

Höll Ingenjören vid Ludvigsbergs Verkstads A.-B. herr A. Ahlström följande föredrag

*Om tryckförluster och dessas beräknande i slangar.*

Herr Ordförande, mina herrar!

Först af allt ber jag få meddela, att jag på grund af bristande tid ej hunnit att, såsom jag önskat, utarbета mitt anförande, *Om tryckförluster och dessas beräknande i slangar*, hvarför min framställning i åtskilligt kommer att blifva rätt fragmentarisk, för hvilket jag på förhand anhåller om benäget öfverseende.

Vid anförandets affattande har jag använt mig af uppgifter i ett af Prof. J. G. Richert på sin tid, såsom chef för vattenverket i Göteborg, hållet föredrag »Om vattenledningstryck och eldsläckning».

\*

\*

\*

Helt säkert hafva flertalet brandmän gjort en del erfarenheter beträffande den vattenmängd och stråleffekt, man erhåller vid användning af slangledningar af olika längder och diametrar, men i allmänhet torde man underskatta den betydelse dessa faktorer hafva för en effektiv eldsläckning, och man förser sig i regel med slangar af de allmänast brukliga dimensionerna, oafsedt ifrågakommande slangledningslängder och sprutornas storlek, resp. vatten-gifningsförmåga.

I sådana samhällen, där vattenledning finnes, och där dess tryck är tillräckligt för erhållande af stråleffekt för eldsläckning, äro ju i allmänhet brandposter anordnade på lämpliga afstånd, och där blir för den skull slangledningarnas längder relativt ringa och följaktligen betydelsen af dessa af tryckförlusterna inverkan de faktorer mindre. Men frågan om tryckförluster, eller rättare sagdt, friktionsmotståndet i slangledningen, som åstadkommer tryknedsättningen vid vattnets framkomst och som resulterar i nedsatt strål- resp. eldsläckningseffekt torde dock äfven där vara förtjänt af beaktande. Men framför allt bör hänsyn till dessa förhållanden tagas i sådana samhällen, där man saknar vattenledning och för eldsläckning är hänvisad till sina brandsprutor.

Af hydrodynamiken veta vi, att vatten för att kunna framströmma genom en rörledning med en viss hastighet  $v$  erfordrar ett tryck, motsvarande en vattenpelarehöjd uttryckt genom formeln:

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

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

där  $g$ , såsom bekant, betecknar tyngdkraftens acceleration = 9,82 meter.

Mot rör- eller slangledningens väggar uppstår friktion vid vattnets rörelse däri, och denna friktion fordrar för att öfvervinnas ett tryck, som kan angifvas såsom förlorad vattenpelarehöjd, direkt proportionel med ledningens längd och omvänt proportionel med dess diameter.

Man kan beteckna detta med formeln:

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

där  $b$  är en friktionskoefficient,  
 $l$  » slangledningens längd och  
 $d$  » dess diameter.

I ledningarna uppstå också en del kontraktionsförluster, dels vid vatt-  
 nets inträde i desamma och dels i slangkopplingarna, men då dessa för-  
 luster — därest kopplingarnas diameter ej afviker allt för mycket från  
 slangens — blifva obetydliga jämförda med friktionsförlusten i längre slang-  
 ledningar, kunna dessa här lämnas obeaktade.

Friktionskoefficienten i rör har af olika författare angifvits på olika sätt  
 och beträffande slangar äro uppgifterna mycket sparsamma i den tekniska  
 litteraturen, och de flesta författare beröra ej alls denna fråga, troligen där-  
 för att det varit svårt fastställa tillfälliga medelvärden. Gifvetvis är den i  
hög grad beroende på slangmaterialet och är afsevärdt lägre för s. k. gum-  
merad än för vanlig väfslang.

Ett lysande undantag beträffande försök för utrönandet af friktions-  
 motståndet utgör, säger Prof. Richert, den publikation, som 1893 utgafs af  
 en amerikansk ingenjör Freeman, som anställt en omfattande serie af nog-  
 granna försök med såväl slangar som strålar, och Prof. Richert säger härom:

»Freeman fann, att det egentligen var två omständigheter, som inver-  
 kade på tryckförlusten, nämligen slangens mer eller mindre ojämna dimen-  
 sioner 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 aftappa-  
 des vattnet, slangens hoppresades, och dess dubbla tjocklek uppmättes samt  
 frändrogs den yttre diametern.

Därvid befanns, att diametern ofta öfver- eller understeg det uppgifna  
 måttet med ända till 2 mm. Af två slangar, som borde hafva 2.5 tum  
 eller 64 mm:s diameter, kunde sålunda den ena uppmätas till 66, den andra  
 till 62 mm., motsvarande en skillnad i tryckförlusten af ända till 35 %!  
 Detta öfverensstämmer fullkomligt med den teoretiska beräkningen och  
 lämnar på samma gång den tydligaste förklaring af den skenbara otillförlit-  
 ligheten af föregående resultat, som erhållits utan någon kontroll af slan-  
 gens diameter.

Koefficienten 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.»

Såsom chef för Göteborgs stads vattenledning anställde också Richert  
 åtskilliga försök, »eluru,» som han blygsamt säger, »hvarken i antal eller  
 noggrannhet jämförliga med Freemans.»

Härom säger han:

»Tryckförlusten bestämdes med vanliga manometrar och vattenmängden  
 med mätare. Slangen var af Jonsreds fabrikat med 63.5 mm. diameter.



Därvid erhöles såsom medelresultat af 30 observationer

för k = 3.6 sekundliter.....	h = 4	% af slangens längd,
» k = 6.1 » .....	h = 9.5	% » » »
» k = 8.0 » .....	h = 15.3	% » » »

Om i stället för hastigheten (v) i formeln  $b. \frac{v^2 \cdot l}{2 g \cdot d}$  insättes den framrinnande vattenmängden (k) dividerad med sektionens arean  $\left(\frac{n \cdot d^2}{4}\right)$  så erhålles tryckförlusten ( $h_1$ )

$$= c \frac{k^2 \cdot l}{d^5}$$

och vid en undersökning, hur Prof. R:s ofvan anförda resultat öfverensstämma med denna formel finna vi, att de motsvara följande värden på koefficienten c:

för en vattenkvant. (k) = 3.6 liter per sek. blir c = 0.0029
» » » = 6.1 » » » » » = 0.0026
och » » » = 8.0 » » » » » = 0.0025

såsom ett medelvärde af samtliga försöken erhöles  $c = 0.0027$ , hvilket värde han dock ökade till 0.003 med hänsyn till förluster genom krökar etc.

Tryckförlusten borde sålunda enl. Prof. R. beräknas enligt formeln:

$$h_1 = 0.003 \frac{k^2 \cdot l}{d^5}$$

För en slangdiameter af 63.5 mm. och en ledningslängd af 100 meter är förlusten ( $h_1$ ) sålunda  $0.29 k^2$ , där k angifves i liter per sekund.

Efterstående tabell är af Prof. Richert utarbetad för olika värden på k, och har jag ansett mig göra särskildt brandmännen en tjänst genom att här återgifva densamma.

Jag skulle önskat ytterligare komplettera här lämnade uppgifter äfven beträffande en annan rätt vanlig slangdimension, nämligen 80 resp. 83 mm., men torde enhvar utan större svårighet kunna härför använda sig af det förut här anförda.

Prof. R:s här ofta berörda föredrag innehåller f. ö. en hel del i samband med här behandlade fråga stående omständigheter af betydelse för brandmän, och jag ber därför få rekommendera detsamma till studium.

Slutligen anhåller jag, att ur min praktik få omnämna ett fall, som klart illustrerar nödvändigheten af att ej ignorera slangdiameterens betydelse, då långa slangledningar behöfva förekomma.

Uti en ångsprutleverans, som Ludwigsbergs Verkstad för kort tid sedan gjorde, ingick bl. a. hampslangar, som verkstaden föreslagit af 80 mm. diam., men där man dock bestämt sig för 65 mm. På platsen kunde 600 meter lång slangledning ifrågakomma och vid prof med sprutan, som normalt lämnar 1,000 liter vatten per minut och med 65 mm. slangar uppgick slangtrycket till c:a 14 kg. per cm<sup>2</sup>. Vid vattnet framkomst till munstycket fanns blott föga effektivt eldsläckningstryck kvar, hvarför vederbörande funno

sig föranlåtna utbyta 65 mm. slangarna mot af verkstaden föreslagna 80 mm., hvarvid slangtrycket sjönk till c:a 9 kg., en sänkning sålunda af c:a 33 %, som i stället kunde komma stråleffekten till godo.

### Tabell

angifvande tryckförlusten i en 63.5 mm. slang af 100 met. längd enligt formeln  $h = 0.2942$ , där  $k$  = vattenmängden i sekundliter.

k sek. liter	h % af längden	k sek. liter	h % af längden	k sek. liter	h % af längden
1.0	0.29	4.0	4.6	7.0	14.2
1.1	0.35	4.1	4.9	7.1	14.6
1.2	0.42	4.2	5.1	7.2	15.0
1.3	0.49	4.3	5.4	7.3	15.5
1.4	0.57	4.4	5.6	7.4	15.9
1.5	0.65	4.5	5.9	7.5	16.3
1.6	0.74	4.6	6.1	7.6	16.8
1.7	0.84	4.7	6.4	7.7	17.2
1.8	0.94	4.8	6.7	7.8	17.6
1.9	1.1	4.9	7.0	7.9	18.1
2.0	1.2	5.0	7.3	8.0	18.6
2.1	1.3	5.1	7.5	8.1	19.0
2.2	1.4	5.2	7.8	8.2	19.5
2.3	1.5	5.3	8.2	8.3	20.0
2.4	1.7	5.4	8.5	8.4	20.5
2.5	1.8	5.5	8.8	8.5	21.0
2.6	2.0	5.6	9.1	8.6	21.5
2.7	2.1	5.7	9.4	8.7	22.0
2.8	2.3	5.8	9.8	8.8	22.5
2.9	2.4	5.9	10.1	8.9	23.0
3.0	2.6	6.0	10.4	9.0	23.5
3.1	2.8	6.1	10.8	9.1	24.0
3.2	3.0	6.2	11.2	9.2	24.6
3.3	3.2	6.3	11.5	9.3	25.1
3.4	3.4	6.4	11.8	9.4	25.6
3.5	3.6	6.5	12.3	9.5	26.2
3.6	3.8	6.6	12.6	9.6	26.7
3.7	4.0	6.7	13.0	9.7	27.3
3.8	4.2	6.8	13.4	9.8	27.9
3.9	4.4	6.9	13.8	9.9	28.5
				10.0	29

Åhörarnas bifallsyttringar ådagalade tacksamheten för den inblick föredragshållaren gifvit i en för brandbefälet viktig bildningsgren.