

Hvordan hindre overbelastning av ledningsnett og kjelleroversvømmelser? Eksempler på produkter

Av Lars Aaby

Forfatteren er sivilingeniør og daglig leder av MFT
Miljø- og Fluidteknikk As

Sammendrag

Implementering av den nye avløpsforskriften innebærer strengere krav til utstyr på avløpsnettet. Innkjøpsansvarlig må i større grad enn tidligere sette krav til dokumentasjon av utstyrets funksjon og driftsstabilitet. Sentralt i denne sammenheng er bl.a. krav om dokumentasjon av hydraulisk funksjon. Artikkelen orienterer om følgende produkter; regnvannsoverløp, virvelkammer, nødoverløp og tilbakeslags-/høyvannsventiler.

Strengere krav fra 01.01.2006

Den nye avløpsforskriften som forventes å tre i kraft fra 01.01.06 vil stille strengere krav bl.a. til rensing, prosjektering og dokumentasjon. Langs kysten fra Lindesnes og nordover må et stort antall av rensianleggene oppgraderes for å fjerne 50% av partiklene i avløpsvannet. Skjerpede krav for dokumentasjon på

at anerkjent dimensjonering og utforming ved bygging av mindre rensianlegg vil også gjøres gjeldende. Avløpsnettet skal, uten at det medfører uforholdsmessig store kostnader, dimensjoneres, bygges, drives og vedlikeholdes med utgangspunkt i best tilgjengelig teknologi og fagkunnskap, særlig med hensyn til;

- avløpsvannets mengde og egen-skaper
- forebygging av lekkasjer,
- begrensning av forurensning av resipienten som følge av overløp.

De klimaendringene vi ser konturene av, med sterkere og mer langvarig nedbør, og større grad av fortetting i urbane områder, gjør det helt nødvendig, ut fra forurensningsmessige og økonomiske hensyn, å skjerpe kravene til produkter som skal inngå i våre fremtidige avløpsanlegg.

Krav til produktet

To av de viktigste krav vi bør stille ved innkjøp av nye produkter er:

- Dokumentasjon av funksjon
- Dokumentasjon av driftsstabilitet

Siktemålet bør være at alle nye produkter er testet av en uavhengig institusjon og at funksjon på denne måten kan dokumenteres og eventuelt tilfredsstillende relevant nasjonal standard for produktet. Leverandørens egen dokumentasjon bør kreves som et minimum. Sentralt i denne sammenheng er vanligvis hydraulisk funksjon og eksempelvis tetthetsgrad for tilbakeslagsventiler. Et fåtall av dagens produkter er utstyrt med sertifikater av denne typen. De som har slike sertifikater, bør normalt velges.

Dokumentasjon av driftsstabilitet må naturlig nok baseres på driftserfaringer over tid. Referanseanlegg står her sentralt. I forbindelse med denne vurderingen er det på den ene siden viktig at det ikke bare er leverandørens "stjerneanlegg" som er inkludert. På den annen side må de anleggene som har dårlig driftsstabilitet pga. at de er montert feil, lukes ut.

Eksempler på produkter

1. Regnvannsoverløp
2. Vannføringsregulator
3. Nødoverløp
4. Tilbakeslags-/høyvannsventiler

Regnvannsoverløp

Fellessystemet er fortsatt typisk for våre sentrumsområder. Regnvannsoverløpet avlastes avløpsnett under

nedbør og snøsmelting slik at overbelastning og bl.a. kjelleroversvømmelser forhindres.

Det skilles normalt mellom regnvannsoverløp og nødoverløp. Det er ikke definert noen klar grense mellom regnvannsoverløp og nødoverløp. Regnvannsoverløpet trer i funksjon under "normale nedbør- og snøsmeltingsforhold" mens nødoverløp begynner å avlaste under avrenningsforhold som opptrer sjeldnere eller ved tekniske problemer i avløps-systemet.

Regnvannsoverløp skal som et minimum tilfredsstillende følgende funksjonskrav (1):

- videreføre mest mulig av forurenningene
- gi tilfredsstillende hydraulisk kontroll
- kreve minst mulig drift og vedlikehold
- være en trygg arbeidsplass ved inspeksjon og drift

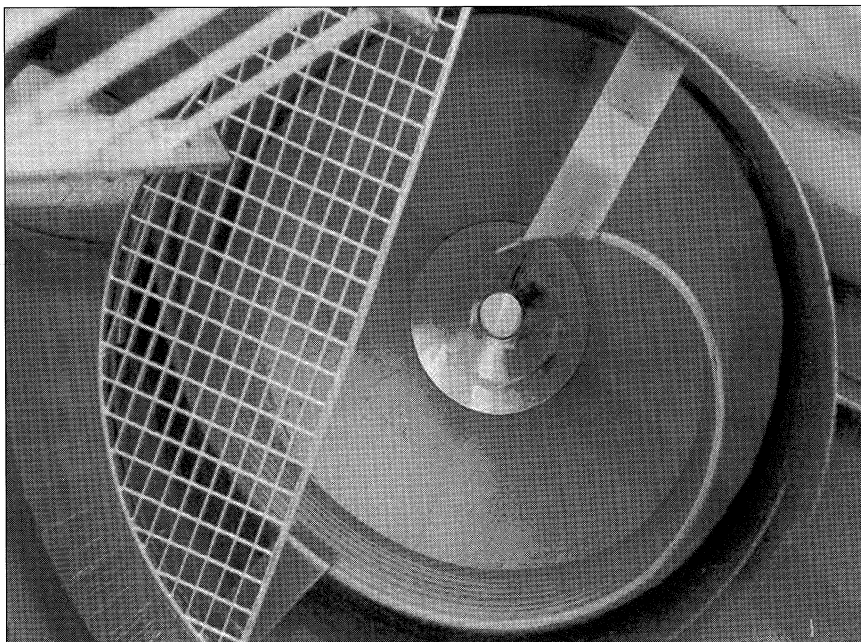
Regnvannsoverløp omtales gjerne som overløp med partikkelavskilling. I NORVAR Prosjektrapport nr. 29/1993 (2) benyttes betegnelsen "overløp med stor grad av partikkelavskilling". Disse overløpene er alle utviklet gjennom omfattende laboratoriestudier med vann tilsatt partikler med forskjellige synke/stigehastighet. Studiene er senere fulgt opp med registrering av partikkelavskilling ved anlegg i full skala. Følgende tabell viser regnvannsoverløp som i dag anses å tilfredsstillende kravet om "best tilgjengelig teknologi".

Type anlegg	Første anlegg i Norge	Anmerkninger
Høyt sideoverløp	1990	Lang terskel, spesielt egnet for områder med lavtliggende kjellere
Tverroverløp	1990	Rimelig løsning, fast terskelhøyde
Virveloverløp/åpen virvel	1990	Krever stor videreført vannmengde, moderat hydraulisk kontroll
Virveloverløp/lukket virvel		
US-Swirl	1980	Ikke lenger tilgjengelig på markedet som prefabrikkert løsning
FluidSep	1995	Variabel terskelhøyde, hydraulisk og forurensningsmessig godt kartlagt

Vannføringsregulatoren, som bestemmer videreført vannmengde fra overløpet, er en integrert del av regnvannsoverløpet.



Figur 1. Høyt sideoverløp (foto: L. Aaby)



Figur 2. Virveloverløp med åpen virvel (foto: L. Aaby)

Vannføringsregulator

Vannføringsregulatoren spiller en nøkkelrolle ved regnvannsoverløp og ved alle former for utjevning innen avløpsteknikken. Pga. sine spesielle egenskaper velges normalt virvelkammer for regulering av videreført vannmengde fra regnvannsoverløp. Det samme er i ferd med å skje i forbindelse med magasinering av overvann.

Virvelkammeret er sirkulært med tangentielt innløp. Vannpartiklene følger en spiral tilsvarende utløpet fra et badekar. Vannhastigheten akseleterer fra innløp mot utløp; trykkenergien omformes til hastighetsenergi. Den innkommende vannstrømmen treffer de roterende vann-

massene der trykket er høyest og blir på den måten kraftig bremsset opp. Hastighetsenergien omsettes når hullstrålen forlater kammeret.

Ved liten tilrenning utøver virvelkammeret nesten ingen strømningsmotstand på det strømmende vannet (åpen modus). Øker tilrenningen suges luft ut av kammeret og det etableres en virvel i de roterende vannmassene. I sentrum av virvelen oppstår en luftfylt kjerne som opptar mesteparten av utløpsåpningen. Når virvelen er etablert (strupe modus) er strømningsmotstanden meget stor og videreført vannmengde liten.

Hydraulikken i et virvelkammer lar seg modellere ved hjelp av matematisk teori (potensialteorien). Teorien

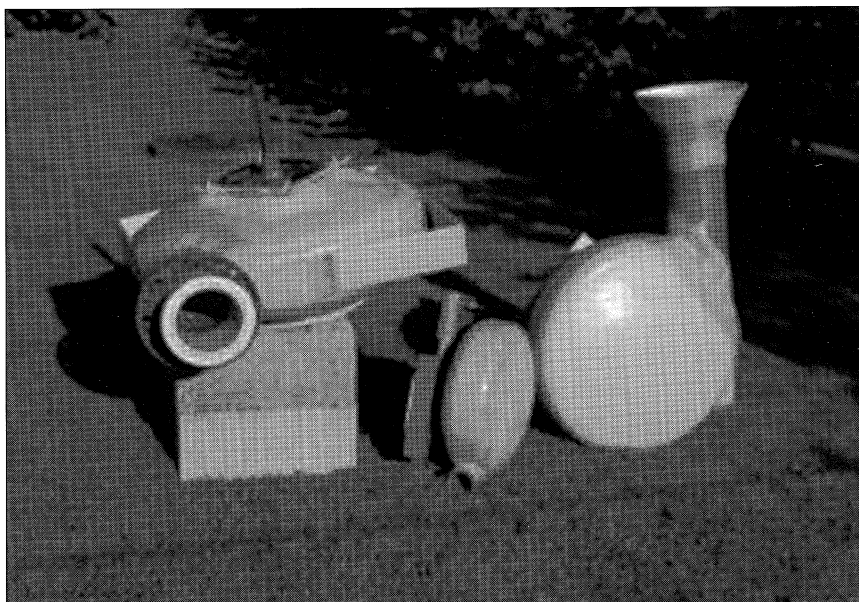
kan benyttes til grove overslag. Dagens krav til nøyaktighet forutsetter derimot teoretisk kompetanse på et høyt nivå som basis for omfattende praktiske undersøkelser i et moderne hydraulisk laboratorium som grunnlag for dimensjonering, kalibrering og produksjon.

Virvelkammerets viktigste geometriske parametere er:

- innløpsdiameter
- helningsvinkel på kammer

- kammerdiameter
- kammergeometri
- utløpsåpning

Det er utviklet flere typer virvelkammer tilpasset ulike behov innen avløpsteknikken. De mest effektive virvelkammerne kan for samme trykkhøyde og videreført vannmengde utstyres med en utløpsåpning som er opp til 5 ganger større enn et strupet utløp. Dette innebærer store driftstekniske fordeler ved at sannsynligheten for tilstopping minimaliseres.



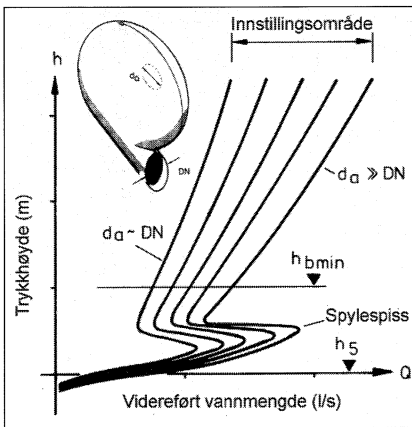
Figur 3. Virvelkammer til ulike behov innen avløpsteknikken (foto: L. Aaby)

Dagens teknologi gjør det mulig å levere virvelkammer med en kapasitetsgaranti ned til +/- 5% (avhenger av type!) ved dimensjonerende videreført vannmengde. Ved store videreførte vannmengder kan strupeluke benyttes

som alternativ forutsatt at luken er kalibrert fra fabrikk og nøyaktighet oppgitt av produsent. Dagens praksis ved bruk av strupet utløp/strupeluke gir ikke tilfredsstillende nøyaktighet.

Virvelkammerets hydrauliske karakteristikk representerer sammenhengen mellom videreført vannmengde og trykkehøyde ved kammerets innløp; videreført vannmengde som funksjon av trykkehøyden. Det ideelle kammeret har en loddrett hydraulisk karakteristikk, dvs. at videreført vannmengde tilsvarer grensebelastningen straks tilrenningen overstiger grensebelastningen. Det enkelte kammer har sin helt spesielle hydrauliske karakteristikk.

Ved magasinering innebærer et optimalt kammervalg, gjennom en høy gjennomsnittlig videreført vannmengde under oppfylling, et redusert magasinbehov. Dette legger til rette for store investeringsbesparelser.



Figur 4. Hydraulisk karakteristikk for vertikalt virvelkammer med dykket innløp (3)

Planlegging av løsning og valg/dimensjonering av virvelkammer forutsetter et nært samarbeide mellom oppdragsgiver/oppdragsgivers rådgiver og leverandør. I denne sammenheng påpekes spesielt at nedstrøms

anlegg må dimensjoneres slik at utløpsstrålen fra virvelkammeret ikke blir "bremset" av vannivået i nedstrøms ledning; det skal være fritt utløp fra virvelkammeret.

Nødoverløp

Regnvannsoverløpet vil, dersom rammebetingelsene tillater det, også kunne dekke funksjonen som nødoverløp.

Nødoverløp vil starte å avlaste under avrenningsforhold som opptrer sjelden. For små avløpsområder vil ofte "hull i kummen overløp" være tilstrekkelig. Velges denne løsningen er detaljutformingene på utløpsrøret viktig for å minimalisere utløpstapet. Gir overløpet for høy grad av oppstuvning i oppstrøms ledningsanlegg, vurderes en eller annen form for terskelløsning. Sentraloverløpet har en relativt lang terskel og representerer et rimelig alternativ. Tosidig sideoverløp er også en aktuell løsning.

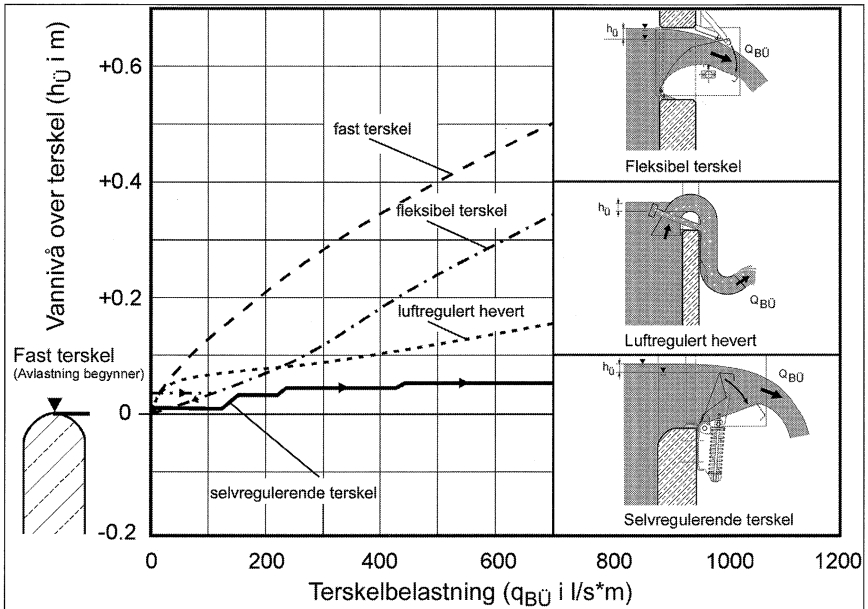
For områder med lavtliggende kjellere vil det ofte være behov for lange overløpsterskler for å holde oppstuvningsnivået på et akseptabelt nivå. For prosjekter med begrenset plass eller der bygging av tradisjonelle terskelsystemer medfører høye kostnader pga. terskellengden, er det utviklet alternative løsninger. Følgende tre løsninger, har til nå ikke vært installert i det norske avløpssystemet; luftregulert hevert og to bevegelige terskler; fleksibel terskel og selvregulerende terskel.

Luftregulert hevert fungerer ved at luft suges inn i vannstrømmen når heverten trer i funksjon. Luftmengden som suges inn reduseres etter hvert som tilrenningen øker, og dermed

øker hevertens kapasitet. Til forskjell fra den tradisjonelle heverten, som suger tomt og stopper ved liten og middels tilrenning, endrer kapasiteten til den luftregulerte heverten seg i takt med tilrenningen.

Den fleksible terskelen består av en tynn plate av fjærstål som bøyer seg

pga. vannets vekt. Nedbøyningen og terskelens kapasitet øker når tilrenningen øker. På tilsvarende måte fungerer den selvregulerende terskelen, men her er fjærstål-terskelen erstattet med en terskel som er opplagret på et system av fjærer.



Figur 5. Oppstuvningsnivået som funksjon av terskelbelastningen (l/s pr. m terskel) for ulike typer nødoverløp/nivåregulatorer (4).

Figur 5 viser at en terskelbelastning på for eksempel 600 l/s pr. m terskel gir en oppstuvning for de ulike terskeltypene på:

Fast terskel	45 cm
Fleksibel terskel	29 cm
Luftregulert hevert	14 cm
Selvregulerende terskel	6 cm

Disse nye terskelkonseptene innebærer at kapasiteten til eksisterende

installasjoner kan økes uten omfattende ombyggingskostnader. I forbindelse med fordrøyningsanlegg vil en i tillegg kunne heve terskelnivået og på den måten "erhverve" ekstra fordrøynings volum.

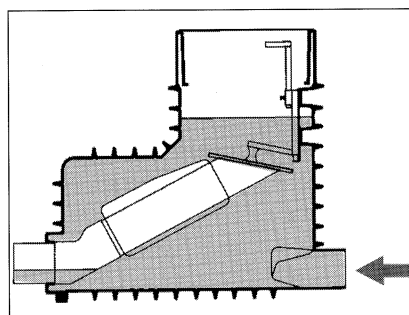
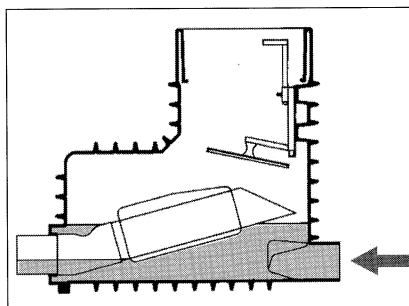
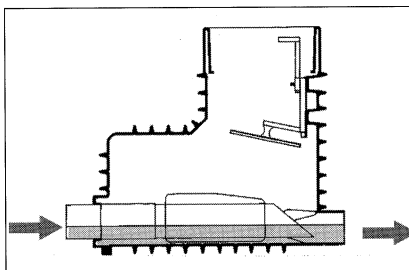
Både den fleksible og den selvregulerende terskelen kan leveres med utstyr som forhindrer tilbakeslag i avløpssystemet ved høyt vannivå nedstrøms (NB! springflo/flo).

Tilbakeslags og høyvanns-ventiler

Det markedsføres i dag ulike produkter med funksjon å hindre tilbakeslag på avløpsnettet. Det kan være hensiktsmessig å dele disse opp i tre grupper:

- hindre tilbakeslag på private stikkledninger for spillvann
- hindre tilbakeslag i nødoverløp og i overløp på fellessystemet
- hindre tilbakeslag på overvannsnettet

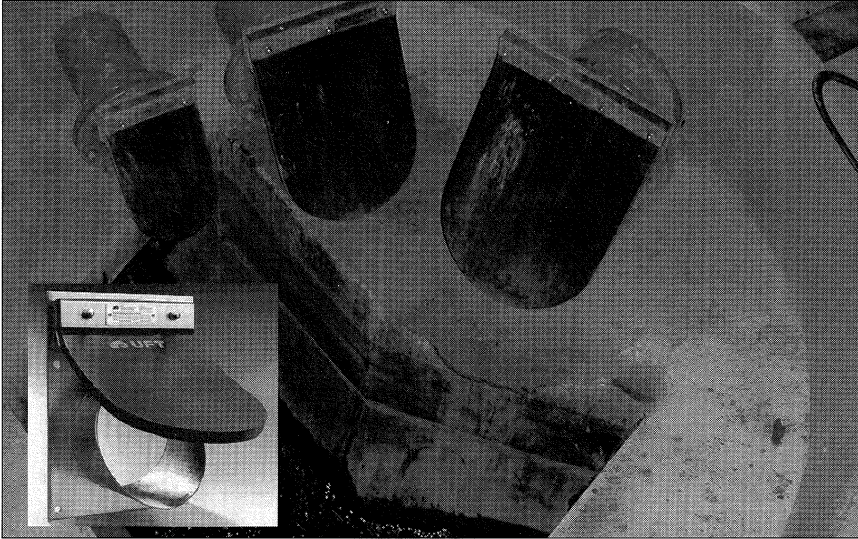
Det stilles spesielt strenge funksjonskrav til en tilbakeslagsventil montert på private stikkledninger. Ventilen vil ha "permanent" gjennomstrømming av spillvann som inneholder kloakksjøppel (bl.a. ekskrementer og papir) som relativt lett henger seg opp. Innholdet av denne typen kloakksjøppel setter også strenge krav til lukkemekanismen som trer i funksjon ved oppstuvning i nedstrøms anlegg. Og ikke minst, tilsyn og drift vil ofte være mer eller mindre tilfeldig for en privat installasjon.



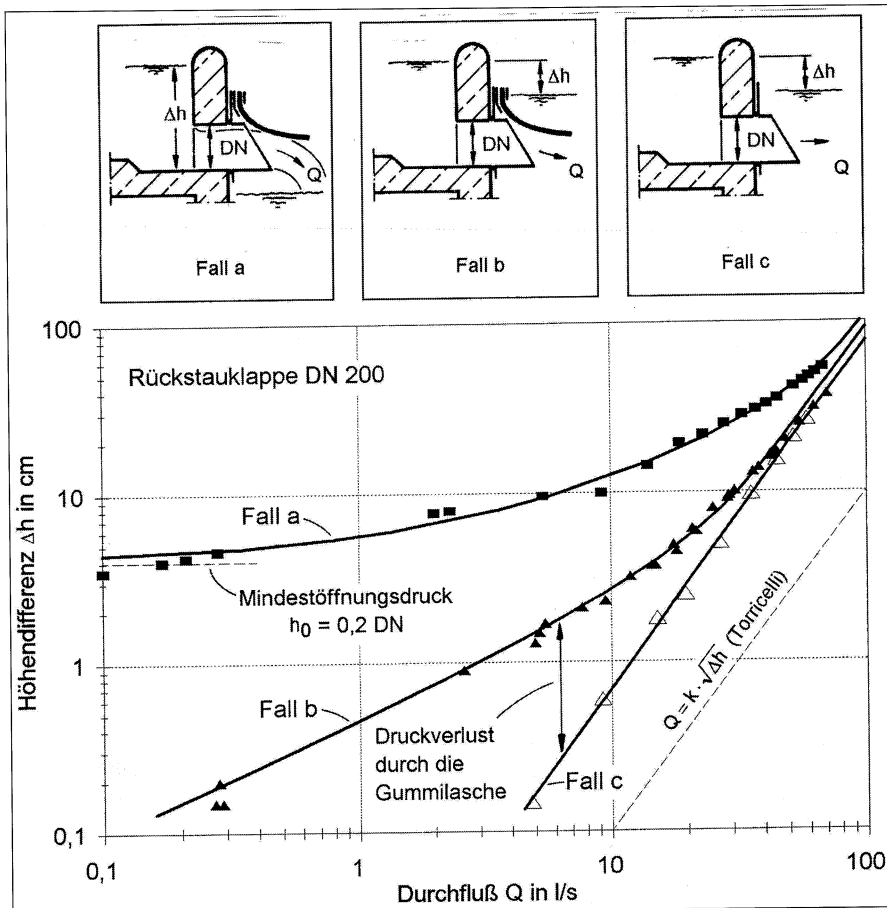
Figur 6. Tilbakeslagsventil med fritt gjennomløp spesielt godt egnet for enkelthus. (Tegning: Mats Persson)

En tilbakeslagsventil montert i tilknytning til overløp på fellessystemet vil ha gjennomstrømming i forbindelse med nedbør og snøsmelting. I tillegg til at ventilen skal gi god tetning og være driftsikker, slik at tilstopping unngås, vil det normalt

være ønskelig at åpningstrykket og trykkfallet over ventilen under drift er lavest mulig. Sammenhengen mellom trykktap over ventilen og vannmengde (hydraulisk karakteristikk) må være kjent i planleggingsfasen av prosjektet.



Figur 7. Klaffeventil er ofte benyttet ved nødoverløp og ved overløp på fellessystemet (foto: Lars Aaby)



Figur 8. Måleresultater fra kartlegging av de hydrauliske egenskapene til en klaffeventil (5).

Referanser

1. L. Aaby. Status og perspektiver for overløp. NTNU 8-10. januar 1997.
2. L. Aaby, O. A. Tveit og Sveinung Sægrov. Regnvannsoverløp. Rapport fra SFT-prosjekt. NORVAR prosjektrapport nr. 29, 1993.
3. MFT Miljø- og Fluidteknikk As. Produktinformasjon. Vertikalt virvelkammer, februar 2002.
4. Dr. G. Weiss und Dr. H. Brombach. Hydraulik der Entlastungsorgane von Regenbecken. Wasserwirtschaft nr. 5, 2001.
5. H. Borchering und Dr. H. Brombach. Hydraulische Eigenschaften gehäuseloser Abwasser-Rückstauklappen. Wasserwirtschaft nr. 4, 1995.