



TEKNOLOGISK
INSTITUT

VANDBREMSE

REGULERING AF VANDSTRØMME
I AFLØBSSYSTEMER

Rørcenter-anvisning 019
Maj 2013

Vandbremsler
Regulering af vandstrømme i afløbssystemer

Rørcenter-anvisning 019

1. udgave, 1. oplag 2013

© Rørcentret,
Teknologisk Institut

Tryk og indbinding:
Rødgaard Grafisk Produktion

ISBN 978-87-996243-0-0

ISSN 1600-9894
Nøgletitel: Rørcenter-anvisning

EAN 9788799624300

Forord

Formålet med denne anvisning er at danne et fælles teknisk grundlag, der kan hjælpe rådgivere, kommuner, entreprenører og leverandører i forbindelse med valg, projektering, montering og vedligeholdelse af løsninger til regulering af regn- og spildevand med hovedvægt på afløbsregulatorer/vandbremsere.

Projektet er finansieret af følgende firmaer:

Forsknings- og Innovationsstyrelsen
Teknologisk Institut, Rørcentret
Mosbæk A/S

Anvisningen er udarbejdet af Rørcentret, Teknologisk Institut, og projektet er gennemført i samarbejde med en styregruppe bestående af:

Marina Mosbæk Johannessen	Mosbæk A/S
Jørgen Mosbæk Johannessen	Mosbæk A/S
Torben Johan Krejberg	Mosbæk A/S
Per Hemmingsen	Teknologisk Institut, Rørcentret
Ulrik Hindsberger	Teknologisk Institut, Rørcentret
Inge Faldager	Teknologisk Institut, Rørcentret

Maj 2013
Rørcentret, Teknologisk Institut

Indholdsfortegnelse

1	INDLEDNING	7
2	LOVGIVNING	9
2.1	DET LOVMÆSSIGE GRUNDLAG.....	9
2.1.1	<i>Miljølovgivningen</i>	10
2.1.2	<i>Arbejds miljøloven</i>	10
2.1.3	<i>Byggelovgivning og bygningsreglement</i>	10
2.1.4	<i>Autorisationsloven</i>	10
3	BESKRIVELSE AF REGULERINGSMETODIKKER	11
3.1	AFLØBSREGULERING UDEN FOR LEDNINGSNETTET	11
3.2	AFLØBSREGULERING I LEDNINGSNETTET	12
3.3	METODER TIL REGULERING	13
3.4	FAST REGULERING	13
3.4.1	<i>Stigbord</i>	14
3.4.2	<i>Blænde</i>	15
3.4.3	<i>Dobbeltblænder</i>	16
3.4.4	<i>Niveaustyrede stigbord/blænder</i>	17
3.4.5	<i>Drosselledning</i>	17
3.5	HVIRVELREGULERING	19
3.6	PUMPNING.....	21
3.7	REGNEEKSEMPEL	21
3.8	UDLØBSKARAKTERISTIKKER OG M –VÆRDIER	22
3.9	SAMMENFATNING	23
4	TERMINOLOGI VED INSTALLATION	25
5	REGULERING MED BLÆNDER MV.	26
5.1	ENKELTBLÆNDE	26
5.2	DOBBELTBLÆNDE.....	27
5.3	DROSSELBRØND.....	30
6	VANDBREMSE	32
6.1	CYKLONBREMSEN.....	32
6.2	CENTRIFUGALBREMSE.....	35
6.2.1	<i>Vertikal centrifugalbremse</i>	35
6.2.2	<i>Horisontal centrifugalbremse</i>	38
6.3	VANDBREMSEBRØNDE.....	40
7	SPECIELLE/AVANCEREDE REGULATORER	43
7.1	REGULATOR MED FLYDER	43
7.2	REGULATOR MED BØJELIG STÅLPLADE	45
7.3	TURBO HVIRVELDROSSEL (VORTEX):.....	47
8	PROJEKTERINGSOVERVEJELSER	49
8.1	PLACERING	49
8.2	PROJEKTERING.....	49
8.3	EKSEMPLER PÅ ANVENDELSE AF CENTRIFUGALBREMSE.....	52
8.3.1	<i>Indbygning af centrifugalbremser i vertikal udførelse</i>	52
8.3.2	<i>Indbygning af centrifugalbremser i horisontal udførelse</i>	52
8.3.3	<i>Eksempler på anvendelse af cyklonbremser</i>	53
8.3.4	<i>Eksempler på overløb</i>	54
8.3.5	<i>Cyklonbremse kan anvendes i parallel- og serieindbygning</i>	54

9	INSTALLATION.....	55
9.1	INSTALLATIONSVEJLEDNING – DOBBELTBLÆNDE	55
9.2	INSTALLATIONSVEJLEDNING – CYKLONBREMSE.....	56
10	DRIFT OG VEDLIGEHOLDELSE	57
10.1	DRIFT OG VEDLIGEHOLDELSE	57
BILAG A	60
BILAG B	61

1 Indledning

I Danmark findes der ca. 70.000 km offentlige kloakledninger. I tilknytning til disse kloakledninger findes der ca. 5.600 overløbsbygværker og 4.100 bassiner. Ud over de offentlige kloakledninger findes der stort set lige så mange kilometer private ledninger samt ledninger, der administreres af vejmyndigheder, som enten er staten eller kommuner.

En del afløbssystemer har på grund af følgende forhold utilstrækkelig kapacitet til at bortlede nutidige regnvandsmængder:

- Udvidelse af kloakoplande uden ændring af det eksisterende afløbssystem
- Øget befæstelse af både private og offentlige arealer
- Øgede nedbørsmængder og flere kraftige regnskyl (monsterregn/klimaændringer)

Nedbørsmønstret har ændret sig i Danmark i de senere år bl.a. forårsaget af klimaændringerne. Vi får både mere intensiv og langvarig regn, så større mængder regnvand skal håndteres. Flisebelægning, asfaltbelægning mm., hindrer endvidere den naturlige nedsivning og forøger den overfladiske afstrømning. Disse vandmængder skal også håndteres. De eksisterende kloaksystemer i Danmark er mange steder ikke blevet vedligeholdt og ajourført. De er derfor i mange tilfælde forældede og nedslidte, og dermed sårbare overfor overbelastning. De er endvidere ikke blevet udvidet i takt med, at kloakoplande er blevet ændret, fx når kommunerne udstykker boligområder, hvilket i de fleste tilfælde betyder flere tilslutninger og større belastning. Her viser det sig ofte, at det eksisterende system ikke har ledig kapacitet til at modtage regnvandet fra udstykningerne. Det samme gør sig gældende ved udstykning af industriområder. Her vil der ofte være endnu større mængder vand, der skal håndteres på grund af en betydelig større befæstelsesgrad for disse områder.

De øgede vandmængder kan håndteres ved hjælp af en kombination af tiltag. I første omgang bør man forsøge at nedsive og aflede så meget regnvand som muligt lokalt. Resten af vandet skal så transporteres væk til en recipient, enten i et nyt kloaksystem, der har kapaciteten til det, eller i det eksisterende, evt. renoverede kloaksystem, hvor vandføringen i kloaksystemet er tilpasset dets kapacitet. Sidstnævnte kræver en bufferkapacitet/volumen opstrøms for kloaksystemet, hvori der opsamles regnvand, samt en foranstaltning, der forsinker dets afledning og sikrer, at kun en vis mængde vand ledes til kloaksystemet. Muligheden er den samme uanset om vandet ledes til et separat- eller fællessystem.

Konsekvensen af ikke at håndtere de større volumener regnvand er oversvømmelser, og overbelastning af nedstrøms anlæg dvs. kloakledninger og renseanlæg samt øgede vandmængder i overløbene. Dette kan resultere i store gener i form af skader og forurening af recipienter.

Det er derfor vigtigt, at kunne kontrollere og regulere regnvandsmængderne. Det kræver opmagasineringsvolumener som fx bassiner, hvorfra afløbet kan reguleres, således at det ikke overstiger kapaciteten af det eksisterende system. Endvidere er det i nogle situationer vigtigt at kunne regulere tilløbet til bestemte anlægsdele som fx olieudskillere, overløbsbygværker og LAR-anlæg (Lokal Afledning af Regnvand) mv. så disse kan fungere optimalt.

Denne anvisning vil gennemgå forskellige almindelig anvendte reguleringsmuligheder for regnvand og blandet regn- og spildevand. Mulighederne for regulering af vandet i afløbssystemerne er vokset i takt med at modelberegningerne for afløbssystemerne er blevet markant bedre de senere år, samtidig med at kommunerne har digitaliseret deres kloakplaner bl.a. i GIS-baserede databasesystemer.

2 Lovgivning

2.1 Det lovmæssige grundlag

Forvaltningen af de kommunale afløbssystemer blev tidligere varetaget af kommunens teknik- og/eller miljøforvaltninger. Pr. 1. januar 2010 trådte et nyt servicedirektiv i kraft, som medførte en selskabsdannelse af kommunale forsyningsselskaber på vand- og afløbsområdet. Det betyder, at den overordnede planlægning og myndighedsbehandling forsat varetages i kommunerne, mens driften fremover bliver foretaget af kommunalt ejede forsyningsselskaber.

Det er kommunernes opgave at udarbejde spildevandsplaner, der skal danne grundlag for fremtidige ændringer og udbygninger af afløbssystemerne. Samtidig er det kommunernes opgave at gennemføre en recipientgennemgang og opstille krav til udledninger og rensning. Kommunerne skal også føre tilsyn og kontrollere, at kravene overholdes.

Kommunernes fastsættelse af funktionskrav

En kommune er som udgangspunkt ansvarlig for, at det kommunale afløbssystem er dimensioneret korrekt, så det ikke giver anledning til oversvømmelser. Borgerne kan imidlertid ikke kræve, at et afløbssystem skal dimensioneres således, at oversvømmelser er udelukket under alle tænkelige forhold. Uanset hvor meget afløbssystemet udbygges, kan det ikke undgås, at der vil forekomme ekstremt kraftige regnskyl, som vil forårsage oversvømmelser. Selvom der er forskel på lokale forhold, har det været en almindelig opfattelse, at serviceniveauet i Danmark er opstuvning til fuldtløbende ledning hvert andet år, opstuvning til almindelig kælder-kote hvert 5. år og opstuvning til terræn hvert 10. år for borgere/brugere af afløbssystemet.

Kommunens forpligtelser

Kommunen skal:

- Udarbejde en spildevandsplan for kommunens eksisterende og planlagte spildevandshåndtering
- Fremtidssikre afløbssystemet, der bl.a. indebærer, at der skal tages hensyn til øget befæstelses-grad og klimaændringer
- Sikre at grundejere kan aflede deres spildevand fra stueplan ved gravitation
- Fastsætte serviceniveauet udtrykt ved minimumsfunktionskrav eller skærpede funktionskrav og overholde disse
- Sikre overensstemmelse mellem kommunale planer og angive i spildevandsplanen, hvilke krav borgerne kan gøre gældende overfor kommunen

Forsyningsselskabet bør:

- Give borgerne oplysninger om gældende funktionskrav/serviceniveau
- Varetage drift, udbygning og fornyelse af det offentlige kloaksystem
- Vurdere omfang af skader ved overskridelse af det fastsatte serviceniveau herunder stillingstagen til følgende spørgsmål; Hvor skabes der oversvømmelse? Hvor stort er omfanget? Hvordan kommer vandet videre? Kan der være alternativer? Kan skadernes omfang begrænses eller kontrolleres?

2.1.1 Miljølovgivningen

Miljølovgivningen (Lovbekendtgørelse nr. 879 af den 26/06-2010) giver de overordnede rammer for afløbssystemernes funktion og spildevandsbekendtgørelsen (bekendtgørelse nr. 1448 af den 11/12-2007) angiver de nærmere retningslinjer for spildevandsplaner, tilslutning til spildevandsanlæg, udledning fra renseanlæg mv.)

2.1.2 Arbejds miljøloven

Alt arbejde med afløbssystemerne, hvad enten det er drift eller anlægsarbejder skal overholde arbejdsmiljøloven (Lovbekendtgørelse nr. 1072 af 07/09-2010).

Efter loven har forsyningen pligt til at sørge for, at arbejdsforholdene er sikkerheds- og sundhedsmæssigt forsvarlige. Efter loven har forsyningen pligt til at sørge for, at virksomheden, der udfører arbejdet:

- Fører effektivt tilsyn med, at arbejdet udføres sikkerheds- og sundhedsmæssigt forsvarligt
- Giver de ansatte den nødvendige oplæring og instruktion i at udføre arbejdet på en farefri måde

Bygherre/ejer kan få bøde eller hæfte for ikke at rette sig efter loven, også på grund af forsømmelser fra de ansattes side.

2.1.3 Byggelovgivning og bygningsreglement

Byggeloven (Lov nr. 1185 af 14/10-2010) indeholder bestemmelser om byggeriets kvalitet og retningslinjer for byggeriets administration. De mere tekniske og konstruktionsmæssige krav til byggeri er angivet i Bygningsreglementet, der er udgivet af Erhvervs- og Byggestyrelsen. Den seneste udgave er fra 2010.

I Bygningsreglementet er de overordnede krav til afløb inden for skel angivet, og der henvises til DS 432 Norm for afløbsinstallationer.

Bygningsreglementet og Afløbsnormen gælder for afløbsledninger inden for skel (på privat grund). Uden for skel fastsætter ledningsejeren (kommunen/forsyningsselskaberne) selv retningslinjer.

2.1.4 Autorisationsloven

Loven finder anvendelse på afløbsinstallationer og kloakledninger på privat grund fra og med tilslutningen til hovedkloak.

Det medfører, at arbejde med afløbssystemer på privat grund kun kan udføres af autoriserede kloakmestervirksomheder.

3 Beskrivelse af reguleringsmetodikker

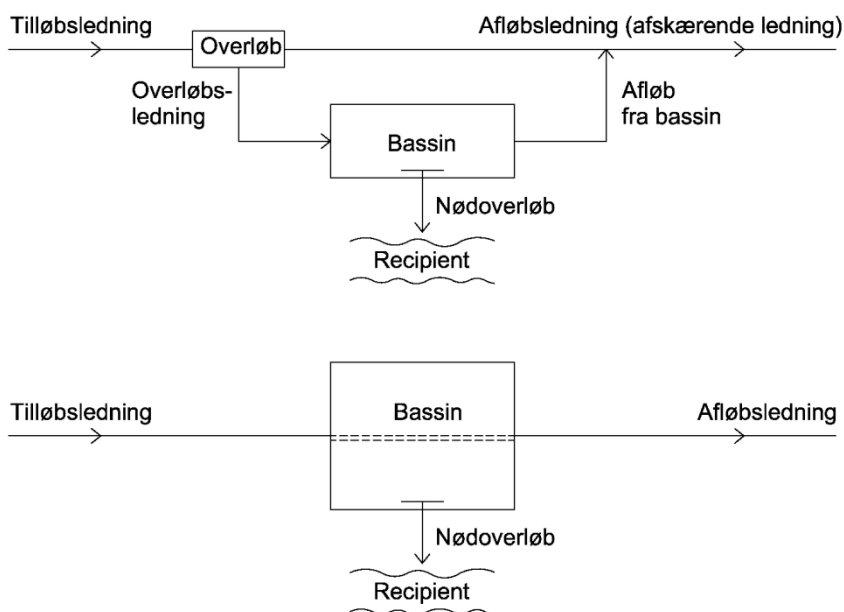
3.1 Afløbsregulering uden for ledningsnettet

Den mest almindelige måde at beskytte overbelastede afløbssystemer på, er at bygge et bassin/magasin uden for ledningssystemet. Et bassin opmagasinerer (forsinker og udjævner) regnvand/regn- og spildevandsstrømmen under regn og leder det til ledningssystemet, når regnskylltet er overstået, og der er plads i ledningssystemet.

Anlæg af bassiner kan have forskellige hovedformål:

- **Beskyttelse af recipienter**
Her anvendes bassiner i fællessystemer til at sikre, at overløbsbygværker ikke træder så ofte i funktion. Bassinerne kan anlægges inden overløbet, eller de kan anlægges til at opsamle overløbsvandet. I separatsystemer anvendes bassiner for at beskytte recipienten mod overbelastning/erosion fra store vandmængder
- **Reduktion af kælderoversvømmelser**
Bassiner anlægges på strategiske steder i afløbssystemet, så regnvandsbelastningen på kritiske strækninger nedsættes
- **Udjævning af afstrømning til renseanlæg**
Bassiner anlægges på strategiske steder i afløbssystemet, så regnvandsbelastningen på renseanlæg og recipient udjævnes

For at beskytte afløbssystemet efter et bassin er det vigtigt, at afløbet fra bassinet holdes rimeligt konstant, og selv med fyldt bassin (maksimal trykhøjde) bør afløbet ikke være større end det nedstrøms afløbssystem kan klare.



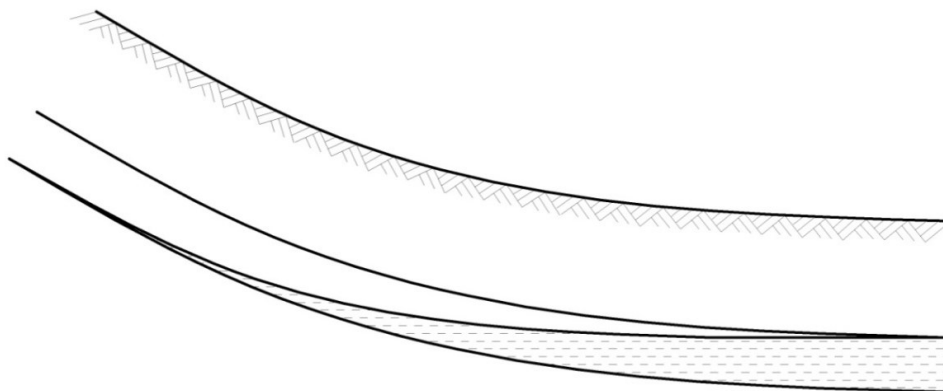
Figur 3.1

Hovedprincipper for placering af bassiner

- 1) Bassin anbragt parallelt med afløbsledning
- 2) Bassin anbragt direkte på afløbsledning

3.2 Afløbsregulering i ledningsnettet

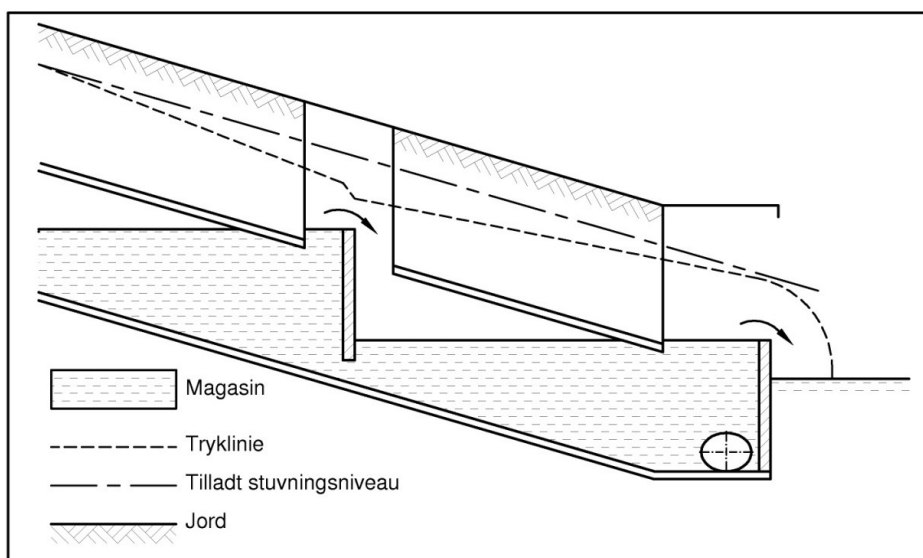
Ved afløbsregulering i ledningsnettet udnyttes de tomme ledningsvoluminer, der er til stede ved langt de fleste nedbørshændelser. De dimensionsgivende regnskyl for ledningssystemer er korte regnskyl, der kun giver fuldtløbende ledninger i meget kort tid. Desuden medfører vores dimensioneringspraksis, at det ofte kun er enkelte strækninger i den nedre del af systemet, der er fuldtløbende ved det dimensionsgivende regnskyl, mens der er ekstra volumen til rådighed i den øvrige del af systemet, se figur 3.2. Under almindelige regnskyl er det derfor kun en del af ledningsvoluminet, der udnyttes.



Figur 3.2

Afløbssystem under et dimensionsgivende regnskyl. Den nederste del af systemet er fyldt op, mens der er tomme voluminer i den øvre del af systemet

Ved afløbsregulering i ledningsnettet skabes en kontrolleret opdæmning i ledningerne, således at så stor en del af ledningsvoluminet som muligt udnyttes. Ved hjælp af opdæmningen fyldes den øvre del af systemet, og afløbet herfra forsinkes. Derved aflastes den nedre del af systemet, så for eksempel overløb ikke træder i funktion så ofte, se figur 3.3.



Figur 3.3

Forsinkelse af afløbet fra den øvre del af et ledningssystem

Afløbsregulering i ledningsnettet har ikke været særlig udbredt i Danmark indtil nu, men de øgede nedbørsmængder medfører, at også denne mulighed er relevant at overveje.

For at optimere bassinvoluminer og få maksimal tilladt vandføring videre nedstrøms, er regulering af vandføringen vigtig. Max flow bør nås så hurtigt som mulig. Derefter skal den regulerede vandføring holde sig tæt på det maksimale flow, selvom trykhøjden ændrer sig. De reguleringer, som tilgodeser dette, har så stejle afløbskarakteristikker som muligt.

3.3 Metoder til regulering

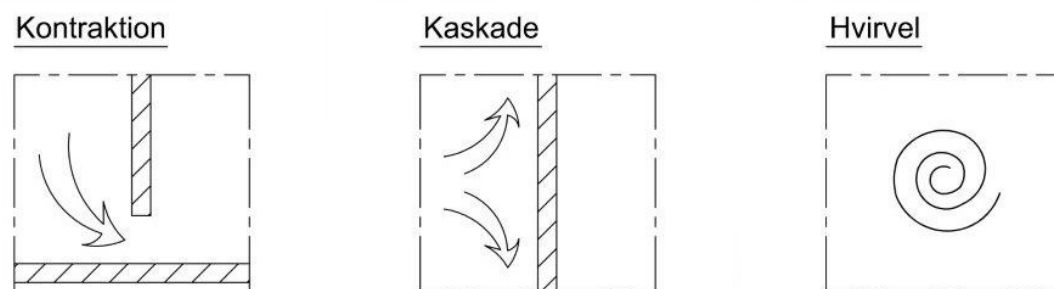
Regulering af afløbsstrømmen i et ledningsnet kan udføres på mange måder, spændende fra en simpel neddrosling af ledningsdimensionen til avancerede reguleringssystemer med bevægelige klapper og ventiler.

I det følgende omtales:

- Fast regulering (stigbord/enkeltblænde/drosselledning)
- Dobbeltblænder
- Hvirvelregulering
- Pumpning

Regulering af vandstrømmen vil ved alle metoder bortset fra pumpning bestå af en eller flere af følgende metodikker til etablering af ekstra energitab i ledningssystemet, se figur 3.4.

- Kontraktion
- Kaskade
- Hvirvel



Figur 3.4
Metodikker til regulering ved hjælp af energitab

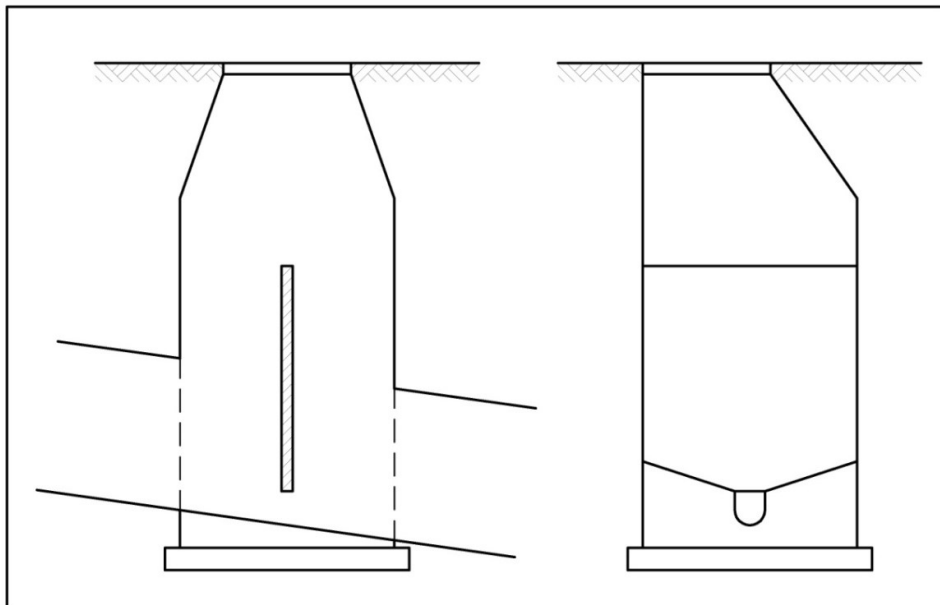
3.4 Fast regulering

Den simpleste form for en fast regulering er en indsnævring af ledningstværsnittet ved hjælp af et stigbord anbragt midt i en brønd med et udløbshul ved bundløbet, eller ved hjælp af en blænde anbragt ved udløbet fra en brønd foran en større ledning. Energitabet skabes ved kontraktion.

3.4.1 Stigbord

Den simpleste form for en fast regulering er en indsnævring af ledningstværsnittet ved hjælp af et stigbord med et udløbshul ved bundløbet, se figur 3.5.

Ved små vandføringer løber vandet uhindret gennem åbningen ved bundløbet. Ved regn støver vandet op bag stigbordet og udnytter ledningens volumen opstrøms. Ved kraftige regnskyl støver vandet så højt op, at stigbordet også virker som overfaldskant. Stigbordet må altså ikke være højere, end at ledningens dimensionsgivende vandføring skal kunne løbe over stigbordets overkant, uden at skabe stuvningsproblemer i kældre eller lignende opstrøms for konstruktionen.



Figur 3.5

Stigbord. Konstruktionen består af et stigbord i en almindelig brønd

Når udløbsåbningen er lille i forhold til den maksimale trykhøjde, kan den øjeblikkelige vandstrøm beregnes ved hjælp af formlen:

$$Q = \mu \cdot A \cdot \sqrt{2g \cdot H} \quad (1)$$

hvor A er åbningens areal, H er trykhøjden, se figur 3.6, g er tyngdekraften, og μ er en udløbskoefficient, der for skarpkantede åbninger sættes til 0,6.

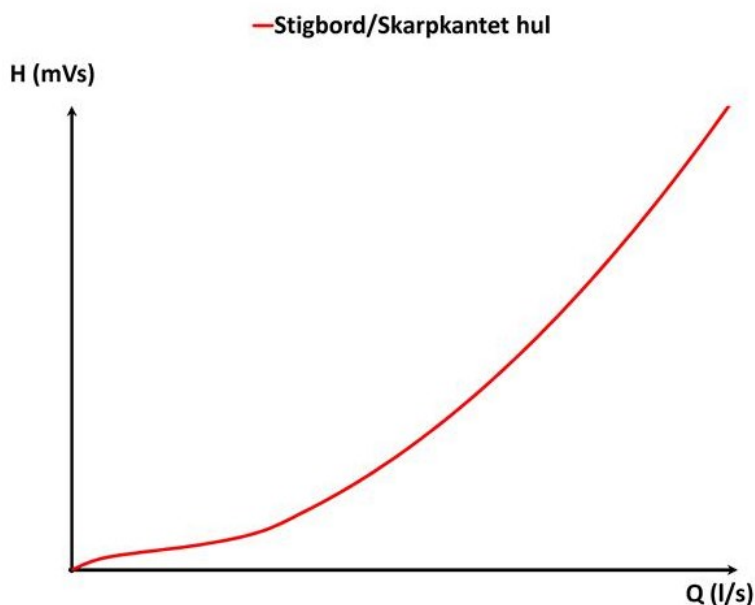


Figur 3.6

Trykhøjden ved udløb gennem et skarpkantet hul

I praksis vil det ofte være situationen med det dykkede udløb (opstuvning i afløbsledningen/bagstuvning), der forekommer ved det dimensionsgivende regnskyl.

Karakteristikken for en sådan udløbskonstruktion er en parabel, se figur 3.7.



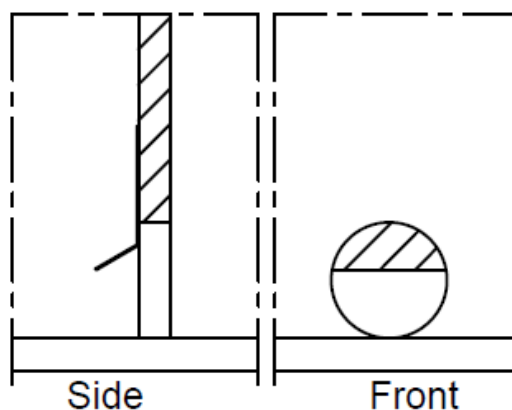
Figur 3.7
Karakteristikken ved udløb gennem et skarpkantet hul

Indholdet af faste stoffer i spildevandet sætter en nedre grænse for, hvor lille gennemstrømningsåbningen kan gøres (150 – 200 mm). Så ønsker man en mindre vandføring, må en anden konstruktion vælges.

3.4.2 Blænde

En blænde neddrogler afløbet fra en brønd. Neddroslingen foretages ved at placere en blændeplade foran udløbet. Blændepladen kan normalt kun reguleres ved nedstigning i brønden. En blænde er således en form for stigbord anbragt i udløbsledningen fra en brønd, se figur 3.8.

Blænde i brønd

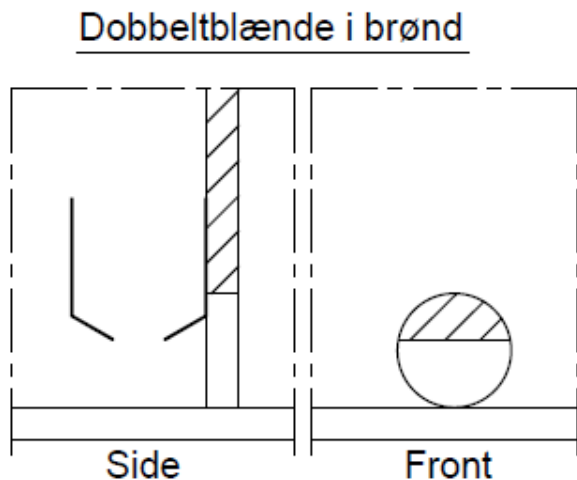


Figur 3.8
Blænde i udløbet fra en brønd

Karakteristikken for en blænde er en parabel som ved stigbordet, se figur 3.7.

3.4.3 Dobbeltblænder

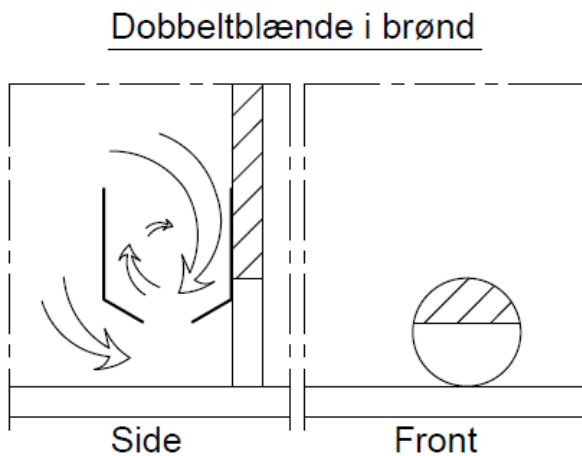
En dobbeltblænde er 2 blænder anbragt efter hinanden. Blænderne er placeret henholdsvis ved indløbet og udløbet af et rektangulært kammer, der er monteret på udløbet af en brønd, se figur 3.9.



Figur 3.9

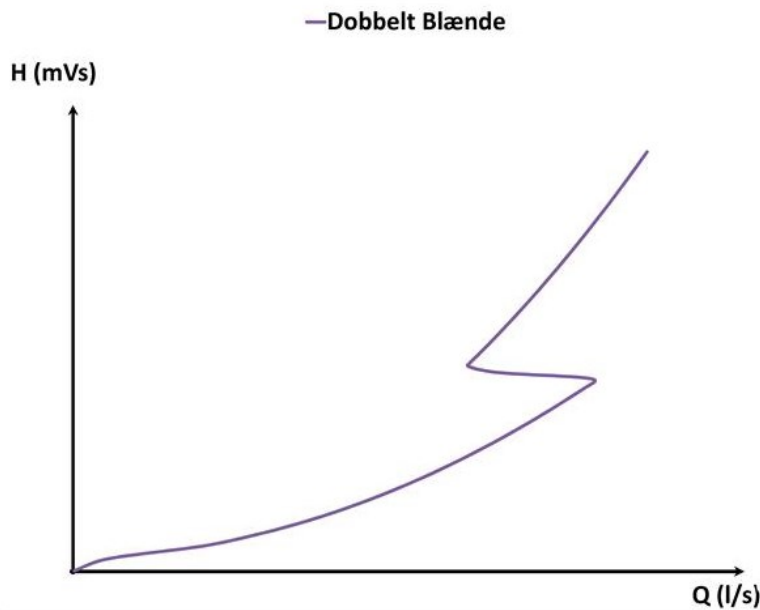
Dobbeltblænde. 2 blænder placeret efter hinanden ved udløbet af en brønd

Ved små vandføringer løber vandet uhindret gennem åbningen ved bundløbet. Ved regn støver vandet op bag den forreste blænde og ledningens volumen opstrøms udnyttes til magasinering. Blænden forårsager et tryktab (kontraktion), der er mindre end for en skarpkantet åbning, og derved opnås større vandføring ved lave stuvningshøjder. Når vandet er stuvet op til overkanten af blænden, vil kammeret fyldes, og vandet vil da primært bremses af den bagerste blænde, se figur 3.10. Denne blænde giver et tryktab (kontraktion), der er større end for en skarpkantet åbning. Karakteristikken for en dobbeltblænde er ligeledes en parabel, men med et ekstra stort energitab, når overløbet træder i funktion, se figur 3.11.



Figur 3.10

Funktionen af en dobbeltblænde, se hvirvlerne



Figur 3.11
Karakteristik af dobbeltblænde

3.4.4 Niveaustyrede stignord/blænder

Til en mere avanceret regulering er det muligt at lave niveaustyrede stignord/blænder. Styringen kan være en simpel manuel styring (fx kan stignordet fjernes, hvis der varsles monsterrægn), eller styringen kan fortages ved hjælp af en flyder/føler (se Specielle reguleringsmetoder).

3.4.5 Drosselledning

I en drosselledning øger man energitabet i ledningsnettet ved at lade afløbet foregå gennem en lang ledning med lille dimension. Energitabet opnås vha. friktion.

Energitabet for strømmingen gennem drosselledningen kan beregnes ved hjælp af energiligningen og Manningformlen og kan udtrykkes ved:

$$\Delta H = Q^2 \left(\frac{L}{M^2 \cdot R^{4/3} A^2} + \frac{\sum \zeta}{2 \cdot g \cdot A^2} \right) \quad (2)$$

hvor L er ledningens længde, M er ledningens Manningtal, R er hydraulisk radius, A er ledningens tværsnitsareal, Q er vandføringen, g er tyngdekraften og $\sum \zeta$ er summen af enkelttab gennem ledningen.

Ligningen kan omskrives til:

$$\Delta H = Q^2 \cdot K \quad (3)$$

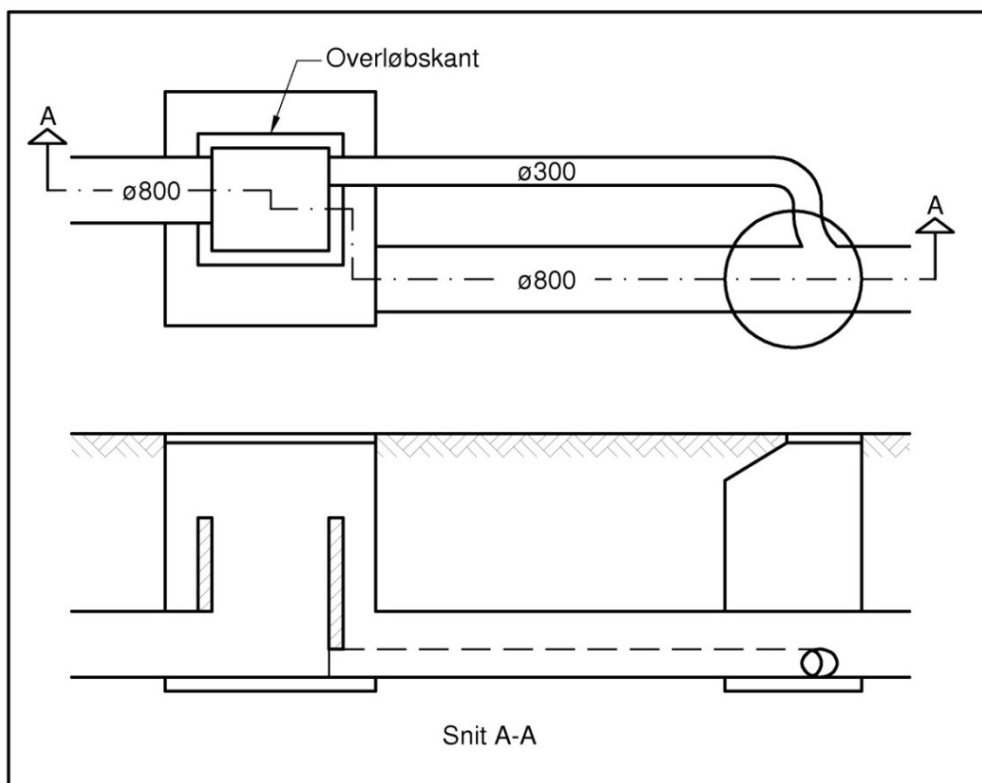
hvor K kaldes ledningens specifikke modstand.
Drosselledningens vandføring kan beregnes som:

$$Q = \sqrt{\Delta H / K} \quad (4)$$

Af formlen ses, at jo mindre vandføring, der ønskes gennem ledningen, jo større må den specifikke modstand i ledningen gøres. Da der også her er en nedre grænse for, hvor lille man kan gøre ledningsdimensionen, øges ledningsmodstanden bedst ved at gøre drosselledningen længere.

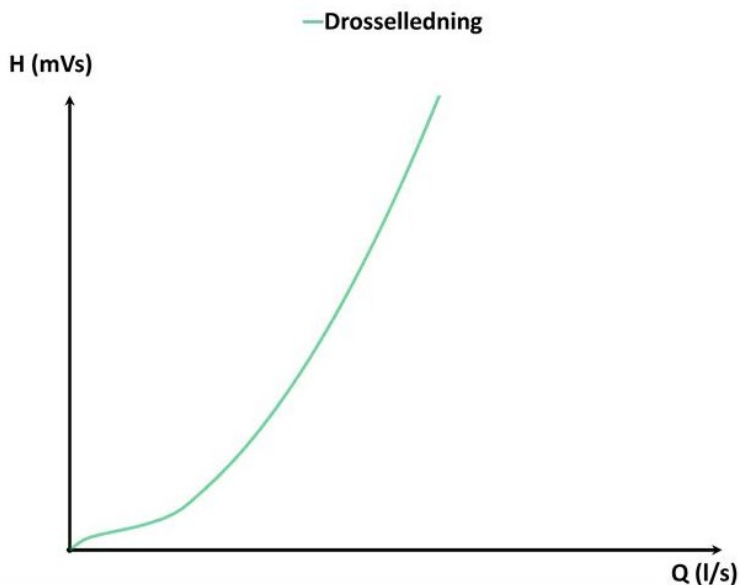
I praksis er man henvist til at bruge de givne handelsdimensioner til drosselledningen, og det kan af og til være vanskeligt at etablere en fuldt tilfredsstillende løsning på grund af springene i handelsdimensionerne. Hvis man senere ønsker at ændre vandføringsevnen, er det ikke muligt at øge kapaciteten, hvis der er installeret en drosselledning. Det er kun muligt, at gøre kapaciteten mindre. Dette kan så kun gøres ved at supplere med andre af de beskrevne reguleringsmetoder.

I figur 3.12 er vist en reguleringskonstruktion med en drosselledning suppleret med et centraloverløb. Ved små vandføringer vil vandmængden løbe fra $\varnothing 800$ mm ledningen, gennem en $\varnothing 300$ mm drosselledning og videre i den nedstrøms $\varnothing 800$ mm ledning. Ved mindre regnskyl vil vandet stuve op inde i centraloverløbet, samtidig med at ledningsvoluminet opstrøms for drosselledningen vil blive udnyttet som magasin. Ved større regnskyl vil vandet stuve så højt op, at centraloverløbet træder i funktion, og derved også afleder regnvand direkte videre ned i systemet.



Figur 3.12
Centraloverløb med drosselledning

Karakteristikken for en drosselledning vil være en parabel, der er lidt stejlere end ved stigbordet/blænden, se figur 3.13.



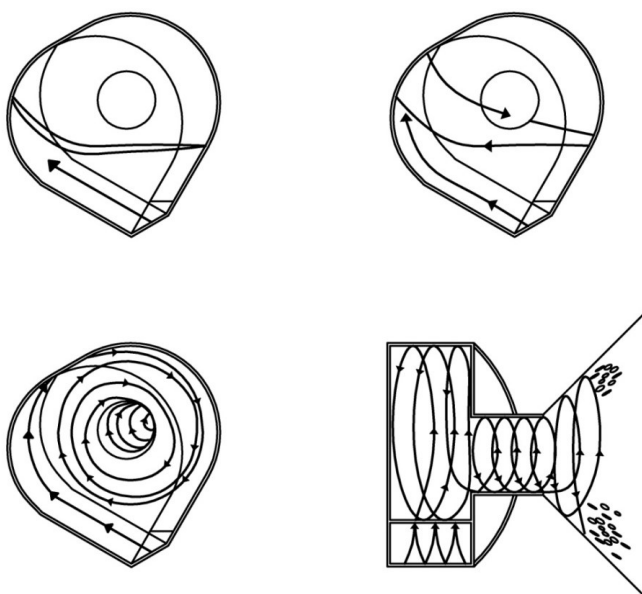
Figur 3.13
 Karakteristikken ved udløb gennem en drosselledning

3.5 Hvirvelregulering

Ved hjælp af hvirveldannelser kan man regulere vandstrømmen meget effektivt.

I Danmark blev der i 1960'erne udviklet en reguleringsanordning, der blev kaldt en "vandbremse". Vandbremsen har en stor hydraulisk modstand (stort energitab) en stor gennembløbsåbning og er kompakt i design. Vandbremsen er uden bevægelige dele og virker ved gravitation, uden tilførsel af energi.

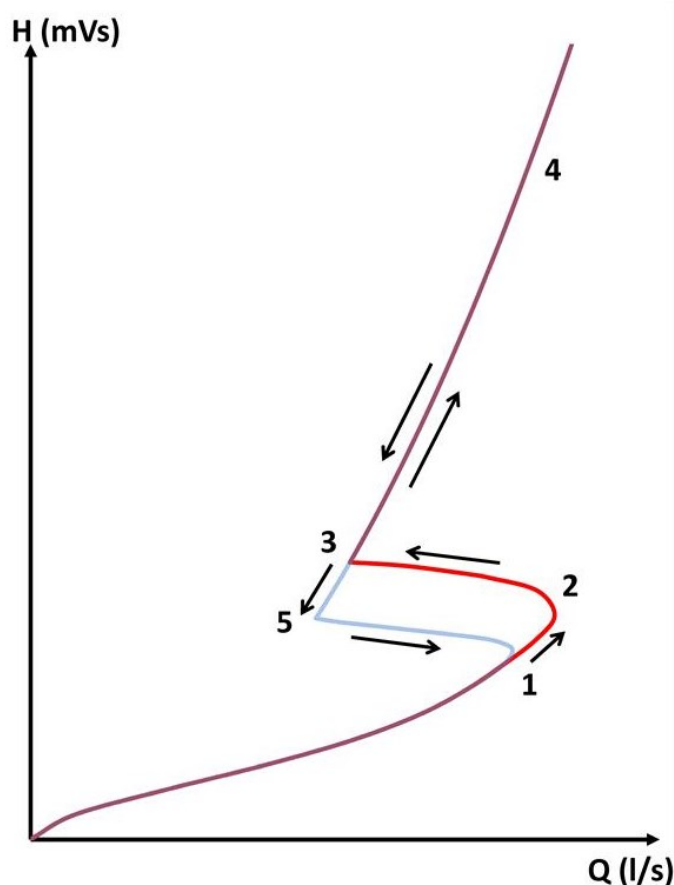
Den principielle funktion af vandbremsen ses i figur 3.14. Konstruktionen består af et hvirvelkammer, hvori vandets strømning bliver tangentiell, og vandet sættes i rotation. Hvirvelens rotationsretning er omtrent vinkelret på gennembløbsretningen, hvilket bevirker at vandføringen reduceres.



Figur 3.14
 Fyldningsforløb i en vandbremse med hvirveeffekt

Hvirveldannelsen i vandbremsen gør, at vandføringen bliver mindre end svarende til et simpelt hul med samme diameter som vandbremsens udløbsåbning/ gennemløbsåbning. En vandbremse har en væsentlig stejlere karakteristisk end de andre reguleringsmåder, se figur 3.18.

I starten er der ikke nogen nævneværdig bremseeffekt (0-1). Når vandet når op over bremsehusets top, og der opstår en hvirvel, indtræder bremseeffekten. Ved trykhøjder over bremsehusets top bøjer karakteristikkurven opad og tilbage (1-2-3), hvorefter den går over i den parabel, der kan betegnes "den bremsede karakteristisk" (3-4). Denne parabel har en for bremsen specifik μ -værdi. Ved faldende trykhøjder følger kurven denne parabel indtil hvirvlen forsvinder (4-3-5-1), se figur 3.15.



Figur 3.15
Karakteristik for cyklonbremseser

Når vandstanden synker under toppen af bremsehuset, bliver rotationen ustabil, hvilket giver en momentan forøgelse af gennemstrømningen til (5-1). Denne pludselige forøgelse af vandstrømmen er gunstig, idet den virker som en gennemspuling af systemet.

Middelgennemstrømningen for en vandbremse vil være ca. 0,85 af Q_{max} til sammenligning med 0,67 af Q_{max} for en normal parabelformet karakteristisk (blænde, drosselledning). Som det ses, etableres Q_{max} allerede ved små trykhøjder.

3.6 Pumpning

Pumper anvendes primært, når vandet skal føres til et højere liggende niveau, for at kunne bortledes til recipient eller renseanlæg.

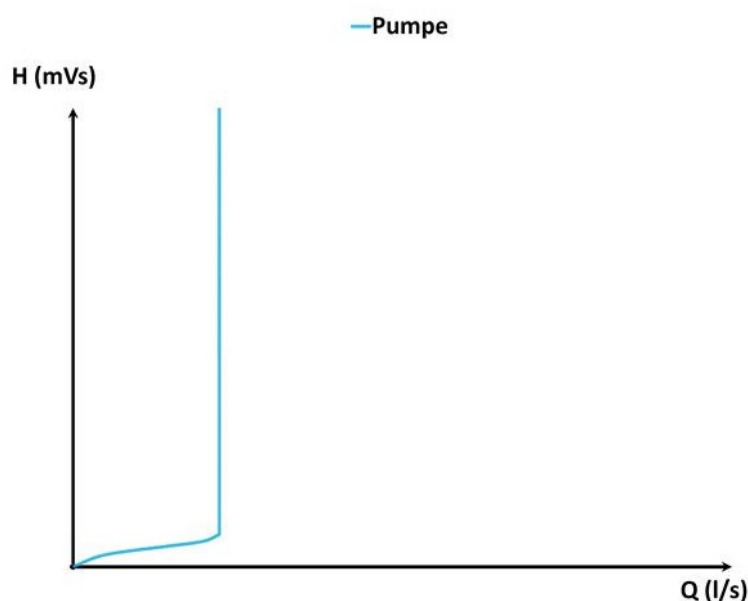
Pumpeenheten består i sin enkelthed af:

- Pumpesump
- Pumpeinstallation herunder styring og elforsyning
- Trykledning med ventiler og kontraktapper

Karakteristikken afhænger af type og antal af pumper mm. Men vandføringen vil være en kendt størrelse for en given situation, idet hver pumpe har sin karakteristik, se figur 3.16.

Normalt afledes regnvand i gravitationsledninger. Det kan dog være nødvendigt i lavtliggende områder at pumpe regnvandet, og ved valg af pumpeinstallationen kan man få en droskende effekt.

Pumpning af regnvand bruges kun, hvor ingen anden løsning kan anvendes, fordi regnvandmængderne ikke kan fastsættes særlig nøjagtigt (monsterregn), og fordi der er betydelige drifts- og vedligeholdelsesmæssige omkostninger.



Figur 3.16
Karakteristik af pumpe

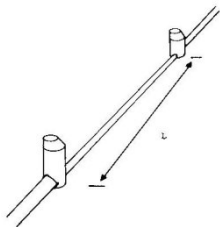
3.7 Regneeksempel

I det følgende gives eksempler på løsninger ved hjælp af de forskellige reguleringsmetoder baseret på de samme forudsætninger, der er som følger:

Ønsket vandspejlsforskel 1,50 m

Ønsket vandføring 52,0 l/s

1. Regulering af vandføringen gennem et **stigbord** eller **skarpkantet hul opnås med en dimension på Ø140 mm**
2. Regulering af vandføringen ved hjælp af en **drosselledning** kan opnås på forskellig måde. Nedenfor er vist 3 eksempler, der opfylder kriterierne

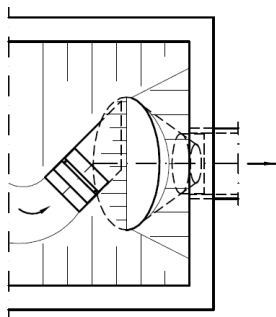


D = 250 mm, længde 180 meter

D = 200 mm, længde 51 meter

D = 150 mm, længde 9 meter

3. Regulering af vandføringen ved hjælp af en **vandbremse** kan opnås med følgende type og størrelse, der har et gennemløbstværsnit på ø 250mm:



Cyklonbremsen CY 870 – 250/250, kan monteres i en ø1500 brønd

Af eksemplet ses det, at kun drosselledningen og vandbremsen giver acceptable gennemstrømningsåbninger, og det kan så være økonomien, der afgør, hvilken løsning der vælges. Her vil en vandbremse oftest være billigst, idet den ikke kræver særlige ændringer i systemet, men blot kan indbygges i en almindelig brønd.

3.8 Udløbskarakteristikker og μ –værdier

Som tidligere angivet, så kan udløbskarakteristikken for stigbord/blænder beregnes som udløb gennem et skarpkantet udløb:

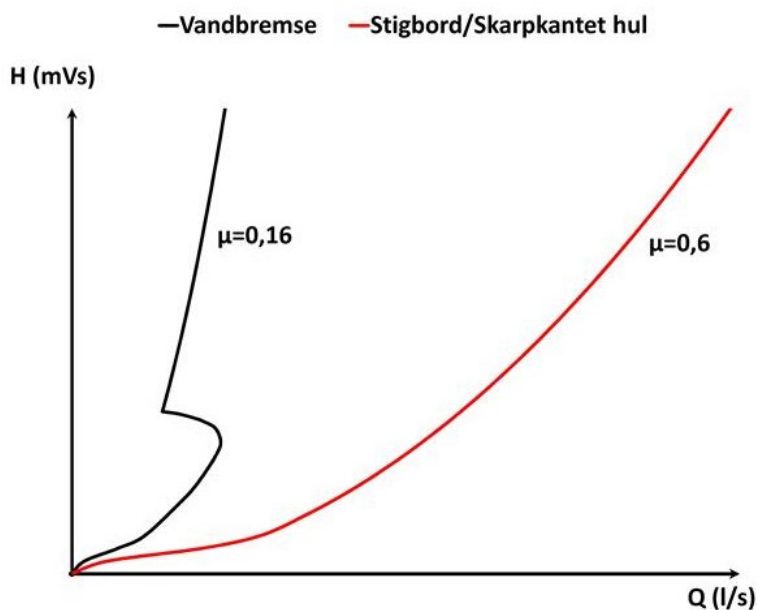
$$Q = \mu \cdot A \cdot \sqrt{2g \cdot H} \quad (1)$$

hvor A er åbningens areal. H er trykhøjden, g er tyngdekraften, og μ er en udløbskoefficient, der normalt sættes til 0,6 for et skarpkantet udløb, se figur 3.7. μ –værdien kan anvendes til at sammenligne udløbskarakteristikker, idet stort set alle udløbskarakteristikker er parabler.

Karakteristiske μ –værdier er:

Stigbord:	0,6
Dobbeltblænde:	0,55 – 0,75
Vandbremse:	0,13 – 0,33

En lille μ -værdi betyder en stejlere udløbskarakteristik, da bremseeffekten er bedre. I figur 3.17 er vist udløbskarakteristik for et stigbord og en vandbremse med tilhørende μ -værdier.



Figur 3.17

μ -værdien for udløbskarakteristikken kan bruges til at vurdere bremseeffekten for reguleringskonstruktioner. Her ses en ubremset kurve (stigbord) og en bremset kurve (vandbremse)

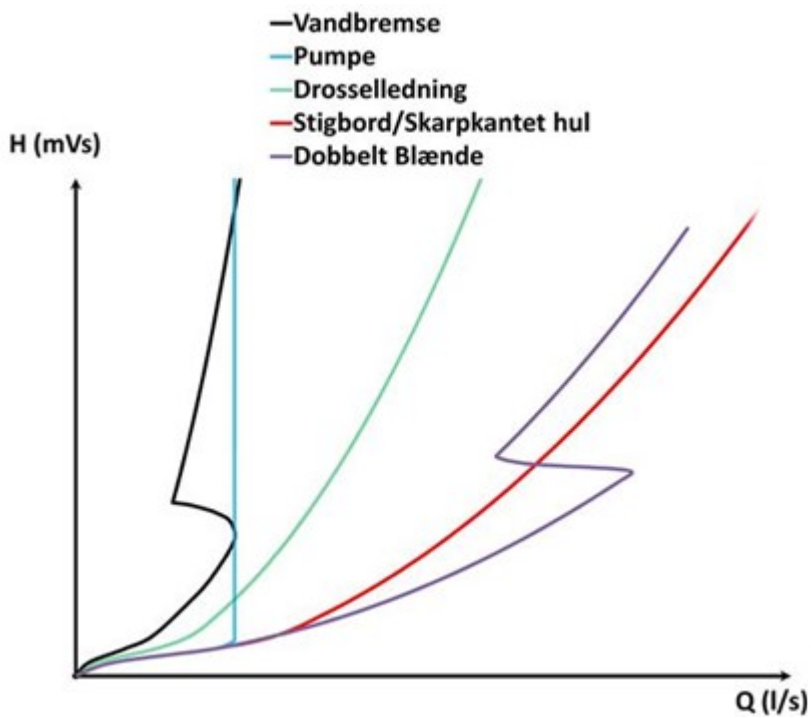
3.9 Sammenfatning

Regulering af vandføringen i et afløbssystem vil normalt øge risikoen for forstoppelser i ledningssystemet. For at reducere denne risiko er det vigtigt med så store gennemstrømningsåbninger som muligt.

For at optimere bassinvoluminer og få maksimal tilladt vandføring videre nedstrøms, er regulering af vandføringen vigtig. Max flow bør nås så hurtigt som mulig. Derefter skal den regulerede vandføring holde sig tæt på det maksimale flow, selvom trykhøjden ændrer sig. De reguleringer, som tilgodeser dette, har så stejle afløbskarakteristikker som muligt.

Reguleringernes energiforbrug, drift- og installationsomkostninger er ligeledes vigtige parametre.

Afløbskarakteristikker for de beskrevne løsninger er vist i figur 3.18.



Figur 3.18

Figuren viser afløbskarakteristikker på de forskellige reguleringsmetoder

I de følgende afsnit vil følgende opdeling af reguleringsmetoder blive anvendt:

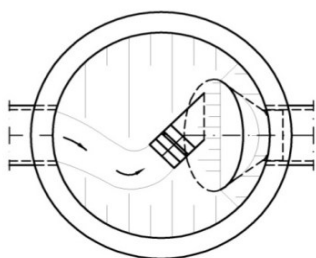
- Regulering ved stigbord/blænder
- Vandbremsere
- Specielle reguleringsmetoder

Stigbord og drosselledninger er velkendte og vil ikke blive beskrevet yderligere. Pumper som reguleringsmulighed vil sjældent være en anvendelig reguleringsløsning på grund af de betydelige drifts- og vedligeholdelsesmæssige omkostninger. Pumper vil heller ikke blive beskrevet yderligere.

4 Terminologi ved installation

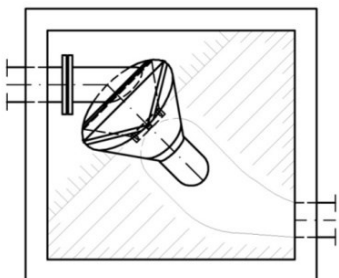
Når komponenter installeres i et afløbssystem, kan det ske på forskellige måder. Disse er beskrevet i det følgende.

Ved dykket installation (udløbsmonteret) vil regulatoren være anbragt på afløbet fra brønden. Tilløbet forgår gennem en åben bundrende og afløbet gennem et lukket rør, se figur 4.1.



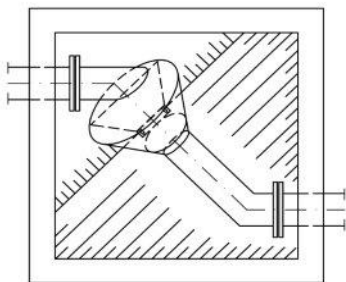
Figur 4.1
Dykket opstilling/udløbsmonteret

Ved halvtør installation (indløbsmonteret) vil regulatoren være monteret på tilløbet til brønden med frit afløb til bundrenden. Der kan forekomme opstuvning i brønden ved tilbagestuvning i afløbsledningen, se figur 4.2.



Figur 4.2
Halvtør opstilling/indløbsmonteret

Ved tør installation (både ind- og udløbsmonteret) vil regulatoren være anbragt på tilløbssiden af konstruktionen og afløbet føres gennem brønden i en lukket ledning, se figur 4.3. Tør installation bruges ikke meget i Danmark, fordi effektiviteten bliver mindre.



Figur 4.3
Tør opstilling

5 Regulering med blænder mv.

5.1 Enkeltblænde

Anvendelse

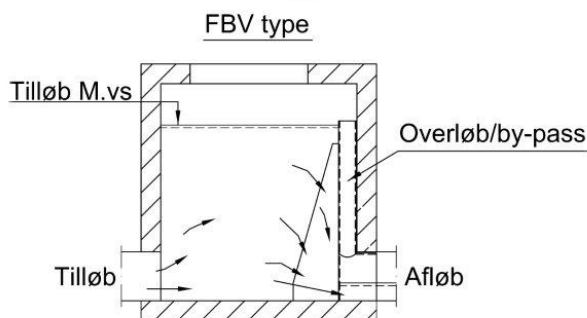
Enkeltblænder installeres i afløb fra forsinkelsesbassiner og bygværker mm. og anvendes til regulering af vandføringen, hvor denne er stor og stuvningshøjden lav.

Regulatoren benyttes til regulering i regnvandssystemer og i fællessystemer. Den findes i forskellige størrelser og kan regulere fra ca. 10 l/s til 4.500 l/s. Enkeltblænder er normalt fremstillet i syrefast rustfrit stål.

Funktion

Enkeltblænden fungerer vha. gravitation. Den har ingen bevægelige dele, er uden mekanik og den har ingen energikrav. En enkeltblænde begrænser vandføringen ved at udløbshullet er lille. Et eksempel er vist i figur 5.1.

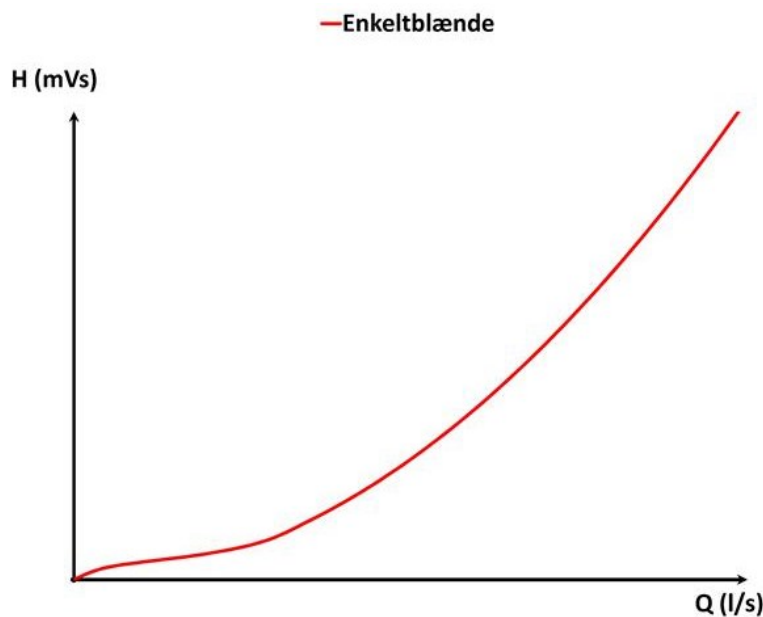
Tørvejsafstrømningen passerer under blænden. Ved regn og stigende tilløb til regulatoren vil blænden tiltagende øge modstanden på vandføringen og dermed begrænse gennemstrømningen. Ved den ønskede maksimale stuvningshøjde vil enkeltblænden give den ønskede maksimale vandføring.



Figur 5.1
Enkeltblænde som fast regulering

Karakteristik

Karakteristikken for en enkeltblænde er en parabel, se figur 5.2.



Figur 5.2
Karakteristik for en enkeltblænde

Installation

Enkeltblænden installeres dykket. Den monteres på afløbet i bygværket, der er placeret nedstrøms for den forsinkelsesanordning, hvorfra der ønskes en regulering.

Regulatoren har lille pladskrav, og kan som regel indbygges i eksisterende bygværk/brønde.

En enkeltblænde er justerbar og er forudindstillet fra leverandøren. Indstillingen af blænden bør kontrolleres, efter regulatoren er installeret. Ønskes vandføringen senere ændret, kan den justeres ved at løsne et par skruer, justere blænden efter leverandørens anvisning og fastgøre skruerne igen.

Drift

Enkeltblænden vil ligesom stignbordet have en begrænset anvendelighed pga. størrelsen af gennemstrømningsåbningen. Bremseeffekten er kun lidt bedre end et skarpkantet hul. Størrelsen på indholdet af faste stoffer i spildevandet sætter en nedre grænse for, hvor lille gennemstrømningsåbningen kan gøres. Så ønsker man at regulere ned til en meget lille vandføring, må en anden regulator vælges.

Enkeltblænden har et lige gennemløb og rundet bundløb, hvilket medvirker til en god selvrensning.

Efter installation bør regulatoren tilses regelmæssigt for at kortlægge behovet for vedligeholdelse på stedet.

5.2 Dobbeltblænde

Anvendelse

Dobbeltblænder installeres i afløb fra forsinkelsesbassiner, i bygværker, i vandløb mm. og anvendes primært til regulering af vandføringen, hvor denne er stor og stuvningshøjden lav.

Regulatoren benyttes til regulering i regnvandssystemer og i fællessystemer. Den findes i forskellige størrelser og kan regulere fra ca. 30 l/s til 10.000 l/s. Dobbeltblænder er normalt fremstillet i syrefast rustfrit stål, se figur 5.3.



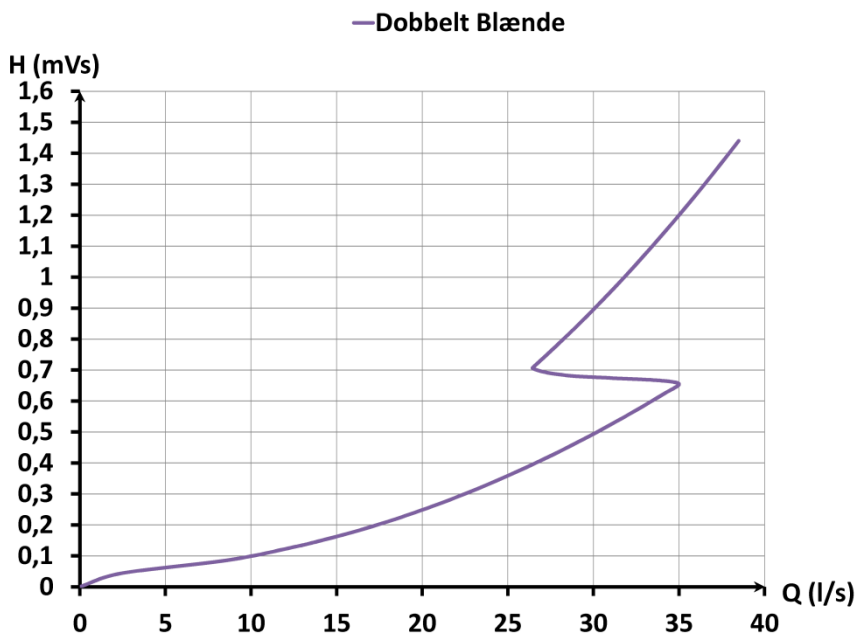
Figur 5.3
Dobbeltblænde

Funktion

Funktionen af dobbeltblænden er beskrevet under afsnit 3.4.3. Dobbeltblænden fungerer vha. gravitation. Den har ingen bevægelige dele, er uden mekaniske dele og den har ingen energikrav.

Karakteristik

Udløbskarakteristikken for en dobbeltblænde er vist i figur 5.4.



Figur 5.4
Karakteristik for dobbeltblænde

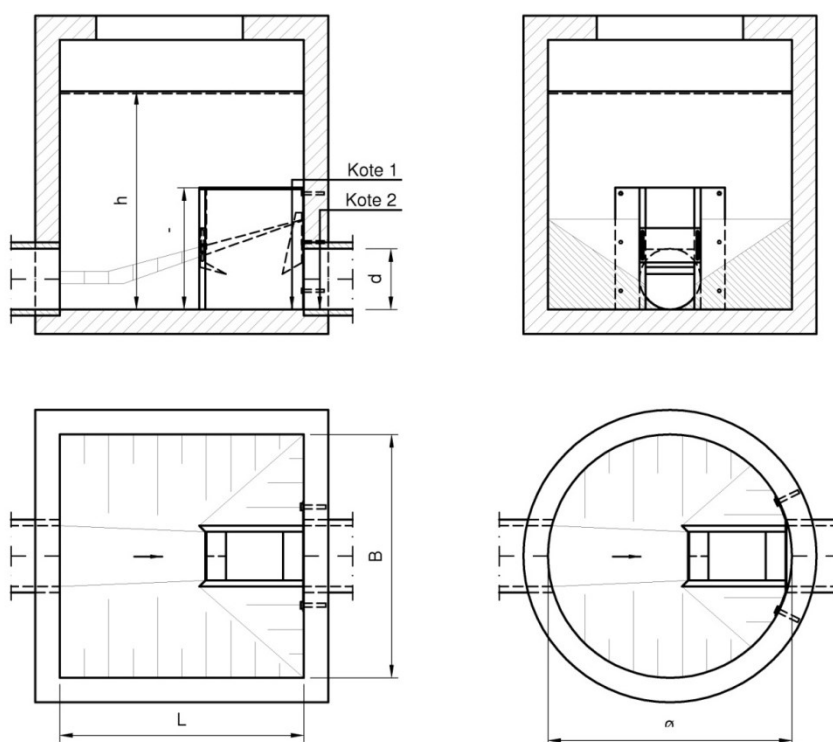
Installation

Dobbeltblænden installeres dykket. Den monteres på afløbet i bygværket, hvilket er illustreret på figur 5.5. Bygværket er placeret nedstrøms for det bassin, hvorfra der ønskes en regulering. Der anlægges en bundrende med 20 ‰'s fald, og der støbes banketter med fald mod bundrenden.

Regulatoren har lille pladskrav og kan som regel indbygges i eksisterende bygværker/brønde.

En dobbeltblænde er justerbar og begge blænder er forudindstillet fra leverandøren. Indstillingen af blænderne bør kontrolleres, efter regulatoren er installeret. Ønskes vandføringen senere ændret, kan den justeres ved at løsne et par skruer, justere blænden efter leverandørens anvisning og fastgøre skruerne igen.

De justerbare blænder gør, at vandføringen kan øges/mindskes ca. 25 % fra regulatorens middelvandføring.



Figur 5.5
Plan og snit af dobbeltblænde

Drift

Dobbeltblænden har lige gennemløb og rundet bundløb, hvilket medvirker til en god selvrensning. Dobbeltblænden er let at spule fra terræn.

Efter installation bør regulatoren tilses regelmæssigt for at kortlægge behovet for vedligeholdelse på stedet.

5.3 Drosselbrønd

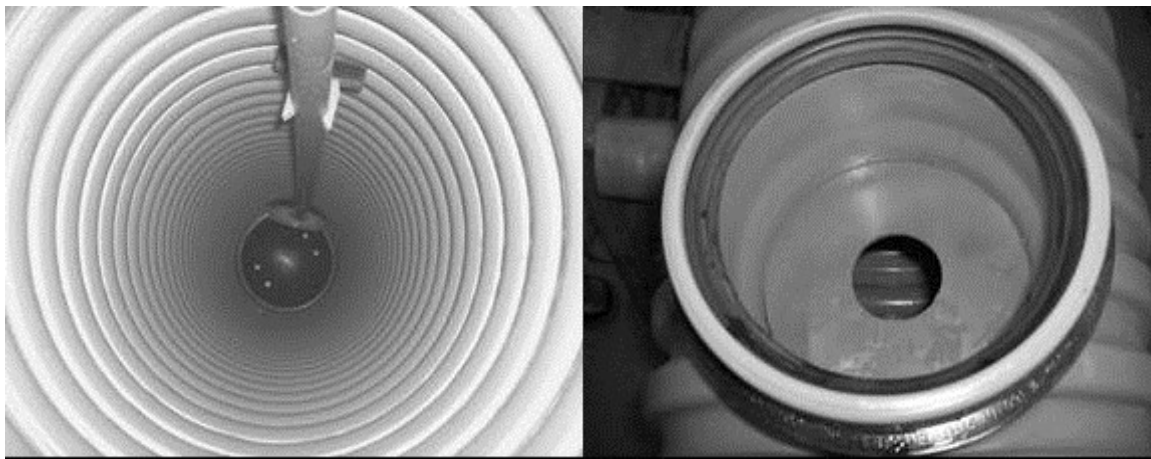
Anvendelse

Drosselbrønde installeres i nedløbsbrønde, hvor der sker udledning af regnvand fra private grunde/parkeringspladser og anvendes til regulering af små vandføringer. De installeres kun i nedløbsbrønde med sandfang.

Drosselbrønde benyttes kun til regulering af regnvand. De findes i forskellige størrelser og kan regulere op til 3 l/s. Drosselpladen er normalt fremstillet i rustfrit stål.

Funktion

Drosselbrønden, der er vist på figur 5.6 er en speciel fremstillet nedløbsbrønd, hvor der i udløbet er installeret en drosselplade til begrænsning af afløbet fra brønden.



*Figur 5.6
Drosselbrønd*

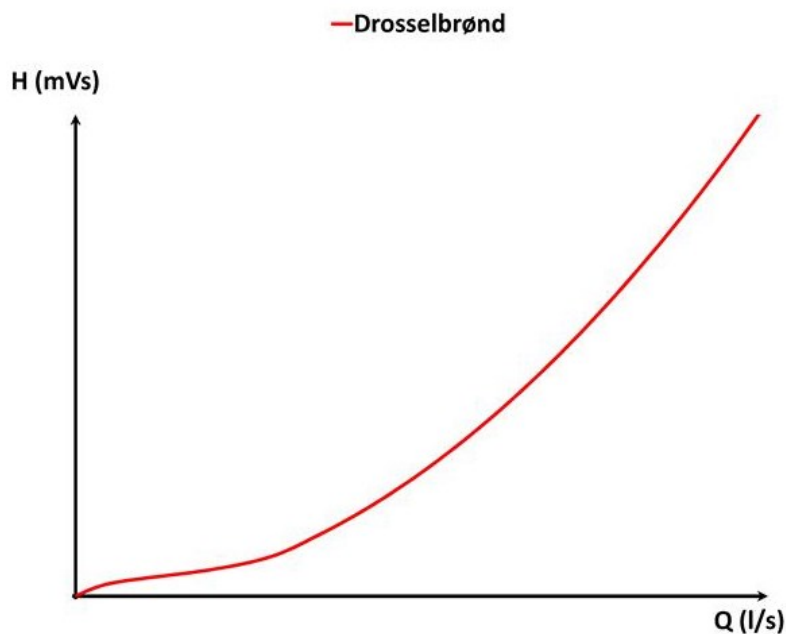
Hullet i drosselpladen dimensioneres i hvert enkelt tilfælde. Brønden fremstilles af korrugeret rør i dimensionerne $\varnothing 315$ mm og $\varnothing 425$ mm. Ind- og udløb placeres i brønden efter kundens anvisning. Drosselpladen er placeret i en skinne i udløbet, og er fastgjort til et rør, der gør, at man manuelt kan åbne helt op for spjældet eller tage det op for inspektion.

Drosselbrønden fungerer vha. gravitation. Den har ingen bevægelige dele, og har ingen energikrav. En drosselbrønd begrænser vandføringen ved at udløbshullet er lille.

Ved regn og stigende tilløb til regulatoren vil drosselpladen tiltagende øge modstanden på vandføringen og dermed begrænse gennemstrømningen. Ved den ønskede maksimale stuvningshøjde vil drosselbrønden give den ønskede maksimale vandføring.

Karakteristik

Udløbskarakteristikken for en drosselbrønd er vist i figur 5.7.



Figur 5.7
Karakteristik for en drosselbrønd

Installation

Drosselpladen er placeret på afløbet i drosselbrønden. Drosselbrønden placeres nedstrøms for den forsinkelsesanordning, hvorfra der ønskes en regulering. Dette kan fx enten være en faskine eller et magasin/bassin på ejendommen, eller i en lavning i terrænet.

Drift

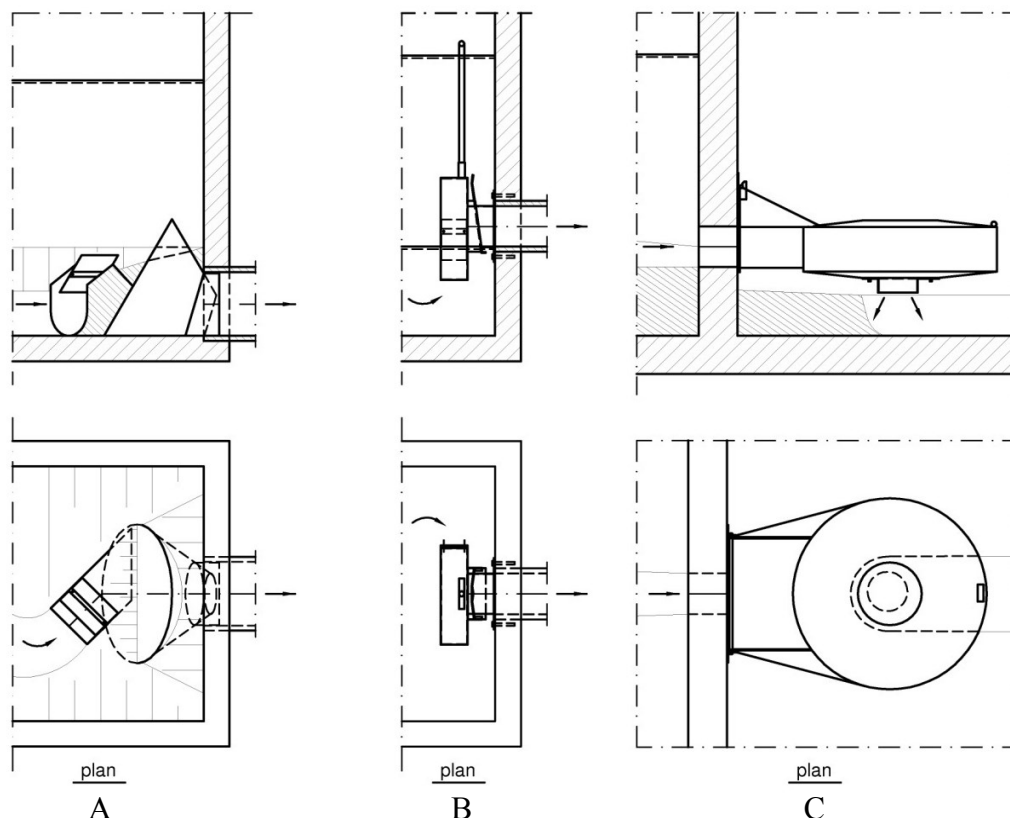
Drosselbrønden vil ligesom stigbordet have en begrænset anvendelighed pga. størrelsen af gennemstrømningsåbningen, der er minimeret for at begrænse flowet. Størrelsen på indholdet af faste stoffer i regnvandet sætter en nedre grænse for, hvor lille gennemstrømningsåbningen kan gøres. Så ønsker man at regulere ned til en meget lille vandføring, må en anden regulator vælges.

Ved almindelig drift bør drosselpladen efterses og renses mindst 1 gang årligt. Hvis der er øget risiko for tilstopning, bør eftersyn og rensning tilpasses hertil.

6 Vandbremsere

Vandbremsere med hvirvelregulering findes i tre hovedtyper, som vist i figur 6.1.

- Cyklonbremse
- Centrifugalbremse-vertikal
- Centrifugalbremse-horisontal



Figur 6.1

De tre hovedtyper af vandbremsere med hvirvelregulering:

A: Cyklon

B: Centrifugal-vertikal

C: Centrifugal-horisontal

6.1 Cyklonbremsen

Anvendelse

Cyklonbremsen monteres normalt i en brønd placeret i forbindelse med afløb fra forsinkelsesbassiner og bygværker mm, og anvendes til regulering af alle vandføringer undtagen de helt små. Regulatoren benyttes til regulering i regnvandssystemer og i fællessystemer. Den findes i forskellige størrelser og kan regulere fra ca. 6 l/s til 600 l/s. Cyklonbremsere er normalt fremstillet i syrefast rustfrit stål, se figur 6.2.

Cyklonbremsen er meget anvendt, bl.a. fordi cyklonbremsen kan indbygges i eksisterende brønde uden højdetab. De almindeligste størrelser kan passere et brønddæksel, hvilket gør vandbremsen anvendelig både ved nyanlæg, og ved reguleringer i eksisterende systemer, hvor en løsning ofte kan anbringes uden opgravning.



Figur 6.2
Cyklonbremsen

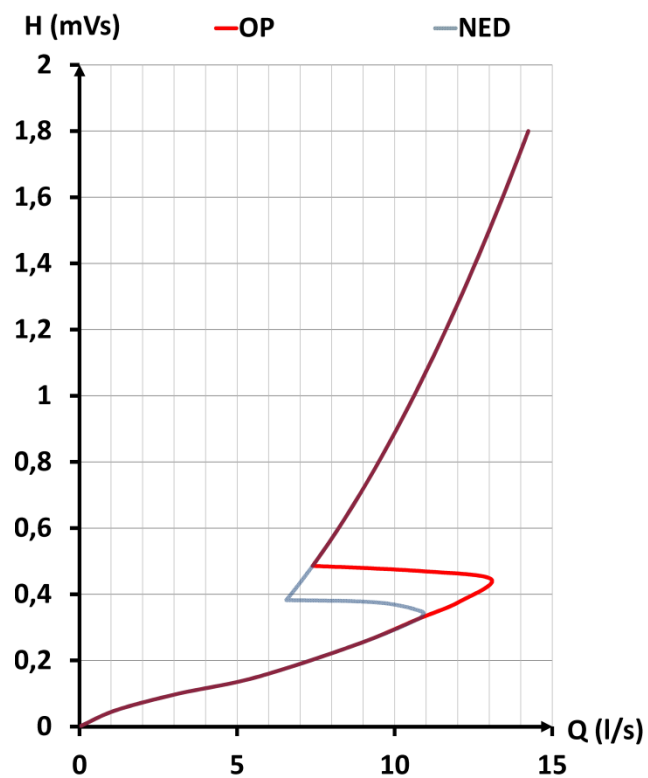
Funktion

Cyklonbremsen fungerer vha. gravitation. Funktionen af bremsen er beskrevet i afsnit 3.5.

Cyklonbremsen har et liggende keglestubformet kammer. Trykhøjden skal være mindst 300-400 mm over bremsehuset for at opnå bremseeffekten. Cyklonbremsen har ingen bevægelige dele, er uden mekaniske dele og den har ingen energikrav.

Karakteristik

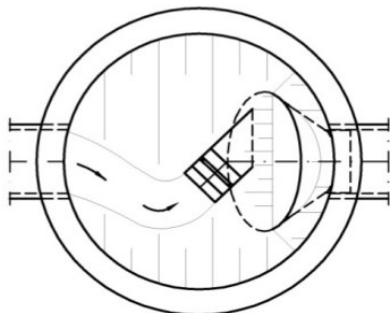
Cyklonbremsens udløbskarakteristik ses i figur 6.3. Virkningsmekanismerne bag er beskrevet i afsnit 3.5.



Figur 6.3
Karakteristik for cyklonbremsen

Installation

Cyklonbremsen er til dykket installation. Den monteres på afløbet i bygværket, hvilket kan ses på figur 6.4, men kan også monteres tørt og halvtørt, hvis det ønskes se, kapitel 4 og kapitel 8. Bygværket er placeret nedstrøms for den forsinkelsesanordning eller lavning, hvorfra der ønskes en regulering. Ved risiko for stuvning på afløbssiden anbefales det, at regulatoren forsynes med en udluftning.



Figur 6.4

Der skal støbes bundrende frem til cyklonbremsens indløb

Cyklonbremsen kan som regel indbygges i eksisterende bygværker/brønde. I bygværket skal der anlægges en bundrende frem til cyklonbremsens indløb med 20 ‰'s fald, og der støbes banketter med fald mod bundrenden. Cyklonbremsen skal have et mireret gennemløb.

En cyklonbremse er justerbar med en blænde, der er forudindstillet fra leverandøren. Indstillingen af blænden bør kontrolleres efter regulatoren er installeret. Ønskes vandføringen senere ændret, kan den justeres ved at løsne et par skruer, justere blænden efter leverandørens anvisning og fastgøre skruerne igen.

Den justerbare blænde gør, at vandføringen kan øges/mindskes ca. 25 % fra regulatorens middelvandføring.

Drift

Cyklonbremsen er designet, så der opnås maksimal selvrensning. Gennemløbet har kun en retningsændring på 45 grader gennem regulatoren, hvilket er minimalt for denne type regulatorer, og bundløbet er rundet. Der er endvidere en maksimal gennemstrømningsåbning. Disse egenskaber bevirker, at der er en mindre risiko for tilstopning i forhold til andre reguleringer. Det er nemt at spule installationen fra terræn.

Efter installation bør regulatoren tilses regelmæssigt for at kortlægge behovet for vedligeholdelse på stedet.

Overløb

Ved stor risiko for tilstopning af cyklonbremsen kan der indbygges et nødoverløb eller en by-pass-funktion i forbindelse med cyklonbremsen.

Nødoverløb kan også begrænse opstemningshøjden opstrøms. I dette tilfælde bør overløbet udføres som en overfaldskant, der gøres så lang som mulig.

6.2 Centrifugalbremse

Centrifugalbremsen findes både i en vertikal og i en horisontal udgave.

6.2.1 Vertikal centrifugalbremse

Anvendelse

Den vertikale centrifugalbremse monteres i en brønd med sandfang. Brønden er placeret i forbindelse med afløb fra forsinkelsesbassiner og bygværker mm. Den vertikale centrifugalbremse anvendes til regulering af små og moderate vandmængder. Regulatoren benyttes til regulering i regnvandssystemer, men kan også regulere visse typer industri-spildevand, og til- og afløb fra olieudskillere. Den findes i forskellige størrelser og kan regulere fra ca. 0,2 l/s til 80 l/s. Centrifugalbremsen er normalt fremstillet i syrefast rustfrit stål, se figur 6.5.



Figur 6.5
Vertikal centrifugalbremse

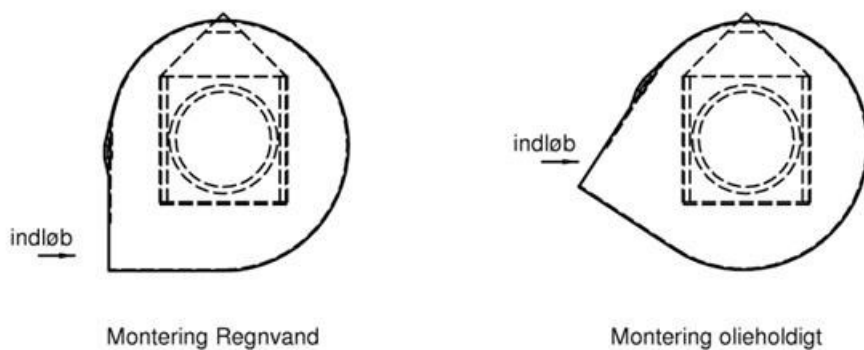
Den vertikale centrifugalbremse er den mest anvendte vandbremse til regnvand. Med sump, den største gennemløbsåbning og mulighed for af- og påmontering med løftestang er det den reguleringsmetode, der har den bedste forudsætning for billig drift. De almindeligste størrelser kan passere et brønddæksel, hvilket gør vandbremsen anvendelig både ved nyanlæg, og ved reguleringer i eksisterende systemer, hvor en løsning ofte kan anbringes uden opgravning.

Funktion

Centrifugalbremsen fungerer vha. gravitation. Funktionen af bremsen er beskrevet i afsnit 3.5.

Centrifugalbremsen har et fladt og set fra fladen dråbeformet bremsehus. Den har ingen bevægelige dele, er uden mekaniske dele, og den har ingen energikrav.

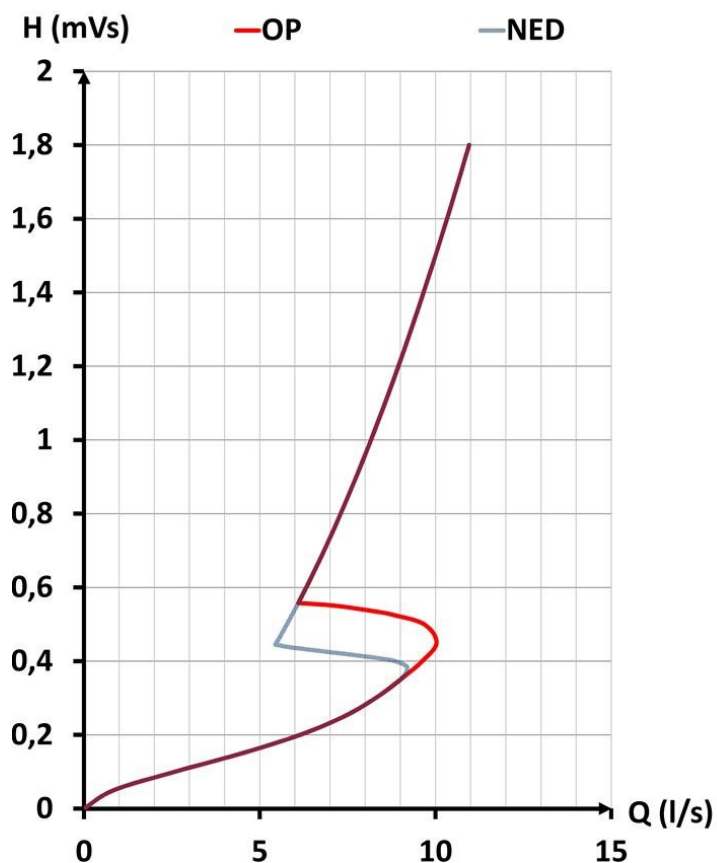
Centrifugalbremsens indløb er dykket, idet indløbet er under afløbets bundkote. Hvis centrifugalbremsen skal anvendes til olieholdigt regnvand, skal centrifugalbremsen leveres, så kammeret og dermed indløbet er drejet 45 grader, for at olien har fri passage gennem bremsen, se figur 6.6.



Figur 6.6
Vertikal centrifugalbremse til almindeligt og olieholdigt regnvand

Karakteristik

Centrifugalbrensens karakteristik ligner cyklonbrensens, og mekanismerne bag er beskrevet i afsnit 3.5. Centrifugalbrensen har en bedre bremseeffekt end cyklonbrensen, og derfor en stejlere kurve. Udløbskarakteristikken ses i figur 6.7.



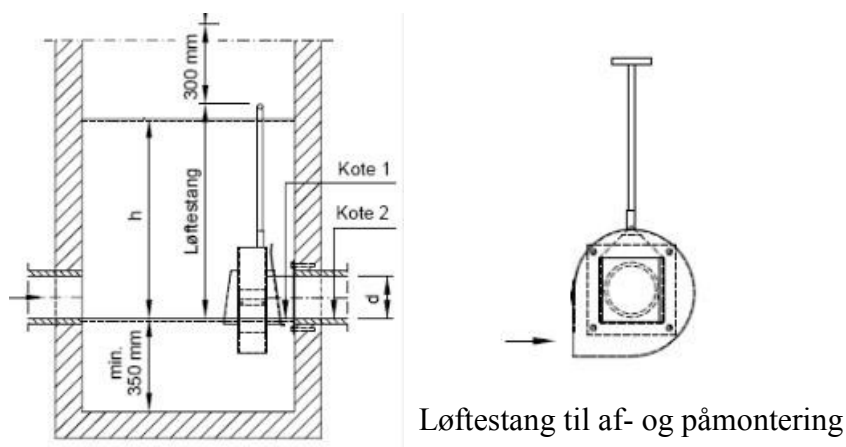
Figur 6.7
Karakteristik for en vertikal centrifugalbremse

Installation

Den vertikale centrifugalbremse er til dykket installation. Den monteres på afløbet i bygværket over en sump, hvilket er illustreret på figur 6.8. Sumpen fungerer som sandfang. Bygværket er placeret nedstrøms for det bassin eller lavning, hvorfra der ønskes en regulering. Ved risiko for stuvning på afløbssiden anbefales det, at regulatoren forsynes med en udluftning.

Den vertikale centrifugalbremse kan som regel indbygges i eksisterende bygværker/brønde med sump.

Den vertikale centrifugalbremse kan leveres til fast montage eller med en kilekobling og løftestang, der muliggør af- og remontering fra terræn.



Figur 6.8

Den vertikale centrifugalbremse med kilekobling kan afmonteres ved hjælp af løftestangen

En vertikal centrifugalbremse er justerbar med en blænde, der er forudindstillet fra leverandøren. Indstillingen af blænden bør kontrolleres efter regulatoren er installeret. Ønskes vandføringen senere ændret, kan den justeres ved at løsne et par skruer, justere blænden efter leverandørens anvisning og fastgøre skruerne igen.

Den justerbare blænde gør, at vandføringen kan øges/mindses ca. 25 % fra regulatorens middelvandføring.

Drift

Kombinationen af stor gennemløbsåbning, dykket indløb og sump gør, at risikoen for tilstopning er kraftigt reduceret. Der kan påmonteres en rist, så risikoen yderligere reduceres i situationer med små vandmængder og større genstande i vandet.

Regulatoren kan endvidere leveres med løftestang, der muliggør af- og påmontering fra terræn, se figur 6.8. Inspektion, service eller kapacitetsændring af regulatoren kan derfor foregå under hygiejnisk og arbejdsmiljømæssige gunstige forhold.

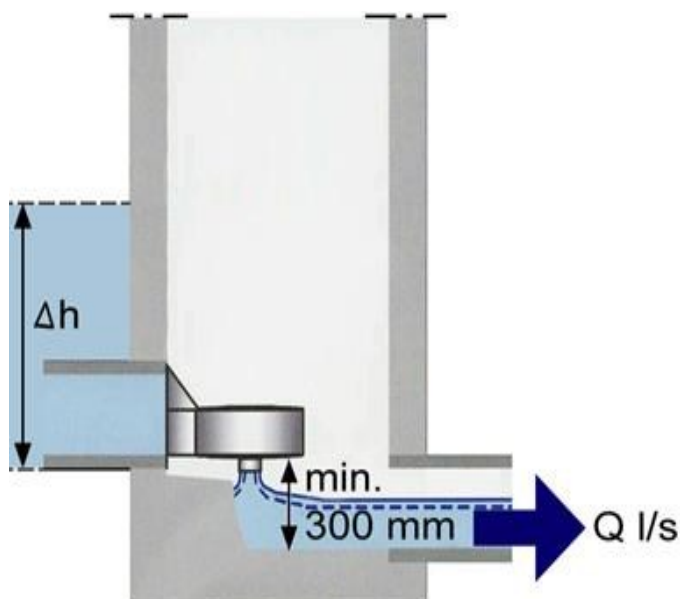
Efter installation bør regulatoren tilses regelmæssigt for at kortlægge behovet for tilsyn/vedligeholdelse på stedet. Det vil dog typisk ikke være regulatoren, der har behov for vedligeholdelse, men derimod den sump, den er monteret over.

6.2.2 Horizontal centrifugalbremse

Anvendelse

Den horisontale centrifugalbremse monteres normalt på tilløbet i en brønd i forbindelse med afløb fra bassiner på fællessystemer og overfaldsbygværker, og anvendes til regulering af små og moderate vandmængder. Regulatoren benyttes primært til regulering i spildevandssystemer. Den horisontale centrifugalbremse er normalt fremstillet i syrefast rustfrit stål, se figur 6.9.

Den horisontale centrifugalbremse bliver kun brugt i specielle tilfælde, og er ikke almindelig i Danmark.



Figur 6.9

Horizontal Centrifugalbremse

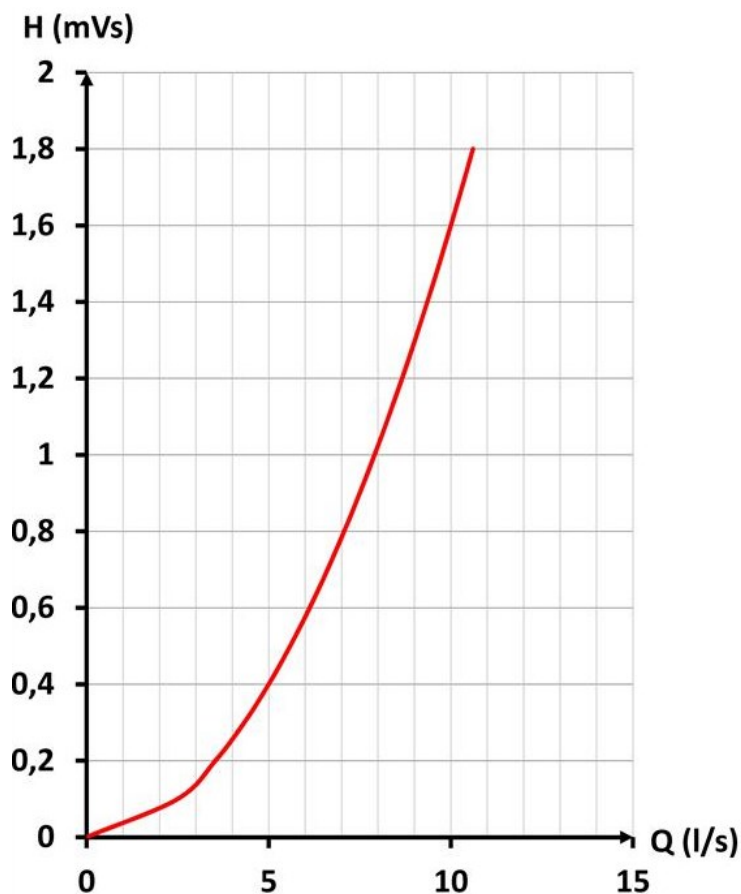
Funktion

Den horisontale centrifugalbremse er den mest effektive af hvirvelregulatorerne. Centrifugalbremsen fungerer vha. gravitation. Funktionen af bremsen er beskrevet i afsnit 3.5.

Centrifugalbremsen har et fladt og set fra fladen dråbeformet bremsehus. Den har ingen bevægelige dele, er uden mekaniske dele, og den har ingen energikrav.

Karakteristik

Den horisontale centrifugalbremses karakteristik er som beskrevet under afsnit 3.5. Den har ikke det udprægede "bump" på kurven som andre hvirvelregulatorer, og bremser derfor tidligere end den vertikale type og cyklonbremsen. Udløbskarakteristikken ses i figur 6.10.



Figur 6.10
Karakteristik for en horisontal centrifugalbremse

Installation

Den horisontale centrifugalbremse er til halvtør installation. Den monteres på tilløbet til bygværket, hvilket kan ses på figur 6.9. Bygværket er placeret nedstrøms for det bassin eller lavning, hvorfra der ønskes en regulering.

Den horisontale centrifugalbremse kan som regel indbygges i eksisterende bygværker/brønde. For at sikre frit afløb skal der være mindst 300 mm mellem undersiden af hvirvelkammeret og bundrenden, der støbes for at optimere vandføringen videre i kloaksystemet.

En horisontal centrifugalbremse er justerbar med en udskiftelig udløbsblænde. Ønskes vandføringen ændret, kan den justeres ved at udskifte blænden efter leverandørens anvisning. Den udskiftelige blænde gør, at vandføringen kan øges/mindskes ca. 25 % fra regulatorens middelvandføring.

Drift

Den horisontale centrifugalbremses store bremseeffekt betyder, at gennemløbsåbningen er den størst mulige, og dermed reduceres risikoen for tilstopning maksimalt.

Idet regulatoren er halvtørt monteret, er der nogle særlige udfordringer ved tilstopning af tilløbet. Derfor kan det være hensigtsmæssigt at placere:

1. En tilsynsbrønd foran reguleringsbrønden

2. Vælge et specialdesign, så regulatoren kan klappes op, hvorved der bliver adgang til tilløbet
3. Udstyre regulatoren med en inspektionsluge så man får nemmere adgang til tilløbet

Efter installation bør regulatoren tilses regelmæssigt for at kortlægge behovet for tilsyn og vedligeholdelse på stedet.

6.3 Vandbremsebrønde

Anvendelse

Vandbremsebrønden er typisk monteret i plastbrønde, hvor leverandøren har premontoreret en vandbremse i en brønd med sandfang.

Regulatoren benyttes til regulering i regnvandssystemer. Den findes i forskellige størrelser og kan regulere fra ca. 0,1 l/s til 25 l/s. Bremsere til vandbremsebrønde fremstilles normalt i syrefast rustfrit stål, se figur 6.11.

Med sump, den største gennemløbsåbning og, om ønsket, mulighed for af- og påmontering med løftestang, er det den reguleringsmetode, der har den bedste forudsætning for billig drift.

De mindre størrelser af vandbremsebrønde er beregnet til privat brug, specielt i forbindelse med overløb fra faskiner, overjordiske regnbede, små bassiner og magasiner.



*Figur 6.11
Vandbremsebrønd*

Funktion

Den vertikale centrifugalbremse fungerer vha. gravitation. Funktionen af bremsen er beskrevet i afsnit 3.5.

Centrifugalbremsen har ingen bevægelige dele, er uden mekaniske dele og har ingen energikrav.

Centrifugalbremsens indløb er dykket, idet indløbet er under afløbets bundkote.

Vandbremsebrønden dimensioneres ud fra projektspecifikationerne. Brønden fremstilles typisk af korrugeret plast, med dimensionerne fra \varnothing 200 til \varnothing 600mm.

Kombinationen af brønd og vandbremse monteret fra leverandør kan udnyttes til at sikre små vandføringer. Vandbremsebrøndene kan komme så langt ned i afledning som 0,1 l/s. Dette kræver dog forskellige filterløsninger, som leverandører kan foreslå, for at undgå genstande, som kan tilstoppe vandbremsen.

Karakteristik

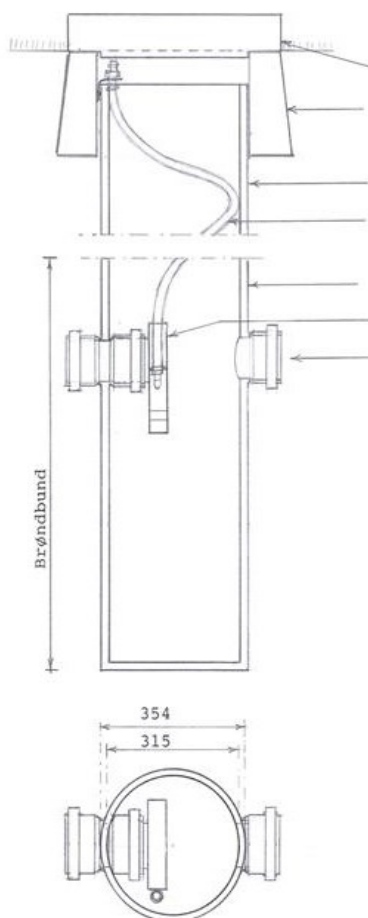
Da det er en vertikal centrifugalbremse, der monteres i vandbremsebrønden henvises til afsnit 3.5 og 6.1 for en beskrivelse af denne.

Installation

Vandbremsebrønden nedgraves til given kote og tilsluttes tilløb og afløb på studsene.

Den vertikale centrifugalbremse i brønden er en dykket installation. Den er premonteret på afløbet i brønden, der inkluderer en sump, hvilket er illustreret på figur 6.12. Sumpen fungerer som sandfang. Bygværket er placeret nedstrøms for den forsinkelsesanordning, hvorfra der ønskes en regulering. Ved risiko for stuvning på afløbssiden anbefales det, at regulatoren forsynes med en udluftning.

Den vertikale centrifugalbremse kan leveres fast monteret eller med en kilekobling og løftestang, der muliggør af- og remontering fra terræn.



Figur 6.12

Den vertikale centrifugalbremse preinstalleret i brønd fra leverandøren

Vandbremsen i vandbremsebrønden er typisk ikke justerbar.

Drift

Vandbremsen i vandbremsebrønden kan i de små fastmonterede typer forsynes med en spuleanordning, således at regulatoren kan spules fra terræn.

Regulatoren kan leveres med løftestang, der muliggør af- og påmontering fra terræn. Inspektion, service eller kapacitetsændring af regulatoren kan derfor foregå under hygiejnisk og arbejdsmiljømæssige gunstige forhold.

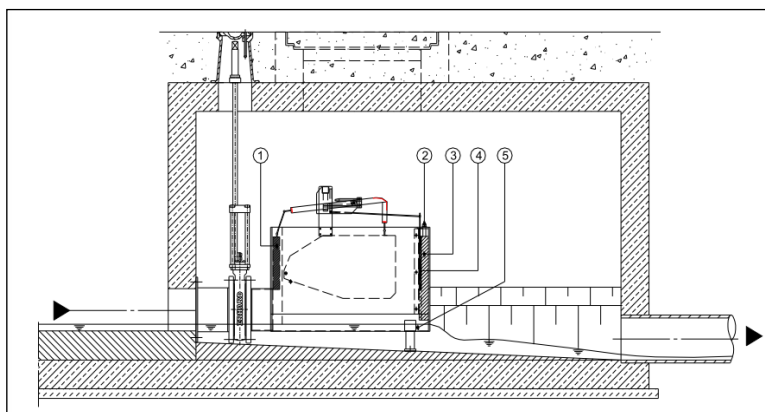
Efter installation bør regulatoren tilses regelmæssigt for at kortlægge behovet for tilsyn og vedligeholdelse på stedet. Det vil dog typisk ikke være regulatoren, der har behov for vedligeholdelse, men derimod den sump, den er monteret over.

7 Specielle/avancerede regulatorer

7.1 Regulator med flyder

Anvendelse

Regulatoren med flyder installeres i afløb fra fx bassin eller overløbsbygværk til opretholdelse af konstant vandføring, der er uafhængig af opstuvningen (vandstanden) i bygværket, se figur 7.1.



1. Reguleringsplade i indløb
2. Justeringsskrue for udløbspladehøjde svarende til indstillet q -max. (=set punkt)
3. Blænde i udløb til opretholdelse af stuvningsniveau omkring flyder
4. Udløbsplade der sikrer, at tørvejr/safstrømning (lavt flow) kan passere uden tilstrømning.
5. Flyderlegeme

Figur 7.1

Regulator med flyder

Regulatoren er beregnet til regnvand eller opblandet regnvand og spildevand fra fælles-systemer. Der reguleres typisk fra ca. 2 l/s til 440 l/s som standard. Regulatoren er normalt udført i syrefast rustfrit stål i dimensionerne \varnothing 100 mm op til \varnothing 500 mm.

Funktion

Funktionen er rent mekanisk og kræver ikke strømforsyning.

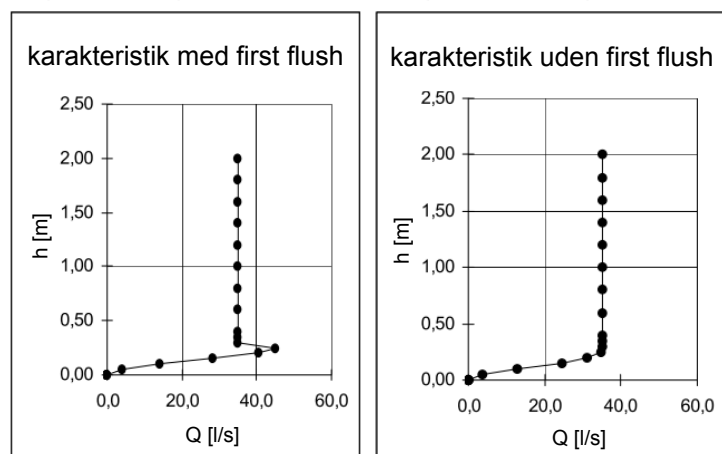
I tørvejr passerer spildevandet under udløbsblænden, uden at opstuvning og hævnning af flyderen finder sted. I perioder med regn og stigende vandføring gennem regulatoren får blænden i udløbet vandstanden og dermed flyderen til at stige, hvorved reguleringspladen vil blive sænket og dermed begrænse tilløbet fra det opstrøms bygværk. Omvendt vil flyderen sænkes og reguleringspladen hæves, når vandføringen falder. Derved ledes mere vand gennem regulatoren, og den ønskede maksimal vandføring opnås.

Inden installation kalibreres kontrolblænden i udløbet til et forudindstillet set-punkt for maksimal vandføring gennem regulatoren. Set-punktet kan nemt ændres ved drejning af justeringsskrue på blænden på grundlag af tilhørende justeringstabel fra leverandøren.

Karakteristik

Regulatoren opretholder effektivt den ønskede maksimalvandføring for varierende vandstand/tryk i det opstrøms bygværk, se figur 7.2.

Regulatoren kan leveres, så den skaber et first flush, dvs. den kortvarig sender en kraftig vandføring videre for hurtig at vende tilbage til max flow, jfr. ovenstående afsnit om undgåelse af tilstopning. Dette for at få eventuelle løse aflejringer spulet videre ned i systemet.



Figur 7.2

Karakteristik på regulator med flyder

Installation

Regulator med flyder er til tør eller halvtør installation monteret på tilløbssiden i bygværket, der er beliggende nedstrøms for det bassin/overløb, hvorfra afløbsvandføringen ønskes reguleret.

Ved tør installation anbringes regulatoren på en ledningsstrækning, og ved halvtør anbringes den på indløbssiden af brønden.

Drift

Regulatoren har bevægelige dele og undgåelse af tilstopning er derfor indtænkt i den hydrauliske udformning.

Ved begyndende tilstopning omkring indløbsreguleringspladen, reduceres vandføring til regulatoren, hvorved flyderen vil sænkes, og indløbsregulatorpladen hæves, således at den blokerende genstand kan passere under regulatoren.

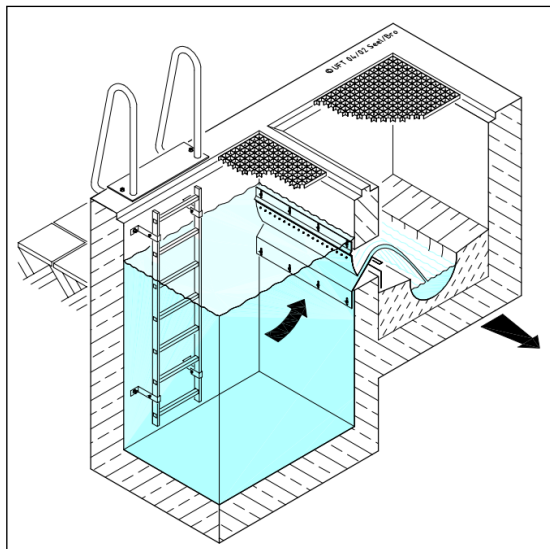
Ved tilstopning omkring udløbsblænden vil flyderen hæves til over det normale driftsniveau, hvorved flyderen vil hæve udløbsblænden, således at den blokerende genstand kan passere.

For små dimensioner af regulatoren, dvs. op til \varnothing 300 mm, er der indbygget en særlig mekanisme til undgåelse af tilstopning i tørvejr, således at udløbsblænden i tørvejr er hævet til en højde af minimum 65 mm, således at forureninger kan passere under udløbsblænden ved små vandføringer. Når vandføringen stiger, sænkes udløbsblænden til den forudindstillede værdi således, at den forudindstillede værdi af maksimal vandføring opretholdes.

7.2 Regulator med bøjelig stålplade

Anvendelse

Den bøjelige stålplade, der ses på figur 7.3, installeres langs overløbskanten i afløb fra bassin til nedstrøms afløbssystem med det formål at opretholde en konstant maksimalvandføring over kanten uafhængig af opstuvningen over denne.



Figur 7.3
Regulator til overløbskant

Aflastning til recipient foregår fra højere beliggende overløbskant i bassinets modsatte ende. Herved opnås maksimal sedimentation i bassinet.

Regulatoren er beregnet til regnvand og spildevand og er normalt udført i (syrefast) rustfrit stål.

Funktion

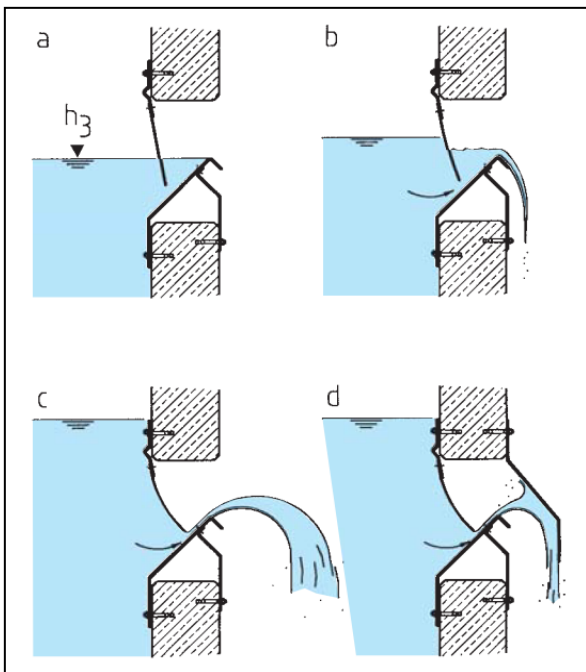
Regulatoren har ingen bevægelige dele (udover den bøjelige stålplade) og kræver ikke strømforsyning.

Overløbet foregår gennem en langsgående åbning i hele overløbskantens bredde. På selve overløbskanten i åbningens underside er installeret en fast beliggende skrå overløbskant. Langs åbningens overside er installeret en bøjelig fjederplade i fjederstål.

Funktionen er illustreret i figur 7.4:

- I situation a påbegyndes overløb som normalt frit overløb over den skrå faste stål-kant
- I situation b påbegyndes bøjning af fjederpladen således, at overløbsvandføringen begrænses
- Ved yderligere vandstandsstigning som vist i situation c bøjes fjederpladen så meget, at overløbet foregår som en fri stråle. På grund af den stigende vandstand i bassinet mindskes åbningen mellem den faste og den bøjelige overløbskant, således at vandføringen i overløbsstrålen holdes ca. konstant, dvs. uafhængigt af vandstanden i bassinet

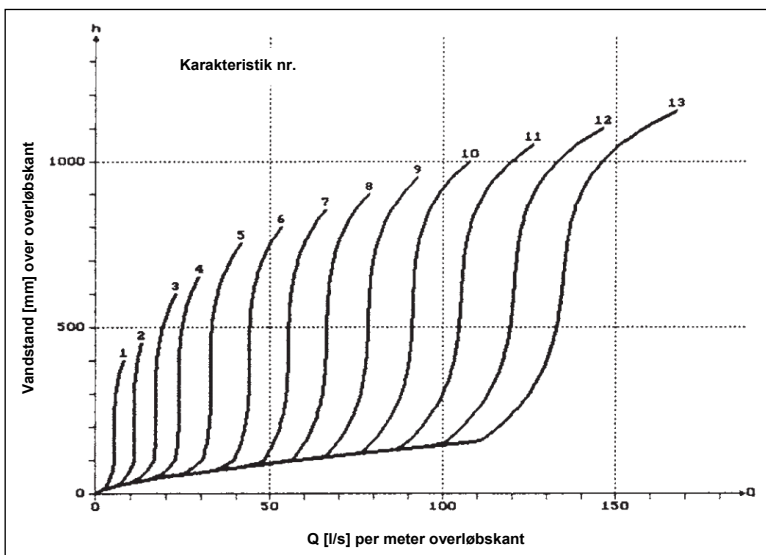
- En præplade kan installeres til begrænsning af støj og aerosoler ved udløbet, som vist i situation d



Figur 7.4
Funktion af bøjelig overløbsplade

Karakteristik

Karakteristikken viser, at den bøjelige stålplade effektivt kan opretholde den ønskede maksimalvandføring for store variationer af opstuvningen i bassinet, se figur 7.5.

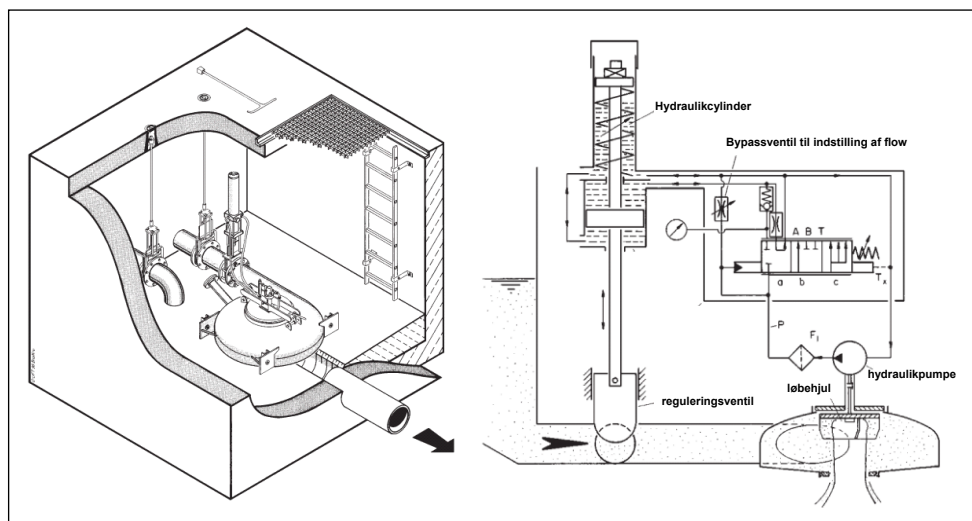


Figur 7.5
Karakteristik for regulator med bøjelig stålplade

Installation

Regulator monteres på en fast overløbskant i bassiner og overløbsbygværker med aflastning til recipient. Regulatorstørrelse tilpasses det ønskede flow samt længde på overløbskanten.

7.3 Turbo Hvirveldrossel (vortex):



Figur 7.6

Turbo-Hvirveldrossel. Horisontal centrifugal regulator med løbehjul

Anvendelse

Installeres i afløb fra fx bassin eller overløbsbygværk til opretholdelse af konstant afløbsvandføring, der er uafhængig af opstuvningen (vandstanden) i bygværket.

Regulatoren er beregnet til regnvand eller opblandet regnvand og spildevand fra fælles-systemer.

Funktion

Regulator med løbehjul er opbygget som en horisontal vandbremse, der blot har et løbehjul indbygget. Ved lille vandføring (tørvej) løber vandet under løbehjulet og videre i afløbssystemet, se figur 7.6.

Ved øget vandføring sættes løbehjulet i rotation, og via en hydraulisk anordning reguleres en ventil på indløbet til hvirvelregulatoren, til opretholdelse af den ønskede vandføring. Den ønskede vandføring (set-punktet) vælges vha. en drejeknap på regulatoren. Herefter reguleres ventilen til løbende justering for opretholdelse af den ønskede vandføring på grundlag af løbehjulets rotationshastighed, der er et mål for vandføringen.

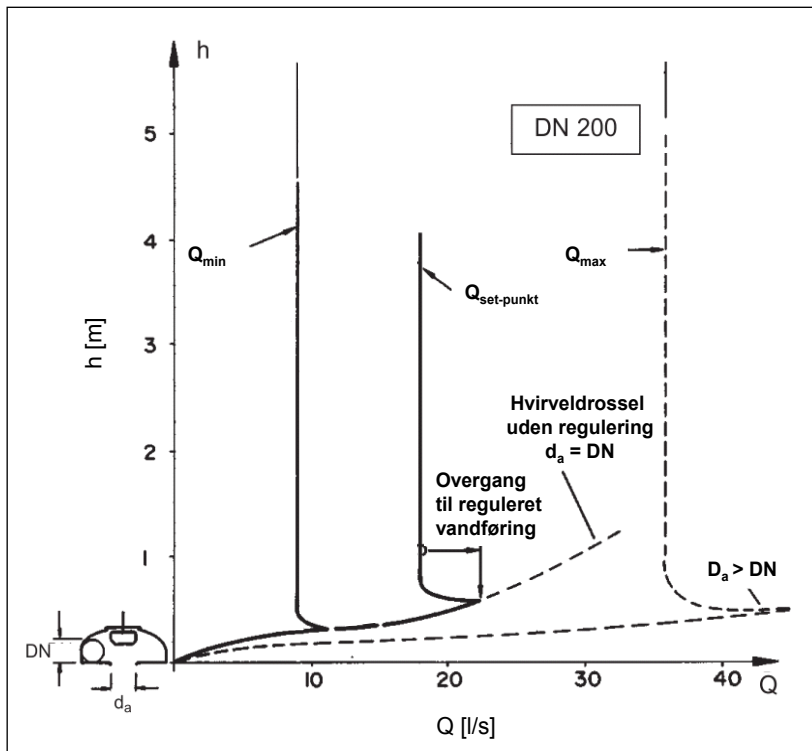
Regulatoren er monteret i separat bygværk umiddelbart nedstrøms for det bassin/overløbsbygværk, hvis afløbsvandføring skal reguleres, se figur 7.6.

Karakteristik

Den opnåede reguleringskarakteristik er vist i figur 7.7, der viser vandføring (l/s) gennem regulatoren og tilsvarende opstrøms vandstand (m VS) i bygværket.

Ved de små tørvejrsvandføringer er løbehjulet ikke aktiveret og karakteristikken følger de flade S-formede kurver nederst på Q-h diagrammet svarende til ureguleret vandføring.

Når ureguleret vandføring overstiger den kritiske værdi, aktiveres løbehjulet og vandføringen reguleres til den konstante værdi på de lodrette linjer svarende til forskellige indstillinger af set-punktet for vandføringen. De viste spidser på afstrømningen opstår ved overgang fra ureguleret til reguleret vandføring. Spidserne er hurtigt forbigående og uden praktisk betydning for styringen.



Figur 7.7
Karakteristik på Turbo hvirveldrossel

Fordelen ved regulatoren er, at det er muligt i et større interval at justere vandføringen, uden at skulle udskifte regulatoren fysisk.

Installation

På grund af de mekaniske og hydrauliske komponenter, skal regulatoren være tørt opstillet for at minimere risikoen for at der opstår driftmæssige problemer. Der må forventes lidt mere drift og vedligehold, end på mere enkle systemer uden mekaniske dele.

8 Projekteringsovervejelser

8.1 Placering

Generelt er det en regulators opgave at beskytte den del af ledningsnettet, som ligger nedstrøms mod overbelastning og oversvømmelse. Dette gør regulatoren ved kun at tillade en bestemt defineret vandmængde at passere, uanset variationen i tilløbsmængden og vandspejlskoten.

Det er vigtigt at sikre, at der er tilstrækkelige muligheder for magasinering af de tilbageholdte vandmængder før afløbsregulatoren.

Dette kan ske på flere forskellige måder:

- Etablering af bassin (åbne/lukkede/rørbassiner mv.) før afløbsregulatoren
- Etablering af overløbsbygværk med aflastning til recipient fx å/vandløb/sø/hav

Hvor det er muligt, bør tilstrømningen af regnvand til afløbssystemet begrænses, der hvor regnen falder. Dette kan for eksempel opnås ved etablering af LAR-anlæg som fx regnbede, grønne tage og grønne arealer til nedsivning, der ugenert kan stå under vand. Læs mere i Rørcenter-anvisning 016, Håndtering af regnvand på egen grund 2012.

Afløbsregulatorer kan tænkes anbragt følgende steder:

- Efter uudnyttede opmagasineringsvolumener i bassiner og afløbssystemer, således at deres opmagasineringskapacitet udnyttes fremadrettet
- Efter bassiner og overløbsbygværker
- Til regulering af udledningen fra private faskiner og regnbede og bassiner indtil opstuvningskoten nødvendiggør overløb til det offentlige kloaksystem
- Til begrænsning af udledning fra større parkeringspladser eller større tagflader
- Til begrænsning af tilløbsmængden til renseanlæg, olie- og fedtudskillere, pumpestation etc.
- Til begrænsning af afløb fra flade tage brugt som bassiner

Det er vigtigt, at man placerer afløbsregulatorerne med omtanke, idet der er tale om en genstand, som afhængig af type, skal have foretaget driftsinspektion og vedligeholdes. Derfor bør det være muligt at kunne komme til afløbsregulatoren med passende spuleudstyr.

8.2 Projektering

For at leverandøren kan levere den rigtige afløbsregulator, skal man som kunde have forholdt sig til en række spørgsmål. Disse vedrører både de krav, man som kunde har til løsningen, samt de fysiske forhold på stedet.

Til afklaring af dette er der nedenfor opstillet en række spørgsmål.

Hvad er designkriterierne – vandføring og stuvningshøjde?

Ved simulering af strømmingen i afløbssystemet fastsættes den maksimale/ønskede vandføring, Q_{max} (l/s), der kan tillades igennem et bestemt punkt – et hydraulisk knudepunkt. At overholde denne værdi er selve formålet med at installere en vandbremse/afløbsregulator, og den skal derfor oplyses.

Idet afløbsregulatoren virker ved gravitation og er drevet af det vandtryk, $h(m)$ der opbygges foran den, er det essentielt, at der oplyses en værdi for den beregningsmæssige stuvningshøjde. Dette er den maksimale vandspejlsforskel, der tænkes at kunne opstå foran regulatoren, og den fastlægges ved forskellen mellem følgende to koter:

- Koten for maksimal stuvning, der indvirker på regulatoren. Fx koten for en overløbskant i reguleringsbygværket, koten for laveste nedløbsrist +5-10 cm, hvis der forudsættes stuvning på terræn (fx en parkeringsplads), eller den forventede maksimale vandspejlshøjde i et opstrøms bassin
- Koten for bundløbet i reguleringsbygværkets afløbsledning, hvor regulatorens udløbstud monteres, så de flugter, eller koten for vandspejlshøjden lige foran regulatoren, når kloaksystemet er tomt

Hvis der er betydende og hyppig stuvning nedstrøms reguleringsbygværket, er det vigtigt, at det oplyses, så det kan tages med i vurderingerne ved udarbejdelsen af en løsning. Der foretages en konsekvensvurdering case-by-case.

Tilsammen defineres den ønskede vandføring og den beregningsmæssige stuvningshøjde den løsning, leverandøren beregner. Ændres en af parametrene, skal en ny løsning beregnes.

Hvis det allerede i projekteringsfasen vides, at der senere vil være behov for at aflede med en anden kapacitet det pågældende sted, kan der forsøges taget højde for det i den løsning, der beregnes.

Hvilket afløbsvand skal reguleres?

Man kan have behov for at regulere forskellige typer afløbsvand: regnvand, spildevand, industrispildevand, olie- eller fedtholdigt afløbsvand eller blandet regn- og spildevand. Afløbsvands sammensætning har betydning for valg af afløbsregulator, især når det gælder små og moderate vandmængder. Følgende skal overvejes for de forskellige typer afløbsvand:

- Regnvand: Sædvanligvis kan alle typer regulatorer benyttes til regulering af regnvand
- Regnvand med hyppig forekomst af større objekter (fx grene i vandløb): Der bør træffes særlig foranstaltninger, fx i form af gitre eller valg af en type med særlig stor gennemløbsåbning
- Spildevand: Ved afledning af spildevand må der ikke være sandfang på systemet samt vandlukker, der ikke tillader passage af flydende objekter. Dette udelukker brug af nogle typer løsninger. De større objekter i spildevand bevirker endvidere, at der kan være særlige krav til størrelsen på gennemløbsåbningen
- Industrispildevand: Hvis der er kemiske bestanddele i vandet, der fx har ætsende eller aflejrende egenskaber, kan der muligvis tages forholdsregler, der forlænger løsningens levetid. Der vælges som udgangspunkt typer af regulatorer svarende til regnvand

- Blandet regn- og spildevand: Vandets sammensætning, herunder blandingsforholdet mellem regn- og spildevand, deriblandt forekomsten af større objekter, har indflydelse på valget af type
- Olie- eller fedtholdigt afløbsvand: Dette bør oplyses, idet afløbsløsningen skal tilpasses, så man sikrer den videre passage af olie og fedt til fx en olie- eller fedtudskiller, samt optimere løsningen, så emulgeringen af olie og fedt minimeres

Er reguleringsbygværket eksisterende eller skal det etableres?

Hvis bygværket er eksisterende, eller er i projekteringsfasen, men har konstruktionsmæssige bindinger, er det vigtigt, at det oplyses. Ved fremsendelse af skitser for reguleringsbygværket til leverandøren tidligt i projekteringsfasen, opnås den største sikkerhed for, at den bedste løsning vælges.

Følgende bør afklares:

- Er der sump/sandfang eller er det muligt at etablere et?
- Er der krav til størrelsen af gennemløbsåbningen i regulatoren fx minimum \varnothing 150, fordi der er tale om spildevand?
- Kan der etableres det nødvendige højdetab (relevant for halvtørre, tørre installationer)?
- Er der tilstrækkeligt fald gennem reguleringsbygværket, samt tilløbsledningen og afløbsledningen til at sikre selvrensning?
- Hvordan er brøndens facon og størrelse?
- Hvordan er tilløbs- og afløbsledninger placeret i forhold til hinanden?
- Er der eksisterende banketter og lige gennemløb, der skal tilgodeses?
- Er der pladsforhold, der nødvendiggør valg af en mindre optimal løsning?
- Hvordan ønskes afløbsregulatoren monteret
- Skal afløbsregulatoren kunne af- og monteres fra terræn?
- Hvad er kapaciteten på afløbsledningen? Den bør/skal være mindst 10 % større end afløbet fra regulatoren
- Hvad er afløbsledningens dimension, for montage i det konkrete bygværk?
- Hvad er dækselkoten? og er det sikret, at der ikke sker stuvning over denne kote?
- Hvad er dimensionen på nedgangsåbningen/lysningen, og monteres regulatoren inden brønden afsluttes med dæksel, kegle eller dæk?

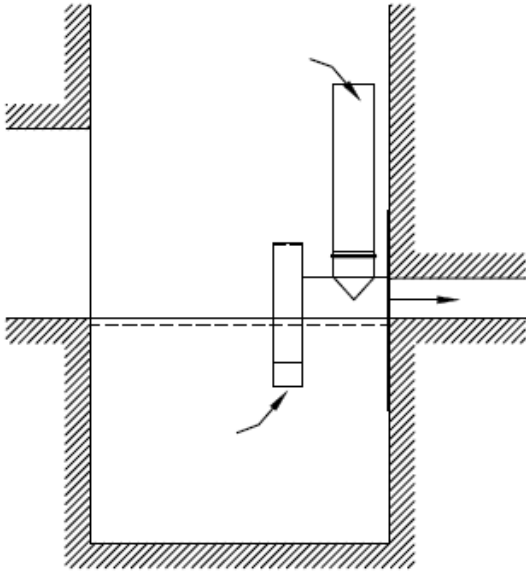
I særlig tilfælde kan det være nødvendigt at etablere et nyt bygningsværk.

Bilag A viser en oversigt over, hvor regulatorerne kan anvendes.

Bilag B er et eksempel på informationsskema, som kunden kan udfylde, for at give leverandøren de bedste betingelser for at levere den rigtige regulator til opgaven.

8.3 Eksempler på anvendelse af centrifugalbrems

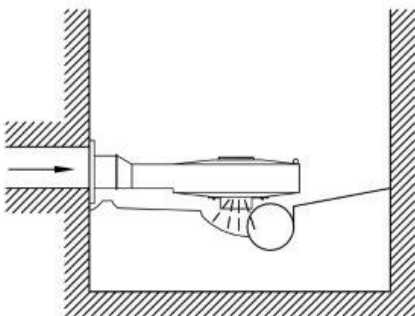
8.3.1 Indbygning af centrifugalbremser i vertikal udførelse



Figur 8.1

En typisk anvendelse er som regulator på afløbet fra regnvandsmagasiner fx opbygget af rør. Kan forsynes med nødoverløb som vist. Uden nødoverløb kan denne regulator anvendes i forbindelse med fx benzin- og olieudskillere, hvor den eventuelt kan forsynes med nedadvendt indløbstud

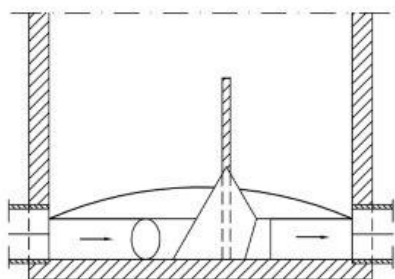
8.3.2 Indbygning af centrifugalbrems i horisontal udførelse



Figur 8.2

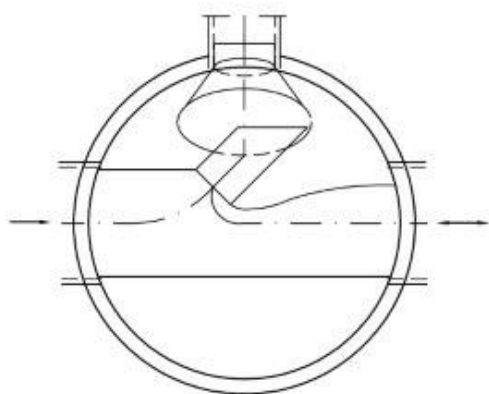
En horisontal centrifugalbremse kan fx anvendes for afledning af fejltilsluttet regnvand til et spildevandssystem (tørvejsafløb) eller den første, ofte stærkt forurenende regn fra et separatsystems regnvandsledninger til spildevandsledningerne

8.3.3 Eksempler på anvendelse af cyklonbremser



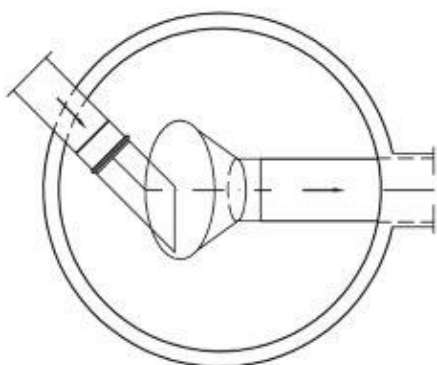
Figur 8.3

Ved indbygning i eksisterende brønde kan også anvendes skillevægge



Figur 8.4

Her er vist et princip for afledning fra et dybdepunkt, hvor den overskydende del fortsætter til et bassin, hvorfra det returnerer helt eller delvist efterhånden som systemet tømmes

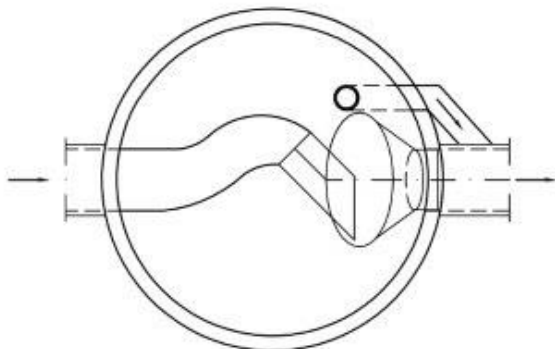


Figur 8.5

Cyklonbremse tilsluttet brøndens tilløb. Bremsen kan ses fra udløbsrenden og inspiceres fra denne i tilfælde af blokering

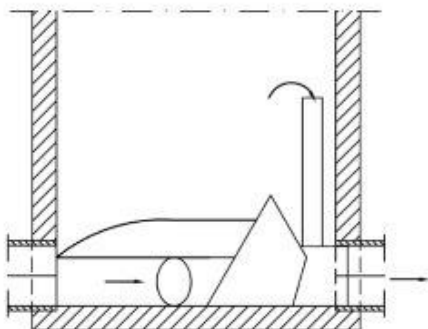
8.3.4 Eksempler på overløb

Overløbsmulighed er ofte nødvendig af kapacitetsmæssige årsager, og ved små gennemløbstværsnit også af sikkerhedsmæssige årsager.



Figur 8.6

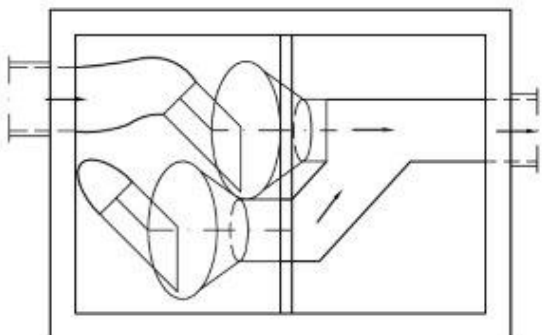
Overløb ført til grenrør efter brønd. I tilfælde af blokering af bremsen kan den stående del af overløbet løftes af, og systemet tømmes for inspektion af bremsen



Figur 8.7

Hvis brøndens afgangsledning er rigelig stor, kan overløb tilsluttes en stor afløbstud placeret uden om bremsens afløb

8.3.5 Cyklonbremse kan anvendes i parallel- og serieindbygning



Figur 8.8

Parallelindbygning af to eller flere cyklonbremses er fordelagtigt ved stor gennemstrømning med beskeden trykhøjde. Bremsehuset kan gøres mindre i forhold til gennemløbstværsnittet, hvorved der opnås rettidig luftudblæsning, således at driftspunktet kommer op på den 'bremsede' karakteristik. Dette sikrer et meget højt middelafløb uden overskridelse af tilladeligt maksimum, hvilket kan føre til store besparelser

9 Installation

Installationsvejledningen leveres normalt af leverandøren, ellers er der ingen garanti for funktionskrav.

Et eksempel på installationsvejledning, for en dobbeltblænde afløbsregulator, kunne eksempelvis se således ud:

9.1 Installationsvejledning – dobbeltblænde

Generelt

Det er vigtigt for en korrekt funktion, at afløbsregulatoren installeres og tilses i overensstemmelse med vejledningen og de medfølgende tegninger/skitser.

Dobbeltblænde regulatoren anvendes til alle typer afløbsvand; dvs. regnvand, spildevand og blandet regn- og spildevand.

Regulatoren er udstyret med to trinløst indstillelige blænder. Ved leveringen er blænderne indstillet til at give den ønskede mængde, og indstillingerne bør derfor ikke ændres. Dimensionerne for den aktuelle afløbsregulator fremgår af vejledningen og medfølgende tegninger/skitser.

Installation

Afløbsregulatoren kan installeres i en brønd/et kammer med en diameter eller sidelængde, der er mindst 4 gange diameteren på afløbsregulatoren. Fx kræver en dobbeltblænde 300 en brønd/et kammer med en diameter på 1,2 m eller 1,2 m x 1,2 m. Hvis regulatoren installeres i en skillevæg, gør de samme pladskrav sig gældende på den side, hvor regulatoren installeres.

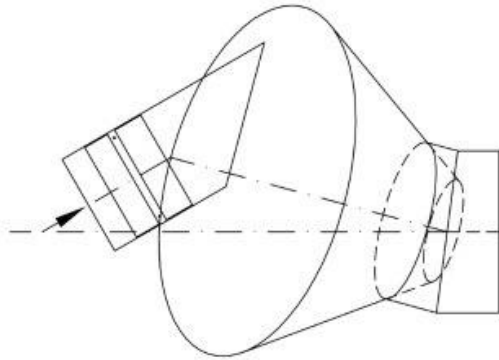
Afløbsregulatoren monteres på udløbet på den indvendige side af kammeret eller brønden (regulatoren installeres dykket). Monteringspladen spændes fast på brønd-/kammervæggen ud for udløbsåbningen ved brug af indborede eller indstøbte bolte/gevindstænger af syrefast stål. Placer monteringspladen således, at dobbeltblænde regulatorens bund er i niveau med udløbsledningens bundløb. Imellem monteringspladen og brønd-/kammervæggen tættes med vandfast fugemasse eller tætningsbånd. Tætningsmateriale og bolte skal leveres af montøren.

Når regulatoren er placeret korrekt, omstøbes den. Indløb, bundløb og banketter formes, så der er et fald fra alle sider mod bundrenden. Hvis brøndens væg er krum støbes en banket i hulrummet mellem monteringspladen og hullet i væggen. Faldet på bundrenden før regulator bør være mindst 20 %. Er installationen midlertidig, kan det lette den senere demontering, hvis der pakkes med sandfyldte plastikposer omkring regulatoren inden omstøbning med 50 – 60 mm cement.

Det anbefales, at blændeindstillingen kontrolleres efter at afløbsregulatoren er installeret, jævnfør anvisning fra leverandøren.

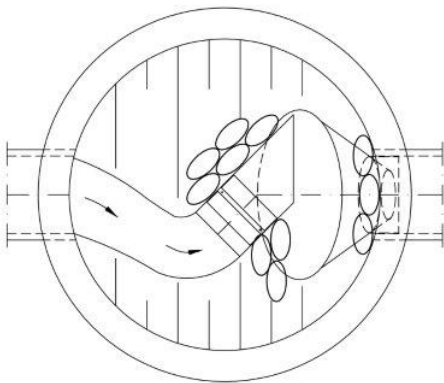
9.2 Installationsvejledning – cyklonbremse

Eksempler på installationer er her vist i billeder:



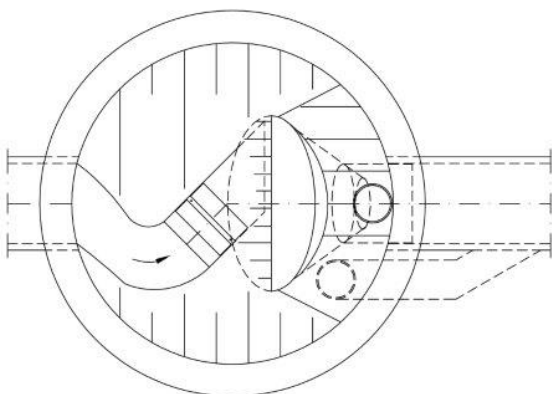
Figur 9.1

Indløbet er 45° og højre- eller venstrevendt. 15° knæk på udløbstudenten ved lige tilløb



Figur 9.2

Der omstøbes med banketter. Ved midlertidige installationer kan fyldes op med plastposer med sand og derefter støbes banketterne i beton



Figur 9.3

By-pass/overløb kan placeres på udløbstudenten. By-pass/overløb kan alternativt placeres ved siden af med afløb gennem grenrør. Overløb skal være i højde med højeste vand-spejl og by-pass/udluftning skal være over

10 Drift og vedligeholdelse

Placering af vandbremse

Hovedansvaret for en sikker placering af en vandbremse ligger hos den projekterende. Ved en sikker placering bør den projekterende derfor sikre sig, at det er muligt at kunne foretage den nødvendige drift og vedligeholdelse.

10.1 Drift og vedligeholdelse

Generelt for afløbsregulatorerne

Det er vigtigt for en korrekt funktion, at afløbsregulatorer installeres og tilses i overensstemmelse med produkternes drifts- og vedligeholdelsesvejledninger med dertil medfølgende tegninger/skitser.

Regulatorer bør kun benyttes, hvor der etableres nem adgang til inspektion, samt mulighed for at foretage den nødvendige driftskontrol og vedligeholdelse såsom rensning eller tømning med slamsuger.

Regulatorer er normalt udstyret med trinløst indstillelige blænder eller dele, som ved leveringen er indstillet til at give den ønskede mængde. Indstillingen bør derfor ikke ændres uden kontakt til leverandøren. Dimensionerne for de aktuelle afløbsregulatorer vil ligeledes fremgå af medfølgende tegninger/skitser.

Vedligeholdelse og tilsyn

Generelt kan det anbefales, at tilsynet med afløbsregulatoren planlægges som en fast rutine i forbindelse med øvrige rutinemæssige tilsyn.

Vedligeholdelsen af den enkelte afløbsregulator vil dog afhænge af flere forhold, blandt andet om afløbsregulatorens indløb er dykket (fungerer som vandlukke), og om regulatoren er dykket, halvtørt eller tørt monteret.

Afløbsregulatorens indløb er **dykket, og regulatoren er dykket monteret:**

- Vedligeholdelse vil normalt ikke være nødvendig for selve regulatoren, idet stoffer eller legemer i vandet vil bundfældes i sumpen/sandfanget eller holde sig flydende
- Sumpen/sandfanget skal dog tilses og tømmes efter behov for at forhindre tilstopning af udløbet fra afløbsregulatoren. Det anbefales at tilse sumpen/sandfanget jævnligt. Første gang umiddelbart efter installation af afløbsregulatoren, og herefter tilpasses tilsynsfrekvensen til de observerede forhold

Afløbsregulatorens indløb er ikke dykket, men regulatoren er **dykket monteret:**

- Her vil der være en risiko for tilstopning på grund af flydende stoffer eller legemer i afløbsvandet. Her anbefales det, at tilse regulatorerne hyppigere. Første gang umiddelbart efter installationen, og herefter tilpasses tilsynsfrekvensen svarende til de observerede forhold

Afløbsregulatorens indløb er ikke dykket og regulatoren er monteret **halvtørt eller tørt**:

- Opstrøms brønde/anlæg skal tilses jævnligt for at opdage eventuelle tilstopninger af afløbsregulatoren. Det anbefales, at tilsynet foretages hyppigt, såfremt der ikke er etableret en overløbs-funktion umiddelbart opstrøms afløbsregulatoren

Det forhold, at nogle afløbsregulatorer har en eller flere bevægelige dele, vil alt andet lige medføre en øget driftskontrol, vedligeholdelsestilsyn og eventuelt justering.

En regulering kan medføre, at større emner såsom:

- Grene
- Genstande (skruetrækkere, bøjler, bestik mm.)
- Tabte kloakdæksler
- Brosten og andet der mistes gennem åbne kloakdæksler
- Mursten fra brønde
- Afrevne skaller fra ledningsmateriale ved eksempelvis rørbrud

vil kunne medføre en tilstopning af afløbsregulatorerne.

Endvidere bør man også være opmærksom på, at i områder med mange virksomheder, der udleder fedt, såsom:

- Cateringvirksomheder
- Restauranter
- Slagtere
- Virksomheder med fedtproducerende spildevand
- Bebyggelser med beboere fra lande, som generelt er kendt for at bruge meget olie til madlavning

vil det kunne medføre fedtaflejringer omkring tilløbet til vandbremserne, idet vandbremserne skaber rolige strømningsforhold før denne. Dette kan bevirke, at fedtet udskilles, og til sidst kan danne en prop i tilløbet til vandbremsen.

Derfor er det vigtig at vælge den rigtige regulator, og overveje om installationen skal være dykket, halvtør eller tør. Vælges en tør installation vil det være svært at se, om der sker en aflejring inde i ledningen opstrøms regulatoren, medmindre der installeres en inspektionsbrønd. Ved halvtør installation med mulighed for aflastning over en overløbskant samt ved dykket installation, vil en inspektion af installationsbrønden kunne give en indikation af, hvorvidt der er fedtaflejringer, der skal fjernes, før de giver anledning til opstuvningsproblemer.

Af andre mulige skader kan nævnes:

- Spulehoveder fra slamsugere, der sætter sig fast i vandbremserne i forbindelse med renholdelse
- Forkert montering/justering af vandbremserne
- Undladt nødoverløb kan i forbindelse med tilstopning medføre væsentlige opstuvninger/oversvømmelser opstrøms
- Montering af vandbremsen i en dårligt opbygget brønd kan medføre, at vandbremsen går løs i beslagene

- Manglende vedligeholdelse og tilsyn kan give opstuvningsproblemer

Det er generelt vigtigt, at bremserne i starten tilses jævnligt for at imødegå eventuelle problemer, der ikke var taget højde for i projekteringsfasen, før disse vokser sig væsentlig større.

Bilag A

Valg af bremse skematiseret.

	Regulerer vandføringer l/s	Anvendelsesområde Fællessystem/ Regnvand/ Vandløb	Placering Dykket/ Halvtørt/ Tørt	Bemærkninger	μ-værdi
Enkeltblænde	10-4.500	F/R□V	D	Fast regulering	0,6
Stigbord	Alle	F/R□V	D	Fast regulering	0,6
Drosselledning	Alle	F/R/V	D	Fast regulering	
Drosselbrønd	Optil 3,0	R	D	Kun regnvand og små vandføringer	0,6
Dobbeltblænde	30-10.000	F/R/V	D	Lav trykhøjde og stor vandføring. Trinløs indstilling (+/- 25 %)	0,75/ 0,55
Centrifugalbremse vertikal	0,2-80	R	D	Ikke til sp.vand pga. sump Trinløs indstilling (+/- 25 %)	0,13/ 0,33
Centrifugalbremse horisontal	4-30	F/R/V	H	Min. 300 mm højdespring mellem ind og udløb. Blændeskift	0,12/ 0,15
Cyklonbremse dykket	6-600	F/R/V	D	Trinløs indstilling (+/- 25 %)	0,18/ 0,35
Cyklonbremse Havtør + Tørtopstillet	8-600	F/R/V	H/T	Trinløs indstilling (+/- 25 %)	0,21/ 0,40
Pumpe	Alle	F/R	D/H/T	Pumpestationens kapacitet	
Regulator med flyder	2-400	F/R/V	H/T	Mulighed for at justere bremsens vandføring over et større interval	
Regulator med bøjelig stålplade	Alle	F/R/V	D	Primært til overløbskanter fra bassiner og overløbsbygv.	
Turbo Hvirvel-drossel	4-72	F/R/V	H/T	Mulighed for at justere bremsens vandføring over et større interval	

Bilag B

Informationsskema fra kunde til leverandør ved bestilling af regulator.

Firma/kommune:	Kontaktperson:
Adresse:	Titel:
Postnr./by:	E-mail:
Beliggenhed, kommune	Telefon: Telefax:

Projektfase - sæt x

- 1 Eksisterende anlæg:
 2 Udbudsprojekt:
 3 Skitseprojekt:

Situationsdata:

	Indv. diam.:	Fald:	Bundkote:
Tilløbsledning/-er:	④ _____ mm	⑤ _____ %	⑥ _____ m
Tilløbsledning/-er:	⑦ _____ mm	⑧ _____ %	⑨ _____ m
Afløbsledning:	⑩ _____ mm	⑪ _____ %	⑫ _____ m

Dimensionsgivende vandspejlskote på tilløbssiden: Kote: ⑬ _____ m

Stuvningskote på afløbssiden hvis dykket afløb: Kote: ⑭ _____ m

Ønsket kapacitet nu: ⑮ _____ l/s Evt. senere: ⑯ _____ l/s

Dæksel kote: ⑰ _____ m Lysningsmål: ⑱ _____ mm

Vandtype - sæt x

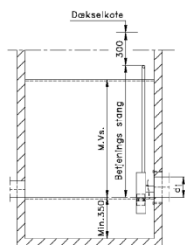
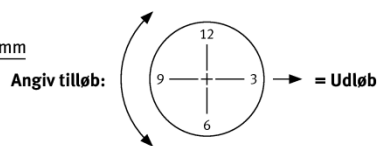
- 19 Regnvand:
 20 Regn- og spildevand:
 21 Andet:

⑳ Skal vandet efterfølgende passere en olieudskiller eller lignende:

㉑ Bygværkets dimensioner bredde x længde eller diameter: _____ mm

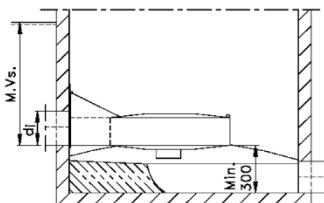
Medsend eller fax meget gerne tegninger eller skitser af bygværket.

Situations-/definitionsskitser:



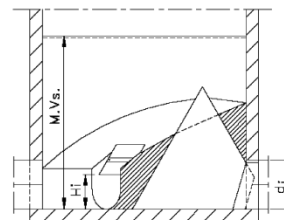
Type: **CEV**

Løsning ved separat regnvand under 20 l/s



Type: **CEH**

Løsning ved blandet regnvand og spildevand under 20 l/s



Type: **CYE**

Løsning ved over 10 l/s regnvand eller 20 l/s regnvand og spildevand

Udfyldes af Mosbaek A/S

M.V.s.

$d = 0,54 \sqrt{\quad} =$

Type: _____

Hi: _____

L/s

Øvrige anvisninger fra Rørcentret:

Rørcenter-anvisning 001
Ressourcebesparende afløbsinstallationer i boliger, juni 1999

Rørcenter-anvisning 002
Ressourcebesparende vandinstallationer i boliger, juni 1999

Rørcenter-anvisning 003
Brug af regnvand til wc-skyl og vaskemaskiner i boliger, september 2012

Rørcenter-anvisning 004
Renovering af afløbsledninger. Paradigma for udbud og beskrivelse inkl. vejledning 2 udgave, januar 2005, inkl. Indlagt cd-rom

Rørcenter-anvisning 005
Fedtudskillere. Projektering, dimensionering, udførelse og drift, marts 2000

Rørcenter-anvisning 006
Olieudskilleranlæg. Vejledning i projektering, dimensionering, udførelse og drift, marts 2004

Rørcenter-anvisning 007
Dæksler og Riste. Dæksler og riste af støbejern til kørebane og gangarealer, maj 2005

Rørcenter-anvisning 008
Acceptkriterier. Retningslinier for vurdering af nye og fornyede afløbsledninger ved hjælp af TV-inspektion, maj 2005

Rørcenter-anvisning 009
Nedsivning af regnvand i faskiner. Vejledning i projektering, dimensionering, udførelse og drift af faskiner, maj 2005

Rørcenter-anvisning 010
Tømning af bundfældningstanke (septitanke). Paradigma for udbudsmateriale, marts 2006

Rørcenter-anvisning 011
Vacuumssystemer i bygninger. Vejledning i projektering, udførelse og drift, marts 2006

Rørcenter-anvisning 012
Nye afløbssystemer samt omlægninger. Paradigma for udbud og beskrivelse, maj 2007

Rørcenter-anvisning 013
Erfaringer med nedsivningsanlæg, februar 2007

Rørcenter-anvisning 014
Afløbssystemer. Oversigt over undersøgelses-, måle- og fornyelsesmetoder, april 2007

Rørcenter-anvisning 015
Tilbagestrømningssikring af vandforsyningssystemer, oktober 2009

Rørcenter-anvisning 016
Anvisning for håndtering af regnvand på egen grund, maj 2012

Rørcenter-anvisning 017
Legionella. Installationsprincipper og bekæmpelsesmetoder, april 2012

Rørcenter-anvisning 018
Store nedsivningsanlæg. Dimensionering og udførelse, august 2012

Rørcenter-anvisning 019
Vandbremsere. Regulering af vandstrømme i afløbssystemer, maj 2013