

RICHERT, JOHAN GUSTAF

Om vattenledningstryck och eldsläckning.

Göteborg
1896

EOD – Miljoner böcker bara en knapptryckning bort. I mer än 10 europeiska länder!



Tack för att du väljer EOD!

Europeiska bibliotek har miljontals böcker från 1400-till 1900-talet i sina samlingar. Alla dessa böcker går nu att få som e-böcker – de är bara ett musklick bort. Sök i katalogen från något av biblioteken i eBooks on Demand- nätverket (EOD) och beställ boken som e-bok – tillgängligt från hela världen, 24 timmar per dag och 7 dagar i veckan. Boken digitaliseras och blir tillgänglig för dig som e-bok.

EOD bokens fördelar!

- Få samma utseende och känsla som med originalet!
- Använd ditt standardprogram för att läsa boken på skärmen, zooma och navigera genom boken.
- Skriv ut enstaka sidor eller hela boken.
- *Sök:* Använd fulltextsökning för enskilda fraser.
- *Klipp & klistra:* Kopiera bilder och delar av texten till andra applikationer (t.ex. ordbehandlingsprogram).

Villkor för användning

Genom att använda EOD-tjänsten accepterar du de villkor som ställs av biblioteket som äger den aktuella boken.

- Villkoren på svenska: <http://books2ebooks.eu/odm/html/nls/sv/agb.html>

Fler e-böcker

Redan nu erbjuder 30 bibliotek från 12 europeiska länder denna service.

Mer information finns tillgängliga via <http://books2ebooks.eu> alla boken.

- <http://search.books2ebooks.eu/>

Technol.
Vattenledn.
(Bor)

Om vattenledningstryck

och

eldsläckning

af

J. G. RICHERT.



1896



Föredrag

af Ingeniör *J. Gust. Richert.*

Om vattenledningstryck och eldsläckning.

M. H.! Ett gammalt ordspråk säger, att vattnet är en god dräng men en dålig husbonde, och detta kan med skäl tillämpas äfven på elden. Lika behaglig och nyttig som vi finna den värmande eldbrasan eller spisen, lika fruktansvärd är åsynen af den röda hanen på stugans tak. Det finnes få tillfällen, då man känner sig mera beroende af sina medmenniskors hjälp än vid en eldsvåda, och från älsta tider har det ansetts såsom en oafvislig plikt att dervid bispringa sin nödställda granne. I vår tid organiseras inom hvarje större samhälle en trupp af öfvade soldater till kamp mot den farlige fienden, och man söker skydda sig för eventuella förluster genom att till försäkringsbolagen inbetala årliga premier, hvilka i händelse af eldsolycka berättiga till skadans fulla ersättning. De svenska försäkringsbolagens årliga bruttokomster uppgå för närvarande till c:a 6 millioner kronor, hvaraf under normala förhållanden ungefär hälften återgår i form af ersättning för brandskador; men under olycksåret 1888, då Sundsvall och Umeå på samma dag lades i aska, måste bolagen punga ut med 16 millioner kronor!

Dessa siffror visa bättre än alla förklaringar den stora betydelsen af eldsläckningsväsendets ändamålsenliga ordnande. Och tack vare just de stora och kapitalförstörande eldsvådorna har man kommit ganska långt på den vägen. Stockholms och Göteborgs brandkårer, organiserade och ledda af energiska och insiktsfulla chefer, kunna täfla med utlandets bästa, åtminstone i proportion mot manskapets numerär och organisationens kostnad. Det är länge sedan vi här i staden hemsöktes af någon svå-

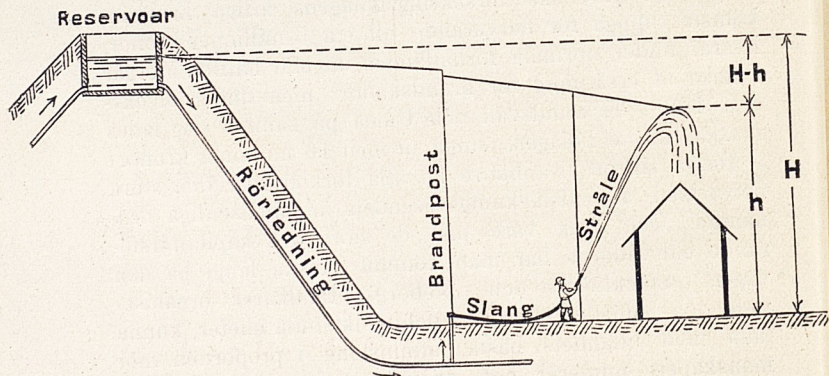
rare ellsolycka, ehuru hotande tillbud för visso ej saknats. Vi se äfven mindre samhällen följa de störres exempel, och det skall väl ej dröja särdeles många år innan hvarje svensk stad förfogar öfver en fast brandkår.

Men första villkoret för att en eldsvåda skall kunna dämpas är dock en riklig vattentillgång under tillräckligt tryck. Den raskaste brandsoldat står hjälplös, när vattentrycket börjar mattas och strålen ej längre når upp till det rasande elementets härd. Och det är lika viktigt, att vattentillgång och tryck *genast* stå till förfogande, ty svårigheten att släcka växer med hvarje förloradt ögonblick. En ångspruta af bästa konstruktion kan derföre aldrig täfla med en vattenledning, hvars talrika brandposter hvarje ögonblick stå redo att slunga kraftiga strålar öfver taken på de högsta hus. Det gifves visserligen förhållanden, under hvilka ångsprutan är outhärlig, men nog är det en stor fördel om man i regeln kan hjälpa sig den förutan.

Vi vilja således utgå från den förutsättningen, att vattenledningstrycket i hvarje stadsdel skall vara tillräckligt för direkt eldsläckning utan tillhjälp af ångsprutor. Låtom oss undersöka, huru vattenledningen bör vara beskaffad för att uppfylla detta vilkor!

Nedanstående skiss antyder schematiskt vattenledningens allmänna anordning och verkningssätt.

Fig. 1.



Trycket bestämmes af vattenståndet i reservoaren, som matas från en högre belägen sjö eller ett pumpverk.

Så länge icke någon konsumtion eger rum, måste, enligt lagen för kommunicerande rör, vattentrycket inom hela röret vara detsamma, från det gemensamma nollplanet räknadt. Om man således från en punkt hvar som helst låter vattnet uppstiga i ett slutet rör, inställer sig dess yta i jernhöjd med ytan i reservoaren, som vi antaga ligger H meter öfver marken.

Men om vi från närmaste brandpost utlägga en slang och derifrån uppsända en stråle, så kommer vattnet icke att nå högre än h meter öfver marken. Stighöjden har minskats med $H-h$ meter; denna minskning kalla vi *tryckförlust*.

Om vi närmare undersöka tryckförlusten, finna vi att den är sammansatt af flera olika delar, hvilka uppstå

- 1) i rörledningen mellan reservoaren och brandposten
- 2) » brandposten
- 3) » slangen
- 4) » strålröret och fria luften.

Med kännedom om den strålhöjd, som är nödvändig för erhållande af en kraftig eldsläckning, blir det nu konstruktörens uppgift att beräkna samtliga dessa förluster för att på grund deraf bestämma reservoarens höjd.

1) *Tryckförlusten i rörledningen.*

Hydrodynamiken lär oss, att för att vatten skall kunna framrinna genom en rörledning med en viss hastighet v , erfordras ett tryck, som angifves genom en vattenpelare af höjden

$$\frac{v^2}{2g}$$

der g = tyngdkraftens acceleration = 9,82 meter.

Vid vattnets inströmning i röret uppstår vid mynningen en kontraktionsförlust, som brukar uttryckas med

$$a \frac{v^2}{2g}$$

der a är en koefficient, hvars numeriska värde är beroende af mynningens beskaffenhet.

Dessa båda förluster uppstå således vid vattnets inträde i ledningen. För att öfvervinna friktionsmotståndet mot rörets väggar erfordras ett tryck, som äfven uttryckes

såsom en förlorad vattenpelarhöjd, d. v. s. såsom en funktion af $\frac{v^2}{2g}$; den är proportionel mot ledningens längd och omvänt proportionel mot dess diameter. Vi erhålla då uttrycket

$$b \frac{v^2}{2g} \frac{l}{d}$$

der b = friktionskoefficienten.
 l = rörledningens längd.
 d = » » diameter.

Den totala tryckförlusten blir då

$$h_1 = \frac{v^2}{2g} + a \frac{v^2}{2g} + b \frac{v^2}{2g} \frac{l}{d}, \text{ eller}$$

$$h_1 = \frac{v^2}{2g} \left(1 + a + b \frac{l}{d} \right) \dots \dots \dots (1)$$

Vid långa ledningar blir den sista termen så stor i jämförelse med de båda föregående, att dessa utan olägenhet kunna bortkastas, och man får då den enkla formeln

$$h_1 = b \frac{v^2}{2g} \frac{l}{d} \dots \dots \dots (2)$$

Om vi i stället för v insätta

$$\frac{k}{\left(\frac{\pi d^2}{4}\right)} = \frac{\text{den framrinnande vattenmängden}}{\text{sektionsarean}}$$

så erhålles

$$h_1 = c \frac{k^2 l}{d^5} \dots \dots \dots (3)$$

Friktionsförlusten b beräknas af olika författare på olika sätt.

Weisbach anser, att b är beroende af hastigheten enligt formeln

$$b = 0,01439 + \frac{0,0094711}{\sqrt{v}} \dots \dots \dots (4)$$

För $v = 1$ meter är b i rundt tal $= 0,024$, följaktligen

$$h_1 = 0,002 \cdot \frac{k_2 l}{d^5}$$

För $v = 0,2$ meter är deremot

$$h_1 = 0,003 \cdot \frac{k^2 l}{d^5}$$

Eytelwein har för friktionskoefficienten fastställt ett medelvärde

$$b = 0,02$$

$$\text{alltså } h_1 = 0,2 \frac{v^2}{2g} \frac{l}{d} \dots\dots\dots (5)$$

$$\text{eller } h_1 = 0,0017 \frac{k^2 l}{d^5} \dots\dots\dots (6)$$

Dupuit har i sistnämnda formel ökat koefficienten 0,0017 till 0,0025, d. v. s.

$$h_1 = 0,0025 \frac{k^2 l}{d^5} \dots\dots\dots (7)$$

och slutligen har *Hawksley* uppställt formeln

$$h_1 = 0,003 \frac{k^2 l}{d^5} \dots\dots\dots (8)$$

Weisbachs formel anses gifva de skarpaste resultaten, men den är obehvä. Dupuits formel träffar precis medeltalet mellan Weisbachs gränsvärden för de hastigheter, som i allmänhet förekomma i vattenledningsrör. Hawksley antager Weisbachs öfre gränsvärde konstant för alla värden på hastigheten.

Den sistnämnda formeln bereder derföre i jemförelse med de öfriga en säkerhet, som är väl behöflig; ty inom ett rörnät förekomma så många plötsliga variationer i såväl strömmens hastighet som dess riktning och tvärsektion, att tryckförlusten alltid öfverstiger de värden, som motsvara långa rörledningar med konstant tvärsektion och hastighet.

Enligt försök, verkställda vid Göteborgs nya vattenledning, uppgick tryckförlusten endast till c:a 70 % af värdet enligt Hawksleys formel. Dessa försök utfördes emellertid under de mest gynnsamma förhållanden, med nya hufvudrör af flera kilometers längd.

I betraktande af den osäkerhet, som alltid måste göra sig gällande vid beräkningen af ett rörnäts dimensioner, synes mig vara välbetänkt att utgå från en formel, som gifver jemförelsevis höga värden på tryckförlusten, och jag anser mig derföre böra förorda Hawksleys formel framför de öfriga. För att underlätta dess användning

har en tabell blifvit utarbetad, som angifver tryckförlusten i procent af ledningens längd för olika rördimensioner och vattenkvantiteter. (Se bilagan.)

Emellertid bör man äfven taga i betraktande en annan faktor, som alltför ofta förbises, nemligen rördiameters minskning genom afsättning af rost. Ingen hittills använd bstrykning är nog effektiv att helt och hållet förekomma rostbildningen. Efter några år uppträda på rörets innerväggar små ojemnheter, hvilka slutligen växa ut till »tuberkler» af nithufvuds storlek, och man har t. o. m. sett exempel, att en rörledning blifvit nästan helt och hållet igenrostad. Denna omständighet är värd att taga i allvarligt betraktande, och man bör vid planläggning af en vattenledning öka hvarje rördimension med minst *en tum* öfver beräkningen, eller omvändt: tryckförlusten bör beräknas så, som om alla rör hade en tum mindre diameter. En sådan minskning inverkar mera än man i allmänhet föreställer sig. Tryckförlusten är 3 ggr större i ett 4" än i ett 5" rör!

2) Förlusten i brandposten,

som uppstår genom den plötsliga förändringen i strömmens riktning och tvärsektion, befanns vid härstädes verkställda försök utgöra

för en utströmmande vattenmängd af

8 sekundliter 1,7 meter

6,1 » 1,0 »

3,6 » 0,22 »

Enligt hydrodynamikens lagar bör denna förlust vara proportionel mot kvadraten på vattnets hastighet, eller, hvilket är detsamma, mot kvadraten på vattenmängden.

Om vi då utgå från det funna värdet för 6,1 sekundliter, så skulle tryckförlusten hafva utgjort

$$\text{för 8 sl. } \left(\frac{8}{6,1}\right)^2 = 1,72 \text{ i st. för 1,7 meter}$$

$$\text{» 3,6 » } \left(\frac{3,6}{6,1}\right)^2 = 0,35 \text{ » » » 0,22 »}$$

I det sistnämnda fallet stämmer således det observerade värdet ej väl öfverens med det beräknade, hvilket väl torde bero på svårigheten att riktigt bestämma en så obetydlig tryckförlust med tillhjälp af en vanlig manometer.

Om vi emellertid beräkna vattenåtgången för hvarje stråle till 6 sekundliter, (jfr sid 18) så blir tryckförlusten i afrundade tal för en slang

$$h_2 = 1 \text{ meter,}$$

och för två slangar från samma brandpost

$$h_2 = 4 \text{ meter.}$$

3) Förlusten i slangen.

För vattnets rörelse i en slang gälla samma lagar som för en vanlig rörledning, d. v. s.

$$h_3 = c \frac{k^2 l}{d^5} \quad (\text{jfr ekv. 3}).$$

Den tekniska literaturen lemna mycket sparsamma upplysningar beträffande koefficienten c . De vid olika försök erhållna resultaten hafva varit så föga öfverensstämmande, att man haft svårt att fastställa tillförlitliga medelvärden, och de fleste författare hafva därför funnit för godt att alls ej beröra denna fråga.

Ett lysande undantag bildar dock en år 1893 utkommen publikation af en amerikansk ingenjör *Freeman*, som anställt en omfattande serie af utomordentligt noggranna och fackmässigt ordnade försök med såväl slangar som strålar. Några af de märkligaste resultaten förtjena att här omnämnas.

Freeman fann, att det egentligen var två omständigheter, som inverkade på tryckförlusten, neml. slangens mer eller mindre ojemna dimensioner samt beskaffenheten af dess inre yta.

Slangens inre diameter bestämdes på följande sätt: Först uppmättes på ett stort antal punkter den yttre diametern under tryck; sedan aftappades vattnet, slangens hoppresades, och dess dubbla tjocklek uppmättes samt frändrogs den yttre diametern.

Dervid befanns, att diametern ofta öfver- eller understeg det uppgifna måttet med ända till 2 mm. Af två slangar, som borde hafva $2\frac{1}{2}$ tum eller 64 mm. diameter, kunde således den ena uppmätas till 66, den andra till 62 mm., motsvarande en skilnad i tryckförlusten af ända till 35 %! Detta öfverensstämmer fullkomligt med den teoretiska beräkningen och lemna på

samma gång den tydligaste förklaring af den skenbara otillförlitligheten af föregående resultat, som erhållits utan någon kontroll af slangens diameter.

Koefficienten c bestämdes för flera olika slag af slangar och befanns utgöra

för vanliga slangar utan inre beklädnad 0,0036

och för slangar med inre beklädnad af gummi 0,0019

Äfven vid Göteborgs byggnadskontor hafva åtskilliga dylika försök blifvit verkställda, ehuru hvarken i antal eller noggrannhet jemförliga med Freemans. Tryckförlusten bestämdes med vanliga manometrar och vattmängden med mätare. Slangen var af Jonsereds fabrikat med 63,5 mm diameter.

Dervid erhöles såsom medelresultat af 30 observationer

för $k = 3,6$ sekundliter $h = 4$ % af
slangens längd

» $k = 6,1$ sl. $h = 9,5$ %

» $k = 8,0$ » $h = 15,3$ %

Om vi nu undersöka, huru dessa resultat öfverensstämma med formeln (3); så finna vi att de motsvara följande värden å koefficienten c :

för $k = 3,6$ sl. $c = 0,0029$

» » = 6,1 » » = 0,0026

» » = 8,0 » » = 0,0025

Såsom ett medelvärde af samtliga försöken erhöles
 $e = 0,0027$

hvilket vi dock med afseende å förluster genom krökar och läckning vilja öka till 0,003, d. v. s. tryckförlusten bör beräknas enligt *Hawksleys* förut angifne formel

$$h_3 = 0,003 \frac{k^2 l}{d^5} \dots \dots \dots (9)$$

För $d = 0,0635$ och $l = 100$ är

$$h_3 = 0,29 k^2 \dots \dots \dots (10)$$

der k uttryckes i sekundliter.

Enligt denna formel har h_3 blifvit uträknad för olika värden på k och resultaten sammanfattade i omstående tabell.

Tabell

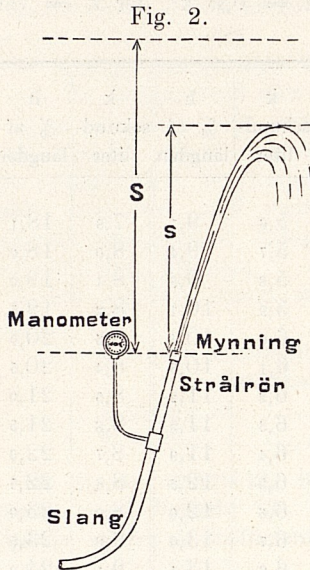
angifvande tryckförlusten i en 63,5 mm. slang af 100 meters längd enligt formeln $h = 0,29 k^2$, der $k =$ vattenmängden i sekundliter.

k	h	k	h	k	h	k	h
sekund- liter	% af längden	sekund- liter	% af längden	sekund- liter	% af längden	sekund- liter	% af längden
1,0	0,29	3,3	3,2	5,6	9,1	7,9	18,1
1,1	0,25	3,4	3,4	5,7	9,4	8,0	18,6
1,2	0,42	3,5	3,6	5,8	9,8	8,1	19,0
1,3	0,49	3,6	3,8	5,9	10,1	8,2	19,5
1,4	0,57	3,7	4,0	6,0	10,4	8,3	20,0
1,5	0,65	3,8	4,2	6,1	10,8	8,4	20,5
1,6	0,74	3,9	4,4	6,2	11,2	8,5	21,0
1,7	0,84	4,0	4,6	6,3	11,5	8,6	21,5
1,8	0,94	4,1	4,9	6,4	11,9	8,7	22,0
1,9	1,1	4,2	5,1	6,5	12,3	8,8	22,5
2,0	1,2	4,3	5,4	6,6	12,6	8,9	23,0
2,1	1,3	4,4	5,6	6,7	13,0	9,0	23,5
2,2	1,4	4,5	5,9	6,8	13,4	9,1	24,0
2,3	1,5	4,6	6,1	6,9	13,8	9,2	24,6
2,4	1,7	4,7	6,4	7,0	14,2	9,3	25,1
2,5	1,8	4,8	6,7	7,1	14,6	9,4	25,6
2,6	2,0	4,9	7,0	7,2	15,0	9,5	26,2
2,7	2,1	5,0	7,3	7,3	15,5	9,6	26,7
2,8	2,3	5,1	7,5	7,4	15,9	9,7	27,3
2,9	2,4	5,2	7,8	7,5	16,3	9,8	27,9
3,0	2,6	5,3	8,2	7,6	16,8	9,9	28,5
3,1	2,8	5,4	8,5	7,7	17,2	10,0	29,0
3,2	3,0	5,5	8,8	7,8	17,6		

4) Förlusten i strålröret och luften.

Då vattnet från slangen pressas genom det koniskt formade strålröret, minskas successivt strömmens sektion och ökas dess hastighet, och derigenom uppstår naturligtvis en viss tryckförlust. Vi vilja emellertid ej behandla denna förlust särskilt för sig utan tillsammans med motståndet i luften. Manometern placeras följakt-

ligen vid strålrörets bas, der sektionen ännu är oförändrad (se nedanstående skiss). Om trycket i denna punkt befinnes vara S , öfver strålrörets mynning räknadt, så kommer strålen endast att uppstiga till höjden s . Det är förhållandet mellan s och S , som vi således skola söka bestämma.



Äfven i denna fråga hafva Freemans försök lemnat värdefulla upplysningar.

Freeman undersökte en otalig mängd strålmunstycken af olika kaliber och form. Effekten befanns vara i öfverraskande ringa grad beroende af munstyckets form.

Freeman undersökte en otalig mängd strålmunstycken af olika kaliber och form. Effekten befanns vara i öfverraskande ringa grad beroende af munstyckets form. Ett vanligt slätborradt koniskt munstycke gaf en lika hög och jemn stråle som någon af de många patenterade konstruktioner, hvilka genom refflor, ringar eller andra anordningar afse att förringa

förlusten genom hvirfvelrörelser och hastighetsändringar. Kontraktionen i utströmningsmynningen befanns i allmänhet uppgå till 0,98, och den utströmmande vattenmängden kunde således beräknas enligt formeln

$$k = 0,98 \frac{\pi d^2}{4} \sqrt{2g} S \dots\dots\dots (11)$$

der d = diametern af strålrörets mynning.

Vid försök att bestämma strålhöjden befanns denna vara i så utomordentligt hög grad beroende af vindförhållandena, att en knappt märkbar förändring af vindens riktning och styrka kunde öka eller minska strålens höjd med flera meter. Mången gång, då man vid marken fann luften stå alldeles stilla, gjorde sig en svag vind gällande vid strålens topp och minskade dess höjd. Under 6 veckors tid yppade sig endast ganska få tillfällen, då man för någon kortare stund kunde göra fullt noggranna mätningar af strålens höjd. De resultat, som

dervid erhöllos, representera således de mest fördelaktiga undantagsförhållanden.

Freeman fann resultaten öfverensstämma med följande formel

$$s = S - 0,1125 \frac{S^2}{d} \dots\dots\dots (12)$$

der s angifver de öfversta dropparnes höjd öfver strålrörets mynning och d munstyckets diameter i millimeter.

För praktiska ändamål är dock denna nivå af jemförelsevis ringa betydelse; viktigare är att bestämma den höjd, till hvilken strålen kan uppstiga med tillräcklig kraft för att kunna vara af någon verklig nytta för eldsläckning. Denna *effektiva eldsläckningshöjd* fann Freeman i medeltal uppgå till 80 % af maximihöjden. En stråle, hvars öfversta droppar uppstiga 15 meter öfver mynningen, kan således ej släcka till större höjd än 12 meter: den behöfver, för att utöfva någon verkan, träffa elden med ett tryck af 3 meter.

Vid Göteborgs byggnadskontor hafva åtskilliga försök blifvit utförda i samma syfte. Dervid användes munstycken, som uppgåfvos hafva resp. $\frac{1}{2}$ " (12,8 mm.) $\frac{3}{4}$ " (19,1 mm.) och $\frac{7}{8}$ " (22,2 mm.) diameter. Vid noggrann uppmätning befanns diametern utgöra resp. 14,5, 18,8 och 22,3 millimeter. 10 försök utfördes med hvarje munstycke, hvarvid vattenmängden bestämdes med mätare.

Kontraktionskoefficienten, som enligt ekv. (11) utgjort 0,98, var här något större, neml.

för 14,5 mm. munstycke	0,985
» 18,8 » »	0,991
» 22,3 » »	1,015
d. v. s. i medeltal	0,997
eller i rundt tal = 1.	

Den obetydliga skillnaden mellan Freemans och byggnadskontorets resultat torde bero på svårigheten att fullt noggrannt bestämma vattenmängden medels mätare.

För praktiska behof kan man dock vara fullt tillfredsställd med de beräkningar, som grunda sig på den i Göteborg fastställda koefficienten. Man kan, på ett par % när, bestämma den utströmmande vattenmängden endast genom observation af munstyckets diameter och mano-

meterns tryck. I tabellen å sid. 14 angifves utströmningmängden för olika tryck och munstycken.

I afseende å strålhöjdens beroende af vindförhållandena gjordes här samma erfarenhet som vid Freemans försök. Det lyckades endast några få gånger att mäta höjden vid absolut vindstilla, för öfrigt gjordes försöken vid vexlande vindstyrka. Det vore onekligen af intresse att utröna, i hvad mån vindens styrka och anfallsvinkel göra sig gällande, men sådana observationer skulle blifva betydligt tidsödande och måste ovilkorligen utföras på fria fältet. Inom en stads gator vexla luftströmmarne upphörligt riktning och uppträda ofta i form af enstaka stötar med efterföljande korta perioder af relativ hvila. Och för öfrigt äro metoderna att bestämma vindstyrkan temligen osäkra. Vid statens meteorologiska stationer användes t. ex. en skala, der vindstyrkan angifves genom följande något subjektiva uppskattning:

Skala	Vindstyrka	Vindens verkning.
0	Lugnt	Röken stiger rakt eller nästan rakt uppåt.
1	Svag	Kännbart luftdrag, en vimpel sättes i rörelse.
2	Laber	En vimpel sträcker ut, trädens löf röras.
3	Frisk	Kvistar och mindre grenar röras.
4	Stark	Stora grenar och mindre stammar röras.
5	Storm	Stora trädstammar böjas.
6	Orkan	Träd och byggningar förstöras.

På sjön bedömes vindstyrkan efter segelförningen enligt s. k. sjöskalan, så att t. ex. »tre ref i märssigeln» anses motsvara n:o 8 på vindskalan. Äfven denna uppskattning är skäligen godtycklig — alla skeppare refva väl ej lika många segel vid samma vind!

Den säkraste metoden är utan tvifvel att uppmäta vindens hastighet medels anemometer, men den kan af förut angifna skäl ej med fördel användas i närheten af jordytan inom ett bebyggt område.

Emellertid måste det anses såsom en brist i den Freemanska observationsserien, att den endast meddelar resultatet vid absolut vindstill, ty sådana idealförhållanden kunna omöjligt läggas till grund för eldsläckningsväsendets ordnande. Man må vara aldrig så osäker vid bestämmande af vindstyrkan, så är det dock af stor praktisk vikt att undersöka, huru högt en stråle kan uppstiga vid sådana mer eller mindre ogynnsamma förhållanden, som man alltid måste tänka sig kunna vara rådande vid utbrottet af en eldsvåda. Vid de här utförda försöken antecknades derföre vindstyrkan, så godt sig göra lät, och man fortsatte observationen under tillräckligt lång tid för att kunna bestämma den upp- och nedstigande strålens maximi- och minimihöjd.

Resultaten voro följande:

Vid <i>vindstill</i> utgjorde strålhöjden			
från ett 14,5 mm. munstycke under 25,5 m. tryck =	18,5	m.	
» » 18,8 » » » 26,2 » » =	19,5	m.	
» » 22,3 » » » 22,8 » » =	19,5	m.	

Efter Freemans formel (12) skulle strålhöjden hafva utgjort resp.

20,5, 22,1 och 20,2 m.

d. v. s. resultaten i Göteborg voro ej fullt lika fördelaktiga som vid Freemans försök.

Detta kan möjligen bero derpå, att vid de förra luften ej var absolut stillastående, eller att de här använda munstyckena ej gäfvö samma affekt, som de af Freeman använda.

Emellertid är säkrast att taga förhållandena sådana de verkligen äro, och formeln (12) bör således erhålla följande förändrade form;

$$\begin{aligned} \text{för 14,5 mm. munstycke} & \dots\dots\dots s = S - 0,16 \frac{S^2}{d} \\ \text{» 18,8 » » } & \dots\dots\dots s = S - 0,18 \frac{S^2}{d} \\ \text{» 22,3 » » } & \dots\dots\dots s = S - 0,16 \frac{S^2}{d} \end{aligned}$$

Såsom ett medelvärde kan man sätta

$$s = S - 0,16 \frac{S^2}{d} \dots\dots\dots (13)$$

Nedanstående tabell angifver den högsta möjliga strålhöjden äfvensom den utströmmande vattenmängden (jfr sid. 12) för olika munstycken under olika tryck.

Tabell

angifvande högsta möjliga strålhöjden enligt formeln

$$s = S - 0,16 \frac{S^2}{d} \text{ samt utströmningsmängden enligt}$$

$$\text{formeln } k = \frac{\pi d^2}{4} \cdot \sqrt{2g} S \text{ för munstycken af resp.}$$

14,5, 18,8 och 22,3 mm. diameter.

S meter	14,5 mm. munstycke		18,8 mm. munstycke		22,3 mm. munstycke	
	s meter	k sl.	s meter	k sl.	s meter	k sl.
5	4,7	1,6	4,8	2,8	4,8	3,9
6	5,6	1,8	5,7	3,0	5,7	4,2
7	6,5	1,9	6,6	3,3	6,7	4,6
8	7,3	2,1	7,5	3,5	7,5	4,9
9	8,1	2,2	8,3	3,7	8,4	5,2
10	8,9	2,3	9,2	3,9	9,3	5,5
11	9,7	2,4	10,0	4,1	10,1	5,7
12	10,4	2,5	10,8	4,3	11,0	6,0
13	11,1	2,6	11,6	4,4	11,8	6,3
14	11,8	2,7	12,3	4,6	12,6	6,5
15	12,5	2,8	13,1	4,8	13,4	6,7
16	13,2	2,9	13,8	4,9	14,2	6,9
17	13,8	3,0	14,5	5,1	14,9	7,1
18	14,4	3,1	15,3	5,2	15,7	7,3
19	15,0	3,2	15,9	5,4	16,4	7,5
20	15,6	3,3	16,6	5,5	17,1	7,7
21	16,1	3,3	17,3	5,6	17,8	7,9
22	16,7	3,4	17,9	5,8	18,5	8,1
23	17,2	3,5	18,5	5,9	19,2	8,3
24	17,7	3,6	19,1	6,0	19,9	8,5
25	18,1	3,7	19,7	6,1	20,5	8,7
26	18,5	3,7	20,2	6,3	21,2	8,8
27	19,0	3,8	20,8	6,4	21,8	9,0

S meter	14,5 mm. munstycke		18,8 mm. munstycke		22,3 mm. munstycke	
	s meter	k sl.	s meter	k sl.	s meter	k sl.
28	19,4	3,9	21,3	6,5	22,4	9,1
29	19,7	3,9	21,9	6,6	23,0	9,3
30	20,1	4,0	22,4	6,7	23,6	9,5
31	20,4	4,1	22,8	6,9	24,1	9,6
32	20,7	4,1	23,3	7,0	24,7	9,8
33	21,0	4,2	23,7	7,1	25,2	10,0
34	21,2	4,3	24,2	7,2	25,7	10,1
35	21,5	4,3	24,6	7,3	26,2	10,2
36	21,7	4,4	25,0	7,4	26,7	10,4
37	21,9	4,4	25,4	7,5	27,2	10,5
38	22,1	4,5	25,7	7,6	27,7	10,7
39	22,2	4,6	26,1	7,7	28,1	10,8
40	22,4	4,6	26,4	7,8	28,5	11,0
41	22,5	4,7	26,7	7,9	29,0	11,1
42	22,5	4,7	27,0	8,0	29,4	11,2
43	22,6	4,8	27,3	8,1	29,7	11,4
44	22,7	4,8	27,5	8,2	30,1	11,5
45	22,7	4,9	27,8	8,3	30,5	11,6
46	22,7	5,0	28,0	8,3	30,8	11,7
47	22,6	5,0	28,2	8,4	31,2	11,8
48	22,6	5,1	28,4	8,5	31,5	12,0
49	22,5	5,1	28,6	8,6	31,8	12,1
50	22,4	5,2	28,8	8,7	32,1	12,2

De vid blåst erhållna resultaten voro, såsom man kunnat vänta, mycket oregelbundna. Endast ett resultat förtjänar att här omnämnas såsom ganska värdefullt, nemligen, *att vid stark blåst, motsvarande en vindstyrka af 3—4, strålen endast uppstiger hälften så högt som vid absolut vindstilla.*

Vi skola nu undersöka, hvilka praktiska slutsatser som kunna dragas af de här erhållna resultaten.

Om vi t. ex. utgå från ett tryck af 25 meter öfver ett 19. mm. munstycke,

så blir den uppstigande strålens maximihöjd = 19,7
 » » » » minimihöjd = 9,8
 » » » » medelhöjd = 14,7

Och om vi vidare enligt det föregående faställa 3 meter såsom det minsta tryck, hvarmed strålen bör träffa elden för att kunna utöfva någon verklig effekt, så blir den *effektiva eldsläckningshöjden* för samma tryck och munstycke

vid absolut vindstill = 19,7 — 3 = 16,7

» stark blåst = 9,8 — 3 = 6,8

Mellan dessa gränser kommer eldsläckningshöjden att variera.

I omstående tabell angifves eldsläckningshöjdens maxima och minima för olika tryck och munstycken.

Tabell

angifvande den effektiva eldsläckningshöjden vid vindstilla och stark blåst för munstycken af 14,5, 18,8 och 22,3 mm. diameter.

S	14,5 munstycke		18,8 mm. munstycke		22,3 mm. munstycke	
	Eldsläckningshöjd vid		Eldsläckningshöjd vid		Eldsläckningshöjd vid	
	vindstilla	bläst	vindstilla	bläst	vindstilla	bläst
5	1,7	—	1,8	—	1,8	—
6	2,6	—	2,7	—	2,7	—
7	3,5	0,2	3,6	0,3	3,7	0,3
8	4,3	0,6	4,5	0,7	4,5	0,8
9	5,1	1,1	5,3	1,1	5,4	1,2
10	5,9	1,4	6,2	1,6	6,3	1,6
11	6,7	1,8	7,0	2,0	7,1	2,1
12	7,4	2,2	7,8	2,4	8,0	2,5
13	8,1	2,6	8,6	2,8	8,8	2,9
14	8,8	2,9	9,3	3,2	9,6	3,3
15	9,5	3,3	10,1	3,5	10,4	3,7
16	10,2	3,6	10,8	3,9	11,2	4,2
17	10,8	3,9	11,5	4,3	11,9	4,5
18	11,4	4,2	12,3	4,6	12,7	4,8
19	12,0	4,5	12,9	5,0	13,4	5,2
20	12,6	4,8	13,6	5,3	14,1	5,6
21	13,1	5,1	14,3	5,6	14,8	5,9
22	13,7	5,3	14,9	5,9	15,5	6,3
23	14,2	5,6	15,5	6,2	16,2	6,6
24	14,7	5,8	16,1	6,5	16,9	6,9
25	15,1	6,0	16,7	6,8	17,5	7,3
30	17,1	7,0	19,4	8,2	20,6	8,8
35	18,5	7,7	21,6	9,3	23,2	10,1
40	19,4	8,2	23,4	10,3	25,5	11,3
45	19,7	8,3	24,8	10,9	27,5	12,2
50	19,4	8,2	25,8	11,4	29,1	13,0

Man finner här af, att ju högre stråle som erfordras, desto större blir förlusten i följd af ogynnsamma vindförhållanden. För att medels ett 19 mm. strålrör kunna

qväfvva en eldhärd 12 meter öfver marken räcker ett tryck af 18 meter vid vindstill, men vid blåst erfordras ända till 58 meters tryck. Förlusten i fria luften är betydligt större än i rörledningen och slangens. Häraf följer återigen, att man bör inskränka den fria strålens höjd till ett minimum, och detta sker genom att slangens uppdrages till största möjliga höjd öfver gatan.

Vi vilja genom ett exempel undersöka, huru en sådan anordning inverkar på strålens effekt. Vattentrycket antages till 25 meter öfver gatan vid strålrörets bas. Strålröret manövreras från gatan med mynningen på 2 meters höjd, d. v. s. under ett tryck af $25 - 2 = 23$ m. Munstycket diameter är 18,8 mm. Den utströmmande vattenmängden blir 5,9 eller i rundt tal 6 sekundliter, och strålens effektiva eldsläckningshöjd kommer att variera mellan 15,5 m. och 6,2 meter öfver munstycket eller 17,5 och 8,2 meter öfver gatan.

Om nu brandsoldaten uppstiger på en stege 17 meter öfver marken, ökas naturligtvis slangens längd med 17 meter och i följd deraf tryckförlusten med 0,5 meter. Trycket på utloppsmynningen reduceras då till $23 - (0,5 + 17) = 5,5$ m., den utströmmande vattenmängden till $2,9 \sim 3,0$ sekundliter. Den effektiva eldsläckningshöjden varierar mellan 2,3 och 0 meter öfver munstycket, d. v. s. 21,3 och 19 meter öfver gatan, således resp. 5,8 och 12,8 meter högre än i förra fallet.

Dervid har dock det ursprungliga trycket blifvit antagen konstant = 25 meter öfver gatan. Men genom att den utströmmande vattenmängden reducerats, har tryckförlusten i såväl röret som slangens horisontela del minskats högst betydligt, ty den är, såsom bekant, proportionel mot qvadraten på vattenmängden. Denna skillnad kan göra både 5 och 10 meter, och eldsläckningsgränsen flyttas derigenom ännu högre upp.

Vill man emellertid göra en fullt rättvis jmförelse, måste man utgå från en oförminskad vattenmängd, ty det är tydligt, att 3 sekundliter ej kunna åstadkomma samma effekt som 6 sl., äfven om strålen träffar elden under något högre tryck. Vi bibehålla således den förut beräknade eldsläckningsgränsen, men tänka oss att en ny slang utlägges från den ifrågavarande brandposten. Trycket i gatuledningen förblir då oförändradt, och de båda

strålarne lemna sammanlagdt 6 sl. på 21,3 till 19 meters eldsläckningshöjd. Men derjemte bör tagas i betraktande, att ju kortare en fri stråle är, desto mindre har den hunnit att spridas; 2 korta strålar åstadkomma en bättre effekt än en lång stråle, äfven om i båda fallen samma vattenmassa träffar eldharden under samma tryck.

Slutresultatet blir, att man med samma tryck och samma vattenåtgång erhållit en kraftigare eldsläckning på betydligt större höjd öfver gatan.

En på detta sätt ordnad eldsläckning förutsätter emellertid en öfivad brandkår, och *utan en sådan bereder den bästa vattenledning endast ett illusoriskt skydd mot eldsvådor.*

Efter att sålunda hafva redogjort för de särskilda faktorer, af hvilkas samverkan det disponibla vattentrycket är beroende, vill jag söka angifva de allmänna principerna för en rationellt anlagd vattenledning.

I vårt land äro de flesta städer försedda med vattenledningar, hvilka samtliga, så vidt jag vet, äro anordnade med hänsyn till direkt eldsläckning. Icke desto mindre äro tryckförhållandena i hög grad olika, icke blott der de bestämmas af naturliga reservoarer, utan äfven der vattnet uppfordras medels pumpning. Man har tydligen låtit de ekonomiska skälen väga olika tungt mot fördelarna af en kraftig eldsläckning. Det har ej alltid lyckats för vederbörande ingenjör att genomdrifva en plan, som i mångas ögon medfört ett mer än behöfligt skydd mot eldfara.

Sedan år 1892 har dock denna osäkerhet i väsentlig grad blifvit afhjelpat. En af Tarifföreningen och Städernas Allmänna Brandstodsbolag gemensamt tillsatt komité har uppställt vissa normalbestämmelser för vattenledningars konstruktion, hvilkas efterföljande gjorts till vilkor för brandstodsafgifternas sänkning. Det torde bland fackmän endast finnas en mening rådande i afseende på de stora förtjensterna i dessa bestämmelser, hvilka grundats på mångårig erfarenhet och stor insikt i vattenledningsfrågor.

Emellertid finnes intet godt, som ej ytterligare kan förbättras. En och annan bestämmelse brister i tydlighet

eller är svår att under alla förhållanden tillämpa. Vid flera tillfällen hafva vederbörande bolag med stort tillmötesgående godkänt vissa modifikationer, som påkallats af lokala förhållanden. Jag tror derföre, att det uppställda programmet på grund af senare vunna erfarenhetsrön skulle i någon mån kunna förbättras och skall tillåta mig att i största korthet angifva skälen härför.

Det af brandstodsbolagen utsända cirkuläret har följande lydelse:

Af Styrelsen för Städernas Allmänna Brandstodsbolag fastställda fordringar på vattenledning, som må anses vara ändamålsenligt inrättad för eldsläckning.

Vattenledning i stad eller köping anses vara för eldsläckning ändamålsenligt inrättad, om densamma genast och när som helst samtidigt kan gifva sex strålar om tillsammans minst sextonhundra liter vatten i minuten till minst femton meters kashöjd, från marken räknadt, inom hvilket som helst område af 10,000 kvadratmeter af bebyggd stadsdel.

Om vattenledning har reservoir i vattentorn, skall i reservoiren ständigt finnas en för eldsläckning reserverad vattenmängd om minst etthundra kubikmeter, och uppfodringsverket kunna uppfordra minst tvåtusenfyrahundra liter vatten i minuten till reservoirens höjd.

Om vattenledning har reservoir å naturlig höjd, skall i reservoiren ständigt finnas en för eldsläckning reserverad vattenmängd om minst trehundra kubikmeter, och uppfodringsverket kunna uppfordra minst tvåtusenfyrahundra liter vatten i minuten till reservoirens höjd.

Om vattenledning har naturligt tryck, skall i reservoiren finnas en för eldsläckning reserverad vattenmängd om minst sexhundra kubikmeter.

Afståndet mellan brandposterna i bebyggd stadsdel får ej öfverstiga etthundra meter.

Minsta diametern på ledningsrör, från hvilka brandposter utgå, må ej understiga 125 mm., och skola alla rörledningar vara på ändamålsenligt sätt öfverdragna med ett mot rost väl skyddande ämne.

Styrelsen anser för öfrigt önskvärdt, att öfver vattenledning finnes upprättad karta, på hvilken rörnätet är fullständigt och tydligt inlagdt med angifvande af olika rördiametrar, brandposter, afstängningsluckor m. m., och

på hvilken vattenledningens effekt är angifven uti antal inom ofvan bestämdt område af 10,000 kvadratmeter samtidigt verkande strålar, som hafva minst 15 meters kashöjd från marken och hvardera lemna minst 267 liter vatten i minuten.

Stockholm den 8 November 1892.

Beträffande den första punkten torde följande kunna anmärkas:

Då strålhöjden visat sig vara i hög grad beroende af de vid afprofnigen rådande vindförhållandena, är det mera rationellt att utgå från det oföränderliga manometertrycket vid strålrörets bas. Under normala förhållanden erhålles en 15 meter hög stråle med ett tryck af 25 meter, och detta förefaller mig vara ett lämpligt minimum.

I bestämmelsen angifves ej längden af den slang, från hvars ändpunkt trycket uppsändes. Det är dock ej likgiltigt, om strålröret anbringas på en 50 meter lång slang eller helt nära brandposten, ty i förra fallet blir trycket 5 meter lägre än i det senare. Det synes mig vara lämpligast att uppmäta trycket midt emellan två närbelägna brandposter. Det bestämda maximiafståndet, 100 meter, kommer då att motsvara en tryckförlust i slangen af högst 5,2 meter. Är trycket knappt, bör detta afstånd minskas till 50—60 meter, hvarigenom det erforderliga trycket kan sänkas med 2—3 meter.

Det torde vara en alltför sträng fordran, att 6 brandposter samtidigt skola vara i verksamhet. Ett strålrör med 19 mm. munstycke — denna kaliber är väl den mest använda — som manövreras från gatan, utslungar under 25 meters tryck en vattenmängd af 6 sekundliter, (jfr sid. 18) således 6 brandposter tillsammans 36 sl., och detta är en kvantitet, som framkallar en högst betydlig tryckförlust samt följaktligen mycket grofva rördimensioner och dryga kostnader. I stället för i cirkuläret upptagna 26,7 sekundliter — som förmodligen motsvarar ett mindre munstycke — skulle jag vilja föreslå 24 sl. från 4 samtidigt arbetande brandposter med 19 mm. strålrör.

Uttrycket »när som helst» torde möjligen behöfva modifieras. Icke kan väl vattenverket i en mindre stad erhallå sådana dimensioner, att 4 brandposter skola kunna

hållas öppna natt och dag. 24 sekundliter motsvara 87 kubikmeter pr timme eller mer än 2,000 m³ pr dygn. Om staden tager sitt vattenbehof från brunnar, så är det ej lätt att erhålla 2,000 m³ pr dygn; och om vattnet ledes från en aflägsen sjö eller pumpstation, blir kostnaden för ett så stort hufvudrör ofta omöjlig att bestrida. Ett sådant vilkor skulle helt enkelt kunna omöjliggöra vattenledningsanläggningar i mindre städer. Jag tror derföre, att man ej bör begära mera, än att 4 brandposter om sammanlagt 24 sekundlitters kapacitet skola kunna hållas i gång *under minst 6 timmar*.

Att pumpverkets kapacitet skall utgöra 40 sekundliter eller 2,400 liter i minuten, är i allmänhet en rimlig fordran. Fall kunna dock inträffa, då pumpstationens aflägsna läge gör en modifikation af denna bestämmelse önskvärd, emedan hufvudröret af ekonomiska skäl svårigen kan erhålla en kapacitet af 40 sl., men med kändedom om försäkringsbolagens tillmötesgående vid framläggande af sakliga skäl anser jag bestämmelsen utan olägenhet kunna kvarstå. Af stor vikt är att pumpverket står under ständig tillsyn, ty eljes riskerar man att reservförrådet tömmes innan pumparne hunnit sättas i gång.

Etthundra kubikmeter torde väl vara det minsta tillåtliga reservförråd för en reservoar i vattentorn, likaså 300 m³ för en reservoar på naturlig höjd.

Deremot är det ej lätt att tillämpa bestämmelsen, att reservoaren skall innehålla 600 m³, om vattenledningen har naturligt tryck. Huru skall det gå, om vattnet från en aflägsen sjö måste ledas till ett i staden uppfördt vattentorn? Skall då vattentornet rymma sex gånger så mycket vatten, som om trycket erhålles genom pumpning? Detta vore en alltför betungande bestämmelse. Man kan visserligen lägga en reservoar om 600 kubikmeters rymd vid sjön, men detta är ju betydelselöst, om ej äfven hufvudröret kan framsläppa den vid eldsläckning erforderliga vattenmängden. Den ifrågavarande bestämmelsen synes mig derföre böra utgå.

Mot cirkulärets öfriga innehåll har jag intet att i hufvudsak anmärka.

Deremot skulle jag vilja i eldsläckningsväsendets intresse kraftigare än hittills skett framhålla nödvändigheten af att såväl rörnät som reservoar beräknas så, att det

bestämda eldsläckningstrycket kan erhållas, icke blott då vattenledningen är ny och föga använd, utan äfven sedan rören blifvit äldre och konsumtionen ökats. Man bör kunna påräkna 24 sekundliter för eldsläckning *under alla förhållanden*, således äfven vid samtidigt inträffande maxikonsumtion. Visserligen kan vid en eldsvåda vattentillgång och tryck ökas genom afstängning af rörnätet i andra stadsdelar, men denna operation tager en viss tid och kan under den allmänna förvirringen möjligen utföras på ett oriktigt sätt. Eldsvådan måste dämpas så skyndsamt som möjligt; ett kraftigt initialtryck är därför mycket mera värdt än många timmars reservförråd. Har brandkåren ej lyckats blifva herre öfver situationen med 4 brandposter under 6 timmar, äro utsikterna skäligen små.

Det nuvarande cirkuläret föreskriver visserligen, att 26,7 sl. skola kunna erhållas »genast och när som helst», men denna bestämmelse har ofta blifvit tolkad så, att vattenledningens totala kapacitet blifvit beräknad till 26,7 sl. *utan afseende å förbrukningen för öfriga ändamål*; och om derjemte tryckförlusten beräknas för *nya rör* samt enligt en formel, som ej tager hänsyn till sådana extra motstånd, som alltid förekomma inom ett vidt utgrenadt rörnät, så blir tryggheten för framtiden ej särdeles stor.

Jag vill söka belysa detta genom ett exempel.

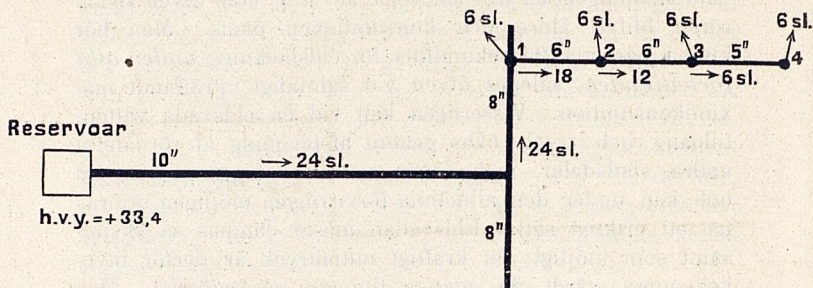
Från en reservoar, belägen på en kilometers afstånd från en stad om 10,000 invånare, framdrages ett 10 tums rör, (se fig. 3 och 4) som vid stadsgränsen delar sig i 2 st. 8" rör, hvartdera beherrskande halfva statsområdet. 200 meter från utgreningspunkten utgår från ett af dessa rör en sidoleddning af 6, resp. 5 tums diameter med 4 brandposter på 100 meter inbördes afstånd. Huru högt bör reservoaren ligga öfver den yttersta brandposten, hvars nivå vi beteckna med 0?

Vi vilja då först tillämpa den »enkla och billiga» metoden att beräkna tryckförlusten enligt Weisbachs formel för nya rör.

Trycket vid N:o 4 (se fig. 3) antages enligt ett vanligt beräkningssätt till 30 meter *i gatuledningen*.

Tryckförlusten mellan 4 och 3 för 6 sekundliter i ett 5" (127 mm.) rör utgör enligt Weisbach 0,25 meter, alltså trycket vid N:o 3 = $30 + 0,25 = 30,25$.

Fig. 3.



Mellan 3 och 2 förloras ytterligare 0,38 meter för 12 sl. i ett 6" (152 mm.) rör, och mellan 2 och 1 0,80 meter för 18 sl. trycket i N:o 1 = $30,35 + 0,38 + 0,80 = + 31,48$.

För 24 sl. förloras 0,70 meter i 8" röret och 1,26 meter i 10" röret, och vattenytan i reservoaren måste således ligga på höjdmättet $31,48 + 0,70 + 1,26 = + 33,39 \approx 33,4$.

Och om man vidare — allt i öfverensstämmelse med praxis — ej fäster något afseende vid reservoarens fyllningsgrad, så kommer reservoarens *högsta vattenyta* att förläggas $+ 33,4$.

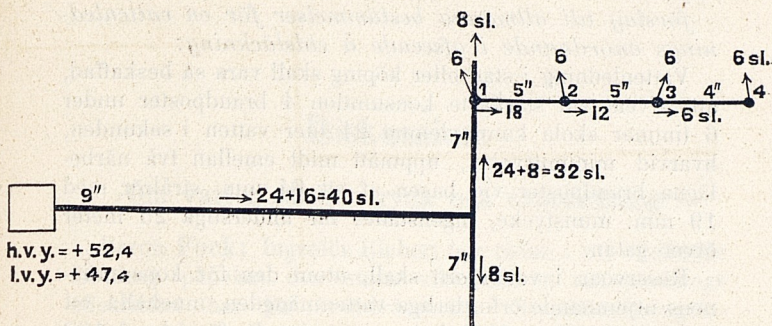
Enligt min uppfattning bör detta problem lösas på följande sätt:

Tryckförlusten beräknas för gamla rör enligt Hawksleys formel och för en vattenmängd = 24 sl. + maximiförbrukningen i staden.

För en stad om 10,000 människor kan man i allmänhet antaga en konsumtion af högst 100 liter pr konsument och dygn, eller 1,000 kubikmeter i dygnet, motsvarande en jemnt fördelad vattenmängd af c:a 12 sekundliter och en maximiförbrukning af 16 sekundliter. Denna qvantitet tänka vi oss jemnt fördelad på de båda 8" hufvudledningarna. Vid en eldsvåda skall således hufvudröret framsläppa $24 + 16 = 40$ sl., som sedan fördelas på sätt som angifves å fig. 4.

Vi utgå likasom i föregående beräkning från brandposten N:o 4.

Fig. 4.



Trycket i strålröret vid ändpunkten af en 50 meter lång 63,5 millimeters ($2\frac{1}{2}$ ") slang bör bestämmas till 25 meter öfver gatan (jfr sid. 21). Förlusten i slangen utgör 5,2 meter och i brandposten 1 meter, alltså trycket i gatuledningen vid N:o 4 = + 31,2

Tryckförlusten för 6 sl. mellan 4 och 3 beräknas för 4" (102 mm.) i stället för 5" (127 mm.) alltså till 1,0

Mellan 3 och 1 antages diametern till 5" i stället för 6" alltså tryckförlusten mellan 3 och 2, för 12 sl. 1,3
» 2 och 1, » 18 » 2,9

8" röret beräknas såsom 7" (178 mm.) och tryckförlusten för 32 sl. 3,4

och slutligen antages hufvudrörets diameter till 9" (229 mm.) då tryckförlusten för 40 sl. uppgår till 7,6

Vattenytan i reservoaren måste således ligga på höjdmåttet + 47,4 och för att reservoarens innehåll skall kunna betraktas såsom ett verkligt reservförråd, måste det erforderliga trycket beräknas från dess *lägsta vattenstånd*. Antages vattendjupet till 5 meter, så kommer reservoarens *högsta vattenyta* att förläggas + 52,4, alltså 19 meter högre än enligt den förra beräkningen!

På grund af föregående utredning får jag framställa följande

förslag till allmänna bestämmelser för en vattenlednings anordnande i afseende å eldsläckning:

Vattenledning i stad eller köping skall vara så beskaffad, att äfven vid starkaste konsumtion 4 brandposter under 6 timmar skola kunna lemna 24 liter vatten i sekunden, hvarvid minimitrycket, uppmätt midt emellan två närbelägna brandposter vid basen af ett 64 mm. strålrör med 19 mm. munstycke, ingenstädes får understiga 25 meter öfver gatan.

Reservoar i vattentorn skall, utom den för konsumtionens utjemnande erforderliga vattenmängden, innehålla ett uteslutande för eldsläckning reserveradt förråd af 100 kubikmeter, och reservoar på naturlig höjd för samma ändamål minst 300 kubikmeter.

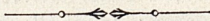
Pumpverk skall inom en half timma efter erhållen signal kunna uppforda 40 sekundliter till reservoarens högsta vattenyta.

Tryckförlusten i rörnätet skall beräknas under antagande, att hvarje rördimension genom rostafsättningar framdeles minskas med en engelsk tum eller 26 mm.

Diametern å ledningsrör, från hvilket brandpost utgår, får endast under mycket gynnsamma tryckförhållanden understiga 127 mm. Afståndet mellan brandposterna i bebyggd stadsdel får ej öfverstiga 100 meter.

Öfver vattenledningen skall finnas upprättad karta, å hvilken rörnätet är fullständigt inlagdt med brandposter, afstängningsluckor m. m., och minimitrycket angifvet i alla högt belägna punkter.

Göteborg den 30 Mars 1896.



Diskussion.

»Om vattenledningstryck och eldsläckning.»

Baron **Fock**: Ingeniör Richert har redan i sitt inledande föredrag påpekat den stora vikt som en vattenlednings effektivitet har för brandväsendet. Brandförsäkringsinrättningarna i riket hafva genom sina normalbestämmelser för vattenledningar åsyftat att åstadkomma större effektivitet i vattenledning än hittills. Det har vid försök visat sig, att åtskilliga vattenledningar dels från början varit anlagda med mycket litet afseende fästade vid deras brandsläckningsförmåga, dels ock, att under årens lopp rödmensionerna minskats genom rost. Särskilt i våra svenska städer, som till allra största delen bestå af träbyggnader, är det naturligtvis af utomordentligt stor vikt, att de brandkårer, som man hoppas få till stånd, ha godt om vatten att tillgå. Brandförsäkringsinrättningarna i landet ha därför stor anledning att vara ing. Richert tack samma för hans förslag, ty åtskilligt återstår, innan de nuvarande bestämmelserna bli fullt tillfredsställande. Jag tar mig friheten att till honom på brandstodsbolagens vägnar framföra ett tack för det arbete han nedlagt härpå med förvisning om, att det kommer att leda till en värdefull reform af nuvarande bestämmelser.

Punkt 1.

Baron **Fock**: Man har vid tillämpningen af de nuvarande bestämmelserna, som säga att strålhöjden bör vara minst 15 m., utgått från den åsikten, att försäkringsinrättningarne horde göra bestämmelserna så allmänna, att det skulle vara vattenledningskonstruktörens ensak att anordna så, att förhållandet blefve ungefär detta. Vidare har man vid granskningen af sådana förslag i allmänhet utgått från att denna strålhöjd borde kunna uppnås, försåvidt trycket i ledningen uppgick till ungefär 30 m.

Jag skulle be att få höra ing. Richerts mening, huruvida detta kan i allmänhet anses någorlunda hålla streck under förutsättning, att afståndet mellan brandposterna är 100 m.

Ingeniör **Richert**: Jo, det stämmer temligen bra. Vid beräkning finner man, att då strålhöjden är 25 m. vid en 50 m. lång slang, är trycket utanför brandposten 30 m., innanför 31 m. För öfrigt bör trycket icke mätas vid brandposten utan vid utströmningspunkten, emedan en läcka på slangen eller ett dåligt munstycke icke kan visa sin verkan, då trycket mätes vid brandposten.

Ingeniör **Gustafson**: De fordringar, som ing. Richert uppställt i första punkten, understiga ingalunda brandstods-bolagens i cirkuläret 1892. Jag tror tvärtom, att de äro vida större och strängare och således från brandstods-bolagens sida så mycket mer önskvärda. — Det förefaller mig som om ett uttryck kanske bort något ändras. Enligt förslaget skall trycket mätas »vid basen af ett 64 mm. strålrör med 19 mm. munstycke.» Jag tror det kanske vore skäl i att sätta *eller mynningen*, ty det blir ganska besvärligt att mäta trycket vid basen af strålröret, dels på grund af att slangarne kunna vara af olika diameter, dels emedan olika kopplingar måste användas. Tryckmätningen vid mynningen är mycket lättare.

Ingeniör **Richert**: Om man anbringar en manometer direkt vid munstycket, får man trycket = 0, ty vid utströmningen förbrukas hela trycket för att meddela vattnet den erforderliga hastigheten. Ing. Gustafson har emellertid upfunnit en apparat, hvilken så kan anbringas vid munstycket, att utströmningshastigheten åter framkallar ett vattentryck, som kan aflösas å manometern. Jag har icke sett denna aparat, men tror att detta sätt kan vara lika bra som något annat. Jag tror icke, att det behöfves så många kopplingar. Slangar ha vanligen $2\frac{1}{2}$ tums diameter, åtminstone borde de ha det, ty mindre slangar gifva en alltför stor tryckförlust. Om emellertid vederbörande inspektör finner för godt att mäta trycket vid mynningen, bör naturligtvis den af mig föreslagna bestämmelsen i motsvarande grad modifieras.

Ingeniör **Samzelius**: Ehuru jag står temligen utanför saken, förefaller det mig dock oklart vid denna fråga angående tryckets uppmätning, huruvida trycket skall mätas i löpande stråle, eller det är fråga om slangkoppling vid munstycket. Af diskussionen tyckes framgå, att det icke är fråga om att mäta trycket under det strålen går fram, utan antingen vid basen eller mynningen af munstycket. Likaså att uppmätningen bör ske då strålröret är slutet. En annan sak, som förefaller mig egenomlig, är, att det icke uppställts någon skillnad mellan stad och köping eller mellan större och mindre städer. Behöfs det verkligen uppställas samma fordringar för olika stora samhällen? Om 4 strålar (= brandposter) anses nödvändigt i städer bebyggda med stora hus, så behöfves väl icke uppställas samma fordran på mindre städer. Denna fråga vore mycket intressant att få besvarad.

Ingeniör **Richert**: I en större stad spelar vattenåtgången för eldsläckning en obetydlig roll i jämförelse med den öfriga konsumtionen. Om en eldsvåda skulle inträffa här i Göteborg vid middagstid om sommaren då trycket är minst, så kan man lätt åstadkomma ett större tryck genom att afstänga hufvudröret för andra delar af staden och koncentrera vattenmassan på eldsvådestället. Därför anser jag att man icke behöfver skärpa bestämmelserna för större städer. Det är icke heller skäl att minska dessa fordringar för smärre städer. — Naturligtvis är det meningen att uppmäta trycket i löpande stråle och icke i afstängd.

Punkt 2.

Punkt 3.

Baron **Fock**: Bestämmelsen » $\frac{1}{2}$ timma efter erhållen signal» förefaller mig vara väl rundligt tilltagen. En ångpanna kan kanske konstrueras så, att den kan eldas upp på en 15 à 18 min., jag kan då icke inse, hvarför man skall taga till tiden mer än hvad som är absolut nödvändigt. Ty det är en viktig sak, att alla apparater i hast äro i ordning. Däraf beror i högst väsentlig grad vattenledningens effektivitet; och får jag därför föreslå, att 30 min. ändras till 20 min.

Ingeniör Gustafson: Det vore kanske skäl att dela på pumpverket. Det står, att pumpverket skall lämna 2,400 l. per minut eller 40 sekundliter. Detta gör, att brandstodsbolagen blifva ganska ofta förfrågade, om pumpverken få delas på, ty man vill i allmänhet ha ett särskilt pumpverk för den dagliga konsumtionen och ett särskilt mindre för natten, ty om natten är vattenbehovvet mindre än om dagen och således mindre reservoar nödvändig. Det vore då fördelaktigare att för denna reservoar ha ett mindre pumpverk med snabbeldad ångpanna. Jag vill därför föreslå bestämmelse om ett större och ett mindre pumpverk.

Ingeniör Richert: Det finnes nog pannor, som kunna eldas upp på $\frac{1}{2}$ t., men innan maskinisten, som kanske ligger i sin sömn, vaknat, innan han kommer upp, värmt upp cylindern och satt pumpverket i gång, går säkert en half timma åt. Huruvida pumpverk bör delas i ett större och ett mindre, det kan vara så beroende på lokala förhållanden, att jag anser det vara olämpligt att fastslå en allmän norm därför.

Ingeniör Frykstrand: Det ser ut som om de nuvarande bestämmelserna skulle afse, att det skulle kunna uppfordras 40 sek.-liter under alla förhållanden; d. v. s. att det fordras icke, att under mer gynsamma förhållanden det borde användas mindre tid. $\frac{1}{2}$ timma är beräknad både för det fall, att maskinisten icke finns tillgänglig och för det fall, att han genast finns till hands vid signalen. Jag tror därför, att det icke skulle skada, om strängare bestämmelser här infördes för det senare fallet, emedan uppeldningen då bör gå fortare.

Punkt 4.

Ingeniör Gustafson: Jag skulle vilja föreslå, att tillägg göres för stadens tillväxt, ty jag har förvärfvat den erfarenheten, att man vid konstruering af vattenledningar i mindre städer icke tar hänsyn till, att staden kan utveckla sig. Så t. ex. i Sköfde, när vattenledning därstädes på 1860-talet anlades, drogs till enstaka hus i en af stadens utkanter ett tretumsrör. Sedermera uppstodo nya hus åt detta håll hvilka alla förbundos med tretums-

röret; och man lefde i den fullkomliga öfvertygelsen, att man ändock skulle uppnå lika god effekt vid t. ex. eldsvåda. Vid närmare undersökning af effektiviteten visade den sig ha sjunkit ned till en obetydlighet. Det kan icke skada, om tillägg göres till p. 4 angående hänsyn till stads möjliga utveckling.

Ingeniör **Richert**: Det har väl aldrig satts i fråga annat än, att stadens utveckling skulle tagas i beräkning, när man gör upp förslag till vattenledning. Icke heller, att allan rättfärdighet vore uppfylld genom insättandet af bestämmelsen om rördimensionernas ökning med 1 tum, ty det kan behövas både 5 & 6 tum i framtiden.

Herr **Ordföranden**: Det förefaller mig som, om sådana bestämmelser gjordes, man komme att göra vattenledningen mer dyrbar än som annars kunde göras.

Punkt 5.

Ingeniör **Frykström**: Jag hemställer, om det icke vore lämpligt att fixera ett fast minimum. Då en sådan relativ bestämmelse som »gynsamma tryckförhållanden» förekommer blir den gärna föremål för individuell uppfattning icke blott hos allmänheten, utan äfven bland fackmän. Vid ett tillfälle sattes diametern till 100 mm. i stället för 125 oaktadt förhållanden af flere sakkunniga ansågos ganska ogynsamma. Prisskillnaden mellan rör på 125 och 100 mm. lär icke heller vara så stor, att den bör tagas i betraktande. Jag undrar, om det väl kan ligga någon fara i att fastslå ett visst minimum, äfven om detta under vissa förhållanden kanske skulle bli för stort? Jag tror, att detta är en omständighet, hvilken det vore viktigt att få klarhet i. Det är ju bättre att en enda gång taga till för mycket än riskera att ha tagit till för litet.

Ingeniör **Richert**: Jag har alltid tänkt, att hvart vattenledningsförslag skulle åtföljas af en beräkning, hvilken borde underställas brandstodsbolagens sakkunniga.

Om man skulle anlägga vattenledning i en af Göteborgs lågt liggande stadsdelar t. ex. Masthugget, där trycket är 5 atmosferer borde man väl där kunna reda

sig med ett 4 tums rör. Detta bör ej kunna medföra någon olägenhet, ty tryckförlusten skall naturligtvis beräknas för ett 3 tums rör och man har då liksom eljest, en tum i reserv. Men om det möjligen skulle leda till missförstånd vid tolkningen vill jag gerna taga tillbaka detta förbehåll.

Ingeniör **Frykstrand**: Jag vill endast be att få komplettera mitt anförande med att våra bestämmelser angående vattenledning icke hafva någon retroaktiv verkan, utan afse egentligen endast nybyggnader.

Punkt 6.

Punkt 7.

Ingeniör **Samzelius**: Angående två af föregående punkter är det temligen tydligt, att de icke böra kunna få någon retroaktiv verkan, nemligen angående minimidimensionerna i p. 5 och 4 liksom ock om afståndet mellan brandposterna (p. 6). Men punkt 7 bör dock hafva retroaktiv verkan. Jag anser, att vid diskussionen lagts för liten vikt på hvilka bestämmelser, som böra ha retroaktiv verkan.

GÖTEBORG.

GÖTEBORGS HANDELSTIDNINGS AKTIEBOLAGS TRYCKERI.
1896.

Tabell

angivande tryckförlusten $\left\{ h=0,003 \frac{k^2 l}{d^5} \right\}$ och hastigheten $\left\{ v=\frac{4 k}{\pi d^2} \right\}$ i vattenledningsrör, der l =ledningens längd = 100 meter;
 d =ledningens diameter i meter; k =vattenmängden i kubikmeter pr sekund.

Diameter		För $v=1$ är		$k=0.001$		0.002		0.003		0.004		0.005		0.006		0.007		0.008		0.009		0.010		0.011		0.012		0.013		0.014	
i eng. tum	i meter	k	h	h	v	h	v	h	v	h	v	h	v	h	v	h	v	h	v	h	v	h	v	h	v	h	v	h	v	h	v
2	0.051	0.002	3.63	0.87	0.49	3.48	0.98	7.82	1.47	13.91	1.96	21.73	2.45																		
3	0.076	0.005	2.38	0.12	0.22	0.47	0.44	1.06	0.66	1.89	0.88	2.96	1.10	4.26	1.32	5.80	1.54	7.57	1.76	9.58	1.98	11.83	2.20	14.31	2.42	17.03	2.65	19.99	2.87	23.19	3.09
4	0.102	0.008	1.83	0.027	0.12	0.11	0.24	0.24	0.37	0.43	0.49	0.68	0.61	0.98	0.73	1.33	0.86	1.74	0.98	2.20	1.10	2.72	1.22	3.29	1.35	3.91	1.47	4.59	1.59	5.33	1.71
5	0.127	0.013	1.46	.....	.....	0.036	0.16	0.082	0.24	0.15	0.32	0.23	0.39	0.33	0.47	0.44	0.55	0.58	0.63	0.73	0.71	0.91	0.79	1.09	0.87	1.31	0.95	1.53	1.03	1.78	1.11
6	0.152	0.018	1.22	.....	.....	0.015	0.11	0.033	0.17	0.059	0.22	0.092	0.28	0.13	0.32	0.18	0.39	0.24	0.44	0.30	0.50	0.37	0.55	0.45	0.61	0.53	0.66	0.62	0.72	0.72	0.77
7	0.178	0.025	1.04	.....	.....	.....	.....	0.015	0.12	0.027	0.16	0.042	0.20	0.061	0.24	0.082	0.28	0.11	0.32	0.14	0.36	0.17	0.40	0.20	0.44	0.24	0.48	0.28	0.52	0.33	0.56
8	0.203	0.032	0.87	.....	.....	.....	.....	.....	.....	0.014	0.12	0.022	0.15	0.031	0.19	0.043	0.22	0.056	0.25	0.071	0.28	0.087	0.31	0.11	0.34	0.13	0.37	0.15	0.40	0.17	0.43
9	0.229	0.041	0.81	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	0.012	0.12	0.017	0.15	0.023	0.17	0.031	0.19	0.039	0.22	0.048	0.24	0.058	0.27	0.069	0.29	0.081	0.32	0.093	0.34
10	0.254	0.051	0.73	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	0.010	0.12	0.014	0.14	0.018	0.16	0.023	0.18	0.028	0.20	0.034	0.22	0.041	0.24	0.048	0.26	0.056	0.28
11	0.279	0.061	0.66	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	0.009	0.11	0.011	0.13	0.014	0.15	0.018	0.16	0.022	0.18	0.026	0.20	0.030	0.21	0.035	0.23
12	0.305	0.073	0.61	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	0.0073	0.11	0.0092	0.12	0.011	0.14	0.014	0.15	0.016	0.16	0.019	0.18	0.022	0.19
13	0.330	0.086	0.56	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	0.0062	0.11	0.0077	0.12	0.0093	0.13	0.011	0.14	0.013	0.16	0.015	0.16
14	0.356	0.099	0.52	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	0.0052	0.10	0.0064	0.11	0.0076	0.12	0.0089	0.13	0.013	0.14
15	0.381	0.114	0.49	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	0.0054	0.11	0.0063	0.11	0.0073	0.12
16	0.406	0.129	0.46	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	0.0053	0.11

Diameter		0.015		0.016		0.017		0.018		0.019		0.020		0.021		0.022		0.023		0.024		0.025		0.026		0.027		0.028		0.029	
i eng. tum	i meter	h	v	h	v	h	v	h	v	h	v	h	v	h	v	h	v	h	v	h	v	h	v	h	v	h	v	h	v	h	v
4	0.102	6.11	1.84	6.96	1.95	7.85	2.08	8.80	2.20	9.81	2.33	10.86	2.45	11.98	2.57	13.15	2.69	14.37	2.81	15.65	2.94	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
5	0.127	2.04	1.18	2.32	1.26	2.62	1.34	2.94	1.39	3.28	1.53	3.63	1.58	4.00	1.66	4.40	1.74	4.80	1.81	5.23	1.89	5.68	1.97	6.15	2.07	6.62	2.13	7.12	2.21	7.64	2.29
6	0.152	0.88	0.83	0.95	0.88	1.07	0.94	1.20	0.99	1.33	1.05	1.48	1.10	1.63	1.16	1.79	1.21	1.96	1.24	2.13	1.32	2.31	1.38	2.50	1.45	2.70	1.49	2.90	1.54	3.11	1.60
7	0.178	0.38	0.60	0.43	0.64	0.49	0.68	0.54	0.72	0.61	0.76	0.67	0.80	0.74	0.84	0.81	0.88	0.89	0.92	0.97	0.96	1.05	1.00	1.13	1.05	1.22	1.09	1.32	1.13	1.41	1.17
8	0.203	0.20	0.46	0.22	0.49	0.25	0.53	0.28	0.56	0.31	0.59	0.35	0.62	0.38	0.65	0.42	0.68	0.46	0.71	0.50	0.74	0.54	0.77	0.59	0.81	0.63	0.83	0.68	0.87	0.73	0.90
9	0.229	0.11	0.36	0.12	0.39	0.14	0.41	0.15	0.44	0.17	0.46	0.19	0.48	0.21	0.51	0.23	0.53	0.25	0.56	0.27	0.58	0.30	0.60	0.32	0.64	0.35	0.66	0.37	0.68	0.40	0.70
10	0.254	0.064	0.30	0.073	0.32	0.082	0.34	0.092	0.36	0.10	0.37	0.11	0.39	0.13	0.41	0.14	0.43	0.15	0.45	0.16	0.47	0.18	0.49	0.19	0.52	0.21	0.53	0.22	0.55	0.24	0.57
11	0.279	0.040	0.25	0.045	0.26	0.051	0.27	0.057	0.29	0.064	0.31	0.071	0.33	0.078	0.34	0.086	0.36	0.094	0.38	0.10	0.39	0.11	0.41	0.12	0.43	0.13	0.44	0.14	0.46	0.15	0.47
12	0.305	0.026	0.21	0.029	0.22	0.033	0.23	0.037	0.25	0.041	0.26	0.045	0.27	0.050	0.29	0.055	0.30	0.060	0.31	0.066	0.33	0.071	0.34	0.077	0.36	0.083	0.37	0.089	0.38	0.10	0.40
13	0.330	0.017	0.18	0.020	0.19	0.022	0.20	0.025	0.21	0.028	0.22	0.031	0.23	0.034	0.25	0.037	0.26	0.041	0.27	0.044	0.28	0.048	0.29	0.052	0.31	0.056	0.32	0.060	0.33	0.064	0.34
14	0.356	0.012	0.15	0.013	0.16	0.015	0.17	0.017	0.18	0.019	0.19	0.021	0.20	0.023	0.21	0.025	0.22	0.028	0.23	0.030	0.24	0.033	0.25	0.036	0.26	0.038	0.27	0.041	0.28	0.044	0.29
15	0.381	0.0084	0.13	0.0096	0.14	0.011	0.15	0.012	0.16	0.014	0.17	0.015	0.18	0.016	0.18	0.018	0.19	0.020	0.20	0.022	0.21	0.023	0.22	0.025	0.23	0.027	0.24	0.029	0.25	0.032	0.25
16	0.406	0.0061	0.12	0.0070	0.12	0.0079	0.13	0.0088	0.14	0.0098	0.15	0.011	0.15	0.012	0.16	0.013	0.17	0.014	0.18	0.016	0.19	0.017	0.19	0.018	0.20	0.020	0.21	0.021	0.22	0.023	0.22
17	0.435	0.0043	0.10	0.0049	0.11	0.0056	0.12	0.0062	0.12	0.0070	0.13	0.0077	0.14	0.0085	0.14	0.0093	0.15	0.010	0.16	0.011	0.16	0.012	0.17	0.013	0.18	0.014	0.18	0.015	0.19	0.017	0.19
18	0.457	.....	.....	.....	.....	.....	0.10	0.0049	0.11	0.0054	0.12	0.0060	0.12	0.0066	0.13	0.0073	0.13	0.0080	0.14	0.0087	0.15	0.0094	0.15	0.010	0.16	0.011	0.16	0.012	0.17	0.013	0.18
19	0.483	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	0.0041	0.10	0.0046	0.11	0.0039	0.10	0.0055	0.12	0.0060	0.13	0.0066	0.13	0.0071	0.14	0.0077	0.14	0.0083	0.15	0.009	0.15	0.0096	0.16
20	0.508	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	0.0043	0.11	0.0047	0.11	0.0051	0.12	0.0055	0.12	0.0060	0.13	0.0065	0.13	0.007	0.14	0.0075	0.14
21	0.533	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	0.0040	0.11	0.0044	0.11	0.0047	0.12	0.0051	0.11	0.0055	0.13	0.0059	0.13
22	0.558	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	0.0040	0.10	0.0044	0.11	0.0047	0.12

Diameter		0.030		0.031		0.032		0.033		0.034		0.035		0.036		0.037		0.038		0.039		0.040		0.041		0.042		0.043		0.044	
i eng. tum	i meter	h	v	h	v	h	v	h	v	h	v	h	v	h	v	h	v	h	v	h	v	h	v	h	v	h	v	h	v	h	v
6	0.152	3.33	1.65	3.55	1.71	3.79	1.76	4.03	1.82	4.27	1.87	4.53	1.93	4.79	1.98	5.06	2.04	5.34	2.10	5.62	2.15	5.92	2.20	6.23	2.26	6.52	2.31	6.84	2.37	7.16	2.42
7	0.178	1.51	1.21	1.61	1.25	1.72	1.29	1.82	1.33	1.94	1.37	2.06	1.41	2.18	1.45	2.30	1.49	2.42	1.53	2.55	1.57	2.69	1.61	2.83	1.64	2.96	1.69	3.10	1.73	3.25	1.77
8	0.203	0.78	0.93	0.84	0.96	0.89	0.99	0.95	1.02	1.01	1.05	1.07	1.08	1.13	1.11	1.19	1.14	1.26	1.17	1.33	1.20	1.39	1.24	1.47	1.27	1.54	1.30	1.61	1.33	1.67	1.36
9	0.229	0.43	0.73	0.46	0.75	0.49	0.78	0.52	0.80	0.55	0.83	0.58	0.85	0.62	0.87	0.65	0.90	0.69	0.93	0.72	0.95	0.76	0.97	0.80	1.00	0.84	1.02	0.88	1.04	0.92	1.07
10	0.254	0.26	0.59	0.27	0.61	0.29	0.63	0.31	0.65	0.33	0.67	0.35	0.69	0.37	0.71	0.39	0.73	0.41	0.75	0.43	0.77	0.45	0.79	0.48	0.81	0.50	0.83	0.52	0.85	0.55	0.87
11	0.279	0.16	0.49	0.17	0.51	0.18	0.52	0.19	0.54	0.21	0.56	0.22	0.57	0.23	0.59	0.24	0.61	0.26	0.62	0.27	0.64	0.28	0.65	0.30	0.67	0.31	0.69	0.33	0.70	0.34	0.72
12	0.305	0.10	0.41	0.11	0.43	0.12	0.44	0.12	0.45	0.13	0.46	0.14	0.48	0.15	0.49	0.16	0.51	0.16	0.52	0.17	0.53	0.18	0.55	0.19	0.56	0.20	0.57	0.21	0.59	0.22	0.60
13	0.330	0.069	0.35	0.074	0.36	0.079	0.37	0.084	0.38	0.089	0.40	0.094	0.41	0.10	0.42	0.10	0.43	0.11	0.44	0.12	0.46	0.12	0.47	0.13	0.48	0.14	0.49	0.14	0.50	0.15	0.51
14	0.356	0.047	0.30	0.050	0.31	0.054	0.32	0.057	0.33	0.061	0.34	0.064	0.35	0.068	0.36	0.072	0.37	0.076	0.38	0.080	0.39	0.084	0.40	0.088	0.41	0.093	0.42	0.10	0.43	0.10	0.44
15	0.381	0.034	0.26	0.036	0.27	0.038	0.28	0.041	0.29	0.043	0.30	0.046	0.31	0.048	0.32	0.051	0.32	0.054	0.33	0.057	0.34	0.060	0.35	0.063	0.36	0.066	0.37	0.069	0.38	0.072	0.39
16	0.406	0.024	0.23	0.026	0.24	0.028	0.25	0.030	0.25	0.032	0.26	0.033	0.27	0.035	0.28	0.037	0.29	0.039	0.29	0.041	0.30	0.044	0.31	0.046	0.32	0.048	0.32	0.050	0.33	0.053	0.34
17	0.432	0.017	0.20	0.019	0.21	0.020	0.22	0.021	0.23	0.022	0.23	0.024	0.24	0.025	0.25	0.026	0.25	0.028	0.26	0.029	0.27	0.031	0.27	0.032	0.28	0.034	0.29	0.036	0.29	0.037	0.30
18	0.457	0.014	0.18	0.015	0.19	0.016	0.20	0.016	0.20	0.017	0.21	0.019	0.21	0.020	0.22	0.021	0.23	0.022	0.23	0.023	0.24	0.024	0.24	0.025	0.25	0.027	0.26	0.028	0.26	0.029	0.27
19	0.483	0.010	0.16	0.011	0.17	0.012	0.17	0.013	0.18	0.013	0.19	0.014	0.19	0.015	0.20	0.016	0.20	0.017	0.21	0.017	0.21	0.018	0.22	0.019	0.22	0.020	0.23	0.021	0.23	0.022	0.24
20	0.508	0.0080	0.15	0.0085	0.15	0.0091	0.16	0.0097	0.16	0.010	0.17	0.011	0.17	0.012	0.18	0.012	0.18	0.013	0.19	0.014	0.19	0.014	0.20	0.015	0.20	0.016	0.21	0.016	0.21	0.017	0.22
21	0.533	0.0063	0.13	0.0067	0.14	0.0072	0.14	0.0076	0.15	0.0081	0.15	0.0085	0.16	0.0090	0.16	0.0095	0.17	0.0010	0.17	0.011	0.17	0.011	0.18	0.012	0.18	0.012	0.19	0.013	0.19	0.014	0.20
22	0.558	0.0050	0.12	0.0053	0.13	0.0057	0.13	0.0060	0.13	0.0064	0.14	0.0068	0.14	0.0072	0.15	0.0076	0.15	0.0080	0.16	0.0085	0.16	0.0089	0.16	0.0093	0.17	0.0098	0.17	0.010	0.18	0.011	0.18
23	0.584	0.0040	0.11	0.0042	0.12	0.0045	0.12	0.0048	0.12	0.0051	0.13	0.0054	0.13	0.0057	0.13	0.0060	0.14	0.0064	0.14	0.0067	0.15	0.0072	0.15	0.0074	0.15	0.0078	0.16	0.0082	0.16	0.0086	0.16
24	0.609	.....	.....	.....	.....	0.0037	0.11	0.0039	0.11	0.0041	0.12	0.0044	0.12	0.0046	0.12	0.0049	0.13	0.0052	0.13	0.0055	0.13	0.0057	0.14	0.0060	0.14	0.0063	0.14	0.0066	0.15	0.0069	0.15

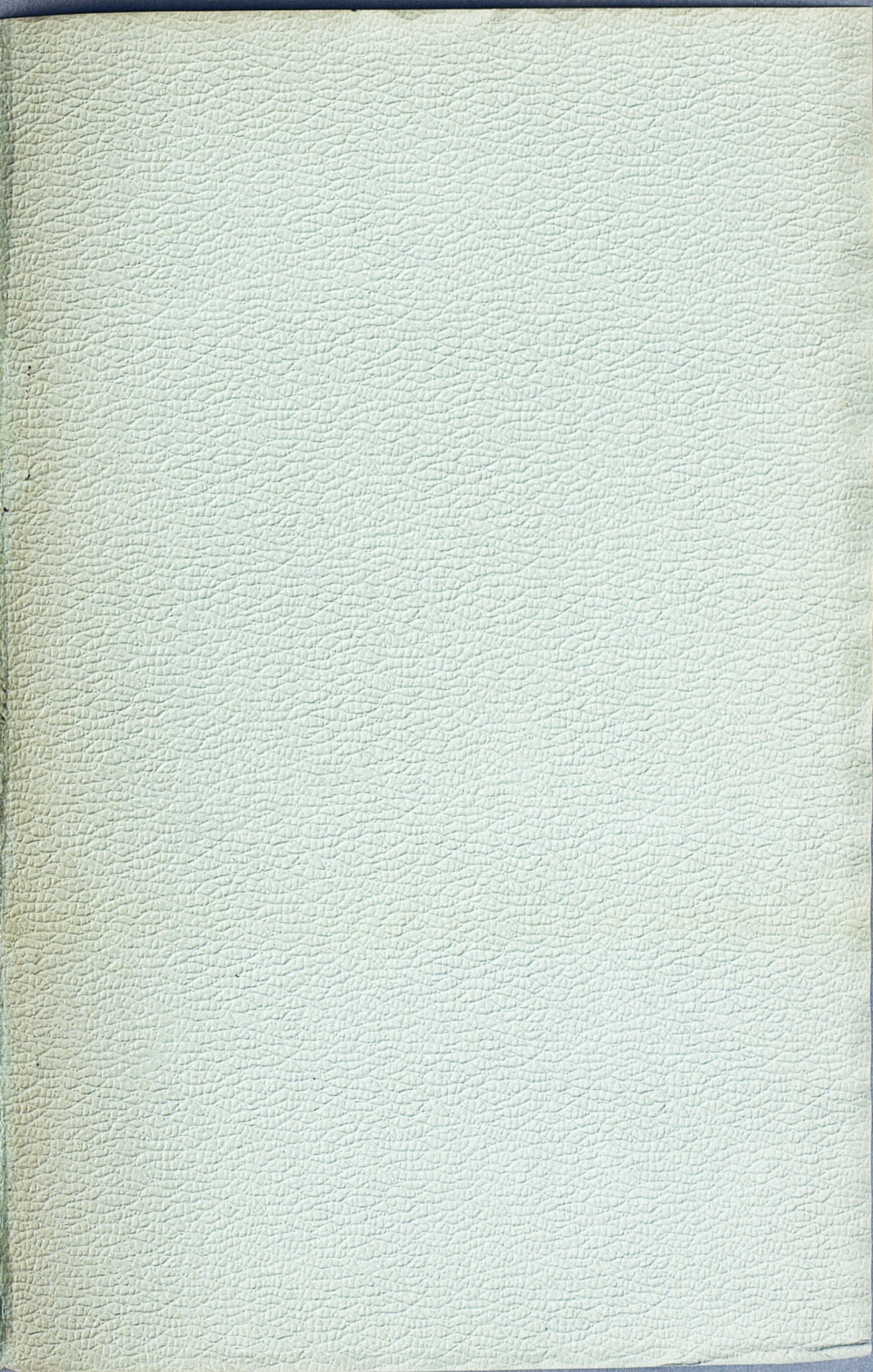
Diameter		0.045		0.046		0.047		0.048		0.049		0.050		0.051		0.052		0.053		0.054		0.055		0.056		0.057		0.058		0.059	
i eng. tum	i meter	h	v	h	v	h	v	h	v	h	v	h	v	h	v	h	v	h	v	h	v	h	v	h	v	h	v	h	v	h	v
7	0.178	3.40	1.81	3.55	1.85	3.71	1.89	3.87	1.93	4.03	1.97	4.20	2.01	4.36	2.05	4.54	2.08	4.71	2.13	4.90	2.17	5.08	2.21	5.26	2.25	5.45	2.29	5.65	2.33	5.84	2.37
8	0.203	1.76	1.39	1.84	1.42	1.92	1.45	2.00	1.48	2.09	1.51	2.18	1.54	2.26	1.57	2.35	1.61	2.44	1.64	2.54	1.67	2.63	1.70	2.73	1.73	2.83	1.76	2.93	1.79	3.03	1.82
9	0.229	0.96	1.09	1.00	1.12	1.05	1.14	1.10	1.17	1.14	1.19	1.19	1.21	1.23	1.23	1.29	1.26	1.34	1.29	1.39	1.31	1.44	1.34	1.49	1.36	1.55	1.38	1.60	1.41	1.66	1.43
10	0.254	0.57	0.89	0.60	0.91	0.63	0.93	0.65	0.95	0.68	0.97	0.71	0.99	0.74	1.00	0.77	1.03	0.80	1.05	0.83	1.07	0.86	1.09	0.89	1.11	0.92	1.12	0.95	1.14	0.99	1.16
11	0.279	0.36	0.74	0.38	0.75	0.39	0.77	0.41	0.79	0.43	0.80	0.44	0.82	0.46	0.83	0.48	0.85	0.50	0.87	0.52	0.89	0.54	0.90	0.56	0.92	0.58	0.93	0.60	0.95	0.62	0.97
12	0.305	0.23	0.62	0.24	0.63	0.25	0.64	0.26	0.66	0.27	0.67	0.28	0.68	0.29	0.69	0.31	0.71	0.32	0.73	0.33	0.74	0.34	0.75	0.36	0.77	0.37	0.78	0.38	0.80	0.40	0.81
13	0.330	0.16	0.53	0.16	0.54	0.17	0.55	0.18	0.56	0.18	0.57	0.19	0.58	0.20	0.59	0.21	0.61	0.22	0.62	0.22	0.63	0.23	0.64	0.24	0.65	0.25	0.67	0.26	0.68	0.27	0.69
14	0.356	0.11	0.45	0.11	0.46	0.12	0.47	0.12	0.48	0.13	0.49	0.13	0.50	0.14	0.51	0.14	0.52	0.15	0.53	0.15	0.54	0.16	0.55	0.16	0.56	0.17	0.57	0.18	0.58	0.18	0.59
15	0.381	0.076	0.39	0.079	0.40	0.083	0.41	0.086	0.42	0.090	0.43	0.093	0.44	0.10	0.45	0.10	0.46	0.10	0.47	0.11	0.48	0.11	0.48	0.12	0.49	0.12	0.50	0.13	0.51	0.13	0.52
16	0.406	0.055	0.35	0.058	0.36	0.060	0.36	0.063	0.37	0.065	0.38	0.068	0.39	0.071	0.39	0.074	0.40	0.077	0.41	0.079	0.42	0.082	0.42	0.085	0.43	0.088	0.44	0.092	0.45	0.095	0.46
17	0.432	0.039	0.31	0.041	0.31	0.043	0.32	0.044	0.33	0.046	0.34	0.048	0.34	0.050	0.35	0.052	0.35	0.054	0.36	0.056	0.37	0.058	0.38	0.060	0.38	0.063	0.39	0.065	0.40	0.067	0.40
18	0.457	0.030	0.27	0.032	0.28	0.033	0.29	0.035	0.29	0.036	0.30	0.038	0.30	0.039	0.31	0.041	0.32	0.042	0.32	0.044	0.33	0.046	0.34	0.047	0.34	0.049	0.35	0.051	0.35	0.052	0.36
19	0.483	0.023	0.25	0.024	0.25	0.025	0.26	0.026	0.26	0.027	0.27	0.029	0.27	0.030	0.28	0.031	0.28	0.032	0.29	0.033	0.29	0.035	0.30	0.036	0.31	0.037	0.31	0.038	0.32	0.040	0.32
20	0.508	0.018	0.22	0.019	0.23	0.019	0.23	0.020	0.24	0.021	0.24	0.022	0.25	0.023	0.25	0.024	0.26	0.025	0.26	0.026	0.27	0.027	0.27	0.028	0.28	0.029	0.28	0.030	0.29	0.031	0.29
21	0.533	0.014	0.20	0.015	0.21	0.015	0.21	0.016	0.22	0.017	0.22	0.017	0.22	0.018	0.23	0.019	0.23	0.020	0.24	0.020	0.24	0.021	0.25	0.022	0.25	0.023	0.26	0.024	0.26	0.024	0.26
22	0.558	0.011	0.18	0.012	0.19	0.012	0.19	0.013	0.20	0.013	0.20	0.014	0.20	0.014	0.21	0.015	0.21	0.016	0.22	0.016	0.22	0.017	0.22	0.017	0.23	0.018	0.23	0.019	0.24	0.019	0.24
23	0.584	0.0089	0.17	0.0093	0.17	0.0098	0.18	0.010	0.18	0.011	0.18	0.011	0.19	0.012	0.19	0.012	0.19	0.012	0.20	0.013	0.20	0.013	0.21	0.014	0.21	0.014	0.21	0.015	0.22	0.015	0.22
24	0.609	0.0073	0.15	0.0076	0.16	0.0079	0.16	0.0083	0.16	0.0086	0.17	0.0090	0.17	0.0093	0.17	0.0097	0.18	0.010	0.18	0.010	0.19	0.011	0.19	0.011	0.19	0.012	0.20	0.012	0.20	0.012	0.20

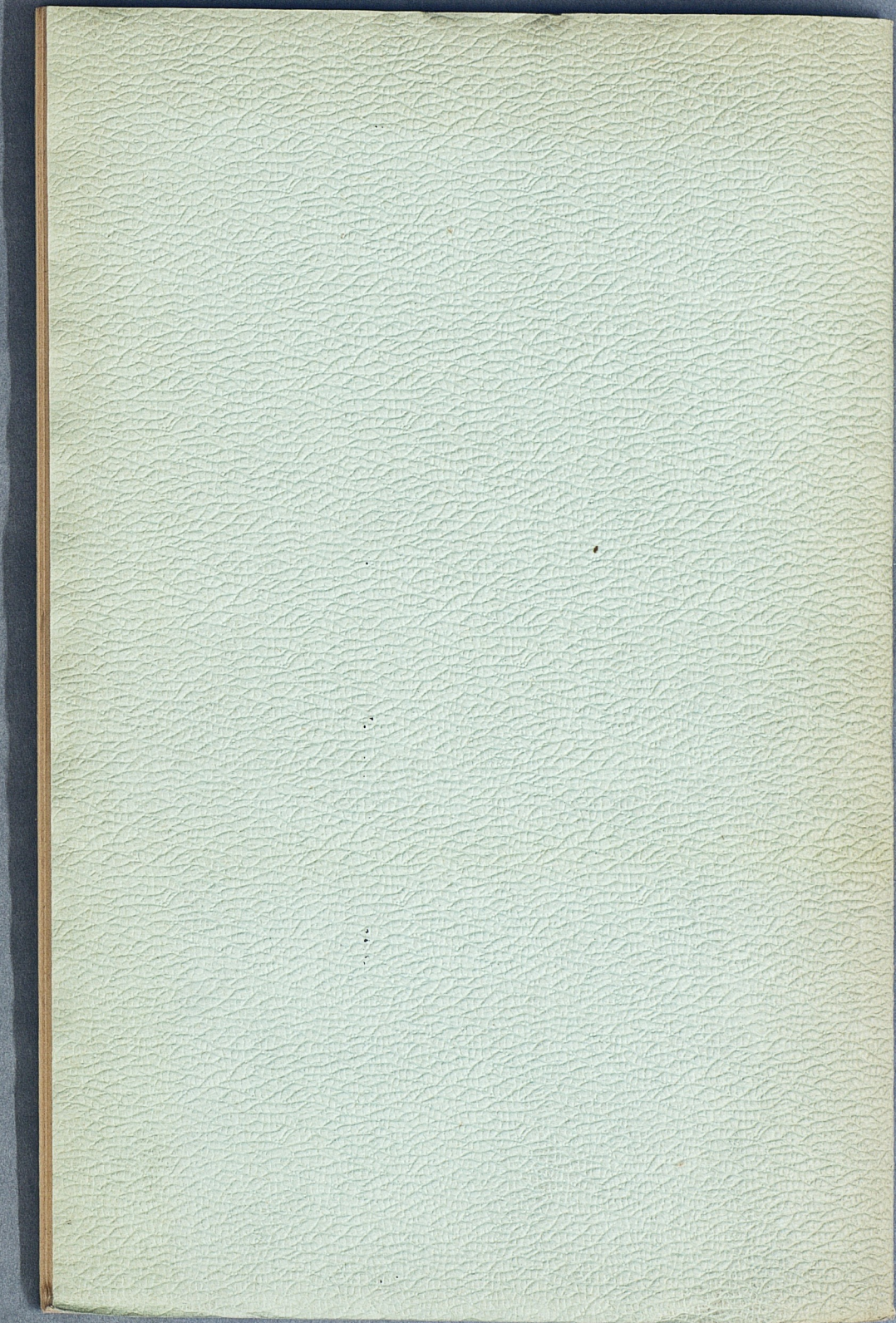
Diameter		0.060		0.061		0.062		0.063		0.064		0.065		0.066		0.067		0.068		0.069		0.070		0.071		0.072		0.073		0.074	
i eng. tum	i meter	h	v	h	v	h	v	h	v	h	v	h	v	h	v	h	v	h	v	h	v	h	v	h	v	h	v	h	v	h	v
8	0.203	3.13	1.85	3.23	1.88	3.35	1.92	3.45	1.95	3.56	1.98	3.67	2.01	3.79	2.04	3.91	2.07	4.02	2.10	4.14	2.13	4.26	2.16	4.39	2.19	4.51	2.22	4.64	2.26	4.77	2.29
9	0.229	1.71	1.46	1.77	1.48	1.83	1.50	1.89	1.53	1.95	1.55	2.01	1.58	2.07	1.60	2.14	1.63	2.20	1.65	2.27	1.67	2.33	1.70	2.40	1.72	2.47	1.75	2.54	1.77	2.61	1.80
10	0.254	1.02	1.18	1.06	1.20	1.09	1.22	1.13	1.24	1.16	1.26	1.20	1.28	1.24	1.30	1.27	1.32	1.31	1.34	1.35	1.36	1.39	1.38	1.43	1.40	1.47	1.42	1.51	1.44	1.55	1.46
11	0.279	0.64	0.98	0.66	1.00	0.68	1.01	0.70	1.03	0.73	1.05	0.75	1.06	0.77	1.08	0.80	1.10	0.82	1.11	0.84	1.13	0.87	1.15	0.89	1.16	0.92	1.18	0.95	1.19	0.97	1.21
12	0.305	0.41	0.82	0.42	0.83	0.44	0.85	0.45	0.86	0.47	0.88	0.48	0.89	0.50	0.90	0.51	0.92	0.53	0.93	0.54	0.94	0.56	0.96	0.57	0.97	0.59	0.99	0.61	1.00	0.62	1.01
13	0.330	0.28	0.70	0.29	0.71	0.29	0.73	0.30	0.74	0.31	0.75	0.32	0.76	0.33	0.77	0.34	0.78	0.35	0.80	0.36	0.81	0.38	0.82	0.39	0.83	0.40	0.84	0.41	0.85	0.42	0.87
14	0.356	0.19	0.60	0.20	0.61	0.20	0.62	0.21	0.63	0.21	0.64	0.22	0.65	0.23	0.66	0.24	0.67	0.24	0.68	0.25	0.69	0.26	0.70	0.26	0.71	0.27	0.72	0.28	0.73	0.29	0.74
15	0.381	0.13	0.53	0.14	0.54	0.14	0.54	0.15	0.55	0.15	0.57	0.16	0.57	0.16	0.58	0.17	0.59	0.17	0.60	0.18	0.61	0.18	0.61	0.19	0.62	0.19	0.63	0.20	0.64	0.21	0.65
16	0.406	0.10	0.46	0.10	0.47	0.10	0.48	0.11	0.49	0.11	0.49	0.11	0.50	0.12	0.51	0.12	0.52	0.13	0.53	0.13	0.53	0.13	0.54	0.14	0.55	0.14	0.56	0.15	0.56	0.15	0.57
17	0.432	0.069	0.41	0.072	0.42	0.074	0.42	0.076	0.43	0.079	0.44	0.081	0.44	0.084	0.45	0.086	0.46	0.089	0.46	0.092	0.47	0.094	0.48	0.10	0.48	0.10	0.49	0.10	0.50	0.11	0.50
18	0.457	0.054	0.37	0.056	0.37	0.058	0.38	0.060	0.38	0.062	0.39	0.064	0.40	0.066	0.40	0.068	0.41	0.070	0.41	0.072	0.42	0.074	0.43	0.076	0.43	0.078	0.44	0.080	0.45	0.082	0.45
19	0.483	0.041	0.33	0.042	0.33	0.044	0.34	0.045	0.34	0.047	0.35	0.048	0.35	0.050	0.36	0.051	0.37	0.053	0.37	0.054	0.38	0.056	0.38	0.058	0.39	0.059	0.39	0.061	0.40	0.063	0.40
20	0.508	0.032	0.30	0.033	0.30	0.034	0.31	0.035	0.31	0.036	0.32	0.037	0.32	0.039	0.33	0.040	0.33	0.041	0.34	0.042	0.34	0.043	0.35	0.045	0.35	0.046	0.36	0.047	0.36	1.049	0.37
21	0.533	0.025	0.27	0.026	0.27	0.027	0.28	0.028	0.28	0.029	0.29	0.030	0.29	0.030	0.30	0.031	0.30	0.032	0.30	0.033	0.31	0.034	0.31	0.035	0.32	0.036	0.32	0.037	0.33	0.038	0.33
22	0.558	0.020	0.25	0.021	0.25	0.021	0.25	0.022	0.26	0.023	0.26	0.023	0.27	0.024	0.27	0.025	0.27	0.026	0.28	0.026	0.28	0.027	0.29	0.028	0.29	0.029	0.29	0.030	0.30	0.030	0.30
23	0.584	0.016	0.22	0.016	0.23	0.017	0.23	0.018	0.24	0.018	0.24	0.019	0.24	0.019	0.25	0.020	0.25	0.020	0.25	0.021	0.26	0.022	0.26	0.022	0.27	0.023	0.27	0.024	0.27	0.024	0.28
24	0.609	0.013	0.21	0.013	0.21	0.014	0.21	0.014	0.22	0.015	0.22	0.015	0.22	0.016	0.23	0.016	0.23	0.017	0.23	0.017	0.24	0.018	0.24	0.018	0.25	0.019	0.25	0.019	0.25	0.020	0.25

Diameter		0.075		0.076		0.077		0.078		0.079		0.080		0.081		0.082		0.083		0.084		0.085		0.086		0.087		0.088		0.089	
i eng. tum	i meter	h	v	h	v	h	v	h	v	h	v	h	v	h	v	h	v	h	v	h	v	h	v	h	v	h	v	h	v		
8	0.203	4.89	2.32	5.03	2.35	5.16	2.38	5.29	2.41	5.43	2.44	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
9	0.229	2.68	1.82	2.75	1.85	2.82	1.87	2.90	1.89	2.97	1.92	3.05	1.94	3.12	1.96	3.20	1.99	3.28	2.02	3.36	2.04	3.44	2.06	3.52	2.08	3.61	2.11	3.69	2.14	3.77	2.16
10	0.254	1.60	1.48	1.64	1.50	1.68	1.52	1.73	1.54	1.77	1.56	1.82	1.58	1.86	1.60	1.91	1.62	1.96	1.64	2.00	1.66	2.05	1.68	2.10	1.70	2.15	1.72	2.20	1.74	2.25	1.76
11	0.279	1.00	1.23	1.02	1.24	1.05	1.26	1.08	1.28	1.11	1.29	1.14	1.31	1.16	1.33	1.19	1.34	1.22	1.36	1.25	1.37	1.28	1.39	1.31	1.41	1.34	1.42	1.37	1.44	1.40	1.46
12	0.305	0.64	1.03	0.66	1.04	0.67	1.05	0.69	1.07	0.71	1.08	0.73	1.09	0.75	1.11	0.76	1.13	0.78	1.14	0.80	1.15	0.82	1.16	0.84	1.18	0.86	1.19	0.88	1.21	0.90	1.22
13	0.330	0.43	0.88	0.44	0.89	0.45	0.90	0.47	0.91	0.48	0.92	0.49	0.94	0.50	0.95	0.52	0.96	0.53	0.97	0.54	0.98	0.55	0.99	0.57	1.00	0.58	1.01	0.59	1.02	0.61	1.04
14	0.356	0.30	0.75	0.30	0.76	0.31	0.77	0.32	0.78	0.33	0.79	0.33	0.80	0.34	0.81	0.35	0.82	0.36	0.83	0.37	0.84	0.38	0.85	0.39	0.86	0.40	0.87	0.41	0.88	0.42	0.89
15	0.381	0.21	0.66	0.22	0.67	0.22	0.68	0.23	0.68	0.24	0.69	0.24	0.70	0.25	0.71	0.25	0.72	0.26	0.73	0.26	0.74	0.27	0.75	0.28	0.75	0.28	0.76	0.29	0.77	0.30	0.78
16	0.406	0.15	0.58	0.16	0.59	0.16	0.59	0.17	0.60	0.17	0.61	0.17	0.62	0.18	0.63	0.18	0.63	0.19	0.64	0.19	0.65	0.20	0.66	0.20	0.66	0.21	0.67	0.21	0.68	0.22	0.69
17	0.432	0.11	0.51	0.11	0.52	0.11	0.53	0.12	0.53	0.12	0.54	0.13	0.55	0.13	0.55	0.13	0.56	0.13	0.57	0.14	0.57	0.14	0.58	0.14	0.59	0.15	0.59	0.15	0.60	0.15	0.61
18	0.457	0.085	0.46	0.087	0.46	0.089	0.47	0.092	0.48	0.094	0.48	0.10	0.49	0.10	0.49	0.10	0.50	0.10	0.51	0.11	0.51	0.11	0.52	0.11	0.52	0.11	0.53	0.12	0.54	0.12	0.54
19	0.483	0.064	0.41	0.066	0.41	0.068	0.42	0.069	0.43	0.071	0.43	0.073	0.44	0.075	0.44	0.077	0.45	0.079	0.45	0.081	0.46	0.083	0.46	0.084	0.47	0.086	0.48	0.088	0.48	0.090	0.49
20	0.508	0.050	0.37	0.051	0.37	0.053	0.38	0.054	0.38	0.055	0.39	0.057	0.39	0.058	0.40	0.060	0.41	0.061	0.41	0.063	0.41	0.064	0.42	0.066	0.42	0.067	0.43	0.069	0.43	0.070	0.44
21	0.533	0.039	0.34	0.040	0.34	0.041	0.35	0.042	0.35	0.044	0.35	0.045	0.36	0.046	0.36	0.047	0.37	0.048	0.37	0.049	0.38	0.050	0.38	0.052	0.39	0.053	0.39	0.054	0.39	0.055	0.40
22	0.558	0.031	0.31	0.032	0.31	0.033	0.31	0.034	0.32	0.035	0.32	0.036	0.33	0.036	0.33	0.037	0.34	0.038	0.34	0.039	0.34	0.040	0.35	0.041	0.35	0.042	0.36	0.043	0.36	0.044	0.36
23	0.584	0.025	0.28	0.026	0.28	0.026	0.29	0.027	0.29	0.027	0.29	0.028	0.30	0.029	0.30	0.030	0.31	0.030	0.31	0.031	0.31	0.032	0.32	0.032	0.32	0.033	0.33	0.034	0.33	0.035	0.33
24	0.609	0.020	0.26	0.021	0.26	0.022	0.26	0.022	0.27	0.022	0.27	0.023	0.27	0.024	0.28	0.024	0.28	0.025	0.29	0.025	0.29	0.026	0.29	0.027	0.30	0.027	0.30	0.028	0.30	0.028	0.31

Diameter		0.090		0.091		0.092		0.093		0.094		0.095		0.096		0.097		0.098		0.099		0.100		0.105		0.110		0.115		0.120	
i eng. tum	i meter	h	v	h	v	h	v	h	v	h	v	h	v	h	v	h	v	h	v	h	v	h	v	h	v	h	v	h	v		
9	0.229	3.86	2.18	3.95	2.21	4.04	2.23	4.12	2.25	4.21	2.28	4.30	2.31	4.39	2.33	4.48	2.36	4.58	2.38	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
10	0.254	2.30	1.78	2.35	1.80	2.41	1.82	2.45	1.84	2.51	1.86	2.56	1.88	2.61	1.90	2.67	1.91	2.73	1.93	2.78	1.95	2.84	1.97	3.13	2.07	3.43	2.17	3.75	2.27	.....	.....
11	0.279	1.44	1.47	1.47	1.49	1.51	1.51	1.54	1.52	1.57	1.54	1.60	1.55	1.64	1.57	1.67	1.59	1.70	1.60	1.74	1.62	1.77	1.64	1.96	1.72	2.15	1.80	2.35	1.88	2.56	1.96
12	0.305	0.92	1.23	0.94	1.24	0.96	1.25	0.98	1.26	1.00	1.28	1.03	1.30	1.05	1.31	1.07	1.33	1.09	1.34	1.11	1.36	1.14	1.37	1.25	1.44	1.36	1.51	1.50	1.58	1.64	1.64
13	0.330	0.62	1.05	0.64	1.06	0.65	1.07	0.66	1.08	0.68	1.10	0.69	1.11	0.71	1.12	0.72	1.13	0.75	1.15	0.75	1.16	0.77	1.17	0.85	1.23	0.93	1.29	1.01	1.34	1.10	1.40
14	0.356	0.43	0.90	0.43	0.91	0.44	0.92	0.45	0.93	0.46	0.94	0.47	0.95	0.48	0.96	0.49	0.97	0.50	0.98	0.51	0.99	0.52	1.01	0.58	1.06	0.64	1.11	0.69	1.16	0.76	1.21
15	0.381	0.30	0.79	0.31	0.80	0.32	0.81	0.32	0.82	0.33	0.83	0.34	0.83	0.35	0.84	0.35	0.85	0.36	0.86	0.37	0.87	0.37	0.88	0.41	0.94	0.45	0.99	0.49	1.01	0.54	1.05
16	0.406	0.22	0.69	0.23	0.70	0.23	0.71	0.24	0.72	0.24	0.73	0.25	0.73	0.25	0.74	0.26	0.75	0.26	0.76	0.27	0.76	0.27	0.77	0.30	0.81	0.33	0.85	0.36	0.89	0.39	0.93
17	0.432	0.16	0.61	0.16	0.62	0.17	0.63	0.17	0.64	0.17	0.64	0.18	0.65	0.18	0.66	0.19	0.66	0.19	0.67	0.19	0.68	0.20	0.69	0.22	0.72	0.23	0.75	0.26	0.79	0.29	0.82
18	0.457	0.12	0.55	0.12	0.56	0.13	0.56	0.13	0.57	0.13	0.57	0.14	0.58	0.14	0.59	0.14	0.59	0.14	0.60	0.15	0.61	0.15	0.62	0.17	0.64	0.18	0.67	0.20	0.70	0.22	0.73
19	0.483	0.092	0.49	0.10	0.50	0.10	0.50	0.10	0.51	0.10	0.51	0.10	0.52	0.11	0.52	0.11	0.52	0.11	0.53	0.11	0.54	0.11	0.55	0.13	0.57	0.14	0.60	0.15	0.62	0.16	0.64
20	0.508	0.072	0.44	0.073	0.45	0.075	0.45	0.077	0.46	0.078	0.46	0.080	0.47	0.082	0.47	0.083	0.48	0.085	0.48	0.087	0.49	0.089	0.49	0.10	0.52	0.11	0.54	0.12	0.57	0.13	0.59
21	0.533	0.056	0.40	0.058	0.41	0.059	0.41	0.061	0.42	0.062	0.42	0.063	0.43	0.064	0.43	0.065	0.44	0.067	0.44	0.068	0.44	0.070	0.45	0.077	0.47	0.084	0.49	0.092	0.52	0.10	0.54
22	0.558	0.045	0.37	0.046	0.37	0.047	0.38	0.048	0.38	0.049	0.38	0.050	0.39	0.051	0.39	0.052	0.40	0.053	0.40	0.054	0.41	0.055	0.41	0.061	0.43	0.067	0.45	0.073	0.47	0.080	0.49
23	0.584	0.036	0.34	0.037	0.34	0.037	0.34	0.038	0.35	0.039	0.35	0.040	0.35	0.041	0.36	0.042	0.36	0.042	0.37	0.043	0.37	0.044	0.37	0.049	0.39	0.053	0.41	0.058	0.43	0.064	0.45
24	0.609	0.029	0.31	0.030	0.31	0.030	0.32	0.031	0.32	0.032	0.32	0.032	0.32	0.033	0.33	0.034	0.33	0.034	0.34	0.035	0.34	0.036	0.34	0.040	0.36	0.043	0.38	0.047	0.40	0.052	0.41

Diameter		0.125		0.130		0.135		0.140		0.145		0.150		0.155		0.160		0.165		0.170		0.175		0.180		0.185		0.190		0.195		0.200	
i eng. tum	i meter	h	v	h	v	h	v	h	v	h	v	h	v	h	v	h	v	h	v	h	v	h	v	h	v	h	v	h	v	h	v		
11	0.279	2.77	2.05	3.00	2.13	3.23	2.21	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
12	0.305	1.82	1.71	1.92	1.78	2.07	1.85	2.23	1.92	2.39	1.98	2.56	2.05	2.73	2.12	2.91	2.19	3.09	2.26	3.28	2.33	3.48	2.39	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
13	0.330	1.20	1.46	1.30	1.52	1.40	1.58	1.50	1.64	1.61	1.70	1.72	1.75	1.84	1.81	1.96	1.87	2.09	1.93	2.22	1.99	2.34	2.05	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
14	0.356	0.82	1.26	0.88	1.31	0.96	1.36	1.03	1.41	1.10	1.46	1.18	1.51	1.26	1.56	1.34	1.61	1.43	1.66	1.52	1.71	1.61	1.76	1.70	1.81	1.80	1.86	1.90	1.91	2.00	1.96	2.10	2.01
15	0.381	0.58	1.10	0.63	1.14	0.68	1.18	0.73	1.23	0.79	1.27	0.84	1.32	0.90	1.36	0.96	1.40	1.02	1.45	1.08	1.49	1.15	1.54	1.21	1.58	1.28	1.62	1.35	1.66	1.42	1.71	1.50	1.75
16	0.406	0.43	0.96	0.46	1.00	0.50	1.04	0.53	1.08	0.57	1.12	0.61	1.16	0.65	1.20	0.70	1.24	0.74	1.28	0.78	1.32	0.83	1.35	0.88	1.39	0.93	1.43	0.98	1.47	1.03	1.50	1.09	1.54
17	0.432	0.31	0.85	0.33	0.89	0.35	0.92	0.39	0.95	0.41	0.99	0.43	1.02	0.46	1.06	0.49	1.09	0.52	1.13	0.56	1.16	0.59	1.20	0.62	1.23	0.66	1.26	0.70	1.30	0.73	1.33	0.77	1.36
18	0.457	0.24	0.76	0.25	0.79	0.27	0.82	0.30	0.85	0.32	0.88	0.34	0.91	0.36	0.95	0.39	0.98	0.41	1.01	0.44	1.04	0.46	1.07	0.49	1.10	0.52	1.13	0.54	1.16	0.57	1.19	0.60	1.22
19	0.483	0.18	0.68	0.19	0.71	0.21	0.74	0.22	0.76	0.24	0.79	0.26	0.82	0.27	0.85	0.29	0.87	0.30	0.90	0.33	0.93	0.35	0.96	0.37	0.98	0.39	1.01	0.41	1.04	0.43	1.06	0.46	1.09
20	0.508	0.14	0.62	0.15	0.64	0.17	0.67	0.17	0.69	0.19	0.71	0.20	0.74	0.21	0.76	0.23	0.79	0.24	0.81	0.26	0.84	0.27	0.88	0.29	0.89	0.30	0.91	0.32	0.94	0.34	0.96	0.35	0.99
21	0.533	0.11	0.56	0.12	0.58	0.13	0.61	0.14	0.63	0.15	0.65	0.16	0.67	0.17	0.69	0.18	0.72	0.19	0.73	0.20	0.76	0.21	0.79	0.23	0.81	0.24	0.83	0.25	0.85	0.27	0.87	0.31	0.92
22	0.558	0.087	0.51	0.10	0.53	0.10	0.55	0.11	0.57	0.12	0.59	0.13	0.61	0.13	0.63	0.14	0.65	0.15	0.66	0.16	0.69	0.17	0.72	0.18	0.74	0.19	0.76	0.20	0.78	0.21	0.80	0.25	0.82
23	0.584	0.069	0.47	0.075	0.49	0.081	0.51	0.087	0.52	0.093	0.54	0.10	0.56	0.11	0.58	0.11	0.60	0.12	0.60	0.13	0.63	0.14	0.65	0.14	0.67	0.15	0.69	0.16	0.71	0.17	0.73	0.20	0.75
24	0.609	0.056	0.43	0.060	0.45	0.065	0.46	0.070	0.48	0.075	0.50	0.081	0.52	0.086	0.53	0.092	0.55	0.10	0.56	0.10	0.58	0.11	0.60	0.12	0.61	0.12	0.63	0.13	0.65	0.14	0.67	0.16	0.69





www.books2ebooks.eu