

Varför täta hus?

Energiförbrukningen i FTX-hus blir sällan den förväntade. Anledningen är att man inte tagit hänsyn till luftläckningen genom ytterhöljet.

Kalkylerna har på så sätt kommit att innebära en suboptimering av enbart ventilationssystemet. Detta är helt naturligt, efter som det inte varit känt hur ventilationssystemet påverkar luftläckningen. Att det måste finnas ett samband har man anat. Huvudmönstret i detta står nu klart, även om det finns många detaljer som måste undersökas ytterligare.

Ytterhöljet och ventilationssystemet är två delar i ett totalsystem. Olika ventilationssystem innebär olika förutsättningar för luftläckningen. Detta skall här förklaras med en hydraulisk analogi.

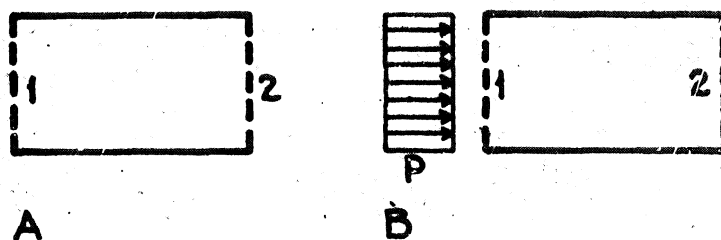
En "vattenanalogi" för ett enkelt fall

Luftläckning eller luftströmning genom otätheter beror av tryckfallet över otätheterna. Vid de förhållandevis låga tryckskillnader man rör sig med i byggnadstekniska sammanhang kan luften betraktas som inkompressibel. Då gäller samma strömningslagar som inom hydrauliken. Detta kan åskådliggöras med en otät behållare nedsänkt i vatten.

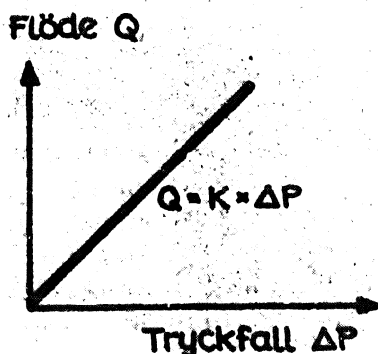
Figur 1 visar en genomgående lägenhet med två otäta ytterväggar och täta bjälklag. I vattenanalogin blir lägenheten en behållare med två otäta sidor.

Figur 1 a visar utgångsläget utan tryckstörning och Figur 1 b hur lägenheten utsätts för ett störningstryck i form av ett övertryck på den vänstra ytterväggen.

Docent Per Olof Nylund, Tyréns, framhåller att husets ytterhölje och ventilationssystem måste ses som samverkande delar i totalsystem. Han förklarar – med en vattenanalogi – varför luftläckningen genom höljet blir större vid från- och tilluftsventilation än vid frånluftsventilation och varför man bör bygga täta hus.



Figur 1. Genomgående lägenhet med två otäta ytterväggar och täta bjälklag. A = utgångsläge B = Tryckstörning



Figur 2. Samband mellan tryckfall och flöde för ytterväggarna.

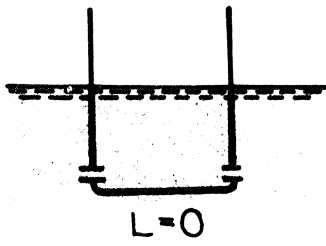
Tre fall skall belysas: Lägenhet utan ventilationssystem, med F-system och med FT-system. Utgångsläget är i samtliga fall det som anges i Figur 1 a, dvs ingen förekomst av störningstryck. Från detta utgångsläge ökas successivt störningstrycket på den vänstra ytterväggen.

För enkelhets skull antas otätheterna i ytterväggarna vara lika stora och få ett flöde som är proportionellt mot tryckfallet, vilket framgår av Figur 2.

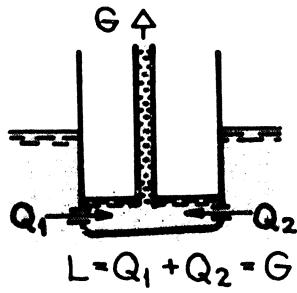
Lägenhet med "Noll-system"

Figur 3 – i den vänstra kolumnen – illustrerar vad som sker i en lägenhet utan ventilationssystem, "Noll-system" när

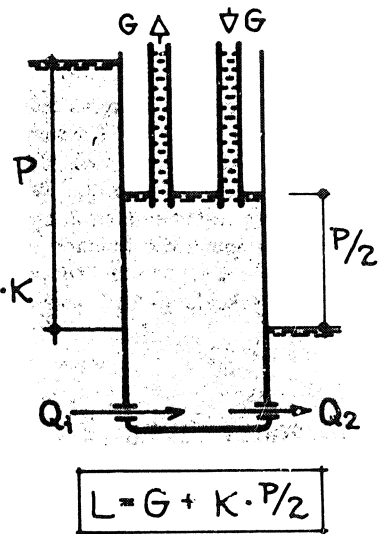
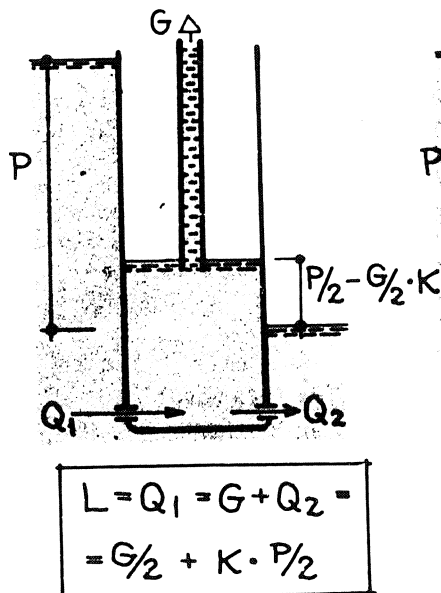
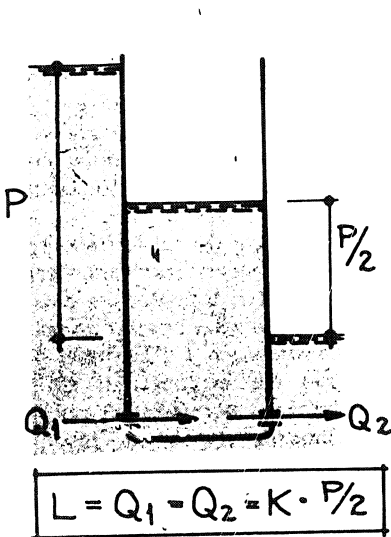
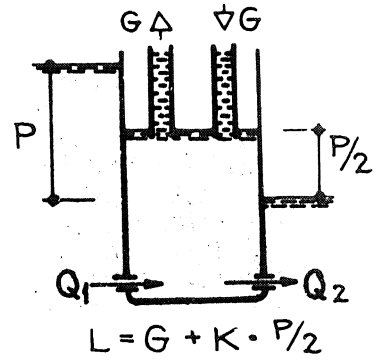
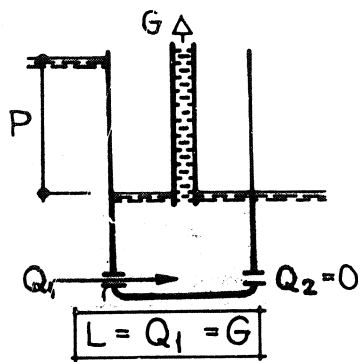
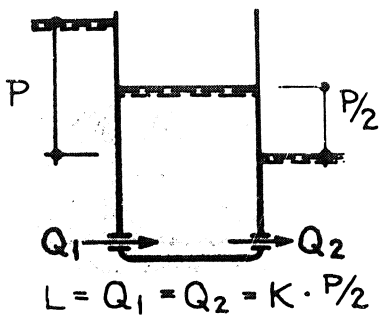
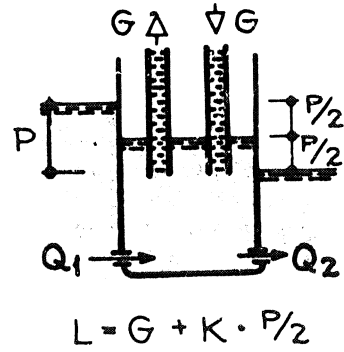
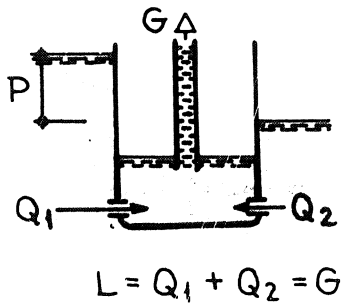
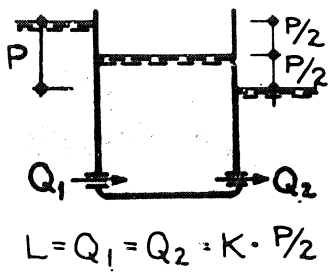
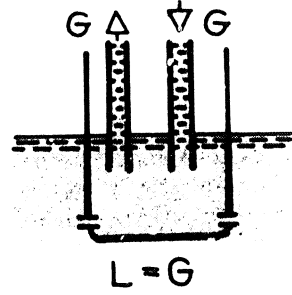
"NOLL - SYSTEM"



F - SYSTEM



FT - SYSTEM



Figur 3. Hydraulisk modell

vi från utgångsläget tillför ett ökande störningstryck.

I utgångsläget är nivån i modellen densamma som utanför. Ingen läckning förekommer.

Ett successivt ökande störningstryck enligt *Figur 1 b* motsvarar en successiv höjning av vattenytan till vänster i de övriga skisserna i kolumn 1 i *Figur 3*. Jämviktsnivån för ytan i behållaren ligger mitt emellan nivåerna "uppströms och nerströms".

Läckaget fås enligt uttrycket längst ned i kolumn 1. Grafiskt representeras det av den undre linjen i *Figur 4*.

Lägenhet med F-system

Fallet lägenhet med F-system illustreras av den andra kolumnen i *Figur 3*. Först i utgångsläget är vattenytan i behållaren lägre än utanför. I andra figuren uppifrån är den inre vattenytan fortfarande lägre än ytorna utanför. Läckningen sker inåt genom båda sidytorna. Summan av läckagen är lika med flödet G .

Nivån på den vänstra sidan höjs ytterligare till det läget som illustreras av den tredje figuren uppifrån. Fortfarande är genomströmningen konstant. Läckningen genom den högra ytan är nu noll.

Vid ytterligare höjning av nivån till vänster - nedersta figuren - blir strömningsbilden och flödesbalansen en annan. Nu uppträder läckning ut genom den högra väggen. Uttrycket för mediaväxlingen anges längst ned i kolumnen. Dessa samband representeras av den mellersta kurvan i *Figur 4*.

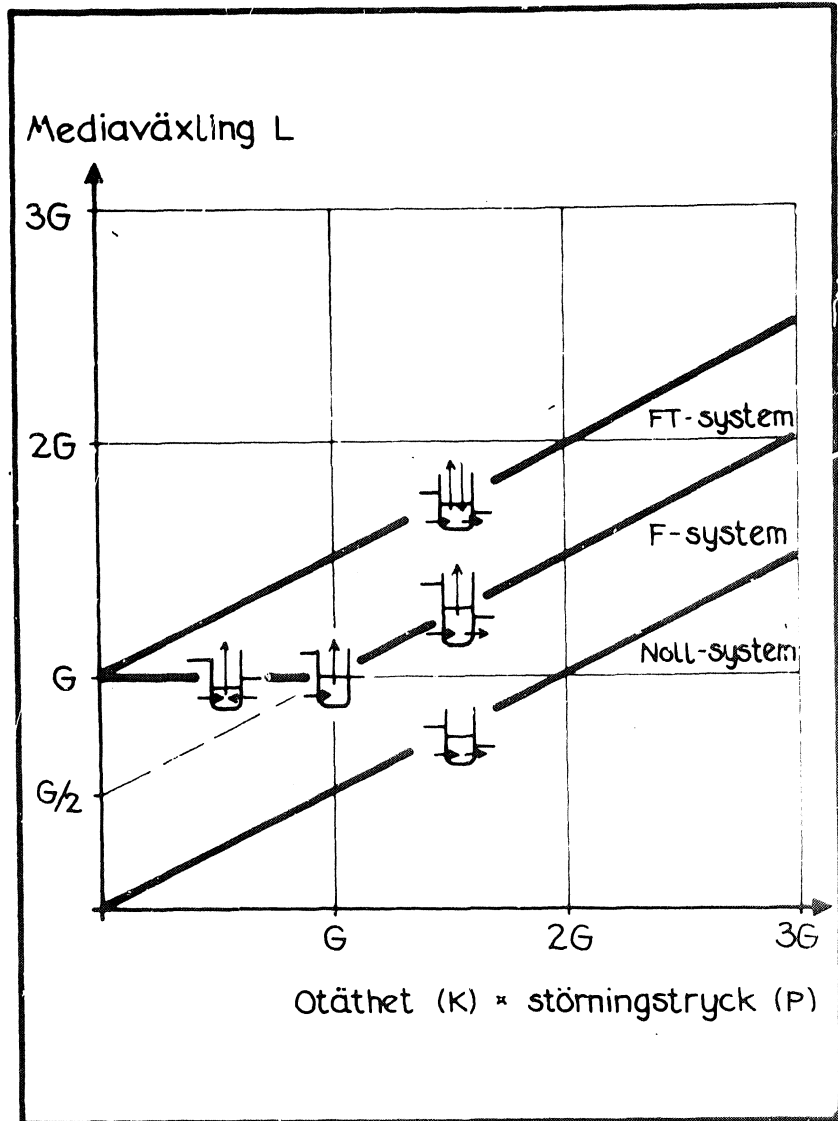
Lägenhet med FT-system

I den högra kolumnen illustreras motsvarande förlopp för ett FT-system. Till- och från-flödena antas vara konstanta och lika stora och påverkar därför inte den inre vattenytans nivå. Den blir densamma som i det tidigare beskrivna Noll-systemet. Mediaväxlingen L anges av uttrycket längst ned i kolumnen i *Figur 3*.

Kommentarer

Mot bakgrunden av det föregående kan man konstatera:

Noll-ventilationen är en linjär funktion som helt beror på tryckstörningar och otätheter.



Figur 4. Mediaväxling L som funktion av produkten otäthet \times störningstryck.

F-ventilationen fungerar *stabil*, d.v.s. med avsedd omsättning ända till dess att störningarna (egentligen störningar gånger otätheter) når ett visst tröskelvärde.

FT-ventilationen ger sällan avsedd luftomsättning. Minsta störning ger omedelbart upphov till oavsiktlig ventilation genom läckning.

Därför täta hus

Trots att framställningen här gjorts starkt förenklad står det klart att beräkningarna av luftväxling och ventilationsförluster måste ske med hänsyn till samverkan mellan otäthet hos hölje och ventilationssystemets funktion.

Förklaringen varför förväntad energiförbrukning i FTX-hus inte infrias är att man i brist på annat antagit att luftläckningen är lika stor oavsett ventilationssystem. På så sätt kommer man till för optimistiska resultat för energiförbrukningen i FTX-hus.

Om hänsyn tas till luftläckning och till 50% temperaturverkningsgrad hos en värmeväxlare fås för det enkla fall som beskrivits här ungefär samma ventilationsförluster i FTX-huset som i F-huset. Resonemanget är giltigt då produkten av störningstryck och otäthet är tillräckligt stor för att "gapet" mellan den översta och den mellersta kurvan i *Figur 4* skall vara fullt utbildad. Det gäller att göra gapet så litet som möjligt.

Med andra ord - *täta hus!*

AIC Translation No.15

"Why Tight Houses?"

Translated from the original Swedish
"Varfor täta hus?"
VVS Tidskrift, November 1979, No.11

Translator: G. Samuelsson-Brown

Why tight houses?

Dr Per Olof Nylund, of Tyrens, contends that a building envelope and ventilation system must be regarded as interacting components in a total system. Using an analogy of hydraulics, he explains why air leakage through the envelope is greater if supply and exhaust ventilation is used as opposed to exhaust air ventilation and why tight houses should be built.

Energy consumption in supply/exhaust ventilated houses is seldom what is expected. The reason being that air leakage through the building envelope has not been considered.

Thus calculation has become a sub-optimisation of the ventilation system by itself. This is quite natural since it was not known how the ventilation system affected air leakage. People were aware that there was a connection. The basic pattern is now clear even if there are many details which must be given further consideration.

The building envelope and the ventilation system are two components in a total system. Different ventilation systems mean different conditions for air leakage. The analogy of hydraulics is used in this article to provide an explanation.

8

"Water analogy" for a simple case

Air leakages or airflow through gaps result from a pressure drop across the gaps. Bearing in mind the low pressure differences in building technology, air can be considered incompressible. Thus the flow laws of hydraulics apply. This can be illustrated with a leaky container immersed in water.

Figure 1 shows a walk-through apartment with two pervious outer walls and pervious joist structures. Applying the water analogy, the apartment is a container with two leaky sides.

Figure 1a shows the initial state without pressure interference and Figure 1b how an apartment is subjected to interference pressure in the form of positive pressure acting on the left-hand outer wall.

Figure 1. A walk-through apartment with two pervious walls and tight joist structures. A = initial state, B = interference pressure.

Three cases will be illustrated: An apartment without a ventilation system, with an exhaust system and with a supply/exhaust system. The initial state in all cases is as indicated in Figure 1a, unaffected by interference pressure. From this initial state, interference pressure is gradually increased on the left-hand wall.

For simplicity, it is assumed that leaks in the outer walls are equal and allow a flow which is proportional to the drop in pressure, as illustrated in Figure 2.

$$\begin{aligned} \text{Flow } Q \\ Q = K \times P \\ \text{Pressure drop } P \end{aligned}$$

Figure 2. Relationship between pressure drop and flow through outer walls.

An apartment with a "Zero system"

Figure 3, in the left-hand column, illustrates what happens in an apartment without a ventilation system, the "zero system", when an interference pressure is applied to the initial state.

"ZERO SYSTEM" EXHAUST SYSTEM SUPPLY/EXHAUST SYSTEM
Figure 3. The hydraulic model

In the initial state, the model is the same as outside. There is no leakage.

A gradually increasing interference pressure, as shown in Figure 1b, corresponds to a gradual increase in water level in the other diagrams in column 1 in Figure 3. The equilibrium level of the surface in the vessel lies between the "upstream" and "downstream" levels.

The leakage is given by the expression at the bottom of column 1. This is represented graphically by the lower curve in Figure 4.

An apartment with an exhaust system

The case of an apartment with an exhaust system is illustrated in the second column of Figure 3. In the initial state the water level in the vessel is lower than outside. In the second diagram from the top, the inner water level is still lower than the outer water level. Leakage flows inwards through both sides. The sum of the leakages is equal to flow G.

The level on the left-hand side is further increased to the level shown in the third diagram from the top. The flow is still constant. Leakage from the right-hand side is now zero.

With a further increase in level to the left, the flow state and balance change - the bottom figure. Leakage now goes through the right-hand wall. The expression for mean change rate is given at the bottom of the column. The relationship is illustrated by the middle curve in Figure 4.

An apartment with a supply/exhaust system

The right-hand column illustrated the corresponding sequence for a supply/exhaust system. The supply and exhaust flows are assumed to be constant and therefore do not affect the inner water level. This will stay the same as the "zero system" described earlier. The mean change rate L is given by the expression at the bottom of the column in Figure 3.

Comments

On this basis it can be stated that:

- ° Zero ventilation is a linear function which depends entirely on interference pressures and leaks.
- ° Exhaust ventilation has a stable action, ie it maintains the intended air change rate until interference (interference times leaks, in actual fact) reaches a certain threshold value.
- ° Supply/exhaust seldom provides the intended air change rate. The slightest interference gives rise to immediate adventitious ventilation through leakage.

Mean change rate L

Supply/exhaust system
Exhaust system
Zero system

Perviousness (K) x interference pressure (P)

Figure 4. Mean change rate L as a function of perviousness x interference pressure.

The reasons for tight houses

Despite the simplified presentation, it is obvious that calculations of air changes and ventilation losses must consider the interaction between the perviousness of a building envelope and the way a ventilation system operates.

The reason why the expected energy consumption in supply/exhaust ventilated houses does not live up to expectations can be explained in that calculations have assumed air leakage to be the same whatever the type of ventilation system. This is why altogether too optimistic results are assumed for energy consumption in supply/exhaust ventilated houses.

If air leakage and a 50% efficient heat exchanger is assumed, heat losses in a supply/exhaust ventilated house will be the same as an exhaust ventilated house on the basis of the simple cases illustrated here. The logic is valid if the product of the interference pressure and the perviousness is sufficient for the "gap" between the upper and the middle curves in Figure 4 to be fully developed. The idea is to have the gap as small as possible.

In other words - **tight houses!**

(Translated for the Air Infiltration Centre by Transcript Translators, Bracknell, England.)

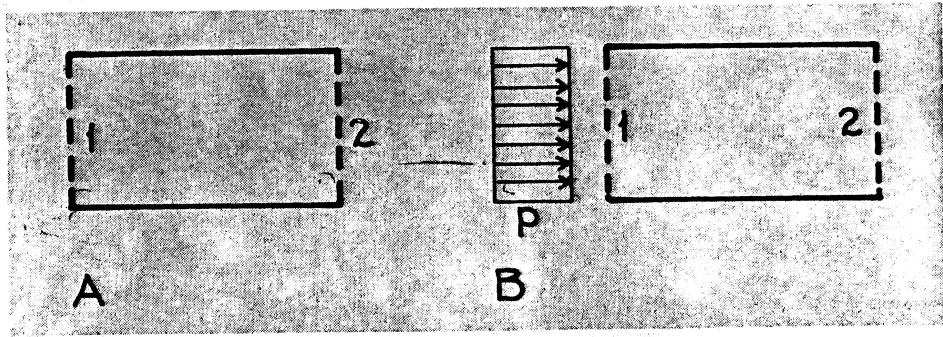


Figure 1. A walk-through apartment with two pervious walls and tight joist structures. A = initial state, B = interference pressure.

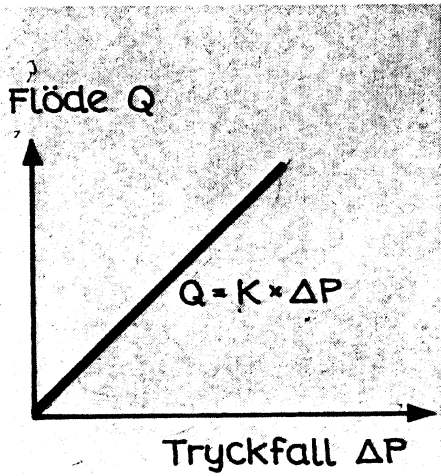


Figure 2. Relationship between pressure drop and flow through outer walls.

Tryckfall = Pressure drop
Flöde = flow

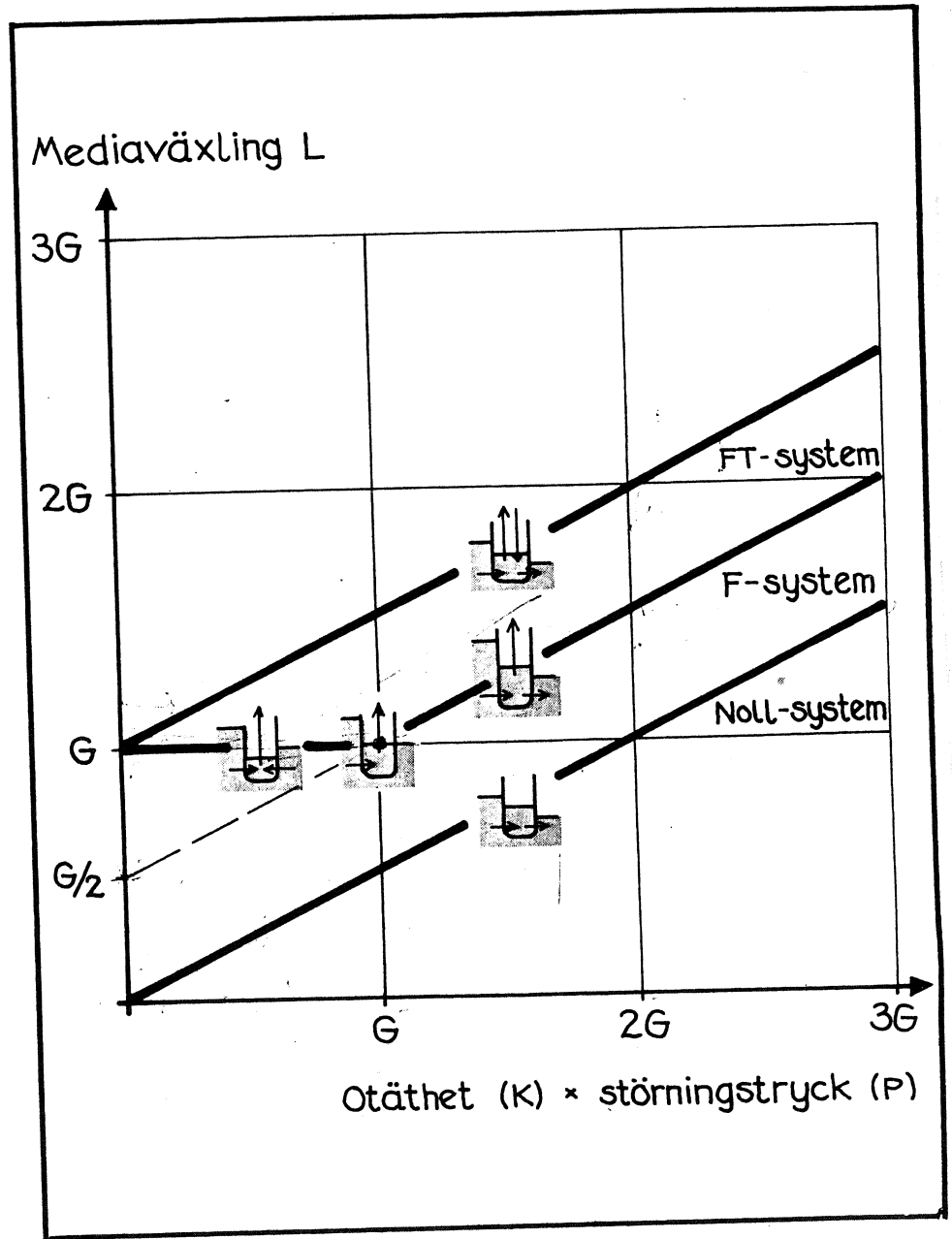


Figure 4. Mean change rate L as a function of perviousness x interference pressure.

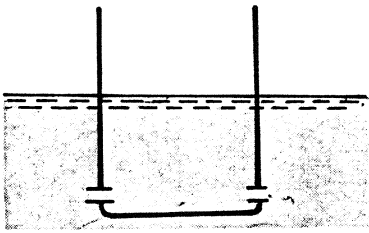
FT-system = Supply/exhaust system

F-system = Exhaust system

Noll-system = no system.

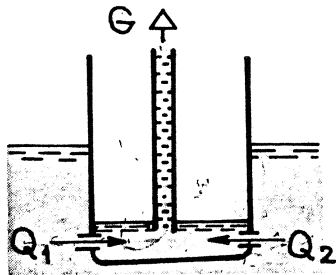
Mediaväxling L = Mean change rate L

"NOLL-SYSTEM"



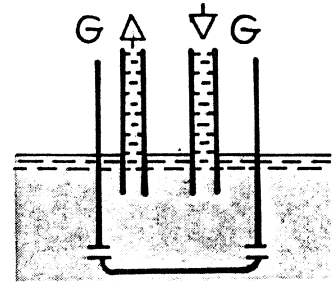
$$L=0$$

F-SYSTEM

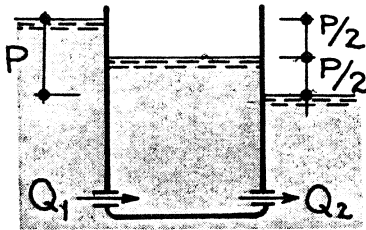


$$L=Q_1+Q_2=G$$

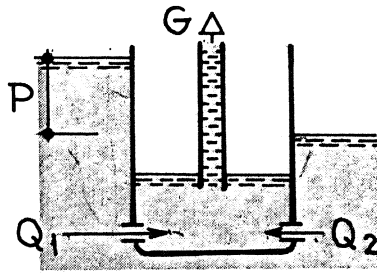
FT-SYSTEM



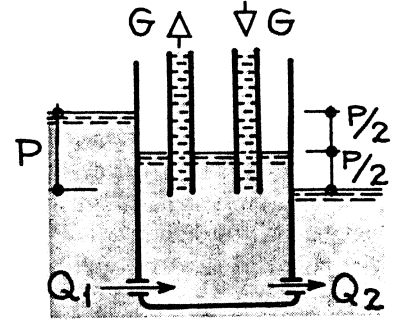
$$L=G$$



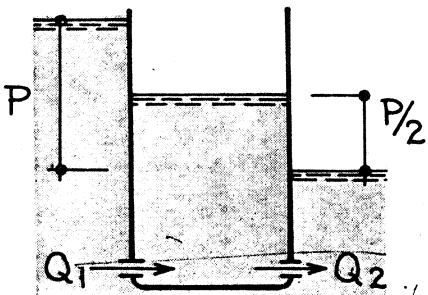
$$L=Q_1=Q_2=K \cdot P/2$$



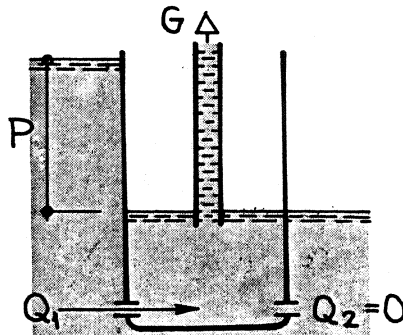
$$L=Q_1+Q_2=G$$



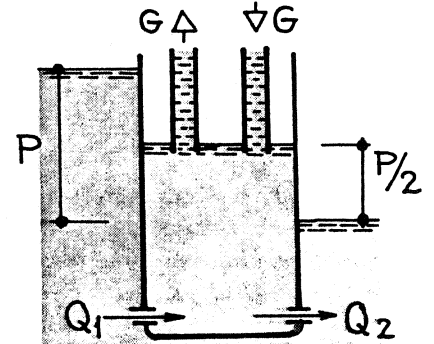
$$L=G+K \cdot P/2$$



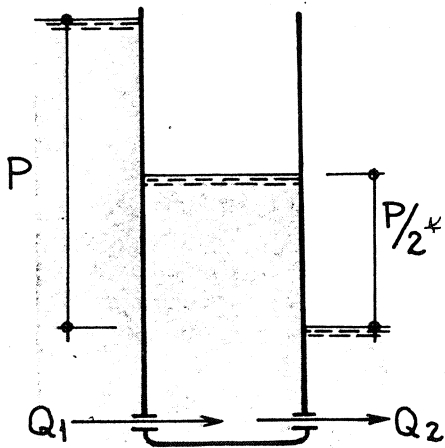
$$L=Q_1=Q_2=K \cdot P/2$$



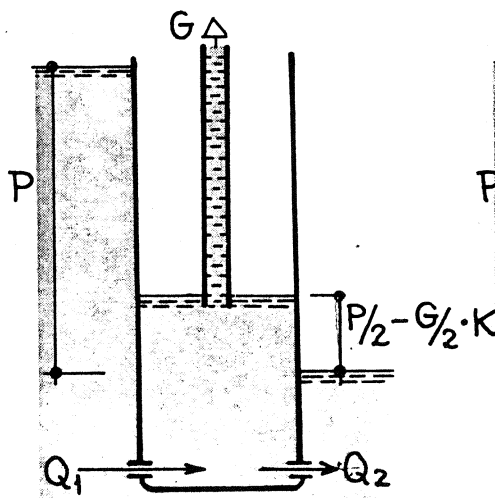
$$L=Q_1=G$$



$$L=G+K \cdot P/2$$

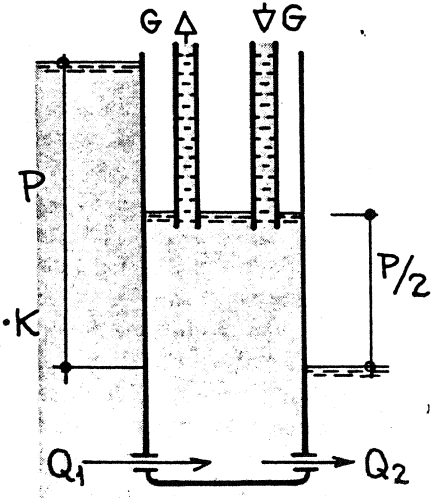


$$L=Q_1=Q_2=K \cdot P/2$$



$$L=Q_1=G+Q_2=$$

$$=G/2+K \cdot P/2$$



$$L=G+K \cdot P/2$$

Figur 3. Hydraulisk modell