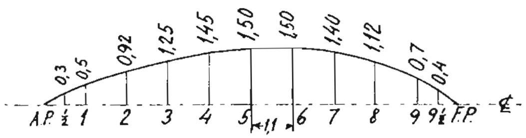
117) Alle mål er i meter.



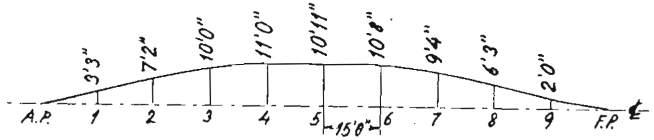
118) Alle mål er i feet.



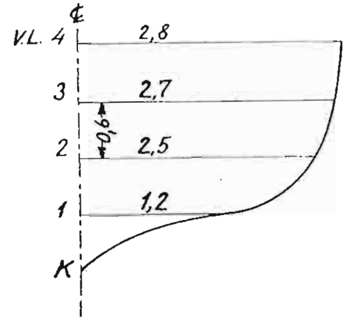
119) Alle mål er i meter.



120) Alle mål er i feet og ins.



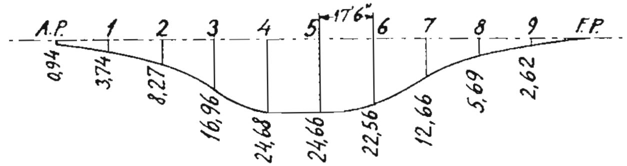
121)



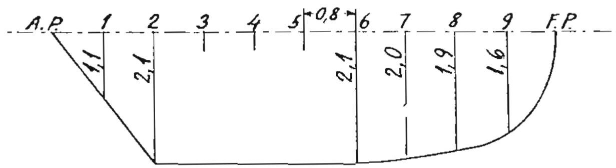
Find spantearealet (husk at gange med 2) og find tyngdepunktets højde over kølen (KB). Alle mål er i meter.

Udskær en kartonmodel af spantet og kontroler ved dens hjælp tyngdepunktets beliggenhed.

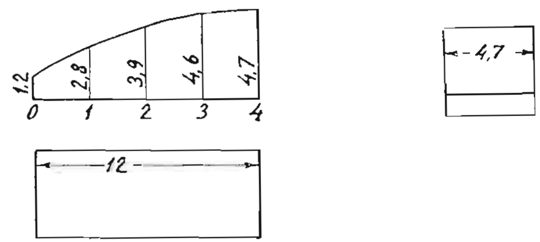
122) Alle mål i ft.



123) Afmærk sejlcentret, som skal ligge 1,5 % (af afstanden fra l. c. til f. p.) foran lateralcentret.
Alle mål er i meter.



124) Find rumfanget af den viste vingetank. Alle mål er feet.
Find tyngdepunktets beliggenhed.
Tanken fyldes med olie af vægtfylden 0,70.
Hvor mange kg olie kan tanken rumme?



Vægtberegning.

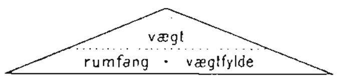
Ved vægtberegninger er man herhjemme stort set gået over til at bruge metriske mål. Dog bruger man endnu engelske mål til beregning af engelsk og amerikansk stålmateriales vægt (fordi det i kataloger og prislister er opført i engelsk mål); men ofte omsætter man slutresultatet til kg eller t.

Ved et stofs *vægtfylde* forstår man vægten pr. rumenhed, d. v. s. t/m³, kg/l (kg/dm³) eller g/cm³. Hyppigst bruger man i praksis enhederne kg og dm³.

Ferskvands vægtfylde er 1, mens havvandets vægtfylde er lidt større, f. eks. i Øresund 1,006 og i vesterhavet 1,025.

(Ved brug af engelske mål regner man, at der går 35 cub.ft. saltvand eller 36 cub.ft. ferskvand til en engelsk ton, som er 1,016 metrisk ton, altså 1016 kg. — For at skelne mellem de to nævnte enheder skriver man metriske tons som t, men engelske tons som ts).

Hvis man i nedenstående figur sætter fingeren på den søgte størrelse, kan man aflæse formlen for beregningen af den:



Eks.: Et massivt legeme har rumfanget 3,2 m³ og vægtfylden 1,5. Dets vægt er så $3{,}2 \cdot 1{,}5 = \underline{4{,}8\ t}$.

Et andet legeme vejer 85 kg og har vægtfylden 8,5. Dets rumfang er så $\frac{85}{8{,}5} = 10$ liter $= \underline{10\ dm^3}$.

Et tredie legeme vejer 760 g og fylder 190 cm³. Dets vægtfylde er så $\frac{760}{190} = \underline{4{,}0}$.

Opgaver.

125) En plade er 10 mm tyk, 1,25 m bred og 4,8 m lang. Vægtfylden er 7,85.
Find vægten.

126) En massiv jernkugle med vægtfylde 7,2 har diameteren 10".
Find vægten.

127) Som kontravægt på en balancearm skal bruges 180 kg støbejern af vægtfylde 7,2.
Hvor meget fylder det?

128) En blok egetræ måler 14" · 16" · 7'3" og vejer 230 kg.
Find vægtfylden.

(*Særlige stål-opgaver*):

129) Et T-jern, profil nr. 18/18, har tværsnitsarealet 61,7 cm² og vægtfylden 7,85.
Find vægten pr. løbende meter.

130) Et 7'0" langt bulbjern har tværsnitsarealet 24,8 sq.ins. og vægtfylden 7,85.
Hvor mange kg vejer det?

131) En støbejernsplade med vægtfylde 7,2 har dimensionerne 3" · 2'0" · 3'6".
Hvad vejer den?

132) Man køber 1000 m 5 mm Ø kobbertråd til 2,16 kr./kg. Dens vægtfylde er 8,9.
Find den samlede pris.

133) En kran-støbeske kan rumme 2208 kg flydende jern med vægtfylden 6,9.
Hvor stort er rumfanget?

134) En bly-køl er 6'9" lang og 1'3" høj. Kølen er rektangulær, og vægtfylden er 11,4. Kølen skal veje 375 kg.
Hvor tyk skal den være?

135) En cylindrisk, lukket tank med diameter 2'0" og længde 5'8" udføres af 5 mm plade med vægtfylden 7,85.
Find vægten af den tomme tank.

136) I sammensat profil er kroppladens tværsnit 8 · 380 mm, og de fire påsatte vinkeljern har hver tværsnittet 25,1 cm².
Vægtfylden er 7,85.
Find vægten pr. løbende meter.

137) En tom ferskvandstank vejer 750 kg. Fyldt med vand vejer den 2500 kg.
Hvor mange m³ vand kan den rumme?

Er *plade*materialets vægtfylde 7,85 (som det oftest er tilfældet), kan man let opstille en tabel som nedenstående over stålpladens vægt pr. m^2.

En 2 mm plade har pr. m^2 rumfanget $0{,}02 \cdot 100 = 2\ dm^3$.
En 4 mm plade har 4 dm^3/m^2.
En 8 mm plade har 8 dm^3/m^2.
O. s. v.

En 2 mm plade må derfor have vægten $2 \cdot 7{,}85 = 15{,}7\ kg/m^2$.
En 4 mm plade må veje $4 \cdot 7{,}85 = 31{,}4\ kg/m^2$.
En 8 mm plade må veje $8 \cdot 7{,}85 = 62{,}8\ kg/m^2$.
O. s. v.

Plade-tykkelse i mm:	Vægt i kg/m^2:
2	15,7
4	31,4
5	39,25
6	47,1
8	62,8
10	78,5
12	94,2
14	109,9
15	117,75
16	125,6
18	141,3
20	157,0
22	172,7
24	188,4
25	196,25

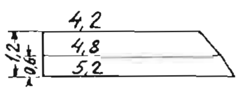
Om det ønskes, kan man let opstile en lignende tabel for pladetykkelser i tommer, idet tykkelsen så blot omregnes til mm og ganges med 7,85.

Har man en sådan tabel ved hånden, kan man ved udregning af en plades vægt nøjes med at finde plade-arealet i m^2 og gange dette med det i tabellen givne tal.

Brug tabellen ved løsning af nedenstående opgaver:

138) En 22 mm plade er 1,44 m bred og 8,2 m lang.
Find vægten.

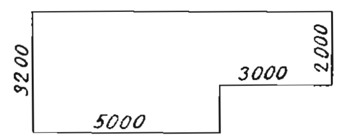
139) En 8 mm trekantet plade har grundlinien 1,82 m og højden 92 cm.
Find vægten.



140) En 12 mm plade har den på skitsen viste form. (Mål i meter).
Find vægten.

141) En 15 mm trapezformet plade har højden 1,24 m og de parallelle sider 6,5 m og 7,5 m.
Find vægten.

142) En bundstok udføres af 10 mm jernplade. Den har form som et trapez med højden 90 cm og de paralelle sider 6,4 m og 7,2 m.
Find vægten.



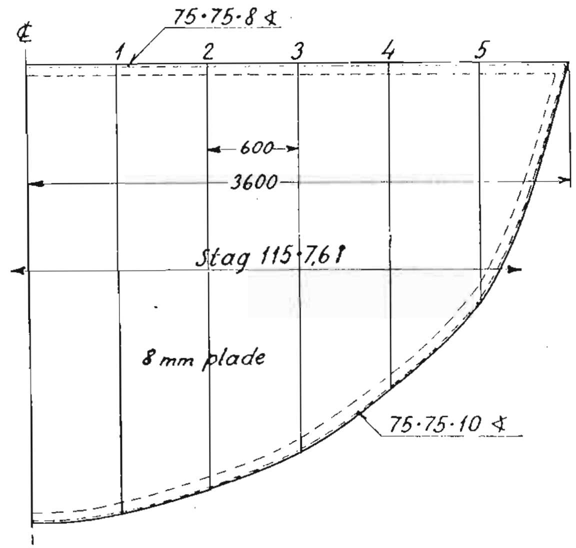
143) En 12 mm plade har form som vist på skitsen. (Mål i mm).
Find vægten.

144) En vandkasse af 6 mm jernplade har den indvendige højde 1,8 m, og dens grundflade er et rektangel med siderne 3,2 m og 4,25 m. Kassen har 6 sider.
Find den tomme vandkasses vægt.

145) En cylindrisk sanitærtank laves af 6 mm jernplade. Dens indvendige diameter er 2,4 m og højden 1,85 m.
Find vægten af den tomme tank.
Find vægten af tanken fyldt med ferskvand.

146) På skitsen er vist halvdelen af et svejst skod. Længden af stagene er: CL = 3050. 1 = 3000, 2 = 2850, 3 = 2600, 4 = 2100 og 5 = 1600 mm.
Find ved hjælp af Simpsons regel hele skoddets areal.

Længden af vinklen mod skibssiden er fra køl til dæk (udfoldet) 4700 mm.
Bulbstagene 115 · 7,6 mm vejer 9,63 kg/m,
vinkeljernet 75 · 75 · 10 m vejer 10,67 kg/m,
og vinkeljernet 75 · 75 · 8 mm vejer 8,99 kg/m.
Find totalvægten af skoddet.



(*Særlige træ-opgaver*):

147) En 2" · 6" · 3'6" planke af fyr har vægtfylden 0,54.
Find vægten.

148) Et 36'0" langt og 18'4" bredt dæk beklædes med 2" planker af Oregon Pine, som har vægtfylden 0,75.
Find dæksbeklædningens vægt.

149) Til et kølknæ bruges en 10" · 22" · 14'6" egeblok med vægtfylden 0,72.
Hvor meget vejer egeblokken?

150) En mand skal løfte en 2 m lang 6" · 13" bjælke af gran med vægtfylden 0,45.
Hvor mange kg skal han løfte?

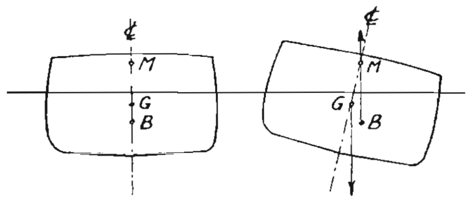
Flydeberegning.

Ved flydeberegninger bruger man *Arkimedes' lov*, som siger, at *når et legeme nedsænkes i en vædske, påvirkes det af en opdrift, som er lig med vægten af det fortrængte rumfang vædske.*

Når et skib flyder på vandet, er skibets totalvægt altså lig med vægten af den fortrængte vandmængde. (Er totalvægten større, vil skibet synke dybere, er totalvægten mindre, vil skibet lette sig). Man siger, at vandet virker med en vis opdrift på skibet. Tyngdekraften virker på skibet med en størrelse, som er lig med totalvægten, og den kan tænkes samlet i tyngdepunktet G.

Opdriften er lig med den fortrængte vandmængdes vægt (deplacementsvægten) og kan tænkes samlet i eet punkt, opdriftcentret B.

Opdriftcentret B må ligge i samme lodrette linie som skibets tyngdepunkt G, hvis skibet skal bibeholde sin stilling i vandet.

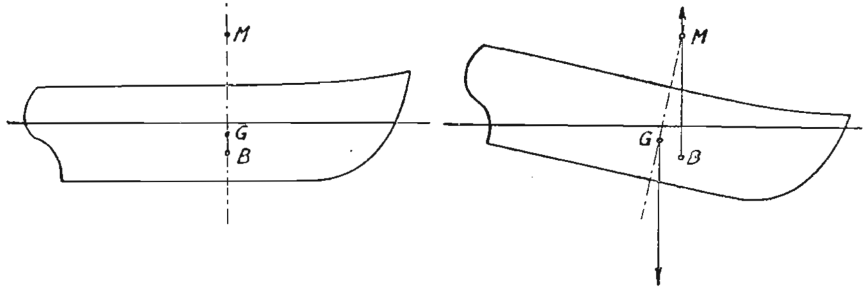


Hvis skibet af en eller anden grund krænger, vil det som vist på figuren rejse sig igen, fordi tyngdekraften i G og opdriften i B sammen danner et moment, som drejer skibet tilbage til normal stilling. (Skæringspunktet M kaldes metacentret).

Hvis G M er lille (d. v. s. at G og B ligger tæt ved hinanden), vil opretningsmomentet være lille, og skibet får derfor lange og bløde rulningsbevægelser. Hvis G M er stor (d. v. s. at G ligger langt fra B), bliver opretningsmomentet stort, og skibet får derfor korte, men hårdere rulningsbevægelser. Ofte er G M i almindelige handelsskibe ca. 0,5 m.

Beliggenheden af tyngdepunktet G beregnes ved projekteringen omtrentligt, og med det færdige skib foretages så til sin tid krængningsforsøg til den endelige bestemmelse. (Man flytter nogle vægte fra borde til borde og fra for til agter og kan ud fra krængningsvinklen beregne G's nøjagtige beliggenhed).

I langskibsretning kan forholdene se ud som vist på denne skitse:



(I virkeligheden påvirkes skibet af flere kræfter end dem, som kan tænkes samlet i G og B, f. eks. vindtryk på sejl eller overbygninger, kræfter fra vandets bevægelse o. m. a.).

Deplacement betyder fortrængning. Et skibs deplacement angiver, hvor meget vand skibet fortrænger. Deplacementet kan derfor angives som et rumfang målt i m^3 eller cub.ft. Ofte angives det dog som en vægt (man kalder det undertiden deplacementets vægt) og måles da i t eller ts. Opdriften er altså lig med deplacementsvægten og virker i opdriftscentret B.

Trækker man fra deplacementsvægten selve skibets vægt, får man dødvægten (t d. w. eller ts. d. w.), d. v. s. hvad skibet kan bære. Men dødvægtstonnagen er større end den egentlige fragtvægt, idet den foruden lasten omfatter vægt af mandskab, brændsel, stores etc.*)

(**Register**tonnagen måles i bruttotons (BRT) og nettotons (NRT). Den er intet vægtmål, men angiver størrelsen af skibets lukkede rum m. m. og er af betydning som udtryk for skibets nyttige rumfang samt ved udregning af havneudgifter o. lign. En registerton = 100 cub.ft. = 2,83 m^3. At denne måleenhed kaldes ton kommer af, at den oprindelig angav rumfanget af de tønder, hvori man fragtede vin fra Frankrig o. a. st.).

*) Et skibs vægt, deplacement, egenvægt og dødvægt, opgives efter gammel skik i engelske tons. Da de største søfarende nationer, Storbritanien og U. S. A., udelukkende bruger dette, vil der rimeligvis gå endnu en lang årrække, inden metersystemet trænger igennem på dette område.

En jolle kan have et deplacement på en brøkdel af en ton.

Skoleskibet »Georg Stage« (42 m længde, 8,5 m bredde og 3,75 m dybgående) har bruttotonnagen 298 BRT.

Englandsbåden m/s »Kronprins Frederik« (1946. Hovedmålene: Længde mellem perpendikulærer Lpp = 348'6" = 106,1 m, moulded bredde (d. v. s. bredden målt på spanternes yderkant) B_{moulded} = 49'9" = 15,2 m og dybgående d = 18'6" = 5,6 m) har deplacementet 5150 ts = 5232 t. Fuldt lastet fortrænger den altså 5232 t vand eller $\frac{5232}{1{,}025}$ = ca. 5100 m^3 saltvand. Den har bæreevnen 1650 ts. d. w. = 1676 t d. w. Registertonnagen. er 3895 BRT = ca. 11000 m^3 og 2280 NRT = ca. 6450 m^3. Farten er ca. 21 knob.

Atlanterhavslineren »Queen Elizabeth« (1939. 314,5 m længde, 36,0 m bredde) har 85000 BRT og ca. 70000 ts. d. w. Hver af dens 4 skruer vejer ca. 32 t, og det ca. 200000 hk maskineri giver farten ca. 31 knob.

Tænker man sig skibet omgivet af en kasse med L, B og d som dimensioner, fås et vist rumfang fortrængt vand. Forholdet mellem skibets deplacement og den omskrevne kasses rumfang kaldes *blokkoefficienten* (fyldighedskoefficient, finhedskoefficient). Den er et udtryk for, hvor buttet skibet er og er af stor betydning. En for lille blokkoefficient betyder, at skibet får for lille nyttigt rumfang, mens en for stor blokkoefficient betyder, at skibet gør for stor en modstand mod fremdrivning og derfor får for ringe fart. Koefficienten varierer mellem ca. 0,4 for meget slanke skibe som torpedojagere og yachter og ca. 0,8 for fyldige skibe som langsomtgående handelsskibe.

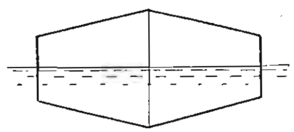
Med de ovenfor nævnte dimensioner på »Kronprins Frederik« fås den omskrevne kasses rumfang til 106,1 · 15,2 · 5,6 = ca. 9030 m^3. Blokkoefficienten er altså $\frac{5100}{9030} = \underline{0{,}565}$.

Deplacementet i m^3 eller cub.ft. udregnes i praksis på den måde, at man tegner en kurve omtrent som lateralplanet; men i stedet for at bruge dybtgåendet som ordinater, bruger man de pågældende spantearealer. Når man derefter som ved beregningen af lateralkurvens areal bruger Simpsons faktorer på *spante-arealkurven* finder man deplacementets rumfang.

Opgaver.

151) En båds lette vandliniearel er 5,5 m^2. Dette areal regnes uforandret, når der lægges 110 kg i båden, som flyder i ferskvand. Hvor mange cm synker båden, når vægten bringes om bord?

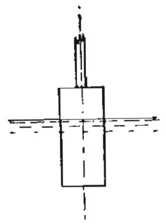
152) En anden båds flyde-vandliniearcal er 6 m². Den får 3 cm større dybgang, når en bestemt vægt bringes om bord.
Find denne vægt.



153) En ialt 6 m lang bøje med diameteren d = 1,7 m i hver endeflade og D = 3,2 m på midten flyder som vist med CL (centerlinien) i vandlinien. Vandets vægtfylde er 1,0.
Find bøjens vægt.
(Se formlen for keglestubbens rumfang på side 15).

154) En 10 m lang træmast med middeldiameteren 200 mm har vægtfylden 0,6.
Find mastens vægt.

155) Den i opgave 154 nævnte mast udhules med indvendig middeldiameter 100 mm.
Find den hule masts vægt.



156) En cylindrisk bøje har 0,6 m diameter og er 1,35 m lang. Dens gennemsnitsvægtfylde er 0,5. Den forsynes med et signalapparat og sænkes i vand af vægtfylde 1,0, hvorved det viser sig, at kun 0,4 m af bøjen rager op over vandet.
Hvad vejer signalapparatet?
(Signalapparatets vægt må være lig vægten af den fortrængte vandmængde minus selve bøjens vægt).

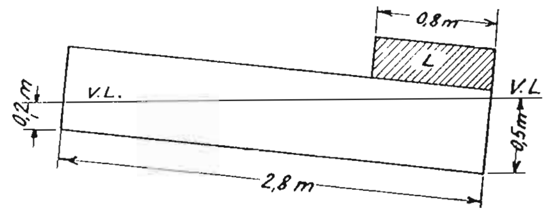
157) En redningsbåd har dimensionerne 7,5 · 2,5 · 1 m. Dens blokkoefficient er 0,6. Der fordres 0,283 m³ (10 cub.ft.) rum for hver person.
Hvor mange personer kan redningsbåden tage?

158) Et skibs deplacementsvægt er 3300 ts.
Hvor mange cub.ft. saltvand fortrænger det?

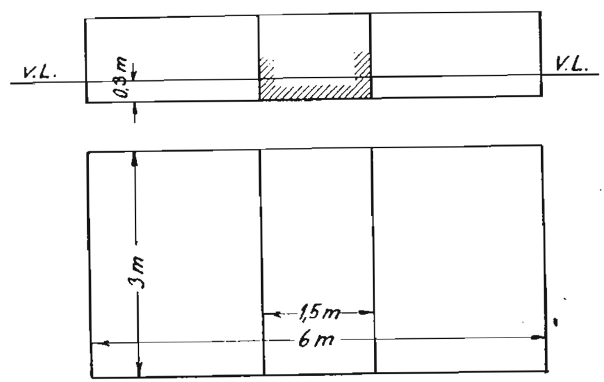
159) En motorbåd vejer uden motor 1500 kg. Dens tyngdepunkt G ligger 300 mm foran middelspantet og opdriftcentret B 200 mm foran m. sp.

Der skal installeres en motor, som vejer 600 kg. Båden skal trimme lige.
Hvor skal motorens tyngdepunkt ligge?

160) En 1,9 m bred flåde har de viste dimensioner. Vandet er fersk.
Hvor stor er vægten af flåden og lasten L tilsammen?
Hvor ligger opdriftcentret B?
Flådens tyngdepunkt viser sig at ligge 0,2 m til venstre for B, og lastens tyngdepunkt 0,8 m til højre for B. (Forholdet mellem vægten af flåden og af lasten må derfor være 0,8 : 0,2).
Hvor tung er lasten L?



161) Den viste flåde flyder i vand af vægtfylde 1,1.
Find flådens vægt.
Det skraverede rum bliver læk og fyldes med vand til den nye vandlinie.
Hvor meget dybere vil flåden så synke?



162) Et skibs spantearealer til vandlinien er fra a.p. til f.p. (med $\frac{1}{2}$ interval ved hver ende):

a.p.	$\frac{1}{2}$	1	2	3	4	5	6	7	8	9	$9\frac{1}{2}$	f.p.
0	6	11	19,2	25,5	28,8	30	29	25,2	19,5	11	5,3	0 m^2

Afstanden mellem spanterne er 5 m.
Tegn spante-arealkurven.
Find deplacementet.

Procentregning.

Procentregning bruges overordentlig meget. Håndværkeren træffer især procentregningen ved akkordberegninger.

Procent betyder pro cent, d.v.s. pr. hundredre eller hundrededele.

1 % af en kapital er 1 pr. hundrede eller $\frac{1}{100}$ af kapitalen.

5 % er $\frac{5}{100}$,

8 % er $\frac{8}{100}$ o. s. v.

Eks.: 13% af 500 kr. er $\frac{500 \cdot 13}{100} = 65$ kr.

Et *tillæg* på f. eks. 3 % af en kapital finder man ved at udregne $\frac{3}{100}$ af kapitalen og lægge til denne. Men kapitalen er 100 %, og ved et tillæg på 3 % bliver totalbeløbet 103 % af kapitalen. Man kan derfor udregne $\frac{103}{100}$ af kapitalen, hvorved slutresultatet bliver det samme som ovenfor.

Et *fradrag* på 3 % af en kapital finder man enten ved at udregne $\frac{3}{100}$ af kapitalen og trække fra denne — eller ved at udregne $\frac{97}{100}$ af kapitalen.

Altså: 3 % tillæg: kapital $+ 3\% = \frac{103}{100} \cdot$ kapitalen.

3 % fradrag: kapital $- 3\% = \frac{97}{100}$ af kapitalen.

Eks.: En kapital på 500 kr. forøges eller formindskes med 8%. Hvad bliver resultatet?

$\frac{500 \cdot 108}{100} = 5 \cdot 108 = \underline{540 \text{ kr.}}$

$\frac{500 \cdot 92}{100} = 5 \cdot 92 = \underline{460 \text{ kr.}}$

Det ses, at resultatet blev det samme, hvis man først udregnede 8% af 500 kr. $\left(\frac{500 \cdot 8}{100} = 40 \text{ kr.}\right)$ og henholdsvis lagde dette beløb til eller trak det fra kapitalen.

Man må ofte passe på at gøre sig klart, hvoraf procenten beregnes.

Eks.: En vare købes for 100 kr.; men der løber 25 kr. på i forsendelsesomkostninger m. m. Man må altså betale ialt 125 kr.
Hvor mange procent andrager omkostningerne?
De 25 kr. andrager 25% af indkøbsprisen på 100 kr., men 20% af totaludgiften på 125 kr.

Opgaver.

163) Find 6 % af 714 kr.,
$2\frac{1}{4}$ % af 800 kg,
87 % af 140 m^3,
$12\frac{1}{2}$ % af 96 kr.

164) Hvor mange procent er
12 kr. af 50 kr.?
17 kg af 578 kg?
185 m^3 af 46 990 m^3?
53 525,50 kr. af 28 700,00 kr.?

165) Forøg 800 kr. med 6 %.

166) Hvor meget bliver 5 % af 800?
13,7 % af 1550?
7,5 % af 1200?
3,5 % af 6500?

167) På en kupolovn fyldes 8500 kg jern. Under smeltningen svinder jernet 7,5 %.
Hvor mange kg udstøbt gods kan man få?

168) Ved en støbning skal man have udstøbt 7800 kg færdigt gods. Under smeltningen er jernet svundet 6,5 %.
Hvor mange kg jern skal der fyldes på ovnen?

169) Formindsk 1550 kg med 1,73 %.

170) Forøg 1736 m^3 med $12\frac{1}{2}$ %.

171) Formindsk 636 sq.ft. med $66\frac{2}{3}$ %.

172) En blok frisk bøgetræ vejer 90 kg. Efter tørring er den svundet til 72 kg.
Hvor mange procent andrager svindet?

173) På et lager af 1200 bolte sker der et svind på 7,5 %.
Find restbeholdningen.

174) En båd til 36.000 kr. beskadiges således, at den må sælges med 30 % tab.
Find salgsprisen.

175) En mand tjente sidste år 6800 kr. I år har han tjent 390 kr. mere.
Hvor mange procent er hans indkomst steget?

176) Af 6500 cub.ft. træ nyttiggøres 4225 cub.ft.
Hvor mange procent har svindet udgjort?

177) En mand vinder 25.000 kr. i et lotteri. Heraf skal han betale 15 % i skat.
Hvor mange kroner skal han betale i skat?
Hvor mange procent af gevinsten kan han selv beholde?

178) Af en 7'6" lang planke saves en stump på 10".
Med hvor mange procent formindskes planken derved?

179) En mand har på en bankbog stående 2400 kr., hvoraf han får $3\frac{1}{2}$ % i årlig rente.
Hvor mange kroner andrager den årlige rente?

180) En mand køber for 60 kr. et tegnebestik, som han sælger igen med $16\frac{1}{2}$ % fortjeneste.
Hvad skal han have for bestikket?

181) En svend får overdraget et arbejde, som varer 150 timer, og han får 2,10 kr. i timen. Feriepengene beløber sig til 4 % af lønnen.
Hvor mange kroner skal han have i feriepenge for arbejdet?

182) En svend arbejder en dag 8 timer og får 2,06 kr. i timen. For at gøre arbejdet færdigt må han arbejde over i yderligere 3 timer. Overarbejds-tillægget er i 1. overtime 25 %, i 2. overtime $33\frac{1}{3}$ % og i 3. overtime 50 %.
Hvor meget bliver hans samlede løn den dag?

183) En mand udfører et arbejde for 960 kr. Han har tjent 45 % på det.
Hvor mange kr. har han tjent?

184) En svends timeløn forøges med 24 %, så at den kommer op på 2,36 kr.
Hvor stor var hans oprindelige timeløn?

185) Af et akkordoverskud giver en svend sin makker 26 % og har så selv 181,30 kr. tilbage.
Hvor stort var hele overskuddet?

Akkordberegning.

Ved udregning af akkorder kan man gå ud fra følgende formler, idet man ved *optaget løn* forstår den normale, faste timeløn gange timetallet. Overskuddet beregnes altid i procent af den optagne løn. (De forskellige tillæg (dyrtidstillæg etc.) kan enten lægges til timelønnen, eller man kan gøre løn- og akkordberegningen færdig før udregningen af tillæggene).

$$(1)\quad \textit{Overskudsprocent} = \frac{\text{overskud}}{\text{optaget løn}} \cdot 100.$$
$$= \frac{\text{overskud}}{\text{akkordpris} - \text{overskud}} \cdot 100.$$

$$(2)\quad \textit{Overskud} = \text{optaget løn} \cdot \frac{\text{overskudsprocent}}{100}$$
$$= \text{akkordpris} - \text{optaget løn}$$
$$= \text{akkordpris} \cdot \frac{\text{overskudsprocent}}{100 + \text{overskudsprocent}}.$$

$$(3)\quad \textit{Akkordpris} = \text{optaget løn} + \text{overskud}$$
$$= \text{optaget løn} \cdot \frac{100 + \text{overskudsprocent}}{100}$$
$$= \text{overskud} \cdot \frac{100 + \text{overskudsprocent}}{\text{overskudsprocent}}.$$

Eks.: Optaget løn 700 kr. Overskud 210 kr.
Find overskudsprocenten.
Overskudsprocent (1) $= \frac{210}{700} \cdot 100 = \underline{30\ \%.}$

Overskudsprocent 25 %. Optaget løn 640 kr.
Find overskuddet.
Overskuddet (2) $= 640 \cdot \frac{25}{100} = \underline{160\text{ kr.}}$

Find ligeledes akkordprisen.
Akkordpris (3) $= 640 + 160 = \underline{800\text{ kr.}}$ (eller $640 \cdot \frac{125}{100} = 800$ kr.)

Opgaver.

186) Akkordpris 45 kr. Optaget løn 36,40 kr.
Find overskuddet og overskudsprocenten.

187) Optaget løn 72 kr. Overskudsprocent 32 %.
Find overskuddet og akkordprisen.

188) Akkordprisen er 84 kr. Der ønskes 40 % overskud. Arbejdet udføres af en svend med 1,96 kr. i timen og en lærling med 0,36 kr. i timen.
Hvor mange timer er de om arbejdet, når overskudsprocenten holdes?
Hvor meget tjener hver af dem?

189) Overskud 120 kr. Overskudsprocent 60 %.
Find akkordprisen.

190) Overskud 85 kr. Overskudsprocent 49,5 %.
Find akkordprisen.

191) Akkordpris 92,25 kr. Overskudsprocent 41 %.
Find overskuddet.

192) Akkordpris 788,80 kr. Overskudsprocent 48 %.
Find overskuddet.

193) Akkordpris 29,32 kr. Overskud 12,00 kr.
Find overskudsprocenten.

194) Akkordpris 37,33 kr. Overskud 11,20 kr.
Find overskudsprocenten.

195) En mand fremstiller lugs og får 80 øre pr. stk. Hans normale timeløn er 2,00 kr., men han ønsker at holde 80 % overskud.
Hvor mange lugs skal han så fremstille på 8 timer.

196) En lærling med 20 øre i timeløn fremstiller 37 lugs à 8 øre pr. stk. på 8 timer.
Hvor mange procent overskud holder han?

197) Tre skibsbyggere med timelønnen henholdsvis 1,96, 1,94 og 1,90 kr. får i akkord 450,00 kr. for en vandkasse. De vil holde 80 % overskud.
Hvor mange timer må de være om arbejdet?

198) Tre lærlinge med timelønnen henholdsvis 16, 14 og 10 øre får i akkord 126 kr. for en vandkasse, som de er 175 timer om at udføre.
Hvor mange procent overskud holder de?

199) Et nitterhold med tre mand, som har timelønnen henholdsvis 1,96, 1,95 og 0,29 kr. tjener på 48 timer 387,25 kr.
Hvor mange procent overskud holder de?

200) En stemmer har timelønnen 1,20 kr. og får 1,44 kr. pr. løbende ft. Han vil holde 95 % overskud.
Hvor mange ft. skal han stemme på 8 timer?

201) En arbejder med timelønnen 1,90 kr. får 115,30 kr. for et arbejde. Han vil holde 80 % overskud.
Hvor mange timer må han have på akkorden?

202) To arbejdere med en timeløn på henholdsvis 1,88 kr. og 1,84 kr. får 270,40 kr. for et arbejde. De vil holde 75 % overskud.
Hvor mange timer må de være om arbejdet?

Udregning af akkorder sker lettest i tabelform.

Eks.: en akkord omfatter fire mand.
A har 12 timer à 2,04 kr. i timen,
B » 7 » à 2,00 » i »
C » 5 » à 2,08 » i » og
D » 4 » à 2,06 » i »
Akkordprisen er 86,82 kr. Hvad får hver mand i overskud?

	Timer	Timeløn	Optaget løn	Overskuds-procent	Overskud
A	12	2,04	24,48 kr.	52 %	12,74 kr.
B	7	2,00	14,00 »	»	7,28 »
C	5	2,08	10,40 »	»	5,40 »
D	4	2,06	8,24 »	»	4,28 »
			57,12 kr.		29,70 kr.

Først ganges for hver mand timetallet med timelønnen, og man finder den samlede optagne løn (57,12 kr.). Derpå findes overskuddet: overskud (2) = 86,82 - 29,70 kr.

Heraf findes overskudsprocenten (1) $= \frac{29.70}{57,12} \cdot 100 = 52\ \%$.

Man kan så for hver enkelt mand i sjakket finde overskuddet (2) som optagne løn gange overskudsprocenten divideret med 100. Til slut kontrollerer man, at summen af overskuddene stemmer.

Opgaver.

203) Fordel overskuddet for seks mand, når overskudsprocenten er 62 %.

A har 62 timer à 1,84 kr.
B » 71 » à 1,76 »
C » 28 » à 1,72 »
D » 45 » à 1,80 »
E » 48 » à 1,84 » og
F » 68 » à 1,72 »

204) Fordel overskuddet for fire mand, når akkordprisen er 863,62 kr.

A har 112 timer à 2,16 kr.
B » 15 » à 1,96 »
C » 120 » à 1,72 » og
D » 113 » à 0,44 »

205) Fordel overskuddet for fire mand, hvis det ialt er 105,38 kr.

A har 32 timer à 2,16 kr.
B » 32 » à 2,08 »
C » 30 » à 1,84 » og
D » 28 » à 0,42 »

206) Tre svende (A, B og C) udfører et arbejde, som varer 3 uger, i akkord. Akkordsummen er 780,68 kr.
A er ved dette arbejde hver dag (à 8 timer) i de tre uger.
B er to uger ved dette arbejde og een uge ved et andet arbejde uden akkord.
C er een uge ved dette arbejde og to uger ved et andet arbejde uden akkord.
A har normal timeløn 1,90 kr., B har 2,00 kr. og C 2,10 kr.
De får hver uge udbetalt normal optaget løn, og ved akkordens slutning gøres overskuddet op og fordeles.
Hvor stort er det samlede overskud?
Hvor meget overskud får hver?
Hvor stor timeløn har henholdsvis A, B og C haft i de tre uger?

207) Beregn akkordprisen for følgende arbejde ved S/s »Anna«:

	Kr.
Klædning, 41537 kg à 4,75 kr./100 kg	......
3 stk. plader fornys, 12,00 kr./stk.	......
6 stk. skærpninger à 0,75 kr.	......
103 buler rettes, à 9,00 kr.	......
Spanter repareres, 3688 kg à 11,00 kr./100 kg	......
139 spanter rettes på stedet ($6\frac{1}{2}$''), à 5,00 kr.	......
1 stringervinkel rettes på stedet	2,75
76 bundspanter rettes på stedet, 2,75 kr./stk.	......
26 bundstokke rettes på stedet, 7,00 kr./stk.	......
1 skodplade nr. 8 rettes på stedet	9,00
1 centerkølplade rettes på stedet	10,00
21 hoveddæksbjælker rettes på stedet, 5,00 kr./stk.	......
10 bjælkeknæ rettes på stedet, 4,00 kr./stk	......
1 lønningsprofil rettes på stedet to steder à 10,00 kr.	......
10 ovnplader behandles ved koldtryk, 25,00 kr./stk.	......
1 mand ved koldtryk, 78 timer à 1,90 kr.	......
10332 stk. $\frac{3}{4}$'' nagler i bund, 10,15 kr./100 stk.	......
10207 stk. $\frac{3}{4}$'' nagler på siden, 8,45 kr./100 stk.	......
240 stk. 1'' stævnnagler, 15,00 kr./100 stk.	......
1 plade (A-11) repareres ved svejsning	35,00
Tunnel og recess, 4488 kg à 18,00 kr./100 kg	......
Tunnelbuer oprettes 14 steder à 5,00 kr.	......
Tunnelplader oprettes 12 steder à 9,00 kr.	......
Vanskelige plader agter samt afretning	505,00
Spredte nagler	120,00
Akkordpris ialt kr.	

208) Skibsbyggerne nr. 1275 og 810, som har timelønnen 1,85 kr. og 0,84 kr., modtager et arbejde i akkord for 143,50 kr. Arbejdet varer 32 timer.
Find optaget løn, overskud og den procentvise akkord-fortjeneste for hver.

209) I en akkord er akkordprisen 951,50 kr. og overskuddet 301,50 kr. A har 17 timer à 1,64 kr.
Find hans overskud.

I samme akkord får B udbetalt 146,66 kr. af overskuddet.
Hans timeløn er 1,06 kr.
Find hans timetal.
Resten af overskuddet får C udbetalt for 227 arbejdstimer.
Find hans normale timeløn.

Facitliste.

Arealberegning I.

1) 5,06 kvf. = 5 kvf. 9 kvt.
2) 12,01 m^2.
3) 56,25 kvf. = 56 kvf. 36 kvt.
4) 27,0 mm^2
5) 19,69 kvf. = 19 kvf. 99 kvt.
6) 2,33 m^2
7) 16 kvf. 90 kvt.
8) 109,5 cm^2
9) 8 kvf. 18 kvt.
10) 671 cm^2.
11) 9,38 kvf. = 9 kvf. 54 kvt.
12) 0,422 m^2.
13) 195 kvf.
14) 1755 cm^2.
15) 28,3 kvt.
16) 4,91 cm^2.
17) 1,54 m^2.
18) 11,05 kr.

(Særlige stål-opgaver):

19) 173,70 kr.
20) 449 kr.
21) 39,8 cm.
22) 4 m.
23) 50,3 sq.ins. = 324 cm^2.
24) 7,20 m^2.
25) 8,88 cm^2.
26) 6,85 m^2.
27) 74,24 sq.ft. = 74 sq.ft. 35 sq.ins. = 6,90 m^2.

(Særlige træ-opgaver):

28) 9,14 kr.
29) 1,73 kr.
30) 0,68 kr./kvf. = 6,85 kr./m^2.
31) 1,36 kr./kvf. = 405 kr./26 m^2
32) 9,33 kvf. = 9 kvf. 48 kvt.
33) 12 kvf.
34) Hver 4 cm.
35) 8 brædder.
36) 67,60 kr.
37) 3 stykker. 25' 8".

Rumfangsberegning.

38) 4,47 dm^3.
39) 5,07 cm^3. 942 cm^3.
40) 12 sq.ft. 1/12 = 0,0833 cub.ft.
41) 4 cub.ft.
42) 0,905 m^3.
43) 55,3 dm^3.
44) 12,62 m^3.
45) 31,4 m^3.
46) 92 000 cub.ft. = 2 600 m^3.
47) 422 cub.ft.
48) 4,36 m^3.
49) 21,4 dm^3.
50) 1730 liter.
51) 988 cub.ft.
52) 37,1 m^3.

(Særlige stål-opgaver):

53) 40,8 dm^3.
54) 329,40 kr.
55) 2,41 cub.ft. 68,30 dm^3.
56) 83,7 dm^3.

(Særlige træ-opgaver):

57) 93,3 kbf.
58) 1,978 m^3.

59) 129 kr.
60) 49,50 kr. (Hvis man regner med middel-*diameteren*, fås 44,50 kr.).
61) 16,41 kr.
62) 1 m^3. 154 m. 53,90 kr.
63) 143,5 cub.ft. 2274 ft. 1137 kr. 987 kr.
64) 1,796 cub.ft.
65) 23 range. 110,7 cub.ft. 941 kr.
66) 1392 kr.
67) 4690 ft. 146,5 cub.ft. 2180 kr.
68) 54,5 %. 6,67 cub.ft. 98,60 kr.

Svejsning.

69) 4 elektroder. 33 %.
70) 4,64 elektroder.
71) 150 m. 9,33 øre.
72) 6,06 kr.
73) 2,10 kr.
74) 10,5 + 36,4 = 46,9 øre.
75) 4,55 øre.
76) 51,2 øre.
77) 200 mm^2. 103 elektroder. 20,60 kr. 491 min. = 8 t. 11 min.
78) 67,6 min. = 1 t. 7,6 min.
79) 11m.
80) 54 elektroder.
81) 33 øre pr. hul.
82) 8,27 kr.
83) 47,5 min.
84) 0,298 øre.
85) 0,456 kWh. 5,02 øre.
86) 29,8 elektroder.
87) 96 elektroder. 359 min. = 5 t. 59 min.
88) 14 elektroder.
89) 60 elektroder.
90) 17,63 øre/t.
91) 12,4 øre/t.
92) 9,1 m.

93) 0,485 kWh. 4,85 øre.
94) 9,85 cm³.

Tyngdepunktsberegning I.

95) 17,5 cm².
96) 15 cm².
97) 25 cm².
98) 50 cm².
99) 11,25 cm².
100) 52,2 cm².
101) 540 kg.
102) 140 kg.
103) 0,82 m.
104) 107,2 kg.
105) 19,96 m².
106) 19,81 m².
107) 14,17 m².
108) 25,75 m².

Arealberegning II.

109) 94,8 m².
110) 158,7 cm².
111) 6,22 m².
112) 24,7 m².
113) 128,5 m². 990 m.
114) 26,2 m².
115) 126,2 m².
116) 26,4 m².

Tyngdebunktsberegning II.

117) 11,1 m². 0,406 m a.f. m. sp.
118) 1808 sq.ft. 0,87 ft. f. m. sp.
119) 8,65 m². 1,35 m f. m. sp.
120) 2121 sq.ft. 0,445' = 5,33" a.f. m. sp.
121) 9,36 m². KB = 1,5 m.
122) 1846 sq.ft. 4,25 ft. a.f. m. sp.
123) 13,87 m². 0,123 m f. m. sp. 0,191 m f. m. sp.
124) 203,5 cub.ft. 5,02' fra venstre. 4025 kg.

Vægtberegning.

125) 471 kg.
126) 36,5 kg.
127) 25 dm³.
128) 0,72.

(Særlige stål-opgaver):
129) 48,4 kg/m.
130) 268 kg.
131) 356 kg.
132) 378 kg.
133) 320 liter.
134) 5".
135) 154,5 kg.
136) 102,8 kg.
137) 1,75 m³.
138) 2040 kg.
139) 52,6 kg.
140) 537 kg.
141) 1022 kg.
142) 480 kg.
143) 2070 kg.
144) 2540 kg.
145) 1083 kg. 945 t.
146) 16,7 m². 1582 kg.

(Særlige træ-opgaver):
147) 4,47 kg.
148) 2340 kg.
149) 447 kg.
150) 45,3 kg.

Flydeberegning.

151) 2 cm.
152) 180 kg.
153) 14,56 t.
154) 188,5 kg.
155) 141,4 kg.
156) 774 kg.

157) 40 personer.
158) 115.500 cub.ft.
159) 35 mm a. f. m. sp.
160) 1862 kg. 372 kg.
161) 5940 kg. 10 cm.
162) 1005 m^3.

Procentregning.

163) 42,84 kr.
18 kg.
121,8 m^3.
12 kr.
164) 24, 2,95, 0,394 og 187 %.
165) 848 kr.
166) 40, 202,35, 90 og 227,5.
167) 7863 kg.
168) 8350 kg.
169) 1338 kg.
170) 1953 m^3.
171) 212 sq.ft.
172) 20 %.
173) 1110 bolte.
174) 25 200 kr.
175) 5,74 %.
176) 35 %.
177) 3750 kr. 85 %.
178) 11,11 %.
179) 84 kr.
180) 69,90 kr.
181) 12,60 kr.
182) 24,88 kr.
183) 432 kr.
184) 1,90 kr.
185) 245 kr.

Akkordberegning.

186) 8,60 kr. 25 %.
187) 23,04 kr. 95,04 kr.

188) 26 timer. 71 og 13 kr.
189) 320 kr.
190) 257 kr.
191) 26,82 kr.
192) 256 kr.
193) 69.3 %.
194) 42,9 %.
195) 36 lugs.
196) 85 %.
197) 43 timer.
198) 80 %.
199) 92 %.
200) 13 ft.
201) 34 timer.
202) 41,5 time.
203) A 70,75 kr.
B 77,45 kr.
C 29,85 kr.
D 49,90 kr.
E 54,75 kr.
F 72,50 kr. Ialt 355,20 kr.
204) A 154,25 kr.
B 18,70 kr.
C 131,55 kr.
D 31,70 kr. Ialt 336,20 kr.
205) A 35,95 kr.
B 24,61 kr.
C 131,55 kr.
D 31,70 kr. Ialt 336,20 kr.
206) 194,28 kr.
A 93,82 kr. 2,55 kr.
B 65,86 kr. 2,46 kr.
C 34,60 kr. 2,34 kr.
207) 8 610,16 kr.
208) 59,20 og 26,88 kr. 30,50 og 17,92 kr.
66,7 %.
209) 8,81 kr, 438 timer. 2,04 kr.