

INLEDNING

Många problem kan härledas till ett tillbakaflöde i rörledningar. En lösning som presenteras i denna artikel är Wastop membranbackventil. Artikeln ämnar behandla en del viktiga aspekter när det kommer till att välja en backventil, så som materialval och tryckförluster genom backventilen.

PROBLEM TILL FÖLJD AV TILLBAKAFLÖDE I RÖR

I ett rörsystem måste det finnas en tryckskillnad för att möjliggöra ett flöde i önskad riktning. Tryckskillnaden skapas genom en pump eller höjdskillnader. Om tryckskillnaden blir negativ så får vi ett tillbakaflöde.

Orsaker:

- Kraftig nederbörd, dagvattensystem är dimensionerade för att klara av en viss mängd regn. Att dimensionera dagvattensystem för att klara av exceptionella regn är i praktiken omöjligt.
- Högvatten i kombination med små höjdskillnader.
- Pumphaferi.

Problem:

- Översvämning i källarlokalerna eller hela områden.
- Dagvatten bräddar in i avloppssystem och överbelastar reningsverk.
- Förorenade sötvattendrag av till exempel saltvatten.
- Höga havsnivåer vid storm.

Lösningen

För att förhindra tillbakaflöde i system så installeras backventiler eller klaffluckor. WaStop är en membranbackventil som är alltid stängd. WaStop består av två huvudkomponenter, ett koniskt membran och en ventilkropp. WaStop tätar mot befintligt rör med ett koniskt stös som möjliggör bra tätning i ett spann av olika diametrar.

Ventilkroppen är i formen av ett rör tillverkat i rostfritt stål; EN 1.4301/SS2333 alternativt EN 1.4404/SS2348. Skillnaden mellan materialen är att 1.4404 innehåller 2-3% molybden som förbättrar korrosionsmotståndet mot klorider så som saltvatten, legeringen refereras till som syrafast.

Membranen tillverkas av silikon eller polyuretan. De mindre dimensionerna är i silikon på grund av överlägset motstånd mot kemikalier och temperaturvariationer, de större dimensionerna är i polyuretan på grund av hög hållfasthet vilket ger ett högt skydd mot slitage och höga krafter.

De båda membranmaterialen har en hög elasticitet och sträckgräns vilket innebär att materialet återfår sin ursprungliga form även efter hög belastning. Membranen är testade och påvisar ingen ändring av egenskaper efter 150 000 cykler (öppning/stängning). Membranen levereras som standard i tre olika hårdheter, från 35-80 SHa. Ett mjukare membran innebär lägre öppningstryck men tål inte lika högt baktryck och tvärtom. Applikationen dikterar vilken hårdhet som bör väljas.



TEKNISKA ASPEKTER

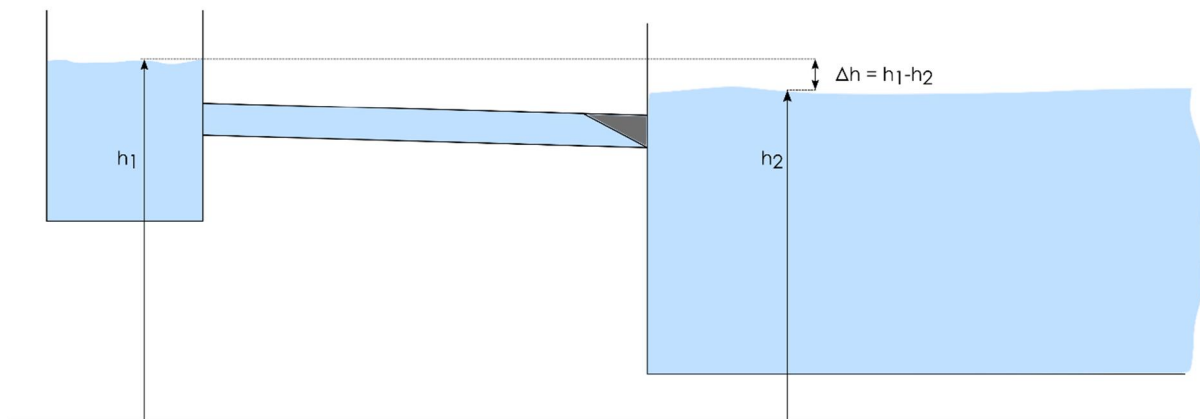
Viktiga tekniska aspekter när man väljer översvämningsskydd innefattar öppningstryck och tryckförluster.

Öppningstryck

Eftersom en WaStop är stängd i normalläge så arbetar den med ett visst öppnings- och stängningstryck. Skillnaden mellan öppningstryck och stängningstryck skapar ett pulserande flöde, genom att skapa ett pulserande i röret så rengör ventilen både sig själv och röret där den är installerad.

Både öppningstrycket och tryckförlusten är definierat som Δh i fig.1. Skillnaden är att vi refererar till öppningstryck när det inte är något flöde genom ventilen och tryckförluster när det är flöde genom ventilen.

Utlopp under vatten



Öppet utlopp

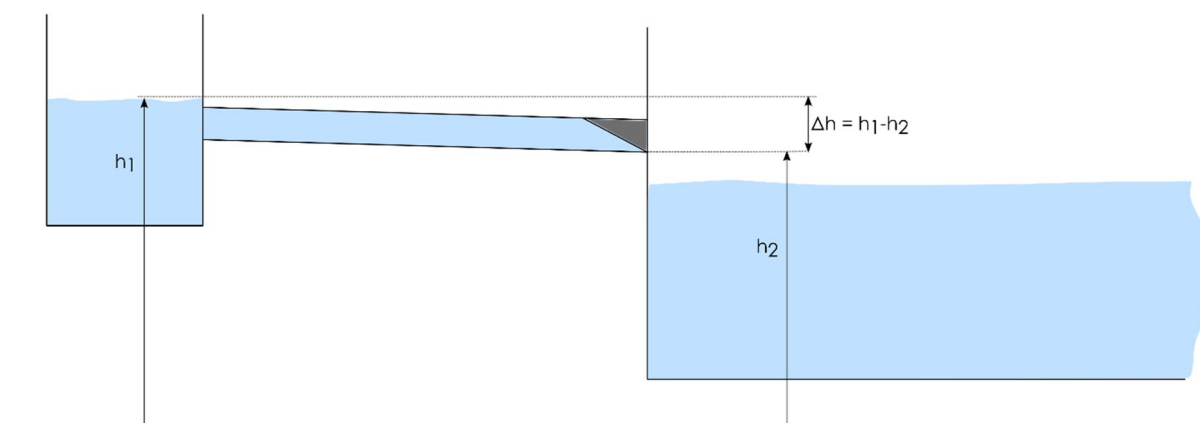


FIG. 1 REFERENSPUNKTER FÖR ÖPPNINGSTRYCK OCH TRYCKFÖRLUSTER.

Tryckförluster

Tryckförluster i ett rörsystem är beräknat som summan av rörförluster som relateras till energiförlust per längdenhet rör och engångsförluster i rörkomponenter till exempel böjar, inlopp och ventiler. Engångsförluster relateras till

$$\Delta p_{f,minor,L} = \frac{K_L \rho V^2}{2} = \rho g h_{L,minor} \Rightarrow h_{L,minor} = K_L \frac{V^2}{2g}$$

$\Delta p_{f,minor,L}$: Engångsförluster (eng. minor losses) [Pa]

$h_{L,minor}$: Engångs tryckhöjdsförlust [m_{H_2O}]

K_L : Förlustkoefficient [-]

V : Flödeshastighet [$\frac{m}{s}$]

g : 9,81 [$\frac{m}{s^2}$]

Totala tryckförlusterna i systemet:

$$h_L = \left(\frac{fL}{D} + \sum K_L \right) \left(\frac{V^2}{2g} \right)$$

f : Friktionsfaktor [-]

L : Rörlängd [m]

D : Rördiameter [m]

Eftersom den hydrauliska flödesarean i en Wastop beror på flödet genom ventilen, beror även förlustkoefficienten K_L på flödeshastigheten i röret. Strypningen som introduceras i systemet av en backventil bestämmer hur höga tryckförluster vi får genom ventilen. Från fig.5-8 så framgår det att förlustkoefficienten är lägre när utloppet är under vatten jämfört med när ventilens utlopp är över vattnet. En förklaring till detta är att densiteten av membranet bara är något högre än densiteten på vattnet. För att illustrera så väger ett membran med volymen 0,1 m³ 130kg men endast 30kg nedsänkt i vatten. Därför öppnar ett membran lättare nedsänkt i vatten, d.v.s., större hydraulisk area vilket innebär lägre tryckförluster.

$$\Delta h_{submerged} < \Delta h_{openair} [mmH_2O]$$

METODER FÖR ATT BESTÄMMA TRYCKFÖRLUST

Det finns ett antal olika metoder för att approximera tryckförlusten. I denna artikel använder vi metoden med förlustkoefficienten K_L . För alla rörkomponenter så är tryckförlusten nära relaterat till hastighetspotentialen i Bernoullis ekvation $\left(\frac{v^2}{2g}\right)$. Som en följd av detta finns det ett par metoder som ämnar hitta rätt faktor att multiplicera med $\left(\frac{v^2}{2g}\right)$. Förutom KL-metoden finns även ekvivalent längd-metoden, som namnet föreslår så omvandlas förlusten över en komponent till en motsvarande längd rör.

$$h_L = f \left(\frac{L}{D} + \sum \frac{L_e}{D} \right) \left(\frac{V^2}{2g} \right)$$

L_e : Ekvivalent längd [m]

FALLSTUDIE AV ETT RÖRSYSTEM MED OCH UTAN WASTOP DN600

En jämförelse av den totala tryckförlusten i ett system med 100m betongrör med utlopp i ett stilla vattendrag.

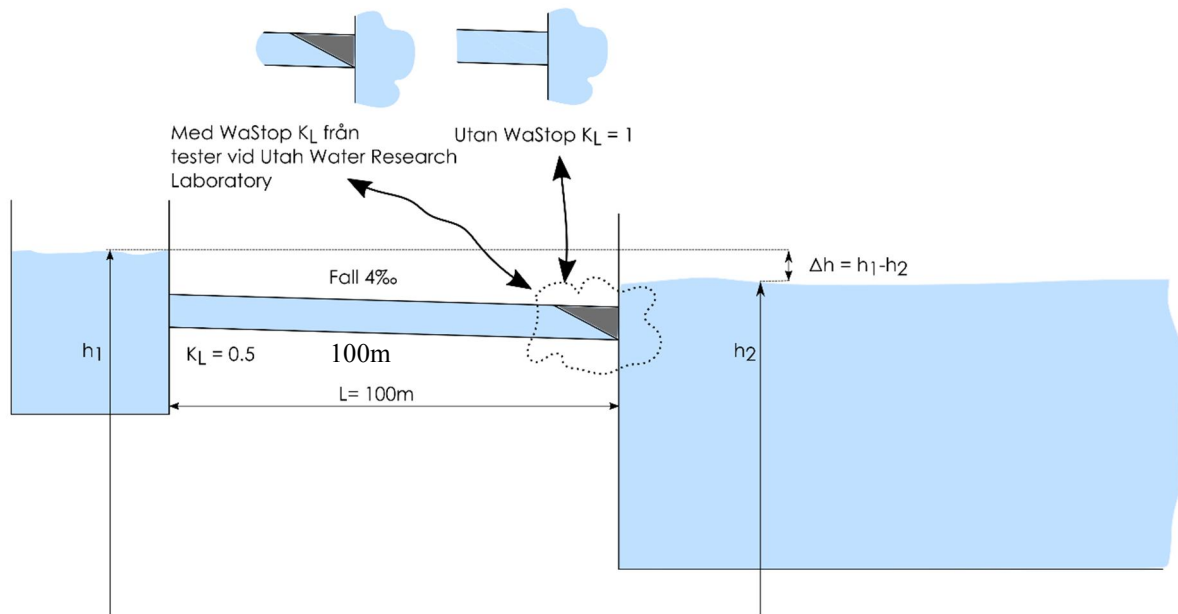


FIG. 2 RÖRSYSTEM DN600

Antaganden:

- Rörets ytfinhet $k = 2$ ($\epsilon = \frac{2}{600}$), rördiameter 600mm.
- Utlopp under vatten innebär att hela hastighetspotentialen går förlorad; $K_L = 1$ (utan Wastop)
- Förlustkoefficienten för inloppet är $K_L = 0.5$ (samma i båda fallen).
- K_L värden för givna flödes hastigheter är tagna ur test utförda vid Utah State University Water Researched Laboratory.
- Lutning 4 ‰ (=0.4%)

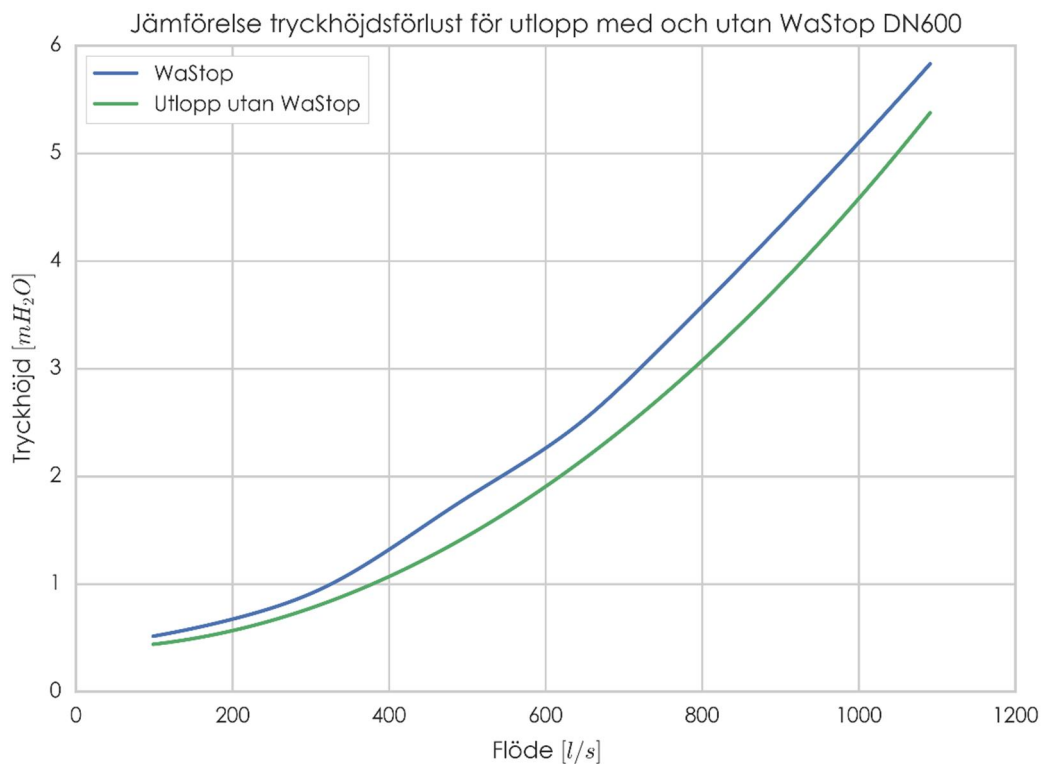


FIG. 3 TOTAL HÖJDTRYCKS FÖRLUST (FIG. 4) MED OCH UTAN WASTOP DN600.

TOLKNING AV PRESENTERADE TRYCKFÖRLUSTER

Att jämföra data presenterad av olika tillverkare kan vara svårt då olika testprocedurer och referenspunkter genererar olika värden. Nedan är en jämförelse av två membranbackventiler testade vid samma anläggning med precis samma test setup. Resultaten visar att Wastop har 65 % lägre tryckförluster vid 150 l/s jämfört med en konkurrerande membranbackventil.

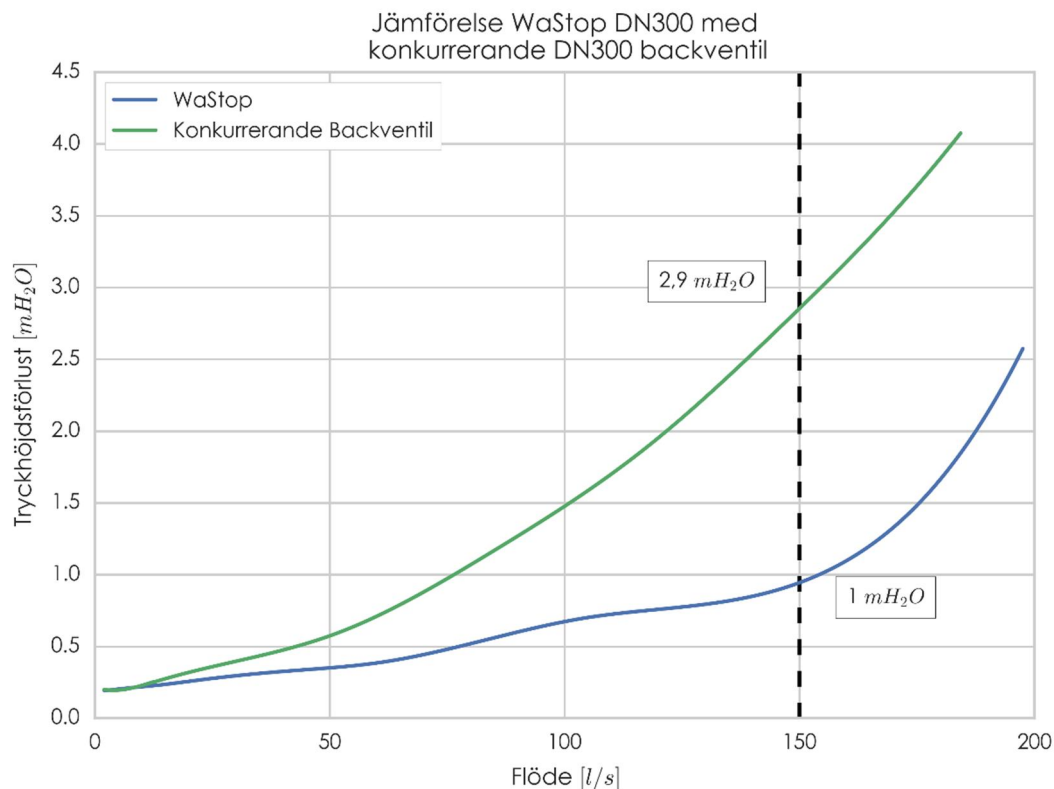


FIG. 4 JÄMFÖRELSE TVÅ MEMBRANBACKVENTILER.

SAMMANFATTNING

Materialvalet är viktigt när det kommer till backventiler. Ventilkroppen måste vara styv nog för att möjliggöra en bra tätyta för membranen men samtidigt tunn för att inte minska ner rördiametern mer än nödvändigt. Membranet måste vara elastiskt för att återfå sin form efter många deformationscykler och samtidigt motstå kemikalier och yttre krafterns påverkan. Membranets geometri ska möjliggöra ett så ohindrat flöde som möjligt i ena riktningen och omöjliggöra flöde i motstående riktning.

Vid jämförelse av data över tryckförluster från olika tillverkare så är det viktigt att först säkerställa så att testerna är jämförbara. Genom att flytta referenspunkter eller hur man väljer att presentera data kan man få sina förluster att framstå som mycket lägre än vad de är. Wapro har valt att presentera tryckförluster för hela utloppet med en Wastop installerad.

I fallstudien såg vi att ett utlopp utan en WaStop installerad har en förlustkoefficient $K_L = 1$. Det vill säga att den adderade förlusten: $K_{L,added} = K_{L,Wastop} - 1$.

Samma resonemang går att tillämpa på alla utlopp/inlopp där tryckförluster existerar även innan en Wastop är installerad.

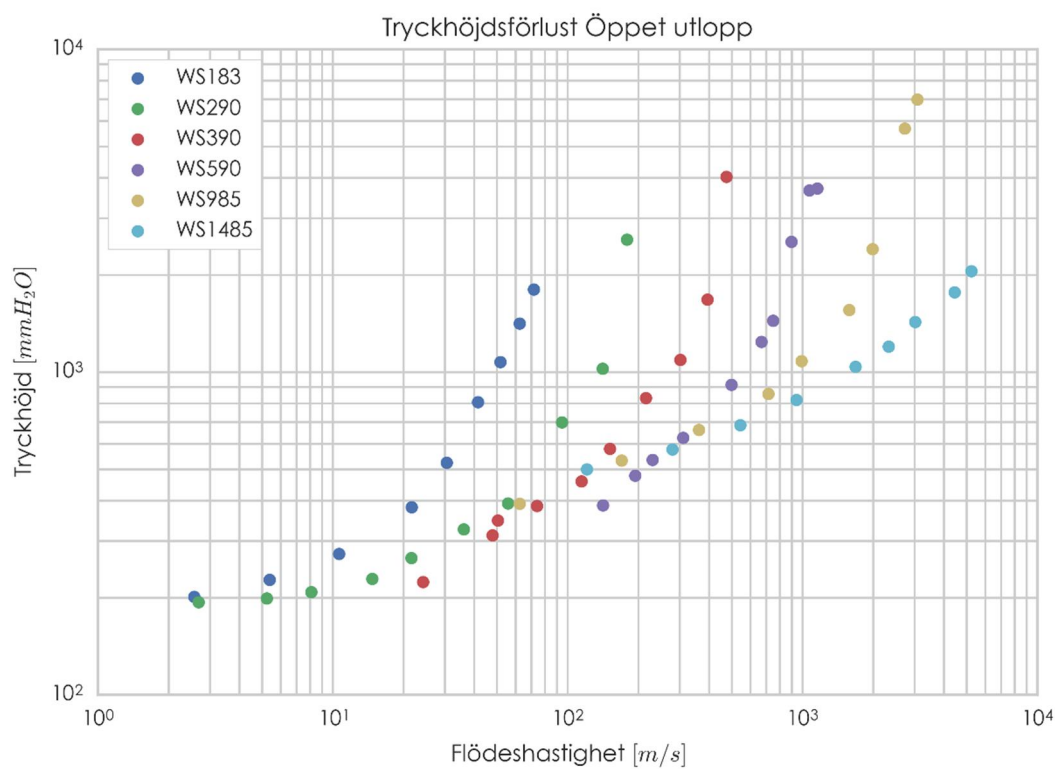


FIG. 5 TRYCKHÖJDSFÖRLUST ÖPPET UTLOPP.

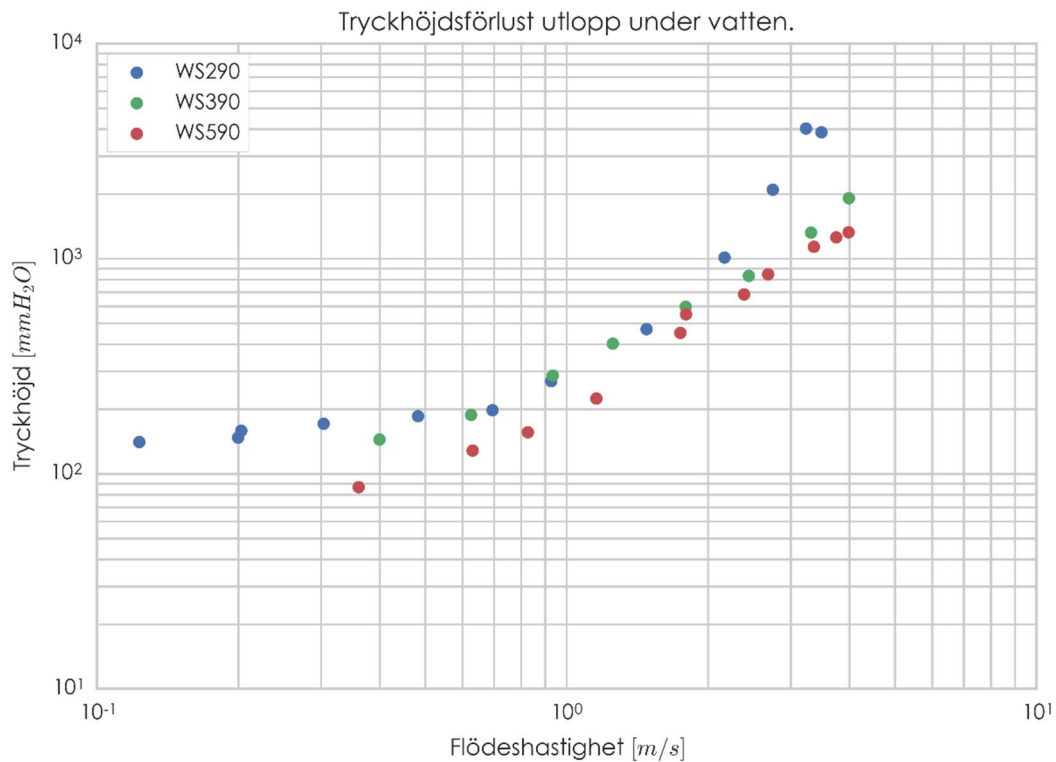
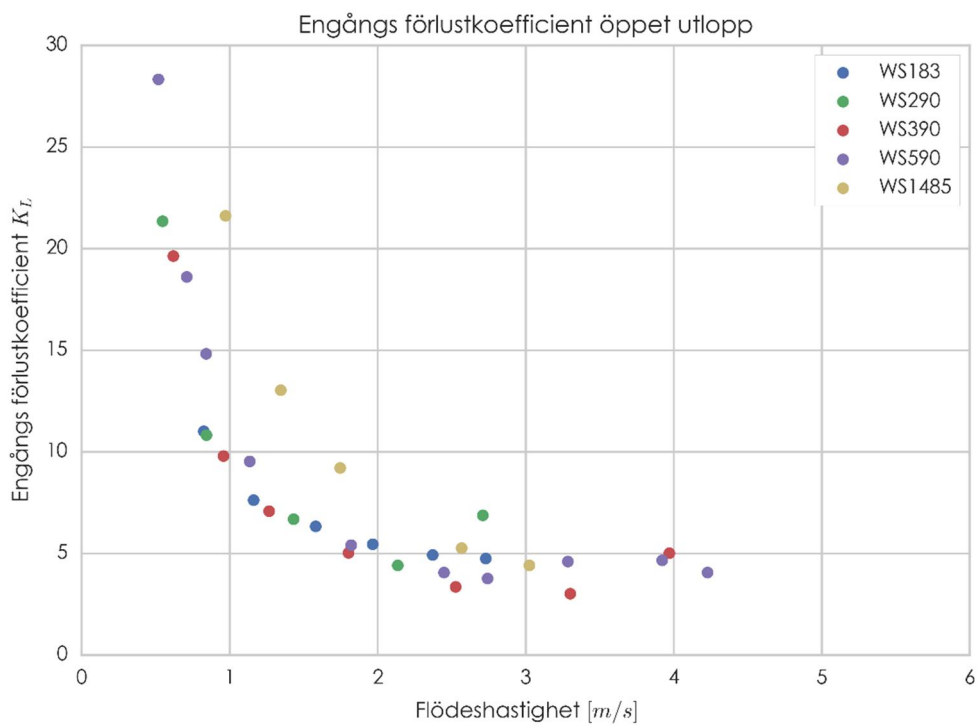


FIG. 6 TRYCKHÖJDSFÖRLUST UTLOPP UNDER VATTEN.


 FIG. 7 K_L WASTOP ÖPPET UTLOPP.

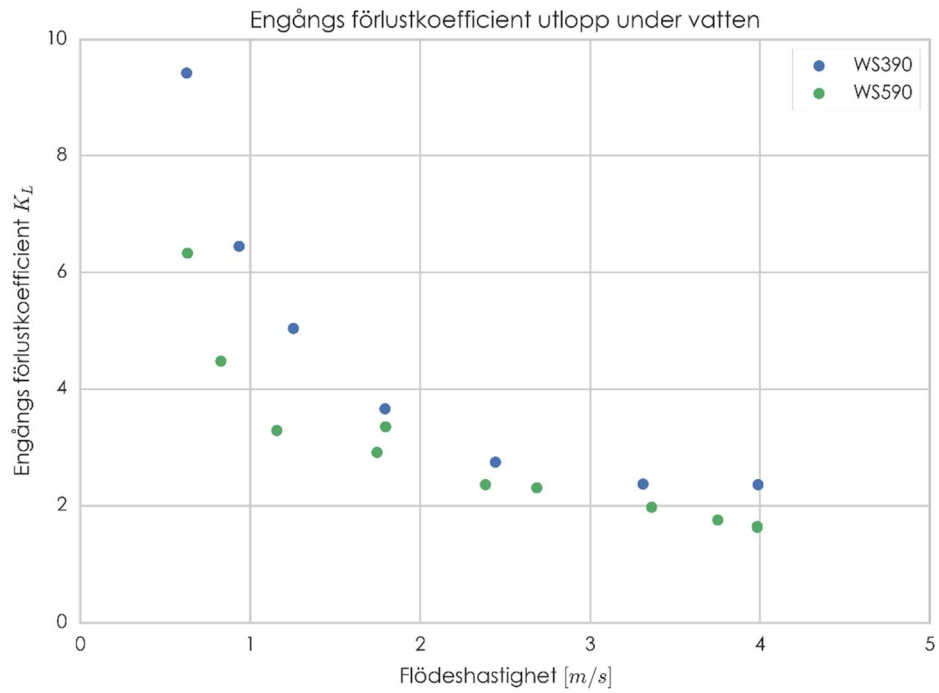


FIG. 8 K_L WASTOP UTLOPP UNDER VATTEN.