Diwa
REGNESTOKKE

Denne vejledning i brugen af
RIETZ-IDEAL
er skrevet af
rektor P. Rubinstein,
således affattet, at læseren ikke behøver
at have kendskab til logaritmer

DIWA MANUFACTURING COMPANY
O. Nielsen - Gentoftegade 41-45 - 2820 Gentofte, Danmark

Da

Hvorfor en DIWA regnestok?

I modsætning til billigere tynde regnestokke, der er fotograferet, trykte eller pressede, er alle Diwa regnestokke maskindelte og dybt graverede med en præcision, der giver hårfin aflæsning. Selv ved hårdhændet brug vil skalaerne altid stå skarpe og rene. De kan således rengøre Deres Diwa regnestok med sæbevand, blækviskelæder, ja, endog med fin ståluld, uden at streger og tal forsvinder. Kun en graveret regnestok kan tåle denne behandling. Overfladen er matpoleret og refleksfri under alle lysforhold og trætter derfor ikke øjnene. Den perfekte skalaplacering letter indlæringen og giver største præcision.

Diwa garanterer: Nøjagtighed under alle forhold.

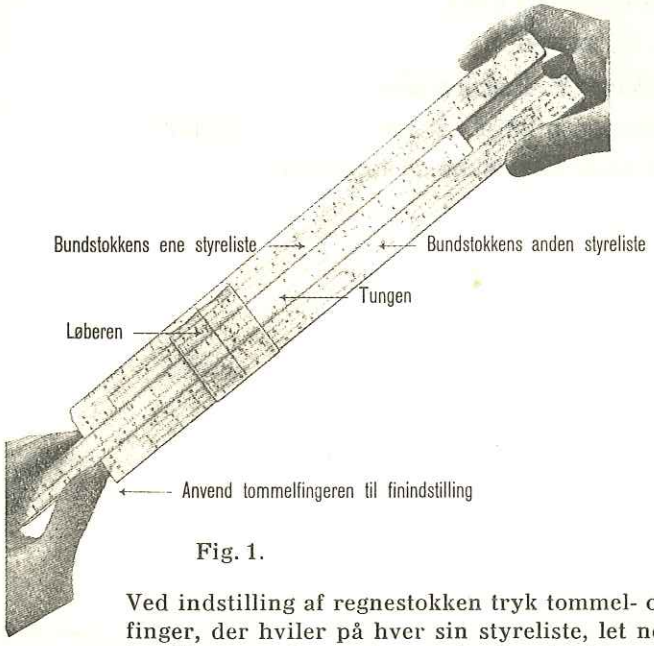


Fig. 1.

Ved indstilling af regnestokken tryk tommel- og pegefinger, der hviler på hver sin styreliste, let ned over langfingeren, der støtter under bundstokken, herved frigøres tungen. Ved aflæsning ophæv trykket.

Lidt om RIETZ-IDEAL

Midt på regnestokkens forside strækker sig gennem hele regnestokkens længde den såkaldte *tunge*. Tungen kan forskydes til begge sider, men sidder normalt fastklemt mellem grundstokkens to styrelister, således at den ikke kan forskyde sig under aflæsningerne. Når man ønsker at forskyde tungen, bør man frigøre den fra styrelisternes klemme på følgende måde:

Ved højre eller venstre ende af regnestokken anbringer man henholdsvis højre eller venstre hånds tommel- og pegefinger oven på hver sin af styrelisterne, medens man med langfingeren yder et let tryk imod grundstokkens underside langs dennes midterlinie. Da grundstokkens bundstykke er fjedrende, presses styrelisterne herved lidt fra hinanden, så tungen kan bevæge sig let. Den nævnte fingerstilling bevares sædvanligvis under hele arbejdet med regnestokken, men man trykker kun styrelisterne fra hinanden, medens man forskyder tungen. I alle andre tilfælde er det jo en fordel, at tungen er låst fast.

Hvis tungen skulle gå for stramt, selv når man trykker på styrelisterne, kan man justere stokken på følgende måde:

Løberen (glaspladen) trækkes af stokken, og tungen trækkes helt ud. Med et tag midt på hver af styrelisterne bøjes disse lidt fra hinanden, så bundstykket, som er let plastisk, får en lille formforandring.

Man bærer sig modsat ad, hvis styrelisterne ikke skulle være i stand til at fastspænde tungen.

Når løberen atter sættes på plads, bør dette ske fra højre side, og løberens fjeder skal sidde foroven, altså tæt ved den skrå målestok.

Regnestokken, som er af divinyl, renses bedst med lidt flydende sæbe på en vattot (brug aldrig petroleum, benzin eller lignende).

Regnestokken bør ikke udsættes for temperaturer over 50° C. Den bør derfor ikke henligge i stærkt sollys, tæt ved elektriske lamper, radiatorer eller lignende.

Til undervisningsbrug.

Nederst på stokken findes tre trigonometriske skalaer, mærket S, ST og T. Når stokken sælges til undervisningsbrug, medfølger der en klæbestrimmel, med hvilken man bekvemt kan dække disse skalaer, indtil man er kommet så vidt, at man skal til at bruge dem. Klæbestrimlen lader sig da uden vanskelighed fjerne.

INDLEDNING

Vejledningen i brug af Rietz-Ideal er forsøgt affattet så kort som muligt, idet det må formodes, at man herved letter overblikket for læseren.

Mere spidsfindige anvendelser af regnestokken er ikke omtalt, da det er meget få, som overhovedet får anledning til at benytte sådanne i praksis. Hver af de omalte anvendelser af regnestokken er kun vist ved få eksempler. Da der kræves mange gennemregnede eksempler, før man bliver fortrolig med regnestokken, henvises læseren til selv at stille opgaver i smag med de her medtagne og at løse dem. Overhovedet må det anbefales læseren, før man påbegynder et nyt afsnit i vejledningen, at gennemarbejde så mange eksempler til de foregående afsnit, at de heri gennemgåede fremgangsmåder kan gennemføres uden væsentligt tankearbejde. I hvert nyt afsnit bliver der nemlig brug for fremgangsmåderne fra de foregående, og det stiller betydelig mindre krav at sætte sig ind i det nye, når det gamle beherskes næsten mekanisk.

Illustrationerne tjener forhåbentlig deres formål, at lette læsningen. Det forudsættes dog, at man under læsningen stadig med en regnestok i hånden følger de operationer, der gennemgås i vejledningen.

SKALAERNE

På Rietz-Ideal er der indgraveret 10 skalaer, som betegnes med: L, K, A, B, CI, C, D, S, ST og T.

Det punkt på D-skalaen, hvor tallet 8,45 afbildes, betegnes med D(8,45). På lignende måde skal C(8,45), CI(8,45), B(8,45) o. s. v. betegne de punkter på henholdsvis C-, CI-, B-skalaen o. s. v., hvor tallet 8,45 afbildes.

Skala L er en såkaldt *lineær skala,* d. v. s. en sædvanlig målestok. Dens enhed er 25 cm lang.

C- og D-skalaens grundegenskab

På figur 2 ser man *tungen* (den bevægelige midterdel) forskudt til højre i forhold til kroppen. På det stykke, som C- og D-skalaerne har fælles, betragter vi to punkter C(b) og C(c). På D-skalaen kan man aflæse to tal a og d, hvor:

$$D(a) = C(b) \text{ og } D(d) = C(c).$$

Det samme gælder, når tungen er forskudt til venstre i forhold til kroppen.

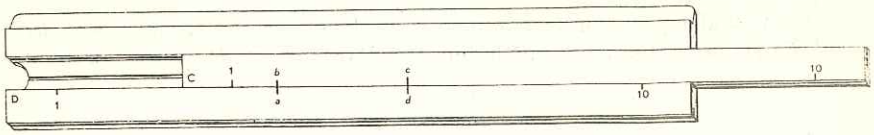


Fig. 2.

I begge tilfælde gælder følgende grundegenskab

$$\boxed{D(a) = C(b) \text{ og } D(d) = C(c) \text{ er ensbetydende med } \frac{a}{b} = \frac{d}{c}}$$

For den, der ikke kender logaritmer, kan man lade grundegenskaben stå som en ubevist forudsætning, lige så godt, som man kunne opstille nogle ubeviste forudsætninger om logaritmer, som derefter skulle bruges til udledelse af grundegenskaben. Der er ingen grund til at gå sidstnævnte omvej.

Hvis man f. eks. stiller tungen, så D(2) = C(1), springer grundegenskaben stærkt i øjnene:

D(4) = C(2), D(6) = C(3), D(8) = C(4) og D(10) = C(5) overensstemmelse med, at

$$\frac{2}{1} = \frac{4}{2} = \frac{6}{3} = \frac{8}{4} = \frac{10}{5}$$

Det er let at supplere med flere eksempler.

Grundegenskabens afledning ud fra logaritmer

Angående indretningen af D-skalaen kan man ved anvendelse af løberen konstatere:

$$\begin{aligned} D(1) &= L(0) = L(\log 1) \\ D(2) &= L(0{,}301) = L(\log 2) \\ D(3) &= L(0{,}477) = L(\log 3) \\ &\ldots\ldots\ldots\ldots \\ D(10) &= L(1) = L(\log 10) \end{aligned}$$

Dette svarer nøje til den måde, man har konstrueret D-skalaen på: For ethvert tal a mellem 1 og 10 har man anbragt punktet D(a) lige ud for punktet L(log a). Lad nu d være et andet tal mellem 1 og 10, og lad d være større end a. Da D(a) ligger lige ud for L(log a), og D(d) ligger lige ud for L(log$d$), må afstanden fra D(a) til D(d) være lige så stor som afstanden fra L(log a) til L(log d), og da L er en sædvanlig målestok, må denne afstand være lige med:

$$\log d - \log a,$$

som kan omskrives til:

$$\log \frac{d}{a}.$$

Da C-skalaen er kongruent med D-skalaen, må afstanden fra C(a) til C(d) være lig med afstanden fra D(a) til D(d), altså lig med

$$\log \frac{d}{a}.$$

Lad nu tungen stå i en vilkårlig stilling, og lad b og c være de tal, hvor

$$D(a) = C(b) \text{ og } D(d) = C(c).$$

Så er afstanden fra D(a) til D(d) lig med afstanden fra C(b) til C(c). Ifølge ovenstående er den førstnævnte af disse afstande lig med $\log \frac{d}{a}$ og den sidstnævnte lig med $\log \frac{c}{b}$. Altså gælder:

$$\frac{d}{a} = \frac{c}{b},$$

som er ensbetydende med grundegenskabens påstand:

$$\frac{a}{b} = \frac{d}{c}.$$

Aflæsning på skalaerne

På en sædvanlig målestok, en såkaldt *lineær skala,* (f. eks. L-skalaen) er der lige så langt fra 5-stregen til 7-stregen som fra 1-stregen til 3-stregen. På en logaritmisk skala forholder det sig anderledes: Her er der betydelig kortere fra 5-stregen til 7-stregen end fra 1-stregen til 3-stregen. Derfor bliver der på den logaritmiske skala ikke plads til lige så mange delestreger i skalaens højre ende som i dens venstre.

C- og D-skalaen er delt i tre afsnit i så henseende:

Fra 1-stregen til 2-stregen er der delestreger for hver hundrededel. Den første streg efter 1-stregen svarer således til tallet 1,01 og den sidste streg før 2-stregen til tallet 1,99. Prøv at stille løberstregen (glassets midterstreg) på: 1, 1,1, 1,05, 1,06, 1,3, 1,4, 1,35, 1,36, 1,37, 1,84, 1,83, 1,90.

Med lidt øvelse kan man tage hensyn til en decimal mere. Nogenlunde midt imellem 1,36 og 1,37 kan vi indstille på 1,365, selv om der ikke er nogen streg. Ligeledes kan man opnå øvelse i med ganske god nøjagtighed at indstille på 1,361, 1,362, 1,363, ... 1,369 o. s. v.

Fra 2-stregen til 4-stregen er der kun delestreger for hveranden hundrededel. Den første streg efter 2-stregen svarer således til tallet 2,02 og den sidste streg før 4-stregen til tallet 3,98. Prøv at stille løberstregen på: 2, 2,1, 2,02, 2,04, 2,06, 2,08, 3,5, 3,6, 3,54. Nogenlunde midt imellem 2,06 og 2,08 kan vi indstille på 2,07 selv om der ikke er nogen streg. Prøv at stille løberstregen på 3,27, 3,21, 3,25, 3,264, o. s. v.

Fra 4-stregen til 10-stregen er der kun delestreger for hver femte hundredel. Den første streg efter 4-stregen svarer således til tallet 4,05 og den sidste streg før 10-stregen til tallet 9,95. Prøv at stille løberstregen på 4, 4,1, 4,05, 4,02, 4,08, 7,3, 7,4, 7,35, 7,31, 7,32, ... 7,39.

Regning på skalaerne C og D

Lad a, b og c være tre givne tal, og lad regnestokkens tunge være indstillet sådan, at

$$D(a) = C(b)$$

Lad endvidere x være det tal, der kan aflæses på D-skalaen ud for punktet C(c). Lad med andre ord x være det tal, hvor

$$D(x) = C(c).$$

Så gælder i følge grundegenskaben, at

$$\frac{x}{c} = \frac{a}{b}$$

Da denne ligning er ensbetydende med

$$x = \frac{a \cdot c}{b},$$

kan man således aflæse størrelsen af brøken $\frac{a \cdot c}{b}$ på regnestokken.

Eksempelvis kan man beregne $x = \frac{3{,}2 \cdot 7{,}5}{4{,}6}$ på følgende måde: Tungen indstilles, så D(3,2) = C(4,6). Herefter aflæser man x på skala D ud for C(7,5). Facit viser sig at blive x = 5,22.

I dette eksempel kan man for hvert af de givne tal 3,2, 4,6 og 7,5 finde en streg på de anvendte skalaer. Hvis dette ikke er tilfældet, foretager man lettest indstilling og aflæsning ved hjælp af løberen. Dennes længste streg, der kaldes *løberstregen,* vil i det følgende blive betegnet med ls. Endvidere vil vi benytte nogle korte skrivemåder, hvis betydning fremgår af følgende eksempler:

Skrivemåde	Betydning
ls → D(a)	Løberen flyttes, så løberstregen kommer til at dække punktet D(a)
C(b) → ls	Tungen flyttes, så punktet C(b) kommer hen på løberstregen
D(x) =: ls	x er det tal, man kan aflæse på skala D under løberstregen.

For at beregne $x = \frac{3{,}27 \cdot 7{,}54}{4{,}62}$ kan man følge skemaet:

ls → D(3,27), C(4,62) → ls, ls → C(7,54), D(x) = : ls.

Med andre ord:

Løberen flyttes, så løberstregen kommer til at dække D(3,27). Derefter flyttes tungen, så C(4,62) kommer hen på løberstregen. Løberen flyttes dernæst, så løberstregen kommer til at dække C(7,54). Endelig aflæses tallet x på skala D under løberstregen; man finder $x = 5{,}34$.

Forudsat, at facit ligger mellem 1 og 10 kan

$$x = \frac{a \cdot c}{b}$$

beregnes ved skemaet:

ls → D(a), C(b) → ls, ls → C(c), D(x) = : ls.

Lad der yderligere være givet to tal d og e, og lad x være det ovenfor beregnede tal. Man kan da beregne

$$y = \frac{x \cdot e}{d}$$

efter skemaet:

ls → D(x), C(d) → ls, ls → C(e), D(y) = : ls.

Af ovenstående følger, at

$$y = \frac{a \cdot c \cdot e}{b \cdot d}$$

Dette udtryk kan man altså beregne ved hjælp af ovenstående to skemaer. Men man behøver ikke at aflæse mellemresultatet x. Det kommer af, at løberstregen ved begyndelsen af den anden beregning automatisk er kommet til at stå på D(x). Beregningen af y kan altså udføres i ét stræk efter skemaet:

ls → D(a), C(b) → ls, ls → C(c), C(d) → ls, ls → C(e), D(y) = : ls.

$$\text{Eksempel: } y = \frac{4{,}40 \cdot 1{,}85 \cdot 7{,}25}{6{,}05 \cdot 1{,}20} = 8{,}13.$$

Beregningen kan følge skemaet:

ls → D(4,40), C(6,05) → ls, ls → C(1,85), C(1,20) → ls, ls → C(7,25), D(y) = : ls.

Skemaerne lader sig let udvide til at gælde for brøker med endnu flere faktorer i tæller og nævner, *når blot der er én faktor mere i tælleren end i nævneren.*

Uanset skemaets længde drejer det sig i dets første og sidste trin altid om løberen og skala D. De øvrige trin i skemaet drejer sig alle om løberen og tungens C-skala, og det er *skiftevis* tungen og løberen, der skal bevæges, idet det er tungen, der bevæges for hver faktor i nævneren, og løberen der bevæges for hver faktor i tælleren undtagen dennes første faktor, der er behandlet allerede i skemaets første trin.

Tal, der ligger uden for skalaerne

Tallene 44,0, 605 og 0,185 ligger uden for skalaerne. Alligevel kan man ved hjælp af regnestokken beregne

$$x = \frac{44{,}0 \cdot 0{,}185}{605}$$

Man benytter sig af, at

$$44{,}0 = 10 \cdot 4{,}40, \quad 605 = 100 \cdot 6{,}05 \quad \text{og} \quad 0{,}185 = \frac{1{,}85}{10}$$

Ved hjælp af regnestokken finder man først:

$$\frac{4{,}40 \cdot 1{,}85}{6{,}05} = 1{,}348.$$

Heraf følger:

$$\frac{44{,}0 \cdot 0{,}185}{605} = \frac{10 \cdot \frac{1}{10}}{100} \cdot \frac{4{,}40 \cdot 1{,}85}{6{,}05} = \frac{1}{100} \cdot 1{,}348 = 0{,}01348.$$

Sædvanligvis bærer man sig ikke så omstændeligt ad i praksis. Man beregner ved hjælp af regnestokken tallet 1,348 uden at lægge vægt på, hvor kommaet står. Faktisk noterer man 1348 som foreløbigt resultat. Dernæst finder man ved overslagsberegning den omtrentlige størrelse af facit:

$$\frac{44{,}0 \cdot 0{,}185}{605} \text{ erstattes med f. eks. } \frac{42 \cdot 0{,}2}{600} = \frac{1{,}4}{100} = 0{,}014;$$

i det foreløbige facit kan kommaet herefter kun anbringes på én rimelig måde:

$$x = 0{,}01348.$$

Der findes en fremgangsmåde, *ciffertalsmetoden,* som uden skøn tillader bestemmelse af kommaets plads. Denne metode benyttes dog meget lidt og skal ikke gennemgås her.

Andre udregninger på C- og D-skalaerne

Uanset om faktorerne findes på selve skalaerne eller findes uden for disse, er vi nu i stand til at beregne en brøk, som har én faktor mere i tælleren end i nævneren. Ved et lille kunstgreb sættes vi i stand til at beregne enhver brøk, uanset hvor mange faktorer der er i tæller og nævner; vi kan bare — som vist i nedenstående eksempler — tilføje så mange 1-taller som faktorer i tælleren eller i nævneren, at tælleren får én faktor mere end nævneren.

$$\frac{23{,}4 \cdot 8{,}06}{628 \cdot 2{,}14} = \frac{23{,}4 \cdot 8{,}06 \cdot 1}{628 \cdot 2{,}14} = 0{,}140.$$

$$\frac{6{,}73 \cdot 24{,}5 \cdot 1{,}60}{321} = \frac{6{,}73 \cdot 24{,}5 \cdot 1{,}60}{321 \cdot 1} = 0{,}820$$

$$3{,}52 \cdot 2{,}46 = \frac{3{,}52 \cdot 2{,}46}{1} = 8{,}65.$$

$$16 \cdot 17 \cdot 18 = \frac{16 \cdot 17 \cdot 18}{1 \cdot 1} = 4900.$$

$$\frac{38{,}4}{26{,}5} = \frac{38{,}4 \cdot 1}{26{,}5} = 1{,}450.$$

10 som hjælpefaktor

Hvis man forsøger at anvende vor sædvanlige fremgangsmåde ved beregningen af

$$\frac{8{,}25 \cdot 9{,}65}{64{,}4}$$

viser det sig, når man til slut skal stille løberstregen på C(9,65), at dette punkt ligger uden for stokkens skala. Man kan altså ikke direkte aflæse facit. Man kan da blot i stedet for den oprindelige brøk beregne

$$\frac{8{,}25 \cdot 1 \cdot 9{,}65}{64{,}4 \cdot 10}$$

Bortset fra kommaets plads giver nemlig sidstnævnte brøk samme facit som den oprindelige, der således ses at give 1,237 som facit.

Nedenstående skema viser en lignende fremgangsmåde anvendt på forskellige eksempler:

Opringelig opgave	Hjælpeopgave	Facit
$\frac{3{,}42 \cdot 1{,}64}{6{,}71}$	$\frac{3{,}42 \cdot 10 \cdot 1{,}64}{6{,}71 \cdot 1}$	0,835
$4{,}66 \cdot 5{,}70$	$\frac{4{,}66 \cdot 5{,}70}{10}$	26,6
$\frac{1}{3{,}52 \cdot 2{,}46}$	$\frac{10 \cdot 1 \cdot 1}{3{,}52 \cdot 2{,}46}$	0,1156
$\frac{5{,}12}{8{,}89}$	$\frac{5{,}12 \cdot 10}{8{,}89}$	0,576
$\frac{6{,}20 \cdot 7{,}50}{3{,}20}$	$\frac{6{,}20 \cdot 1 \cdot 7{,}50}{3{,}20 \cdot 10}$	14,53

Med andre ord: Hver gang man standser op, fordi løberstregen skal flyttes til et sted på C-skalaen, der ligger uden for D-skalaen, bringer man regningen videre ved i tankerne at tilføje 10 som faktor i tælleren eller i nævneren. Om fornødent tilføjer man yderligere 1 som faktor i tælleren og nævneren for at få én faktor mere i tælleren end i nævneren.

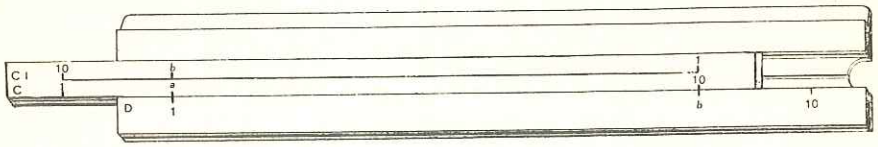
Hvis skalaerne D og C, således som det er tilfældet på DIWA RIETZ-IDEAL, er forlænget, så de afbilder visse tal under 1 samt visse over

10, kan ovenfor viste fremgangsmåde undværes i en del tilfælde, hvor den ellers ville være nødvendig.

CI-SKALAEN

Grundegenskab

Skalaen CI er kongruent med C-skalaen, men har 1-stregen til højre og 10-stregen til venstre. Det uvante ved, at den forløber fra højre til venstre, kræver en vis varsomhed ved aflæsning. Man må passe på ikke at læse 3,8, hvor det skal være 4,2.



Lad a og b være sådanne tal, at $C(a) = CI(b)$. For at finde frem til, hvorledes talene a og b afhænger af hinanden, tænker vi os tungen sådan indstillet (jfr. figur 3), at

$$CI(b) = D(1).$$

Heraf følger, da skalaerne CI og D er kongruente, men modsat rettede, at

$$CI(1) = D(b).$$

Altså gælder:

$$D(1) = C(a) \quad \text{og} \quad D(b) = C(10).$$

Heraf følger i henhold til grundegenskaben:

$$\frac{1}{a} = \frac{b}{10},$$

hvoraf

$$a = \frac{10}{b}$$

Bortset fra kommaets plads er $\frac{10}{b}$ det samme tal som $\frac{1}{b}$, der som bekendt kaldes det *reciprokke* eller *inverse* tal til b. CI-skalaen kaldes derfor for *reciprokskalaen* eller *inversskalaen*. I'et i betegnelsen CI hentyder til skalaens sidstnævnte navn.

Af ovenstående følger at, $C\left(\frac{10}{b}\right) = CI(b)$. Bortset fra kommaets plads kan man altså erstatte $C\left(\frac{1}{b}\right)$ med $CI(b)$.

Afkortning af regningerne ved CI-skalaen

For at beregne et udtryk som

$$x = 3{,}1 \cdot 2{,}2 \cdot 7{,}6$$

har vi hidtil, bortset fra kommaets plads, måttet omskrive til

$$x = \frac{3{,}1 \cdot 2{,}2 \cdot 7{,}6}{1 \cdot 10}$$

der kunne beregnes efter skemaet:

ls → D(3,1), C(1) → ls, ls → C(2,2), C(10) → ls, ls C(7,6),
D(x) = : ls,

som giver $x = 51{,}8$.

Imidlertid kan det oprindelige udtryk omskrives til

$$x = \frac{3{,}1 \cdot 7{,}6}{\frac{1}{2{,}2}}$$

der, bortset fra kommaets plads, kan beregnes efter skemaet:

ls → D(3,1), C$\left(\frac{1}{2{,}2}\right)$ → ls, ls → C(7,6), D(x) = : ls.

Hvis man i dette skema erstatter C$\left(\frac{1}{2{,}2}\right)$ med CI(2,2), fremkommer følgende korte og særdeles hensigtsmæssige skema:

ls → D(3,1), CI(2,2) → ls, ls → C(7,6), D(x) = : ls,

som giver $x = 51{,}8$.

Idet man kan erstatte en faktor i tælleren med den inverse faktor i nævneren og omvendt, kan man altid omforme en given brøk, så den får én faktor mere i tælleren end i nævneren, hvorefter man ved hjælp af CI-skalaen kan anvende et kort regneskema. Nedenfor vises nogle eksempler herpå (i skemaerne har man set bort fra kommaets plads):

1) $x = 5{,}43 \cdot 6{,}71 = 36{,}44$
ls → D(5,43), CI(6,71) → ls, ls → C(1), D(x) = : ls

2) $x = \dfrac{1}{5{,}43 \cdot 6{,}71} = \dfrac{1 \cdot \frac{1}{6{,}71}}{5{,}43} = \dfrac{1}{10} \cdot \dfrac{10 \cdot \frac{1}{6{,}71}}{5{,}43} = 0{,}0274$
ls → D(10), C(5,43) → ls, ls → CI(6,71), D(x) = : ls

3) $x = \dfrac{3{,}4}{5{,}3 \cdot 4{,}9} = \dfrac{3{,}4 \cdot \frac{1}{4{,}9}}{5{,}3} = 0{,}1310$
ls → D(3,4), C(5,3) → ls, ls → CI(4,9), D(x) = : ls.

Da hver indstilling af løberen og tungen, og da hver aflæsning indebærer risiko for en lille unøjagtighed, bliver usikkerheden på facit desto mindre, jo færre indstillinger og aflæsninger der indgår i beregningen. Ved anvendelse af CI-skalaen opnår man i mange tilfælde ikke alene en hurtigere beregning, men tillige en sikrere.

A- OG B-SKALAERNE

Skala A er indrettet sådan, at for alle x mellem 1 og 10 gælder:

$$\boxed{D(x) = A(x^2).}$$

Eksempelvis konstaterer man let ved brug af løberstregen:

D(1) = A(1), hvor $1 = 1^2$,
D(2) = A(4), hvor $4 = 2^2$,
D(3) = A(9), hvor $9 = 3^2$,
D(4) = A(16), hvor $16 = 4^2$ og
D(10) = A(100), hvor $100 = 10^2$.

Ved at stille løberstregen på f. eks. A(2) kan man aflæse, at

D(1,414) = A(2).

Heraf følger, at $1{,}414^2 = 2$, med andre ord, at $\sqrt{2} = 1{,}414$.

Idet $(\sqrt{a})^2 = a$, indser man i henhold til ovenstående indrammede ligning, at

$$\boxed{D(\sqrt{a}) = A(a).}$$

Vi viser to eksempler på, hvorledes man kan beregne kvadratrødder ved brug af skalaerne A og D:

Eks. 1: Beregn $\sqrt{7{,}42}$, $\sqrt{742}$ og $\sqrt{0{,}0742}$.

I henhold til ovenstående kan man beregne $x = \sqrt{7{,}42}$ ved skemaet:

ls → A(7,42), D(x) = : ls,

hvoraf $x = 2{,}724$. Ud fra dette facit finder vi:

$$\sqrt{742} = \sqrt{10^2 \cdot 7{,}42} = 10 \cdot \sqrt{7{,}42} = 10 \cdot 2{,}724 = 27{,}24$$

og

$$\sqrt{0{,}0742} = \sqrt{\left(\tfrac{1}{10}\right)^2 \cdot 7{,}42} = \frac{1}{10} \cdot \sqrt{7{,}42} = \frac{1}{10} \cdot 2{,}724 = 0{,}2724.$$

Eks. 2: Beregn $\sqrt{74{,}2}$, $\sqrt{7420}$ og $\sqrt{0{,}742}$.

Vi beregner $x = \sqrt{74{,}2}$ ved skemaet:

ls → A(74,2), D(x) = : ls,

hvoraf $x = 8{,}61$. Heraf følger:

$$\sqrt{7420} = \sqrt{10^2 \cdot 74{,}2} = 10 \cdot \sqrt{74{,}2} = 10 \cdot 8{,}61 = 86{,}1$$

og

$$\sqrt{0{,}742} = \sqrt{\left(\tfrac{1}{10}\right)^2 \cdot 74{,}2} = \frac{1}{10} \cdot \sqrt{74{,}2} = \frac{1}{10} \cdot 8{,}61 = 0{,}861.$$

Skala B er anbragt på tungen og er indrettet sådan, at

$$\boxed{C(x) = B(x^2).}$$

Heraf følger:

$$\boxed{C(\sqrt{a}) = B(a).}$$

Idet skalaerne D og C er kongruente, må i følge ovenstående også skalaerne A og B være kongruente.

Vi skal nu bevise, at skalaerne A og B tilfredsstiller samme grundegenskab som skalaerne D og C, nemlig:

$$\boxed{A(a) = B(b) \text{ og } A(d) = B(c) \text{ er ensbetydende med } \frac{a}{b} = \frac{d}{c}}$$

Idet

$A(a) = D(\sqrt{a})$, $A(d) = D(\sqrt{d})$, $B(b) = C(\sqrt{b})$ og $B(c) = C(\sqrt{c})$,

er $A(a) = B(b)$ og $A(d) = B(c)$ ensbetydende med $D(\sqrt{a}) = C(\sqrt{b})$ og $D(\sqrt{d}) = C(\sqrt{c})$. Dette er som bekendt ensbetydende med:

$$\frac{\sqrt{a}}{\sqrt{b}} = \frac{\sqrt{d}}{\sqrt{c}},$$

der igen er ensbetydende med:

$$\frac{a}{b} = \frac{d}{c}.$$

Man kan altså regne på skalaerne A og B ganske som på D og C.

Brøker, der i tælleren og nævneren indeholder kvadratrødder som faktorer, kan let beregnes, idet man overalt kan erstatte $D(\sqrt{a})$ med $A(a)$ og erstatte $C(\sqrt{a})$ med $B(a)$.

Til beregning af

$$x = \frac{3{,}84 \cdot \sqrt{54{,}2}}{\sqrt{8{,}25}}$$

kan man benytte skemaet:

$$\text{ls} \rightarrow D(3{,}84)\ C(\sqrt{8{,}25}) \rightarrow \text{ls},\ \text{ls} \rightarrow C(\sqrt{54{,}2}),\ D(x) = :\ \text{ls}.$$

I dette skema ersatte man $C(\sqrt{8{,}25})$ med $B(8{,}25)$, og man ersatter $C(\sqrt{54{,}2})$ med $B(54{,}2)$. Herved fremkommer skemaet:

$$\text{ls} \rightarrow D(3{,}84),\ B(8{,}25) \rightarrow \text{ls},\ \text{ls} \rightarrow B(54{,}2),\ D(x) = :\ \text{ls},$$

hvoraf $x = 9{,}84$.

K-SKALAEN

Skala K, den såkaldte *kubikskala* er anbragt på regnestokkens krop; den er sådan indrettet, at for alle x mellem 1 og 10 gælder:

$$\boxed{D(x) = K(x^3).}$$

Idet $(\sqrt[3]{a})^3 = a$, indser man i henhold til ovenstående indrammede ligning, at

$$\boxed{D(\sqrt[3]{a}) = K(a).}$$

Man kan altså overalt erstatte $D(\sqrt[3]{a})$ med $K(a)$.

Til beregning af

$$x = \frac{4{,}6 \cdot \sqrt[3]{50}}{2{,}1} = \frac{\sqrt[3]{50} \cdot 4{,}6}{2{,}1}$$

kan man benytte skemaet:

$$\text{ls} \rightarrow D(\sqrt[3]{50}),\ C(2{,}1) \rightarrow \text{ls},\ \text{ls} \rightarrow C(4{,}6),\ D(x) = :\ \text{ls},$$

som ved udskiftning af $D(\sqrt[3]{50})$ med $K(50)$ giver:

$$\text{ls} \rightarrow K(50),\ C(2{,}1) \rightarrow \text{ls},\ \text{ls}\ C(4{,}6),\ D(x) = :\ \text{ls},$$

hvoraf $x = 8{,}07$.

Et lignende skema kan anvendes i alle tilfælde, hvor nævneren ikke indeholder nogen kubikrod, og hvor der i tælleren findes én og kun én kubikrod.

Hvis nævneren indeholder én og kun én kubikrod, kan man gennemføre beregningen som vist i følgende eksempel:

$$x = \frac{\sqrt[3]{150} \cdot 2{,}4}{6{,}3 \cdot \sqrt[3]{14}}$$

Man beregner først

$$a = \frac{\sqrt[3]{150} \cdot 2{,}4}{6{,}3}$$

ved anvendelse af skemaet:

$$\text{ls} \rightarrow K(150),\ C(6{,}3) \rightarrow \text{ls},\ \text{ls} \rightarrow C(2{,}4),\ D(a) =:\ \text{ls}.$$

Derefter beregner man x af lignengen:

$$x = \frac{a}{\sqrt[3]{14}}$$

som er ensbetydende med:

$$a = \frac{\sqrt[3]{14} \cdot 1}{\frac{1}{x}}$$

Hvis x havde været et kendt tal, kunne man af denne ligning have beregnet a ved anvendelse af skemaet:

$$\text{ls} \rightarrow K(14),\ CI(x) \rightarrow \text{ls},\ \text{ls} \rightarrow C(1),\ D(a) = :\ \text{ls}.$$

Af dette skema fremgår, at

$$C(10) = D(a) \text{ og } CI(x) = K(14).$$

Man kan altså beregne x ved skemaet:

$$\boxed{\text{ls} \rightarrow D(a),\ C(1) \rightarrow \text{ls},\ \text{ls} \rightarrow K(14),\ CI(x) = :\ \text{ls}}$$

og hele opgaven kan regnes ved skemaet:

$$\text{ls} \rightarrow K(150),\ C(6{,}3) \rightarrow \text{ls},\ \text{ls} \rightarrow C(2{,}4),\ C(1) \rightarrow \text{ls},\ \text{ls} \rightarrow K(14),$$
$$CI(x) = :\ \text{ls},$$

hvoraf $x = 0{,}840$. Man bemærker, at det ikke er nødvendigt at aflæse mellemresultatet a.

Det indrammede skema, hvor facit aflæses på CI-skalaen, angiver en særlig fremgangsmåde for division. Denne fremgangsmåde er hensigtsmæssig, når tælleren a ikke aflæses, men er angivet på D-skalaen ved hjælp af løberen, og når nævneren ikke let lader sig finde på tungens skalaer, men derimod let lader sig finde på regnestokkens krop, her på K-skalaen. Denne særlige fremgangsmåde for division lader sig anvende med fordel i forbindelse med skalaerne S, T og ST, der senere skal omtales.

SPECIALITETER

Cirkelbuer

Til beregning af cirkelbuers længde har man brug for tallet π. Dette tal har en speciel streg på hver af skalaerne A, B, C og D; man behøver således ikke at huske tilnærmelsesværdien for π, nemlig 3,142.

Lad x være længden af en cirkelbue på $g°$ og med radius r; så gælder:

$$x = \frac{g}{360} \cdot 2\pi r = g \cdot \frac{\pi}{180} \cdot r$$

Sidstnævnte udtryk lader sig beregne ved skemaet:

$$\text{ls} \rightarrow D(g),\ CI\left(\frac{\pi}{180}\right) \rightarrow \text{ls},\ \text{ls} \rightarrow C(r),\ D(x) = :\ \text{ls}$$

Tallet $\frac{\pi}{180} = 0{,}01745$ betegnes sædvanligvis med ϱ (læs: rho), og på CI-skalaen er punktet $CI(\varrho)$ markeret specielt. Ovenstående skema kan derfor omskrives til:

$$\text{ls} \rightarrow D(g),\ CI(\varrho) \rightarrow \text{ls},\ \text{ls} \rightarrow C(r),\ D(x) = :\ \text{ls}.$$

Hvis f. eks. $g = 63{,}4$ og $r = 11{,}2$, antager skemaet skikkelsen:

$$\text{ls} \rightarrow D(63{,}4),\ CI(\varrho) \rightarrow \text{ls},\ \text{ls} \rightarrow C(11{,}2),\ D(x) = :\ \text{ls},$$

hvorved findes: $x = 12{,}4$.

Regnestokken frembyder imidlertid endnu en hurtig fremgangsmåde til beregning af en cirkelbues længde, når gradtal og radius er givne. ST-skalaen, som spænder fra ca. 0,57 til ca. 5,7, er nemlig sådan afsat, at

$$ST(g) = D\left(g \cdot \frac{\pi}{180} \cdot 100\right).$$

Da $g \cdot \frac{\pi}{180} \cdot 100$ er længden af en cirkelbue på $g°$ og med radius 100, må løberstregen netop vise denne længde på D-skalaen, når den dækker gradtallet på ST-skalaen.

Eksempelvis ser man, at en bue på 3,42° og med radius 100 har længden 5,97.

Hvis radius har en anden værdi end 100, f. eks. 13,7 (gradtallet tænkes stadig at være 3,42), kan man finde længden ved at gange 5,97 med $\frac{13{,}7}{100}$, d. v. s. med 0,137. Idet x er længden af en cirkelbue på 3,42° og med radius 13,7, kan man altså beregne x ved skemaet:

$$\text{ls} \rightarrow ST(3{,}42),\ CI(13{,}7) \rightarrow \text{ls},\ \text{ls} \rightarrow C(10),\ D(x) = :\ \text{ls},$$

der giver $x = 0{,}818$.

Hvis radius er den samme som før, altså 13,7, men gradtallet er 10 gange så stort som før, altså 34°,2, bliver buelængden 10 gange så stor som før, altså 8,18. Ved hjælp af ST- og D-skalaerne kan man således beregne buer med vilkårlig radius og vilkårligt gradtal.

Cirklens Areal

En cirkel med diameteren d har som bekendt arealet $\frac{\pi}{4} \cdot d^2$. Dette udtryk kan omskrives til $d^2 : \frac{4}{\pi} = d^2 : c^2 = \left(\frac{d}{c}\right)^2$, hvor $c^2 = \frac{4}{\pi}$, d.v.s.

$$c = \frac{\sqrt{4}}{\sqrt{\pi}}$$

Man kan beregne c ved skemaet:

$$\text{ls} \rightarrow \text{A}(4),\ \text{B}(\pi) \rightarrow \text{ls},\ \text{ls} \rightarrow \text{C}(1),\ \text{D}(c) = :\ \text{ls}.$$

Facit bliver $c = 1{,}128$. På skalaerne C og D er der afsat særlige mærker ved punkterne $\text{C}(c)$ og $\text{D}(c)$.

Idet x er arealet af en cirkel med diameteren d, kan man beregne

$$x = \left(\frac{d}{c}\right)^2$$

ved skemaet:

$$\text{ls} \rightarrow \text{D}(d),\ \text{C}(c) \rightarrow \text{ls},\ \text{ls} \rightarrow \text{C}(1),\ \text{A}(x) = :\ \text{ls}.$$

Hvis f. eks. $d = 2$, antager skemaet skikkelsen:

$$\text{ls} \rightarrow \text{D}(2),\ \text{C}(c) \rightarrow \text{ls},\ \text{ls} \rightarrow \text{C}(1),\ \text{A}(x) = :\ \text{ls}.$$

hvoraf fås: $x = 3{,}14 = \pi$.

På løberen ser man foruden den egentlige løberstreg to kortere røde streger. Hvis løberen og tungen stadig står, som vi forlod dem i det foregående eksempel, bemærker man, at den korte streg til højre for den egentlige løberstreg dækker $\text{C}(c)$. Idet vi betegner sidstnævnte korte streg med ls_1, kan det nævnte eksempel åbenbart regnes ved følgende skema, helt uden brug af tungen:

$$\text{ls}_1 \rightarrow \text{D}(2),\ \text{A}(x) = :\ \text{ls}.$$

Hvis cirklen diameter er d, kan man beregne arealet x ved skemaet:

$$\text{ls}_1 \rightarrow \text{D}(d),\ \text{A}(x) = :\ \text{ls}.$$

Den anden af de to korte løberstreger vil vi betegne med ls_2. Denne streg har samme afstand fra ls som ls_1. Arealet kan derfor også beregnes ved skemaet:

$$\text{ls} \rightarrow \text{D}(d),\ \text{A}(x) = :\ \text{ls}_2$$

For at lette beregningen af en cirkels areal ud fra dens radius r har man på regnestokken afsat specielle mærker ved punkterne $\text{A}(M)$ og $\text{B}(M)$, hvor $M = \frac{100}{\pi} = 31{,}83$. Arealet

$$x = \pi r^2 = 100 \cdot \frac{r^2}{M}$$

kan herefter beregnes ved skemaet:

$$\text{ls} \rightarrow \text{D}(r),\ \text{B}(M) \rightarrow \text{ls},\ \text{ls} \rightarrow \text{B}(1),\ \text{A}(x) = :\ \text{ls}.$$

DE TRIGONOMETRISKE SKALAER

Sinus

Skala S, der er afsat på regnestokkens krop, tjener til beregning af udtryk, som indeholder sinus.

Ved at stille løberstregen f. eks. på S(20) ser man, at

$$\text{S}(20) = \text{D}(3{,}42).$$

Opslag i en sinustavle viser, at

$$\sin 20^\circ = 0{,}342.$$

Man ser altså, at

$$\text{S}(20) = \text{D}(10 \cdot \sin 20^\circ).$$

Dette kommer af, at man har indrettet S-skalaen sådan, at for alle reelle tal v mellem 5,7 og 90 gælder:

$$\boxed{\text{S}(v) = \text{D}(10 \cdot \sin v^\circ).}$$

Ved anvendelse af løberen kan man f. eks. aflæse:

$$\sin 7{,}43^\circ = 0{,}1293 \text{ og } \sin 74{,}3^\circ = 0{,}963.$$

Man kan åbenbart ikke se bort fra kommaets plads i det gradtal, hvis sinus det kommer an på. Idet vi i øvrigt på sædvanlig måde ser bort fra kommaets plads, kan vi åbenbart overalt erstatte $\text{D}(\sin v^\circ)$ med $\text{S}(v)$ og omvendt. Nedenstående eksempler viser, hvorledes man kan udnytte dette i sammensatte beregninger:

1) $$x = 8{,}75 \cdot \sin 26{,}4^\circ = \sin 26{,}4^\circ \cdot 8{,}75$$

kan beregnes ved skemaet:

$$\text{ls} \rightarrow \text{D}(\sin 26{,}4^\circ),\ \text{CI}(8{,}75) \rightarrow \text{ls},\ \text{ls} \rightarrow \text{C}(1),\ \text{D}(x) = \text{ls}.$$

Ved at erstatte $\text{D}(\sin 26{,}4^\circ)$ med $\text{S}(26{,}4)$ får man skemaet:

$$\text{ls} \rightarrow \text{S}(26{,}4),\ \text{CI}(8{,}75) \rightarrow \text{ls},\ \text{ls} \rightarrow \text{C}(1),\ \text{D}(x) = :\ \text{ls},$$

som giver: $x = 3{,}89$.

2) $$x = \frac{8{,}75}{\sin 26{,}4^\circ}$$

Vi benytter det samme divisionsskema som under kubikrod:

$$\text{ls} \rightarrow \text{D}(8{,}75),\ \text{C}(10) \rightarrow \text{ls},\ \text{ls} \rightarrow \text{S}(26{,}4),\ \text{CI}(x) = :\ \text{ls}$$

som giver $x = 19{,}7$.

3) $$x = \frac{\sin 58{,}3^\circ \cdot 4{,}48}{\sin 32{,}5^\circ};$$

$$\text{ls} \rightarrow \text{S}(58{,}3),\ \text{CI}(4{,}48) \rightarrow \text{ls},\ \text{ls} \rightarrow \text{S}(32{,}5),\ \text{CI}(x) = :\ \text{ls},$$

som giver $x = 7{,}11$.

4) Find x af ligningen : $\sin x^\circ = \frac{\sin 40{,}8^\circ \cdot 5{,}51}{6{,}30}$;

$$\text{ls} \rightarrow S(40{,}8),\ C(6{,}30) \rightarrow \text{ls},\ \text{ls} \rightarrow C(5{,}51),\ S(x) = :\ \text{ls},$$

som giver $x = 34{,}9$.

Når v ligger mellem ca. 0,57 og ca. 5,7, gælder med tilstrækkelig tilnærmelse, at sin $v°$ er længden af en bue på $v°$, når cirklen har radius 1. Derfor gælder:

$$ST(v) = D(100) \cdot \sin v°).$$

Hvis man stiller løberstregen f. eks. på ST(2,64), viser et blik på regnestokken, at

$$ST(2{,}64) = D(4{,}61) = D(100 \cdot 0{,}0461).$$

Heraf ser man, at

$$\sin 2{,}6° = 0{,}0461.$$

Med det sædvanlige forbehold angående kommaets plads kan man for alle v mellem 0,57 og 5,7 erstatte D(sin$v°$) med sin ST(v) og omvendt.

Som vist i afsnittet om længde af cirkelbuer har en cirkelbue på 2,64° i en cirkel med radius 1 længden

$$x = 2{,}64 \cdot \varrho,$$

der lader sig beregne ved skemaet:

$$\text{ls} \rightarrow D(2{,}64),\ CI(\varrho) \rightarrow \text{ls},\ \text{ls} \rightarrow C(10),\ D(x) = :\ \text{ls},$$

der giver $x = 0{,}0461$.

Tangens

Skala T, der er afsat på regnestokkens krop, tjener til beregning af udtryk, som indeholder tangens.

Ved at stille løberstregen f. eks. på T(20) ser man, at

$$T(20) = D(3{,}64)$$

Opslag i en tangenstavle viser, at

$$\text{tg } 20° = 0{,}364.$$

Man ser altså, at

$$T(20) = D(10 \cdot \text{tg } 20°).$$

Dette kommer af, at man har indrettet T-skalaen sådan, at for alle reelle tal v mellem 5,7 og 45 gælder:

$$\boxed{T(v) = D(10 \cdot \text{tg} v°).}$$

Med det sædvanlige forbehold angående kommaets plads kan man åbenbart for alle v mellem 5,7 og 45 erstatte D(tg$v°$) med T(v). Nedenstående eksempler viser, hvorledes man kan udnytte dette i sammensatte beregninger:

1) $x = 9{,}12 \cdot \text{tg } 23{,}8°$;

$$\text{ls} \rightarrow T(23{,}8),\ CI(9{,}12) \rightarrow \text{ls},\ \text{ls} \rightarrow C(10),\ D(x) = :\ \text{ls},$$

som giver $x = 4{,}83$.

2) $x = \dfrac{9{,}12}{\text{tg } 23{,}8°}$

$$\text{ls} \rightarrow D(9{,}12),\ C(10) \rightarrow \text{ls},\ \text{ls} \rightarrow T(23{,}8),\ CI(x) = :\ \text{ls},$$

som giver $x = 20{,}64$.

For alle v mindre end 5,7 kan man med tilstrækkelig nøjagtighed erstatte tg$v°$ med længden af en bue på $v°$ i en cirkel med radius 1. Hertil kan man anvende ST-skalaen eller ϱ-mærket ganske ligesom for sin $v°$.

For vinkler mellem 45° og 90° benytter man sig af komplementvinklerne: Eksempelvis er tg 62° = cot (90°—62°) = cot 28° = $\dfrac{1}{\text{tg } 28°}$.

Cosinus og cotangens

$\cos 26{,}4° = \sin 63{,}6° = 0{,}896.$ $\quad \cot 26{,}4° = \dfrac{1}{\text{tg } 26{,}4°} = 2{,}01$

$\cos 86° = \sin 4° = 0{,}0698.$ $\quad \cot 4° = \dfrac{1}{\text{tg } 4°} = 14{,}30$

Meget små vinkler

For vinkler under 5,7° kan man til brug på regnestok med tilstrækkelig nøjagtighed regne med, at sinus og tangens er ligefrem proportionale med vinklen:

$$\sin 0{,}34° = \frac{1}{10} \cdot \sin 3{,}4° = \frac{1}{10} \cdot 0{,}0593 = 0{,}00593 \cdot$$

tg 0,34° bliver det samme, altså 0,00593.

NOGLE TEKNISKE KONSTANTER

Elektrisk spændingstab

Når en elektrisk strøm på i Ampere passerer en kobbertråd, hvis længde er $2l$ meter, hvis tværsnit er a mm², og hvis temperatur er 15° C, og spændingstabet gennem tråden er e Volt, så gælder det, at

$$e = \frac{i \cdot l}{a \cdot 28{,}7}$$

Hyppigt gennemføres beregningen af e på skalaerne A og B. Til lettelse heraf har man afsat særlige mærker ved punkterne A(28,7) og B(28,7).

Omsætning af kW til HK eller HP

For effektenhederne kW (kilowatt), HK (hestekraft) og HP (horse power) gælder:

1 HK = 0,736 kW og 1 HP = 0,746 kW.

Omsætning mellem disse enheder ved beregning på skalaerne A og B kan lettes ved særlige mærker, der er afsat ved punkterne A(73,6) og A(74,6) samt B(73,6) og B(74,6).

Omsætning fra kW til HK kan gennemføres også ved hjælp af D- eller C-skalaen i forbindelse med løberstregen ls_1 og en særlig løberstreg ls_3, der er afsat således, at når ls_1 = C(10), så er ls_3 = C(7,36). Idet a kW er det samme som x HK, kan nemlig

$$x = \frac{a}{0{,}736} = \frac{a \cdot 10}{7{,}36}$$

beregnes ved skemaet:

$$ls \rightarrow D(a),\ C(7{,}36) \rightarrow ls,\ ls \rightarrow C(10),\ D(x) = :\ ls.$$

Tungen står nu i en sådan stilling, at

$$C(7{,}36) = D(a) \text{ og } C(10) = D(x).$$

Hvis løberen flyttes, så ls_3 = D(a), må derfor ls_1 = D(x). Til omsætningen behøver man altså slet ikke at benytte tungen; x kan beregnes ved skemaet:

$$ls_3 \rightarrow D(a),\ D(x) = :\ ls_1.$$

Da C- og D-skalaerne er kongruente og ensrettede, kan man lige så godt anvende skemaet:

$$ls_3 \rightarrow C(a),\ C(x) = :\ ls_1.$$

Eksempler:

1) En elektrisk motor forbruger 17,8 kW, mens den yder 20 HK. Hvor stor er nyttevirkningen?

20 HK = 20 · 0,736 kW. Nyttevirkningen er altså:

$$x = \frac{20 \cdot 0{,}736}{17{,}8},$$

der beregnes let ved skemaet:

$$ls \rightarrow A(20),\ B(17{,}8) \rightarrow ls,\ A(x) = \underline{B(73{,}6)},$$

hvor jo B(73,6) har sit særlige mærke.

Man kan også bruge følgende skema:

$$ls_1 \rightarrow D(20),\ C(17{,}8) \rightarrow ls_3,\ D(x) = :\ C(1).$$

Facit: x = 0,828 = 82,8 %.

2) En elektrisk motor forbruger 18,1 kW, mens den yder 20 HP. Hvor stor er nyttevirkningen?

20 HP = 20 · 0,746 kW. Nyttevirkningen er altså:

$$x = \frac{20 \cdot 0{,}746}{18{,}1},$$

der beregnes let ved skemaet:

$$ls \rightarrow A(20),\ B(18{,}1) \rightarrow ls,\ A(x) = :\ \underline{B(74{,}6)},$$

hvor jo B(74,6) har sit særlige mærke. Facit: x = 0,825 = 82,5 %.

3) En dynamo forbruger 120 HK, mens den yder 80 kW. Hvor stor er nyttevirkningen?

120 HK = 120 · 0,736 kW. Nyttevirkningen er altså:

$$x = \frac{80}{120 \cdot 0{,}736} = \frac{1 \cdot 80 \cdot 1}{0{,}736 \cdot 120},$$

der let kan beregnes ved skemaet:

$$\underline{B(73{,}6)} \rightarrow A(100),\ ls \rightarrow B(8{,}0),\ B(12{,}0) \rightarrow ls,\ A(x) = :\ B(10),$$

hvor det særlige mærke for B(73,6) anvendes.

Man kan også bruge følgende skema:

$$ls_3 \rightarrow D(80),\ C(120) \rightarrow ls_1,\ D(x) = :\ C(1).$$

Facit: x = 0,906 = 90,6 %.

Vægt af rundjern

Hvis man flytter løberen, så ls = B(10), viser det sig, at ls_2 = B(7,85). Da 7,85 er en brugbar værdi af vægtfylden for sådant jern og stål, som rundjern og rundstål består af, kan ls_2 udnyttes til beregning af sådanne materialers vægt. Lad l være længden i meter af et stykke rundjern eller -stål, hvis diameter er d mm. Bortset fra kommaets plads, kan man — som tidligere vist — beregne tværsnitsarealet a ved skemaet:

$$ls_2 \rightarrow D(d),\ A(a) = :\ ls.$$

Bortset fra kommaets plads er vægten v pr. løbende meter 7,85 · a. Dette kan beregnes ved skemaet:

$$B(10) \rightarrow A(a),\ A(v) = :\ B(7{,}85).$$

Hvis løberen flyttes, så ls = B(10), står — som nævnt — ls_2 på B(7,85), d. v. s. på A(v). Man kan altså beregne v helt uden brug af tungen, nemlig ved skemaet:

$$ls \rightarrow A(a),\ A(v) = :\ ls_2.$$

Helt fra grunden kan man altså beregne v ved skemaet:

$$ls_1 \rightarrow D(d),\ A(v) = :\ ls_2.$$

Vægten $x = l \cdot v$ af hele rundjernstykket kan herefter beregnes ved skemaet:

$$B(10) \rightarrow A(v),\ ls \rightarrow B(l),\ A(x) = :\ ls.$$

Altså helt fra grunden:

$$ls_1 \rightarrow D(d),\ B(10) \rightarrow ls_2,\ ls \rightarrow B(l),\ A(x) = :\ ls.$$

Eksempelvis kan vægten x kg af 32,4 m rundjern med tværsnitsdiameteren 12 mm beregnes ved skemaet:

$$ls_1 \rightarrow D(12),\ B(10) \rightarrow ls_2,\ ls \rightarrow B(32{,}4),\ A(x) = :\ ls,$$

der giver $x = 28{,}8$.

REGNESIKKERHEDEN

For hver indstilling af tunge og løber og for hver aflæsning på én af regnestokkens skalaer er der risiko for en lille fejl. Derfor er der også en risiko for fejl i et facit, der er beregnet ved regnestok. Til vurdering af denne risiko tjener følgende regel for omhyggelig regning med skalaerne D, C og CI på en 25 cm-regnestok:

Når et facit er fremkommet ved n indstillinger og aflæsninger tilsammen, er der en risiko på 8 % for, at fejlen på facit overstiger $1{,}6\sqrt{n}$ promille af facit.

Eksempel:

$$x = \frac{7{,}54 \cdot 4}{4{,}33}$$

kan beregnes ved skemaet:

$$ls \rightarrow D(7{,}54),\ C(4{,}33) \rightarrow ls,\ D(x) = :\ C(4),$$

der giver $x = 6{,}97$.

Af skemaet fremgår, at man i alt har anvendt 3 indstillinger og aflæsninger. Der er altså en risiko på 8 % for, at fejlen overstiger

$$1{,}6 \cdot \sqrt{3} = 2{,}8 \text{ promille af facit;}$$

2,8 promille af facit udgør 0,02.

Der er altså en risiko på kun 8 % for, at det korekte facit ligger over $6{,}97 + 0{,}02 = 6{,}99$ eller under $6{,}97 - 0{,}02 = 6{,}95$.

Man kan også udtrykke dette således:

Der er 92 % sikkerhed for, at det korrekte facit ligger mellem 6,95 og 6,99.

WINKELHORN & CO. KØBHVN. 1019 - 27110